

Dieser Entwurf  
ist auf Antrag  
und unter Verantwortung des  
**DAMW**  
veröffentlicht.  
Eine Prüfung durch das Amt  
für Standardisierung  
ist noch nicht erfolgt.

Technische Thermodynamik  
Größen, Formelzeichen, Einheiten



0-1345

Gruppe 034

Einsprüche 2-fach bis 20.5.1965 an  
Abt. Standardisierung im DAMW  
102 Berlin, Bischofstraße 25-26

Verbindlich ab

Die angegebenen Formelzeichen dienen zur Kennzeichnung physikalischer Größen. Sie sind stets in Kursivdruck anzugeben. Indizes sollten nur angewendet werden, wenn mehrere Größen, für die gleiche Zeichen gelten, gleichzeitig in Größengleichungen auftreten und unterschieden werden müssen, z. B.  $t_0$  für die Anfangstemperatur. Das an erster Stelle stehende Zeichen ist bevorzugt zu benutzen.

1. Größen und Formelzeichen

Nr.	Benennung	Formelzeichen	Bemerkungen
1.	Thermodynamische Temperatur Kelvin-Temperatur Celsius-Temperatur	$T, \theta, Y$ $t, \vartheta, y$	absolute Temperatur Temperatur vom Eispunkt aus
2.	Längsausdehnungskoeffizient	$\alpha$	$\alpha = \frac{1}{l_0} \frac{dl}{dT}$ $l$ bedeutet die Länge $l_0$ eine willkürlich gewählte Bezugsgröße
3.	Raumausdehnungskoeffizient	$\beta, \tau$	$\beta = \frac{1}{V_0} \frac{dV}{dT}$ $V_0$ ist ein willkürlich gewähltes Bezugsvolumen, bei Gasen gewöhnlich das Volumen bei 0 °C und 760 Torr, bei Flüssigkeiten das Volumen bei 0 °C.
4.	Rauminhalt, Volumen	$V$	
5.	spezifisches Volumen	$v$	Volumen/Masse

Fortsetzung Seite 2 bis 5

Zuständig: Deutsches Amt für Meßwesen und Warenprüfung, Berlin  
Bestätigt: , Amt für Standardisierung, Berlin

Nr.	Benennung	Formelzeichen	Bemerkungen
6.	Druck	$p$	Kraft/Fläche
7.	Wärme, Arbeit, Energie		
	Wärmemenge	$Q, W$	
	Arbeit	$A, W$	
	Energie	$W$	
8.	Leistung	$N$	
	Wärmestrom	$\dot{Q}, \dot{W}, \dot{\Phi}$	Wärmemenge/Zeit
9.	Wirkungsgrad	$\eta$	
10.	Gaskonstante	$R$	
11.	Wärmekapazität	$C$	$C = dQ / dT$
12.	spezifische Wärmekapazität	$c$	Wärmekapazität/Masse
	spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck	$c_p$	
	spezifische Wärmekapazität bei konstantem Volumen	$c_v$	
13.	Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten	$\kappa, \gamma$	$\kappa = c_p / c_v$
14.	Entropie	$S$	
15.	innere Energie	$U$	
16.	Enthalpie	$H, I$	$H = U + pV$
17.	freie Energie (Helmholtz-Funktion)	$F$	$F = U - TS$
18.	freie Enthalpie (Gibbs-Funktion)	$G$	$G = H - TS$
19.	Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$	siehe TGL O-1341
20.	Joule-Thomson-Koeffizient	$\mu$	

Vorzeichen

In der technischen Thermodynamik gilt vorwiegend folgende Festsetzung:

Alle von einem System aufgenommenen (oder abgegebenen) Wärmemengen werden positiv (oder negativ) gezählt, alle von einem System abgegebenen (oder aufgenommenen) Arbeitsbeträge werden positiv (oder negativ) gerechnet.

Beispiel: Danach lautet der erste Hauptsatz:  $dU = dQ - dA$ .

In der theoretischen Thermodynamik wird (nach den internationalen Vereinbarungen) die vom System aufgenommene Wärmemenge und die am System geleistete Arbeit immer positiv gezählt, die vom System an die Umgebung abgegebene Wärmemenge und die an der Umgebung geleistete Arbeit negativ genommen.

Beispiel: Ist  $dQ$  die dem System zugeführte Wärmemenge und  $dA$  die am System verrichtete Arbeit, so lautet der erste Hauptsatz:  $dU = dQ + dA$ .

### Spezifische Größen

Als "spezifisch" werden in diesem Standard die auf die Masse bezogenen Größen verstanden. Sie können durch Kleinbuchstaben des betreffenden Formelzeichens gekennzeichnet werden, z. B.  $s, u, v, f, g$ . Werden andere Bezugsgrößen als die Masse verwendet, so ist dieses ausdrücklich anzugeben und etwa durch entsprechende Indizierung kenntlich zu machen.

## 2. Einheiten

### 2.1. Temperatureinheiten

2.1.1. Der Grad Kelvin ist definiert als Einheit der Temperatur in der thermodynamischen Temperaturskala, die durch den absoluten Nullpunkt ( $0^\circ\text{K}$ ) und den Tripelpunkt von reinem Wasser ( $T_{\text{tr}} = 273,16^\circ\text{K}$ ) bestimmt ist. Der Grad Celsius ist definiert als Einheit der Temperatur in der thermodynamischen Temperaturskala, in der die Temperatur vom Eispunkt ( $T_{\text{e}} = 273,15^\circ\text{K}$ ) aus gezählt wird. Zur Umrechnung der Kelvin-Temperatur in die Celsius-Temperatur gilt folgende Zahlenwertgleichung:

$$T = 273,15 + t.$$

Dabei bedeuten  $T$  den Zahlenwert einer in  $^\circ\text{K}$  angegebenen Temperatur,  $t$  den Zahlenwert der gleichen Temperatur, angegeben in  $^\circ\text{C}$ .

Die thermodynamische Temperaturskala ist innerhalb der praktischen Meßunsicherheit realisiert durch die gesetzliche Temperaturskala.

2.1.2. Bei Angabe von Temperaturdifferenzen werden der Name Grad Kelvin (Grad Celsius) durch Grad, das Kurzzeichen  $^\circ\text{K}$  ( $^\circ\text{C}$ ) durch grd ersetzt.

Das Kurzzeichen für die Einheit der Wärmekapazität ist  $\text{J/grd}$  (nicht  $\text{J}/^\circ\text{K}$  oder  $\text{J}/^\circ\text{C}$ ).

Dagegen ist das Kurzzeichen für die Einheit der Entropie  $\text{J}/^\circ\text{K}$  (nicht  $\text{J/grd}$ ).

### 2.2. Energie-Einheiten

Im internationalen Einheitensystem ist das Joule (J) die kohärente Energie-Einheit:

$$1 \text{ J} = 1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm} = 10^7 \text{ erg}.$$

Es bestehen folgende Umrechnungsbeziehungen:

	J	kWh	kcal	kp m
1 J =	1	$2,777\ 78 \cdot 10^{-7}$	$2,388\ 46 \cdot 10^{-4}$	0,101 972
1 kWh =	$3,6 \cdot 10^6$	1	859,845	3,670 98 $\cdot 10^5$
1 kcal =	4 186,8	$1,163 \cdot 10^{-3}$	1	426,935
1 kp m =	9,806 65	$2,724\ 07 \cdot 10^{-6}$	$2,342\ 25 \cdot 10^{-3}$	1

Die **halbfett** gesetzten Ziffern bedeuten, daß diese letzten Stellen genau sind.

### Erläuterungen

#### 1. Allgemeines zu den Formelzeichen

Die angegebenen Formelzeichen entsprechen sowohl den allgemeinen Formelzeichen TGL 0-1304 als auch den Empfehlungen internationaler Fachorganisationen.

Für die Wärmemenge wurde  $Q$ , für die Arbeit  $A$  an erste Stelle gesetzt, um zusätzliche Indizes am Zeichen  $W$  zu vermeiden, wenn bei Formulierungen zwischen Wärmemenge und Arbeit unterschieden werden muß. Anderenfalls ist entsprechend der TGL 0-1304 für Wärmemenge, Arbeit und Energie das Zeichen  $W$  bevorzugt zu benutzen.

Für den Wärmestrom wurde das Zeichen  $\dot{Q}$  an erste Stelle gesetzt. Die Kennzeichnung von "Strömen" (Volumenstrom, Massestrom, Wärmestrom) durch einen Punkt über dem Formelzeichen ( $\dot{V}, \dot{m}, \dot{Q}$ ) hat sich in der Technik allgemein eingeführt.

Für die Enthalpie wird im Ausland fast ausschließlich, in Deutschland in steigendem Maße das Zeichen  $H$  verwandt, das deshalb an die erste Stelle gesetzt wurde.

Treffen Zeichen dieser TGL mit gleichen Zeichen anderer Bedeutung zusammen, so empfiehlt es sich, den Index  $t_h$  (thermisch) zu benutzen.

#### 2. Schreibweise von Temperaturangaben

Die Zeichen  $^{\circ}$  und K oder C sind ohne Zwischenraum zu schreiben und zu setzen, also z. B.  $20^{\circ}\text{C}$  und nicht  $20^{\circ}\text{ C}$ .

Zur Umrechnung von Temperaturangaben in den nicht mehr zulässigen Einheiten Grad Rankin ( $^{\circ}\text{Rank}$ ) und Grad Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) gelten folgende Zahlenwertgleichungen:

$$T = \frac{5}{9} t_{\text{Rank}} = \frac{5}{9} (t_{\text{F}} - 32) + 273,15;$$

$$t = \frac{5}{9} t_{\text{Rank}} - 273,15 = \frac{5}{9} (t_{\text{F}} - 32).$$

Dabei bedeuten  $T, t, t_{\text{Rank}}$  und  $t_{\text{F}}$  die Zahlenwerte einer Temperatur in der Kelvin-, Celsius-, Rankin- und Fahrenheit-Skala.

### 3. Energieeinheiten

Das Joule (sprich d; u:l) ist bereits durch die 9. Generalkonferenz für Maß und Gewicht (1948) zur ausschließlichen Verwendung empfohlen und durch die Verordnung über die physikalisch-technischen Einheiten vom 14.8.1958 (GBl. I. S. 647) in die Tafel der gesetzlichen Einheiten eingeführt worden. Die Kilowattstunde (kWh), die Kilokalorie (kcal) und das Kilopondmeter (kp m) sind inkohärente Einheiten im internationalen Einheitensystem (SI). Es sind daher unter 2.2. in der Tabelle die Umrechnungsfaktoren des Joule (J) zur kWh, zur kcal und zum kp m angegeben, die sich aus den gesetzlich festgelegten Beziehungen ( $1 \text{ kcal} = 4 \ 186,8 \text{ J}$ ,  $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ ,  $1 \text{ kp m} = 9,806 \ 65 \text{ J}$ ) errechnen.

Die internationale Tafelkalorie ( $\text{kcal}_{\text{IT}}$ ), die durch die 5. Internationale Dampf tafelkonferenz (1956) zu  $4 \ 186,8$  Joule festgelegt wurde, ist der gesetzlichen Kilokalorie (kcal) gleich zu erachten. Die Definition der kcal durch die Stoffeigenschaften des Wassers ist aufgegeben.

#### Hinweise:

Ersatz für TGL 0-1345 Ausg. 9.62 zur Information unter Berücksichtigung von TGL 0-1304 Ausg. 1.63.