Produktübersicht Kraftfahrzeugtechnik (Auswahl)

Gesamtband

Kraftfahrzeugtechnik Gesamtband

Schülerbuch,
624 Seiten, vierfarbig
978-3-14-231800-4

Mit CD zur Technischen Mathematik sowie Prüfungsaufgaben und Lösungen

Kraftfahrzeugtechnik Gesamtband

Unterrichtsmaterial gestalten und editieren

CD-ROM mit allen Abbildungen des Fachbuchs zum Einfügen in Office-Programme

978-3-14-364109-5

Kraftfahrzeugtechnik Tabellenbuch

464 Seiten, vierfarbig
978-3-14-235040-0

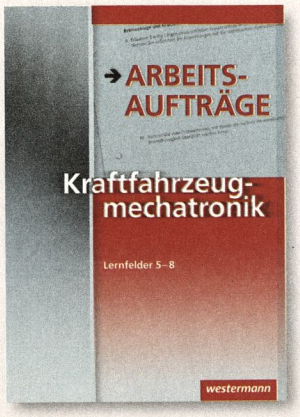
Auf CD: Formelsammlung, Fachbuchauszüge, Prüfungsaufgaben

Arbeitsaufträge

Kraftfahrzeugmechatronik Arbeitsaufträge
Lernfelder 1-4

152 Seiten, vierfarbig
978-3-14-231940-7

Lösungs-CD:
978-3-14-231941-4



Kraftfahrzeugmechatronik Arbeitsaufträge
Lernfelder 5-8

vierfarbig
978-3-14-231942-1

Lösungs-CD:
978-3-14-231943-8

Lernfelder 9-14

vierfarbig
978-3-14-231944-5

Lösungs-CD:
978-3-14-231945-2

Die **Arbeitsaufträge** können sowohl mit dem **Gesamtband** als auch mit den **Lernfeldbänden** verwendet werden.

Lernfeldbände

Kraftfahrzeugmechatronik
Lernfelder 1-4

Schülerbuch,
128 Seiten, vierfarbig
978-3-14-231930-8

Kraftfahrzeugmechatronik Pkw-Technik,
Lernfelder 5-14

Schülerbuch,
448 Seiten, vierfarbig
978-3-14-231932-2

Kraftfahrzeugmechatronik Nutzfahrzeugtechnik
Lernfelder 5-14

Schülerbuch,
480 Seiten, vierfarbig
978-3-14-231934-6

Informationen zum gesamten Programm erhalten Sie unter www.westermann.de

Peter Gerigk, Detlef Bruhn, Dietmar Danner,
Claudia Girnus, Jürgen Göbert, Dietrich Kruse,
Christian Rasmussen, Rainer Schopf, Robert Volkheimer

Kraftfahrzeugtechnik

westermann

Diesem Buch wurden die bei Manuskriptabschluss vorliegenden neuesten Ausgaben der DIN-Normen, VDI-Richtlinien und sonstigen Bestimmungen zu Grunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die neuesten Ausgaben der DIN-Normen, VDI-Richtlinien und sonstigen Bestimmungen selbst.

Die DIN-Normen wurden wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für das Anwenden der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Auf verschiedenen Seiten dieses Buches befinden sich Verweise (Links) auf Internet-Adressen.
Haftungshinweis: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle wird die Haftung für die Inhalte der externen Seiten ausgeschlossen. Für den Inhalt dieser Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich. Sollten Sie bei dem angegebenen Inhalt des Anbieters dieser Seite auf kostenpflichtige, illegale oder anstößige Inhalte treffen, so bedauern wir dies ausdrücklich und bitten Sie, uns umgehend per E-Mail unter **www.westermann.de** davon in Kenntnis zu setzen, damit der Verweis beim Nachdruck gelöscht wird.

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis zu § 52a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung gescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen.

7. Auflage, 2009
Druck 3, 2011

Bildungshaus Schulbuchverlage
Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH

http://www.westermann.de
Verlagslektorat: Wolfgang Rund
Satz und Layout: deckermedia GbR, Vechelde
Umschlaggestaltung: boje5 Grafik & Werbung, Braunschweig
Herstellung: westermann druck GmbH, Braunschweig

ISBN 978-3-14-**231800**-4

Vorwort

Dieser Titel ist für Berufsschüler des Ausbildungsberufes **Kraftfahrzeugmechatroniker/innen** konzipiert. Er bildet die Lerninhalte für alle Ausbildungsjahre ab.

Das Fachbuch eignet sich zusätzlich

- für den **Unterricht im BGJ** mit dem Schwerpunkt Kraftfahrzeugtechnik,
- zur **betrieblichen Unterweisung**,
- für den Unterricht in **Innungs-** und **Meisterschulen**,
- als **Nachschlagewerk** für Facharbeiter und Meister,
- für das **Selbststudium**.

Die Strukturierung des KMK-Rahmenlehrplans nach Lernfeldern fordert die Entwicklung einer Handlungskompetenz, die in einem handlungsorientierten Unterricht besonders durch das Fachbuch unterstützt wird.

Alle Lernfelder, die sich an beruflichen Aufgabenstellungen und Handlungsabläufen orientieren, können mit dem Fachbuch bearbeitet werden. Die vorliegende 7. Auflage wurde in Anlehnung an die Lernfelder neu gegliedert. Dabei wurde die fachsystematische Darstellung der Inhalte beibehalten.

Die Zuordnung der einzelnen Kapitel zu der Lernfeldsystematik kann dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Diese Auflage zeigt den neuesten Stand der Kraftfahrzeugtechnik. Die zugrunde liegenden technologischen, mathematischen, naturwissenschaftlichen und zeichnerisch-kommunikativen Inhalte werden detailliert dargestellt. Ziel ist es, die Wirkungsweise der Bauteile, Baugruppen oder Systeme des Kraftfahrzeugs leicht verständlich darzustellen.

Farbig hervorgehobene Merksätze dienen der schnellen Orientierung und Wiederholung.

Wartungs- und Diagnosehinweise, Arbeitshinweise sowie Unfallverhütungsvorschriften ergänzen die Lerninhalte.

Aufgaben zur Technologie und zur Technischen Mathematik bilden den Abschluss vieler Lerneinheiten.

Weitere Aufgaben und Sachverhalte zur **Technischen Mathematik** sind auf der CD gespeichert.

Ein umfangreiches **Sachwortverzeichnis** sowie die Kolumnentitel in **deutscher und englischer Sprache** sollen den Fremdsprachenerwerb in der Berufsbildung unterstützen.

Zur **Prüfungsvorbereitung** können die auf der CD gespeicherten **Prüfungsaufgaben** verwendet werden.

Das Gesamtwerk (Buch und CD) soll das selbstständige Planen, Durchführen und Kontrollieren im Arbeitsablauf fördern.

Zur weiteren Unterstützung des handlungsorientierten Unterrichts wird die Verwendung des **Tabellenbuchs Kraftfahrzeugtechnik (23 5040)** aus dem Verlag empfohlen.

Autoren und Verlag Braunschweig, 2011

Kraftfahrzeuge
10 bis 19

Arbeits und Umweltschutz im Kfz-Betrieb, Betriebsorganisation
20 bis 45

Technische Grundlagen
46 bis 117

Betriebs- und Hilfsstoffe
118 bis 129

Elektrische und elektronische Anlagen
130 bis 183

Motormechanik
184 bis 263

Motormanagementsysteme
264 bis 335

Kraftübertragungssysteme
336 bis 395

Fahrwerks- und Bremssysteme
396 bis 477

Fahrzeugaufbau
478 bis 495

Krafträder
496 bis 523

Nutzkraftwagen
524 bis 563

Elektronische Systeme und Diagnose
564 bis 591

Komfort- und Sicherheitssysteme
592 bis 603

Inhaltsverzeichnis / contents

Kraftfahrzeuge

1 1 1 1 **1 Entwicklung des Kraftfahrzeugs** ... 11

1 1 1 1 14 14 **2 Kraftfahrzeugarten** ... 14
2.1 Einteilung der Kraftfahrzeuge ... 14
2.1.1 Einspurige Kraftfahrzeuge ... 14
2.1.2 Mehrspurige Kraftfahrzeuge ... 14
2.2 Gesetzliche Bestimmungen für die Inbetriebnahme von Kraftfahrzeugen ... 15
2.3 Baugruppen, Anlagen und Bauteile der Kraftfahrzeuge ... 15

1 1 1 1 **3 Grundlagen des Systems Kraftfahrzeug** ... 16
3.1 Systemtechnische Grundlagen ... 16
3.2 Hauptfunktionen technischer Systeme ... 16
3.2.1 Energieumsetzende Systeme ... 17
3.2.2 Stoffumsetzende Systeme ... 17
3.2.3 Informationsumsetzende Systeme ... 17
3.3 Gliederung von technischen Systemen ... 18
3.3.1 Teilsysteme des Kraftfahrzeugs ... 19
3.3.2 Teilfunktionen und Grundfunktionen des Kraftfahrzeugs ... 19

Arbeits- und Umweltschutz im Kfz-Betrieb, Betriebsorganisation

1 1 1 1 **4 Arbeits- und Umweltschutz im Kfz-Betrieb** ... 21
4.1 Personenschutz ... 21
4.1.1 Sicherheitszeichen ... 21
4.1.2 Sicherheitseinrichtungen ... 23
4.1.3 Arbeitssicherheit im Umgang mit gefährlichen Stoffen ... 23
4.1.4 Gefahrstoff- und Gefahrgutverordnung Straße ... 24
4.2 Maschinenschutz ... 25
4.3 Umweltschutz ... 25
4.3.1 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) ... 26
4.3.2 Verordnung zur Bestimmung von überwachungsbedürftigen Abfällen zur Verwertung (BestüVAbfV) ... 27
4.3.3 Chemikalienrecht ... 27
4.3.4 Gewässerschutz ... 28
4.3.5 Altölverordnung (AltölV) ... 29
4.3.6 Altfahrzeug-Verordnung (AltfahrzeugV) ... 29
4.4 Recycling ... 30
4.4.1 Demontage- und Schreddersysteme ... 31
4.4.2 Demontageanalyse ... 31
4.4.3 Schreddertechnologie ... 32

1 1 1 1 **5 Betriebsorganisation und Kommunikation** ... 33
5.1 Grundlagen der betrieblichen Organisation ... 33
5.1.1 Aufbau eines Betriebes ... 34
5.1.2 Einflüsse auf die betriebliche Organisation ... 35
5.2 Qualitätsmanagement ... 36
5.3 Kommunikation ... 38
5.3.1 Grundlagen der Kommunikation ... 38
5.3.2 Kundengespräch ... 39
5.3.3 Umgang mit Reklamationen ... 39
5.4 Personalführung ... 40
5.5 Mitarbeiterverhalten ... 40
5.6 Arbeitsplanung ... 41
5.6.1 Arbeitsablaufplanung und Auftragsbearbeitung ... 42
5.6.2 Betriebliche Datenverarbeitung ... 44

Technische Grundlagen

2 2 2 2 **6 Prüfen** ... 47
6.1 Messen ... 47
6.2 Messabweichungen ... 48
6.3 Messgeräte für Längen- und Winkelmessungen ... 48
6.3.1 Maßverkörperungen ... 48
6.3.2 Anzeigende Messgeräte ... 48
6.4 Lehren ... 52
6.4.1 Normallehren ... 52
6.4.2 Grenzlehren ... 52
6.5 Maßtoleranzen ... 53
6.6 ISO-Passungen und ISO-Toleranzsystem ... 54
6.6.1 Passungen ... 54
6.6.2 Toleranzsystem ... 54

2 2 2 2 **7 Fertigungsverfahren – Übersicht** ... 56

2 2 2 2 **8 Urformen** ... 57
8.1 Urformen von Werkstücken aus Metallen ... 57
8.1.1 Urformen aus dem flüssigen Zustand (Gießen) ... 57
8.1.2 Urformen aus dem festen Zustand ... 58
8.2 Urformen von Werkstücken aus Kunststoffen ... 58

9 Umformen ... 59
9.1 Druckumformen ... 59
9.1.1 Schmieden ... 59
9.1.2 Walzen ... 59
9.2 Zugdruckumformen ... 59
9.3 Biegeumformen ... 60
9.3.1 Biegevorgang ... 60
9.3.2 Biegeverfahren ... 60

10 Trennen ... 61
10.1 Trennverfahren ... 61
10.2 Werkzeuge zum Trennen ... 61
10.2.1 Kräfte und ihre zeichnerische Darstellung ... 61
10.2.2 Trennkräfte in Abhängigkeit vom Keilwinkel ... 62
10.2.3 Der Keilwinkel in Abhängigkeit von der Werkstofffestigkeit ... 62
10.3 Zerteilen ... 62
10.3.1 Keilschneiden ... 62
10.3.2 Scherschneiden ... 63
10.4 Spanen ... 63
10.4.1 Sägen ... 63
10.4.2 Feilen ... 64
10.4.3 Bohren ... 65
10.4.4 Senken ... 66
10.4.5 Reiben ... 66
10.4.6 Gewindeherstellung ... 67
10.4.7 Weitere spanende Bearbeitungsverfahren ... 68
10.5 Abtragen ... 69

11 Fügen ... 70
11.1 Klemmverbindungen ... 70
11.2 Pressverbindungen ... 70
11.3 Kegelverbindungen ... 71
11.4 Schraubverbindungen ... 71
11.4.1 Gewindesteigung und Schiefe Ebene ... 71
11.4.2 Kraftzerlegung an der Gewindeflanke ... 72
11.4.3 Gewindebezeichnung ... 72
11.4.4 Gewindearten ... 72
11.4.5 Schrauben- und Mutternarten ... 73
11.4.6 Schrauben- und Mutternwerkstoffe ... 74
11.4.7 Schraubensicherungen ... 74
11.5 Sicherungsscheiben und Sicherungsringe ... 74
11.6 Stiftverbindungen ... 75
11.7 Federverbindungen ... 75
11.8 Profilverbindungen ... 75
11.9 Nietverbindungen ... 75
11.9.1 Nietarten und Nietformen ... 75
11.9.2 Nietvorgang ... 75
11.9.3 Stanznietverbindungen ... 76
11.9.4 Blindnietverbindungen ... 76
11.10 Durchsetzfügen ... 77
11.11 Lötverbindungen ... 78
11.11.1 Lötverfahren ... 78
11.11.2 Lötvorgang ... 78
11.11.3 Flussmittel ... 79
11.11.4 Lotwerkstoffe ... 79
11.12 Schweißverbindungen ... 79
11.12.1 Widerstands-Pressschweißen ... 79
11.12.2 Punktschweißkleben ... 80
11.12.3 Schutzgasschweißen ... 81
11.12.4 Laserstrahlschweißen ... 82
11.12.5 Lichtbogen-Handschweißverfahren ... 82
11.12.6 Schweißnahtformen ... 83
11.12.7 Autogen-Gasschmelzschweißen ... 83
11.13 Klebeverbindungen ... 84
11.13.1 Kleberarten ... 85

12 Stoffeigenschaft ändern ... 86
12.1 Gefügeaufbau ... 86
12.2 Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen ... 86
12.2.1 Glühen ... 86
12.2.2 Härten ... 87
12.2.3 Anlassen ... 88
12.2.4 Vergüten ... 88

13 Werkstoffe und ihre Normung ... 89
13.1 Einteilung der Werkstoffe ... 89
13.2 Physikalische Grundlagen ... 89
13.2.1 Atomaufbau ... 89
13.2.2 Zustandsformen der Werkstoffe ... 90
13.3 Chemische Grundlagen ... 90
13.3.1 Chemische Verbindungen ... 90

Lernfeldzuordnung: Personenkraftwagentechnik · Nutzfahrzeugtechnik · Motorradtechnik · Fahrzeugkommunikationstechnik

* Übergreifende Themen für verschiedene Lernfelder

13.3.2 Stoffgemische ... 90
13.4 Werkstoffeigenschaften ... 90
13.4.1 Physikalische Eigenschaften ... 90
13.4.2 Technologische Eigenschaften ... 92
13.4.3 Chemische Eigenschaften ... 93
13.4.4 Ökologische Eigenschaften ... 93
13.5 Eisen und Stahl ... 93
13.6 Normung der Stahl- und Eisenwerkstoffe ... 94
13.6.1 Kurznamen für Stähle nach DIN EN 10027 ... 94
13.6.2 Werkstoffnummern für Stähle nach DIN EN 10027 ... 95
13.7 Einteilung der Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoffe ... 96
13.7.1 Bezeichnung der Gusswerkstoffe ... 96
13.8 Schwermetalle und ihre Legierungen ... 97
13.8.1 Kupfer ... 97
13.8.2 Kupferlegierungen ... 97
13.8.3 Weitere Schwermetalle ... 97
13.9 Leichtmetalle und ihre Legierungen ... 98
13.9.1 Aluminium ... 98
13.9.2 Magnesium ... 98
13.9.3 Titan ... 98
13.10 Nichtmetallische Werkstoffe ... 98
13.10.1 Kunststoffe ... 98
13.10.2 Glas ... 99
13.10.3 Gummi ... 99
13.10.4 Keramische Werkstoffe ... 99
13.11 Verbundstoffe ... 100
13.11.1 Faserverstärkte Kunststoffe ... 100
13.11.2 Gesinterte Werkstoffe ... 100

4 4 4 **14 Steuerungs-, Regelungs- und Informationstechnik** ... 101
14.1 Grundlagen ... 101
14.1.1 Steuerung ... 101
14.1.2 Regelung ... 102
14.1.3 Signalfluss ... 102
14.1.4 EVA-Prinzip ... 103
14.1.5 Signalformen ... 103
14.1.6 Signalwandler ... 103
14.1.7 Sensoren ... 104
14.1.8 Aktoren ... 104
14.2 Steuerungsarten ... 104
14.2.1 Mechanische Steuerungen ... 104
14.2.2 Hydraulische und pneumatische Steuerungen ... 105
14.2.3 Elektrische Steuerungen ... 108
14.2.4 Elektronische Steuerungen ... 109
14.3 Schaltungen der Steuerungstechnik ... 110
14.3.1 Grundfunktionen ... 110
14.3.2 Ablaufsteuerungen ... 110
14.4 Informationstechnik ... 111
14.4.1 Zahlensysteme in der Datenverarbeitung ... 112
14.4.2 Aufbau eines Computersystems ... 113
14.4.3 Periphere Speicher ... 115
14.4.4 Computersoftware ... 116
14.4.5 Vernetzte Computersysteme ... 116
14.4.6 Bundesdatenschutzgesetz ... 117

Betriebs- und Hilfsstoffe

1/8 1/8 1/8 **15 Kraftstoffe** ... 119
15.1 Erdöl ... 119
15.2 Kraftstoffherstellung aus Erdöl ... 119
15.2.1 Thermisches Cracken ... 119
15.2.2 Katalytisches Cracken ... 120
15.2.3 Hydro-Cracken ... 120
15.3 Ottokraftstoffe ... 120
15.4 Dieselkraftstoffe ... 121
15.5 Alternative Kraftstoffe ... 122
15.6 Gefahrenklassen der Kraftstoffe ... 123

1/6 1/6 1/6 **16 Schmieröle und Schmierfette** ... 124
16.1 Aufgaben der Schmieröle ... 124
16.2 Anforderungen an Schmieröle ... 124
16.3 Arten der Schmieröle ... 124
16.4 Einteilung der Schmieröle in Viskositätsklassen (SAE-Klassen) ... 125
16.5 Einteilung der Schmieröle in API-Klassifikationen ... 126
16.6 Einteilung der Motoröle nach ACEA ... 126
16.7 Additive ... 126
16.8 Schmierfette und feste Schmierstoffe ... 127

1/6 1/6 1/6 13 13 13 **17 Gefrierschutz- und Kältemittel** ... 128
17.1 Gefrierschutzmittel ... 128
17.2 Kältemittel ... 128

1/10 1/10 1/10 **18 Bremsflüssigkeit** ... 129

Elektrische und elektronische Anlagen

19 Grundlagen der Elektrotechnik ... 131 3 3 3 3
19.1 Elektrischer Strom ... 131
19.2 Elektrische Spannung ... 131
19.3 Elektrischer Widerstand ... 132
19.4 Einfacher elektrischer Stromkreis ... 132
19.5 Ohmsches Gesetz ... 133
19.6 Messen elektrischer Größen ... 133
19.7 Messgeräte ... 134
19.7.1 Vielfachmessgeräte ... 134
19.7.2 Strommesszangen ... 135
19.7.3 Oszilloskop ... 136
19.7.4 Motortester ... 137
19.8 Schaltungen elektrischer Verbraucher ... 138
19.8.1 Reihenschaltung ... 138
19.8.2 Parallelschaltung ... 138
19.9 Elektrische Arbeit und Leistung ... 139
19.10 Schutzmaßnahmen gegen die Gefahren des elektrischen Stromes ... 139
19.11 Magnetismus ... 141
19.11.1 Dauermagnetismus ... 141
19.11.2 Elektromagnetismus ... 141
19.12 Elektromagnetische Induktion ... 142
19.12.1 Generatorprinzip ... 142
19.12.2 Transformatorprinzip ... 143
19.12.3 Selbstinduktion ... 144
19.12.4 Wirbelströme ... 145
19.13 Elektrische und elektronische Bauelemente ... 145
19.13.1 Relais ... 145
19.13.2 Widerstände ... 147
19.13.3 Kondensatoren ... 147
19.13.4 Sicherungen ... 148
19.13.5 Dioden ... 148
19.13.6 Transistoren ... 151
19.13.7 Thyristoren ... 153
19.13.8 Diskrete, integrierte und Hybrid-Schaltungen ... 154

20 Starterbatterie ... 155 5 5 5 5
20.1 Aufbau der Starterbatterie ... 155
20.2 Grundprinzip der Starterbatterie ... 155
20.2.1 Laden der Batteriezelle ... 155
20.2.2 Entladen der Batteriezelle ... 156
20.3 Bauarten der Starterbatterie ... 156
20.3.1 Geschlossene Starterbatterie ... 156
20.3.2 Verschlossene Starterbatterie ... 157
20.3.3 Sonderausführungen der Starterbatterie ... 157
20.4 Kennzeichnung der Starterbatterie ... 158
20.5 Wartung und Diagnose ... 159
20.5.1 Prüfung des Ladezustandes der Batterie ... 159
20.5.2 Laden der Batterie ... 159
20.5.3 Batteriesensor ... 160
20.5.4 Sicherheits-Batterieklemme ... 160
20.5.5 Entsorgung der Batterien ... 160

21 Generator ... 161 5 5 5 5
21.1 Grundaufbau und Wirkungsweise des Generators ... 161
21.2 Drehstromgenerator ... 161
21.2.1 Aufbau und Wirkungsweise des Drehstromgenerators ... 161
21.2.2 Gleichrichtung im Drehstromgenerator ... 164
21.2.3 Stromkreise des Drehstromgenerators ... 165
21.3 Generatorregelung ... 166
21.3.1 Grundprinzip der Regelung ... 166
21.3.2 Elektronische Regler ... 166
21.4 Sonderbauformen von Generatoren ... 167
21.5 Wartung und Diagnose ... 168

22 Startanlage ... 169 5 5 5 5
22.1 Aufbau und Wirkungsweise der Startanlage ... 169
22.1.1 Wirkungsweise des Startermotors ... 169
22.1.2 Aufbau und Schaltung des Startermotors ... 170
22.2 Starterarten ... 172
22.2.1 Schub-Schraubtrieb-Starter ... 172
22.3 Start-Stopp-Funktion ... 174
22.4 Wartung und Diagnose ... 174

23 Beleuchtungs- und Signalanlage ... 175 3 3 3 3
23.1 Gesetzliche Vorschriften ... 175
23.2 Lichtquellen ... 175
23.2.1 Glühlampen ... 175
23.2.2 Halogenlampen ... 175
23.2.3 Xenon-Lampen ... 176
23.2.4 Leuchtdioden ... 176
23.3 Beleuchtungsanlage ... 176
23.3.1 Scheinwerferreflektoren ... 176

23.3.2 Scheinwerfer für Fern- und Abblendlicht ... 177
23.3.3 Scheinwerfer für Fern-, Abblend- oder Nebellicht ... 178
23.3.4 Leuchtweitenregulierung ... 179
23.3.5 Abbiege- und Kurvenlicht ... 180
23.3.6 Scheinwerfereinstellung ... 180
23.4 Signalanlage ... 181
23.4.1 Fahrtrichtungsanzeiger ... 181
23.4.2 Warnblinkanlage ... 182
23.4.3 Signalhornanlage ... 182
23.4.4 Lichthupe ... 183

Motormechanik

6 6 6 6 **24 Grundprinzip des Viertakt-Ottomotors** ... 185
24.1 Grundsätzlicher Aufbau ... 186
24.2 Physikalische Grundlagen ... 186
24.2.1 Druck ... 186
24.2.2 Gasgesetze ... 186
24.3 Vorgänge während der vier Takte eines Viertakt-Ottomotors mit Saugrohreinspritzung ... 187
24.3.1 Ansaugtakt ... 187
24.3.2 Verdichtungstakt ... 188
24.3.3 Arbeitstakt ... 188
24.3.4 Ausstoßtakt ... 189
24.4 p-V-Diagramm ... 189
24.4.1 Mittlerer Kolbendruck ... 190
24.5 Kenngrößen des Verbrennungsmotors ... 191
24.5.1 Effektiver Wirkungsgrad ... 191
24.5.2 Verdichtungsverhältnis ... 191
24.5.3 Liefergrad ... 192
24.6 Klopfende Verbrennung ... 192

6 6 6 6 **25 Grundprinzip des Viertakt-Dieselmotors** ... 194
25.1 Vorgänge während der vier Takte ... 194
25.2 Zündverzug ... 196
25.3 Ideales Arbeitsspiel ... 196
25.4 Gemischbildung und Verbrennung ... 197
25.5 Verbrennungsverfahren ... 198
25.5.1 Indirekte Einspritzung ... 198
25.5.2 Direkte Einspritzung ... 198
25.6 Vergleich zwischen Otto- und Dieselmotor ... 199
25.7 Starthilfsanlagen ... 199
25.7.1 Vorglühanlage mit Glühkerzen ... 199
25.7.2 Flammstartanlage ... 201

6 6 6 6 **26 Äußerer Aufbau des Hubkolbenmotors** ... 202
26.1 Zylinderkopf ... 202
26.2 Zylinderkopfdichtung ... 203
26.3 Zylinder ... 205
26.3.1 Anordnung der Zylinder ... 205
26.3.2 Zündfolgen von Hubkolbenmotoren ... 205
26.3.3 Flüssigkeitsgekühlte Zylinder ... 206
26.3.4 Luftgekühlte Zylinder ... 207
26.3.5 Zylinderverschleiß ... 207
26.4 Kurbel- und Zylinderkurbelgehäuse ... 208
26.5 Motoraufhängung ... 209

6 6 6 6 **27 Kurbeltrieb** ... 210
27.1 Bewegungen am Kurbeltrieb ... 210
27.2 Kräfte am Kurbeltrieb ... 210
27.3 Kolben ... 211
27.3.1 Bezeichnungen am Kolben ... 211
27.3.2 Temperaturen am Kolben ... 212
27.3.3 Kolbenformen, Kolben-Einbauspiel ... 212
27.3.4 Kolbenwerkstoffe, Kolbenherstellung ... 213
27.3.5 Kolbenlaufflächenschutz ... 214
27.4 Kolbenringe ... 215
27.4.1 Kolbenringwerkstoffe ... 216
27.4.2 Kolbenringformen ... 216
27.4.3 Stoßspiel, Höhenspiel ... 216
27.5 Kolbenbolzen ... 217
27.6 Pleuelstange ... 218
27.6.1 Werkstoffe und Fertigung ... 218
27.6.2 Pleuellager ... 218
27.7 Kurbelwelle ... 219
27.7.1 Werkstoffe und Fertigung ... 220
27.7.2 Schwingungsdämpfer und Schwingungstilger ... 221
27.8 Kurbelwellen-Gleitlager ... 221
27.9 Schwungrad ... 222

6 6 6 6 **28 Motorsteuerung** ... 224
28.1 Wirkungsweise der Motorsteuerung ... 224
28.2 Bauteile der Motorsteuerung ... 224
28.2.1 Antrieb der Nockenwelle ... 224
28.2.2 Nockenwelle ... 226
28.2.3 Stößel ... 227
28.2.4 Kipp- und Schlepphebel ... 228
28.2.5 Stoßstangen ... 229
28.2.6 Ventile ... 229
28.2.7 Ventilsitz ... 230
28.2.8 Ventilführung ... 231
28.2.9 Ventilfeder ... 231
28.2.10 Ventilfederteller und Kegelstücke ... 232
28.2.11 Ventildrehvorrichtung (Rotocap) ... 232
28.3 Wartung und Diagnose ... 232
28.4 Verbesserung des Liefergrades (Füllungsgrades) ... 234
28.4.1 Mehrventiltechnik ... 234
28.4.2 Schaltsaugrohre ... 234
28.4.3 Variable Ventilsteuerungen ... 235
28.4.4 Abgasturboaufladung ... 237
28.4.5 Aufladung mit Drehkolbengebläse (Rootsgebläse) ... 241

29 Kraftstoffförderanlage ... 242
29.1 Bauteile der Kraftstoffförderanlage für Ottomotoren ... 242
29.1.1 Kraftstoffbehälter ... 242
29.1.2 Kraftstoffförderpumpen ... 243
29.1.3 Kraftstofffilter ... 244
29.1.4 Einrichtungen zur Entlüftung und Dichtheitsprüfung ... 245
29.1.5 Kraftstoffleitungen ... 245
29.1.6 Kraftstoffördermodul ... 245
29.2 Wartung und Diagnose ... 245

30 Filter ... 246
30.1 Filterwirkung und Filterarten ... 246
30.1.1 Siebfilter ... 246
30.1.2 Faserfilter ... 246
30.1.3 Nassfilter ... 247
30.1.4 Zentrifugalfilter ... 247
30.1.5 Magnetabscheider ... 247
30.2 Anwendungsgebiete für Filter ... 247
30.2.1 Luftfilter ... 247
30.2.2 Kraftstofffilter ... 248
30.2.3 Schmierölfilter ... 249
30.2.4 Hydraulikfilter ... 250
30.2.5 Innenraumfilter ... 250
30.3 Wartung und Diagnose ... 250

31 Schmierung ... 251
31.1 Reibung ... 251
31.1.1 Festkörperreibung ... 251
31.1.2 Flüssigkeitsreibung ... 252
31.2 Arten der Motorschmierung ... 253
31.3 Bauteile der Motorschmierung ... 253
31.3.1 Ölpumpe ... 253
31.3.2 Ölfilter ... 255
31.3.3 Ölkühler ... 255
31.3.4 Kontrollgeräte ... 255
31.4 Wartung und Diagnose ... 256

32 Kühlung ... 257
32.1 Aufgabe der Kühlung ... 257
32.2 Grundprinzip der Kühlung ... 257
32.2.1 Wärmeleitung ... 257
32.2.2 Wärmeströmung ... 258
32.2.3 Wärmestrahlung ... 258
32.2.4 Änderung des Aggregatzustands ... 258
32.2.5 Wärmemenge ... 258
32.3 Arten der Kühlung ... 259
32.3.1 Luftkühlung ... 259
32.3.2 Flüssigkeitskühlung ... 259
32.4 Bauteile der Motorkühlung ... 260
32.4.1 Flüssigkeitskühler ... 260
32.4.2 Lüfter ... 260
32.4.3 Kühlmittelpumpe ... 261
32.4.4 Kühlerverschlussdeckel ... 262
32.4.5 Kühlmittelthermostat ... 262
32.4.6 Ölkühler ... 263
32.5 Wartung und Diagnose ... 263

Motormanagementsysteme

33 Zündanlagen ... 265
33.1 Grundlagen der Transistor-Batteriezündanlagen ... 265
33.1.1 Erzeugung der Zündspannung und des Zündfunkens ... 265
33.1.2 Zündsteuergerät und Zündimpulsgeber ... 266
33.1.3 Schließzeit und Schließwinkel ... 266
33.1.4 Transistorschaltungen ... 266
33.2 Bauteile der Transistor-Batteriezündanlagen ... 267
33.2.1 Zündspulen ... 267
33.2.2 Zündverteiler ... 268

Lernfeldzuordnung: Personenkraftwagentechnik Nutzfahrzeugtechnik Motorradtechnik Fahrzeugkommunikationstechnik
* Übergreifende Themen für verschiedene Lernfelder

33.2.3 Zündkerze ... 269
33.3 Transistor-Batteriezündanlagen ... 271
33.3.1 Transistor-Batteriezündanlage mit Induktivgeber ... 271
33.3.2 Transistor-Batteriezündanlage mit Hallgeber ... 272
33.4 Zündzeitpunktverstellung ... 273
33.4.1 Grundlagen ... 273
33.4.2 Mechanische Zündzeitpunktverstellung ... 274
33.4.3 Elektronische Zündzeitpunktverstellung (Kennfeldzündung) ... 275
33.5 Elektronische Primärstrombegrenzung, Schließwinkelregelung und Ruhestromabschaltung ... 277
33.5.1 Primärstrombegrenzung ... 277
33.5.2 Schließwinkelregelung und Ruhestromabschaltung ... 278
33.6 Elektronische Klopfregelung ... 279
33.7 Vollelektronische Transistor-Batteriezündanlage ... 281
33.7.1 Einzelfunken-Zündspulen ... 281
33.7.2 Zweifunken-Zündspulen ... 281
33.7.3 Vierfunken-Zündspulen ... 282
33.7.4 Zündauslösung ... 283
33.7.5 Doppelzündung ... 283
33.8 Verbrennungsaussetzer-Erkennung ... 284
33.9 Kondensator-Batteriezündanlage ... 285
33.9.1 Aufbau ... 285
33.9.2 Wirkungsweise ... 285
33.10 Spannungsverlauf i. d. Transistor-Batteriezündanlagen ... 286
33.11 Wartung und Diagnose ... 287
33.11.1 Prüfung und Einstellung von Zündanlagen ... 287
33.11.2 Fehlerbestimmung mit dem Zündoszilloskop ... 288

7 7 7 7 **34 Einspritzanlagen für Ottomotoren** ... 289
34.1 Luftverhältnis ... 289
34.2 Betriebszustände ... 289
34.3 Arten der Einspritzanlagen ... 290
34.4 Aufbau und Wirkungsweise elektron. Einspritzanlagen ... 291
34.4.1 Kraftstoffsysteme für die indirekte Einspritzung ... 292
34.4.2 Ansaugsysteme ... 294
34.4.3 Steuerung elektronischer Einspritzanlagen ... 295
34.5 Indirekte Einspritzanlagen ... 296
34.5.1 KE-Jetronic ... 296
34.5.2 Mono-Jetronic ... 297
34.5.3 L-Jetronic ... 298
34.5.4 Kombinierte Zünd- und Gemischbildungssysteme ... 299
34.6 Direkte Einspritzanlagen ... 301
34.6.1 Betriebsarten ... 301
34.6.2 Aufbau und Wirkungsweise einer Direkteinspritzanlage ... 303

7 7 7 7 **35 Einspritzanlagen für Pkw-Dieselmotoren** ... 307
35.1 Elektronische Dieselregelung (EDC) ... 307
35.2 Elektronisch geregelte Verteilereinspritzpumpe (Radialkolbenpumpe) ... 308
35.2.1 Kraftstoffversorgung ... 308
35.2.2 Hochdruckerzeugung ... 308
35.2.3 Einspritzmengenregelung ... 309
35.2.4 Spritzbeginnverstellung ... 309
35.2.5 Wartung und Diagnose an der Verteilereinspritzpumpe ... 310
35.3 Einspritzdüse und Düsenhalterkombination ... 311
35.3.1 Lochdüse ... 311
35.3.2 Beanspruchung der Einspritzdüse ... 312
35.3.3 Düsenhalter ... 312
35.3.4 Prüf- und Messgeräte ... 313
35.4 Pumpe-Düse-Systeme ... 313
35.4.1 Kraftstoffversorgung ... 313
35.4.2 Hochdruckteil ... 314
35.5 Common-Rail-System ... 316
35.5.1 Hochdrucksystem ... 317
35.6 Wartung und Diagnose ... 319

7 7 7 7 **36 Leistungsmessung und Motorkennlinien** ... 321
36.1 Aufbau und Wirkungsweise der Leistungsbremse ... 321
36.2 Motorkennlinien ... 322
36.2.1 Ermittlung der Motorkennlinien ... 322
36.2.2 Auswertung der Motorkennlinien ... 323
36.3 Rollen-Leistungsprüfstand ... 323

8 8 8 8 14 14 **37 Abgassysteme und Schadstoffminderung** ... 325
37.1 Aufbau der Abgassysteme ... 325
37.2 Schalldämpfer ... 325
37.2.1 Schall ... 325
37.2.2 Schalldämpfung ... 326
37.3 Schadstoffminderung ... 327
37.3.1 Aufbau des Abgaskatalysators ... 328
37.3.2 Wirkungsweise des Abgaskatalysators ... 328
37.3.3 Abgasrückführung (AGR-System) ... 330
37.3.4 Sekundärluftsystem ... 330
37.4 Schadstoffminderung bei Dieselmotoren ... 330
37.4.1 Innermotorische Maßnahmen ... 331
37.4.2 Abgasnachbehandlung ... 331
37.5 Abgasuntersuchung (AU) ... 334
37.6 Wartung und Diagnose ... 334

Kraftübertragungssysteme

38 Antriebsarten ... 337 9 9 9 9
38.1 Vorderradantrieb ... 337
38.2 Hinterradantrieb ... 337
38.2.1 Frontmotorantrieb ... 337
38.2.2 Transaxleantrieb ... 337
38.2.3 Heckmotorantrieb ... 338
38.2.4 Mittelmotorantrieb ... 338
38.2.5 Unterflurmotorantrieb ... 338
38.3 Allradantrieb ... 338

39 Kupplung ... 339 9 9 9 9
39.1 Reibungskupplungen ... 339
39.1.1 Physikalische Grundlagen ... 339
39.1.2 Einscheiben-Trockenkupplung mit Membranfeder ... 340
39.1.3 Einscheiben-Trockenkupplung mit Schraubenfedern ... 342
39.1.4 Vergleich zwischen Membranfeder- und Schraubenfederkupplung ... 342
39.1.5 Zweischeiben-Trockenkupplung mit Schraubenfedern ... 343
39.1.6 Kupplungsscheiben für Trockenkupplungen ... 343
39.1.7 Mehrscheibenkupplung ... 344
39.1.8 Doppelkupplung ... 345
39.2 Betätigungseinrichtung ... 346
39.2.1 Kupplungsbetätigung mit Seilzug ... 346
39.2.2 Hydraulische Kupplungsbetätigung ... 346
39.2.3 Ausrücker ... 347
39.2.4 Kupplungsspiel ... 348
39.3 Elektronisches Kupplungsmanagement (EKM) ... 348
39.4 Wartung und Diagnose ... 349

40 Wechselgetriebe ... 350 9 9 9 9
40.1 Drehmomentwandlung ... 350
40.2 Drehzahlwandlung ... 351
40.3 Idealer Verlauf des Drehmoments an der Antriebsachse 351
40.4 Wechselgetriebearten ... 352
40.4.1 Schieberadgetriebe ... 352
40.4.2 Schaltmuffengetriebe ... 352
40.5 Synchronisiereinrichtungen ... 353
40.5.1 Sperrsynchronisierung mit Einfachkonus ... 354
40.5.2 Sperrsynchronisierung mit Doppelkonus ... 354
40.5.3 Sperrsynchronisierung mit Dreifachkonus ... 356
40.5.4 Sperrsynchronisierung mit Außenkonus-Synchronkegel ... 356
40.5.5 Sperrsynchronisierung mit Lamellen ... 357
40.6 Wechselgetriebe für Vorderradantrieb ... 357
40.7 Bauteile des Getriebes ... 358
40.7.1 Zahnräder ... 358
40.7.2 Wälzlager ... 360
40.7.3 Wellendichtringe ... 360
40.8 Wartung und Diagnose ... 360

41 Automatische Getriebe ... 362 9 9 9 9
41.1 Automatisierte Schaltgetriebe ... 362
41.2 Doppelkupplungsgetriebe ... 363
41.2.1 Aufbau ... 363
41.2.2 Wirkungsweise ... 365
41.3 Automatikgetriebe ... 365
41.3.1 Hydrodynamischer Drehmomentwandler ... 365
41.3.2 Planetengetriebe ... 368
41.3.3 Automatikgetriebe mit Planetenradsätzen ... 369
41.3.4 Automatikgetriebe mit Stirnrädern ... 375
41.4 Stufenloses Getriebe ... 376

42 Radantrieb ... 379 9 9 9 9
42.1 Achsgetriebe ... 379
42.1.1 Kegelradgetriebe ... 379
42.1.2 Stirnradgetriebe ... 381
42.2 Ausgleichsgetriebe ... 381
42.2.1 Grundprinzip des Ausgleichsgetriebes ... 381
42.2.2 Aufbau/Wirkungsweise des Kegelradausgleichsgetriebes 382
42.3 Ausgleichssperren ... 382
42.3.1 Schaltbare Ausgleichssperren ... 383
42.3.2 Automatische Ausgleichssperren ... 383
42.3.3 Torsen-Ausgleichsgetriebe ... 384
42.3.4 Ausgleichsgetriebe für Allradantrieb ... 384
42.4 Gelenkwellen ... 385
42.4.1 Grundaufbau der Gelenkwellen ... 385
42.4.2 Gelenkarten ... 385
42.4.3 Gelenkwellen-Lager ... 388
42.5 Wartung und Diagnose ... 388

5/6 5/6 9 **43 Alternative Antriebe** ... 390
43.1 Kreiskolbenmotor ... 390
43.1.1 Aufbau des Kreiskolbenmotors ... 390
43.1.2 Wirkungsweise des Kreiskolbenmotors ... 390
43.2 Elektroantrieb ... 391
43.3 Hybridantrieb ... 392
43.4 Betrieb mit alternativen Kraftstoffen ... 393
43.4.1 Erdgasbetrieb ... 393
43.4.2 Pflanzenölbetrieb ... 394
43.4.3 Wasserstoffbetrieb ... 394

Fahrwerks- und Bremssysteme

10 10 10 **44 Achsgeometrie** ... 397
44.1 Fahrzeugdrehbewegungen ... 397
44.2 Eigenlenkverhalten ... 398
44.3 Radstellungen ... 399
44.3.1 Spurweite und Radstand ... 399
44.3.2 Gesamtspur, Vorspur und Nachspur ... 399
44.3.3 Sturz ... 400
44.3.4 Lenkrollhalbmesser ... 401
44.3.5 Spreizung ... 401
44.3.6 Vorlauf und Nachlauf ... 402
44.3.7 Spurdifferenzwinkel ... 402
44.4 Elektronische Achsvermessung ... 402
44.4.1 Niveauprüfung des Messplatzes ... 403
44.4.2 Messwertaufnehmer ... 403
44.4.3 Ablauf der Achsvermessung ... 403

10 10 10 **45 Lenkung** ... 405
45.1 Lenkungsarten ... 405
45.1.1 Drehschemel-Lenkung ... 405
45.1.2 Achsschenkel-Lenkung ... 405
45.2 Lenktrapez ... 406
45.3 Bauteile der Lenkung ... 406
45.3.1 Lenkgestänge ... 406
45.3.2 Lenkgetriebe ... 407
45.3.3 Lenksäule ... 408
45.3.4 Lenkungsdämpfer ... 409
45.4 Hilfskraftlenkung ... 409
45.4.1 Servolenkung ... 409
45.4.2 Servotronic ... 410
45.4.3 Servolectric ... 410
45.4.4 Aktivlenkung ... 411
45.5 Wartung und Diagnose ... 413

10 10 10 10 **46 Federung** ... 414
46.1 Grundprinzip der Federung ... 414
46.2 Grundaufbau der Federung ... 415
46.3 Arten der Fahrzeugfederung ... 416
46.3.1 Stahlfederung ... 416
46.3.2 Luftfederung ... 419
46.3.3 Hydropneumatische Federung ... 420
46.3.4 Gummifederung ... 420

10 10 10 10 **47 Schwingungsdämpfung** ... 421
47.1 Grundprinzip der Schwingungsdämpfung ... 421
47.2 Kennlinien von Schwingungsdämpfern ... 422
47.3 Einrohrschwingungsdämpfer ... 423
47.4 Zweirohrschwingungsdämpfer ... 423
47.5 Federbein ... 424
47.6 Verstellbare Schwingungsdämpfer ... 424
47.7 Niveauregulierung ... 425
47.8 Aktive Fahrwerkssysteme ... 426
47.8.1 Aktive Schwingungsdämpfersysteme ... 426
47.8.2 Aktive Federungssysteme ... 429
47.9 Wartung und Diagnose ... 431

10 10 10 **48 Radaufhängung** ... 432
48.1 Bauteile der Radaufhängung ... 432
48.1.1 Lenker ... 432
48.1.2 Lenkerlagerungen ... 432
48.1.3 Panhardstab ... 434
48.1.4 Radlager ... 434
48.2 Arten der Radaufhängung ... 435
48.2.1 Einzelradaufhängung (Vorderachse) ... 435
48.2.2 Einzelradaufhängung (Hinterachse) ... 436
48.2.3 Starrachsen ... 438
48.3 Wartung und Diagnose ... 438

10 10 10 10 **49 Räder und Reifen** ... 439
49.1 Radscheiben ... 439
49.2 Radbefestigung ... 440
49.3 Felgen ... 440
49.3.1 Tiefbettfelge ... 440
49.3.2 Felgenbezeichnungen ... 441
49.4 Reifen ... 441
49.4.1 Anforderungen an den Reifen ... 441
49.4.2 Reifenbauarten ... 441
49.4.3 Reifenaufbau ... 442
49.4.4 Reifenbezeichnungen und -abmessungen ... 442
49.4.5 Sicherheitssysteme ... 443
49.4.6 Aquaplaning ... 445
49.4.7 Radunwucht ... 446
49.4.8 Ventile ... 447
49.4.9 Schläuche ... 447
49.5 Wartung und Diagnose ... 447

50 Grundlagen der Bremsen ... 449 10 10 14 14
50.1 Gesetzliche Bestimmungen ... 449
50.1.1 Arten von Bremsanlagen (§ 41 StVZO) ... 449
50.1.2 Bremsleuchten (§ 53 StVZO) ... 449
50.1.3 Untersuchungen (§ 29 StVZO) ... 449
50.2 Bremsvorgang ... 450
50.2.1 Physikalische Grundlagen ... 450
50.2.2 Zeitlicher Ablauf des Bremsvorgangs ... 451
50.3 Hydraulische Bremsanlagen ... 451
50.3.1 Physikalisches Prinzip ... 451
50.3.2 Zweikreis-Bremsanlagen ... 452

51 Hydraulische Bremsanlage ... 453 10 10
51.1 Hauptzylinder ... 453
51.1.1 Tandem-Hauptzylinder ... 453
51.1.2 Gestufter Tandem-Hauptzylinder ... 454
51.1.3 Tandem-Hauptzylinder mit gefesselter Kolbenfeder ... 455
51.2 Bremskraftverstärker ... 455
51.2.1 Saugluft-Bremskraftverstärker ... 455
51.2.2 Druckluft-Bremskraftverstärker ... 455
51.2.3 Hydraulik-Bremskraftverstärker ... 456
51.3 Elektro-hydraulische Bremse ... 456
51.4 Bremskraftübertragungseinrichtungen ... 457
51.4.1 Bremsleitungen ... 457
51.4.2 Bremsgestänge und Bremsseilzug ... 457
51.5 Trommelbremsen ... 457
51.5.1 Aufbau und Wirkungsweise ... 457
51.5.2 Bremstrommeln ... 458
51.5.3 Spannvorrichtungen ... 458
51.5.4 Bremsbacken und Bremsbeläge ... 458
51.5.5 Nachstellvorrichtungen ... 458
51.5.6 Anordnung der Bremsbacken ... 459
51.6 Scheibenbremsen ... 460
51.6.1 Aufbau und Wirkungsweise ... 460
51.6.2 Bremsscheibe ... 460
51.6.3 Bremsbeläge ... 461
51.6.4 Bremssattelarten ... 461
51.6.5 Lüftspiel ... 462
51.7 Feststellbremse ... 462
51.8 Vergleich: Trommel- und Scheibenbremse ... 463
51.9 Wartung und Diagnose ... 463

52 Elektronisch geregelte Bremssysteme ... 465 10 10
52.1 Physikalische Grundlagen ... 465
52.1.1 Kräfte am Rad ... 465
52.1.2 Schlupf am Rad ... 465
52.2 Anti-Blockier-System ... 466
52.2.1 Aufbau eines ABS ... 466
52.2.2 ABS-Prinzipien ... 467
52.2.3 Wirkungsweise des Rückförder-Prinzips ... 468
52.2.4 ABS-Steuergerät ... 469
52.2.5 Arten der ABS-Regelung ... 469
52.2.6 ABS-Bremsanlagen ... 469
52.3 Antriebs-Schlupf-Regelung ... 470
52.3.1 Aufbau und Wirkungsweise ... 470
52.3.2 Motoreingriff ... 470
52.3.3 Motor- und Bremseneingriff ... 471
52.4 Elektronisches Stabilitäts-Programm ... 471
52.4.1 Spurstabilität ... 472
52.4.2 Aufbau und Wirkungsweise ... 472
52.4.3 ESP-Regelungen ... 472
52.4.4 Adaptive Bremse ... 473
52.5 Bremsassistent ... 473
52.5.1 Aufbau und Wirkungsweise ... 474
52.5.2 Bremsdruckregelung ... 474
52.6 Adaptive Reisegeschwindigkeitsregelung ... 475
52.6.1 Aufbau und Wirkungsweise ... 475
52.6.2 Systemeingriffe ... 476
52.6.3 Systemgrenzen ... 476
52.7 Wartung und Diagnose ... 476

Lernfeldzuordnung: Personenkraftwagentechnik | Nutzfahrzeugtechnik | Motorradtechnik | Fahrzeugkommunikationstechnik

* Übergreifende Themen für verschiedene Lernfelder

Fahrzeugaufbau

53 Fahrzeugaufbau ... 479
53.1 Aufgaben des Rahmens u. des selbsttragenden Aufbaus 479
53.2 Gestaltung des Fahrzeugaufbaus ... 479
53.2.1 Selbsttragender Aufbau ... 479
53.2.2 Selbsttragender Aufbau auf einer Trägerkonstruktion ... 480
53.2.3 Geripperahmen ... 480
53.2.4 Leiterrahmen ... 480
53.3 Fahrzeugsicherheit ... 481
53.3.1 Aktive Sicherheit ... 481
53.3.2 Passive Sicherheit ... 481
53.4 Aerodynamik ... 485
53.5 Werkstoffe ... 487
53.5.1 Stahlbleche ... 487
53.5.2 Leichtmetalle ... 488
53.5.3 Kunststoffe ... 488
53.5.4 Glas ... 488
53.6 Leichtbau ... 490
53.6.1 Form-Leichtbau ... 490
53.6.2 Stoff-Leichtbau ... 491
53.7 Gesetzliche Bestimmungen ... 491
53.8 Oberflächenschutz ... 492
53.8.1 Korrosion ... 492
53.8.2 Korrosionsarten ... 492
53.8.3 Korrosionsschutz ... 493
53.8.4 Hohlraumversiegelung ... 495

Krafträder

54 Krafträder ... 497
54.1 Kraftradarten ... 497
54.2 Motor ... 498
54.2.1 Aufbau und Wirkungsweise des Zweitaktmotors ... 498
54.2.2 Vorgänge während eines Arbeitsspiels ... 499
54.2.3 Bauliche Besonderheiten ... 502
54.2.4 Vor- und Nachteile des Zweitaktmotors ... 503
54.3 Gemischbildungssysteme ... 504
54.3.1 Grundlagen des Vergasers ... 504
54.3.2 Aufbau und Wirkungsweise des einfachen Vergasers ... 505
54.3.3 Aufbau und Wirkungsweise des Gleichdruckvergasers ... 506
54.3.4 Schiebervergaser ... 507
54.3.5 Zusatzeinrichtungen für Gleichdruck- u. Schiebervergaser 507
54.3.6 Einspritzanlagen für Motorräder ... 509
54.4 Motorkühlung ... 510
54.5 Motorschmierung ... 510
54.6 Abgasanlage ... 511
54.7 Elektrische Anlage ... 512
54.7.1 Spannungsversorgung ... 512
54.7.2 Zündanlage ... 513
54.7.3 Startanlage ... 513
54.8 Kraftübertragung ... 514
54.8.1 Primärantrieb ... 514
54.8.2 Kupplung ... 514
54.8.3 Getriebe ... 515
54.8.4 Sekundärantrieb ... 516
54.9 Fahrwerk ... 517
54.9.1 Fahrdynamik des Motorrades ... 517
54.9.2 Rahmen ... 517
56.9.3 Lenkung ... 518
54.9.4 Radaufhängung ... 518
54.9.5 Federung und Schwingungsdämpfung ... 520
54.9.6 Bremsen ... 520
54.9.7 Räder und Reifen ... 522

Nutzkraftwagen

55 Nutzkraftwagen ... 525
55.1 Bauformen und gesetzliche Bestimmungen ... 525
55.1.1 Fahrerhaus und Aufbauten ... 528
55.2 Motor ... 528
55.2.1 Aufladung ... 529
55.2.2 Einspritzanlagen ... 529
55.2.3 Elektron. gereg. Hubschieber-Reiheneinspritzpumpe ... 529
55.2.4 Wartung und Diagnose ... 531
55.3 Kraftübertragung ... 533
55.3.1 Kupplung ... 533
55.3.2 Schaltgetriebe ... 533
55.3.3 Automatische Getriebe ... 536
55.3.4 Gelenkwellen ... 536
55.3.5 Achsgetriebe ... 536
55.3.6 Außenplaneten-Getriebe ... 537
55.3.7 Verteilergetriebe ... 537
55.3.8 Nebenantriebe ... 538
55.4 Fahrwerk ... 538
55.4.1 Rahmen ... 538
55.4.2 Radaufhängung ... 539
55.4.3 Lenkung ... 541
55.4.4 Federung ... 543
55.5 Druckluftbremsanlage ... 546
55.5.1 Betriebsbremsanlage und Druckluftversorgung ... 547
55.5.2 Bremszylinder ... 551
55.5.3 Feststellbremsanlage ... 551
55.5.4 Anhängerbremsanlage ... 552
55.6 Anti-Blockier-System (ABS) für Druckluftbremsanlagen ... 554
55.7 Antriebs-Schlupf-Regelung (ASR) für Druckluftbremsanlagen ... 554
55.8 Elektronisch geregeltes Bremssystem (EBS) ... 555
55.9 Druckluftbremsanlage mit hydraulischer Übertragungseinrichtung ... 556
55.10 Dauerbremsanlagen ... 557
55.10.1 Motorbremse mit Auspuffklappe ... 557
55.10.2 Motorbremse mit Konstantdrossel ... 557
55.10.3 Hydrodynamische Retarder ... 557
55.10.4 Elektrodynamische Retarder ... 558
55.11 Radbremsen ... 559
55.11.1 Trommelbremsen ... 559
55.11.2 Scheibenbremsen ... 559
55.12 Räder ... 560
55.12.1 Felgen ... 560
55.12.2 Reifen ... 561
55.13 Koppelsysteme ... 563

Elektronische Systeme und Diagnose

56 Elektronische Systeme und Diagnose ... 565 12 12 12 12
56.1 Aufbau und Wirkungsweise von elektronischen Steuerungssystemen ... 565
56.2 Aufbau und Wirkungsweise von elektronischen Regelungssystemen ... 566
56.3 Sensoren von elektron. Systemen im Kraftfahrzeug ... 567
56.3.1 Positionssensoren ... 568
56.3.2 Drehzahl- und Geschwindigkeitssensoren ... 569
56.3.3 Beschleunigungssensoren ... 572
56.3.4 Drucksensoren ... 573
56.3.5 Kraft- und Drehmomentsensoren ... 574
56.3.6 Durchflussmesser ... 575
56.3.7 Konzentrationssonden ... 576
56.3.8 Temperatursensoren ... 577
56.3.9 Optoelektronische Sensoren ... 578
56.4 Aktoren von elektronischen Systemen im Kraftfahrzeug 579
56.4.1 Magnetventile ... 579
56.4.2 Elektromotoren ... 580
56.4.3 Elektromagnetische Kupplungen ... 581
56.5 Steuergeräte von elektron. Systemen im Kraftfahrzeug ... 582
56.5.1 Signaleingabe ... 582
56.5.2 Signalverarbeitung ... 582
56.5.3 Signalausgabe ... 583
56.5.4 Varianten-Codierung ... 583
56.6 Vernetzung von Steuergeräten ... 583
56.6.1 Konventionelle Datenübertragung ... 583
56.6.2 Serielle Datenübertragung ... 584
56.7 Diagnose an elektronischen Systemen im Kraftfahrzeug 589
56.7.1 Elektrische Mess- und Prüfverfahren ... 589
56.7.2 Hilfsmittel für die Fehlerdiagnose ... 589
56.7.3 Eigendiagnose ... 590

Komfort- und Sicherheitssysteme

57 Komfort- und Sicherheitssysteme ... 593 11 11 11 13 13
57.1 Klimatisierung von Kraftfahrzeugen ... 593
57.1.1 Be- und Entlüftung des Innenraums ... 593
57.1.2 Innenraumheizung ... 594
57.1.3 Klimaanlagen (Innenraumkühlung) ... 594
57.1.4 Wartung und Diagnose ... 597
57.2 Diebstahlschutzsysteme ... 598
57.2.1 Zentralverriegelung ... 598
57.2.2 Elektronische Wegfahrsperren ... 599
57.2.3 Diebstahlwarnanlagen ... 600
57.3 Fahrerinformationssysteme ... 601
57.3.1 Bordcomputer ... 601
57.3.2 Navigationssysteme ... 601
57.3.3 Einparksysteme ... 602
57.3.4 Spurhalte- und Spurwechselsysteme ... 603
57.3.5 Sitz- und Lenkradverstellung ... 603

Sachwortverzeichnis ... 604
Bildquellenverzeichnis ... 623