

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 S. 63

- 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 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

<ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 3.6.1 Halbleitertechnik S. 137 3.7 Elektronische Bauteile im Kfz S. 140 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 3.9.1 Schaltpläne S. 153 <ul style="list-style-type: none"> – Übersichtsschaltplan (Blockdiagramm, Blockschaltplan) S. 154 – Anschlussplan S. 154 – Stromlaufplan S. 155 3.9.2 Messgeräte S. 157 <ul style="list-style-type: none"> – Vielfachmessgeräte (Multimeter) S. 157 – Strommesszangen S. 160 – Oszilloskope S. 160 	<ul style="list-style-type: none"> 3.9.3 Messverfahren S. 161 3.10 Elektromotoren S. 165 <ul style="list-style-type: none"> 3.10.1 Gleichstrommotoren S. 165 3.10.2 Schrittmotoren S. 167 3.11 Beleuchtungs- und Signalanlage S. 168 <ul style="list-style-type: none"> 3.11.1 Allgemeine Aufgaben, Vorschriften, Bezeichnungen S. 168 3.11.2 Lichtquellen und Scheinwerfer S. 169 3.11.3 Kurven- und Abbieglicht 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 <hr/> 4.1 Wichtige Begriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik S. 183 <ul style="list-style-type: none"> 4.1.1 Steuerung S. 183 4.1.2 Regelung S. 185 4.2 Aufbau von Steuerungen und Regelungen S. 185 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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		
<hr/>		
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 Vorlegegetriebe	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 (Tabelle 227.1)	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 Pleuelgehäuse	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
	– Dieseldieselkraftstoff	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 S. 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_x-Sensoren S. 363
 - 7.11 Systeme zur Minderung von Abgasen** S. 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

9P 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 Kupplungscheiben 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
 - Selbsteinstellende 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
 - Sperrsynchrosierung 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**

- 10 P 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 Einzelradaufhängung 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 Mindestabbremsung 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

- 12P 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 Komfortsysteme 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 **Wegfahrsperrung S. 625**
- 13.2.1 Einführung des qualifizierten Diebstahlschutzes S. 625
- 13.2.2 Wegfahrsperrung 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

Anhang

S. 668

14 P Durchführen von Service- und Instandsetzungsarbeiten für eine gesetzliche Untersuchung S. 647

- 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**