

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	127
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	143
2.5.3 Kurzschlussventil	144
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	Kolbenspaltmaß	173
2.10.5	Motoraufladung	174
3	Gemischbildung und Verbrennung bei Ottomotoren	185
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

4	Gemischbildung und Verbrennung bei Dieselmotoren	313
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 – Selective Catalytic Reduction (SCR)	324
4.1.8	EOBD-Dieselmotoren	327
4.2	Diesel-Einspritzverfahren	328
4.2.1	Direkteinspritzverfahren (DI)	329
4.3	Dieseleinspritzsysteme mit elektronischer Regelung (EDC)	331
4.3.1	Bosch-Einspritzsystem mit Pumpe-Düse-Einheit (PDE)	333
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
5	Kraftübertragung	489
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	503
5.1.6	Kupplungsfehler und deren Ursachen	504
5.1.7	Die selbst nachstellende Kupplung (SAC)	506
5.1.8	Lamellenkupplung	508
5.1.9	Magnetpulverkupplung	509
5.1.10	Elektronisch gesteuerte Kupplungen	510
5.1.11	Kupplungen für Hybridantriebe	512
5.2	Wechselgetriebe	512
5.2.1	Gleichachsige Getriebe	514
5.2.2	Ungleichachsige Getriebe	516
5.2.3	Schieberadgetriebe	516
5.2.4	Allklauengetriebe	517
5.2.5	Zähnezahlen und Übersetzungen	519
5.2.6	Synchrongetriebe	522
5.2.7	Schaltsperre und Schaltarretierung	528
5.2.8	Schaltgetriebe für Front- und Heckantrieb	530
5.2.9	Nutzkraftwagen(Nkw)-Getriebe	532
5.2.10	Elektronisch-pneumatische Schaltung (EPS)	533
5.2.11	I-Shift-Getriebe	536
5.2.12	Nebenabtriebe	537
5.2.13	Schmierung von Getrieben	537
5.3	Automatikgetriebe	539
5.3.1	Hydrodynamische Kupplung	540
5.3.2	Hydrodynamischer Drehmomentwandler	541
5.3.3	Wandlerüberbrückungskupplung	546
5.3.4	Planetengetriebe, Arten	549
5.3.5	Übersetzungen von Planetengetrieben	551

5.3.6	Schalten der Planetengetriebe	555
5.3.7	Mechanisch gesteuerte Automatikgetriebe	559
5.3.8	Hydraulikeinrichtung im Automatikgetriebe	563
5.3.9	Elektronisch-hydraulische Steuerung (ZF 4 HP 22 EH) im 4-Gang-Automatikgetriebe	568
5.3.10	Adaptive Getriebesteuerung (AGS)	569
5.3.11	Sechsgang-Stufenautomatikgetriebe 6 HP 26	571
5.3.12	Siebgang-Automatikgetriebe	573
5.3.13	Achtgang/Neungang-Automatikgetriebe	574
5.3.14	Stufenloses Automatikgetriebe (CVT = Continuously Variable Transmission)	577
5.3.15	Multitronic – Stufenloses Automatikgetriebe	579
5.3.16	Halbautomatisches Getriebe	584
5.3.17	Automatisierte Schaltgetriebe	585
5.3.18	Automatisierte Schaltgetriebe im Nutzfahrzeug	593
5.3.19	Doppelkupplungsgetriebe (Dual-Tronic oder DSG-Direktschaltgetriebe) ...	595
5.3.20	Ab- und Anschleppen von Kfz unter Berücksichtigung der in den zu schleppenden Kfz verwendeten Getriebe	604
5.4	Verteilergetriebe	606
5.5	Viscokupplung/Viscosperre	609
5.6	Torsen-Sperrdifferential (Audi)	610
5.7	HalDEX-Allrad-Kupplung	611
5.7.1	HalDEX-Kupplung Generation IV	613
5.8	Kardan- oder Gelenkwellen	615
5.8.1	Gelenkwellen mit Kreuzgelenken	616
5.8.2	Gelenkwellen mit Gleichlaufgelenken	616
5.8.3	Tripodegelenke	619
5.8.4	Trockengelenke	619
5.9	Winkelgetriebe	620
5.9.1	Verzahnungsarten von Kegelradgetrieben	621
5.9.2	Grundsätzliches zur Einstellung von Kegelradgetrieben	623
5.9.3	Einstellen von Kegel- und Tellerrad	623
5.10	Ausgleichsgetriebe (Kegelrad-Differential), Aufbau und Funktion	626
5.10.1	Stirnrad-Differential (Leichtbau-Differential)	628
5.10.2	Schaltbare Differentialsperre	629
5.10.3	Lamellenselbstsperrdifferential (ZF Lok-O-Matic)	631
5.10.4	Helical-Gear-Differential	634
5.10.5	Variable Differentialsperre	634
5.10.6	Torque Vectoring	635
5.10.7	Verteilergetriebe Twister-Differential	637
5.10.8	Kronenrad-Differential	637
5.10.9	Ferrari-Allradsystem 4RM (ruote motrici)	639
5.11	Allradantriebe	640
5.11.1	Zuschaltbarer Allradantrieb	640
5.11.2	Permanenter Allradantrieb	641
5.11.3	X-Drive-Allradkonzept BMW	643
5.11.4	SH-AWD-Allradkonzept Honda	643
5.11.5	Allradkonzept VW Touareg	645
5.11.6	Porsche Allradantrieb Carrera 4	646
5.11.7	EConnect-Allradantrieb ZF	646
5.11.8	Allrad-Fahrzeuge auf dem Bremsenprüfstand	647
5.12	Radvorgelegeantriebe	648
5.13	Angetriebene Doppelachse	649
5.14	MAN-Allradantrieb Hydro-Drive	649
6	Fahrwerk	653
6.1	Lenkgeometrie	653
6.1.1	Sturz	655
6.1.2	Spurung	659
6.1.3	Nachlauf	664
6.1.4	Spur der Räder zueinander, Gesamtspur oder Spur	666

6.1.5	Lenktrapez	671
6.1.6	Dynamische Kurvenfahrt	673
6.1.7	Unterschied zwischen Hinterrad- und Frontantrieb	675
6.2	Lenkgetriebe	676
6.2.1	Zahnstangenlenkung	676
6.2.2	Kugelumlauf lenkung	679
6.2.3	Gemmer-Globoidschneckenlenkung (Rollenlenkung)	681
6.2.4	Einstellen von Lenkgetrieben	682
6.2.5	Hilfskraftlenkungen (Servolenkungen)	684
6.2.6	Geschwindigkeitsabhängige Hydrolenkung ZF-Servotronic	697
6.2.7	Elektromechanische Servolenkung	700
6.3	Achsen am Kraftfahrzeug	701
6.3.1	Starrachsen	702
6.3.2	Einzelradaufhängung (Schwingachsen)	706
6.4	Federn (Federelemente) am Kraftfahrzeug	717
6.4.1	Blattfeder	717
6.4.2	Schraubenfedern	719
6.4.3	Torsions- oder Drehstabfedern	721
6.4.4	Luftfederung	722
6.4.5	Gashydraulische (hydropneumatische) Federung	725
6.5	Querstabilisator	725
6.6	Stoßdämpfer	725
6.7	Räder und Reifen am Kraftfahrzeug	731
6.7.1	Bereifung	731
6.7.2	Räder	742
6.8	Unwucht an Kfz-Rädern	747
6.9	Reifendruck-Kontrollsysteme	755
6.10	Verpflichtende Angaben zu Kraftstoffeffizienz, Nasshaftung und Rollgeräuschen....	755
7	Fahrzeugbremsen	757
7.1	Hydraulische Bremsen	758
7.1.1	Hauptzylinder	759
7.1.2	Tandem-Hauptzylinder	763
7.1.3	Tandem-Hauptzylinder mit Volumenverbraucher	766
7.1.4	Tandem-Hauptzylinder mit Zentralventil	767
7.1.5	Gestufteter Tandem-Hauptzylinder	768
7.1.6	Gestufteter Tandem-Hauptzylinder mit Zentralventil	770
7.1.7	Spezial-Tandem-Hauptzylinder (Twintax)	771
7.1.8	Elektrohydraulische Bremse (EHB) – Brake-by-wire-Bremssystem – Sensortronic Brake Control (SBC)	773
7.2	Wartung der hydraulischen Bremsen	774
7.2.1	Bremsflüssigkeit	775
7.2.2	Entlüftung hydraulischer Bremsanlagen	778
7.2.3	Hydraulische Dichtheitsprüfungen	780
7.2.4	Bremsleitungen	781
7.2.5	Lagerung der Gummiformteile	783
7.3	Radbremsen	783
7.3.1	Trommelbremsen	784
7.3.2	Scheibenbremsen	794
7.4	Bremskraftverteilung	811
7.4.1	Bremskraftverteiler	812
7.4.2	Elektronische Bremskraftverteilung (EBV)	813
7.5	Bremskraftverstärker	815
7.5.1	Saugluftverstärker	815
7.5.2	Bremsassistent (BAS)	818
7.5.3	Zentralhydraulik	820
7.5.4	Druckluftverstärker	822
7.6	Bremsweg	822
7.6.1	Antiblockiersystem (ABS)	823

7.6.2	Hydroaggregat.....	833
7.6.3	Bremsregelung mit Giermoment-Aufbauverzögerung.....	843
7.6.4	ABS bei Allradantrieb.....	845
7.6.5	Antriebsschlupfregelung (ASR).....	847
7.6.6	Motorschleppmomentregelung (MSR).....	847
7.6.7	Antiblockiersystem (ABS) mit elektronischer Differentialsperre (EDS).....	848
7.6.8	Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)	849
7.7	Anhängerbremse.....	856
7.7.1	Auflaufbremse	857
7.8	Druckluftbremsen.....	858
7.8.1	Begriffserklärungen.....	859
7.8.2	Zeichnungssymbole nach DIN 74 253.....	861
7.8.3	Anschlussbezeichnungen für Druckluftgeräte.....	863
7.8.4	Druckluftleitungssystem	863
7.8.5	Druckluftbremse nach RREG (EU-Bremse).....	865
7.8.6	Funktionsbeschreibung der Bremsanlage nach RREG (Motorwagen und Anhänger)	868
7.9	Bremsanlage im Motorwagen.....	871
7.9.1	Funktion der Luftbeschaffungsanlage	871
7.9.2	Funktion der Betriebsbremsanlage	881
7.9.3	Funktion der Feststellbremse	898
7.9.4	Funktion der Anhängersteuerung	909
7.10	Anhänger-Bremsanlage (Funktion)	916
7.10.1	Rohrleitungsfilter	916
7.10.2	Anhänger-Bremsventil	917
7.10.3	Kombi-Löseventil	921
7.10.4	Rückhalteventil	922
7.10.5	ALB bei Fahrzeugen mit Luftfederung	923
7.11	Dauerbremsanlage.....	924
7.11.1	Motorstaudruckbremse	925
7.11.2	Konstantdrossel	925
7.11.3	Wirbelstrombremse (Retarder)	925
7.11.4	Hydrodynamische Strömungsbremse (Retarder)	927
7.12	Voreilung	929
7.13	Zugabstimmung	930
7.14	Antiblockiersystem (ABS)	932
7.15	Elektronisch geregeltes Bremssystem (EBS).....	933
7.16	Rollen-Bremsenprüfstand	941
8	Kraftfahrzeug-Elektrik/-Elektronik	945
8.1	Grundlagen	945
8.1.1	Spannung, Strom, Widerstand, das Ohm'sche Gesetz.....	947
8.1.2	Unterschiede der Spannungserzeugung und Spannungsarten	950
8.1.3	Stromarten und Wirkungen des elektrischen Stromes	953
8.1.4	Stromkreis mit mehreren Verbrauchern	955
8.1.5	Leiterwiderstand	956
8.1.6	Kabelquerschnittsbestimmung	957
8.1.7	Widerstand und Temperatur	958
8.1.8	Halbleiterbauelemente	959
8.1.9	Magnetismus	966
8.1.10	Hilfsmittel bei der Fehlersuche in elektrischen Anlagen	969
8.1.11	Datenbussysteme	984
8.2	Zündanlagen	1008
8.2.1	Grundoszillogramme	1010
8.2.2	Fehlerhafte Oszillogramme und ihre Auswertung	1011
8.2.3	Kontaktlose Transistorzündanlagen	1012
8.2.4	Zweifunken-Zündspulen	1024
8.2.5	Einzelfunken-Zündspulen	1028
8.2.6	Fehlersuche am Motormanagement	1031

8.2.7	Zündkerzen	1032
8.3	Fern- und Nahentstörung	1044
8.4	Batterien für Kraftfahrzeuge	1046
8.4.1	Aufbau der Starterbatterien	1046
8.4.2	Chemische Vorgänge beim Entladen und Laden	1046
8.4.3	Begriffsbestimmungen und technische Eigenschaften	1047
8.4.4	Betriebsverhalten	1050
8.4.5	Laden von Bleibatterien	1051
8.4.6	Behandlung von Batterien	1054
8.4.7	Beurteilung und Prüfen von Batterien	1056
8.4.8	Batteriearten	1058
8.4.9	Elektrisches Energiemanagement	1061
8.5	Generatoren für Kraftfahrzeuge	1067
8.5.1	Drehstromgeneratoren	1068
8.5.2	Begriffsbestimmungen und technische Eigenschaften	1077
8.5.3	Regler für Generatoren	1079
8.5.4	Überprüfen von Generatoren	1083
8.5.5	Instandsetzen von Generatoren	1085
8.6	Starter	1092
8.6.1	Starterarten	1093
8.6.2	Überprüfen von eingebauten Startern	1100
8.6.3	Instandsetzen von Startern	1101
8.6.4	Prüfen von Startern mit Starterprüfständen	1101
8.7	Kabelnetz – Bordnetz	1102
8.7.1	Schalter	1102
8.7.2	Schaltrelais	1103
8.7.3	Sicherungen	1104
8.7.4	Störungen im Kabelnetz	1106
8.8	Beleuchtungseinrichtungen	1109
8.8.1	Einbauvorschriften und Typprüfnummern	1114
8.8.2	Scheinwerfersysteme	1117
8.8.3	Xenon-Scheinwerfer	1121
8.8.4	Leuchtweitenregelung (LWR)	1123
8.8.5	Scheinwerfer-Reinigungsanlagen	1125
8.8.6	Intelligentes Lichtsystem	1126
8.8.7	LED-Technik in Signalleuchten	1130
8.8.8	Überprüfen und Einstellen von Scheinwerfern	1131
8.8.9	Lichtschaltzentrum	1132
8.9	Sonstige elektrische Einrichtungen	1134
8.9.1	Fahrtrichtungsanzeiger	1134
8.9.2	Warnblinkleinrichtungen	1136
8.9.3	Signalhörner	1137
8.9.4	Vorglühanlagen	1137
8.9.5	Anzeigeeinstrumente und Kontrollleuchten	1144
8.9.6	Steckdosen	1148
8.9.7	Airbagsysteme	1150
8.9.8	Zentralverriegelung	1174
8.9.9	Wegfahrsperren	1174
8.9.10	Diebstahl-Warnanlagen	1176
8.9.11	Kfz-Klimaanlagen	1182
9	Werkstoffkunde	1203
9.1	Chemische und physikalische Grundkenntnisse der Werkstoffkunde	1203
9.1.1	Chemische Grundkenntnisse der Werkstoffkunde	1203
9.1.2	Physikalische Grundkenntnisse der Werkstoffkunde	1208
9.2	Eigenschaften der Werkstoffe	1209
9.2.1	Chemische Eigenschaften der Werkstoffe	1209
9.2.2	Physikalische Eigenschaften der Werkstoffe	1209
9.2.3	Technologische Eigenschaften der Werkstoffe	1211
9.2.4	Mechanische Eigenschaften der Werkstoffe	1211

9.3	Einteilung der Werkstoffe	1212
9.4	Eisenwerkstoffe	1214
9.5	Roheisengewinnung	1214
9.5.1	Hochofen	1215
9.5.2	Hochofenerzeugnisse	1215
9.5.3	Direktreduktion von Eisenerzen	1215
9.6	Gusseisenwerkstoffe	1216
9.6.1	Gusseisen mit Lamellengraphit (GJL)	1217
9.6.2	Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS)	1217
9.6.3	Gusseisen mit Vermikulargraphit (GJV)	1219
9.6.4	Temperguss	1220
9.7	Stahlerzeugung	1222
9.7.1	Stahlherstellungsverfahren	1222
9.8	Benennung der Stähle nach der Europäischen Norm DIN EN 10 020	1226
9.8.1	Einteilung der Stähle nach DIN EN 10 020	1226
9.8.2	Kennzeichnung der Stähle nach DIN EN 10 020	1227
9.8.3	Einfluss von Legierungselementen auf den Stahl	1227
9.8.4	Kennzeichnung der Stähle nach der Europäischen Norm DIN EN 10 027	1229
9.9	Wärmebehandlung von Stählen	1231
9.9.1	Härten, Anlassen und Vergüten von Stahl	1232
9.10	Oberflächenhärtung	1236
9.11	Härteprüfungen	1239
9.12	Werkstoffprüfung	1241
9.13	Nichteisenwerkstoffe (NE-Metalle)	1243
9.13.1	Leichtmetalle (Dichte unter 5 g/cm ³)	1243
9.13.2	Schwermetalle (Dichte über 5 g/cm ³)	1249
9.14	Sintern und Sinterwerkstoffe	1253
9.15	Sicherheitsglas	1256
9.15.1	Glasherstellung	1256
9.15.2	Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)	1257
9.15.3	Verbundsicherheitsglas (VSG)	1257
9.15.4	Kunststoffglas	1258
9.15.5	Kennzeichnung von Sicherheitsglas	1259
9.16	Kunststoffe	1260
9.16.1	Herstellung der Kunststoffe	1261
9.16.2	Aufbau der Kunststoffe	1262
9.16.3	Eigenschaften, Verwendung, Handelsbezeichnung der Kunststoffe	1264
9.16.4	Kunststoffabfall: Vermeidung und Wiederverwertung	1270
9.17	Wälzlager und ihre Anwendung im Kfz	1271
9.17.1	Rillenkugellager	1273
9.17.2	Schräggugellager	1273
9.17.3	Kegelrollenlager	1273
9.17.4	Axialzylinderrollenlager	1274
9.17.5	Zylinderrollenlager	1274
9.17.6	Schulterkugellager	1275
9.17.7	Nadellager	1275
9.17.8	Vierpunktlager	1276
9.17.9	Lagereinheiten als Radlager in Personenkraftwagen	1277
9.17.10	Besondere Hinweise für die Anwendung von Wälzlagern	1277
9.17.11	Besondere Ausführungen von Wälzlagern	1279
9.18	Gewindearten und ihre praktische Anwendung	1280
9.18.1	Whitworth-Gewinde	1280
9.18.2	Whitworth-Feingewinde (W)	1281
9.18.3	Metrisches Gewinde (M)	1281
9.18.4	Metrisches Feingewinde (M)	1282
9.18.5	Trapezgewinde (Tr)	1282
9.18.6	Sägewinde (S)	1283
9.18.7	Flachgewinde	1283
9.18.8	Edison-Gewinde (E)	1284
9.18.9	Fertigung von Schrauben und Muttern	1284
9.18.10	Umgang mit Schrauben	1287

10	Kraft- und Schmierstoffe	1289
10.1	Grundlagen	1289
10.1.1	Entstehung des Erdöls	1289
10.1.2	Verarbeitung des Erdöls	1291
10.1.3	Grundbegriffe der Schmierstofftechnik	1294
10.2	Schmierstoffe	1296
10.2.1	Aufgaben der Motorenöle	1296
10.2.2	Einteilung der Motorenöle	1296
10.2.3	SAE-Viskositätsklassen (DIN 51 511 und DIN 51 512)	1296
10.2.4	Leistungsklassen (Qualitätsklassen) für Motorenöle	1297
	10.2.4.1 API-Klassifikationen	1297
	10.2.4.2 ACEA-Spezifikation	1299
	10.2.4.3 Firmenspezifikationen	1300
10.2.5	Synthetische Motorenöle	1302
10.2.6	Zweitakt-Motorenöle	1303
10.2.7	Zweitrafinate (Recyclingöl)	1306
10.2.8	Motorenölwechsel-Intervalle	1306
10.2.9	Motorenölverbrauch	1307
10.2.10	Motorenöl-Zusatzmittel	1307
10.2.11	Additive für Motorenöle	1307
10.2.12	Motorradöle	1309
10.2.13	Bioöle	1309
10.3	Getriebeöle	1309
10.3.1	Aufgaben	1309
10.3.2	SAE-Viskositätsklassen	1313
10.3.3	Leistungsklassen für Getriebeöle	1313
10.3.4	Automatik-Getriebeöl (Automatic Transmission Fluid = ATF)	1314
10.3.5	Nfz-Getriebeöle	1315
10.3.6	Getriebeöl-Wechselintervalle	1315
10.4	Schmierfette	1317
10.5	Schmierstoff-Entsorgung	1319
10.5.1	Sammlung und Entsorgung von Abfällen/Reststoffen	1319
10.5.2	Nachweis über entsorgte und verwertete Reststoffe	1320
10.5.3	Lagerung von Altöl	1323
10.5.4	Transport von Altöl	1323
10.5.5	Altfahrzeugverordnung	1323
10.6	Otto-Kraftstoffe	1325
10.6.1	Anforderungen an Otto-Kraftstoffe	1325
10.6.2	Otto-Kraftstoff-Additive	1331
10.6.3	High-Tech-Kraftstoffe	1332
10.7	Dieselmotorkraftstoff	1332
10.7.1	Dieselmotorkraftstoff-Additive	1336
10.8	Alternative Kraftstoffe	1337
10.8.1	Erdgas	1339
10.8.1.1	Flüssiggas LPG (Autogas)	1343
10.8.2	Methanol	1344
10.8.2.1	Ethanol	1344
10.8.2.2	SunFuel®	1346
10.8.2.3	Gas-to-liquid (GTL)	1346
10.8.3	Wasserstoff	1347
10.8.4	Elektroantrieb	1349
10.8.5	Biodiesel	1349
10.8.6	Pflanzenöl	1351
10.9	Umgang mit Kraftstoffen und Kennzeichnung	1351
11	Hybridantriebe	1355
11.1	Hybridfahrzeuge	1355
11.1.1	Opel Ampera (Range Extender)	1359
11.1.2	Hybridantrieb im Toyota Prius	1359
11.1.3	Honda-Insight-Mildhybrid-Technik	1364

11.1.4	BMW-Active-Hybridantriebe	1364
11.1.5	Hybridantrieb im VW Touareg	1368
11.1.6	Hybridantrieb im Sportwagen Porsche 918 und GT 3	1371
11.1.7	Diesel-Hybridsystem Citroën	1374
11.1.8	Diesel-Hybridsystem Mercedes	1377
11.1.9	Ausblick Hybridantriebe	1379
11.2	Hybrid im Nutzfahrzeug	1380
11.2.1	Mercedes Canter Eco Hybrid	1381
11.3	Arbeiten an Hochvoltsystemen	1381
12	Elektrofahrzeuge	1385
12.1	Elektrofahrzeug Smart fortwo electric drive	1386
	Stichwortverzeichnis	1389