

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

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	Fahrgestellrüstung	91	7.3.1	Otto- und Dieselpsprozess 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	Innermotorische 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
7.9	Motorkühlung	156	7.13.3	Komponenten zur Abgasnachbehandlung	198
7.9.1	Allgemeines	156	7.13.3.1	Dieseloxidationskatalysator	198
7.9.2	Luftkühlung	157	7.13.3.2	Dieselußpartikelfilter – Systeme MAN CRT und PM-KAT	199
7.9.3	Wasserkühlung	158	7.13.4	Systeme zur Einhaltung der Schadstoffgrenzwerte	200
7.9.3.1	Allgemeines	158	7.13.4.1	AGR-System	200
7.9.3.2	Lüfter	159	7.13.4.2	SCR-System	201
7.9.3.3	Kühler	160	7.13.4.3	Kombination der Technologien AGR, CRT und SCR	203
7.9.3.4	Wasserpumpe und Thermostat	161	7.13.4.4	On-Board-Diagnose OBD	206
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	Nebenkammervverfahren	163	8.3	Antriebskonzeptionen	213
7.10.2.2	Direkteinspritzverfahren	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	Aufladeverfahren	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 Turboaufladung	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	8.5	Getriebe	223
7.10.6	Starthilfen beim Dieselmotor	173	8.5.1	Überblick	223
7.11	Kraftstoffanlage	174	8.5.2	Wechselgetriebe	224
7.11.1	Kraftstofftanks und -leitungen	174	8.5.2.1	Bauformen	224
7.11.2	Kraftstoffförderpumpe	175	8.5.2.2	Schaltmuffengetriebe	225
7.11.3	Kraftstofffilter	176	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	8.6	Gelenkwellen	241
7.12.2.5	Speichereinspritzsystem Common-Rail	186			
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	Wegfahrsperr	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	Zwilling- 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
12	Elektrik und Elektronik		13.1.3.3	Elektronisches Stabilitätsprogramm ESP	362
12.1	Aufgaben der elektrischen Anlage	326	13.1.3.4	Aktive Wankstabilisierung mit CDC	365
12.2	Elektrische und elektronische Bauteile	327	13.1.3.5	Lane Guard System LGS	366
12.3	Generator	328	13.1.3.6	Abstandsgeregelter Tempomat ACC	367
12.3.1	Allgemeines	328	13.1.3.7	Notbrems-Assistenzsystem und ~ Notbremsignal	368
12.3.2	Prinzip der Stromerzeugung	329	13.1.3.8	Reifendruck-Kontrollsystem TPM	369
12.3.3	Bauformen	330	13.2	Passive Sicherheit	370
12.4	Batterie	331	13.2.1	Allgemeines	370
12.5	Anlasser (Starter)	332	13.2.2	Crashtest	372
12.6	Bordnetz	334	13.2.3	Rückhaltesysteme	374
12.7	Beleuchtungsanlage	335	13.2.3.1	Sicherheitsgurtsystem	374
12.7.1	Lichttechnische Ausstattung	335	14	Aufbauten und Anhänger	
12.7.2	Scheinwerfer- und Lampentypen	336	14.1	Aufbauten	378
12.7.2.1	Halogen- und Xenonscheinwerfer	336	14.1.1	Allgemeines	378
12.7.2.2	Steuerung für Xenonscheinwerfer	338	14.1.2	Transportlösungen mit der MAN Trucknology Generation	379
12.7.2.3	LED-Leuchten	340	14.1.2.1	Baureihe MAN TGL	379
12.8	Elektronische Steuer- und Regelsysteme	341	14.1.2.2	Baureihe MAN TGM	380
12.8.1	Prinzip	341	14.1.2.3	Baureihe MAN TGS	381
12.8.2	Komponenten	342	14.1.2.4	Baureihe MAN TGX	382
12.8.3	Vernetzung mit CAN-Bus	344	14.1.3	Sattel	383
12.8.4	Fehlersuche und Diagnose	345	14.1.3.1	Allgemeines	383
12.8.5	Schnittstellen für externen Datenaustausch	346	14.1.3.2	Aufsattelhöhe	384
12.8.6	Checksysteem	347	14.1.4	Pritsche	386
12.8.7	Datenerfassung	348	14.1.5	Koffer	387
12.9	Telematik	349	14.1.6	Kipper	388
12.9.1	Prinzip	349	14.1.7	Absetz- und Abrollkipper sowie sonstige Baufahrzeuge	389
12.9.2	MAN TeleMatics	350	14.1.8	Wechselbrücke	390
13	Sicherheits- und Fahrerassistenzsysteme		14.2	Ladehilfen	392
13.1	Aktive Sicherheit	354	14.3	Anhänger und Sattelaufleger	393
13.1.1	Allgemeines	354	14.4	Kupplungen	394
13.1.2	Fahrersicht	355	14.4.1	Sattelpkupplungen	394
13.1.2.1	Spiegelsichtfelder	355	14.4.2	Anhängerkupplungen	396
13.1.2.2	Kamera-Monitor-Systeme	357	14.4.3	Kennwerte	397

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			