

1	Service in der Kfz-Werkstatt	S. 12
1.1	Anforderungen an eine moderne Werkstatt und ihre Mitarbeiter	S. 12
1.1.1	Anforderungen der Kunden	S. 12
1.1.2	Anforderungen der Werkstatt an die Mitarbeiter	S. 12
1.2	Aufbau- und Ablauforganisation eines Kfz-Betriebes	S. 13
1.2.1	Qualitätssicherung	S. 13
1.2.2	Aufbauorganisation	S. 13
1.2.3	Ablauforganisation	S. 14
1.3	Auftragsdurchführung	S. 16
1.3.1	Fahrzeugdaten	S. 16
1.3.2	Grundsätze der Auftragsdurchführung	S. 16
1.3.3	Auftragserweiterung	S. 18
1.3.4	Umgang mit Kundeneigentum	S. 19
1.3.5	Hol- und Bringdienst	S. 19
1.3.6	Fahrzeugübergabe	S. 19
1.4	Der Kfz-Mechatroniker im Geschäftsprozess	S. 19
1.4.1	Werkstattkultur	S. 20
1.4.2	Kommunikation in der Werkstatt	S. 20
1.4.3	Nonverbale Kommunikation oder Körpersprache	S. 21
1.4.4	Arbeitstechniken	S. 23
1.4.5	Reklamationen	S. 25
1.5	Schutzmaßnahmen	S. 25
1.6	Umweltschutz in der Werkstatt	S. 27
1.6.1	Organisation des Umweltschutzes in der Werkstatt	S. 27
1.6.2	Sammlung und Entsorgung von Abfällen	S. 27
1.6.3	Abwasser	S. 28
1.6.4	Gefahrstoffe	S. 29
1.6.5	Altlasten, Luft und Lärm	S. 29
1.7	Inspektion mit Ölwechsel	S. 30
1.7.1	Der Kundenauftrag	S. 30
1.7.2	Inspektion eines Fahrzeuges	S. 31
1.7.3	Der Ölwechsel	S. 31

- 2.1 Werkstoffeigenschaften** S. 34
 - 2.1.1 Physikalische Eigenschaften S. 34
 - 2.1.2 Chemische Eigenschaften S. 37
 - 2.1.3 Technologische Eigenschaften S. 38
- 2.2 Aufbau der Werkstoffe** S. 39
 - 2.2.1 Eisenmetalle S. 39
 - 2.2.2 Nichteisenmetalle S. 42
 - 2.2.3 Legierungen S. 43
 - 2.2.4 Kunststoffe S. 43
 - 2.2.5 Verbundwerkstoffe S. 44
 - 2.2.6 Werkstoffe im Kraftfahrzeug S. 44
- 2.3 Werkstoffprüfverfahren** S. 46
 - 2.3.1 Zugversuch S. 46
 - 2.3.2 Dauerschwingversuch S. 46
 - 2.3.3 Härteprüfverfahren S. 46
 - 2.3.4 Zerstörungsfreie Prüfverfahren S. 47
- 2.4 Werkstoffnormung** S. 48
- 2.5 Prüftechnik** S. 53
 - 2.5.1 Bedeutung der Prüftechnik S. 53
 - 2.5.2 Einheiten der Längen- und Winkelprüfung S. 53
 - 2.5.3 Maßabweichungen und Toleranzen S. 54
 - 2.5.4 Längenmessgeräte S. 56
 - 2.5.5 Prüffehler S. 57
 - 2.5.6 Anreißen S. 57
- 2.6 Fertigungsverfahren (außer Fügen)** S. 59
 - 2.6.1 Urformen S. 59
 - 2.6.2 Umformen S. 61
 - 2.6.3 Trennen S. 62
 - 2.6.4 Beschichten S. 73
 - 2.6.5 Stoffeigenschaften ändern S. 73
- 2.7 Fügen** S. 76
 - 2.7.1 Schraubverbindungen S. 76
 - 2.7.2 Stift- und Bolzenverbindungen S. 79
 - 2.7.3 Nabenverbindungen S. 79
 - 2.7.4 Gasschmelzschweißen S. 80
 - 2.7.5 Schutzgas-Schweißen S. 81
 - 2.7.6 Pressschweißen S. 82
 - 2.7.7 Löten S. 83
 - 2.7.8 Kleben S. 84
- 2.8 Das System Kraftfahrzeug** S. 86
 - 2.8.1 Maschinen und Geräte als technische Systeme S. 86
 - 2.8.2 Das System Kraftfahrzeug in Teilfunktionen S. 87

- 3.1 Einführung in die Elektrotechnik** S. 88
 - 3.1.1 Elektrische Eigenschaften der Atome S. 88
 - 3.1.2 Grundgrößen der Elektrotechnik S. 90
 - 3.1.3 Stromarten S. 91
 - 3.1.4 Gleichstromgesetz S. 92
 - 3.1.5 Ohm'sches Gesetz S. 94
 - 3.1.6 Schaltung von Widerständen S. 94
- 3.2 Elektrische Leistung, Arbeit und Wirkungsgrad** S. 97
- 3.3 Wirkungen des elektrischen Stromes** S. 98
 - 3.3.1 Magnetische Wirkung S. 98
 - 3.3.2 Licht- und Wärmewirkung S. 100
 - 3.3.3 Chemische Wirkung S. 101
- 3.4 Elektrische Spannungserzeugung** S. 102
 - 3.4.1 Induktion S. 102
 - 3.4.2 Chemische Reaktion S. 102
 - 3.4.3 Wärme S. 103
 - 3.4.4 Reibung S. 104
 - 3.4.5 Licht S. 104
 - 3.4.6 Kristallpressung S. 104
- 3.5 Elektrische Bauelemente** S. 104
 - 3.5.1 Transformator S. 104
 - 3.5.2 Kondensator S. 105
 - 3.5.3 Schalter, Relais S. 106
 - 3.5.4 Leitung, Sicherung S. 107
 - 3.5.5 Widerstand S. 108
- 3.6 Schutzmaßnahmen** S. 111
 - 3.6.1 Schutzmaßnahmen gegen die Gefahren des elektrischen Stromes S. 111
 - 3.6.2 Stromdurchgang durch den menschlichen Körper S. 111
 - 3.6.3 Maßnahmen zur ersten Hilfe S. 112
- 3.7 Einführung in die Halbleitertechnik** S. 112
- 3.8 Elektronische Bauelemente** S. 115
 - 3.8.1 Diode S. 115
 - 3.8.2 Transistor S. 119
 - 3.8.3 Thyristor S. 123
- 3.9 Integrierte Schaltungen (IC)** S. 124
- 3.10 Kippstufen** S. 126
 - 3.10.1 Astabile Kippstufen S. 126
 - 3.10.2 Monostabile Kippstufen (Mono-Flop) S. 126
 - 3.10.3 Bistabile Kippstufen (Flip-Flop) S. 127
 - 3.10.4 Schmitt-Trigger S. 127
- 3.11 Messgeräte** S. 127
 - 3.11.1 Vielfachmessgeräte (Multimeter) S. 127
 - 3.11.2 Strommesszangen S. 130
 - 3.11.3 Oszilloskope S. 130
- 3.12 Messverfahren** S. 131
- 3.13 Schaltpläne** S. 135
 - 3.13.1 Übersichtsschaltplan (Blockdiagramm, Blockschaltplan) S. 135
 - 3.13.2 Anschlussplan S. 135
 - 3.13.3 Stromlaufplan S. 137

- 4.1 Grundlagen** S. 140
 - 4.1.1 Steuerung S. 140
 - 4.1.2 Regelung S. 141
- 4.2 Aufbau von Steuerungen und Regelungen** S. 142
 - 4.2.1 Arbeitsweise S. 142
 - 4.2.2 Signalarten S. 143
 - 4.2.3 Signalwandler S. 143
 - 4.2.4 Signalglieder (Sensoren) S. 144
 - 4.2.5 Steuerglieder S. 144
 - 4.2.6 Stell- und Antriebsglieder (Aktoren) S. 144
- 4.3 Verknüpfungssteuerung** S. 145
- 4.4 Ablaufsteuerung** S. 146
- 4.5 Mechanische Steuerung** S. 147
- 4.6 Pneumatische Steuerung** S. 148
 - 4.6.1 Physikalische Grundlagen S. 148
 - 4.6.2 Aufbau einer pneumatischen Steuerung S. 149
 - 4.6.3 Schaltpläne S. 152
 - 4.6.4 Beispiel einer pneumatischen Steuerung S. 153
- 4.7 Hydraulische Steuerung** S. 154
 - 4.7.1 Physikalische Grundlagen S. 154
 - 4.7.2 Aufbau einer hydraulischen Steuerung S. 155
 - 4.7.3 Schaltpläne S. 156
 - 4.7.4 Beispiel einer hydraulischen Steuerung S. 156
- 4.8 Elektrische Steuerung** S. 157
 - 4.8.1 Schaltpläne elektrischer Steuerungen S. 158
 - 4.8.2 Schaltpläne elektropneumatischer und elektrohydraulischer Steuerungen S. 159

5 Informationstechnische Grundlagen

- 5.1 Bedeutung der Informationstechnik** S. 161
- 5.2 Grundlagen der Datenverarbeitung** S. 162
 - 5.2.1 Daten als Grundlage der Verarbeitung S. 162
 - 5.2.2 Bit, Byte, Megabyte und „mehr“ S. 162
 - 5.2.3 Zahlensysteme S. 163
 - 5.2.4 ASCII- und ANSI-Zeichensatz S. 163
- 5.3 Computerhardware** S. 165
- 5.4 Computersoftware** S. 168
 - 5.4.1 Systemsoftware S. 168
 - 5.4.2 Benutzerorientierte Anwendungsprogramme S. 169
 - 5.4.3 Programmiersprachen S. 169
 - 5.4.4 Grundlagen der Programmerstellung S. 170
- 5.5 Datenaustausch durch das Internet** S. 171
 - 5.5.1 Zugriff auf das Internet mit dem PC S. 171
 - 5.5.2 Hardware-Verbindung des PC mit dem lokalen Datennetz S. 172
 - 5.5.3 Zugangssoftware S. 172
- 5.6 Datenschutz** S. 173

6	Viertaktmotor	S. 174
6.1	Grundbegriffe	S. 174
6.2	Arbeitsweise	S. 176
6.3	Kenndaten	S. 177
6.4	Mechanische Systeme	S. 181
6.4.1	Zylinder und Kurbelgehäuse	S. 181
6.4.2	Zylinderkopf	S. 182
6.4.3	Kolben	S. 184
6.4.4	Lager	S. 187
6.4.5	Pleuelstange	S. 189
6.4.6	Kurbelwelle	S. 191
6.4.7	Ventilsteuerung	S. 192
7	Zweitaktmotor	S. 200
8	Alternative Systeme	S. 203
8.1	Brennstoffzelle (Fuel-Cell)	S. 204
8.2	Kraftstoffe für die Brennstoffzelle	S. 204
8.3	Anwendungen in Fahrzeugen ab 2005	S. 205
9	Kraftstoffe und Kraftstoffbereitstellung	S. 207
9.1	Kraftstoffherstellung	S. 207
9.2	Kraftstoffarten	S. 208
9.2.1	Ottokraftstoff	S. 208
9.2.2	Diesekraftstoff	S. 208
9.2.3	Additive	S. 209
9.2.4	Alternative Kraftstoffe	S. 210
9.3	Kraftstoffversorgungssystem	S. 211
9.3.1	Kraftstoffspeicherung	S. 211
9.3.2	Kraftstoffförderung	S. 211
9.3.3	Kraftstofffilterung	S. 213
9.3.4	Zwischenspeicherung der Kraftstoffdämpfe im Aktivkohlesystem	S. 214
10	Luftzufuhrsysteme	S. 216
10.1	Luftfilterung	S. 216
10.2	Systeme zur Messung der zugeführten Luft	S. 217
10.2.1	Luftmengenmesser	S. 217
10.2.2	Luftmassenmesser	S. 218
10.2.3	Saugrohrdrucksteuerung	S. 219
10.3	Systeme zur Verbesserung des Liefergrades	S. 220
10.3.1	Schwingrohraufladung	S. 220
10.3.2	Schaltsaugrohre	S. 220
10.3.3	Ansaugrohr mit Drallkanal	S. 222
10.3.4	Aufladung	S. 222
10.4	Abgasrückführungssysteme	S. 225
10.4.1	Abgasrückführung beim Ottomotor	S. 225
10.4.2	Abgasrückführung beim Dieselmotor	S. 225
10.5	Werkstattpraxis	S. 226

11 Gemischaufbereitung bei Verbrennungsmotoren

S. 227

- 11.1 **Benzinmotoren** S. 228
 - 11.1.1 Vergaser S. 228
 - 11.1.2 Kontinuierliche Benzineinspritzung (KE-Jetronic) S. 229
 - 11.1.3 Intermittierende Benzineinspritzung: Multipoint-/L-Jetronic S. 231
 - 11.1.4 Intermittierende Benzineinspritzung: Singlepoint S. 232
 - 11.1.5 Intermittierende Benzineinspritzung mit integrierter Zündsteuerung (Motronic) S. 233
 - 11.1.6 Benzindirekteinspritzung S. 235
 - 11.1.7 Werkstattpraxis S. 238
- 11.2 **Dieselmotoren** S. 239
 - 11.2.1 Gemischbildungsverfahren S. 240
 - 11.2.2 Glühanlage beim Dieselmotor S. 241
 - 11.2.3 Einspritzdüsen S. 242
 - 11.2.4 Reiheneinspritzpumpen S. 243
 - 11.2.5 Axialkolben-Verteilereinspritzpumpe S. 247
 - 11.2.6 Radialkolben-Verteilereinspritzpumpe S. 251
 - 11.2.7 Common-Rail-Einspritzsystem S. 252
 - 11.2.8 Pumpe-Düse-Einspritzsystem (PDE) S. 257

12 Zündsysteme

S. 261

- 12.1 **Hochspannungserzeugung** S. 262
- 12.2 **Primärstrom** S. 263
- 12.3 **Zündzeitpunkt** S. 265
- 12.4 **Konventionelle Spulenzündung (SZ)** S. 266
 - 12.4.1 Aufbau und Funktion S. 266
 - 12.4.2 Zündspule S. 266
 - 12.4.3 Zündkondensator S. 267
 - 12.4.4 Zündverteiler S. 267
 - 12.4.5 Zündunterbrecher S. 267
 - 12.4.6 Zündversteller S. 268
- 12.5 **Elektronische Batteriezündanlagen** S. 269
 - 12.5.1 Zündimpulsgeber S. 270
 - 12.5.2 Schließwinkelsteuerung und Schließwinkelregelung S. 272
 - 12.5.3 Primärstrombegrenzung und Ruhestromabschaltung S. 273
 - 12.5.4 Kennfeldzündung S. 273
 - 12.5.5 Klopfregelung S. 275
 - 12.5.6 Ruhende Hochspannungsverteilung S. 276
- 12.6 **Hochspannungs-Kondensatorzündung** S. 278
- 12.7 **Zündkerzen** S. 279
 - 12.7.1 Aufbau S. 279
 - 12.7.2 Wärmewert S. 280
 - 12.7.3 Funkenstrecke und Funkenlage S. 281
 - 12.7.4 Zündkerzengesichter S. 281

- 12.8 **Zündoszillogramme** S. 283
 - 12.8.1 Normaloszillogramme kontaktgesteuerter Zündsysteme S. 283
 - 12.8.2 Normaloszillogramme elektronischer Zündsysteme S. 284
- 12.9 **Werkstattpraxis** S. 284
 - 12.9.1 Fehlersuche am Oszillogramm kontaktgesteuerter Zündsysteme S. 285
 - 12.9.2 Umgang mit Zündkerzen S. 286

13 Abgassysteme S. 287

- 13.1 **Abgasanlage** S. 287
- 13.2 **Abgase** S. 289
 - 13.2.1 Abgasbestandteile des Ottomotors S. 289
 - 13.2.2 Katalysator S. 289
 - 13.2.3 Lambdasonde S. 291
 - 13.2.4 Dieselaabgase S. 295

G Kraftübertragung

15 Kupplungen S. 320

- 15.1 **Aufgaben und Anordnung im Antriebsstrang** S. 320
- 15.2 **Bauarten** S. 320
- 15.3 **Aufbau und Arbeitsweise der Einscheibenkupplung mit Membranfeder** S. 322
 - 15.3.1 Kraftfluss im eingekuppelten Zustand S. 322
- 15.4 **Kupplungsbetätigung** S. 323
 - 15.4.1 Mechanische Kupplungsbetätigung S. 323
 - 15.4.2 Hydraulische Kupplungsbetätigung S. 324
- 15.5 **Ausrücklager** S. 325
- 15.6 **Kupplungsscheiben** S. 325
 - 15.6.1 Torsionsdämpfung S. 325
 - 15.6.2 Belagfederung S. 326
 - 15.6.3 Kupplungsbeläge S. 327
- 15.7 **Sonderbauformen** S. 327
 - 15.7.1 Elektronische Kupplungssysteme S. 327
 - 15.7.2 Selbsteinstellende Kupplung S. 328
 - 15.7.3 Magnetpulverkupplung S. 330
- 15.8 **Kupplungsstörungen – Werkstattpraxis** S. 330
 - 15.8.1 Kupplungsprüfung S. 331
 - 15.8.2 Montagehinweise S. 331

- 13.3 **Abgasvorschriften** S. 297
- 13.3.1 Europäische On Board Diagnose (EOBD) S. 298
- 13.3.2 Abgasuntersuchung in der Werkstatt S. 300

14 Kühl- und Schmiersysteme S. 304

- 14.1 **Motorkühlung** S. 304
- 14.1.1 Prinzipien der Flüssigkeitskühlung S. 304
- 14.1.2 Kühler und Lüfter einer Flüssigkeitskühlung S. 308
- 14.1.3 Luftkühlung S. 310
- 14.2 **Motorschmierung** S. 311
- 14.2.1 Arten der Schmierung S. 311
- 14.2.2 Ölpumpen S. 313
- 14.2.3 Ölfilterung S. 314
- 14.3 **Schmierstoffe für Motoren (Motoröle)** S. 315
- 14.4 **Schmierstoffe für Getriebe und Lager** S. 318

16 Manuelle Wechselgetriebe S. 332

- 16.1 **Aufgaben von Wechselgetrieben** S. 332
- 16.1.1 Drehzahlwandlung S. 332
- 16.1.2 Drehmomentwandlung S. 333
- 16.1.3 Drehrichtungsänderung S. 333
- 16.2 **Schaltgetriebe ohne Synchronisier-
einrichtung** S. 334
- 16.2.1 Schieberadgetriebe S. 334
- 16.2.2 Schaltmuffengetriebe S. 334
- 16.2.3 Ziehkeilgetriebe S. 335
- 16.2.4 Schaltklauengetriebe S. 335
- 16.3 **Schaltgetriebe mit Synchronisier-
einrichtung** S. 335
- 16.3.1 Gleichachsige und ungleichachsige Getriebe S. 336
- 16.3.2 Einfache Synchronisierung S. 338
- 16.3.3 Sperrsynchonisierung System Borg-Warner S. 338
- 16.3.4 Sperrsynchonisierung System Porsche S. 340
- 16.3.5 Mehrkonus-Synchronisierereinrichtungen S. 341
- 16.4 **Gruppengetriebe** S. 342
- 16.4.1 Vorschaltgruppe S. 342
- 16.4.2 Nachschaltgruppe S. 343
- 16.4.3 Kombination von Vor- und Nachschaltgruppe S. 343
- 16.5 **Werkstattpraxis** S. 344

- 17.1 Halbautomatische Getriebe und automatisierte Schaltgetriebe S. 346
- 17.2 Aufbau der vollautomatischen Getriebe S. 347
- 17.3 Hydrodynamische Kupplung und hydrodynamischer Drehmomentwandler S. 348
 - 17.3.1 Hydrodynamische Kupplung S. 348
 - 17.3.2 Hydrodynamischer Drehmomentwandler S. 349
 - 17.3.3 Wandler-Überbrückungskupplung S. 350
- 17.4 Planetenradsätze S. 352
 - 17.4.1 Der einfache Planetenradsatz:
Aufbau und Schaltmöglichkeiten S. 352
 - 17.4.2 Ravigneaux-Getriebe S. 353
 - 17.4.3 Simpson-Getriebe S. 354
 - 17.4.4 Wilson-Getriebe S. 354
- 17.5 Hydraulische Steuerung vollautomatischer Getriebe S. 355
 - 17.5.1 Druckerzeugung S. 356
 - 17.5.2 Schaltglieder S. 357
 - 17.5.3 Funktionsweise S. 359
- 17.6 Elektro-hydraulische Getriebesteuerung vollautomatischer Getriebe S. 360
 - 17.6.1 Hydraulisches Schaltgerät S. 361
 - 17.6.2 Elektronisches Getriebesteuergerät S. 361
- 17.7 Stufenlose Getriebe S. 364
 - 17.7.1 Stufenloses Getriebe mit Stahlschubgliederband S. 364
 - 17.7.2 Stufenloses Getriebe mit Zugkette S. 365
- 17.8 Doppelkupplungsgetriebe S. 366

Fahrwerk

- 20.1 Anforderungen an Antriebssysteme S. 382
- 20.2 Grundbegriffe S. 382
- 20.3 Hinterradantrieb S. 383
- 20.4 Vorderradantrieb S. 385
- 20.5 Allradantrieb S. 385
- 20.6 Antriebe von Krafträdern S. 386

18 Achs-, Ausgleichs- und Verteilergetriebe S. 369

- 18.1 Achsgetriebe S. 369
 - 18.1.1 Kegelrad-Achsgetriebe S. 369
 - 18.1.2 Stirnrad-Achsgetriebe S. 370
- 18.2 Ausgleichsgetriebe S. 370
 - 18.2.1 Aufgaben S. 370
 - 18.2.2 Kegelrad-Ausgleichsgetriebe S. 370
- 18.3 Ausgleichssperren S. 371
 - 18.3.1 Schaltbare Ausgleichssperren S. 371
 - 18.3.2 Selbsttätig schaltende Ausgleichssperren S. 372
- 18.4 Verteilergetriebe S. 376
- 18.5 Werkstattpraxis S. 376

19 Gelenkwellen und Gelenke S. 378

- 19.1 Kreuzgelenke S. 379
- 19.2 Gleichlauf-Festgelenke S. 380
- 19.3 Gleichlauf-Verschiebegelenke S. 381

21 Fahrwerksgeometrie S. 388

- 21.1 Anforderungen an das Fahrwerk S. 388
- 21.2 Bewegungen des Gesamtfahrzeugs S. 389
- 21.3 Achseinstellwerte S. 389
 - 21.3.1 Fahrwerksvermessung S. 393
 - 21.3.2 Auswirkungen fehlerhafter Rad- und Achseinstellwerte S. 395
- 21.4 Radaufhängungen S. 397
 - 21.4.1 Bauteile von Radaufhängungen S. 397
 - 21.4.2 Einzelradaufhängungen S. 398
 - 21.4.3 Halbstarre Achsen S. 401
 - 21.4.4 Starrachsen S. 401
- 21.5 Motorräder S. 403

- 22.1 **Aufgaben der Federung** S. 404
- 22.2 **Grundprinzip und Grundaufbau der Federung** S. 404
- 22.3 **Arten der Fahrzeugfederung** S. 406
 - 22.3.1 **Stahlfederung** S. 406
 - 22.3.2 **Gasfederung** S. 409
 - 22.3.3 **Gummifederung** S. 410
 - 22.3.4 **Werkstattpraxis** S. 410
- 22.4 **Aufgabe der Schwingungsdämpfung** S. 412
 - 22.4.1 **Prinzip der hydraulischen Schwingungsdämpfung** S. 412
 - 22.4.2 **Schwingungsdämpferarten** S. 412
 - 22.4.3 **Federdämpfer** S. 413
 - 22.4.4 **Variable Dämpfung – Niveauregulierungssysteme** S. 413
 - 22.4.5 **Werkstattpraxis** S. 415

Bremsen

25 **Mechanische Bremssysteme** S. 436

- 25.1 **Einsatzbereiche** S. 436
- 25.2 **Feststellbremse im Pkw und Nutzkraftwagen** S. 436
- 25.3 **Betriebs- und Feststellbremse am Anhänger** S. 437
- 25.4 **Betriebsbremse am Kraftrad** S. 438

26 **Hydraulische Bremssysteme** S. 439

- 26.1 **Anforderungen** S. 439
 - 26.1.1 **Allgemeine physikalische Grundlagen** S. 440
 - 26.1.2 **Bremsflüssigkeit** S. 441
 - 26.1.3 **Bremskreisaufteilung** S. 442
- 26.2 **Funktionsgruppen der hydraulischen Bremsanlage** S. 444
 - 26.2.1 **Hauptzylinder** S. 444
 - 26.2.2 **Bremskraftverstärker** S. 446
 - 26.2.3 **Bremskraftübertragung** S. 449
 - 26.2.4 **Bremskraftverteilung** S. 449
 - 26.2.5 **Trommelbremse** S. 450
 - 26.2.6 **Scheibenbremse** S. 453
- 26.3 **Elektrohydraulische Bremse** S. 455
- 26.4 **Elektrohydraulisch-mechanische Parkbremse** S. 455

23 Räder und Reifen

S. 416

- 23.1 Aufgaben von Rädern S. 416
- 23.2 Radaufbau S. 416
- 23.3 Radbezeichnungen S. 418
- 23.4 Aufgaben von Reifen S. 420
- 23.5 Kräfte am Reifen S. 420
- 23.6 Reifenaufbau und Reifenbauarten S. 422
- 23.7 Reifenbezeichnung S. 423

24 Lenkung

S. 428

- 24.1 Aufgaben und Anforderungen S. 428
- 24.2 Lenkgeometrie S. 428
 - 24.2.1 Lenkungsarten S. 428
 - 24.2.2 Lenkgestänge S. 429
- 24.3 Lenkgetriebe S. 430
- 24.4 Hilfskraftlenkungen S. 431
 - 24.4.1 Hydraulische Hilfskraftlenkung S. 431
 - 24.4.2 Elektrohydraulische Hilfskraftlenkung S. 432
 - 24.4.3 Elektrische Hilfskraftlenkung S. 433
 - 24.4.4 Aktivlenkung S. 433
- 24.5 Lenksäule S. 434
- 24.6 Allradlenksysteme S. 434

- 26.5 Besonderheiten der Kraftradbremse S. 456
- 26.6 Werkstattpraxis S. 458

27 Pneumatische Bremssysteme (Fremdkraftbremsanlagen)

S. 459

- 27.1 Funktionsdarstellung der Fremdkraftbremsanlage S. 459
- 27.2 Teilbremssysteme der Fremdkraftbremsanlage S. 460
- 27.3 Hydraulische Bremsanlage mit Druckluftunterstützung S. 460
- 27.4 Zweikreis-Zweileitungs-Bremsanlage S. 462
 - 27.4.1 Motorfahrzeug: Übersicht und Funktion der zum Bremssystem gehörenden Bauteile S. 462
 - 27.4.2 Anhängerfahrzeug: Übersicht und Funktion der zum Bremssystem gehörenden Bauteile S. 469
- 27.5 Ausführung der Radbremsen bei Druckluftbremsanlagen S. 470

28	Dauerbremsanlage	S. 473
28.1	Auspuffklappenbremse (Staudruckbremse)	S. 473
28.2	Motorbremse mit Konstantdrossel	S. 474
28.3	Wirbelstrombremse (elektrodynamischer Retarder)	S. 475
28.4	Strömungsbremse (hydrodynamischer Retarder)	S. 476
28.5	Werkstattpraxis	S. 477

F Karosserie

30	Rahmen – Aufbau – Karosserie	S. 482
30.1	Systematisierung der Straßenfahrzeuge	S. 483
30.2	Fahrzeugabmessungen	S. 484
30.3	Fahrzeugkarosserie	S. 485
30.3.1	Rohkarosserie	S. 486
30.3.2	Anbaugruppen	S. 487
30.3.3	Rahmenbauweise	S. 487
30.3.4	Sicherheitskarosserie	S. 488
30.4	Werkstoffe im Karosseriebau	S. 488
30.4.1	Fahrzeugleichtbau	S. 489
30.4.2	Stahl als Karosseriewerkstoff	S. 489
30.4.3	Aluminium als Karosseriewerkstoff	S. 490
30.4.4	Kunststoffe im Fahrzeugbau	S. 491
30.5	Fahrzeuglackierung und Korrosionsschutz	S. 491

G Elektrische und elektronische System

32	Energieversorgung	S. 504
32.1	Drehstromgenerator	S. 504
32.1.1	Anforderungen und Eigenschaften	S. 504
32.1.2	Aufbau	S. 505
32.1.3	Prinzip des Drehstromgenerators	S. 506
32.1.4	Stromkreise des Generators	S. 507
32.1.5	Spannungsregler	S. 508
32.1.6	Generator mit Leitstückläufer	S. 510
32.2	Werkstattpraxis	S. 510
32.3	Batterie	S. 512
32.3.1	Aufbau	S. 512
32.3.2	Funktion der Batterie	S. 512
32.3.3	Wichtige Kenngrößen von Kfz-Batterien	S. 512
32.3.4	Wartung	S. 514
32.4	Werkstattpraxis	S. 515
32.5	Elektrische Energieversorgung im Bordnetz	S. 516
32.5.1	Ein-Batterie-Bordnetz	S. 516
32.5.2	Zwei-Batterien-Bordnetz	S. 517
32.5.3	Schaltung für Nutzfahrzeuge	S. 517
32.5.4	Zwei-Spannungs-Bordnetz	S. 518

29 Gesetzliche Bestimmungen S. 478

- 29.1 Geltungsbereiche S. 478
- 29.2 Klasseneinteilung der Kraftfahrzeuge S. 478
- 29.3 Vorschriften für die Auslegung der Bremsen S. 479
- 29.4 Vorschriften für die Untersuchung der Kraftfahrzeuge und Anhänger S. 479
- 29.5 Überprüfung der Mindestabbremung (Bremsprüfstand) S. 480

31 Karoserieschäden S. 495

- 31.1 Ermittlung von Schäden an der Karosserie S. 495
- 31.2 Karosseriereparatur S. 495
 - 31.2.1 Prüftechnik S. 495
 - 31.2.2 Karosserie-Richtsysteme S. 496
 - 31.2.3 Kombinierte Richt- und Prüfsysteme S. 497
- 31.3 Rückverformen beschädigter Karosserieteile S. 498
- 31.4 Handwerkliche Instandsetzung S. 499
 - 31.4.1 Ausbeulwerkzeuge und -techniken S. 499
 - 31.4.2 Abschnittsreparatur S. 500
 - 31.4.3 Scheibenreparatur S. 501
 - 31.4.4 Oberflächentechniken S. 502
 - 31.4.5 Reparatur von Kunststoffteilen S. 502

e

33 Elektromotoren und Starter S. 520

- 33.1 Elektromotoren S. 520
 - 33.1.1 Gleichstrommotoren S. 520
 - 33.1.2 Schrittmotoren S. 521
- 33.2 Starter S. 522

34 Beleuchtungs- und Signalanlage S. 524

- 34.1 Allgemeine Aufgaben, Vorschriften, Bezeichnungen S. 524
- 34.2 Verschiedene Lichtquellen und Scheinwerfer S. 525
- 34.3 Kurven- und Abbiegelicht S. 527
- 34.4 Infrarot-Nachtsicht-Hilfen S. 528
- 34.5 Leuchtweitenregulierung und Scheinwerfereinstellung S. 529
- 34.6 Werkstattpraxis S. 530
- 34.7 Scheinwerferreinigung S. 530
- 34.8 Signalanlage S. 531

- 35.1 Anfänge der Systemvernetzung S. 533
- 35.2 Notwendigkeit von Bussystemen S. 533
- 35.3 Busstrukturen und -systeme S. 534
- 35.4 Signalaufprägung und Kommunikationsablauf beim CAN-Bussystem S. 535
- 35.5 Optische Datenbussysteme mit Lichtwellenleiter S. 538
- 35.6 Bluetooth S. 539
- 35.7 Verschiedene Bussysteme in einem vollausgestatteten Fahrzeug S. 540

- 36.1 Fenster- und Dachantriebe S. 542
 - 36.1.1 Fensterantriebe S. 542
 - 36.1.2 Dachantriebe S. 543
- 36.2 Elektrische Sitz-, Spiegel- und Lenkradverstellung S. 543
 - 36.2.1 Elektrische Sitzverstellung S. 543
 - 36.2.2 Elektrische Spiegelverstellung S. 544
 - 36.2.3 Elektrische Lenkradverstellung S. 544
 - 36.2.4 Verstellungen mit Speicherfunktion S. 545
- 36.3 Heizungs- und Klimaregelung S. 546
 - 36.3.1 Funktionsprinzip einer Klimaanlage S. 546
 - 36.3.2 Ein- und Ausgangssignale und Funktionen der Heizungs- und Klimaregelung S. 547
 - 36.3.3 Werkstattpraxis S. 548
- 36.4 Fahrgeschwindigkeitsregelung S. 549
 - 36.4.1 Konventionelle Fahrgeschwindigkeitsregelung S. 549
 - 36.4.2 Adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung S. 550
- 36.5 Fahrerinformationssysteme S. 551
 - 36.5.1 Navigationssystem S. 551
 - 36.5.2 Telematik S. 552
- 36.6 Elektronische Abstandsmessung als Ein- und Ausparkhilfe S. 553

Anhang

Abkürzungen und Fachbegriffe S. 583

Sachwortverzeichnis S. 588

Bildquellen S. 600

Lernfeldkompass Umschlaginnenseite, hinten

- 37.1 Wegfahrsperre** S. 555
 - 37.1.1 Einführung des qualifizierten Diebstahlschutzes S. 555
 - 37.1.2 Wegfahrsperre mit Transponder S. 555
- 37.2 Zentralverriegelung** S. 556
 - 37.2.1 Elektropneumatische Zentralverriegelung S. 556
 - 37.2.2 Elektrische Zentralverriegelung S. 557
 - 37.2.3 Fernbedienungssystem S. 559
 - 37.2.4 Komfortzugang S. 560
- 37.3 Diebstahlwarnanlage** S. 561
- 37.4 Werkstattpraxis** S. 562
- 37.5 Pyrotechnische Rückhaltesysteme** S. 563
 - 37.5.1 Airbag S. 563
 - 37.5.2 Ablauf einer Airbagzündung S. 565
 - 37.5.3 Bauteile und ihre Funktion S. 565
 - 37.5.4 Gurtstraffer und Gurtschlossstrammer S. 566
 - 37.5.5 Systemüberprüfung und Sicherheitshinweise S. 567
- 37.6 Werkstatthinweise** S. 567

- 38.1 Anti-Blockier-System (ABS)** S. 569
 - 38.1.1 ABS mit 3/3 Magnetventilen S. 570
 - 38.1.2 ABS mit 2/2-Magnetventilen S. 573
 - 38.1.3 Elektronische Bremskraftverteilung (EBV) S. 575
- 38.2 Antriebsschlupf-Regelung** S. 576
- 38.3 Fahrdynamik-Regelung** S. 579