

Maßeinheiten der Mechanik

Einheiten der Masse

Formelzeichen: m
 Benennung der Einheit: Kilogramm
 Einheitenzeichen: kg
 Definition der Einheit: 1 kg ist die Masse des internationalen Kilogrammprototyps. (Gültig seit 1901)

Hinweise: Statt Megagramm wird die allgemein gültige SI-fremde Einheit Tonne (t) verwendet: $1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg} = 1000 \text{ kg}$. Die Maßeinheit Tonne darf auch Vorsätze tragen; wie z.B. Kilotonne, Megatonne, Dezitonne

In der der Atom- und Kernphysik darf die atomare Masseneinheit (u) verwendet werden: $1 \text{ u} = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. 1 u ist definiert als der 12te Teil der Masse eines Atoms des Nuklids ^{12}C .

Als Maßeinheit für das Gewicht von Edelsteinen darf das metrische Karat (k) verwendet werden: $1 \text{ k} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg} = 0,2 \text{ g}$

Maßeinheiten der Masse, welche seit 1935 nicht mehr zulässig sind:
 Zentner (Ztr.) 1 Ztr. = 50 kg
 Pfund 1 Pfund = 500 g (seit 1833 einheitlich)

Einheit	mg	g	kg	dt	t	kt	Mt
1 Milligramm	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
1 Gramm	10^3	1	10^{-3}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
1 Kilogramm	10^6	10^3	1	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}
1 Dezitonne	10^8	10^5	10^2	1	0,1	10^{-4}	10^{-7}
1 Tonne	10^9	10^6	10^3	10	1	10^{-3}	10^{-6}
1 Kilotonne	10^{12}	10^9	10^6	10^4	10^3	1	10^{-3}
1 Megatonne	10^{15}	10^{12}	10^9	10^7	10^6	10^3	1

Einheiten der Dichte

Formelzeichen: ρ (rho)
 Benennung der Einheit: Kilogramm je Kubikmeter
 Einheitenzeichen: $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 Definition der Einheit: $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ist die Dichte eines homogenen Körpers, der das Volumen 1 m^3 und die Masse 1 kg hat.

Hinweise: Die Maßeinheit $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ führt vor allem bei festen Stoffen zu sehr großen Zahlenwerten wie z.B. bei Stahl = $7850 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.
 Man benutzt kleine Maßeinheiten:
 $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 1 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
 Stahl erhält dann den Wert: $7,85 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ und Wasser $1,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Es gilt: $1 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3} = 1 \text{ kg} \cdot \text{l} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1 \text{ g} \cdot \text{ml}$
 $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 1 \text{ g} \cdot \text{l}$

Einheiten der Kraft

Formelzeichen: F
 Benennung der Einheit: Newton
 Einheitenzeichen: N
 Definition der Einheit: 1 N ist die Kraft, die einem Körper mit der Masse 1 kg in der Wirkungsrichtung der Kraft die Beschleunigung $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ erteilt.

Beziehung zu den SI-Basiseinheiten: $1 \text{ N} = 1 \text{ m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$

Hinweise: ungültige Maßeinheiten sind:
 Dyn (dyn) $1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$
 Pond (p) $1 \text{ p} = 9,80665 \text{ mN} = 9,80665 \cdot 10^{-3} \text{ N}$
 Kilopond (kp) $1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}$
 Megapond (Mp) $1 \text{ Mp} = 9,80665 \text{ kN}$

Die **Gewichtskraft** eines Körpers mit einer Masse von $102 \text{ g} = 0,102 \text{ kg}$ beträgt:

Gewichtskraft (G) = Masse (m) · Fallbeschleunigung Erde (g)
 $G = 0,102 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
 $G = 1,00 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} = \underline{1,00 \text{ N}}$

Einheit	N	kp	p	dyn
1 Newton	1	0,1020	102	100 000
1 Kilopond	9,80665	1	1000	980 665
1 Pond	$9,80665 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	1	980,665
1 Dyn	10^{-5}	$0,1020 \cdot 10^{-5}$	$0,1020 \cdot 10^{-2}$	1

Einheiten des Kraftmoments (Drehmoment, Biegemoment)

Formelzeichen: M
 Benennung der Einheit: Newtonmeter
 Einheitenzeichen: $\text{N} \cdot \text{m}$
 Definition der Einheit: $1 \text{ N} \cdot \text{m}$ ist das Moment, das eine Kraft von 1 N, bezogen auf einen im Abstand 1 m vom Kraftvektor gelegenen Punkt, erzeugt.

Beziehung zu den SI-Basiseinheiten: $1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$

Hinweise: ungültige Einheiten sind:
 Kilopondmeter ($\text{kp} \cdot \text{m}$), Kilopondzentimeter ($\text{kp} \cdot \text{cm}$),
 Pondzentimeter ($\text{p} \cdot \text{cm}$)

Einheit	$\text{N} \cdot \text{m}$	$\text{kp} \cdot \text{m}$	$\text{p} \cdot \text{cm}$
1 Newtonmeter	1	0,102	$0,102 \cdot 10^5$
1 Kilopondmeter	9,80665	1	10^5
1 Pondzentimeter	$9,80665 \cdot 10^{-5}$	10^{-5}	1

Einheiten des Drucks, der Spannung

Formelzeichen: p
 Benennung der Einheit: Pascal
 Einheitenzeichen: Pa
 Definition der Einheit: 1 Pa ist der Druck bzw die Spannung, der bzw die durch eine senkrecht wirkende, gleichmäßig verteilte Kraft von 1 N auf einer Fläche von 1 m² erzeugt wird.

Beziehung zu den SI-Basiseinheiten: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Hinweise: SI-fremde Maßeinheit für Vielfache von SI-Einheiten:
 Bar (bar) 1 bar = 100 000 Pa = 100 kPa = 1000 hPa
 1 mbar = 1 hPa (Verwendung in der Meteorologie seit 1984)

nur für Blutdruck und andere Körperflüssigkeiten zugelassene

SI-fremde Maßeinheit:

Millimeter Quecksilbersäule (mm Hg)

$$1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ Torr} = \frac{101325}{760} \text{ Pa} = 133,322 \text{ Pa}$$

unzulässige Einheiten seit 01.01.1978:

Kilopond je Quadratmeter (kp/m²) 1 kp/m² = 9,80665 Pa
 Kilopond je Quadratcentimeter (kp/cm²) 1 kp/cm² = 98,0665 kPa
 Kilopond je Quadratmillimeter (kp/mm²) 1 kp/mm² = 9,80665 MPa
 Meter Wassersäule (m WS) 1 m WS = 9,80665 kPa
 Physikalische Atmosphäre (atm) 1 atm = 101,325 kPa
 Torr (Torr) 1 Torr = 133,322 Pa

Einheit	Pa = N/m ²	bar	at = kp/cm ²	atm	Torr	mm WS
1 Pa = 1 N/m ²	1	10 ⁻⁵	1,020 · 10 ⁻⁵	9,87 · 10 ⁻⁶	7,50 · 10 ⁻³	0,102
1 bar	100 000	1	1,020	0,987	750	10 200
1 kp/cm ² = 1 at	98 100	0,981	1	0,968	735,6	10 000
1 atm	101 300	1,01325	1,033	1	760	10 330
1 Torr = 1 mm Hg	133,322	1,33 · 10 ⁻³	1,359 · 10 ⁻³	1,316 · 10 ⁻³	1	13,59
1 m WS	9806,65	0,0981	0,1	0,0968	73,56	1000
1 mm WS = 1 kp/m ²	9,81	9,81 · 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	0,968 · 10 ⁻⁴	0,07356	1

Einheiten der Arbeit und der Energie

Formelzeichen: W, E
 Benennung der Einheit: Joule
 Einheitenzeichen: J
 Definition der Einheit: 1 J ist die Arbeit, die verrichtet wird, wenn sich der Angriffspunkt der Kraft 1 N in Richtung der Kraft um 1 m verschiebt.

Beziehung zu den SI-Basiseinheiten: $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$

Hinweise: in der Atom- und Kernphysik gültige SI-fremde Maßeinheit:
 Elektronenvolt (eV) $1 \text{ eV} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 Vorsätze sind zulässig, z.B. Megaelektronenvolt (MeV)

ungültige Maßeinheit seit 01.01.1980:

Erg (erg) $1 \text{ erg} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ J}$

Kalorie (cal) $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J} \approx 4,2 \text{ J}$

Kilopondmeter (kp · m) $1 \text{ kp} \cdot \text{m} = 9,80665 \text{ N} \cdot \text{m} = 9,80665 \text{ J}$

Für mechanische Energie ist auch Newtonmeter (N · m) und für elektrische Energie die Wattsekunde (W · s) zugelassen.

$1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J}$

$1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ J}$

$1 \text{ W} \cdot \text{h} = 3600 \text{ J} = 3,6 \text{ kJ}$

Einheit	J	kWh	kcal	erg	kpm
1 J = 1 Nm = 1 Ws	1	$2,778 \cdot 10^{-7}$	$2,388 \cdot 10^{-4}$	107	0,1020
1 kWh	$3,6 \cdot 10^6$	1	859,8	$3,6 \cdot 10^{13}$	367 100
1 kcal	4187	0,001163	1	$4,187 \cdot 10^{10}$	426,9
1 erg	10^{-7}	$2,778 \cdot 10^{-14}$	$2,388 \cdot 10^{-11}$	1	$0,102 \cdot 10^{-7}$
1 kpm	9,80665	$2,724 \cdot 10^{-6}$	0,002342	$9,81 \cdot 10^7$	1

Einheiten der Leistung

Formelzeichen: P
 Benennung der Einheit: Watt
 Einheitenzeichen: W
 Definition der Einheit: 1 W ist die Leistung eines gleichmäßig ablaufenden Vorgangs, bei dem in der Zeit 1 s die Arbeit 1 J (1 N · m bzw. 1 W · s) verrichtet wird.

Beziehung zu den SI-Basiseinheiten: $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$

Hinweise:

ungültige Maßeinheiten sind:

Kilopondmeter je Sekunde (kpm/s)

Pferdestärke (PS)

Erg je Sekunde (erg/s)

Kalorie je Sekunde (cal/s)

Kilokalorie je Stunde (kcal/h)

1 kpm/s = 9,81 W

1 PS = 735,5 W

1 erg/s = 10^{-7} W

1 cal/s = 4,187 W

1 kcal/h = 1,163 W

Einheit	W	kpm/s	cal/s	kcal/h	erg/s	PS
1 Watt	1	0,1020	0,2388	0,860	107	0,001360
1 kpm/s	9,81	1	2,342	8,432	$9,81 \cdot 10^7$	0,01333
1 cal/s	4,187	0,4269	1	3,6	$4,187 \cdot 10^7$	0,005692
1 kcal/h	1,163	0,1186	0,2778	1	$1,163 \cdot 10^7$	0,001581
1 erg/s	10^{-7}	$0,102 \cdot 10^{-7}$	$0,2388 \cdot 10^{-7}$	$8,598 \cdot 10^{-8}$	1	$1,360 \cdot 10^{-10}$
1 PS	735,5	75	175,7	632,4	$7,355 \cdot 10^9$	1

Einheiten des Massenträgheitsmoments

Formelzeichen:	J
Benennung der Einheit:	Kilogrammquadratmeter
Einheitenzeichen:	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$
Definition der Einheit:	1 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ist das Massenträgheitsmoment eines materiellen Punktes mit der Masse 1 kg bei einem Abstand von 1 m zur Drehachse.

Einheiten des Impulses

Formelzeichen:	p
Benennung der Einheit:	Kilogramm meter je Sekunde
Einheitenzeichen:	$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Definition der Einheit:	1 $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ist der Impuls eines mit der Geschwindigkeit 1 m/s sich bewegenden Körpers mit der Masse 1 kg.

Einheiten des Drehimpulses

Formelzeichen:	L
Benennung der Einheit:	Kilogrammquadratmeter je Sekunde
Einheitenzeichen:	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
Definition der Einheit:	1 $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ist der Drehimpuls eines materiellen Punktes mit dem Impuls 1 $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, der eine Kreisbahn mit dem Radius 1 m beschreibt.