



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Kraftfahrzeugtechnik

Rechenbuch Kraftfahrzeugtechnik

Lehr- und Übungsbuch

A 9. Auflage als Ausgabe für Österreich

Bearbeitet von Gewerbelehrern und Ingenieuren (siehe Rückseite)

Lektorat: Rolf Gscheidle, Studiendirektor, Winnenden

Das Unterrichtsmittel „Rechenbuch Kfz“ wurde antragsgemäß in der vorliegenden Fassung gemäß § 14 Abs. 2 und 5 des Schulunterrichtsgesetzes, BGG 1. Nr. 472/86 und gemäß den derzeit geltenden Lehrplänen als für den Unterrichtsgebrauch an Berufsschulen für die Lehrberufe Kraftfahrzeugmechaniker, Kraftfahrzeugelektriker und Landmaschinenmechaniker im Unterrichtsgegenstand Fachrechnen approbiert (APPr. Zl. 41.412/3-I/9/92).

Buch-Nr.: 0324

FS FACHBUCH

Verlag und Vertriebs Gesellschaft mbH, Wien

Autoren:

Fischer, Richard	Studiendirektor	Polling-München
Gscheidle, Rolf	Studiendirektor	Winnenden
Heider, Uwe	Kfz-Elektriker-Meister, Trainer Audi AG	Neckarsulm-Ellhofen
Hohmann, Berthold	Oberstudiendirektor	Eversberg-Arnsberg
Keil, Wolfgang	Oberstudiendirektor	München
Mann, Jochen	Dipl.-Gwl. Studiendirektor	Schorndorf
Schlögl, Bernd	Dipl.-Gwl. Studiendirektor	Rastatt-Gaggenau
Wimmer, Alois	Oberstudienrat	Berghülen
Wormer, Günter	Dipl.-Ingenieur	Karlsruhe

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat: Rolf Gscheidle, Studiendirektor, Winnenden

Bildbearbeitung: Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, Ostfildern

Vorwort

Das Rechenbuch Kraftfahrzeugtechnik wurde in der 9. Auflage umfassend überarbeitet und durch neue Inhalte ergänzt. Zielgruppen sind auszubildende Kraftfahrzeugmechatroniker/-innen, KFZ-Techniker/-innen und Meister/-innen im Kraftfahrzeugtechnik-Handwerk. Bei diesem Lehr- und Übungsbuch wurden die Erklärungen und Aufgabenstellungen berufsbezogen ausgewählt und an die Erfordernisse der Technik angepasst.

In allen Kapiteln wird der Stoff methodisch entwickelt und mit Beispielen, mehrfarbigen Bildern und grafischen Darstellungen veranschaulicht. Zahlreiche Übungsaufgaben geben dem Schüler/der Schülerin Gelegenheit, das Erlernte an praktischen berufsbezogenen Fällen anzuwenden und zu vertiefen.

Um selbstständiges Lernen und Üben zu fördern, sind zur Kontrolle der Aufgaben nach jedem Aufgabenblock die Lösungen angegeben. Das Buch ist in 5 Abschnitte gegliedert:

- **Allgemeines Rechnen.** In diesem Kapitel sind mathematische und physikalische Begriffe, Umrechnen von Dezimal-, Dual- und Hexadezimalzahlen neu aufgenommen.
- **Technisches Rechnen.** Dieser Abschnitt ist durch aktuelle berufsbezogene Aufgaben ergänzt.
- **Kraftfahrzeugtechnisches Rechnen.** Die Themen Vergleichsleistung, Rollenprüfstand, Einspritzmenge und Lenkung sind neu bearbeitet. Ebenso ist der Bereich Elektrotechnik neu gestaltet und um die Inhalte Frequenz, Blindwiderstände, Spule und Kondensator im Wechselstromkreis, RL- und RC-Siebschaltungen, Berechnungen zur Diode und Transistor erweitert.
- **Kostenrechnen.** Dieses Kapitel ist komplett überarbeitet worden.
- **Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung.** Die Aufgabensätze zu gemischten Aufgaben wurden aktualisiert und durch neue berufsbezogene Projektaufgaben erweitert.

Größengleichungen nach DIN 1313. Diese Formeln sind im erklärenden Text **ocker** umrahmt.

Zahlenwertgleichungen nach DIN 1313 sind **blau** umrahmt.

Einheitengleichungen sind **schwarz** umrahmt.

Merksätze oder Rechenregeln, die besonders wichtig sind, sind mit **Grünraster** unterlegt.

Das Buch bildet zusammen mit den weiteren Büchern der Fachbuchreihe Kraftfahrzeugtechnik eine Einheit, da alle Werke inhaltlich aufeinander abgestimmt sind.

Im Sommer 2008

Die Autoren des Arbeitskreises Kraftfahrzeugtechnik

Begleitwort zur Ausgabe für Österreich

Das Rechenbuch Kraftfahrzeugtechnik ist in der Schulpraxis bewährt und liegt nun in einer in vielen Teilen überarbeiteten, und in wichtigen Bereichen ergänzten, neuen Auflage vor. Das Buch ist auf die fachlichen und gesetzlichen Gegebenheiten Österreichs abgestimmt.

Die vorliegende Ausgabe für Österreich ist auf die geltenden Lehrpläne für Schulen des Bereichs Kraftfahrzeugtechnik abgestimmt und bildet eine Einheit mit den ebenfalls für Österreich approbierten Büchern der Fachbuchreihe Kraftfahrzeugtechnik.

Steyr, im Sommer 2008

Ing. Alfred Riha

9. Auflage 2008, korrigierter Nachdruck 2020

Druck 7

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

Umschlaggestaltung unter Verwendung eines Fotos der Fa. Volkswagen AG, Wolfsburg

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: rkt, 51379 Leverkusen, www.rktypo.com

Umschlag: braun werbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfoto: Volkswagen AG, Wolfsburg

Druck: RCOM Print GmbH, 97222 Würzburg-Rimpar, www.rcom-gruppe.de

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines Rechnen		
1.1	Mathematische und physikalische Begriffe	5	
1.2	Zahlen und Zahlensysteme	6	
1.3	Rechnen mit Zahlengrößen	7	
1.4	Umrechnen von Dezimal-, Dual- und Hexadezimalzahlen	8	
1.5	Bruchrechnen	11	
1.6	Dreisatzrechnen	14	
1.7	Prozentrechnen	15	
1.8	Zinsrechnen	17	
1.9	Rechnen mit dem Taschenrechner	18	
1.10	Zeitberechnungen	21	
1.11	Winkelberechnungen	22	
1.12	Rechnen mit Buchstabengrößen	23	
1.13	Rechnen mit Potenzen	28	
1.14	Rechnen mit Wurzeln	29	
1.15	Gleichungen	30	
1.16	Verhältnisleichungen, Mischungsrechnen	33	
1.17	Grafische Darstellungen Schaubilder, Diagramme	34	
1.18	Rechnen mit Winkelfunktionen	37	
2	Technisches Rechnen		
2.1	Längenberechnungen	43	
2.1.1	Längeneinheiten	43	
2.1.2	Maßstäbe	44	
2.1.3	Längenteilungen	45	
2.1.4	Rollen- und Hülsenketten	46	
2.1.5	Lehrsatz des Pythagoras	47	
2.1.6	Umfang	48	
2.1.7	Gestreckte Länge	49	
2.1.8	Kegelmaße	50	
2.2	Flächenberechnungen	51	
2.2.1	Flächeneinheiten	51	
2.2.2	Flächenarten	52	
2.3	Volumenberechnungen	55	
2.3.1	Volumeneinheiten	55	
2.3.2	Gleichdicke Körper	56	
2.3.3	Spitze Körper	57	
2.3.4	Abgestumpfte Körper	58	
2.3.5	Kugel	59	
2.3.6	Umdrehungskörper (Guldinsche Regel)	60	
2.3.7	Zusammengesetzte Körper	60	
2.4	Masse und Dichte	61	
2.5	Kraft, Gewichtskraft	63	
2.6	Darstellung von Kräften	65	
2.6.1	Zusammensetzen von Kräften	65	
2.6.2	Zerlegen einer Kraft in Teilkräfte	67	
2.7	Fliehkraft (Zentrifugalkraft)	69	
2.8	Geschwindigkeit, Beschleunigung	70	
2.8.1	Gleichförmige Geschwindigkeit, Durchschnittsgeschwindigkeit	70	
2.8.2	Umfangsgeschwindigkeit	74	
2.8.3	Schnittgeschwindigkeit	75	
2.8.4	Beschleunigung, Verzögerung	76	
2.8.5	Überholen	80	
2.9	Mechanische Arbeit, Energie	83	
2.9.1	Mechanische Arbeit	83	
2.9.2	Mechanische Energie	84	
2.10	Mechanische Leistung	86	
2.11	Wirkungsgrad	89	
2.12	Drehmoment, Hebel	91	
2.13	Auflagerkräfte, Achskräfte	94	
2.14	Rollen, Flaschenzüge	97	
2.15	Reibung	98	
2.16	Festigkeit	101	
2.16.1	Zugfestigkeit	101	
2.16.2	Druckfestigkeit	102	
2.16.3	Scherfestigkeit	102	
2.16.4	Flächenpressung	103	
2.17	Hydraulik-Pneumatik	104	
2.17.1	Druck	104	
2.17.2	Hydrostatischer Druck	105	
2.17.3	Auftrieb in Flüssigkeiten	105	
2.17.4	Hydraulische Kraftübertragung	106	
2.17.5	Strömung bei Querschnittsänderung	107	
2.17.6	Druck und Volumen von Gasen	108	
2.17.7	Druck, Volumen und Temperatur von Gasen	108	
2.18	Wärmetechnik	110	
2.18.1	Temperatur und Wärme	110	
2.18.2	Zustandsänderungen	111	
2.18.3	Wärmedehnung	112	
2.19	Riementrieb	114	
2.19.1	Einfache Übersetzung	114	
2.19.2	Doppelte, mehrfache Übersetzung	115	
2.20	Zahnradtrieb	117	
2.20.1	Einfache Übersetzung	117	
2.20.2	Schneckenrieb	117	
2.20.3	Doppelte, mehrfache Übersetzung	118	
2.20.4	Zahnradabmessungen, Achsabstand	120	
2.21	Grenzmaße und Passungen	121	
3	Kraftfahrzeugtechnisches Rechnen		
3.1	Berechnungen am Motor	123	
3.1.1	Hubraum	123	
3.1.2	Verbrennungsraum, Verdichtungs- verhältnis, Verdichtungsraum	124	
3.1.3	Verdichtungsänderung	125	
3.1.4	Hubverhältnis	127	

3.1.5	Motorsteuerung	128	3.4.21	Dämpfung und Verstärkung	216
3.1.6	Kolbengeschwindigkeit	130	3.4.22	Diode	217
3.1.7	Gasgeschwindigkeit	131	3.4.23	Spannungsstabilisierung mit Zenerdioden	218
3.1.8	Pleuelstangenverhältnis	132	3.4.24	Transistor als Verstärker	219
3.1.9	Gasdruck und Kolbenkraft	133	3.4.25	Drehstrom	221
3.1.10	Kräfte am Kurbeltrieb	134	3.4.26	Transformatoren	222
3.1.11	Motorarbeit	135	3.4.27	Starterbatterien	223
3.1.12	Motorleistung	136	3.4.28	Leitungsberechnung	225
3.1.13	Motorprüfstand	140	3.4.29	Zündanlage	227
3.1.14	Vergleichsleistung	141			
3.1.15	Kraftstoffverbrauch, Spezifischer Kraftstoffverbrauch	142			
3.1.16	Effektiver Wirkungsgrad, (Nutzwirkungsgrad)	142	4	Kostenrechnen	
3.1.17	Rollenleistungsprüfstand	144	4.1	Kosten- und Leistungsrechnung	229
3.1.18	Kraftstoff-Einspritzmenge	145	4.1.1	Kostenarten	230
3.1.19	Spezifischer Schmierölverbrauch	145	4.1.2	Lohnberechnungen	233
3.1.20	Schmieröldurchsatz	145	4.2	Kostenrechnung in der Kfz-Werkstatt	235
3.1.21	Kenngößen von Verbrennungsmotoren	147	4.3	Kraftfahrzeugkosten, Kilometerkosten	240
3.1.22	Kraftstoffverbrauch	149	4.4	Maschinenkosten	242
3.1.23	Luftverhältnis, Luftbedarf, Luftverbrauch	151			
3.1.24	Angesaugte Luftmenge, Liefergrad, CO ₂ -Emission	152	5	Prüfungsaufgaben – Projektorientiert	
3.1.25	Schmierölverbrauch	153	5.1	Gemischte Aufgaben	244
3.1.26	Wärmeverbrauch und Kühlung des Motors	154	5.1.1	Prozent-, Dreisatz-, Mischungsrechnen	244
3.2	Berechnungen am Triebwerk	157	5.1.2	Volumen, Dichte, Masse	245
3.2.1	Kupplung (Reibungskupplung)	157	5.1.3	Wärmetechnik, Energieverbrauch	245
3.2.2	Wechselgetriebe	162	5.1.4	Motor	246
3.2.3	Ausgleichsgetriebe, Ausgleichssperre	166	5.1.5	Kraftübertragung	248
3.2.4	Gesamtriebwerk	167	5.1.6	Fahrwerk – Bremsen	250
3.2.5	Äußere Fahrwiderstände	172	5.1.7	Elektrotechnik	252
3.3	Berechnungen am Fahrwerk	177	5.1.8	Kostenrechnen	254
3.3.1	Lenkung	178	5.2	Projektaufgaben	256
3.3.2	Bremsen	183			
3.4	Elektrotechnik-Kraftfahrzeugelektrik	192			
3.4.1	Ohmsches Gesetz	192			
3.4.2	Leiterwiderstand	193			
3.4.3	Stromdichte	194			
3.4.4	Widerstand und Temperatur	195			
3.4.5	Spannungsabfall in Leitungen	194			
3.4.6	Reihenschaltung von Widerständen	195			
3.4.7	Parallelschaltung von Widerständen	198			
3.4.8	Gemischte Schaltungen von Widerständen	199			
3.4.9	Spannungsteiler	201			
3.4.10	Leistung, Arbeit, Wirkungsgrad	203			
3.4.11	Umwandlung von elektrischer Energie in Wärmeenergie	206			
3.4.12	Wechselspannung und Wechselstrom	207			
3.4.13	Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge	208			
3.4.14	Kondensator	209			
3.4.15	Schaltungen von Kondensatoren	210			
3.4.16	Kapazitiver Blindwiderstand	211			
3.4.17	Induktivität	212			
3.4.18	Induktiver Scheinwiderstand	213			
3.4.19	Zeigerdiagramm	214			
3.4.20	RC- und RL-Siebschaltungen	215			
				Sachwortverzeichnis	266