

## **1 Warten und Pflegen von Fahrzeugen oder Systemen S. 13**

- 1.1 **Der Auszubildende in seinem neuen Umfeld S. 14**
  - 1.1.1 Berufsausbildung in fahrzeugtechnischen Berufen S. 14
  - 1.1.2 Berufsausbildung und Prüfungen S. 15
  - 1.1.3 Arbeitsumfeld des Kfz-Mechatronikers S. 16
  - 1.1.4 Organisationsstruktur von Kfz-Handwerksbetrieben S. 17
- 1.2 **Werkzeuge und Arbeitssicherheit S. 19**
  - 1.2.1 Handwerkzeuge S. 19
  - 1.2.2 Maschinen, Geräte und Anlagen in der Kfz-Werkstatt S. 19
  - 1.2.3 Arbeitssicherheit und Unfallverhütung in der Werkstatt S. 20
  - 1.2.4 Umweltschutz in der Werkstatt S. 24
- 1.3 **Der Kfz-Mechatroniker im Geschäftsprozess S. 28**
  - 1.3.1 Anforderungen an den Mitarbeiter S. 28
  - 1.3.2 Erscheinungsbild des Betriebs S. 28
  - 1.3.3 Kommunikation und Kundenorientierung S. 29
  - 1.3.4 Arbeits- und Problemlösungstechniken S. 31
  - 1.3.5 Auftragsdurchführung S. 33
- 1.4 **Das System Kraftfahrzeug S. 38**
  - 1.4.1 Maschinen und Geräte als technische Systeme S. 38
  - 1.4.2 Das System Kraftfahrzeug in Teilfunktionen S. 39
- 1.5 **Fahrzeugdaten S. 40**
- 1.6 **Wartungs- und Pflegearbeiten an Fahrzeugen S. 43**
  - 1.6.1 Wartungs- und Pflegearbeiten am Fahrzeug außen S. 45
    - Türfeststeller und Scharniere schmieren S. 45
    - Scheibenreinigungsanlage auf Funktion prüfen und warten S. 46
  - 1.6.2 Sichtprüfung der Bereifung S. 47
  - 1.6.3 Wartungsarbeiten im Motorraum S. 50
    - Motorölwechsel S. 50
    - Kühlsystem prüfen S. 52
    - Bremsflüssigkeit prüfen S. 52
    - Scheibenreiniger prüfen S. 55
    - Filter prüfen und wechseln S. 56
  - 1.6.4 Inspektion des Fahrzeugs von unten S. 57
    - Motor, Getriebe S. 57
    - Sichtprüfung der Bremsanlage S. 57
    - Abgasanlage S. 58
    - Fahrwerk, Antrieb, Lenkung S. 59
  - 1.6.5 Wartung der elektrischen Anlage S. 59
- Aufgaben S. 61**

## **2 Demontieren, Instandsetzen und Montieren von fahrzeugtechnischen Baugruppen oder Systemen**

- 2.1 **Werkstoffeigenschaften S. 64**
  - 2.1.1 Physikalische Eigenschaften S. 65
  - 2.1.2 Chemische Eigenschaften S. 68
  - 2.1.3 Technologische Eigenschaften S. 69
- 2.2 **Werkstoffe im Kraftfahrzeug S. 70**
  - 2.2.1 Eisenmetalle S. 71
  - 2.2.2 Nichteisenmetalle S. 73
  - 2.2.3 Legierungen S. 73
  - 2.2.4 Kunststoffe S. 74
  - 2.2.5 Verbundwerkstoffe S. 74
- 2.3 **Werkstoffnormung S. 76**
- 2.4 **Bauteile montieren und demontieren S. 78**
  - 2.4.1 Übersicht über Verbindungsarten S. 79
  - 2.4.2 Schraubenverbindungen S. 80
  - 2.4.3 Stift- und Bolzenverbindungen S. 83
  - 2.4.4 Welle-Naben-Verbindungen S. 84
- 2.4.5 **Schellenverbindungen S. 85**
- 2.4.6 **Steckverbindungen S. 85**
- 2.4.7 **Klebeverbindungen S. 86**
- 2.4.8 **Lagerung von Bauteilen S. 87**
- 2.4.9 **Hilfsmittel S. 89**
- 2.5 **Bauteile bearbeiten S. 93**
- 2.6 **Bauteile beschichten S. 103**
- 2.7 **Bauteile prüfen S. 105**
  - 2.7.1 Bedeutung der Prüftechnik S. 105
  - 2.7.2 Maßabweichungen und Toleranzen S. 106
  - 2.7.3 Längenmessgeräte S. 108
  - 2.7.4 Lehren S. 109
  - 2.7.5 Prüffehler S. 109
  - 2.7.6 Anreißen S. 110
- Aufgaben S. 111**

---

**3.1 Prüfen und Instandsetzen elektrischer und elektronischer Systeme S. 113**

---

- 3.1 Grundlagen der Elektrotechnik S. 114**
  - 3.1.1 Elektrische Leitfähigkeit metallischer Werkstoffe S. 114
  - 3.1.2 Grundgrößen der Elektrotechnik S. 116
  - 3.1.3 Stromarten S. 117
  - 3.1.4 Gleichstromkreis S. 118
  - 3.1.5 Ohm'sches Gesetz S. 119
  - 3.1.6 Schaltung von Widerständen S. 120
  - 3.1.7 Elektrische Leistung, Arbeit und Wirkungsgrad S. 121
- 3.2 Wirkungen des elektrischen Stromes S. 123**
  - 3.2.1 Magnetische Wirkung S. 123
  - 3.2.2 Licht- und Wärmewirkung S. 125
  - 3.2.3 Chemische Wirkung S. 126
- 3.3 Schutzmaßnahmen S. 126**
  - 3.3.1 Schutzmaßnahmen gegen die Gefahren des elektrischen Stromes S. 126
  - 3.3.2 Stromdurchgang durch den menschlichen Körper S. 127
- 3.4 Elektrische Spannungserzeugung S. 128**
  - 3.4.1 Spannungserzeugung durch Induktion S. 128
  - 3.4.2 Spannungserzeugung durch chemische Vorgänge S. 128
  - 3.4.3 Spannungserzeugung durch Wärme S. 129
  - 3.4.4 Spannungserzeugung durch Reibung S. 130
  - 3.4.5 Spannungserzeugung durch Licht S. 130
  - 3.4.6 Spannungserzeugung durch Druck (Kristallpressung) S. 130
  - 3.4.7 Spannungserzeugung durch Hall-Effekt S. 130
- 3.5 Elektrische Komponenten im Kfz S. 131**
  - 3.5.1 Transformator S. 131
  - 3.5.2 Kondensator S. 131
  - 3.5.3 Schalter, Relais S. 132
  - 3.5.4 Leitung, Sicherung S. 133
  - 3.5.5 Widerstand S. 135
- 3.6 Grundlagen der Elektronik S. 137**
  - 3.6.1 Halbleitertechnik S. 137
- 3.7 Elektronische Bauteile im Kfz S. 140**
  - 3.7.1 Diode S. 140
  - 3.7.2 Transistor S. 145
  - 3.7.3 Thyristor S. 149
- 3.8 Beispiele elektronischer Schaltungen im Kfz S. 150**
  - 3.8.1 Integrierte Schaltungen S. 150
  - 3.8.2 Kippschaltungen S. 151
  - 3.8.3 Beispiele für Signalübertragung S. 152
- 3.9 Prüfen elektrischer und elektronischer Systeme S. 153**
  - 3.9.1 Schaltpläne S. 153
    - Übersichtsschaltplan (Blockdiagramm, Blockschaltplan) S. 154
    - Anschlussplan S. 154
    - Stromlaufplan S. 155
  - 3.9.2 Messgeräte S. 157
    - Vielfachmessgeräte (Multimeter) S. 157
    - Strommesszangen S. 160
    - Oszilloskope S. 160
  - 3.9.3 Messverfahren S. 161
- 3.10 Elektromotoren S. 165**
  - 3.10.1 Gleichstrommotoren S. 165
  - 3.10.2 Schrittmotoren S. 167
- 3.11 Beleuchtungs- und Signalanlage S. 168**
  - 3.11.1 Allgemeine Aufgaben, Vorschriften, Bezeichnungen S. 168
  - 3.11.2 Lichtquellen und Scheinwerfer S. 169
  - 3.11.3 Kurven- und Abbiegelicht S. 172
  - 3.11.4 Infrarot-Nachtsicht-Hilfen S. 173
  - 3.11.5 Leuchtweitenregulierung und Scheinwerfereinstellung S. 174
  - 3.11.6 Scheinwerferreinigung S. 175
  - 3.11.7 Signalanlage S. 176
- Aufgaben S. 177**

## 4

### Prüfen und Instandsetzen von Steuerungs- und Regelungssystemen S. 181

- 4.1 Wichtige Begriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik S. 183
  - 4.1.1 Steuerung S. 183
  - 4.1.2 Regelung S. 185
- 4.2 Aufbau von Steuerungen und Regelungen S. 185
  - 4.2.1 Arbeitsweise S. 185
  - 4.2.2 Signalarten S. 186
  - 4.2.3 Signalwandler S. 186
  - 4.2.4 Signalglieder (Sensoren) S. 187
  - 4.2.5 Steuerglieder S. 187
  - 4.2.6 Stell- und Antriebsglieder (Aktoren) S. 187
- 4.3 Verknüpfungssteuerung S. 188
- 4.4 Ablaufsteuerung S. 189
- 4.5 Mechanische Steuerung S. 190
- 4.6 Pneumatische Steuerung S. 191
  - 4.6.1 Physikalische Grundlagen S. 191
  - 4.6.2 Aufbau einer pneumatischen Steuerung S. 192
  - 4.6.3 Schaltpläne S. 195
  - 4.6.4 Beispiel einer pneumatischen Steuerung S. 196
- 4.7 Hydraulische Steuerung S. 197
  - 4.7.1 Physikalische Grundlagen S. 197
  - 4.7.2 Aufbau einer hydraulischen Steuerung S. 197
  - 4.7.3 Schaltpläne S. 198
  - 4.7.4 Beispiel einer hydraulischen Steuerung S. 198
- 4.8 Elektrische Steuerung S. 199
  - 4.8.1 Schaltpläne elektrischer Steuerungen S. 200
  - 4.8.2 Schaltpläne elektropneumatischer und elektrohydraulischer Steuerungen S. 201
- 4.9 Diagnosestrategien S. 201
  - 4.9.1 Systematische Fehlersuche S. 202
  - 4.9.2 Prüfgeräte S. 202
- 4.10 Kennfeldgesteuertes Kühlsystem als Beispiel für ein komplexes Regelsystem im Kraftfahrzeug S. 206
  - Aufgaben S. 207

## 5

### Prüfen und Instandsetzen der Energieversorgungs- und Startsysteme S. 209

- 5.1 Energieversorgungssysteme S. 210
  - 5.1.1 Drehstromgenerator S. 210
    - Anforderungen und Eigenschaften S. 210
    - Aufbau S. 211
    - Prinzip des Drehstromgenerators S. 212
    - Stromkreise des Generators S. 212
    - Spannungsregler S. 214
    - Generator mit Leitstückläufer S. 216
    - Intelligente Generatorregelung S. 217
  - 5.1.2 Batterie S. 218
    - Aufbau S. 218
    - Funktion der Batterie S. 218
    - Kenngrößen von Kfz-Batterien S. 218
    - Wartung S. 221
    - Batteriedefekte S. 221
    - Batteriemanagementsysteme S. 221
  - 5.1.3 Elektrische Energieversorgung S. 222
    - Ein-Batterie-Bordnetz S. 222
    - Zwei-Batterien-Bordnetz S. 223
    - Zwei-Spannungs-Bordnetz S. 224
- 5.2 Startsysteme S. 224
  - 5.2.1 Schub-Schraubtrieb-Starter ohne Vorlegegetriebe S. 224
    - Aufbau und Funktion S. 224
  - 5.2.2 Schub-Schraubtrieb-Starter mit Vorgelegegetriebe S. 226
- 5.3 Prüfen von Energieversorgungs- und Startsystemen S. 226
  - 5.3.1 Prüfen des Generators S. 226
  - 5.3.2 Generatorprüfung mithilfe der Generatorkontrolllampe S. 227
  - 5.3.3 Prüfen des Starters S. 228
    - Prüfung im eingebauten Zustand S. 228
    - Prüfung im ausgebauten Zustand S. 228
  - Aufgaben S. 229

---

**6 Prüfen und Instandsetzen der Motormechanik S. 231**

---

- 6.1 Grundbegriffe beim Hubkolbenmotor S. 232**
  - 6.1.1 Allgemeine Grundbegriffe S. 232
  - 6.1.2 Kenndaten von Hubkolbenmotoren S. 233
- 6.2 Arbeitsweise von Hubkolbenmotoren S. 234**
  - 6.2.1 Arbeitsweise Viertaktmotor S. 234
  - 6.2.2 Arbeitsweise des Zweitaktmotors S. 238
- 6.3 Mechanische Systeme von Hubkolbenmotoren S. 241**
  - 6.3.1 Zylinder und Kurbelgehäuse S. 241
  - 6.3.2 Zylinderkopf S. 243
  - 6.3.3 Kolben S. 245
  - 6.3.4 Pleuelstange S. 249
  - 6.3.5 Kurbelwelle S. 249
  - 6.3.6 Ventilsteuerung S. 252
    - Nockenwelle S. 252
    - Ventile S. 254
  - 6.3.7 Variable Ventilsteuerung S. 257
- 6.4 Kühlsysteme für Motoren S. 261**
  - 6.4.1 Prinzipien der Motorkühlung S. 261
  - 6.4.2 Bauteile der Motorkühlung S. 263
  - 6.4.3 Elektronisch geregeltes Kühlsystem S. 266
- 6.5 Motorschmierung S. 268**
  - 6.5.1 Prinzipien der Motorschmierung S. 268
  - 6.5.2 Bauteile der Motorschmierung S. 270
  - 6.5.3 Schmierstoffe (Motoröle) S. 271
  - 6.5.4 Variables Serviceintervall S. 274
- 6.6 Diagnose der Motormechanik S. 276**
  - 6.6.1 Kompressionsdruckprüfung S. 276
  - 6.6.2 Druckverlustprüfung S. 277
  - 6.6.3 Öldruckprüfung S. 278
- Aufgaben S. 279**

---

**7 Diagnostizieren und Instandsetzen von Motormanagementsystemen S. 281**

---

- 7.1 Verbrennung im Motor S. 282**
- 7.2 Kraftstoffe S. 283**
  - 7.2.1 Kraftstoffherstellung S. 283
  - 7.2.2 Kraftstoffarten S. 284
    - Ottokraftstoff S. 284
    - Diesellokraftstoff S. 284
    - Additive S. 285
    - Alternative Kraftstoffe S. 287
- 7.3 Kraftstoffversorgung im Fahrzeug S. 287**
  - 7.3.1 Kraftstoffspeicherung S. 287
  - 7.3.2 Kraftstoffförderung S. 288
  - 7.3.3 Kraftstofffilterung S. 288
  - 7.3.4 Zwischenspeicherung der Kraftstoffdämpfe im Aktivkohlesystem S. 290
- 7.4 Luftfilterung S. 291**
- 7.5 Systeme zur Messung der Ansaugluft S. 293**
  - 7.5.1 Luftmengenmesser S. 293
  - 7.5.2 Luftmassenmesser S. 293
  - 7.5.3 Saugrohrdrucksteuerung S. 295
- 7.6 Systeme zur Verbesserung des Liefergrades S. 295**
  - 7.6.1 Schwingrohraufladung S. 296
  - 7.6.2 Schaltsaugrohre S. 296
  - 7.6.3 Ansaugrohr mit Drallkanal S. 298
  - 7.6.4 Aufladung S. 298
  - 7.6.5 Downsizing S. 302
- 7.7 Gemischaufbereitung im Ottomotor S. 303**
  - 7.7.1 Benzineinspritzung mit integrierter Zündsteuerung (Motronic®) S. 305
  - 7.7.2 Benzindirekteinspritzung S. 307
  - 7.7.3 Zentraleinspritzung S. 310
  - 7.7.4 Kontinuierliche Benzineinspritzung S. 311
  - 7.7.5 Vergaser S. 313
- 7.8 Zündsysteme S. 314**
  - 7.8.1 Hochspannungserzeugung S. 315
  - 7.8.2 Primärstrom S. 316
  - 7.8.3 Zündzeitpunkt S. 318
  - 7.8.4 Konventionelle Spulenzündung (SZ) S. 319
  - 7.8.5 Elektronische Batteriezündanlagen S. 321
    - Zündimpulsgeber S. 322
    - Schließwinkelsteuerung und Schließwinkelregelung S. 324
    - Primärstrombegrenzung und Ruhestromabschaltung S. 325
    - Kennfeldzündung S. 325
  - 7.8.6 Ruhende Hochspannungsverteilung S. 327
  - 7.8.7 Klopfregelung S. 327
  - 7.8.8 Klopfregelung durch Ionenstrommessung S. 329
  - 7.8.9 Zündkerzen S. 330
    - Aufbau S. 330
    - Wärmewert S. 331
    - Funkenstrecke und Funkenlage S. 332
    - Zündkerzengesichter S. 333

- 7.8.10 Zündoszillogramme 333
  - Normaloszillogramme kontaktgesteuerter Zündsysteme S. 333
  - Normaloszillogramme elektronischer Zündsysteme S. 335
- 7.8.11 Wartung und Diagnose von Zündanlagen S. 335
  - Unfallgefahren S. 335
  - Fehlersuche am Oszillogramm kontaktgesteuerter Zündsysteme S. 336
  - Umgang mit Zündkerzen S. 337
- 7.9 Gemischaufbereitung im Dieselmotor S. 338
  - 7.9.1 Gemischbildungsverfahren S. 339
  - 7.9.2 Common-Rail-Einspritzsystem S. 340
  - 7.9.3 Pumpe-Düse-Einspritzsystem (PDE) S. 345
  - 7.9.4 Reiheneinspritzpumpen S. 348
  - 7.9.5 Einspritzdüsen S. 352
  - 7.9.6 Axialkolben-Verteilereinspritzpumpe S. 353
  - 7.9.7 Radialkolben-Verteilereinspritzpumpe S. 357
  - 7.9.8 Glühanlage S. 359
  - 7.10 Sensoren zur Messung von Abgasen S. 360
    - 7.10.1 Lambdasonden S. 360
    - 7.10.2 NO<sub>x</sub>-Sensoren S. 363
  - 7.11 Systeme zur Minderung von Abgasen 363
    - 7.11.1 Abgasbestandteile des Ottomotors S. 364
    - 7.11.2 Katalysator S. 364
    - 7.11.3 Sekundärlufteinblasung S. 366
    - 7.11.4 Dieselabgase S. 366
    - 7.11.5 Abgasrückführungssysteme S. 369
      - Abgasrückführung beim Ottomotor S. 369
      - Abgasrückführung beim Dieselmotor S. 369
- Aufgaben S. 370

## **8** Durchführen von Service- und Instandsetzungsarbeiten an Abgassystemen S. 373

- 8.1 Abgasbestandteile von Verbrennungsmotoren S. 374
- 8.2 Abgasanlage S. 374
- 8.3 Gesetzliche Vorschriften zur Abgasuntersuchung (AU) S. 376
  - 8.3.1 Vorschriften für den Fahrzeughalter S. 376
  - 8.3.2 Anforderungen an die AU-Untersuchungsstellen S. 376
- 8.4 Abgasprüfung an Fahrzeugen mit Ottomotoren S. 377
  - 8.4.1 Abgasprüfung von Fahrzeugen mit Ottomotor mit OBD S. 378
  - 8.4.2 Abgasprüfung von Fahrzeugen mit Ottomotor ohne EOBD S. 380
  - 8.4.3 Beseitigung von abgasrelevanten Fehlern in der Werkstatt S. 383
- 8.5 Abgasprüfung an Fahrzeugen mit Dieselmotoren S. 383
  - Aufgaben S. 384

## **8P** Instandhalten von Kraftübertragungssystemen S. 385

- 9.1 Kupplung S. 386
  - 9.1.1 Aufgaben und Anordnung im Antriebsstrang S. 386
  - 9.1.2 Bauarten S. 386
  - 9.1.3 Aufbau und Arbeitsweise der Einscheibenkupplung mit Membranfeder S. 388
    - Kraftfluss im eingekuppelten Zustand S. 388
  - 9.1.4 Kupplungsbetätigung S. 389
    - Mechanische Kupplungsbetätigung S. 389
    - Hydraulische Kupplungsbetätigung S. 390
  - 9.1.5 Ausrücklager S. 391
  - 9.1.6 Kupplungsscheiben S. 391
    - Torsionsdämpfung S. 391
    - Zweimassenschwungrad (ZMS) S. 391
    - Belagfederung S. 393
    - Kupplungsbeläge S. 393
  - 9.1.7 Sonderbauformen S. 393
    - Elektronische Kupplungssysteme S. 393
    - Selbststellende Kupplung (SAC) S. 395
    - Magnetpulverkupplung S. 396
  - 9.1.8 Kupplungsstörungen – Werkstattpraxis S. 397
    - Kupplungsprüfung S. 397
    - Montagehinweise S. 398

- 9.2 Manuelle Wechselgetriebe S. 398**
- 9.2.1 Aufgaben von Wechselgetrieben S. 399
  - Drehzahlwandlung S. 399
  - Drehmomentwandlung S. 399
  - Drehrichtungsänderung S. 400
- 9.2.2 Schaltgetriebe ohne Synchronisier-einrichtung S. 400
  - Schieberadgetriebe S. 400
  - Schaltmuffengetriebe S. 401
  - Ziehkeilgetriebe S. 401
  - Schaltklauengetriebe S. 402
- 9.2.3 Schaltgetriebe mit Synchronisier-einrichtung S. 402
  - Gleichachsige und ungleichachsige Getriebe S. 403
  - Einfache Synchronisierung S. 405
  - Sperrsynchonisierung System Borg-Warner S. 405
  - Mehrkonus-Synchronisier-einrichtungen S. 407
- 9.2.4 Gruppengetriebe S. 407
  - Vorschaltgruppe S. 408
  - Nachschaltgruppe S. 409
  - Kombination von Vor- und Nachschalt-gruppe S. 410
- 9.2.5 Werkstattpraxis S. 410
- 9.3 Automatische Wechselgetriebe S. 411**
- 9.3.1 Halbautomatische Getriebe und automatisierte Schaltgetriebe S. 411
- 9.3.2 Aufbau der vollautomatischen Getriebe S. 412
- 9.3.3 Hydrodynamische Kupplung und hydro-dynamischer Drehmomentwandler S. 413
  - Hydrodynamische Kupplung S. 413
  - Hydrodynamischer Drehmoment-wandler S. 414
  - Wandler-Überbrückungskupplung S. 415
- 9.3.4 Planetenradsätze S. 417
  - Der einfache Planetenradsatz: Aufbau und Schaltmöglichkeiten S. 417
  - Ravigneaux-Getriebe S. 418
  - Simpson-Getriebe S. 419
  - Wilson-Getriebe S. 419
- 9.3.5 Hydraulische Steuerung vollautomatischer Getriebe S. 421
  - Druckerzeugung S. 421
  - Schaltglieder S. 422
  - Funktionsweise S. 425
- 9.3.6 Elektro-hydraulische Getriebesteuerung vollautomatischer Getriebe S. 426
  - Hydraulisches Schaltgerät S. 426
  - Elektronisches Getriebesteuergerät S. 427
- 9.3.7 Stufenlose Getriebe S. 430
  - Stufenloses Getriebe mit Stahlschub-gliederband S. 430
  - Stufenloses Getriebe mit Zugkette S. 431
- 9.3.8 Doppelkupplungsgetriebe S. 432
  - Kupplungsbetätigung beim Doppel-kupplungsgetriebe S. 433
- 9.3.9 Schmierstoffe für Getriebe und Lager S. 435
- 9.4 Achs-, Ausgleichs- und Verteilergetriebe S. 435**
- 9.4.1 Achsgetriebe S. 435
  - Kegelrad-Achsgetriebe S. 436
  - Stirnrad-Achsgetriebe S. 436
- 9.4.2 Ausgleichsgetriebe S. 436
  - Aufgaben S. 436
  - Kegelrad-Ausgleichsgetriebe S. 437
- 9.4.3 Ausgleichssperren S. 439
  - Schaltbare Ausgleichssperren S. 439
  - Selbsttätig schaltende Ausgleichs-sperren S. 439
- 9.4.4 Verteilergetriebe S. 444
- 9.5 Gelenkwellen und Gelenke S. 445**
- 9.5.1 Kreuzgelenke S. 446
- 9.5.2 Gleichlauf-Festgelenke S. 447
- 9.5.3 Gleichlauf-Verschiebegelenke S. 448
- 9.6 Antriebssysteme S. 448**
- 9.6.1 Anforderungen an Antriebssysteme S. 449
- 9.6.2 Grundbegriffe S. 449
- 9.6.3 Hinterradantrieb S. 450
- 9.6.4 Vorderradantrieb S. 451
- 9.6.5 Allradantrieb S. 452
- 9.7 Alternative Systeme S. 453**
- 9.7.1 Elektroantrieb S. 453
- 9.7.2 Hybridsystem S. 454
- 9.7.3 Brennstoffzellen S. 457
- Aufgaben S. 458**

**10P Instandhalten von Fahrwerks- und Bremssystemen S. 461**

- 10.1 Fahrwerkssystem S. 462**
  - 10.1.1 Anforderungen an das Fahrwerk S. 462
  - 10.1.2 Bewegungen des Gesamtfahrzeugs S. 463
  - 10.1.3 Kenngrößen des Fahrwerks (Fahrwerksgeometrie) S. 465
  - 10.1.4 Auswirkungen fehlerhafter Rad- und Achseinstellwerte S. 470
  - 10.1.5 Fahrwerksvermessung S. 471
    - Werkstattpraxis S. 472
- 10.2 Radaufhängungen S. 473**
  - 10.2.1 Bauteile von Radaufhängungen S. 474
  - 10.2.2 Einzerradaufhängung S. 477
  - 10.2.3 Halbstarrachsen S. 480
  - 10.2.4 Starrachsen S. 481
- 10.3 Federung und Dämpfung S. 482**
  - 10.3.1 Aufgaben der Federung S. 482
  - 10.3.2 Grundlegendes zur Federung S. 482
  - 10.3.3 Arten der Fahrzeugfederung S. 484
    - Stahlfederung S. 484
    - Gasfederung S. 487
    - Gummifederung S. 488
  - 10.3.4 Aufgabe und Prinzip der hydraulischen Schwingungsdämpfung S. 490
  - 10.3.5 Schwingungsdämpferarten S. 491
  - 10.3.6 Federdämpfer S. 492
  - 10.3.7 Zusatzfunktionen im Dämpfer S. 492
  - 10.3.8 Adaptive und halbaktive (semiaktive) Dämpfung und Federung S. 493
    - Federungen S. 495
  - 10.3.9 „Aktive Fahrwerke“ (langsamaktives System) S. 496
- 10.4 Räder und Reifen S. 497**
  - 10.4.1 Anforderungen an Räder S. 497
  - 10.4.2 Radaufbau S. 498
  - 10.4.3 Radbezeichnungen S. 501
  - 10.4.4 Anforderungen an Reifen S. 501
  - 10.4.5 Reifenaufbau und Reifenbauarten S. 504
  - 10.4.6 Reifenbezeichnung S. 505
- 10.5 Lenkung S. 512**
  - 10.5.1 Lenkgeometrie S. 512
    - Lenkungsarten S. 512
    - Lenkgestänge S. 513
  - 10.5.2 Lenkgetriebe S. 514
  - 10.5.3 Hilfskraftlenkungen S. 516
    - Hydraulische Hilfskraftlenkung S. 516
    - Elektrohydraulische Hilfskraftlenkung S. 517
    - Aktivlenkung S. 517
  - 10.5.4 Lenksäule S. 518
  - 10.5.5 Allradlenkung S. 518
- 10.6 Mechanische Bremssysteme S. 519**
  - 10.6.1 Einsatzbereiche S. 519
  - 10.6.2 Feststellbremse im Pkw S. 519
  - 10.6.3 Betriebs- und Feststellbremse an Anhängerfahrzeugen S. 520
- 10.7 Hydraulische Bremssysteme S. 521**
  - 10.7.1 Anforderungen an die Bremsanlage S. 521
  - 10.7.2 Allgemeine physikalische Grundlagen S. 522
  - 10.7.3 Bremskreisaufteilung S. 525
  - 10.7.4 Funktionsgruppen der hydraulischen Bremsanlage S. 525
    - Hauptzylinder S. 525
    - Bremskraftverstärker S. 527
    - Bremskraftübertragung S. 529
    - Bremskraftverteilung S. 529
    - Trommelbremse S. 531
    - Scheibenbremse S. 534
  - 10.7.5 Elektrohydraulische Bremse S. 537
  - 10.7.6 Elektromechanische Feststellbremse S. 538
  - 10.7.7 Kraftradbremse S. 541
  - 10.7.8 Arbeiten an der Bremsanlage S. 541
- 10.8 Fahrsicherheitssysteme S. 543**
  - 10.8.1 Anti-Blockier-System (ABS) S. 543
    - ABS mit 3/3-Magnetventilen S. 544
    - ABS mit 2/2-Magnetventilen S. 547
    - Elektronische Bremskraftverteilung S. 549
  - 10.8.2 Antriebsschlupf-Regelung S. 550
  - 10.8.3 Fahrdynamik-Regelung (ESP) S. 553
- 10.9 Pneumatische Bremssysteme (Fremdkraftbremsanlagen) S. 556**
  - 10.9.1 Funktionsdarstellung der Fremdkraftbremse S. 556
  - 10.9.2 Teilbremssysteme der Fremdkraftbremsanlage S. 557
  - 10.9.3 Hydraulische Bremskraftanlage mit Druckluftunterstützung S. 557
- 10.10 Gesetzliche Bestimmungen zur Bremsanlage S. 559**
  - 10.10.1 Vorschriften für die Auslegung und Untersuchung der Bremsanlage S. 559
  - 10.10.2 Überprüfung der Mindestabbremung S. 560
- Aufgaben S. 561**

**11P Nachrüsten und Inbetriebnehmen von Zusatzsystemen S. 565**

- 11.1 Allgemeine Vorgehensweise S. 566
  - 11.1.1 Kundengespräch/Bedarfsermittlung S. 567
  - 11.1.2 Vorbereitung S. 568
- 11.2 Anhängerkupplung nachrüsten S. 568
  - 11.2.1 Einbau der Anhängerkupplung S. 568
  - 11.2.2 Inbetriebnahme und Funktionserklärung S. 572
- 11.3 Zusatzheizungssystem S. 573
  - 11.3.1 Informationen für eine qualifizierte Kundenberatung S. 573
  - 11.3.2 Funktion des Heizgerätes S. 575
  - 11.3.3 Hinweise für die Nachrüstung S. 576
  - 11.3.4 Diagnose S. 578
- 11.4 Einpark- und Rückfahrhilfen S. 578
  - 11.4.1 Einparkhilfen mit Ultraschallwandlern S. 578
  - 11.4.2 Rückfahrkamera S. 580
- 11.5 Fahrerinformationssysteme S. 581
  - 11.5.1 Navigationssysteme S. 582
  - 11.5.2 Telefon S. 583
  - 11.5.3 Telematik S. 584
- Aufgaben S. 585

---

**Prüfen und Instandsetzen von vernetzten Systemen S. 587**

---

- 12.1 Grundlagen der Datenverarbeitung im Kfz S. 588
  - 12.1.1 Daten als Grundlage der Verarbeitung S. 588
  - 12.1.2 Bit, Byte, Megabyte und „mehr“ S. 588
  - 12.1.3 Zahlensysteme S. 589
  - 12.1.4 Programme S. 590
- 12.2 Von der Systemvernetzung zu den Bussystemen S. 590
- 12.3 Busstrukturen und -systeme S. 591
- 12.4 Controller Area Network (CAN) S. 594
  - 12.4.1 Signalaufprägung und Kommunikationsablauf beim CAN-Bussystem S. 594
  - 12.4.2 Diagnose von CAN-Bussystemen S. 597
- 12.5 Local Interconnect Network (LIN) S. 600
- 12.6 Optische Datenbussysteme S. 601
  - 12.6.1 Signalübertragung über Lichtwellenleiter S. 601
  - 12.6.2 MOST-Bus S. 603
  - 12.6.3 Diagnose MOST-Bus S. 603
  - 12.6.4 Byteflight S. 606
- 12.7 Bluetooth S. 607
- 12.8 FlexRay S. 608
- 12.9 Beispiele von Busstrukturplänen und übertragenen Signalen S. 610
  - 12.9.1 Analyse ausgewählter Busstrukturpläne als Grundlage einer gezielten Fehlersuche S. 610
  - 12.9.2 Beispiele für übertragene Signale S. 611
    - Betrachtung der Signale S. 613
    - Betrachtung des Getriebesteuergerätes (automatische Getriebesteuerung) S. 613
    - Betrachtung des Motorsteuergerätes S. 613
- 12.10 Arbeiten an vernetzten Systemen S. 614
  - 12.10.1 Diagnose von vernetzten Systemen S. 614
  - 12.10.2 Programmieren, Codieren, Personalisieren S. 615
- Aufgaben S. 618



## **13P** Diagnostizieren und Instandsetzen von Karosserie-, Komfort- und Sicherheitssystemen S. 619

- 13.1 Einfache Karosserie- und Komfortssysteme S. 620
  - 13.1.1 Elektrische Fensterheber S. 620
  - 13.1.2 Elektrische Dachantriebe S. 621
  - 13.1.3 Elektrische Sitzverstellung S. 622
  - 13.1.4 Elektrische Spiegelverstellung S. 622
  - 13.1.5 Elektrische Lenkradverstellung S. 623
  - 13.1.6 Verstellmöglichkeiten mit Speicherfunktion S. 623
- 13.2 Wegfahrsperre S. 625
  - 13.2.1 Einführung des qualifizierten Diebstahlschutzes S. 625
  - 13.2.2 Wegfahrsperre mit Transponder S. 625
- 13.3 Zentralverriegelung S. 626
  - 13.3.1 Elektropneumatische Zentralverriegelung S. 627
  - 13.3.2 Elektrische Zentralverriegelung S. 628
  - 13.3.3 Fernbedienungssysteme S. 628
  - 13.3.4 Komfortzugang S. 630
- 13.4 Diebstahlwarnanlage S. 631
- 13.5 Fahrgeschwindigkeitsregelung S. 633
  - 13.5.1 Konventionelle Fahrgeschwindigkeitsregelung S. 633
  - 13.5.2 Adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung S. 634
  - 13.5.3 Adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung mit „stop and go“-Funktion S. 35
- 13.6 Head-up-Display S. 637
- 13.7 Heizungs- und Klimaregelung S. 637
  - 13.7.1 Funktionsprinzip einer Klimaanlage S. 638
  - 13.7.2 Ein- und Ausgangssignale und Funktionen der Heizungs- und Klimaregelung S. 639
  - 13.7.3 Wartung der Klimaanlage S. 640
- 13.8 Pyrotechnische Rückhaltesysteme S. 641
  - 13.8.1 Airbag S. 641
  - 13.8.2 Ablauf einer Airbagzündung S. 642
  - 13.8.3 Bauteile und ihre Funktion S. 643
  - 13.8.4 Gurtstraffer und Gurtschlossstrammer S. 644
  - 13.8.5 Systemüberprüfung und Sicherheitshinweise S. 644
  - 13.8.6 Werkstattpraxis S. 645
- Aufgaben S. 645

## **14P** Durchführen von Service- und Instandsetzungsarbeiten für eine gesetzliche Untersuchung

- 14.1 Rechtliche Grundlagen S. 648
- 14.2 Hauptuntersuchung für Personenkraftwagen S. 649
  - 14.2.1 Rahmenbedingungen S. 649
  - 14.2.2 Fahrzeugüberprüfung S. 651
  - 14.2.3 Ergebnis der Prüfung S. 653
  - 14.2.4 Elektronische Fahrzeugsysteme S. 655
- 14.3 Prüfpunkte bei den Service- und Instandsetzungsarbeiten S. 655
  - 14.3.1 Fahrzeugidentifizierung S. 655
  - 14.3.2 Fahrzeuginnenraum S. 655
  - 14.3.3 Fahrzeug von außen S. 657
  - 14.3.4 Motorraum S. 658
  - 14.3.5 Fahrzeug von unten S. 658
  - 14.3.6 Bremsenprüfung am Rollenprüfstand S. 661
  - 14.3.7 Überprüfung mit Diagnosetester und AU-Prüfgeräten S. 661
  - 14.3.8 Probefahrt S. 661
  - 14.3.9 Mängelschwerpunkte an Fahrzeugen S. 662
- 14.4 Änderungen an Fahrzeugen S. 662
  - 14.4.1 Betriebserlaubnis des Fahrzeugs S. 663
  - 14.4.2 Änderungen ohne Erlöschen der Betriebserlaubnis S. 663
  - 14.4.3 Änderungen mit Erlöschen der Betriebserlaubnis S. 665
- Aufgaben S. 667

## **Anhang** S. 668

- Abkürzungen und (englische) Fachbegriffe S. 668
- Sachwortverzeichnis S. 674
- Bildquellen S. 688