

Inhaltsverzeichnis

1	Physikalische Grundlagen	3	Vorschriften und Richtlinien
1.1	Einheitensystem 10	3.1	Gesetzgebung für fahrzeugtechnische Vorschriften 44
1.2	Wichtige physikalische Größen. 11	3.1.1	Deutschland 44
1.2.1	Formelzeichen und Einheiten 11	3.1.2	Europa 45
1.2.2	Definitionen 12	3.1.3	Rechtskreise weltweit. 46
1.2.2.1	Masse, Beschleunigung und Kraft 12	3.1.4	Weltweite Harmonisierung 47
1.2.2.2	Gewichtskraft und Fallbeschleunigung. 13	3.1.5	Ausblick 48
1.2.2.3	Drehmoment 14	3.2	Selbstzertifizierung oder Typprüfung 49
1.2.2.4	Arbeit und Leistung 15	3.2.1	Selbstzertifizierung. 49
1.2.2.5	Wirkungsgrad. 16	3.2.2	Typprüfung. 50
1.2.2.6	Drehzahl und Winkelgeschwindigkeit 17	3.3	Vorschriften (EU) – harmonisierte Vorschriften (UNECE). 51
1.2.2.7	Bahngeschwindigkeit und Leistung bei der Drehbewegung. 18	3.3.1	Einteilung in Fahrzeugklassen. 51
1.3	Drehmomentanstieg und Leistungsbewertung. . 19	3.3.2	Zulassungsrelevante Vorschriften. 52
1.4	Berechnungsgrundlagen für Getriebe 20	3.3.2.1	Übersicht 52
1.4.1	Übersetzung und Untersetzung 20	3.3.2.2	Umwelt – Abgasemissionen und Schadstoffgrenzwerte 54
1.4.2	Beispiel eines zweistufigen Getriebes. 21	3.3.2.3	Umwelt – Prüfverfahren für Euro 6 55
1.5	Druck, Volumen und Temperatur 22	3.3.2.4	Umwelt – Geräuschemissionen 56
1.6	Thermodynamik 23	3.3.2.5	Aktive Sicherheit – Notbrems-Assistenzsystem . 57
1.7	Grundlagen der Fahrdynamik. 24	3.3.2.6	Passive Sicherheit – Insassenschutz im Fahrerhaus 58
1.7.1	Rollwiderstand 24	3.3.3	Betriebsrelevante Vorschriften 59
1.7.2	Luftwiderstand 25	3.3.3.1	Abmessungen 59
1.7.3	Steigungswiderstand 26	3.3.3.2	Massen 61
1.8	Formelsammlung 27	3.3.3.3	Lenk- und Ruhezeiten, Kontrollgerät. 64
2	Fahrdynamik	4	Fahrgestell
2.1	Fahrdynamische Begriffe 30	4.1	Rahmen 68
2.2	Fahrzeuglängsdynamik 31	4.1.1	Rahmenkonstruktion 68
2.2.1	Fahrwiderstände 31	4.1.2	Bauformen 69
2.2.1.1	Rollwiderstand 31	4.2	Achskonstruktionen 70
2.2.1.2	Steigungs- und Beschleunigungswiderstand . 32	4.2.1	Bauformen 70
2.2.2	Aerodynamik 33	4.2.2	Antriebsachsen 71
2.2.2.1	Aerodynamische Grundbegriffe 33	4.2.3	Vorlauf- und Nachlaufachsen 73
2.2.2.2	Strömungs- und Druckverhältnisse 34	4.2.4	Achslagerung 74
2.2.2.3	Aerodynamische Maßnahmen 36	4.3	Federung 75
2.2.3	Antriebskräfte und Aquaplaning 38	4.3.1	Physikalischer Zusammenhang 75
2.3	Fahrzeugquerdynamik 39	4.3.2	Federauslegung 76
2.3.1	Fahrverhalten und Seitenführung 39	4.3.3	Federungsarten 77
2.3.2	Kurvenverhalten 40	4.3.3.1	Allgemeines 77
2.3.3	Seitenwind, Seiten- und Umfangskräfte 41	4.3.3.2	Blattfederung 78
		4.3.3.3	Luftfederung 80

Inhaltsverzeichnis

4.4	Schwingungsdämpfung	81	6	Klimatisierung	
4.4.1	Physikalischer Zusammenhang	81	6.1	Heizung und Lüftung	118
4.4.2	Dämpferarten	82	6.2	Klimaanlage	120
4.4.3	Luftfeder-Dämpfer-Kombination	83	6.3	Standklimaanlage	122
4.5	Radaufhängungen	84	6.4	Standheizung	124
4.5.1	Achsführung und Stabilisierung	84	6.4.1	Standheizung als Luftheizsystem	124
4.5.1.1	Radführung	84	6.4.2	Standheizung als Wasserheizsystem	125
4.5.1.2	Lenker	85			
4.5.1.3	Stabilisator	86	7	Motor	
4.6	Achsgeometrie	87	7.1	Historie der Wärmekraftmaschinen	128
4.6.1	Radstand, Spurweite und Sturz	87	7.2	Prinzip des Verbrennungsmotors	129
4.6.2	Spur und Spreizung	88	7.2.1	Einleitung	129
4.6.3	Lenkrollradius und Nachlauf	89	7.2.2	Definitionen	130
4.6.4	Spurdifferenzwinkel	90	7.3	Prozess- und Verbrennungsverfahren	132
4.7	Fahrgestellausrüstung	91	7.3.1	Otto- und Dieselprozess im Vergleich	132
4.7.1	Kraftstofftank	91	7.3.2	Viertakt-Ottomotor	133
4.7.2	Geräteträger und seitliche Schutzvorrichtungen	92	7.3.3	Viertakt-Dieselmotor	134
4.7.3	Zentralschmieranlage	93	7.4	Schalldämpfung	135
5	Fahrerhaus		7.5	Motorkenndaten	136
5.1	Bauarten	96	7.5.1	Kenngößen	136
5.2	Fahrerhauskonzept	97	7.5.2	Leistungsdiagramm	137
5.2.1	Einsatzzweck – MAN Philosophie	97	7.5.3	Kraftstoff-Verbrauchskennfeld	138
5.2.2	Fahrerhaus-Baukasten für Nutzfahrzeuge ab 7,5 t	99	7.5.4	Leistungsmessung	139
5.3	Konstruktion	101	7.5.5	Energiebilanz des Dieselmotors	140
5.3.1	Struktur	101	7.6	Baugruppen des Motors	141
5.3.2	Aerodynamik	102	7.6.1	Motorblock	141
5.3.3	Lackierung und Korrosionsschutz	103	7.6.1.1	Allgemeines	141
5.3.4	Lagerung	105	7.6.1.2	Zylinder und Zylinderlaufbuchsen	142
5.3.5	Einstieg und Türen	107	7.6.2	Kurbeltrieb	143
5.4	Innenraumgestaltung	108	7.6.2.1	Kolben	143
5.4.1	Gesamtkonzept	108	7.6.2.2	Pleuelstange	144
5.4.2	Cockpit	109	7.6.2.3	Kurbelwelle	146
5.4.3	Sitze	111	7.6.3	Zylinderkopf und Zylinderkopfdichtung	147
5.4.4	Ablagen und Staufächer	113	7.6.4	Ventiltrieb	148
5.4.5	Ruheraum	115	7.7	Motorbauformen	150
			7.7.1	Übersicht	150
			7.7.2	Kräfte und Momente	151

Inhaltsverzeichnis

7.8	Motorschmiierung	152	7.13	Schadstoffreduzierung	194
7.8.1	Allgemeines	152	7.13.1	Einführung	194
7.8.2	Ölpumpe	153	7.13.2	Innere motorische Maßnahmen	196
7.8.3	Ölfilter	154	7.13.2.1	Motorgestaltung	196
7.8.4	Ölkühlung	155	7.13.2.2	Abgasrückführung AGR	197
			7.13.3	Komponenten zur Abgasnachbehandlung	198
7.9	Motorkühlung	156	7.13.3.1	Dieseloxydationskatalysator	198
7.9.1	Allgemeines	156	7.13.3.2	Dieselschwebstoffpartikelfilter – Systeme MAN CRT und PM-KAT	199
7.9.2	Luftkühlung	157	7.13.4	Systeme zur Einhaltung der Schadstoffgrenzwerte	200
7.9.3	Wasserkühlung	158	7.13.4.1	AGR-System	200
7.9.3.1	Allgemeines	158	7.13.4.2	SCR-System	201
7.9.3.2	Lüfter	159	7.13.4.3	Kombination der Technologien AGR, CRT und SCR	203
7.9.3.3	Kühler	160	7.13.4.4	On-Board-Diagnose OBD	206
7.9.3.4	Wasserpumpe und Thermostat	161			
7.10	Gemischbildung	162	8	Antriebsstrang	
7.10.1	Ottomotor	162	8.1	Aufgaben und Hauptbaugruppen	210
7.10.2	Dieselmotor	163	8.2	Wirkungsweise	211
7.10.2.1	Nebenkammervorgang	163	8.3	Antriebskonzeptionen	213
7.10.2.2	Direkteinspritzvorgang	164	8.3.1	Überblick	213
7.10.3	Luftfilter	165	8.4	Kupplung	214
7.10.4	Motoraufladung	166	8.4.1	Überblick	214
7.10.4.1	Aufladevorgang	166	8.4.2	Standardkupplung in Nutzfahrzeugen	215
7.10.4.2	Abgasturbolader	167	8.4.2.1	Bauteile und Funktion	215
7.10.4.3	Abgasturbolader mit variabler Geometrie (VTG-Lader)	168	8.4.3	Hydrodynamische Kupplung und Drehmomentwandler	217
7.10.4.4	Zweistufige Turboraufladung	169	8.4.4	Sonderformen	218
7.10.4.5	Turbocompound-System	170	8.4.5	Kupplungsbetätigung	221
7.10.5	Ladeluftkühlung	171	8.4.5.1	Kupplungsbetätigung über Pedal	221
7.10.5.1	Prinzip	171	8.4.5.2	Elektropneumatische Kupplungsbetätigung	222
7.10.5.2	Niedertemperaturkonzept	172			
7.10.6	Starthilfen beim Dieselmotor	173	8.5	Getriebe	223
7.11	Kraftstoffanlage	174	8.5.1	Überblick	223
7.11.1	Kraftstofftanks und -leitungen	174	8.5.2	Wechselgetriebe	224
7.11.2	Kraftstoffförderpumpe	175	8.5.2.1	Bauformen	224
7.11.3	Kraftstofffilter	176	8.5.2.2	Schaltmuffengetriebe	225
			8.5.2.3	Synchronisierung	227
7.12	Einspritzanlage	177	8.5.2.4	Gruppengetriebe	229
7.12.1	Grundlagen der Kraftstoffeinspritzung	177	8.5.2.5	Schaltung	231
7.12.2	Einspritzsysteme	178	8.5.2.6	Automatisiertes Schaltgetriebe	233
7.12.2.1	Reiheneinspritzpumpe	178	8.5.3	Planetengetriebe	237
7.12.2.2	Hubschieber-Reiheneinspritzpumpe	180	8.5.4	Automatikgetriebe	239
7.12.2.3	Verteilereinspritzpumpe	182	8.5.5	Nebenabtriebe	240
7.12.2.4	Einzeleinspritzsysteme PDE und PLD	184			
7.12.2.5	Speichereinspritzsystem Common-Rail	186	8.6	Gelenkwellen	241
7.12.3	Einspritzvorgang	188			
7.12.4	Elektronische Einspritzregelung EDC	190			
7.12.5	Motormanagement mit CAN-Bus-Technik	191			
7.12.5.1	Zusammenspiel mit Fahrzeugmanagement	191			
7.12.5.2	Tempomat	192			
7.12.5.3	Wegfahrsperrung	193			

Inhaltsverzeichnis

8.7	Angetriebene Achsen	243	9.6	Dauerbremsen	284
8.7.1	Achsgetriebe	243	9.6.1	Motorbremsen	284
8.7.1.1	Achsantrieb	243	9.6.1.1	Überblick	284
8.7.1.2	Ausgleichsgetriebe (Differenzial)	244	9.6.1.2	Verstärkte Motorbremssysteme	285
8.7.1.3	Differenzialsperre	245	9.6.1.3	MAN Motorbremse Exhaust Valve Brake (EVB)	286
8.7.2	Allradantrieb	246	9.6.1.4	MAN Motorbremssystem EVBec	289
8.7.2.1	Verteilergetriebe	246	9.6.1.5	MAN Motorbremse Turbo EVBec	290
8.7.2.2	Antriebskonzepte	247	9.6.2	Retarder	291
8.8	Alternative Antriebe	248	9.6.2.1	Hydrodynamische Retarder	291
8.8.1	Antriebe mit alternativen Kraftstoffen	248	9.6.2.2	MAN PriTarder	293
8.8.1.1	Nutzfahrzeuge mit Erdgasmotor	248	9.6.2.3	Elektrodynamische Retarder	294
8.8.1.2	Nutzfahrzeuge mit Wasserstoffmotor	249	9.6.2.4	Vergleich der Retarderarten	295
8.8.2	Hybridantriebe und Elektroantriebe	250	9.7	Elektronisches Bremsmanagement	296
8.8.2.1	E-Mobility-Antriebssysteme	250	9.7.1	MAN BrakeMatic	296
8.8.2.2	Elektrische Antriebsvarianten	251	9.7.2	Dauerbremsmanagement (Bremsomat)	297
8.8.2.3	Komponenten für elektrische Antriebe	252	10	Lenkung	
8.8.2.4	Grade der Elektrifizierung	254	10.1	Lenkverhalten von Fahrzeugen	300
8.8.2.5	Hybridstrukturen	255	10.2	Wirkungsweise und Aufbau	301
8.8.2.6	Nutzfahrzeuge mit Hybridantrieb	257	10.3	Lenkgetriebe	302
8.8.2.7	Nutzfahrzeuge mit Elektroantrieb	260	10.4	Systeme zur Lenkunterstützung	303
9	Bremsanlage		10.4.1	Allgemeines	303
9.1	Aufgaben und Wirkung, Definitionen	264	10.4.2	Kugelumlauf-Hydrauliklenkungen	304
9.2	Arten von Bremsanlagen	265	10.4.2.1	Hydraulik- bzw. Servolenkung	304
9.3	Druckluftbremsanlagen	266	10.4.2.2	Elektronisch gesteuerte Hydrauliklenkung	305
9.3.1	Einteilung und Wirkungsweise	266	10.4.2.3	Elektrohydraulische Lenkung	306
9.3.2	Zweikreis-Zweileitungsbremsanlage	267	10.4.3	Zahnstangen-Hydrauliklenkungen	307
9.3.2.1	Wirkungsweise	267	11	Räder und Reifen	
9.3.2.2	Bauteile	269	11.1	Räder	310
9.4	Radbremsen	273	11.1.1	Allgemeines	310
9.4.1	Allgemeines	273	11.1.2	Felgen	311
9.4.2	Trommelbremsen	274	11.1.3	Bauformen im Vergleich	313
9.4.2.1	Simplex- und Duplex-Trommelbremsen	274	11.2	Reifen	314
9.4.2.2	Duo-Trommelbremsen	275	11.2.1	Allgemeines	314
9.4.3	Scheibenbremsen	276	11.2.2	Bauarten	315
9.4.4	Einstellungen, Gestängesteller	277	11.2.3	Profile	316
9.5	Bremskraftregelungen	278	11.2.4	Zwillings- und Breitreifen	317
9.5.1	Automatisch lastabhängiger Bremskraftregler ALB	278	11.2.5	Maße und Kennzeichnung	318
9.5.2	Antiblockiersystem ABS	279	11.2.6	Wartung und Pflege	321
9.5.3	Antriebsschlupfregelung ASR	280			
9.5.4	Elektronisches Bremssystem EBS	281			

Inhaltsverzeichnis

11.3	Anfahrhilfen	322	13.1.3	Fahrerassistenzsysteme	358
11.3.1	Schneeketten	322	13.1.3.1	Einführung	358
11.3.2	Schneekettensysteme	323	13.1.3.2	MAN EfficientCruise	360
			13.1.3.3	Elektronisches Stabilitätsprogramm ESP	362
12	Elektrik und Elektronik		13.1.3.4	Aktive Wankstabilisierung mit CDC	365
12.1	Aufgaben der elektrischen Anlage	326	13.1.3.5	Lane Guard System LGS	366
12.2	Elektrische und elektronische Bauteile	327	13.1.3.6	Abstandsgeregelter Tempomat ACC	367
12.3	Generator	328	13.1.3.7	Notbrems-Assistenzsystem und Notbremsignal	368
12.3.1	Allgemeines	328	13.1.3.8	Reifendruck-Kontrollsystem TPM	369
12.3.2	Prinzip der Stromerzeugung	329	13.2	Passive Sicherheit	370
12.3.3	Bauformen	330	13.2.1	Allgemeines	370
12.4	Batterie	331	13.2.2	Crashtest	372
12.5	Anlasser (Starter)	332	13.2.3	Rückhaltesysteme	374
12.6	Bordnetz	334	13.2.3.1	Sicherheitsgurtsystem	374
12.7	Beleuchtungsanlage	335	14	Aufbauten und Anhänger	
12.7.1	Lichttechnische Ausstattung	335	14.1	Aufbauten	378
12.7.2	Scheinwerfer- und Lampentypen	336	14.1.1	Allgemeines	378
12.7.2.1	Halogen- und Xenonscheinwerfer	336	14.1.2	Transportlösungen mit der MAN Trucknology Generation	379
12.7.2.2	Steuerung für Xenonscheinwerfer	338	14.1.2.1	Baureihe MAN TGL	379
12.7.2.3	LED-Leuchten	340	14.1.2.2	Baureihe MAN TGM	380
12.8	Elektronische Steuer- und Regelsysteme	341	14.1.2.3	Baureihe MAN TGS	381
12.8.1	Prinzip	341	14.1.2.4	Baureihe MAN TGX	382
12.8.2	Komponenten	342	14.1.3	Sattel	383
12.8.3	Vernetzung mit CAN-Bus	344	14.1.3.1	Allgemeines	383
12.8.4	Fehlersuche und Diagnose	345	14.1.3.2	Aufsattelhöhe	384
12.8.5	Schnittstellen für externen Datenaustausch	346	14.1.4	Pritsche	386
12.8.6	Checksysteem	347	14.1.5	Koffer	387
12.8.7	Datenerfassung	348	14.1.6	Kipper	388
12.9	Telematik	349	14.1.7	Absetz- und Abrollkipper sowie sonstige Baufahrzeuge	389
12.9.1	Prinzip	349	14.1.8	Wechselbrücke	390
12.9.2	MAN TeleMatics	350	14.2	Ladehilfen	392
13	Sicherheits- und Fahrerassistenzsysteme		14.3	Anhänger und Sattelaufleger	393
13.1	Aktive Sicherheit	354	14.4	Kupplungen	394
13.1.1	Allgemeines	354	14.4.1	Sattelpkupplungen	394
13.1.2	Fahrersicht	355	14.4.2	Anhängerkupplungen	396
13.1.2.1	Spiegelsichtfelder	355	14.4.3	Kennwerte	397
13.1.2.2	Kamera-Monitor-Systeme	357			

Inhaltsverzeichnis

15	Hydraulik	18	Busse
15.1	Allgemeines 400	18.1	Einführung 440
15.2	Hydraulikanlagen 401	18.1.1	Abgrenzung zwischen Lkw und Bus 440
15.2.1	Aufbau und Baugruppen 401	18.1.2	Einsatzsegmente 441
15.2.2	Hydropumpen 402	18.2	Vorschriften und Richtlinien 443
15.2.2.1	Umlaufverdrängermaschinen 402	18.2.1	Nationale und internationale Richtlinien 443
15.2.2.2	Hubverdrängermaschinen 403	18.2.2	Abmessungen 444
15.2.3	Hydromotoren 404	18.2.3	Massen 445
15.2.4	Hydroventile 405	18.2.4	Geschwindigkeiten 446
15.2.5	MAN HydroDrive 407	18.2.5	Sonstige Richtlinien 447
15.2.6	Hydraulische Hybridsysteme 410	18.3	Bustypen 449
16	Betriebsstoffe	18.3.1	Überblick 449
16.1	Konventionelle Kraftstoffe 414	18.3.2	Stadtbus 450
16.1.1	Ottokraftstoff 414	18.3.3	Überlandbus 452
16.1.2	Diesekraftstoff 415	18.3.4	Reisebus 453
16.2	Alternative Kraftstoffe 416	18.4	Bauweisen 455
16.2.1	Allgemeines 416	18.4.1	Überblick 455
16.2.2	Überblick 417	18.4.2	Bauweisen der Buskarosserie 456
16.2.3	Einsatzkriterien 418	18.5	Chassis (Bodengruppen und fahrfähige Fahrgestelle) 459
16.2.4	Arten 419	18.5.1	Überblick 459
16.3	Schmiermittel 423	18.5.2	Niederflur- und Low-Entry-Chassis 460
16.3.1	Reibung 423	18.5.3	Hochboden-Chassis 461
16.3.1.1	Reibungsarten und -zustände 423	18.5.4	Modularer Chassisbaukasten 462
16.3.1.2	Verschleiß 424	18.6	Fahrwerk 463
16.3.2	Schmieröle 425	18.6.1	Achsen, Vorderachsen 463
16.3.2.1	Motoröle 425	18.6.2	Hinterachsen 464
16.3.2.2	Getriebeöle 426	18.6.3	Bremsen 465
16.3.3	Schmierfette und Festschmiermittel 427	18.6.4	Reifen 466
16.4	Betriebsflüssigkeiten 428	18.7	Motor 467
16.4.1	Kühlflüssigkeit, Brems- u. Hydraulikflüssigkeit 428	18.7.1	Motoranordnungen 467
16.4.2	AdBlue 429	18.7.2	Busse mit Dieselmotor 469
17	Montage und Produktionstechnik	18.8	Getriebe 470
17.1	Überblick Produktion Schwere Baureihen 432	18.8.1	Schaltgetriebe 470
17.2	Montageschema Schwere Baureihen 433	18.8.2	Automatikgetriebe 471
17.2.1	Fahrerhaus 433	18.9	Elektrik/Elektronik 472
17.2.2	Fahrgestell 434	18.9.1	Elektrische Anlage und Elektronik-Verbund 472
17.2.3	Komplettierung des Fahrzeugs 435	18.9.2	Elektronikstruktur KIBES-32 473
17.2.4	Identifizierung, Prüfung und Programmierung 437	18.9.3	IBIS 474

Inhaltsverzeichnis

18.10	Innenausstattung	475	19.4	Sicheres und automatisiertes Fahren	512
18.10.1	Fahrerarbeitsplatz	475	19.4.1	Automatisierungsstufen und autonomes Fahren	512
18.10.2	Fahrgastraum	476	19.4.2	Sicherheits- und Fahrerassistenzsysteme – Entwicklungsstufen	516
18.10.2.1	Allgemeines	476	19.4.3	Car-to-X-Kommunikation	517
18.10.2.2	Stadtbus-Fahrgastraum	477			
18.10.2.3	Überlandbus-Fahrgastraum	479			
18.10.2.4	Reisebus-Fahrgastraum	481			
18.11	Klimatisierung	484	20	Anhang	
18.11.1	Klimatisierung Stadtbus	484	20.1	Typenbezeichnung und Identifizierungs- nummern	518
18.11.2	Klimatisierung Reisebus	485	20.1.1	Fahrzeuge	518
			20.1.1.1	Türbezeichnung	518
18.12	Türen	486	20.1.1.2	Variantenbeschreibung	519
18.12.1	Allgemeines	486	20.1.2	Motoren	521
18.12.2	Türsysteme	487	20.1.2.1	Typenschlüssel	521
18.12.3	Rampen und Lifte	489			
18.13	Sicherheits- und Assistenzsysteme	490	20.2	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	523
18.13.1	Aktive Sicherheit	490	20.3	Index	533
18.13.1.1	Allgemeines	490			
18.13.1.2	Spiegelsichtfelder	491			
18.13.1.3	Fahrerassistenzsysteme	492			
18.13.1.4	Brandschutzsysteme	493			
18.13.2	Passive Sicherheit	494			
18.13.2.1	Allgemeines	494			
18.13.2.2	Crashsicherheit	495			
18.13.2.3	Fahrgastsicherung	496			
18.14	Busproduktion	498			
18.14.1	Überblick Busproduktion in Ankara	498			
19	Zukunftstechnologien				
19.1	Megatrends im Sektor Transport und Mobilität	502			
19.2	Intelligenter Verkehr	503			
19.2.1	Intelligente Mobilität und Logistiksysteme	503			
19.2.2	Logistikbeeinflusste Fahrzeugkonzepte	506			
19.2.2.1	Fernverkehr- und Stadt-Lkw	506			
19.2.2.2	Bus Rapid Transit BRT	507			
19.3	Ressourcenschonung und Energieeffizienz	508			
19.3.1	Treibhausgas-Fußabdruck	508			
19.3.2	Ressourceneffizienz in der Produktion	509			
19.3.3	CO ₂ -Reduzierung durch Leichtbau	510			
19.3.4	CO ₂ -Reduzierung durch Funktionen	511			