

Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik

Tabellen

Formeln

Übersichten

Normen

- Mathematik • Betriebsführung • Grundkenntnisse • Werkstoffkunde
- Technisches Zeichnen • Fachkenntnisse • Elektrische Anlage
- Vorschriften

18. Auflage

Lektorat: Rolf Gscheidle a.D., Studiendirektor

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorfberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 20566 ohne Formelsammlung
Europa-Nr.: 2056X mit Formelsammlung

Autoren des Tabellenbuches Kraftfahrzeugtechnik:

Fischer, Richard	Studiendirektor a. D.	Polling
Gscheidle, Rolf	Studiendirektor a. D.	Winnenden
Gscheidle, Tobias	Dipl.-Gewerbelehrer Studiendirektor	Sindelfingen – Filderstadt
Heider, Uwe	Kfz-Elektriker-Meister, Trainer Audi AG	Neckarsulm – Ellhofen
Hohmann, Berthold	Oberstudiendirektor	Eversberg
Keil, Wolfgang	Oberstudiendirektor a. D.	München
Lohuis, Rainer	Dipl.-Ingenieur, Oberstudienrat	Aachen – Hückelhoven
Renz, David	M.Sc., Studiendirektor	Gomaringen – Stuttgart
Schlögl, Bernd	Studiendirektor	Gaggenau – Rastatt
Spring, Andreas, Dr.	Dipl.-Ingenieur, Oberstudienrat	Starnberg – München
Steidle, Bernhard	Studiendirektor a. D.	Stuttgart – Neckarsulm

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Rolf Gscheidle, Studiendirektor a. D., Winnenden

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

18. Auflage 2024

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-7585-2290-1 ohne Formelsammlung

ISBN 978-3-7585-2289-5 mit Formelsammlung

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2024 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: Mercedes-Benz Group, Stuttgart und BMW AG, München

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Vorwort

Die 18. überarbeitete Auflage des Tabellenbuches Kraftfahrzeugtechnik dient als Nachschlagewerk von kraftfahrzeugtechnischen Problemstellungen in Service, Reparatur, Diagnose sowie Um- und Nachrüstung. Alle technisch aktuellen Themen sind aufgenommen und die Bilder und Tabellen sind nach methodischen und didaktischen Gesichtspunkten gestaltet. Neu aufgenommen wurden Formeln zur Elektromobilität und der Hochvolttechnik.

Zielgruppen

Auszubildende, Facharbeiter/-innen, Techniker/-innen, Meister/-innen und Studierende des Bereiches Kraftfahrzeugtechnik.

Hinweise für den Leser/die Leserin

Inhaltsverzeichnis: Zum schnellen Aufsuchen von Sachverhalten ist jedem Kapitel ein ausführliches Inhaltsverzeichnis vorangestellt.

Sachwortverzeichnis: Es ermöglicht ein rasches Auffinden von Inhalten und Begriffen.

Griffleiste: Um ein schnelles Auffinden der acht Sachgebiete zu ermöglichen, ist jedem Abschnitt eine Griffmulde zugeordnet.

Inhalt

Mathematik: Das Kapitel ist gegliedert in allgemeine Grundlagen und fachspezifische Berechnungen am Kraftfahrzeug.

Bei den Formeln werden zwei Gleichungsarten unterschieden:

Größengleichungen nach DIN 1313 (**rot** umrahmt)

Zahlenwertgleichungen (**blau** umrahmt).

Hinweis: Bei Zahlenwertgleichungen müssen die Größen in den angegebenen Einheiten eingesetzt werden.

Betriebsführung: In diesem Kapitel werden Grundlagen, Auftragsabwicklung, Qualitätssicherung und Kostenrechnen behandelt.

Grundkenntnisse: In diesem Kapitel sind Grundkenntnisse der Physik, Chemie, Informationstechnik sowie des Steuerns und Regelns tabellarisch dargestellt.

Ebenso sind metalltechnische Grundlagen, Fügetechniken, Normteile und die Grundlagen der Zerspantechnik übersichtlich zusammengestellt.

Werkstoffkunde: Aufbau, Herstellung und Arten von Kraftstoffen sowie weitere Betriebs- und Hilfsstoffe sind nach neuester Norm zusammengestellt. Aktuelle Kühlfülligkeiten, Kältemittel und AdBlue wurden aufgenommen.

Zeichnen: Hier sind geometrische Grundkonstruktionen, grafische Darstellungen und alle notwendigen Normen, Grenzabmaße und Passungen zum Technischen Zeichnen aufgeführt.

Fachkenntnisse: Dieses Kapitel umfasst wichtige kraftfahrzeugtechnische Inhalte, dargestellt in tabellarischer Form. Vorangestellt sind Tabellen mit Fahrzeugdaten von Pkw, Krafträder, Nfz und Traktoren.

In den Unterkapiteln **Werkstoffkunde**, **Motor**, **Alternative Antriebskonzepte** und **Fahrwerk** sind technische Neuerungen, wie z. B. Ölnormung, Abgastechnik und Vorschriften zur Elektromobilität, Reifenbezeichnungen, Hauptuntersuchung und Sicherheitsprüfung, berücksichtigt.

Elektrische Anlage: Hier sind alle wichtigen elektrischen Geräte und Systeme behandelt. Aufgenommen sind: Bus- und Komfortsysteme, Hochvolttechnik, Fehlersuchpläne, Fahrerassistenzsysteme.

Vorschriften: In diesem Kapitel sind wichtige kraftfahrzeugtechnische Vorschriften sowie Vorschriften zur Unfallverhütung nach den neuesten technischen und gesetzlichen Bestimmungen zusammengestellt, wie z. B. Gefährdungskennlinien, Vorschriften E-Mobilität, Nfz-Ladevorschriften, Ladungssicherung und Bremsenprüfung Nfz.

Frühjahr 2024

Die Autoren des Arbeitskreises Kfz-Technik

Inhaltsverzeichnis 5

Mathematik
6 ... 98

Inhaltsverzeichnis 99

Betriebsführung
100 ... 120

Inhaltsverzeichnis 121

Grundkenntnisse
122 ... 162

Inhaltsverzeichnis 163

Werkstoffkunde
164 ... 200

Inhaltsverzeichnis 201

Technisches Zeichnen
202 ... 218

Inhaltsverzeichnis 219

Fachkenntnisse
220 ... 428

Inhaltsverzeichnis 429

Elektrische Anlage
430 ... 516

Inhaltsverzeichnis 517

Vorschriften
518 ... 561

Firmenverzeichnis – Bildquellenverzeichnis

Die nachfolgend aufgeführten Firmen haben die Autoren durch fachliche Beratung, sowie durch Informations- und Bildmaterial unterstützt. Es wird ihnen hierfür herzlich gedankt.

ALLIGATOR GmbH,
Giengen a. d. Brenz,
Seite: 370/1

Audi AG,
Neckarsulm, Ingolstadt,
Seiten: 97/3; 236/2; 242/1, 2;
243/1, 2; 260/1 – 3; 262/2; 271/3;
294/1; 298/2,3; 303/1;
304/1 – 4; 337/1, 3; 343/2; 344/2;
345/1; 349/2; 358/6; 369/3;
402/1 – 3; 403/1; 425/4; 496/1;
497/1; 503/1, 3; 507/2 – 3

Autoliv B.V. & Co. KG,
Elmshorn, Seite: 427/2

Beru-Borg Warner GmbH,
Ludwigsburg,
Seiten: 274/5, 6; 475/2 – 10; 509/1

**BGHM Berufsgenossenschaft
Holz und Metall,**
Stuttgart,
Seiten: 305/1

BMW AG,
München,
Seiten: 239/2; 242/7, 8; 343/2;
344/3; 351/1; 353/1 – 4; 483/3;
505/3

Robert Bosch GmbH,
Stuttgart,
Seiten: 30/4; 89/6; 260/1, 2; 263/1;
271/4; 277/1, 3; 278/2, 3; 283/1,
2; 290/1; 348/1; 426/1; 462/1 – 5;
469/1; 471/1, 2; 482/3, 5, 7;
483/1 – 3, 6; 485/1, 2; 503/1; 516/1

Car-O-Liner Deutschland GmbH,
Babenhausen,
Seite: 408/6

Continental Aftermarket GmbH,
Eschborn,
Seiten: 369/3

Continental Teves AG & Co oHG,
Frankfurt,
Seiten: 374/5 – 7; 383/1

DUNLOP GmbH,
Hanau/Main,
Seiten: 359/1; 363/3

Hella KG, Hueck & Co,
Lippstadt,
Seiten: 238/3; 456/1 – 7; 457/2

Honda Motor Co, Ltd.,
Seite: 242/5, 6

**Huf Hülsbeck & Fürst
GmbH & Co KG,**
Velbert,
Seite: 369/4,5

Hunter Deutschland GmbH,
Greifenberg am Ammersee,
Seiten: 349/1, 5, 6

Michael Immler GmbH,
Immenstadt,
Seite: 367/4, 5

Jost Group GmbH & Co KG,
Rockinger,
München,
Seite: 546/1

Knorr Bremse, GmbH,
München,
Seite: 390/1

Liqui Moly, Ulm,
Seite: 335/2

LuK GmbH,
Bühl/Baden,
Seiten: 312/2; 313/2

MAHLE Behr GmbH & Co KG,
Stuttgart,
Seite: 509/1

MAN Maschinenfabrik
Augsburg-Nürnberg AG,
München,
Seite: 288/1

Mann und Hummel,
Ludwigsburg,
Seite: 238/1

Mercedes-Benz Group,
Stuttgart,
Seiten: 233/5; 356/1;
358/1, 4, 5, 9; 426/1;

Metzeler-Pirelli Reifen GmbH,
München,
Seite: 359/3, 4

**MICHELIN Reifenwerke
AG & Co. KGaA,**
Karlsruhe,
Seite 367/2, 3, 6

NGK/NTK Europa GmbH,
Ratingen,
Seite: 483/1

OZ Deutschland,
Biberach,
Seite: 368/1

Dr. Ing. h. c. F. Porsche,
Stuttgart,
Seiten: 242/3, 4; 356/1; 374/6, 7

Rheinmetall Automotive,
Neckarsulm,
Seite: 239/2

Ringfeder power transmission,
Groß-Umstadt,
Seite: 545/1, 2

**TAK Akademie Deutsches
Kraftfahrtgewerbe GmbH,**
Bonn,
Seite: 552/2, 4

TOYOTA Deutschland GmbH,
Köln,
Seite: 299/2

Volkswagen AG,
Wolfsburg,
Seiten: 236/2; 288/1; 305/2, 3;
324/1, 2; 325/1 – 3; 344/1;
358/2, 3, 7, 8; 375/2; 401/2, 3;
504/2

Wabco Westinghouse GmbH,
Hannover,
Seite: 391/4

ZF Getriebe GmbH,
Saarbrücken,
Seiten: 315/1; 327/1; 352/1

ZF Aftermarket, Sachs,
Friedrichshafen,
Seite 316/1-16

Alle Bilder im Buch ohne Quellenangaben wurden vom Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern oder den Autoren erstellt und bearbeitet.

Grundlagen

Einheiten im Messwesen, Größen, Formelzeichen, Einheiten	6
Taschenrechner, Winkelfunktionen	10, 11
Prozent-, Zins-, Verhältnis-, Mischungsrechnen	12
Längen, Gestreckte Längen, Biegeradius, Kanten, Bördeln von Blechen	13
Flächen, Volumen	16

Mechanik · Hydraulik · Pneumatik · Wärmetechnik · Antriebe

Masse, Dichte, Kräfte	21
Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung, Überholen	24
Arbeit, Energie, Montagevorspannkraft, Leistung, Wirkungsgrad	29
Drehmoment, Hebel, Flaschenzug, Reibung, Festigkeit	31
Druck, Hydraulik, Pneumatik, Wärmetechnik	37
Riementrieb, Zahnradtrieb	44

Berechnungen Motor

Hubraum, Verdichtung, Kolbengeschwindigkeit, Gasdruck, Kolbenkraft, Kurbeltrieb	47
Steuerwinkel, Steuerzeiten, Ventilöffnungszeit, Gasgeschwindigkeit	50
Luftverhältnis, Liefergrad, Luftverbrauch, Kraftstoffverbrauch	51
Kraftstoffeinspritzmenge, Schmierölverbrauch, Mischungsverhältnis, Ölfördermenge	53
Zugeführte Wärmemenge, Motorkühlung, Gefrierschutzmischung	54
Motor-, Nutz- und Innenleistung, Wirkungsgrad, innere Arbeit, Hubraumleistung	55

Berechnungen Antriebsstrang (Kraftübertragung)

Kupplung, Wechselgetriebe	61
Achsgetriebe, Gesamtübersetzung	65
Antriebskraft, Drehmoment, Leistung, Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung	66
Ausgleichsgetriebe, Kreuzgelenke, Gelenkwellen	68
Fahrwiderstände, Antriebskraft, Antriebsleistung, Fahrschaubild	70

Berechnungen Fahrwerk

Achskräfte, Auflagerkräfte, Schwerpunkt Abstand, Federberechnung	74
Lenkung: Spur, Spurdifferenzwinkel, Lenkgetriebe, Gesamtübersetzung der Lenkung	77
Bremsen: Mechanische, hydraulische Übersetzung, Leitungsdruck, Spannkraft	79
Gesamtübersetzung, Umfangskraft, Bremsmoment, Trägheitskraft, Bremskraft ..	81
Bremsarbeit, -leistung, -prüfung, Abbremsung	83

Berechnungen Elektrotechnik

Ohmsches Gesetz, Widerstand	85
Spannungsabfall, Stromdichte, Leitungsberechnung	86
Schaltung von Widerständen	87
Spannungsteiler, Messbrücke (Wheatstonesche Brücke)	88
Kondensatoren, Elektrische Leistung und Arbeit, Wirkungsgrad	89
Batterie	90
Magnetisches Feld, Elektrisches Feld	91
Wechselstrom	92
Schaltung von Wechselstromwiderständen	93
Stern- und Dreieckschaltung, Transformator, Antennen	94
Elektronische Bauelemente, Winkel und Zeiten beim Zündvorgang	95
Pulsweitenmodulation, Datenübertragung	96

Berechnungen Hochvolttechnik

Elektrische Antriebsmaschinen	97
Akkumulatoren in Elektrofahrzeugen, Zwischenkreiskondensator	98

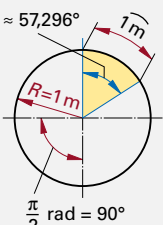
SI-Basiseinheiten

Die Einheiten im Messwesen sind im internationalen Einheitensystem (SI = **S**ystem **I**nternational d'**U**nités) festgelegt. Das SI-System baut auf 7 Basiseinheiten (Grundeinheiten) auf, von denen weitere Einheiten abgeleitet sind. Dezimale Vielfache und dezimale Teile von Einheiten können nach DIN 1301 bezeichnet werden, z. B. Kilometer mit km oder Millimeter mit mm.

Das SI-System fördert die internationale Vereinheitlichung im Messwesen; es wurde für die Bundesrepublik Deutschland durch das „Gesetz über Einheiten im Messwesen“ rechtsverbindlich.

Basisgröße	Länge	Masse	Zeit	Elektrische Stromstärke	Thermodynamische Temperatur	Stoffmenge	Lichtstärke
Basiseinheit	Meter	Kilogramm	Sekunde	Ampere	Kelvin	Mol	Candela
Kurzzeichen	m	kg	s	A	K	mol	cd

Größen

Größe	Formel- zeichen	Einheit Name	Zeichen	Umrechnung, Erklärung					
Länge	l	Meter	m		m	dm	cm	mm	
Breite	b			1 km	1000	10000	100000	1000000	
Höhe, Tiefe	h			1 m	1	10	100	1000	
Radius, Halbmesser	r			1 dm	0,1	1	10	100	
Durchmesser	d			1 cm	0,01	0,1	1	10	
Strecke	s			1 mm	0,001	0,01	0,1	1	
Dicke	δ, d			1 μ m	0,000001	0,00001	0,0001	0,001	
Fläche	A, S	Quadrat- meter	m^2		m^2	dm^2	cm^2	mm^2	
Querschnittsfläche	S, q	Ar Hektar	a ha	1 m^2	1	100	10000	1000000	
				1 dm^2	0,01	1	100	10000	
				1 cm^2	0,0001	0,01	1	100	
				1 km^2	1000000				
				1 ha = 100 a = 10000 m^2 = 0,01 km^2					
Volumen	V	Kubik- meter	m^3		m^3	dm^3 (l)	cm^3 (ml)	mm^3	
Rauminhalt		Liter	l, L	1 m^3	1	1000	1000000		
				1 dm^3 (l)	0,001	1	1000	1000000	
				1 cm^3 (ml)	0,000001	0,001	1	1000	
				1 mm^3		0,000001	0,001	1	
				1 l = 1 dm^3 = 1000 cm^3					
Zeit	t	Sekunde	s		d	h	min	s	
Zeitspanne		Minute Stunde Tag Jahr	min h d a	1 s			0,000278	0,01667	1
Dauer				1 min	0,00069	0,01667	1	60	
				1 h	0,04167	1	60	3600	
				1 d	1	24	1440	86400	
				1 a	~365	~8760	~525600	~31536000	
				Zeitspanne: 3 h = 3 Stunden Zeitpunkt: 3^h = 3:00 Uhr					
Winkel z. B. Phasenwinkel	α, β, γ ... φ	Radiant	rad	1 rad ist gleich dem Winkel, der als Zentriwinkel aus einem Kreis mit $R = 1$ m einen Kreisbogen von 1 m Länge ausschneidet					
				1 rad = $\frac{1 \text{ m (Bogen)}}{1 \text{ m (Radius)}}$ 1 rad $\approx 57,3^\circ$					
		Vollwinkel		1 Vollwinkel = $2 \cdot \pi$ rad					
		Grad	°	1° = $\frac{\pi}{180}$ rad					
		Minute	'	1' = $\left(\frac{1}{60}\right)^\circ = \frac{\pi}{10800}$ rad					
		Sekunde	"	1" = $\left(\frac{1}{60}\right)' = \left(\frac{1}{360}\right)^\circ = \frac{\pi}{648000}$ rad					
		Gon	gon	1 gon = $\frac{\pi}{200}$ rad					

Größen

Größe	Formelzeichen	Einheit Name	Zeichen	Umrechnung, Erklärung				
Geschwindigkeit	v	Meter/Sekunde	m/s		m/s	m/min	km/h	
Umfangs- geschwindigkeit	v	Kilometer/Stunde	km/h	1 km/h 1 m/min	0,2778 0,01667	16,667 1	1 0,06	
Licht- geschwindigkeit	c			1 m/s 1 cm/s	1 0,01	60 0,6	3,6 0,036	
Winkel- geschwindigkeit	ω	Radian/Sekunde	rad/s					
Frequenz	f, ν	Hertz	Hz	Anzahl periodischer Vorgänge pro Sekunde				
		reziproke Sekunde	1/s	1 Hz = 1/s = s ⁻¹				
Drehzahl	n	reziproke Minute	1/min	1/s = 60/min				
Kreisfrequenz	ω	reziproke Sekunde	1/s	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$				
Periodendauer	T	Sekunde	s					
Beschleunigung	a	Meter/Sekunde hoch zwei	m/s ²	Wirkungsrichtung: Beliebig				
örtliche Fall- beschleunigung	g			Wirkungsrichtung: Zum Erdmittelpunkt $g = 9,80665 \text{ m/s}^2 \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ wird meist als Norm- fallbeschleunigung angegeben.				
Winkel- beschleunigung	α	Radian/Sekunde hoch zwei	rad/s ²					
Masse	m	Kilogramm	kg		g	kg	Mg (t)	
Gewicht als Wägeergebnis		Gramm Tonne	g t	1 kg 1 g 1 Mg (t)	1000 1 1000000	1 0,001 1000	0,001 0,000001 1	
längenbezoge- ne Masse	m'	Kilogramm/Meter	kg/m	$m = l \cdot m'$ m' wird z.B. zur Berechnung der Masse von Profilen, Stäben und Rohren benutzt.				
flächenbezoge- ne Masse	m''	Kilogramm/ Quadratmeter	kg/m ²	$m = A \cdot m''$ m'' wird z.B. zur Berechnung der Masse von Ble- chen und Platten verwendet.				
Dichte	ρ	Kilogramm/ Kubikmeter	kg/m ³		g/cm ³	kg/dm ³	kg/m ³	
		Kilogramm/ Kubikdezimeter	kg/dm ³	1 kg/m ³ 1 kg/dm ³ 1 g/cm ³	0,001 1 1	0,001 1 1	1 1000 1000	
		Gramm/ Kubikzentimeter	g/cm ³	1 kg/l 1 g/l	1 0,001	1 0,001	1000 1	
spezifisches Volumen	v	Kubikmeter/ Kilogramm	m ³ /kg	1 m³/kg = 1000 dm³/kg = 1 dm³/g				
Stoffmenge	n	Mol	mol	Teilchenmenge = 6,022 · 10 ²³ Teilchen				
Kraft	F	Newton	N		mN	N	daN	kN
Gewichtskraft	F_G			1 mN 1 N 1 kN 1 MN	1 1000 1000000 10 ⁹	0,001 1 1000 1000000	0,0001 0,1 100 100000	0,000001 0,001 1 1000
				1 N = 1 kg · 1 m/s² = 1 kg m/s²				
Drehmoment	M	Newtonmeter	Nm		Ncm	Nm	kNm	
				1 Ncm 1 Nm 1 kNm	1 100 100000	0,01 1 1000	0,00001 0,001 1	

Größen

Größe	Formelzeichen	Einheit Name	Zeichen	Umrechnung, Erklärung				
Temperatur	T t	Kelvin Celsius	K °C	0 Kelvin = 0 K = - 273 °C 0 °Celsius = 0 °C = 273 K				
Arbeit Energie Wärmemenge	W E, W Q	Joule	J	1 kWh 1 J 1 kJ 1 MJ	kWh J kJ MJ	1 3600000 1000 1000000	3600 0,001 1 1000	3,6 0,000001 0,001 1
1 J = 1 Nm = 1 Ws = 1 kg m ² /s ²								
Leistung	P	Watt	W	1 mW 1 W 1 kW 1 MW	mW W kW MW	1 1000 1000000 10 ⁹	0,001 1 1000 1000000	10 ⁻⁹ 0,000001 0,001 1
1 W = 1 J/s = 1 Nm/s								
Druck	p	Pascal	Pa	1 Pa 1 mbar, hPa 1 bar 1 N/cm ²	Pa mbar, hPa bar N/cm ²	1 100 100000 10000	0,01 1 1000 100	0,00001 0,001 1 0,1
1 Pa = 1 N/m ² ; 1 bar = 10 N/cm ² ; 1 mbar = 1 hPa								
Mechanische Spannung	σ, τ	Newton/ Quadratmeter	N/m ²	1 N/m ² 1 N/cm ² 1 daN/cm ² 1 N/mm ²	N/m ² N/cm ² daN/cm ² N/mm ²	1 10000 100000 1000000	0,0001 1 10 100	0,00001 0,01 0,1 1
1 N/m ² = 1 Pa								
Elektrische Stromstärke	I	Ampere	A	1 mA 1 A 1 kA	mA A kA	1 1000 1000000	0,001 1 1000	0,000001 0,001 1
Elektrische Spannung	U	Volt	V	1 mV 1 V 1 kV	mV V kV	1 1000 1000000	0,001 1 1000	0,000001 0,001 1
Elektrischer Widerstand	R	Ohm	Ω	1 mΩ 1 Ω 1 kΩ 1 MΩ	mΩ Ω kΩ MΩ	1 1000 1000000 10 ⁹	0,001 1 1000 1000000	0,000001 0,001 0,001 1

Vorsätze für Zehnerpotenzen (Auswahl)

da (Deka) 10 ¹	130 Meter = 13 · 10 ¹ m = 13 dam	d (Dezi) 10 ⁻¹	0,1 Meter = 1 · 10 ⁻¹ m = 1 dm
h (Hekto) 10 ²	300 Liter = 3 · 10 ² l = 3 hl	c (Centi) 10 ⁻²	0,25 Meter = 25 · 10 ⁻² m = 25 cm
k (Kilo) 10 ³	1500 Gramm = 1,5 · 10 ³ g = 1,5 kg	m (Milli) 10 ⁻³	0,004 Meter = 4 · 10 ⁻³ m = 4 mm
M (Mega) 10 ⁶	1 200 000 Watt = 1,2 · 10 ⁶ W = 1,2 MW	μ (Mikro) 10 ⁻⁶	0,000015 Meter = 15 · 10 ⁻⁶ m = 15 μm
G (Giga) 10 ⁹	20500000000 Watt = 20,5 · 10 ⁹ W = 20,5 GW	n (Nano) 10 ⁻⁹	0,000000 105 Meter = 105 · 10 ⁻⁹ m = 105 nm
T (Tera) 10 ¹²		p (Pico) 10 ⁻¹²	
P (Peta) 10 ¹⁵		f (Femto) 10 ⁻¹⁵	
E (Exa) 10 ¹⁸		a (Atto) 10 ⁻¹⁸	

Griechisches Alphabet (Auswahl)

A α a Alpha	E ε e Epsilon	Λ λ l Lambda	P ρ r Rho	Φ φ f(ph) Phi
B β b Beta	H η e Eta	M μ m Mü	Σ σ s Sigma	X χ ch Chi
Γ γ g Gamma	Θ θ th Theta	N ν n Nü	T τ t Tau	Ψ ψ ps Psi
Δ δ d Delta	K κ k Kappa	Π π p Pi	Υ υ ü Ypsilon	Ω ω o Omega

Römische Ziffern

I = 1	II = 2	III = 3	IV = 4	V = 5	VI = 6	VII = 7	VIII = 8	IX = 9
X = 10	XX = 20	XXX = 30	XL = 40	L = 50	LX = 60	LXX = 70	LXXX = 80	XC = 90
C = 100	CC = 200	CCC = 300	CD = 400	D = 500	DC = 600	DCC = 700	DCCC = 800	CM = 900
M = 1000	MM = 2000							

Beispiele: 98 = XCVIII 439 = CDXXXIX 1994 = MCMXCIV 2004 = MMIV

Mathematische Zeichen (Auswahl)

Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung
...	bis, und so weiter bis	–	minus, weniger	Δ	Delta, Zeichen f. Differenz
=	gleich	$\sqrt{a}$	Quadratwurzel aus a	$\cong$	kongruent
$\neq$	nicht gleich, ungleich	$\cdot$ x	mal (der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe)	$\sim$	ähnlich
$\sim$	proportional	:	durch, geteilt durch, dividiert durch	$\sphericalangle$	Winkel
$\approx$	annähernd, nahezu gleich, rund, etwa	$\%$	Prozent, vom Hundert	$\overline{AB}$	Strecke AB
$\triangleq$	entspricht	$\%$	Promille, vom Tausend	$\widehat{AB}$	Bogen AB
$<$	kleiner als	$\%$	Promille, vom Tausend	Σ	Summe
$>$	größer als	$()$	runde, eckige, geschweifte	e	Eulersche Zahl e = 2,718 281 828...
$\geq$	größer oder gleich, mindestens gleich	$[] \{ \}$	Klammer auf und zu	π	Pi = 3,14159...
$\leq$	kleiner oder gleich, höchstens gleich	$\parallel$	parallel	∞	unendlich
+	plus, mehr, und	$\nparallel$	nicht parallel	log	Logarithmus (allgemein)
		$\perp$	rechtwinklig zu, normal auf, senkrecht auf	lg	Zehnerlogarithmus
				ln	natürlicher Logarithmus

Anglo-amerikanische Einheiten

Länge		mm	m	Fläche		cm ²	m ²
inch (Zoll)	1 in	25,4	0,025	square inch	1 in ²	6,452	–
foot	1 ft	304,8	0,305	square foot	1 ft ²	929	0,0931
yard	1 yd	914,4	0,914	square yard	1 yd ²	8361	0,836
statute mile	1 mile	–	1609,34	acre	1 acre	–	4047
nautical mile	1 n mile	–	1852,00	square mile	1 mile ²	–	2,59 km ²
1 mile = 1760 yd; 1 yd = 3 ft; 1 ft = 12 in							
Volumen		cm ³	dm ³ (l)	Masse		g	kg
cubic inch	1 in ³	16,387	0,0164	grain	1 gr	0,0648	–
cubic foot	1 ft ³	28317	28,317	dram	1 dram	1,772	–
cubic yard	1 yd ³	–	764,555	ounce	1 oz	28,35	0,028
US-gallon	1 gal	3785	3,785	pound (libre)	1 lb	453,59	0,454
engl. gallon	1 gal	4546	4,546	hundredweight	1 cwt	50802	50,802
barrel	1 barrel	–	158,990	amer. ton	1 tn	–	1016
				1 tn = 20 hw; 1 cwt = 112 lb; 1 lb = 16 oz			
Geschwindigkeit		m/s	km/h	Druck		N/cm ²	bar
foot per second	1 fps	0,3048	1,096	pound per square inch	1 psi = 1 lb/in ²	0,704	0,0704
statute mile per hour	1 mph	0,4470	1,609				
nautic mile per hour	1 kn	0,5147	1,852				

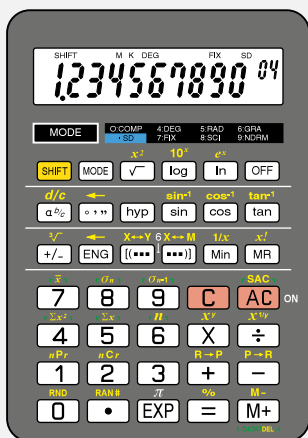
Temperatur

Temperatur in Grad Fahrenheit = 1,8 · Temperatur in Grad Celsius + 32
 Temperatur in Grad Celsius = $\frac{1}{1,8} \cdot (\text{Temperatur in Grad Fahrenheit} - 32)$

Umrechnung von früheren Einheiten und SI-Einheiten

Druck	Energie, Arbeit	Leistung
1 at = 1 kp/cm ² = 981 mbar	1 kcal = 4186,8 J $\approx$ 4,2 kJ = = 1,16 · 10 ⁻³ kWh	1 PS = 735 W = 0,735 kW = = 735 Nm/s
1 mm WS = 1 kp/m ² = 0,098 mbar	1 kpm = 9,81 J = 9,81 Nm	1 kW = 1,36 PS
1 mm Hg = 1 Torr = 1,333 mbar		

M



*) $1.234567890^{04} = 12345.67890$
 Exponent 04 : Kommastelle vier Stellen nach rechts verschieben
 $1.234567890^{-04} = 0.0001234567890$
 Exponent $^{-04}$: Kommastelle vier Stellen nach links verschieben

Anzeigefeld (Display)	Anmerkungen
Zahlenwertangabe Exponenten Sonderfunktionen	acht- oder zehnstellig – 99 bis + 99 M = Speicher E = Überlauffunktion z. B. $x/0$ = unendlich
Bedienfeld	Abkürzungen
Ein-, Ausschaltfunktion Zifferntasten Punktaste für das Dezimalzeichen Löschstasten Speichertasten Speicherlöschaste Speicherrückfaste Rechentasten Ausführungstaste Funktionstasten	ON – OFF 0 – 9 . C; CE; AC M; STO; M+; M–; Min MC MR; MRC; RCL +; –; x; ÷ = %; +/–; x^2 ; $1/x$; x^n ; $[(...)]$; sin; cos; tan; x^3 ; $\sqrt{x}$; $\sqrt[3]{x}$; π ; ... SHIFT / INV / 2nd aktiviert die Zweitbelegung der Tasten oberhalb der Funktionstasten.
Umschalttaste	

Werteingabe/Rechnungsart	Aufgabe	Tastenfolge	Wertausgabe	Anmerkungen
Zifferneingabe	25,33	2 5 . 3 3	25.33	Mit der Punktaste wird das Dezimalzeichen gesetzt.
Addition/Subtraktion	$32,2 + 27,9 - 15,7 = ?$	32.2 + 27.9 – 15.7 =	44.4	Das Ergebnis wird durch Betätigen der „=“-Taste ausgegeben.
Prozentrechnung	15 % von 3000 = ?	3000 x 15 SHIFT %	450	Die Prozenttaste bewirkt die Rechenoperation 1/100.
Klammerrechnung	$\frac{12 \times [2 - (1 - 6)]}{20 \times 5} = ?$	12 x [2 – (1 – 6)] / 20 x 5 =	0,84	Am Ende jeder Klammerrechnung die Klammertaste)] so oft drücken, wie Klammern geöffnet wurden.
Quadrieren/Potenzieren	$\frac{\pi \times 14^2}{4} = ?$ $3,7^2 = ?$ $2^5 = ?$	$\pi \times 14$ SHIFT x^2 ÷ 4 = 3.7 SHIFT x^2 2 SHIFT x^y 5 =	153.93804 13.69 32	Wegen der Genauigkeit Sonderfunktionstaste π verwenden. Das Ergebnis wird ohne Betätigen der „=“-Taste ausgegeben. Zur Ausführung der Rechenoperation muss die „=“-Taste betätigt werden.
Wurzelziehen	$\sqrt{625} = ?$ $\sqrt[3]{125} = ?$	625 $\sqrt{}$ 125 SHIFT $\sqrt[3]{}$ 5	25 5	Zuerst Radikant x eingeben und dann Wurzeltaste drücken.
Kehrwert	$20^{-1} = ?$ bzw. $\frac{1}{20} = ?$	20 SHIFT $1/x$	0.05	Die Funktion $1/x$ errechnet, wie oft die betreffende Zahl in 1 enthalten ist.
Speicherrechnung	$254 + 157 - 23 + 88 = ?$	254 Min 157 M+ 23 SHIFT M+ 28 M+ MR	476	M+ bewirkt Addition im Speicher. M– bewirkt Subtraktion im Speicher. MR Speicherwert wird ausgegeben. Min Festwert wird in Speicher eingetragen. Speicherwrtlöschung: Eingabe von 0 in Min oder drücken von MC.