

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	5
1 Allgemeine Grundlagen für die Meisterprüfung . . . . .	17
2 Verbrennungsmotoren . . . . .	25
2.1 Kurbeltrieb . . . . .	41
2.1.1 Kurbelwellen . . . . .	42
2.1.2 Gleitlager . . . . .	49
2.1.3 Pleuel . . . . .	54
2.1.4 Kolben . . . . .	56
2.1.5 Kolbenringe . . . . .	65
2.1.6 Kolbenbolzen . . . . .	68
2.1.7 Schwungscheibe . . . . .	69
2.1.8 Zylinder . . . . .	69
2.1.9 Zylinderköpfe . . . . .	72
2.2 Ventiltrieb . . . . .	74
2.2.1 Steuerzeiten von Viertaktmotoren . . . . .	74
2.2.2 Variable Steuerzeiten . . . . .	78
2.2.3 Überprüfung der Steuerzeiten . . . . .	91
2.2.4 Ventile . . . . .	97
2.2.5 Ventilführungen . . . . .	104
2.2.6 Ventildfedern . . . . .	105
2.2.7 Ventildrehvorrichtungen . . . . .	105
2.2.8 Ventilspiel . . . . .	107
2.2.9 Desmodromische Ventilsteuerung . . . . .	109
2.3 Arbeitsverfahren bei Kfz-Motoren . . . . .	110
2.3.1 Viertakt-Ottomotor . . . . .	110
2.3.2 Zweitakt-Ottomotor . . . . .	115
2.3.3 Kompressionsdruckprüfung . . . . .	117
2.3.4 Druckverlusttest . . . . .	119
2.3.5 Ungleichförmigkeit des Motors . . . . .	120
2.3.6 Drehschwingungsdämpfer . . . . .	120
2.3.7 Zweimassenschwungrad . . . . .	121
2.3.8 Ausgleichswellen . . . . .	124
2.3.9 Motoraufhängung . . . . .	125
2.4 Motorleistung . . . . .	126
2.4.1 Leistungsbestimmende Faktoren . . . . .	125
2.4.2 Drehmoment . . . . .	127
2.4.3 Ventiltechnik . . . . .	129
2.4.4 Schaltsaugrohr . . . . .	130
2.4.5 Abgasturbolader . . . . .	132
2.4.6 Brennraum . . . . .	136
2.4.7 Doppelzündung . . . . .	137
2.4.8 Phasenversetzte Doppelzündung . . . . .	137
2.5 Motorschmierung . . . . .	137
2.5.1 Schmiersysteme . . . . .	141
2.5.2 Ölpumpen . . . . .	142
2.5.3 Kurzschlussventil . . . . .	143

2.5.4	Öldruckschalter	144
2.5.5	Ölfilter	144
2.5.6	Ölkühler	146
2.5.7	Ölwechsel	146
2.6	Motorkühlung	148
2.6.1	Luftkühlung	148
2.6.2	Flüssigkeitskühlung	149
2.6.3	Visco-Lüfterkupplung	155
2.6.4	Latentwärmespeicher	157
2.6.5	Standheizung	157
2.6.6	Kennfeldgesteuertes Kühlsystem	158
2.7	Kreiskolbenmotor	159
2.8	Abgasanlage	162
2.9	Dichtungselemente	165
2.10	Dieselmotoren	167
2.10.1	Aufbau	167
2.10.2	Zylinderlaufbuchsen, Zylinderlaufflächen	167
2.10.3	Arbeitsverfahren	171
2.10.4	Kolbenspaltnmaß	173
2.10.5	Motoraufladung	174
<b>3</b>	<b>Gemischbildung und Verbrennung bei Ottomotoren</b>	<b>185</b>
3.1	Abgase und Abgasnachbehandlung von Ottomotoren	189
3.2	Katalytische Nachverbrennung	193
3.2.1	Lambda-Regelung	197
3.2.2	Bosch-Spannungssprung-Lambda-Sonde (Zweipunkt-Sonde nach dem Nernst-Prinzip)	197
3.2.3	Siemens-Widerstands-Lambda-Sonde	203
3.2.4	Bosch-Breitband-Lambda-Sonde	205
3.2.5	Europäische On-Board-Diagnose (EOBD)	208
3.3	Kraftstoffeinspritzung bei Ottomotoren	213
3.3.1	Bosch Motronic	215
3.3.2	Bosch ME-Motronic	257
3.3.3	Bosch Mono-Motronic	266
3.3.4	Bivalentes Einspritzsystem (Benzin/Erdgas, CNG)	278
3.3.5	Bivalentes Einspritzsystem (Benzin/Flüssiggas, LPG)	283
3.3.6	Benzin-Direkteinspritzung (wandgeführt)	287
3.3.7	Bosch MED-Motronic	291
3.3.8	Benzin-Direkteinspritzung (strahlgeführt)	307
<b>4</b>	<b>Gemischbildung und Verbrennung bei Dieselmotoren</b>	<b>313</b>
4.1	Abgase und Abgasnachbehandlung von Dieselmotoren	315
4.1.1	Abgaszusammensetzung	315
4.1.2	Schadstoffentstehung	315
4.1.3	Schadstoffminderung	316
4.1.4	Abgasrückführung bei Dieselmotoren	317
4.1.5	Abgasnachbehandlung bei Pkw-Dieselmotoren	318
4.1.6	Dieselpartikelfilter	320
4.1.7	Abgasnachbehandlung bei Nfz-Dieselmotoren	324
4.1.8	EOBD-Dieselmotoren	326
4.2	Diesel-Einspritzverfahren	328
4.2.1	Direkteinspritzverfahren (DI)	328
4.3	Dieseleinspritzsysteme mit elektronischer Regelung (EDC)	330
4.3.1	Bosch-Einspritzsystem mit Pumpe-Düse-Einheit (PDE)	331
4.3.2	VW/Siemens-VDO-Pumpe-Düse-Einheit mit Piezo-Ventil	375
4.3.3	Bosch-Einspritzsystem Pumpe-Leitung-Düse (PLD)	383
4.3.4	Bosch-Einspritzsystem Common Rail (CR)	399
4.3.5	Bosch-Einspritzsystem Common Rail (CR) mit Piezo-Inline-Injektor	428
4.3.6	Bosch-Radialkolben-Verteilereinspritzpumpe (VR..)	434
4.3.7	Bosch-Axialkolben-Verteilereinspritzpumpe (VE..)	462

4.4	Einspritzdüsen	479
4.4.1	Mehrlochdüsen	480
4.4.2	Drosselzapfendüsen	481
4.4.3	Einspritzdüsenhalter	483
4.4.4	Düsenprüfung mit dem Handprüfgerät	486
4.4.5	Einspritzleitungen	487
<b>5</b>	<b>Kraftübertragung</b>	<b>489</b>
5.1	Kupplung	491
5.1.1	Aufgaben	491
5.1.2	Kupplungsarten	492
5.1.3	Kupplungsscheiben	497
5.1.4	Ausrücklager	498
5.1.5	Einstellung und Betätigung der Kupplung	501
5.1.6	Kupplungsfehler und deren Ursachen	501
5.1.7	Die selbst nachstellende Kupplung (SAC)	504
5.1.8	Lamellenkupplung	505
5.1.9	Magnetpulverkupplung	506
5.1.10	Elektronisch gesteuerte Kupplungen	507
5.2	Wechselgetriebe	508
5.2.1	Gleichachsige Getriebe	509
5.2.2	Ungleichachsige Getriebe	512
5.2.3	Schieberadgetriebe	512
5.2.4	Allklauengetriebe	513
5.2.5	Zähnezahlen und Übersetzungen	515
5.2.6	Synchrongetriebe	518
5.2.7	Schaltsperre und Schaltarretierung	524
5.2.8	Lagerarten in Getrieben	526
5.2.9	Nutzkraftwagen(Nkw)-Getriebe	526
5.2.10	Elektronisch-pneumatische Schaltung (EPS)	527
5.2.11	I-Shift-Getriebe	529
5.2.12	Nebenabtriebe	531
5.2.13	Schmierung von Getrieben	532
5.3	Automatikgetriebe	534
5.3.1	Hydrodynamische Kupplung	535
5.3.2	Hydrodynamischer Drehmomentwandler	535
5.3.3	Wandlerüberbrückungskupplung	541
5.3.3.1	Geregelt schlupfende Wandlerüberbrückungskupplung	542
5.3.4	Planetengetriebe, Arten	543
5.3.5	Übersetzungen von Planetengetrieben	545
5.3.6	Schalten der Planetengetriebe	549
5.3.7	Mechanische Automatikgetriebe	553
5.3.8	Hydraulikeinrichtung im Automatikgetriebe	557
5.3.9	Elektronisch-hydraulische Steuerung (ZF 4 HP 22 EH) im 4-Gang-Automatikgetriebe	562
5.3.10	Adaptive Getriebesteuerung (AGS)	563
5.3.11	Sechsgang-Stufenautomatikgetriebe 6 HP 26	565
5.3.12	Siebgang-Automatikgetriebe	566
5.3.13	Achtgang-Automatikgetriebe	568
5.3.14	Stufenloses Automatikgetriebe (CVT = Continuously Variable Transmission)	569
5.3.15	Multitronic – Stufenloses Automatikgetriebe	571
5.3.16	Halbautomatisches Getriebe	577
5.3.17	Automatisierte Schaltgetriebe	578
5.3.18	Automatisierte Schaltgetriebe im Nutzfahrzeug	585
5.3.19	Doppelkupplungsgetriebe (Dual-Tronic oder DSG-Direktschaltgetriebe)	587
5.3.20	Ab- und Anschleppen von Kfz unter Berücksichtigung der in den zu schleppenden Kfz verwendeten Getriebe	594
5.4	Verteilergetriebe	595
5.5	Viscokupplung/Viscosperre	598
5.6	Torsen-Sperrdifferential (Audi)	599

5.7	Haldex-Kupplung	600
5.7.1	Haldex-Kupplung Generation IV	603
5.8	Kardan- oder Gelenkwellen	604
5.8.1	Gelenkwellen mit Kreuzgelenken	604
5.8.2	Gelenkwellen mit Gleichlaufgelenken	606
5.8.3	Tripodegelenke	608
5.8.4	Trockengelenke	608
5.9	Winkelgetriebe	609
5.9.1	Verzahnungsarten von Kegelradgetrieben	610
5.9.2	Grundsätzliches zur Einstellung von Kegelradgetrieben	612
5.9.3	Einstellen von Kegel- und Tellerrad	612
5.10	Ausgleichsgetriebe (Differential)	615
5.10.1	Differentialsperre	617
5.10.2	Lamellenselbstsperrdifferential (ZF Lok-O-Matic)	618
5.10.3	Variable Differentialsperre	621
5.10.4	Torque Vectoring	622
5.10.5	Verteilergetriebe Twinster-Differential	624
5.11	Allradantriebe	624
5.11.1	Allrad-Technik	624
5.11.2	X-Drive-Allradkonzept BMW	626
5.11.3	SH-AWD-Allradkonzept Honda	626
5.11.4	Allradkonzept VW Touareg	628
5.12	Radvorgelegeantriebe	629
5.13	Antriebsachse Doppelachse	631
<b>6</b>	<b>Fahrwerk</b>	<b>633</b>
6.1	Lenkgeometrie	633
6.1.1	Sturz	635
6.1.2	Spreizung	639
6.1.3	Nachlauf	644
6.1.4	Spur der Räder zueinander, Gesamtspur oder Spur	646
6.1.5	Lenktrapez	651
6.1.6	Dynamische Kurvenfahrt	653
6.1.7	Unterschied zwischen Hinterrad- und Frontantrieb	655
6.2	Lenkgetriebe	656
6.2.1	Zahnstangenlenkung	656
6.2.2	Kugelumlauflenkung	659
6.2.3	Gemmer-Globoidschneckenlenkung (Rollenlenkung)	661
6.2.4	Einstellen von Lenkgetrieben	662
6.2.5	Hilfskraftlenkungen (Servolenkungen)	664
6.2.6	Geschwindigkeitsabhängige Hydrolenkung ZF-Servotronic	677
6.2.7	Elektromechanische Servolenkung	680
6.3	Achsen am Kraftfahrzeug	680
6.3.1	Starrachsen	682
6.3.2	Einzelradaufhängung (Schwingachsen)	686
6.4	Federn (Federelemente) am Kraftfahrzeug	697
6.4.1	Blattfeder	697
6.4.2	Schraubenfedern	699
6.4.3	Torsions- oder Drehstabfedern	701
6.4.4	Luftfederung	702
6.4.5	Gashydraulische (hydropneumatische) Federung	705
6.5	Querstabstabilisator	705
6.6	Stoßdämpfer	705
6.7	Räder und Reifen am Kraftfahrzeug	711
6.7.1	Bereifung	711
6.7.2	Räder	722
6.8	Unwucht an Kfz-Rädern	727

7	<b>Fahrzeugbremsen</b>	735
7.1	Hydraulische Bremsen	736
7.1.1	Hauptzylinder	737
7.1.2	Tandem-Hauptzylinder	741
7.1.3	Tandem-Hauptzylinder mit Volumenverbraucher	744
7.1.4	Tandem-Hauptzylinder mit Zentralventil	745
7.1.5	Gestufte Tandem-Hauptzylinder	746
7.1.6	Gestufte Tandem-Hauptzylinder mit Zentralventil	748
7.1.7	Spezial-Tandem-Hauptzylinder (Twintax)	749
7.1.8	Elektrohydraulische Bremse (EHB) – Brake-by-wire-Bremssystem – Sensotronic Brake Control (SBC)	751
7.2	Wartung der hydraulischen Bremsen	752
7.2.1	Bremsflüssigkeit	753
7.2.2	Entlüftung hydraulischer Bremsanlagen	756
7.2.3	Hydraulische Dichtheitsprüfungen	758
7.2.4	Bremsleitungen	759
7.2.5	Lagerung der Gummiformteile	761
7.3	Radbremsen	761
7.3.1	Trommelbremsen	762
7.3.2	Scheibenbremsen	772
7.4	Bremskraftverteilung	789
7.4.1	Bremskraftverteiler	790
7.4.2	Elektronische Bremskraftverteilung (EBV)	791
7.5	Bremskraftverstärker	793
7.5.1	Saugluftverstärker	793
7.5.2	Bremsassistent (BAS)	796
7.5.3	Zentralhydraulik	798
7.5.4	Druckluftverstärker	800
7.6	Bremsweg	800
7.6.1	Antiblockiersystem (ABS)	801
7.6.2	Hydroaggregat	811
7.6.3	Bremsregelung mit Giermoment-Aufbauverzögerung	821
7.6.4	ABS bei Allradantrieb	823
7.6.5	Antriebschlupfregelung (ASR)	825
7.6.6	Motorschleppmomentregelung (MSR)	825
7.6.7	Antiblockiersystem (ABS) mit elektronischer Differentialsperre (EDS)	826
7.6.8	Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)	827
7.7	Anhängerbremse	834
7.7.1	Auflaufbremse	835
7.8	Druckluftbremse	836
7.8.1	Begriffserklärungen	837
7.8.2	Zeichnungssymbole nach DIN 74 253	839
7.8.3	Anschlussbezeichnungen für Druckluftgeräte	841
7.8.4	Druckluftleitungssystem	841
7.8.5	Druckluftbremse nach RREG (EU-Bremse)	843
7.8.6	Funktionsbeschreibung der Bremsanlage nach RREG (Motorwagen und Anhänger)	846
7.9	Bremsanlage im Motorwagen	849
7.9.1	Funktion der Luftbeschaffungsanlage	849
7.9.2	Funktion der Betriebsbremsanlage	858
7.9.3	Funktion der Feststellbremse	876
7.9.4	Funktion der Anhängersteuerung	887
7.10	Anhänger-Bremsanlage (Funktion)	894
7.10.1	Rohrleitungsfiter	894
7.10.2	Anhänger-Bremsventil	895
7.10.3	Kombi-Löseventil	899
7.10.4	Rückhalteventil	900
7.10.5	ALB bei Fahrzeugen mit Luftfederung	901
7.11	Dauerbremsanlage	902

7.11.1	Motorstaudruckbremse	903
7.11.2	Konstantdrossel	903
7.11.3	Wirbelstrombremse (Retarder)	903
7.11.4	Hydrodynamische Strömungsbremse (Retarder)	905
7.12	Voreilung	907
7.13	Zugabstimmung	908
7.14	Antiblockiersystem (ABS)	910
7.15	Elektronisch geregeltes Bremssystem (EBS)	911
7.16	Rollen-Bremsenprüfstand	919
<b>8</b>	<b>Kraftfahrzeug-Elektrik/-Elektronik</b>	<b>923</b>
8.1	Grundlagen	923
8.1.1	Spannung, Strom, Widerstand, das ohmsche Gesetz	925
8.1.2	Unterschiede der Spannungserzeugung und Spannungsarten	928
8.1.3	Stromarten und Wirkungen des elektrischen Stromes	931
8.1.4	Stromkreis mit mehreren Verbrauchern	933
8.1.5	Leiterwiderstand	934
8.1.6	Kabelquerschnittsbestimmung	935
8.1.7	Widerstand und Temperatur	936
8.1.8	Halbleiterbauelemente	937
8.1.9	Magnetismus	941
8.1.10	Hilfsmittel bei der Fehlersuche in elektrischen Anlagen	945
8.1.11	Datenbussysteme	960
8.2	Zündanlagen	984
8.2.1	Grundoszillogramme	986
8.2.2	Fehlerhafte Oszillogramme und ihre Auswertung	988
8.2.3	Kontaktlose Transistorzündanlagen	988
8.2.4	Zweifunken-Zündspulen	1001
8.2.5	Einzelfunken-Zündspulen	1004
8.2.6	Fehlersuche am Motormanagement	1007
8.2.7	Zündkerzen	1008
8.3	Fern- und Nahentstörung	1020
8.4	Batterien für Kraftfahrzeuge	1022
8.4.1	Aufbau der Starterbatterien	1022
8.4.2	Chemische Vorgänge beim Entladen und Laden	1022
8.4.3	Begriffsbestimmungen und technische Eigenschaften	1023
8.4.4	Betriebsverhalten	1026
8.4.5	Laden von Bleibatterien	1027
8.4.6	Behandlung von Batterien	1030
8.4.7	Beurteilung und Prüfen von Batterien	1032
8.5	Generatoren für Kraftfahrzeuge	1035
8.5.1	Drehstromgeneratoren	1036
8.5.2	Begriffsbestimmungen und technische Eigenschaften	1044
8.5.3	Regler für Generatoren	1046
8.5.4	Überprüfen von Generatoren	1051
8.5.5	Instandsetzen von Generatoren	1053
8.6	Starter	1060
8.6.1	Starterarten	1061
8.6.2	Überprüfen von eingebauten Startern	1068
8.6.3	Instandsetzen von Startern	1069
8.6.4	Prüfen von Startern mit Starterprüfständen	1069
8.7	Kabelnetz – Bordnetz	1070
8.7.1	Schalter	1070
8.7.2	Schaltrelais	1071
8.7.3	Sicherungen	1072
8.7.4	Störungen im Kabelnetz	1074
8.8	Beleuchtungseinrichtungen	1077
8.8.1	Einbauvorschriften und Typprüfnummern	1082
8.8.2	Scheinwerfersysteme	1085
8.8.3	Xenon-Scheinwerfer	1089

8.8.4	Leuchtweitenregelung (LWR)	1091
8.8.5	Scheinwerfer-Reinigungsanlagen	1093
8.8.6	Intelligentes Lichtsystem	1094
8.8.7	LED-Technik in Signalleuchten	1096
8.8.8	Überprüfen und Einstellen von Scheinwerfern	1097
8.8.9	Lichtschtaltzentrum	1098
8.9	Sonstige elektrische Einrichtungen	1100
8.9.1	Fahrtrichtungsanzeiger	1100
8.9.2	Warnblinkleinrichtungen	1102
8.9.3	Signalhörner	1103
8.9.4	Vorglühanlagen	1104
8.9.5	Anzeigeinstrumente und Kontrollleuchten	1111
8.9.6	Steckdosen	1115
8.9.7	Airbagsysteme	1115
8.9.8	Zentralverriegelung	1140
8.9.9	Wegfahrsperren	1140
8.9.10	Diebstahl-Warnanlagen	1142
8.9.11	Kfz-Klimaanlage	1148
<b>9</b>	<b>Werkstoffkunde</b>	<b>1165</b>
9.1	Chemische und physikalische Grundkenntnisse der Werkstoffkunde	1165
9.1.1	Chemische Grundkenntnisse der Werkstoffkunde	1165
9.1.2	Physikalische Grundkenntnisse der Werkstoffkunde	1170
9.2	Eigenschaften der Werkstoffe	1171
9.2.1	Chemische Eigenschaften der Werkstoffe	1171
9.2.2	Physikalische Eigenschaften der Werkstoffe	1171
9.2.3	Technologische Eigenschaften der Werkstoffe	1173
9.2.4	Mechanische Eigenschaften der Werkstoffe	1173
9.3	Einteilung der Werkstoffe	1174
9.4	Eisenwerkstoffe	1176
9.5	Roheisengewinnung	1176
9.5.1	Hochofen	1177
9.5.2	Hochofenerzeugnisse	1177
9.5.3	Direktreduktion von Eisenerzen	1177
9.6	Gusseisenwerkstoffe	1178
9.6.1	Gusseisen mit Lamellengraphit (GJL)	1179
9.6.2	Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS)	1179
9.6.3	Gusseisen mit Vermikulargraphit (GJV)	1181
9.6.4	Temperguss	1182
9.7	Stahlerzeugung	1184
9.7.1	Stahlherstellungsverfahren	1184
9.8	Benennung der Stähle nach der Europäischen Norm DIN EN 10 020	1188
9.8.1	Einteilung der Stähle nach DIN EN 10 020	1188
9.8.2	Kennzeichnung der Stähle nach DIN EN 10 020	1189
9.8.3	Einfluss von Legierungselementen auf den Stahl	1189
9.8.4	Kennzeichnung der Stähle nach der Europäischen Norm DIN EN 10 027	1191
9.9	Wärmebehandlung von Stählen	1193
9.9.1	Härten, Anlassen und Vergüten von Stahl	1194
9.10	Oberflächenhärtung	1198
9.11	Härteprüfungen	1201
9.12	Werkstoffprüfung	1203
9.13	Nichteisenwerkstoffe (NE-Metalle)	1205
9.13.1	Leichtmetalle (Dichte unter 5 g/cm <sup>3</sup> )	1205
9.13.2	Schwermetalle (Dichte über 5 g/cm <sup>3</sup> )	1211
9.14	Sintern und Sinterwerkstoffe	1215
9.15	Sicherheitsglas	1218
9.15.1	Glaserstellung	1218
9.15.2	Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)	1219
9.15.3	Verbundsicherheitsglas (VSG)	1219
9.15.4	Kunststoffglas	1220

9.15.5	Kennzeichnung von Sicherheitsglas	1221
9.16	Kunststoffe	1222
9.16.1	Herstellung der Kunststoffe	1223
9.16.2	Aufbau der Kunststoffe	1224
9.16.3	Eigenschaften, Verwendung, Handelsbezeichnung der Kunststoffe	1226
9.16.4	Kunststoffabfall: Vermeidung und Wiederverwertung	1232
9.17	Wälzlager und ihre Anwendung im Kfz	1233
9.17.1	Rillenkugellager	1235
9.17.2	Schräggkugellager	1235
9.17.3	Kegelrollenlager	1235
9.17.4	Axialzylinderrollenlager	1236
9.17.5	Zylinderrollenlager	1236
9.17.6	Schulterkugellager	1237
9.17.7	Nadellager	1237
9.17.8	Vierpunktlager	1238
9.17.9	Lagereinheiten als Radlager in Personenkraftwagen	1239
9.17.10	Besondere Hinweise für die Anwendung von Wälzlagern	1239
9.17.11	Besondere Ausführungen von Wälzlagern	1241
9.18	Gewindearten und ihre praktische Anwendung	1242
9.18.1	Whitworth-Gewinde	1242
9.18.2	Whitworth-Feingewinde (W)	1243
9.18.3	Metrisches Gewinde (M)	1243
9.18.4	Metrisches Feingewinde (M)	1244
9.18.5	Trapezgewinde (Tr)	1244
9.18.6	Sägewinde (S)	1245
9.18.7	Flachgewinde	1245
9.18.8	Edison-Gewinde (E)	1246
9.18.9	Fertigung von Schrauben und Muttern	1246
9.18.10	Umgang mit Schrauben	1249
10	Kraft- und Schmierstoffe	1251
10.1	Grundlagen	1251
10.1.1	Entstehung des Erdöls	1251
10.1.2	Verarbeitung des Erdöls	1253
10.1.3	Grundbegriffe der Schmierstofftechnik	1256
10.2	Schmierstoffe	1258
10.2.1	Aufgaben der Motorenöle	1258
10.2.2	Einteilung der Motorenöle	1258
10.2.3	SAE-Viskositätsklassen (DIN 51511 und DIN 51512)	1258
10.2.4	Leistungsklassen (Qualitätsklassen) für Motorenöle	1259
10.2.4.1	API-Klassifikationen	1259
10.2.4.2	ACEA-Spezifikation	1260
10.2.4.3	Firmenspezifikationen	1262
10.2.5	Synthetische Motorenöle	1264
10.2.6	Zweitakt-Motorenöle	1264
10.2.7	Zweittraffinate (Recyclingöl)	1267
10.2.8	Motorenölwechsel-Intervalle	1268
10.2.9	Motorenölverbrauch	1269
10.2.10	Motorenöl-Zusatzmittel	1269
10.2.11	Additive für Motorenöle	1269
10.2.12	Motorradöle	1271
10.2.13	Bioöle	1271
10.3	Getriebeöle	1271
10.3.1	Aufgaben	1271
10.3.2	SAE-Viskositätsklassen	1275
10.3.3	Leistungsklassen für Getriebeöle	1275
10.3.4	Automatik-Getriebeöl (Automatic Transmission Fluid = ATF)	1276
10.3.5	Nfz-Getriebeöle	1277
10.3.6	Getriebeöl-Wechselintervalle	1277
10.4	Schmierfette	1278



10.5	Schmierstoff-Entsorgung . . . . .	1278
10.5.1	Sammlung und Entsorgung von Abfällen/Reststoffen . . . . .	1278
10.5.2	Nachweis über entsorgte und verwertete Reststoffe . . . . .	1282
10.5.3	Lagerung von Altöl . . . . .	1283
10.5.4	Transport von Altöl . . . . .	1285
10.5.5	Altfahrzeugverordnung . . . . .	1285
10.6	Otto-Kraftstoffe . . . . .	1287
10.6.1	Anforderungen an Otto-Kraftstoffe . . . . .	1287
10.6.2	Otto-Kraftstoff-Additive . . . . .	1292
10.7	Diesekraftstoff . . . . .	1293
10.7.1	Diesekraftstoff-Additive . . . . .	1296
10.8	Alternative Kraftstoffe . . . . .	1297
10.8.1	Erdgas . . . . .	1298
10.8.1.1	Flüssiggas LPG . . . . .	1303
10.8.2	Methanol . . . . .	1304
10.8.2.1	Ethanol . . . . .	1304
10.8.2.2	SunFuel® . . . . .	1305
10.8.2.3	Gas-to-liquid (GTL) . . . . .	1306
10.8.3	Wasserstoff . . . . .	1306
10.8.4	Elektroantrieb . . . . .	1309
10.8.5	Biodiesel . . . . .	1309
10.8.6	Pflanzenöl . . . . .	1310
10.9	Umgang mit Kraftstoffen und Kennzeichnung . . . . .	1311
<b>11</b>	<b>Hybridantriebe . . . . .</b>	<b>1313</b>
11.1	Hybridfahrzeuge . . . . .	1313
11.1.1	Aufbau und Funktionsweise . . . . .	1313
11.1.2	Hybridantrieb im Toyota Prius . . . . .	1316
11.1.3	Honda-Insight-Mildhybrid-Technik . . . . .	1320
11.1.4	BMW-Active-Hybridantriebe . . . . .	1320
11.1.5	Hybridantrieb im VW Touareg . . . . .	1324
11.1.6	Hybridantrieb im Sportwagen Porsche 918 und GT 3 . . . . .	1325
11.2	Hybrid im Nutzfahrzeug . . . . .	1326
11.3	Arbeiten an Hochvoltsystemen . . . . .	1328
	<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>1331</b>