

Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik

Ohne Formelsammlung

Bearbeitet von

Richard Fischer, Rolf Gscheidle, Uwe Heider, Berthold Hohmann, Wolfgang Keil, Jochen Mann, Bernd Schlögl, Bernhard Steidle, Alois Wimmer, Günter Wormer

1. Auflage 2008. Taschenbuch. 496 S. Paperback

ISBN 978 3 8085 2126 7

Format (B x L): 15,2 x 21,5 cm

Gewicht: 666 g

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Kraftfahrzeugtechnik

Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik

Tabellen

Formeln

Übersichten

Normen

- **Mathematik** • **Betriebsführung** • **Grundkenntnisse** • **Werkstoffkunde**
- **Zeichnen** • **Fachkenntnisse Kraftfahrzeugtechnik** • **Elektrische Anlage**
- **Vorschriften**

16. Auflage

Lektorat: Rolf Gscheidle, Studiendirektor

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

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

Autoren des Tabellenbuches Kraftfahrzeugtechnik:

Fischer, Richard	Studiendirektor	München
Gscheidle, Rolf	Studiendirektor	Winnenden-Stuttgart
Hohmann, Berthold	Oberstudienrat	Eversberg-Meschede
Keil, Wolfgang	Studiendirektor	München
Mann, Jochen	Dipl.-Gwl., Studienrat	Schorndorf-Stuttgart
Schlögl, Bernd	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Rastatt-Gaggenau
Steidle, Bernhard	Studiendirektor	Neckarsulm-Stuttgart
Wimmer, Alois	Oberstudienrat	Stuttgart
Wormer, Günter	Dipl.-Ing.	Karlsruhe

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Rolf Gscheidle, Studiendirektor

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Leinfelden-Echterdingen

Das vorliegende Buch wurde auf der Grundlage der **neuen amtlichen Rechtschreibregeln** erstellt.

16. Auflage 2008

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke dieser Auflage sind im Unterricht nebeneinander einsetzbar, da sie bis auf die korrigierten Druckfehler und kleine Normänderungen unverändert sind.

ISBN 978-3-8089-2126-7 ohne Formelsammlung

ISBN 978-3-8085-2136-6 mit Formelsammlung

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

© 2008 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: RK Text, 42799 Leichlingen

Druck: Media Print Informationstechnologie, 33100 Paderborn

Vorwort

Die überarbeitete 16. Auflage des Tabellenbuches Kraftfahrzeugtechnik ist auf die anderen Bücher der Fachbuchreihe Kraftfahrzeugtechnik des Verlages Europa-Lehrmittel abgestimmt. Bilder und Tabellen sind nach methodischen und didaktischen Gesichtspunkten gestaltet.

Zielgruppen

Auszubildende, Facharbeiter, Techniker, Meister und Studierende des Bereiches Kraftfahrzeugtechnik.

Hinweise für den Benutzer

Inhaltsverzeichnis. Zum schnellen Aufsuchen von Sachverhalten ist den verschiedenen Kapiteln ein ausführliches Inhaltsverzeichnis auf den Seiten 5, 113, 155, 195, 213, 363 und 411 vorangestellt.

Sachwortverzeichnis. Es ermöglicht ein rasches Auffinden von Inhalten und Begriffen. Neu aufgenommen wurde die englische Übersetzung von wichtigen Fachbegriffen.

Griffleiste. Um ein schnelles Auffinden der 8 Sachgebiete zu ermöglichen, ist jedem Abschnitt eine Griffmulde zugeordnet.

Inhalt

Mathematik. Das Kapitel ist gegliedert in allgemeine Grundlagen und fachspezifische Berechnungen am Kraftfahrzeug. Neu eingefügt Pulsweitenmodulation.

Bei den Formeln werden zwei Gleichungsarten unterschieden:
Größengleichungen nach DIN 1313 (**ocker** 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. Wichtige Werkstoffprüfungsarten und die neuesten Bezeichnungssysteme für Eisen-, Nichteisen- und Nichtmetalle 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, Krafräder, Nkw und Traktoren.

In den Unterkapiteln **Motor**, **Antriebsstrang**, **Fahrwerk** und **Fahrzeugbau** sind technische Neuerungen und Ergänzungen eingearbeitet.

Elektrische Anlage. Hier sind alle wichtigen elektrischen Geräte, Einrichtungen und Systeme behandelt. Neu aufgenommen sind folgende Themen: Neue Bus- und Komfortsysteme, Fehlerbilder, 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. Krafrad-AU, Feinstaubplaketten, neuer Fahrzeugschein und Vorschriften bei Gasanlagen.

Sommer 2008

Die Autoren des Arbeitskreises Kfz-Technik

Inhaltsverzeichnis 5

Mathematik 6 ... 94

Inhaltsverzeichnis 95

Betriebsführung 96 ... 114

Inhaltsverzeichnis 115

Grundkenntnisse 116 ... 156

Inhaltsverzeichnis 157

Werkstoffkunde 157 ... 200

Inhaltsverzeichnis 201

Zeichnen 202 ... 218

Inhaltsverzeichnis 219

Fachkenntnisse 220 ... 388

Inhaltsverzeichnis 389

Elektrische Anlage 390 ... 446

Inhaltsverzeichnis 447

Vorschriften 448 ... 483

M

B

G

W

Z

F

E

V

Firmenverzeichnis

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

Alcan Aluminiumwerke GmbH
Werk Nürnberg

ARAL AG, Bochum

Audatex Deutschland
Minden

Audi AG
Ingoldstadt, Neckarsulm

Behr GmbH & Co
Stuttgart

Beissbarth GmbH
Automobil Servicegeräte
München

Beru
Ludwigsburg

BMW
Bayrische Motoren-Werke AG
München

Continental Teves AG & Co, OHG
Frankfurt

ROBERT BOSCH GMBH
Stuttgart

Case-Steyr
Landmaschinen-technik GmbH
St. Valentin Österreich

Citroen Deutschland AG
Köln

DaimlerChrysler AG
Stuttgart

Dataliner Richtsysteme
Ahlernstedt

DEKRA AG, Stuttgart

Deutsche BP AG, Hamburg

Deutz Fahr Agrarsysteme GmbH
Lauingen

Ducati Motor Deutschland
Köln

DUNLOP GmbH
Hanau/Main

J. Eberspächer, Esslingen

ESSO AG, Essen

FAG Kugelfischer
Georg Schäfer AG
Schweinfurt

Fendt Agro
Marktobersdorf

Ferrari Deutschland GmbH
Wiesbaden

Ford-Werke AG, Köln

Getrag
Getriebe- und Zahnradfabrik GmbH
Ludwigsburg

Gewerbeaufsichtsamt
München-Land

GKN Löbro GmbH
Offenbach/Main

Glasurit GmbH
Münster, Westfalen

Graubremse GmbH
Heidelberg

Hella KG
Hueck & Co
Lippstadt

HONDA DEUTSCHLAND GMBH
Offenbach/Main

IVECO-Magirus AG, Ulm

John Deere, Bruchsal

MSI Motorservice
International GmbH
Kolbenschmidt
Pierburg / Neckarsulm

Knorr-Bremse GmbH
München

KTM Sportmotorcycles AG,
Mattighofen/Österreich

LuK GmbH
Bühl / Baden

MAHLE GmbH
Stuttgart

MAN Maschinenfabrik
Augsburg-Nürnberg AG, München

Mann und Hummel, Filterwerke
Ludwigsburg

Mazda Motors Deutschland GmbH
Leverkusen

MCC – Micro Compact Car GmbH
Böblingen

Messer-Griesheim GmbH
Frankfurt/Main

Metzeler Reifen GmbH
München

Michelin Reifenwerke KGaA
Karlsruhe

NGK, Ratingen

OMV AG, Wien

Adam Opel AG
Rüsselsheim

Piaggio Gilera Deutschland GmbH
Dieburg

Pirelli AG
Höchst/Odenwald

Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
Stuttgart

Renault Nissan Deutschland AG
Brühl

SCANIA Deutschland GmbH
Koblenz

Siemes Deutschland
München

SKF Kugellagerfabriken GmbH
Schweinfurt

Spicer Gelenkwellenbau GmbH
Essen

Subaru Deutschland GmbH
Friedberg/Hessen

Sun Electric Deutschland GmbH
Mettmann

Technolit GmbH
Großlüder

Temic Elektronik
Nürnberg

Toyota Deutschland GmbH
Köln

TÜV, München

Volkswagen AG
Wolfsburg

Wabco Westinghouse GmbH
Hannover

ZF Friedrichshafen AG
Freidrichshafen

ZF Getriebe GmbH
Saarbrücken

ZF Sachs AG
Schweinfurt

Grundlagen

Einheiten im Messwesen, Größen, Formelzeichen, Einheiten	6	M
Taschenrechner	10	
Winkelfunktionen	11	
Prozent-, Zins-, Verhältnis-, Mischungsrechnen	14	
Längen, Flächen, Volumen	15	

Mechanik · Hydraulik · Pneumatik · Wärmetechnik · Antriebe

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

Berechnungen Motor

Hubraum, Verdichtung, Kolbengeschwindigkeit, Gasdruck, Kolbenkraft, Kurbeltrieb	47	
Steuerwinkel, Steuerzeiten, Ventilöffnungszeit, Gasgeschwindigkeit	50	
Luftverhältnis, Liefergrad, Luftverbrauch, Kraftstoffverbrauch	51	
Kraftstoffeinspritzmenge, Schmierölverbrauch, Mischungsverhältnis, Ölfördermenge	52	
Zugeführte Wärmemenge, Motorkühlung, Gefrierschutzmischung	54	W
Motor-, Nutz- und Innenleistung, Wirkungsgrad, innere Arbeit, Hubraumleistung	55	

Berechnungen Antriebsstrang (Kraftübertragung)

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

Berechnungen Fahrwerk

Schwerpunktabstand, Achskräfte, Auflagerkräfte, Federberechnung	74	
Lenkung: Spur, Spurdifferenzwinkel, Lenkgetriebe, Gesamtübersetzung der Lenkung	77	F
Bremsen: Mechanische, hydraulische Übersetzung, Leitungsdruck, Spannkraft	79	
Bremsen: Gesamtübersetzung, Umfangskraft, Bremsmoment, Trägheitskraft, Bremskraft ..	81	
Bremsen: Bremsarbeit, -leistung, -prüfung, Abbremsung	83	
Pulsweitenmodulation, Datenübertragung	94	E

SI-Basiseinheiten

Die Einheiten im Messwesen sind im internationalen Einheitensystem (SI = System 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 Name	Zeichen	Umrechnung, Erklärung				
Länge	l	Meter	m		m	dm	cm	mm
Breite	b			1 km	1000	10 000	100 000	1 000 000
Höhe, Tiefe	h			1 m	1	10	100	1 000
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 μm	0,000 001	0,000 01	0,000 1	0,001
Fläche	A, S	Quadratmeter	m²		m ²	dm ²	cm ²	mm ²
Querschnittsfläche	S, q			1 m ²	1	100	10 000	1 000 000
		Ar	a	1 dm ²	0,01	1	100	10 000
		Hektar	ha	1 cm ²	0,000 1	0,01	1	100
				1 km ²	1 000 000			
				1 ha = 100 a = 10 000 m² = 0,01 km²				
Volumen	V	Kubikmeter	m³		m ³	dm ³ (l)	cm ³ (ml)	mm ³
Rauminhalt				1 m ³	1	1 000	1 000 000	
				1 dm ³ (l)	0,001	1	1 000	1 000 000
		Liter	l, L	1 cm ³ (ml)	0,000 001	0,001	1	1 000
				1 mm ³		0,000 001	0,001	1
				1 l = 1 dm³ = 1 000 cm³				
Zeit	t	Sekunde	s		d	h	min	s
Zeitspanne				1 s		0,000 278	0,01667	1
Dauer		Minute	min	1 min	0,000 69	0,01667	1	60
		Stunde	h	1 h	0,041 67	1	60	3 600
		Tag	d	1 d	1	24	1 440	86 400
		Jahr	a	1 a	~365	~8 760	~525 600	~31 536 000
				Zeitspanne: 3 h = 3 Stunden Zeitpunkt: 3^h = 3:00 Uhr				
Winkel z.B. Phasenwinkel	α, β, γ ... φ	Radian	rad	1 rad ist gleich dem Winkel, der als Zentriwinkel aus einem Kreis mit $R = 1$ m einen Kreisbogen von 1 m Länge ausschneidet				
		Vollwinkel		1 rad = $\frac{1 \text{ m (Bogen)}}{1 \text{ m (Radius)}}$ 1 rad $\approx 57,3^\circ$				
		Grad	°	1 Vollwinkel = $2 \cdot \pi$ rad				
		Minute	'	$1^\circ = \frac{\pi}{180}$ rad				
		Sekunde	"	$1' = \left(\frac{1}{60}\right)^\circ = \frac{\pi}{10800}$ rad				
		Gon	gon	$1'' = \left(\frac{1}{60}\right)' = \left(\frac{1}{360}\right)^\circ = \frac{\pi}{648000}$ rad				
				$1 \text{ gon} = \frac{\pi}{200}$ rad				

Größen								
Größe	Formelzeichen	Einheit		Umrechnung, Erklärung				
		Name	Zeichen					
Geschwindigkeit	v	Meter/Sekunde	m/s		m/s	m/min	km/h	
Umfangsgeschwindigkeit	v	Kilometer/Stunde	km/h	1 km/h	0,2778	16,667	1	
Lichtgeschwindigkeit	c			1 m/min	0,01667	1	0,06	
Winkelgeschwindigkeit	ω	Radian/ Sekunde	rad/s	1 m/s	1	60	3,6	
				1 cm/s	0,01	0,6	0,036	
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 Fallbeschleunigung	g			Wirkungsrichtung: Zum Erdmittelpunkt $g = 9,80665 \text{ m/s}^2 \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ wird meist als Normfallbeschleunigung angegeben.				
Winkelbeschleunigung	α	Radian/ Sekunde hoch zwei	rad/s ²					
Masse	m	Kilogramm	kg		g	kg	Mg (t)	
Gewicht als Wägeregebnis		Gramm	g	1 kg	1000	1	0,001	
		Tonne	t	1 g	1	0,001	0,000001	
				1 Mg (t)	1000000	1000	1	
Dichte	ρ	Kilogramm/ Kubikmeter	kg/m ³		g/cm ³	kg/dm ³	kg/m ³	
				1 kg/m ³	0,001	0,001	1	
		Kilogramm/ Kubikdezimeter	kg/dm ³	1 kg/dm ³	1	1	1000	
				1 g/cm ³	1	1	1000	
		Gramm/ Kubikzentimeter	g/cm ³	1 kg/l	1	1	1000	
				1 g/l	0,001	0,001	1	
spezifisches Volumen	ν	Kubikmeter/ Kilogramm	m ³ /kg	1 m³/kg = 1000 dm³/kg = 1 dm³/g				
längenbezogene Masse	m'	Kilogramm/Meter	kg/m	$m = l \cdot m'$ m' wird z.B. zur Berechnung der Masse von Profilen, Stäben und Rohren benutzt.				
flächenbezogene Masse	m''	Kilogramm/ Quadratmeter	kg/m ²	$m = A \cdot m''$ m'' wird z.B. zur Berechnung der Masse von Blechen und Platten verwendet.				
Stoffmenge	n	Mol	mol	Teilchenmenge = 6,022 · 10 ²³ Teilchen				
Kraft	F	Newton	N		mN	N	daN	kN
Gewichtskraft	F_G, G			1 mN	1	0,001	0,0001	0,000001
				1 N	1000	1	0,1	0,001
				1 kN	1000000	1000	100	1
				1 MN	10 ⁹	1000000	100000	1000
				1 N = 1 kg · 1 m/s² = 1 kg m/s²				
Drehmoment	M	Newtonmeter	Nm		Ncm	Nm	kNm	
				1 Ncm	1	0,01	0,00001	
				1 Nm	100	1	0,001	
				1 kNm	100000	1000	1	

M

B

G

W

Z

F

E

V

Größen									
Größe	Formelzeichen	Einheit		Umrechnung, Erklärung					
		Name	Zeichen						
Temperatur	T t	Kelvin Celsius	K	0 Kelvin = 0 K = - 273 °C 0 °Celsius = 0 °C = 273 K					
Arbeit Energie Wärmemenge	W E, W Q	Joule	J	kWh	J	kJ	MJ		
				1 kWh	1	3 600 000	3 600	3,6	
				1 J	1	1	0,001	0,000 001	
				1 kJ	0,000 277 8	1 000	1	0,001	
				1 MJ	0,277 8	1 000 000	1 000	1	
				1 J = 1 Nm = 1Ws = 1 kg m²/s²					
Leistung	P	Watt	W	mW	W	kW	MW		
				1 mW	1	0,001	0,000 001	10 ⁻⁹	
				1 W	1 000	1	0,001	0,000 001	
				1 kW	1 000 000	1 000	1	0,001	
				1 MW	10 ⁹	1 000 000	1 000	1	
				1W = 1 J/s = 1 Nm/s					
Druck	p	Pascal	Pa	Pa	mbar, hPa	bar	N/cm ²		
				1 Pa	1	0,01	0,000 01	0,000 1	
				1 mbar, hPa	100	1	0,001	0,01	
				1 bar	100 000	1 000	1	10	
				1 N/cm ²	10 000	100	0,1	1	
				1 Pa = 1 N/m²; 1 bar = 10 N/cm²; 1 mbar = 1 hPa					
Mechanische Spannung	σ, τ	Newton/ Quadratmeter	N/m ²	N/m ²	N/cm ²	daN/cm ²	N/mm ²		
				1 N/m ²	1	0,000 1	0,000 01	0,000 001	
				1 N/cm ²	10 000	1	0,1	0,01	
				1 daN/cm ²	100 000	10	1	0,1	
				1 N/mm ²	1 000 000	100	10	1	
				1 N/m² = 1 Pa					
Elektrische Stromstärke	I	Ampere	A	mA	A	kA			
				1 mA	1	0,001	0,000 001		
				1 A	1 000	1	0,001		
				1 kA	1 000 000	1 000	1		
Elektrische Spannung	U	Volt	V	mV	V	kV			
				1 mV	1	0,001	0,000 001		
				1 V	1 000	1	0,001		
				1 kV	1 000 000	1 000	1		
Elektrischer Widerstand	R	Ohm	Ω	mΩ	Ω	kΩ	MΩ		
				1 mΩ	1	0,001	0,000 001	10 ⁻⁹	
				1 Ω	1 000	1	0,001	0,000 001	
				1 kΩ	1 000 000	1 000	1	0,001	
				1 MΩ	10 ⁹	1 000 000	1 000	1	
Vorsätze für Zehnerpotenzen (Auswahl)									
Vorsatzzeichen	Faktor	Beispiel		Vorsatzzeichen	Faktor	Beispiel			
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	0,000 015 Meter = 15 · 10 ⁻⁶ m = 15 μm			
G (Giga)	10 ⁹	20 500 000 000 Watt = 20,5 · 10 ⁹ W = 20,5 GW		n (Nano)	10 ⁻⁹	0,000 000 105 Meter = 105 · 10 ⁻⁹ m = 105 nm			
Griechisches Alphabet (Auswahl)									
A α a	Alpha	E ε e	Epsilon	Λ λ l	Lambda	Ρ 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

M

B

G

W

Z

F

E

V

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

Anglo-amerikanische Einheiten

Länge				Fläche			
		mm	m			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 m ²
nautical mile	1 n mile	–	1852	square mile	1 mile ²	–	2,59 km ²
1 mile = 1760 yd; 1 yd = 3 ft; 1 ft = 12 in							
Volumen				Masse			
		cm ³	dm ³ (l)			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	–	158,99	amer. ton	1 tn	–	1016
				1 tn = 20 hw; 1 cwt = 112 lb; 1 lb = 16 oz			
Geschwindigkeit				Druck			
		m/s	km/h			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 = $\frac{1}{1,8}$ · (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 ≈ 4,2 J =			1 PS = 735 W = 0,735 kW =		
1 mm WS = 1 kp/m ² = 0,098 mbar		= 1,16 · 10 ⁻³ kWh			= 735 Nm/s		
1 mm Hg = 1 Torr = 1,333 mbar		1 kpm = 9,81 J = 9,81 Nm			1 kW = 1,36 PS		

M

B

G

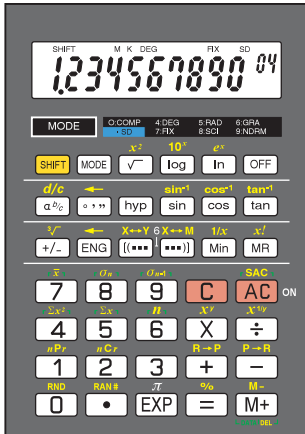
W

Z

F

E

V



*)

*) $1.234567890^{04} = 12345.67890$
 Exponent 0^4 : Kommastelle vier Stellen nach rechts verschieben
 $1.234567890^{-04} = 0.0001234567890$
 Exponent -0^4 : Kommastelle vier Stellen nach links verschieben

Anzeigefeld (Display)	Anmerkungen
Zahlenwertangabe Exponenten Sonderfunktionen	acht- oder zehnstellig - 99 bis + 99 M = Speicher E = Überlauffunktion z.B. $x/0 = \text{unendlich}$
Bedienfeld	Abkürzungen
Ein-, Ausschaltfunktion Zifferntasten Punkttaaste für das Dezimalzeichen Löschtasten Speichertasten Speicherlöschtaaste Speicherrückruftaste Rechentasten Ausführungstaste Funktionstasten	ON – OFF 0 – 9 . C; CE; AC M; STO; M+; M-; Min MC MR; MRC; RCL +; -; ×; ÷ = %; +/-; 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
Umschalttaaste	

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

Grundlagen

Geschäftsbereiche eines Autohauses, Geschäftsprozess Reparaturauftrag	96
Betriebsführung im Kfz-Betrieb, Aspekte der Betriebsführung	97

Qualitätssicherung

Qualitätsmanagement	99
---------------------------	----

Kostenrechnen (Kalkulation)

Kosten der Werkstatt, Fertigungslöhne	101
Gemeinkosten	104
Gewinn, Kosten der Werkstatt	105
Vereinfachte Kalkulation der Reparaturkosten	106
Rechnungsstellung	107
Arbeitswerte	108
Lagerabrechnung	109
Kostenstellenrechnen, Abschreibung	110
Deckungsbeitragsrechnung	112
Kraftfahrzeugkostenberechnung	112
Maschinenkostenberechnung	114

B

G

W

Z

F

E

V

Physik

Physikalische Größen, Gesetzliche SI-Einheiten,
 Abgeleitete Größen, Begriffe 116

Chemie

Chemische Begriffe, Verbindungen 122
 Periodensystem 124

Informationstechnik

EDV-Systeme: Aufbau eines Computerarbeitsplatzes 125
 Betriebssysteme, Anwenderprogramme 126
 Begriffe aus der Informationstechnik 127
 Ablaufdiagramme, Flussdiagramme 128

Steuern, Regeln

Grundlagen, Grundbegriffe 129
 Signal- und Energieübertragung, Signalarten 130
 Schaltzeichen 131
 Wegeventile, Schaltpläne 133

Fügen, Normteile

Fügetechniken, Verbindungselemente 134
 Gewindearten 136
 Normteile: Bezeichnungen, Schrauben, Schraubensicherungen,
 Blechschraben, Blindniete, Gewindeinsätze, Splinte, Scheiben 138
 Wälzlager, Radialwellendichtringe 148
 Löten: Flussmittel, Lote 149
 Schweiß- und Lötverbindungen, Schweißpositionen,
 Nahtarten, Schutzgase, 150

Spanen

Bohren, Drehen, Sägen, Schleifen 153

G

W

Z

F

E

V

Kraftstoffe, Betriebs- und Hilfsstoffe

Kraftstoffe:	Chemischer Aufbau, Herstellung	158
	Begriffe zur Verbrennung, Ottokraftstoff	160
	Ottokraftstoffe, Additive, Kennwerte	161
	Diesekraftstoffe, Additive, Kennwerte, Stoffwerte	162
	Alternative nichtfossile Kraftstoffe	164
Schmierstoffe:	Aufbau, Herstellung, Begriffe	165
	Motoröle, Klassifikation, Spezifikation	167
	Motoröl-Spezifikationen – Pkw, Nkw	168
	Schmierfette, Kältemittel	170
Betriebs- und Hilfsstoffe:	Bremsflüssigkeit, Kühlflüssigkeit	171
Stoffwerte:	Feste Stoffe	172
	Flüssige, gasförmige Stoffe	174

Eisenmetalle

Stähle und Stahlguss, Bezeichnungssysteme, Normung, Stahllarten	175
Stahl- und Gusseisenarten, Gießverfahren	180
Wärmebehandlung: Begriffe, Härten, Vergüten, Randschichthärten	182

W

Nichteisenmetalle

NE-Schwermetalle , NE-Metalle, Schwermetall-, Leichtmetall-Legierungen	184
Sinterwerkstoffe	190

Z

Nichtmetalle

Kunststoffe im Fahrzeugbau: Einteilung, Begriffe, Kurzzeichen	192
Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere	194
Kunststoffreparaturen, Klebetechnik	196
Gewinnung, Herstellung, Eigenschaften, Verwendung	198

F

Kfz-Teile

Werkstoffe, Eigenschaften, Einsatz, Kurzbezeichnungen	199
---	-----

E

Werkstoffprüfung

Zug-, Scherversuch, Härteprüfung, Farbeindringverfahren	200
---	-----

V

Technisches Zeichnen

Geometrische Grundkonstruktionen	202
Grafische Darstellungen, Diagramme	204
Blattgrößen, Linien, Schrift, Ansichten, Projektionen, Schnitte, Bruchlinien	205
Maßeintragung, Längenmaße, Winkelmaße	208
Gewindedarstellung, Sechskant, Oberflächenangaben	210
Abwicklungen, Durchdringungen	211
Darstellung von Schweißnähten	212
Darstellung von Zahnrädern, Sinnbildern	213
Schlüsselweiten, Kegel	214
Grenzmaße und Passungen	215
Passungssysteme, Allgemeintoleranzen	216
Grenzabmaße	218

Z

F

E

V

Kraftfahrzeuge

Fahrzeugdaten: Personenkraftwagen, Krafträder, Lastkraftwagen, Traktoren 220

Motor

Verbrennungsmotoren (Otto- und Zweitaktmotoren), Motorische Verbrennung	225
Motorbauteile	232
Kühlsysteme	234
Motorschmierung	235
Motorsteuerung	236
Kraftstoffversorgungsanlage, Gemischbildung	238
Einspritzanlagen: Zentraleinspritzung	244
LH-Motronic	247
ME-, MED-Motronic	250
Schadstoffminderung beim Ottomotor und Dieselmotor	258
Vergleich von Otto- und Dieselmotor	264
Dieselmotor: Einspritzverfahren	266
Elektronische Dieseleinspritzung, Einspritzdüsen	267
Common-Rail-System, Pumpe-Düse-System	274
Starhilfsanlagen	280
Aufladung von Motoren	281
Alternative Antriebskonzepte	285

Antriebsstrang

Hinterrad-, Vorderradantrieb, Allradantrieb	290
Kupplung, Wechselgetriebe (Pkw, Nkw, Krafträder)	293
Automatisierte, Automatische Getriebe, Stufenlose Automatikgetriebe	305
Antriebswellen, Gelenke	315
Achsgetriebe, Ausgleichsgetriebe, Ausgleichssperren	316

Fahrwerk

Fahrdynamische Begriffe, Radstellungsgrößen, Achsvermessung, Lenkung, Servolenkung . . .	320
Federung, Federarten, Schwingungsdämpfer	328
Radaufhängung, Reifen, Technische Daten, Räder, Felgen, Luftdrucküberwachungssysteme . .	332
Bremsen: Grundlagen, ABS-, ASR-, FDR-Systeme	344
Druckluftbremsanlagen: Prüfung, Bauteile, Bremssysteme	354

Fahrzeugbau

Einteilung Straßenfahrzeuge, Fahrzeugarten, Abmessungen	358
Fahrzeugaufbau, Rahmenbauformen, Werkstoffe, Ausbeulen, Karosserievermessung, Schadenskalkulation	366
Korrosion, Korrosionsschutz, Fahrzeuglackierung, Lacke	375
Halbzeuge, Al-, Norm- und Sonderprofile, Karosseriebleche	379
Fahrzeugsicherheit, Gurtstraffer, Airbag	386

Elektrische Anlage

Elektromagnetische Verträglichkeit	390
Schaltzeichen, Schaltpläne	391
Klemmenbezeichnung	398
Grundschahtplan	401
Stromlaufpläne	403
Anhängersteckdose	404
Scheinwerfer, Leuchten	406
Lampen	409
Starterbatterie, Kennzeichnung	411
Drehstromgenerator, Aufbau, Fehlersuche	415
Starter, Arten, Fehlersuche	417
Zündanlagen: Aufbau, Arten	419
Transistorzündanlagen	420
Vollelektronische Zündanlagen	422
Zündkerzen	424
Sensoren, Aktoren	425
Netzwerke; Bussysteme: Übersicht elektr., optische Netzwerksysteme	430
Begriffe, Aufbau, Ablauf, Datenübertragung	431
CAN-Bussystem, Messungen, Fehlersuchplan	434
LIN-Bussystem, Fehlersuchplan	436
MOST-Bussystem, Fehlersuchplan	438
Komfortsysteme: Fahrerassistenzsysteme, ACC, Spurassistent	440
Passive -, Aktive Einparkhilfe, Toter-Winkel-Überwachung, elektrische Zentralverriegelung	441
Diebstahlschutzsystem, elektrische Fensterheber	442
Heizungssysteme, Klimaanlage	443
Mess- und Testgeräte	445

Vorschriften

Umweltschutz, Rechtliche Grundlagen, Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz	448
Nachweisverordnung, Altölverordnung, Altfahrzeugverordnung	450
Wasserhaushaltsgesetz, Abwasserbehandlungsanlagen	451
Abfallschlüssel; feste, flüssige Stoffe	452
Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz, Gefahrensymbole, Gefahrtgutaufkleber	453
Gasflaschen-Kennzeichnung	456
Gefahrstoffverordnung (R-Sätze, S-Sätze)	457
Erste Hilfe	458
Unfallverhütungsvorschriften, Sicherheitsmaßnahmen	459
Fahrerlaubnis	464
Abschleppen, Schleppen	465
Fahrzeugzulassung, Betriebserlaubnis, Kennzeichen	466
Abmessungen, Achslasten, Gewichte	468
Bremsen	469
Überwachung von Kraftfahrzeugen (HU, SP, AU, AUK, EOBD)	470
Zulassungsbescheinigung Teil I, Feinstaubplakette, Steuersätze	475
Zulassung, COC, ABE, EWG-Bauartgenehmigung	476
Prüfung an Gasanlagen	478
Reifen (gesetzliche Bestimmungen, technische Vorschriften)	479
Beleuchtungseinrichtungen, Scheinwerfereinstellung	480

Kraftfahrzeugtechnische Abkürzungen	483
--	------------

Begriffe Deutsch – Englisch	484
--	------------

Sachwortverzeichnis	486
----------------------------------	------------