



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Kraftfahrzeugtechnik

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
Düsselberger 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 Kühlflißigkeiten, 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.

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, Schwerpunktabstand, 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 = 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		Umrechnung, Erklärung				
		Name	Zeichen					
Länge	<i>l</i>	Meter	m		m	dm	cm	mm
Breite	<i>b</i>			1 km	1000	10000	100000	1000000
Höhe, Tiefe	<i>h</i>			1 m	1	10	100	1000
Radius, Halbmesser	<i>r</i>			1 dm	0,1	1	10	100
Durchmesser	<i>d</i>			1 cm	0,01	0,1	1	10
Strecke	<i>s</i>			1 mm	0,001	0,01	0,1	1
Dicke	δ, d			1 μ m	0,000001	0,00001	0,0001	0,001
Fläche	<i>A, S</i>	Quadratmeter	m²		m ²	dm ²	cm ²	mm ²
Querschnittsfläche	<i>S, q</i>			1 m ²	1	100	10000	1000000
		Ar	a	1 dm ²	0,01	1	100	10000
		Hektar	ha	1 cm ²	0,0001	0,01	1	100
				1 km ²	1000000			
				1 ha = 100 a = 10000 m² = 0,01 km²				
Volumen	<i>V</i>	Kubikmeter	m³		m ³	dm ³ (l)	cm ³ (ml)	mm ³
Rauminhalt				1 m ³	1	1000	1000000	
				1 dm ³ (l)	0,001	1	1000	1000000
		Liter	l, L	1 cm ³ (ml)	0,000001	0,001	1	1000
				1 mm ³		0,000001	0,001	1
				1 l = 1 dm³ = 1000 cm³				
Zeit	<i>t</i>	Sekunde	s		d	h	min	s
Zeitspanne				1 s		0,000278	0,01667	1
Dauer		Minute	min	1 min	0,00069	0,01667	1	60
		Stunde	h	1 h	0,04167	1	60	3600
		Tag	d	1 d	1	24	1440	86400
		Jahr	a	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	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				
				1 rad = $\frac{1 \text{ m (Bogen)}}{1 \text{ m (Radius)}}$ 1 rad \approx 57,3°				
				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		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				
Drehzahl	n	reziproke Sekunde	1/s	1 Hz = 1/s = s ⁻¹				
Kreisfrequenz	ω	reziproke Minute	1/min	1/s = 60/min				
Periodendauer	T	reziproke Sekunde	1/s	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$				
		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 Normalfallbeschleunigung 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	
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.				
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	0,001	0,001	1	
				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	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	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	

Größen

M

Größe	Formelzeichen	Einheit		Umrechnung, Erklärung					
		Name	Zeichen						
Temperatur	T t	Kelvin Celsius	K °C	0 Kelvin = 0 K = - 273 °C 0 °Celsius = 0 °C = 273 K					
Arbeit	W	Joule	J	kWh	J	kJ		MJ	
Energie	E, W								
Wärmemenge	Q								
				1 kWh	1	3600000	3600	3,6	
				1 J	1	1	0,001	0,000001	
		1 kJ	0,0002778	1000	1	0,001			
		1 MJ	0,2778	1000000	1000	1			
				1 J = 1 Nm = 1 Ws = 1 kg m²/s²					
Leistung	P	Watt	W	mW	W	kW		MW	
				1 mW	1	0,001	0,000001	10 ⁻⁹	
				1 W	1000	1	0,001	0,000001	
				1 kW	1000000	1000	1	0,001	
				1 MW	10 ⁹	1000000	1000	1	
				1 W = 1 J/s = 1 Nm/s					
Druck	p	Pascal	Pa	Pa	mbar, hPa	bar		N/cm ²	
				1 Pa	1	0,01	0,00001	0,0001	
				1 mbar, hPa	100	1	0,001	0,01	
				1 bar	100000	1000	1	10	
				1 N/cm ²	10000	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	0,0001	0,00001	0,000001	
				1 N/cm ²	10000	1	0,1	0,01	
				1 daN/cm ²	100000	10	1	0,1	
		1 N/mm ²	1000000	100	10	1			
				1 N/m² = 1 Pa					
Elektrische Stromstärke	I	Ampere	A	mA	A		kA		
				1 mA	1	0,001	0,000001		
				1 A	1000	1	0,001		
		1 kA	1000000	1000	1				
Elektrische Spannung	U	Volt	V	mV	V		kV		
				1 mV	1	0,001	0,000001		
				1 V	1000	1	0,001		
		1 kV	1000000	1000	1				
Elektrischer Widerstand	R	Ohm	Ω	m Ω	Ω	k Ω		M Ω	
				1 m Ω	1	0,001	0,000001	10 ⁻⁹	
				1 Ω	1000	1	0,001	0,000001	
				1 k Ω	1000000	1000	1	0,001	
		1 M Ω	10 ⁹	1000000	1000	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	1200000 Watt = 1,2 · 10 ⁶ W = 1,2 MW	μ (Mikro) 10 ⁻⁶	0,000015 Meter = 15 · 10 ⁻⁶ m = 15 μ m
G (Giga) 10 ⁹	20500000000 Watt = 20,5 · 10 ⁹ W = 20,5 GW	n (Nano) 10 ⁻⁹	0,000000105 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	Y 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 \times	mal (der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe)	\sim	ähnlich
\approx	proportional	:	durch, geteilt durch, dividiert durch	\sphericalangle	Winkel
\approx	annähernd, nahezu gleich, rund, etwa	/ -	durch, geteilt durch, dividiert durch	\overline{AB}	Strecke AB
\triangleq	entspricht	%	Prozent, vom Hundert	\widehat{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		nicht parallel	∞	unendlich
+	plus, mehr, und	\nparallel	rechtwinklig zu, normal auf, senkrecht auf	log	Logarithmus (allgemein)
		\perp		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
yard	1 yd	914,4	0,914	square yard	1 yd ²	8361
statute mile	1 mile	-	1609,34	acre	1 acre	-
nautical mile	1 nmile	-	1852,00	square mile	1 mile ²	4047
1 mile = 1760 yd; 1 yd = 3 ft; 1 ft = 12 in						2,59 km ²
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
US-gallon	1 gal	3785	3,785	pound (libre)	1 lb	453,59
engl. gallon	1 gal	4546	4,546	hundredweight	1 cwt	50802
barrel	1 barrel	-	158,990	amer. ton	1 tn	-
				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	0,0704
statute mile per hour	1 mph	0,4470	1,609			
nautic mile per hour	1 kn	0,5147	1,852			

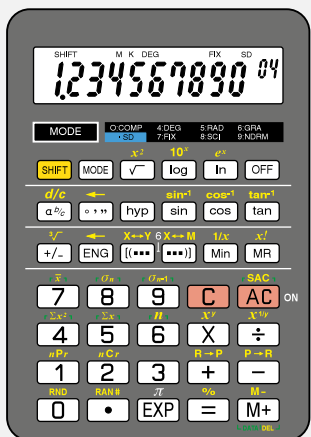
Temperatur

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 \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



*)

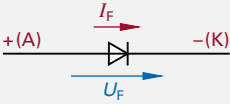
*) $1.234567890^{04} = 12345.67890$
 Exponent 04 : Kommastelle vier Stellen nach rechts verschieben
 $1.234567890^{-04} = 0.0001234567890$
 Exponent $^{-04}$: Kommastelle vier Stellen nach links verschieben

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 Speicherlöschstaste 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	$\frac{\pi \times 14^2}{4} = ?$	$\pi \times 14$ SHIFT x^2 ÷ 4 =	153.93804	Wegen der Genauigkeit Sonderfunktionstaste π verwenden.
	$3,7^2 = ?$	3.7 SHIFT x^2	13.69	Das Ergebnis wird ohne Betätigen der „=“-Taste ausgegeben.
	$2^5 = ?$	2 SHIFT x^y 5 =	32	Zur Ausführung der Rechenoperation muss die „=“-Taste betätigt werden.
Wurzelziehen	$\sqrt{625} = ?$	625 $\sqrt{\quad}$	25	Zuerst Radikant x eingeben und dann Wurzelaste drücken.
	$\sqrt[3]{125} = ?$	125 SHIFT $\sqrt[3]{\quad}$ 5	5	
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. Speicherwertlöschung: Eingabe von 0 in Min oder drücken von MC.

Elektronische Bauelemente

Diode

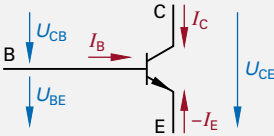


U_F Spannungsabfall in V
 I Strom in A
 P_V Verlustleistung in W

$$P_V = U \cdot I$$

Beispiel: $U_F = 0,8 \text{ V}; I = 20 \text{ A}; P_V = ? \text{ W}$
Lösung: $P_V = U \cdot I = 0,8 \text{ V} \cdot 20 \text{ A} = 16 \text{ W}$

NPN-Transistor



U_{CE} Kollektor-Emitter-Spannung in V
 U_{BE} Basis-Emitter-Spannung in V
 U_{CB} Kollektor-Basis-Spannung in V
 I_B Basisstrom in mA
 I_C Kollektorstrom in mA
 I_E Emitterstrom in mA
 P_V Verlustleistung in W
 B Gleichstromverstärkung

$$U_{CE} = U_{BE} + U_{CB}$$

$$I_E = I_C + I_B$$

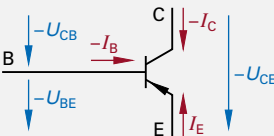
Beispiel: $I_E = 100 \text{ mA}; I_B = 2 \text{ mA}; I_C = ? \text{ mA}; B = ?$

$$P_V \approx U_{CE} \cdot I_C$$

Lösung: $I_C = I_E - I_B = 100 \text{ mA} - 2 \text{ mA} = 98 \text{ mA}$

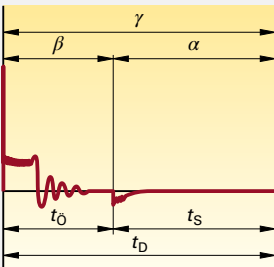
$$B = I_C : I_B = 98 \text{ mA} : 2 \text{ mA} = 49$$

PNP-Transistor



$$B = \frac{I_C}{I_B}$$

Winkel und Zeiten beim Zündvorgang



γ Zündabstand in ° an der Kurbelwelle
 α Schließwinkel in ° an der Kurbelwelle
 β Öffnungswinkel in ° an der Kurbelwelle
 α_p Schließwinkel in %
 n Motordrehzahl in 1/min
 t_D Zeit zwischen zwei Zündfunken in s
 t_S Schließzeit in s
 t_0 Öffnungszeit in s
 z Zylinderzahl
 z_F Anzahl der Zündfunken je Minute in 1/min

$$\gamma = \frac{720^\circ}{z}$$

$$\gamma = \alpha + \beta$$

$$z_F = \frac{n}{2} \cdot z$$

$$t_D = \frac{\gamma}{6 \cdot n}$$

Für 4-Takt-Motoren gilt

Der Zündabstand γ ist der Drehwinkel der Kurbelwelle zwischen zwei Zündfunken.

Während des Durchlaufens des Schließwinkels ist der Primärstromkreis geschlossen.

Während des Durchlaufens des Öffnungswinkels ist der Primärstromkreis unterbrochen.

Beispiel: $z = 6; n = 6000 \text{ 1/min}; \alpha = 72^\circ; 4\text{-Takt-Motor}; t_S = ? \text{ s}$

$$t_S = \frac{\alpha}{6 \cdot n}$$

$$t_0 = \frac{\beta}{6 \cdot n}$$

Lösung: $t_S = \frac{\alpha}{6 \cdot n} = \frac{72^\circ}{6 \cdot 6000} = 0,002 \text{ s}$

$$t_D = t_S + t_0$$

$$\alpha_p = \frac{\alpha \cdot z}{72}$$

Lagerabrechnung

Kosten des Lagers

Ersatzteile, Kfz-Zubehör, Hilfsstoffe, stellen einen beträchtlichen Kapitaleinsatz dar. Die Höhe der damit verbundenen Kosten hängt ab von den Anschaffungskosten der Waren, von den Gemeinkosten des Lagers, dem Gewinnzuschlag, vom durchschnittlichen Lagerbestand und von der Lagerdauer.

Gemeinkosten des Lagers. Sie werden aus der Buchhaltung ermittelt und können über den Gemeinkostenzuschlagssatz, bezogen auf die Anschaffungskosten der verkauften Waren, errechnet werden.

Selbstkosten des Lagers. Sie ergeben sich aus der Summe der Anschaffungskosten und der Gemeinkosten.

Gewinnzuschlag. Er wird vom Unternehmer kalkuliert und auf die Selbstkosten des Lagers bezogen.

SOLL-Umsatz. Er bezeichnet die kalkulierten Gesamtkosten des Lagers. Zu den Selbstkosten wird der kalkulierte Gewinn addiert.

Kenntwerte des Lagers

Verkaufserlöse. Sie sind Erträge aus Warenverkäufen an die eigene oder fremde Werkstatt oder an Endverbraucher.

Nettoverkaufserlöse ohne Umsatzsteuer

- = Ersatzteile eigene/fremde Werkstatt
- + Ersatzteile Endverbraucher
- + Kfz-Zubehör
- + Betriebsmittel
- + Sonstige Waren und Kleinteile
- + Reifen
- Nachlässe

Lagergewinn und Umsatzrentabilität. Der Lagergewinn ergibt sich aus dem Unterschied von Verkaufserlösen und Selbstkosten. Bezieht man den Lagergewinn auf die Verkaufserlöse, so erhält man die Umsatzrentabilität in %.

Kalkulationsfaktor. Um den Verkaufspreis eines Ersatzteiles schnell zu ermitteln, werden die Anschaffungskosten mit einem Faktor multipliziert. Dieser errechnet sich aus SOLL-Umsatz und Anschaffungskosten.

Wirtschaftlichkeit des Lagers. Sie ist eine betriebswirtschaftliche Kennzahl, die aus dem Verhältnis von Verkaufserlösen zu den Selbstkosten errechnet wird. Sie sollte größer als 1 sein, sonst liegt kein Gewinn vor.

Umschlaghäufigkeit. Sie gibt an, wie oft ein Ersatzteil innerhalb einer Abrechnungsperiode verkauft oder wieder eingelagert wird.

Durchschnittlicher Lagerbestand. Er gibt an, wie hoch das im Lager gebundene Kapital, das verzinst werden muss, ist.

Durchschnittliche Lagerdauer. Sie gibt an, wie viele Tage ein Ersatzteil auf Lager liegt.

Durchschnittlicher Lagerzinssatz. Grundlage zur Berechnung ist der Zinssatz in %, den die Banken für ausgeliehenes Kapital verlangen.

Anschaffungskosten der verkauften Ware

$$= \text{Anfangsbestand des Lagers} + \text{Warenzugang zum Bezugspreis} - \text{Endbestand des Lagers}$$

Gemeinkostenzuschlagssatz in %

$$= \frac{\text{Gemeinkosten} \times 100 \%}{\text{Anschaffungskosten der verkauften Ware}}$$

Selbstkosten des Lagers

$$= \text{Anschaffungskosten der verkauften Ware} + \text{Gemeinkosten des Lagers}$$

Gewinnzuschlagssatz in %

$$= \frac{\text{Gewinn} \times 100 \%}{\text{Selbstkosten des Lagers}}$$

SOLL-Umsatz

$$= \text{Selbstkosten des Lagers} + \text{Gewinn}$$

Lagergewinn

$$= \text{Verkaufserlöse} - \text{Selbstkosten}$$

Umsatzrentabilität (Lagergewinn in %)

$$= \frac{\text{Lagergewinn} \times 100 \%}{\text{Verkaufserlöse}}$$

Kalkulationsfaktor

$$= \frac{\text{SOLL-Umsatz}}{\text{Anschaffungskosten der verkauften Ware}}$$

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Verkaufserlöse}}{\text{Selbstkosten}}$$

Durchschnittlicher Lagerbestand

$$= \frac{\text{Anfangsbestand} + \text{Endbestand}}{2}$$

Umschlaghäufigkeit

$$= \frac{\text{Anschaffungskosten der verkauften Ware}}{\text{Durchschnittlicher Lagerbestand}}$$

Durchschnittliche Lagerdauer

$$= \frac{360 \text{ Tage}}{\text{Umschlaghäufigkeit}}$$

Durchschnittlicher Lagerzinssatz in %

$$= \frac{\text{Lagerdauer in Tagen} \times \text{Zinssatz in \%}}{360 \text{ Tage}}$$

Stahlprofile, kalt-* und warmgefertigt

I Flächenmoment 2. Grades W Widerstands- moment	Abmessungen mm	Quer- schnitts- fläche S cm ²	Län- genbez. Masse m kg/m	Abstände der Achsen		Flächen-, Widerstandsmomente ¹⁾ für Biegeachsen				für Torsion	
				e _x cm	e _y cm	x - x		y - y		I _p cm ⁴	W _p cm ³
						I _x cm ⁴	W _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³		
	a x b x s 30 x 20 x 3 40 x 20 x 4 50 x 30 x 5 60 x 40 x 5	1,72 2,26 3,78 4,79	1,36 1,77 2,96 3,76	1,43 1,47 1,73 1,96	0,33 0,48 0,741 0,972	1,25 3,59 9,36 17,20	0,62 1,42 2,86 4,25	0,44 0,60 2,51 6,11	0,29 0,39 1,11 2,02	- - - -	- - - -
	a x a x s 40 x 40 x 2* 40 x 20 x 3* 40 x 30 x 3* 50 x 30 x 3 50 x 30 x 4 50 x 30 x 5 60 x 20 x 3* 60 x 40 x 3* 80 x 40 x 4	2,14 3,01 3,91 4,34 5,59 6,73 4,21 5,54 8,79	1,68 2,36 3,07 3,41 4,39 5,28 3,30 4,36 6,90	1,38 1,32 1,46 2,50 2,50 2,50 3,0 3,0 4,0	0,79 0,75 1,31 1,50 1,50 1,50 1,00 2,00 2,00	4,05 5,21 8,29 13,60 16,50 18,70 15,60 26,50 68,2	2,02 2,60 4,15 5,43 6,60 7,49 5,21 8,82 17,10	1,34 1,68 6,72 5,94 7,08 7,89 2,56 13,90 22,20	1,34 1,68 3,84 3,96 4,72 5,26 2,56 6,95 11,10	3,45 4,57 12,70 13,50 16,60 19,00 7,87 29,20 55,20	2,36 3,00 6,05 6,51 7,77 8,67 4,75 11,20 18,90
	a x a x s 20 x 20 x 2* 25 x 25 x 2* 25 x 25 x 3* 30 x 30 x 2 30 x 30 x 2,5 30 x 30 x 3 40 x 40 x 3 50 x 50 x 3	1,34 1,74 2,41 2,20 2,68 3,14 4,34 5,54	1,05 1,36 1,89 1,72 2,11 2,47 3,41 4,35	1,00 1,25 1,25 1,50 1,50 1,50 2,00 2,50	1,00 1,25 1,25 1,50 1,50 1,50 2,00 2,50	0,69 1,48 1,84 2,84 3,33 3,74 9,78 20,20	0,69 1,19 1,47 1,89 2,22 2,50 4,89 8,08	0,69 1,48 1,84 2,84 3,33 3,74 9,78 20,20	0,69 1,19 1,47 1,89 2,22 2,50 4,89 8,08	1,21 2,53 3,33 4,53 5,40 6,16 15,70 32,10	1,06 1,80 2,27 2,75 3,22 3,60 7,10 11,80
	a x a 40 x 40 50 x 50 60 x 60	16,00 25,00 36,00	12,56 19,63 28,26	2,00 2,50 3,00	2,00 2,50 3,00	21,33 52,08 108,00	10,70 20,83 36,00	21,33 52,08 108,00	10,70 20,83 36,00	- - -	- - -

G

Fahrzeugbauprofile, kaltprofiliert

	h x b x s 40 x 35 x 4 50 x 40 x 4 70 x 50 x 4 100 x 50 x 4 65 x 40 x 5 80 x 50 x 5 100 x 50 x 5 80 x 50 x 6 100 x 50 x 6 120 x 60 x 6	3,87 4,67 6,28 7,48 6,43 8,18 9,18 9,62 10,80 13,20	3,04 3,67 4,93 5,87 5,05 6,42 7,20 7,55 8,48 10,40	1,33 1,44 1,67 1,43 1,35 1,63 1,48 1,68 1,53 1,78	- - - - - - - - - -	9,43 18,20 49,10 113,00 39,30 79,70 135,00 90,90 156,00 281,00	4,71 7,28 14,00 22,60 12,10 19,90 27,10 22,70 31,20 46,80	4,68 7,50 16,00 18,10 9,93 20,20 21,90 23,30 25,40 45,40	2,16 2,93 4,79 5,07 3,75 5,99 6,22 7,01 7,31 10,80	- - - - - - - - - -	- - - - - - - - - -
--	---	--	---	--	--	---	--	---	---	--	--

Al-Profile aus Knetlegierungen

	h x b x s 30 x 20 x 3 40 x 20 x 4 50 x 30 x 5 60 x 30 x 4	1,42 2,25 3,78 3,45	0,38 0,61 1,02 0,95	1,01 1,49 1,75 2,15	0,51 0,49 0,75 0,65	1,27 3,62 9,45 12,90	1,26 2,44 5,40 6,00	0,46 0,62 2,58 2,25	0,89 1,27 3,44 3,44	- - - -	- - - -
	h x b x s x t 40 x 20 x 4 x 4 50 x 30 x 3 x 3 60 x 30 x 4 x 4 60 x 40 x 5 x 5	4,51 3,15 4,51 6,57	1,22 0,85 1,22 1,77	2,00 2,50 3,00 3,00	1,49 0,93 0,89 1,33	11,60 12,20 23,70 36,00	5,80 4,88 7,90 12,00	7,12 2,70 3,69 9,94	4,80 2,91 4,12 7,47	- - - -	- - - -

¹⁾ Flächenmoment 2. Grades. Mit diesen Werten wird die Steifigkeit eines Profils bei gleichem Werkstoff bestimmt. Widerstandsmoment (W): Diese Werte dienen der Festigkeitsberechnung beim Durchbiegen. Widerstandsmoment für Torsion: Diese Werte werden für die Beanspruchung der Werkstücke auf Verdrehung benötigt.

Technisches Zeichnen

Geometrische Grundkonstruktionen	202
Grafische Darstellungen, Diagramme	204
Blattgrößen, Maßstäbe, Linienarten, Schriftformen	205
Projektionsmethoden	206
Schnitte, Bruchlinien, Einzelheiten	207
Maßeintragung, Längenmaße, Winkelmaße	208
Gewindedarstellung, Sechskant, Oberflächenangaben	210
Abwicklungen, Durchdringungen	211
Darstellung von Schweißnähten	212
Darstellung von Zahnrädern, Federn	213
Schlüsselweiten, Kegel	214
Grenzmaße und Passungen	215
Passungssysteme, Passungsarten, Allgemeintoleranzen	216
Passungsempfehlungen, Grenzabmaße	217

Kraftfahrzeuge

Fahrzeugdaten: Personenkraftwagen, Krafträder, Lastkraftwagen, Traktoren 220

Motor

Einteilung der Verbrennungsmotoren 225
 Viertakt-Ottoverfahren, Zweitakt-Ottoverfahren 227
 Kurbeltrieb 232
 Kühlsysteme 234
 Motorschmierung 237
 Motorsteuerung 240
 Kraftstoffversorgungsanlagen 245
 Gemischbildung 248
 Entwicklung der Gemischaufbereitung 249
 Einspritzanlagen: – ME-Motronic (Systembild, Sensoren, Aktoren, Schaltplan) 251
 – MED-Motronic (Systembild, Sensoren, Aktoren) 257
 – Benzin-Direkteinspritzung, Vergleich verschiedener Systeme 260
 – Duale-Einspritzung (Systembild, Sensoren, Aktoren) 262
 Schadstoffminderung beim Ottomotor 264
 Vergleich von Otto- und Dieselmotor 269
 Dieselmotor: – Verbrennungsverfahren, Gemischbildung 271
 – Glühsysteme 272
 – Dieseleinspritzung – Common-Rail 275
 – Pumpe-Düse-System 282
 – Pumpe-Leitung-Düse-Element 283
 – Verteilereinspritzpumpe, Reiheneinspritzpumpe 284
 – Common-Rail-System mit Druckerhöhung (X-Pulse) Nfz 285
 Schadstoffminderung beim Dieselmotor 286
 Aufladung von Motoren 291
 Alternative Antriebskonzepte 295

Antriebsstrang

Antriebsstrang, Hinterrad-, Vorderradantrieb, Allradtechnik, Hybridantrieb 310
 Kupplung, Wechselgetriebe (Pkw, Nfz, Krafträder) 312
 Automatische Getriebe, Stufenlose Getriebe 327
 Antriebswellen, Gelenkwellen, Gleichlaufgelenke 338
 Achsgetriebe, Ausgleichsgetriebe, Ausgleichssperren, Verteilergetriebe bei Allradfahrzeugen .. 339

Fahrwerk

Fahrdynamische Begriffe, Achsvermessung, Lenkung, Federung, Dämpfung 345
 Reifen (Aufbau, Bauarten, Kennzeichnung Pkw, Nfz, Technische Daten, Reifenverschleiß) .. 359
 Räder, Felgen, Reifendrucküberwachungssysteme, Ventile, Reifenmontage, Auswuchten .. 368
 Bremsanlage: Grundlagen, Hydraulische Bremsanlage, Feststellbremssysteme, BAS, eBKV,
 Sensoren, ABS, ASR, FDR 372
 Druckluftbremsanlagen: Zweikreis-Zweileitungs-Druckluftbremsanlage, EBS-Anlage 385

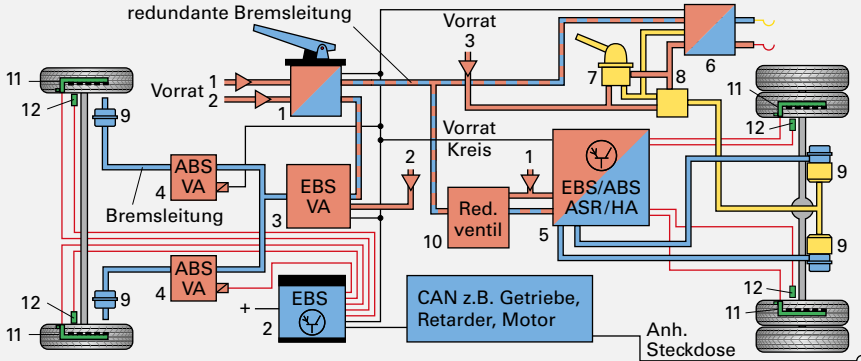
Fahrzeugaufbau

Einteilung Straßenfahrzeuge, Fahrzeugarten, Abmessungen 393
 Karosserierohrbau, Karosseriebleche, Kostenkalkulation, Ausbeulverfahren, Glasreparatur,
 Kunststoffreparatur 402
 Korrosion, Korrosionsschutz, Lackieren 421
 Fahrzeugsicherheit, Gurtstraffer, Airbag 426

Elektronisches Bremsystem (EBS) für Druckluftbremsanlagen

Es ist eine elektropneumatische Druckluftbremsanlage, bei welcher der Bremswunsch des Fahrers elektronisch über Sensoren ermittelt und an das EBS-Steuergerät weitergeleitet wird. Dieses errechnet den optimalen Bremsdruck und steuert ihn über Magnetventile in die Bremszylinder ein.

Systembild Elektronisches Bremsystem (EBS)



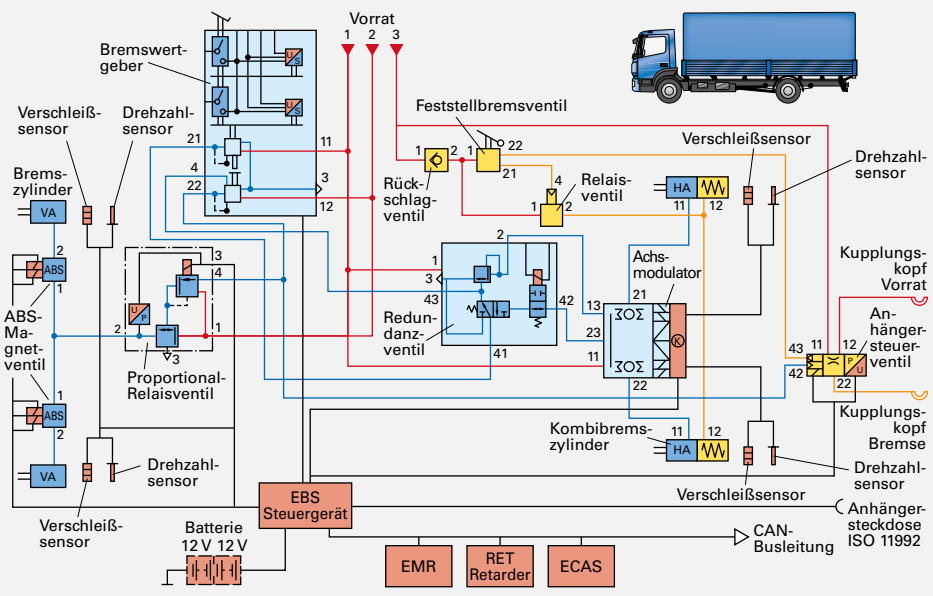
- 1 Bremswertgeber
- 2 EBS-Steuergerät
- 3 EBS VA-Modulator
- 4 ABS-Magnetventile VA
- 5 HA-EBS-ABS-Modulator
- 6 EBS-Anhängersteuerventil
- 7 Feststellbremsventil
- 8 Relaisventil (FB)
- 9 Bremszylinder VA/HA
- 10 Redundanzventil
- 11 Radsensoren
- 12 Verschleißwegsensoren

Aufbau: Pneumatisch wie konventionelle Druckluftbremsanlage. Zusätzlich elektropneumatische EBS-Modulatoren an VA/HA, EBS-Steuergerät, Betriebsbremsventil mit Bremswertgeber.

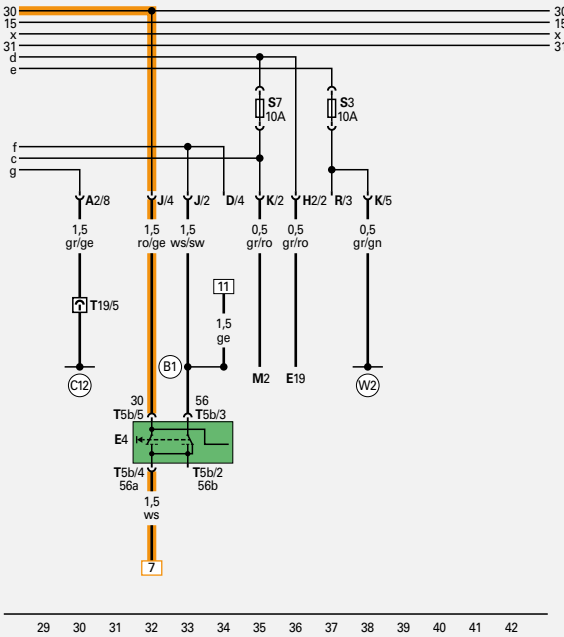
Funktion: Ein Signal des Bremswertgebers bewirkt über das Steuergerät eine Ansteuerung der VA/HA-Modulatoren, wodurch Druckluft in die Radzylinder eingesteuert wird. Die EBS-Modulatoren können auch ABS/ASR/ESC-Regelungen durchführen. Die Dauerbremse kann bedarfsgerecht angesteuert werden.

Redundanz: Bei Fehlern oder Ausfall in der Elektronik lässt sich das Fahrzeug herkömmlich pneumatisch gesteuert bremsen.

Elektropneumatischer Schaltplan Elektronisches Bremsystem (EBS)



Doppelscheinwerfer (Teil 2)



Stromlaufplan bei Betätigung Lichthupe

Klemme 30 - Schalter für Handbetätigung Lichthupe - über Strompfad 32 an 7 an Sicherungen S11 und S12 (siehe vorherige Seite) - L13 / L14 - Masseverbindung im Leitungsstrang Beleuchtung vorn

E4 Schalter für Handbetätigung Lichthupe

E19 Schalter für Parklicht

M2 Lampe für Schlusslicht rechts

S3 Sicherung

S4 Sicherung

T5b Steckverbindung, 5fach, hinter der

Verkleidung für Lenkstockschalter

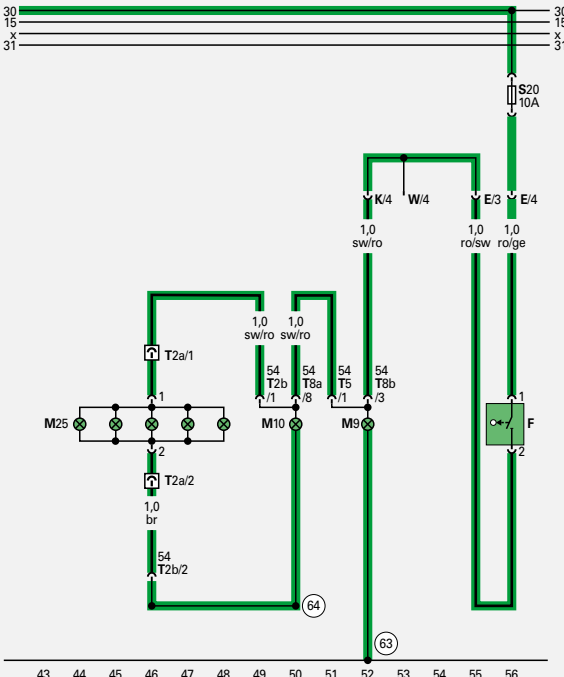
T19 Steckverbindung, 19fach, hinter

Schlossträger Mitte

B1 Verbindung (56b) im Leitungsstrang Lenkstockschalter

C12 Plusverbindung -1-, im Leitungsstrang Scheinwerfer

W2 Plusverbindung (58) im Leitungsstrang hinten



Stromverlauf bei Betätigung Bremslichtschalter

Klemme 30 - Sicherung S20 - Bremslichtschalter F - Lampen für Bremslicht M9 - Massepunkt Lampenträger Schlussleuchte links und M10 - Lampenträger Schlussleuchte rechts und Lampe für hochgesetztes Bremslicht M25 - Massepunkt Lampenträger Schlussleuchte rechts

F Bremslichtschalter

M9 Lampe für Bremslicht, links

M10 Lampe für Bremslicht, rechts

M25 Lampe für hochgesetztes Bremslicht

S20 Sicherung

T2a Steckverbindung 2fach, an Lampe für hochgesetztes Bremslicht

T2b Steckverbindung 2fach, an Schlussleuchte rechts

T5 Steckverbindung 5fach, an Schlussleuchte links

T8a Steckverbindung 8fach, an Schlussleuchte rechts

T8b Steckverbindung 8fach, an Schlussleuchte links

B3 Massepunkt Lampenträger Schlussleuchte links

B4 Massepunkt Lampenträger Schlussleuchte rechts