



1 Warten und Pflegen von Fahrzeugen oder Systemen S. 13

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



2 Demontieren, Instandsetzen und Montieren von fahrzeugtechnischen Baugruppen oder Systemen

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

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

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

4

Prüfen und Instandsetzen von Steuerungs- und Regelungssystemen S. 181

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

5

Prüfen und Instandsetzen der Energieversorgungs- und Startsysteme S. 209

5.1	Energieversorgungssysteme S. 210	5.2	Startsysteme S. 224
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	5.2.1	Schub-Schraubtrieb-Starter ohne Vorlegegetriebe S. 224 – Aufbau und Funktion S. 224
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	5.2.2	Schub-Schraubtrieb-Starter mit Vorgelegetriebe 226
5.1.3	Elektrische Energieversorgung S. 222 – Ein-Batterie-Bordnetz S. 222 – Zwei-Batterien-Bordnetz S. 223 – Zwei-Spannungs-Bordnetz S. 224	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

B**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 Hubkolben-	
	motoren	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	Ventilsteuерung	S. 252
	– Nockenwelle	S. 252
	– Ventile	S. 254
6.3.7	Variable Ventilsteuering	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 Kühlssystem	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
	– Dieselkraftstoff	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	Klopregelung	S. 327
7.8.8	Klopregelung durch Ionenstrommessung	S. 329
7.8.9	Zündkerzen	S. 330
	– Aufbau	S. 330
	– Wärmewert	S. 331
	– Funkenstrecke und Funkenlage	S. 332
	– Zündkerzengesichter	S. 333

Inhaltsverzeichnis

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

8 Durchführen von Service- und Instandsetzungarbeiten an Abgassystemen S. 373

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

9P Instandhalten von Kraftübertragungssystemen S. 385

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

9.2	Manuelle Wechselgetriebe S. 398	9.3.6	Elektro-hydraulische Getriebesteuerung vollautomatischer Getriebe S. 426
9.2.1	Aufgaben von Wechselgetrieben S. 399	– Drehzahlwandlung S. 399	– Hydraulisches Schaltgerät S. 426
	– Drehmomentwandlung S. 399	– Elektronisches Getriebesteuerergerät S. 427	
	– Drehrichtungsänderung S. 400	9.3.7	Stufenlose Getriebe S. 430
9.2.2	Schaltgetriebe ohne Synchronisier- einrichtung S. 400	– Stufenloses Getriebe mit Stahlschub- gliederband S. 430	
	– Schieberadgetriebe S. 400	– Stufenloses Getriebe mit Zugkette S. 431	
	– Schaltmuffengetriebe S. 401	9.3.8	Doppelkupplungsgetriebe S. 432
	– Ziehkeilgetriebe S. 401	– Kupplungsbetätigung beim Doppel- kupplungsgetriebe S. 433	
	– Schaltklauengetriebe S. 402	9.3.9	Schmierstoffe für Getriebe und Lager S. 435
9.2.3	Schaltgetriebe mit Synchronisiereinrichtung S. 402	9.4	Achs-, Ausgleichs- und Verteilergetriebe S. 435
	– Gleichachsige und ungleichachsige Getriebe S. 403	9.4.1	Achsgesetze S. 435
	– Einfache Synchronisierung S. 405		– Kegelrad-Achsgesetze S. 436
	– Sperrsynchronisierung System Borg-Warner S. 405		– Stirnrad-Achsgesetze S. 436
	– Mehrkonus-Synchronisiereinrichtungen S. 407	9.4.2	Ausgleichsgetriebe S. 436
9.2.4	Gruppengetriebe S. 407		– Aufgaben S. 436
	– Vorschaltgruppe S. 408		– Kegelrad-Ausgleichsgetriebe S. 437
	– Nachschaltgruppe S. 409	9.4.3	Ausgleichssperren S. 439
	– Kombination von Vor- und Nachschalt- gruppe S. 410		– Schaltbare Ausgleichssperren S. 439
9.2.5	Werkstattpraxis S. 410		– Selbsttätig schaltende Ausgleichs- sperren S. 439
9.3	Automatische Wechselgetriebe S. 411	9.4.4	Verteilergetriebe S. 444
9.3.1	Halbautomatische Getriebe und automatisierte Schaltgetriebe S. 411	9.5	Gelenkwellen und Gelenke S. 445
9.3.2	Aufbau der vollautomatischen Getriebe S. 412	9.5.1	Kreuzgelenke S. 446
9.3.3	Hydrodynamische Kupplung und hydro- dynamischer Drehmomentwandler S. 413	9.5.2	Gleichlauf-Festgelenke S. 447
	– Hydrodynamische Kupplung S. 413	9.5.3	Gleichlauf-Verschiebegelenke S. 448
	– Hydrodynamischer Drehmom- entwandler S. 414	9.6	Antriebssysteme S. 448
	– Wandler-Überbrückungskupplung S. 415	9.6.1	Anforderungen an Antriebssysteme S. 449
9.3.4	Planetenradsätze S. 417	9.6.2	Grundbegriffe S. 449
	– Der einfache Planetenradsatz: Aufbau und Schaltmöglichkeiten S. 417	9.6.3	Hinterradantrieb S. 450
	– Ravigneaux-Getriebe S. 418	9.6.4	Vorderradantrieb S. 451
	– Simpson-Getriebe S. 419	9.6.5	Allradantrieb S. 452
	– Wilson-Getriebe S. 419	9.7	Alternative Systeme S. 453
9.3.5	Hydraulische Steuerung vollautomatischer Getriebe S. 421	9.7.1	Elektroantrieb S. 453
	– Druckerzeugung S. 421	9.7.2	Hybridsystem S. 454
	– Schaltglieder S. 422	9.7.3	Brennstoffzellen S. 457
	– Funktionsweise S. 425		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 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“ (langsamtaktives 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 Bremskreisauflistung 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 Mindestabremsung S. 560
- 10.10.3 **Aufgaben S. 561**

11P Nachrüsten und Inbetriebnehmen von Zusatzsystemen S. 565

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

Prüfen und Instandsetzen von vernetzten Systemen S. 587

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



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

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



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

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



Anhang S. 668

Abkürzungen und (englische) Fachbegriffe S. 668

Sachwortverzeichnis S. 674

Bildquellen S. 688