



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für Kraftfahrzeugtechnik

# Tabellenbuch Land- und Baumaschinentechnik

Tabellen

Formeln

Übersichten

Normen

- Mathematik • Betriebsführung • Maschinenelemente und Hydraulik
- Grundkenntnisse • Werkstoffkunde • Technische Kommunikation
- Fahrzeugtechnik • Landmaschinentechnik • Baumaschinentechnik
- Fördertechnik • Elektrische Anlage • Vorschriften

1. Auflage

Lektorat: Alois Wimmer

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

Europa-Nr.: 20789

Autoren des Tabellenbuches Land- und Baumaschinentechnik:

Fehr, Andreas	Dipl.-Gwl., Studienrat	Breisach
Fleischlin, Stefan	Eidg. Dipl., Berufsfachschullehrer	Sempach, Schweiz
Friese-Tapmeyer, Joachim	Oberstudienrat a. D.	Hildesheim
Friske, Richard	Oberstudienrat	Hannover
Ganzmann, Herbert	Dipl.-Ingenieur	Häusern im Südschwarzwald
Petersen, Malte	Oberstudienrat	Jübek
Mann, Jochen	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Schorndorf – Stuttgart
Keil, Wolfgang	Oberstudiendirektor a. D.	München
Wimmer, Alois	Oberstudienrat a. D.	Berghülen

Für die großzügige Hilfe und Unterstützung bei der Erstellung der 1. Auflage dieses Buches bedankt sich der Arbeitskreis Land- und Baumaschinentechnik besonders bei den Autoren des Arbeitskreises Kfz, den Autoren des Arbeitskreises Metall und den Autoren des Arbeitskreises Metallbautechnik.

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Alois Wimmer

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

1. Auflage 2020, korrigierter Nachdruck 2022

Druck 5 4 3

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

ISBN 978-3-8085-2078-9

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

© 2020 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz und Layout: Satz + Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Umschlag: braunwerbeagentur, 43477 Radevormwald

Umschlagfotos: AGCO GmbH, Marktoberdorf, Liebherr-Werk Biberach GmbH,

Biberach a. d. Riss, und CLAAS KGaA mbh, Harsewinkel

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

# Vorwort

Das Tabellenbuch Land- und Baumaschinentechnik dient als Nachschlagewerk für fahrzeug- und maschinenspezifische Problemstellungen in Service, Reparatur, Diagnose sowie Um- und Nachrüstung. Alle technisch aktuellen Themen wurden aufgenommen. Die Bilder und Tabellen sind nach methodischen und didaktischen Gesichtspunkten gestaltet.

## Zielgruppen

Ausbildende, Facharbeiter, Techniker, Meister und Studierende des Bereiches Land-, Bau-, Forst-, Garten- und Kommunaltechnik.

## Hinweise für den Benutzer

**Inhaltsverzeichnis.** Zum schnellen Aufsuchen von Sachverhalten ist jeweils ein ausführliches Inhaltsverzeichnis vorangestellt.

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

**Griffleiste.** Um ein schnelles Auffinden der 9 Sachgebiete zu ermöglichen, ist jedem Abschnitt eine Griffmulde zugeordnet.

## Inhalt

**Mathematik.** Das Kapitel ist gegliedert in allgemeine Grundlagen und fachspezifische Berechnungen an Fahrzeugen. Bei den Formeln werden zwei Gleichungsarten unterschieden:

- Größengleichungen nach DIN 1313 (braun umrahmt)
- Zahlenwertgleichungen (blau umrahmt).
- Hinweis: Bei Zahlenwertgleichungen müssen die Größen in den angegebenen Einheiten eingesetzt werden.

**Betriebsführung.** In diesem Kapitel werden Grundlagen, Auftragsabwicklung, Qualitäts sicherung und Kostenrechnen behandelt.

**Maschinenelemente und Hydraulik.** Hier sind Normteile wie z.B. Schrauben, Muttern, Splinte, Lager und Anschlagsmittel nach der aktuellen Norm aufgeführt. Für die Instandsetzung hydraulischer Systeme sind wichtige Bauteile wie Rohre und Verbindungselemente tabellarisch aufgeführt.

**Grundkenntnisse.** In diesem Kapitel sind Grundkenntnisse der Physik, Chemie, Informationstechnik sowie des Steuerns und Regelns tabellarisch dargestellt. Ebenso sind metalltechnische Grundlagen, Fügetechniken und die Grundlagen der Zerspanungstechnik übersichtlich zusammengestellt. Das Kapitel beinhaltet Informationen zur Korrosion und zum Korrosionsschutz.

**Werkstofftechnik.** Das Kapitel beinhaltet neben Eisenwerkstoffen und Nichteisenwerkstoffen auch den Aufbau, die Herstellung und die Arten von Kraftstoffen. Weitere Betriebs- und Hilfsstoffe sind nach neuester Norm zusammengestellt, wie z.B. aktuelle Kühlflüssigkeiten, Kältemittel und AdBlue.

**Technische Dokumentation.** Hier sind geometrische Grundkonstruktionen, grafische Darstellungen und alle notwendigen Normen, Grenzmaße und Passungen zum Technischen Zeichnen aufgeführt. Ebenso sind Schaltzeichen und Schaltpläne für die Bereiche Pneumatik, Hydraulik und Elektrik dargestellt.

**Fachkenntnisse.** In diesem Kapitel sind die Themenbereiche Fahrzeug-, Landmaschinen-, Baumaschinen- und Fördertechnik zusammengefasst.

**Fahrzeugtechnik.** Dieses Kapitel umfasst wichtige fahrzeugtechnische Inhalte, dargestellt in tabellarischer Form. Vorangestellt sind Tabellen mit Fahrzeugdaten von Traktoren und mobilen Arbeitsmaschinen. In den Unterkapiteln **Motor**, **Leistungsübertragung** und **Fahrwerk** sind technische Systeme wie Küh-, Schmier- und Gemischbildungssysteme, Abgasnachbehandlung, Räder, Reifen, Ventile sowie EBS-Druckluftbremsanlagen aufgenommen.

**Landmaschinentechnik.** Dieses Kapitel umfasst die wichtigsten Bereiche der Landmaschinentechnik wie Traktoren, Bodenbearbeitungsmaschinen und -geräte, Feldspritzen und Erntemaschinen.

**Baumaschinentechnik und Fördertechnik.** Das Kapitel beinhaltet Erdbewegungsmaschinen, wie z.B. Bagger und Radlader. Im Bereich Fördertechnik sind z.B. Kräne und Gabelstapler beschrieben.

**Elektrotechnik.** Hier sind alle wichtigen elektrischen Geräte und Systeme behandelt sowie auch Bus- und Komfortsysteme, Hochvolttechnik, Fehlersuchpläne und Fahrerassistenzsysteme.

**Vorschriften.** In diesem Kapitel sind wichtige fahrzeugtechnische Vorschriften sowie Vorschriften zur Unfallverhütung nach den neuesten technischen und gesetzlichen Bestimmungen zusammengestellt, wie Gefährdungskennlinien, Vorschriften E-Mobilität, Ladevorschriften, Ladungssicherung und Bremsenprüfung.

## Inhaltsverzeichnis

Mathematik

Betriebsführung

Maschinenelemente, Hydraulik

Grundkenntnisse

Werkstofftechnik

Technische Dokumentation

Fachkenntnisse

- Fahrzeugtechnik
- Landmaschinen-technik
- Baumaschinen- und Fördertechnik

Elektrotechnik

Vorschriften, Verzeichnisse

## Firmenverzeichnis

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

- Accuride Wheels GmbH, Seite: 385/1  
 Aebi+Co. AG Maschinenfabrik, Seite: 402/5-6  
 AGCO GmbH (Fendt), Seiten: 395/6; 402/11; 405/1-3; 456/2; 580/1,2; 581/2; 598/1; 599/1  
 Agrotop GmbH, Seiten: 437/2; 438/2  
 Allison, GN, Seite: 350/1  
 Altek GmbH, Seite: 435/3  
 Amazonas-Werke H. Dreyer GmbH & Co.KG, Seiten: 409/1,5; 413/2; 414/7; 430/2,4; 433/3,4; 434/3; 435/5; 440/1  
 Audi AG, Seiten: 304/1,2; 315/1,3; 317/1-3; 320/1; 321/1; 322/1; 323/1-3; 325/2  
 Bertschi Agrartechnik AG, Seiten: 402/4; 405/4  
 Beru-Borg Warner, Seiten: 314/5,6  
 BMW AG, Seite: 302/2  
 Robert Bosch GmbH, Seiten: 30/4; 87/6; 312/2,3; 313/1-3; 314/1-4; 317/1,3; 318/2,3; 323/1,2; 324/1-3; 325/1; 326/1,2; 327/1-8; 328/1-5; 334/1  
 Brix GmbH, Seite: 409/7  
 Bridgestone Europe, Seite: 383/1-5  
 Bridgestone Europe (Firestone), Seite: 384/1-5  
 Carl Geringhoff GmbH, Seite: 457/3  
 CLAAS KGa mbH, Seiten: 285/3; 402/3; 405/5; 444/1; 452/2; 457/2; 581/1  
 CNH Industrial Österreich GmbH, Seite: 402/1,2,7-10  
 Continental Reifen GmbH, Seiten: 377/1; 377/2; 384/9; 384/10
- DLG e.V., Seite: 284/2  
 GKN Land Systems, Seiten: 362/2,3; 364/1-9; 365/1-10; 367/1-16; 368/1-9; 406/16-19  
 Hella KG, Hueck & Co, Seite: 301/3  
 HARDI GmbH, Seiten: 434/6; 435/4  
 Ernst Herbst Prüftechnik e.K., Seite: 435/2  
 Herbert Dammann GmbH, Seite: 434/1  
 HORSCH Maschinen GmbH, Seite: 434/5  
 ITT Automotive (ATE, VDO), Seite: 392/5  
 John Deere GmbH & Co. KG, Seiten: 286/1; 287/1; 349/1-3; 351/3,4  
 Kock & Sohn GmbH, Seite: 386/8,9  
 Köckerling GmbH & Lo.KG, Seite: 409/8  
 Komatsu Forest GmbH, Seite: 286/2  
 Krone Maschinenfabrik, Seiten: 444/2; 445/3,4; 451/1; 452/1,3,4; 453/1-3; 454/1  
 Kronos, Kronoby, Seite: 409/6  
 Kverneland Group Deutschland GmbH, Seiten: 410/2,3; 412/1-4; 436/2  
 Lechler GmbH, Seite: 438/1-4; 439/3-4  
 Lemken GmbH & Co.KG, Seiten: 409/4,9; 410/5; 413/4-7; 434/2,5; 436/1; 437/1-3; Liebherr GmbH, Seiten: 355/3,4; 466/1; 466/4; 466/7; 468/1; 468/2; 471/3-5; 473/3,5; 474/2; 475/2-4; 476/1-7; 477/1-3; 478/1-4; 479/2,3; 480/1-3; 481/1-3; 482/1-3; 483/1-4; 484/1-4; 485/1-12; 486/1-12; 488/1; 489/1; 490/2,3; 491/1; 492/1,2; 494/2,3; 495/2,4,5; 496/2,4; 501/1-5; 502/1-6; 503/1-3; 504/1,2  
 MAN Maschinenfabrik, Seite: 332/1  
 Mann und Hummel, Seite: 301/1  
 Maschio, Seiten: 409/3; 414/10
- HAMEG GmbH, Frankfurt/Main  
 Hengst Filterwerke, Nienkamp  
 HAMM AG, Tirschenreuth  
 Fritz Hintermayr, Bing-Vergaser-Fabrik, Nürnberg  
 Hettronic Swiss AG, Härringen  
 Hunger Maschinenfabrik GmbH, München und Kaufering  
 Hydac, Sierning, Österreich  
 Hydraulik Nord Fluidtechnik GmbH & Co.KG, Parchim  
 IBM Deutschland, Böblingen  
 Michael Immler GmbH, Immenstadt  
 IVECO-Magirus AG, Neu-Ulm  
 IXION Maschinenfabrik Otto Häfner GmbH & Co., Hamburg-Wandsbek  
 Jungheinrich AG, Hirschthal, Schweiz  
 Julius Kühn Institut, Quedlinburg  
 Alfred Kärcher GmbH & Co. KG, Winnenden  
 Kaeser Kompressoren SE, Coburg  
 Kemper GmbH, Stadtlohn  
 Knecht Filterwerke GmbH, Stuttgart  
 Knorr-Bremse GmbH, München  
 Knott-GmbH, Eggstätt  
 Kolbenschmidt AG, Neckarsulm  
 KS Gleitlager GmbH, St. Leon-Rot, Mattighofen, Österreich  
 Kühnle, Kopp und Kausch AG, Frankenthal/Pfalz  
 Kuhn Maschinen-Vertrieb GmbH, Genthin/Schöpsdorf GmbH, Soest  
 Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Außenstelle Stuttgart  
 Lely International N. V., Maasvluis, Niederlande  
 Lemmerz-Werke, Königswinter  
 Luk Schaeffler Automotiv, Bühl/Baden  
 MAHLE GmbH, Stuttgart  
 Mahler AG, Obfelden, Schweiz  
 Mannesmann Sachs AG, Schweinfurt  
 Maschinenfabrik Schmotzer GmbH, 91438 Bad Windsheim
- Menzi Muck AG, Seite: 471/2  
 Michelin Reifenwerke AG & Co. KGaA, Seiten: 377/1; 379/1; 379/2; 379/4; 384/8  
 New Holland Agriculture, Seite: 285/1  
 NovoNox, Seite: 258/5-6  
 Nokian Tyres GmbH, Seiten: 384/6; 384/7  
 Optibelt GmbH, Seiten: 159/1-8; 160/1-13; 161/1-6; 162/2-4  
 Paus Maschinenfabrik GmbH, Seite: 466/2  
 Parker Ermeto, Seiten: 167/2,4; 172/1-6; 173/1-4; 174/1-6; 175/1,2; 176/1-6  
 PHILIPP Forstwerkzeuge GmbH, Seite: 384/11  
 Pöttinger Maschinenfabrik, Seiten: 256/2; 409/1; 410/4,6; 411/1  
 PTG Reifendruckregelsystem GmbH, Seiten: 390/1-5  
 Rauch Landmaschinenfabrik GmbH, Seite: 430/1  
 Reform Werke, Seiten: 445/5; 446/2  
 Same Deutz-Fahr GmbH, Seite: 391/1  
 Scharmüller GmbH. & Co.KG., Seite: 406/1-15  
 STIGA GmbH, Seite: 287/2  
 TeeJet Technologies GmbH, Seiten: 436/3; 437/1-2; 438/5  
 Franz Trinker Räderproduktion GmbH, Seiten: 386/5-7,10,11  
 ZF Getriebe GmbH, Seiten: 350/3; 351/1; Zeppelin Baumaschinen GmbH, Seiten: 466/1; 466/4; 466/7; 468/1; 468/2  
 Zürn, Seite 457/1

Nachfolgend aufgeführten Firmen haben die Autoren durch fachliche Beratung und durch Informationsmaterial unterstützt. Es wird ihnen hierfür herzlich gedankt.

- AEBI Schmidt Deutschland GmbH, St. Blasien  
 Agrifac Machinery B.V., Steenwijk, Niederlande  
 Aral AG, Bochum  
 Arbor AG-Baumann, Cavaion, Italien  
 Atlas Copco Kompressoren- und Drucklufttechnik GmbH, Essen  
 G. Auwarter GmbH & Co (Neoplan), Stuttgart  
 Basrijs BV, Rijssenbergen, Niederlande  
 Bayer CropScience, Langenfeld  
 Behr Hella Service GmbH, Schwäbisch Hall  
 bema GmbH, Voltlage-Weese  
 Otto Boge GmbH & Co. KG, Bielefeld  
 Bosch Rexroth AG, Lohr am Main  
 Bressel und Lade Maschinenbau GmbH, Visselhövede-Schwitschen  
 Christiansen's Bioland-Hof, Esperstorf-Feld  
 Continental Teves AG & Co.OHG, Frankfurt  
 Deutsche BP AG, Hamburg  
 Deutz AG, Köln-Porz  
 Dici-Ennio Berto, Montecchio Emilia, Italien  
 DUNLOP GmbH & Co. KG, Hanau/Main  
 J. Eberspächer, Esslingen  
 ESSO AG, Hamburg  
 EMM Motoren Service, Lindau  
 Fiedler Maschinenbau und Flötzinger  
 Gerätetechnik GmbH, Polling  
 Carl Freudenberg, Weinheim/Bergstraße  
 Getrag Getriebe- und Zahnradfabrik, Ludwigsburg  
 Girling-Bremsen GmbH, Koblenz  
 Glasurit GmbH, Münster/Westfalen  
 Globaljig, Deutschland GmbH, Cloppenburg  
 Glyco-Metall-Werke B.V. & Co. KG, Wiesbaden/Schierstein  
 Goette AG, Burscheid  
 Grau-Bremse, Heidelberg  
 Grimmel GmbH & Co. KG, Damme  
 GVS Agrar AG, Schaffhausen, Schweiz  
 Hazet-Werk, Hermann Zerver, Remscheid
- Mercedes Benz, Stuttgart  
 Metzeler Reifen GmbH, München  
 Mitsubishi Electric Europe B.V., Ratingen  
 Mitsubishi MMC, Trebur  
 MOBIL OIL AG, Hamburg  
 NGK/NTK Europe GmbH, Ratingen  
 NH Agriculture, Niederwenigen, Schweiz  
 OSRAM AG, München  
 OMV AG, Wien, Österreich  
 Pierburg GmbH, Neuss  
 Pirelli AG, Höchst im Odenwald  
 Potain, Dardilly, Frankreich  
 Rapid Technik AG, Killwangen, Schweiz  
 SATA Farbspritztechnik GmbH & Co., Kornwestheim  
 SCANIA Deutschland GmbH, Koblenz  
 SEKURIT SAINT-GOBAIN Deutschland GmbH, Aachen  
 Schäffler Automotive, Langen  
 SKF Kugellagerfabriken GmbH, Schweinfurt  
 SOLO Kleinmotoren GmbH, Sindelfingen  
 Stahlwille E. Wille, Wuppertal  
 Stihl, Waiblingen  
 Steyr-Daimler-Puch AG, Graz, Österreich  
 Stirnimann AG, Olten  
 SUN Elektrik Deutschland, Mettmann  
 Technikvertrieb GmbH, Schmölln-Putzkau  
 Telma Retarder Deutschland GmbH, Ludwigsburg  
 UNIWHEELS GmbH, Bad Dürkheim  
 VARTA Autobatterien GmbH, Hannover  
 Vereinigte Motor-Verlage GmbH & Co. KG, Stuttgart  
 Joseph Vögele AG, Ludwigshafen  
 Voith GmbH & Co. KG, Heidenheim  
 Volvo Deutschland GmbH, Brühl  
 Wabco Westinghouse GmbH, Hannover  
 Wacker Neuson Linz GmbH, Hörsching, Österreich  
 Webasto GmbH, Stockdorf  
 Wirtgen GmbH, Windhagen

Alle oben nicht aufgeführten Abbildungen wurden von den Autoren selbst erstellt und vom Zeichenbüro des Verlags grafisch bearbeitet.

# Mathematik

M

## Grundlagen

Einheiten im Messwesen, Größen, Formelzeichen, Einheiten .....	6
Taschenrechner .....	10
Winkelfunktionen .....	11
Prozent-, Zins-, Verhältnis-, Mischungsrechnen .....	12
Längen .....	13
Gestreckte Längen, Biegeradius, Kanten, Bördeln von Blechen .....	14
Flächen, Volumen .....	16

## Mechanik, Hydraulik, Pneumatik, Wärmetechnik, Antriebe

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

## Berechnungen am Motor

Hubraum, Verdichtung, Kolbengeschwindigkeit, Gasdruck, Kolbenkraft, Kurbeltrieb .....	45
Steuerwinkel, Steuerzeiten, Ventilöffnungszeit, Gasgeschwindigkeit .....	48
Luftverhältnis, Liefergrad, Luftverbrauch, Kraftstoffverbrauch .....	49
Kraftstoffeinspritzmenge, Schmierölverbrauch, Mischungsverhältnis, Ölfördermenge .....	51
Zugeführte Wärmemenge, Motorkühlung, Gefrierschutzmischung .....	52
Motor-, Nutz- und Innenleistung, Wirkungsgrad, innere Arbeit, Hubraumleistung .....	53

## Berechnungen am Antriebsstrang (Kraftübertragung)

Berechnungen am Antriebsstrang .....	58
Kupplung, Wechselgetriebe .....	61
Achsgtriebe, Gesamtübersetzung .....	65
Ausgleichsgetriebe .....	66
Antriebskraft an den Antriebsrädern, Drehmoment, Leistung, Fahrgeschwindigkeit .....	67
Fahrwiderstände, Antriebskraft, Antriebsleistung, Fahrschaubild .....	69

## Berechnungen am Fahrwerk

Achskräfte, Auflagerkräfte, Schwerpunktabstand, Federberechnung .....	73
Lenkung: Spur, Spurdifferenzwinkel, Lenkgetriebe, Gesamtübersetzung der Lenkung .....	75
Bremsen: Mechanische, hydraulische Übersetzung, Leitungsdruck, Spannkraft .....	77
Gesamtübersetzung, Umfangskraft, Bremsmoment, Trägheitskraft, Bremskraft .....	79
Bremsarbeit, -leistung, -prüfung, Abbremsung .....	81

## Berechnungen Elektrotechnik

Ohmsches Gesetz, Widerstand .....	83
Spannungsfall, Stromdichte, Leitungsberechnung .....	84
Schaltung von Widerständen .....	85
Spannungsteiler, Messbrücke (Wheatstonesche Brücke) .....	86
Kondensatoren, Elektrische Leistung und Arbeit, Wirkungsgrad .....	87
Batterie .....	88
Magnetisches Feld, Elektrisches Feld .....	89
Schaltung von Wechselstromwiderständen, Transformator, Antennenberechnung .....	91
Elektronische Bauelemente .....	93
Pulsweitenmodulation, Datenübertragung .....	94

## Einheiten im Messwesen, Größen, Formelzeichen, Einheiten

### SI-Basiseinheiten

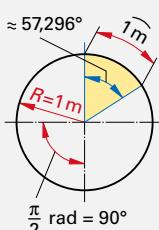
Die Einheiten im Messwesen sind im internationalen Einheitenystem (SI = Système international d'unités) festgelegt. Das SI-System baut auf 7 Basiseinheiten (Grundeinheiten) auf, von denen weitere Einheiten abgeleitet sind. Dezimale Vielfache und dezimale Teile von Einheiten können nach DIN 1301 bezeichnet 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	Formelzeichen	Einheit		Umrechnung, Erklärung				
		Name	Zeichen					
<b>Länge</b> Breite Höhe, Tiefe Radius, Halbmesser Durchmesser Strecke Dicke	$l$ $b$ $h$ $r$ $d$ $s$ $\delta, d$	Meter	m		m	dm	cm	mm
				1 km	1 000	10 000	100 000	1 000 000
				1 m	1	10	100	1 000
				1 dm	0,1	1	10	100
				1 cm	0,01	0,1	1	10
				1 mm	0,001	0,01	0,1	1
				1 $\mu\text{m}$	0,000 001	0,000 01	0,000 1	0,001
<b>Fläche</b> Querschnittsfläche	$A, S$ $S, q$	Quadratmeter	$\text{m}^2$		$\text{m}^2$	$\text{dm}^2$	$\text{cm}^2$	$\text{mm}^2$
				1 $\text{m}^2$	1	100	10 000	1 000 000
				1 $\text{dm}^2$	0,01	1	100	10 000
				1 $\text{cm}^2$	0,000 1	0,01	1	100
				1 $\text{km}^2$	1 000 000			
								$1 \text{ ha} = 100 \text{ a} = 10 000 \text{ m}^2 = 0,01 \text{ km}^2$
<b>Volumen</b> Rauminhalt	$V$	Kubikmeter	$\text{m}^3$		$\text{m}^3$	$\text{dm}^3 (\text{l})$	$\text{cm}^3 (\text{ml})$	$\text{mm}^3$
				1 $\text{m}^3$	1	1 000	1 000 000	
				1 $\text{dm}^3 (\text{l})$	0,001	1	1 000	1 000 000
				1 $\text{cm}^3 (\text{ml})$	0,000 001	0,001	1	1 000
				1 $\text{mm}^3$		0,000 001	0,001	1
								$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 1 000 \text{ cm}^3$
<b>Zeit</b> Zeitspanne Dauer	$t$	Sekunde	s		d	h	min	s
				1 s	0,000 69	0,000 278	0,01667	1
				1 min	0,041 67	0,016 67	1	60
				1 h	1	1	60	3 600
				1 d	~ 365	24	1 440	86 400
				1 a		~ 8 760	~ 525 600	~ 31 536 000
<b>Winkel</b> z. B. Phasenwinkel	$\alpha, \beta, \gamma$ $\dots$ $\varphi$	Radian	rad		Zeitspanne: 3 h = 3 Stunden Zeitpunkt: 3 <sup>h</sup> = 3:00 Uhr			
				Vollwinkel				
				Grad	$^\circ$	$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$		
				Minute	'	$1' = \left(\frac{1}{60}\right)^\circ = \frac{\pi}{10 800} \text{ rad}$		
				Sekunde	"	$1'' = \left(\frac{1}{60}\right)' = \left(\frac{1}{360}\right)^\circ = \frac{\pi}{648 000} \text{ rad}$		
				Gon	gon	$1 \text{ gon} = \frac{\pi}{200} \text{ rad}$		



Größen									
Größe	Formel-zeichen	Einheit		Umrechnung, Erklärung					
		Name	Zeichen						
<b>Geschwindigkeit</b>	v	Meter/Sekunde Kilometer/Stunde	m/s km/h		m/s	m/min			
				1 km/h	0,2778	16,667			
	c			1 m/min	0,016 67	1			
				1 m/s	1	60			
<b>Frequenz</b>	f, v	Hertz reziproke Sekunde	Hz 1/s	Anzahl periodischer Vorgänge pro Sekunde $1 \text{ Hz} = 1/\text{s} = \text{s}^{-1}$ $1/\text{s} = 60/\text{min}$ $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$					
<b>Drehzahl</b>	n	reziproke Minute	1/min						
	ω	reziproke Sekunde	1/s						
	T	Sekunde	s						
<b>Beschleunigung</b>	a	Meter/Sekunde hoch zwei	m/s <sup>2</sup>	Wirkungsrichtung: Beliebig					
	g	hoch zwei	rad/s <sup>2</sup>	Wirkungsrichtung: Zum Erdmittelpunkt $g = 9,80665 \text{ m/s}^2 \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ wird meist als Normfallbeschleunigung angegeben.					
	α	Radian/Sekunde hoch zwei							
<b>Masse</b>	m	Kilogramm Gramm Tonne	kg g t	g	kg	Mg (t)			
				1 kg	1 000	1			
				1 g	1	0,001			
				1 Mg (t)	1 000 000	1 000			
<b>längenbezogene Masse</b>	m'	Kilogramm/Meter	kg/m	$m = l \cdot m'$ m' wird z.B. zur Berechnung der Masse von Profilen, Stäben und Rohren benutzt.					
<b>flächenbezogene Masse</b>	m''	Kilogramm/Quadratmeter	kg/m <sup>2</sup>	$m = A \cdot m''$ m'' wird z.B. zur Berechnung der Masse von Blechen und Platten verwendet.					
<b>Dichte</b>	ρ	Kilogramm/Kubikmeter	kg/m <sup>3</sup>		g/cm <sup>3</sup>	kg/dm <sup>3</sup>			
		Kilogramm/Kubikdezimeter	kg/dm <sup>3</sup>	1 kg/m <sup>3</sup>	0,001	0,001			
				1 kg/dm <sup>3</sup>	1	1			
		Gramm/Kubikzentimeter	g/cm <sup>3</sup>	1 g/cm <sup>3</sup>	1	1			
				1 kg/l	1	1			
				1 g/l	0,001	0,001			
<b>spezifisches Volumen</b>	v	Kubikmeter/Kilogramm	m <sup>3</sup> /kg	<b><math>1 \text{ m}^3/\text{kg} = 1 000 \text{ dm}^3/\text{kg} = 1 \text{ dm}^3/\text{g}</math></b>					
<b>Stoffmenge</b>	n	<b>Mol</b>	<b>mol</b>	Teilchenmenge = $6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen					
<b>Kraft</b>	F F <sub>G</sub> , G	Newton	N		mN	N			
				1 mN	1	0,001			
				1 N	1 000	1			
				1 kN	1 000 000	1 000			
				1 MN	10 <sup>9</sup>	1 000 000			
				<b><math>1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ kg m/s}^2</math></b>					
<b>Drehmoment</b>	M	Newtonmeter	Nm		Ncm	Nm			
				1 Ncm	1	0,01			
				1 Nm	100	1			
				1 kNm	100 000	1 000			
				kNm					
				1	0,000 01				
				1	0,001				
				1	1				

Größen					
Größe	Formel-zeichen	Einheit		Umrechnung, Erklärung	
		Name	Zeichen		
Temperatur	$T$ $t$	Kelvin Celsius	K °C	0 Kelvin = 0 K = $-273\text{ °C}$ 0 °Celsius = 0 °C = 273 K	
Arbeit Energie Wärmemenge	$W$ $E, W$ $Q$	Joule	J	1 kWh 1 1 J 0,000 1 kJ 277,8 1 MJ 0,2778	kWh J kJ MJ
				3 600 000 1 1 000 1 000 000	3 600 0,001 1 1 000
					1 000 000
					1 000
					1
					1
$1\text{ J} = 1\text{ Nm} = 1\text{ Ws} = 1\text{ kg m}^2/\text{s}^2$					
Leistung	$P$	Watt	W		
				mW	W
				1 mW 1	0,001
				1 W 1 000	1
				1 kW 1 000 000	1 000
				1 MW $10^9$	1 000 000
					1 000
					1
$1\text{ W} = 1\text{ J/s} = 1\text{ Nm/s}$					
Druck	$p$	Pascal	Pa		
				Pa	mbar, hPa
				1 Pa 1	0,01
				1 kPa 1 000	10
				1 MPa 1 000 000	10 000
				1 mbar, hPa 100	1
				1 bar 100 000	1 000
				1 N/cm <sup>2</sup> 10 000	100
					0,001
					10
					1
$1\text{ Pa} = 1\text{ N/m}^2; 1\text{ bar} = 10\text{ N/cm}^2; 1\text{ mbar} = 1\text{ hPa}$					
Mechanische Spannung	$\sigma, \tau$	Newton/Quadratmeter	N/m <sup>2</sup>		
				N/m <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
				1 N/m <sup>2</sup> 1	0,000 1
				1 N/cm <sup>2</sup> 10 000	0,1
				1 daN/cm <sup>2</sup> 100 000	100
				1 N/mm <sup>2</sup> 1 000 000	1000
					0,000 1
					0,01
					0,1
					0,001
					0,1
					1
$1\text{ N/m}^2 = 1\text{ Pa}$					
Elektrische Stromstärke	$I$	Ampere	A		
				mA	A
				1 mA 1	0,001
				1 A 1 000	1
				1 kA 1 000 000	1 000
					1
Elektrische Spannung	$U$	Volt	V		
				mV	V
				1 mV 1	0,001
				1 V 1 000	1
				1 kV 1 000 000	1 000
					1
Elektrischer Widerstand	$R$	Ohm	Ω		
				mΩ	Ω
				1 mΩ 1	0,001
				1 Ω 1 000	1
				1 kΩ 1 000 000	1 000
				1 MΩ $10^9$	1 000 000
					1 000
					1
$1\text{ mΩ} = 1\text{ mV/A}$					
$1\text{ Ω} = 1\text{ V/A}$					
$1\text{ kΩ} = 1\text{ mV/mA}$					
$1\text{ MΩ} = 1\text{ nV/A}$					

## Vorsätze für Zehnerpotenzen (Auswahl)

da (Deka)	$10^1$	130 Meter = $13 \cdot 10^1$ m = 13 dam	d (Dezi)	$10^{-1}$	0,1 Meter = $1 \cdot 10^{-1}$ m = 1 dm
h (Hekto)	$10^2$	300 Liter = $3 \cdot 10^2$ l = 3 hl	c (Centi)	$10^{-2}$	0,25 Meter = $25 \cdot 10^{-2}$ m = 25 cm
k (Kilo)	$10^3$	1500 Gramm = $1,5 \cdot 10^3$ g = 1,5 kg	m (Milli)	$10^{-3}$	0,004 Meter = $4 \cdot 10^{-3}$ m = 4 mm
M (Mega)	$10^6$	1 200 000 Watt = $1,2 \cdot 10^6$ W = 1,2 MW	μ (Mikro)	$10^{-6}$	0,000 015 Meter = $15 \cdot 10^{-6}$ m = 15 μm
G (Giga)	$10^9$	20 500 000 000 Watt = $20,5 \cdot 10^9$ W = $20,5$ GW	n (Nano)	$10^{-9}$	0,000 000 105 Meter = $105 \cdot 10^{-9}$ m = 105 nm
T (Tera)	$10^{12}$		p (Pico)	$10^{-12}$	

## Griechisches Alphabet (Auswahl)

A α a Alpha	E ε e Epsilon	Λ λ I 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	Y υ ü Ypsilon	Ω ω o Omega

Indizes für Formelzeichen			DIN 1304 (Auszug)		
Index	Bedeutung	Index	Bedeutung	Index	Bedeutung
0	Leerlauf	amb	ambient = umgebend	ges	gesamt
1	Anfangszustand	b	Biegung	max	maximal
2	Endzustand	e	excedens = überschreitend	min	minimal
abs	absolut	eff	effektiv	zu	zulässig

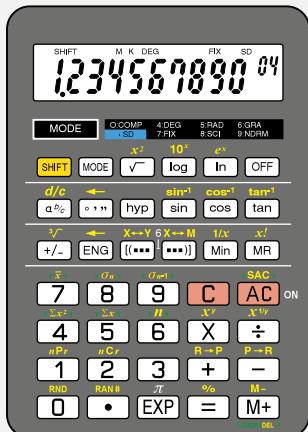
Mathematische Zeichen (Auswahl)					
Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung
...	bis, und so weiter bis	-	minus, weniger	$\Delta$	Delta, Zeichen f. Differenz
=	gleich	$\sqrt{a}$	Quadratwurzel aus $a$	$\cong$	kongruent
$\neq$	nicht gleich, ungleich	$\cdot \times$	mal (der Punkt steht auf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

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

Umrechnung von früheren Einheiten und SI-Einheiten					
Druck		Energie, Arbeit		Leistung	
1 at = 1 kp/cm <sup>2</sup>	= 981 mbar	1 kcal	= 4186,8 J $\approx$ 4,2 kJ = $= 1,16 \cdot 10^{-3}$ kWh	1 PS	= 735 W = 0,735 kW = $= 735 \text{ Nm/s}$
1 mm WS = 1 kp/m <sup>2</sup>	= 0,098 mbar	1 kpm	= 9,81 J = 9,81 Nm	1 kW	= 1,36 PS
1 mm Hg = 1 Torr	= 1,333 mbar				

## Taschenrechner

M



\*)

\*) 1.234567890<sup>04</sup> = 12345.67890  
 Exponent <sup>04</sup>: Komma stelle vier Stellen nach rechts verschieben  
 1.234567890<sup>-04</sup> = 0.0001234567890  
 Exponent <sup>-04</sup>: Komma stelle vier Stellen nach links verschieben

		Anzeigenfeld (Display)	Anmerkungen	
		Bedienfeld	Abkürzungen	
Werteingabe/ Rechnungsart	Aufgabe	Tastenfolge	Wert- ausgabe	Anmerkungen
Zifferneingabe	25,33	25 . 33	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.
Prozent- rechnung	15 % von 3000 = ?	3000 x 15 SHIFT %	450	Die Prozenttaste bewirkt die Rechenoperation 1/100.
Klammer- rechnung	$\frac{12 [2 - (1 - 6)]}{20 \cdot 5} = ?$	12 x [ 2 - ( 1 - 6 ) ] ÷ 20 ÷ 5 =	0,84	Am Ende jeder Klammerrechnung die Klammentaste ) ] 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 $\pi$ 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 SHIFT $\sqrt{ }$ 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.
Speicher- rechnung	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. <b>Speicherwertlöschung:</b> Eingabe von 0 in Min oder drücken von MC.