

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>17</b>
<b>1.1</b>	<b>Bau und Betrieb von Schienenfahrzeugen</b>	<b>17</b>
1.1.1	Einführung	17
1.1.2	Europäische Richtlinien und Verordnungen	19
1.1.3	Nationales Eisenbahnrecht (Deutschland)	22
1.1.4	Eisenbahnrecht in Österreich und der Schweiz	24
<b>1.2</b>	<b>Systematik der Schienenfahrzeuge</b>	<b>25</b>
1.2.1	Fahrzeugtypen	25
1.2.2	Eisenbahnfahrzeuge	27
1.2.3	Stadtverkehrsfahrzeuge	31
<b>1.3</b>	<b>Systemkomponenten von Schienenbahnen</b>	<b>33</b>
1.3.1	Zusammenwirken der Komponenten	33
1.3.2	Spurführungstechnik bei Schienenfahrzeugen	34
1.3.3	Kräfte zwischen Rad und Schiene	41
1.3.4	Spurweite	42
1.3.5	Infrastrukturtragfähigkeit und Fahrzeuggewicht	44
1.3.6	Regellichtraum und Fahrzeugabmessungen	46
<b>1.4</b>	<b>Hochgeschwindigkeitsverkehr</b>	<b>50</b>
1.4.1	Hochgeschwindigkeitsbahnsysteme	50
1.4.2	Hochgeschwindigkeitszüge	52
<b>1.5</b>	<b>Betrieb im Verkehrsraum öffentlicher Straßen</b>	<b>53</b>
1.5.1	Stadtverkehrsbahnsysteme	53
1.5.2	Bahnkörperarten	57
1.5.3	Zusammenfassung	57
1.5.4	Betriebsabwicklung bei Stadtverkehrsfahrzeugen	58
1.5.5	Betriebsabwicklung bei Zweisystembetrieb Eisenbahn/Stadtverkehr	58
<b>1.6</b>	<b>Betriebsarten bei Eisenbahn und Straßenbahn</b>	<b>61</b>
1.6.1	Übersicht	61
1.6.2	Betriebsart Fahrt auf Sicht	62

1.6.3	Betriebsart Fahrt auf Zugsicherung	63
1.6.4	Betriebsart Fahren ohne Fahrzeugführer	64
1.6.5	Betriebsart autonomes Fahren	66
<b>1.7</b>	<b>Zugfördertechnik</b>	<b>66</b>
1.7.1	Einführung	66
1.7.2	Bewegungsabschnitte einer Zugfahrt	67
1.7.3	Fahrwiderstand	71
1.7.4	Fahrzeugwiderstand	72
1.7.5	Streckenwiderstand	74
1.7.6	Zugkräfte	77
1.7.7	Zugbremsung	80
<b>2</b>	<b>Aufbau und Konstruktion</b>	<b>83</b>
<b>2.1</b>	<b>Einführung</b>	<b>83</b>
2.1.1	Mechanischer Aufbau	83
2.1.2	Güter- und Reisezugwagen	86
2.1.3	Lokomotiven	89
2.1.4	Triebzüge	91
2.1.5	Stadtverkehrsfahrzeuge	93
2.1.6	Bauweisen und Werkstoffe	98
2.1.7	Einbautechnik	104
2.1.8	Brandschutz	105
2.1.9	Crashkonzepte	106
2.1.10	Fahrzeugfrontgestaltung bei Straßenbahnenfahrzeugen	109
2.1.11	Technische Maßnahmen zur Lärminderung	110
2.1.12	Kennzeichnungssystematik für Schienenfahrzeuge	111
2.1.13	Fahrzeugnummerierung	114
2.1.14	Fahrzeugmassen (Fahrzeuggewichte)	117
<b>2.2</b>	<b>Laufwerk (Fahrwerk)</b>	<b>118</b>
2.2.1	Grundsätzliche Anforderungen an das Laufwerk	118
2.2.2	Aufbau und Konstruktion	122
2.2.3	Radsatz	123
2.2.4	Drehgestell	130
2.2.5	Federung	133

2.2.6	Radsatzführung	136
2.2.7	Schwingungsdämpfer	139
2.2.8	Triebdrehgestell Eisenbahnfahrzeuge	141
2.2.9	Triebdrehgestell Stadtverkehrsfahrzeuge	142
2.2.10	Drehgestelle mit Innenlagerung	144
2.2.11	Aktive Laufwerkssysteme	145
2.2.12	Aktive Radsatzsteuerung	149
2.2.13	Wankkompensation	150
2.2.14	Speziallaufwerke	152
2.2.15	Radsatzfolge	153
2.2.16	Spurkranzschmieranlage	154
2.2.17	Maßnahmen zur Lärminderung	155
2.2.18	Entgleisungsdetektion	155
<b>2.3</b>	<b>Kupplungen</b>	<b>156</b>
2.3.1	Kupplungssysteme	156
2.3.2	Kupplungen mit Willison-Profil	158
2.3.3	Scharfenbergkupplung	162
2.3.4	Weitere halb- und vollautomatische Kupplungen	165
2.3.5	UIC-Schraubenkupplung	166
2.3.6	Zugeinrichtung	167
2.3.7	Puffer	168
2.3.8	Spezialkupplungen	170
2.3.9	Automatische Rangierkupplung	173
2.3.10	Absenkbare und ausschwenkbare Kopfstücke	173
<b>2.4</b>	<b>Übergangseinrichtungen</b>	<b>175</b>
2.4.1	Bauliche Ausführung	175
2.4.2	UIC-Übergang der Reisezugwagen	176
2.4.3	Übergänge der Triebzüge	178
2.4.4	Versorgungs- und Steuerleitungen	180
<b>2.5</b>	<b>Fahrzeuganschriften</b>	<b>182</b>
2.5.1	Allgemeine Anschriften und Zeichen	182
2.5.2	Fahrzeugnummer, Halter, Gattung	183
2.5.3	Technische Merkmale und Maße	185
2.5.4	Besondere Anschriften bei Reisezugwagen und Triebwagen	188
2.5.5	Besondere Anschriften bei Güterwagen	191

<b>3</b>	<b>Antriebstechniken</b>	<b>197</b>
<b>3.1</b>	<b>Einführung</b>	<b>197</b>
3.1.1	Systematik der Triebfahrzeuge	197
3.1.2	Elektrischer Bahnbetrieb	197
3.1.3	Dieselbetrieb	202
3.1.4	Antriebsmodul	203
3.1.5	Vergleich der Traktionsarten	204
3.1.6	Leistungsangaben	207
<b>3.2</b>	<b>Elektrische Triebfahrzeuge</b>	<b>207</b>
3.2.1	Elektrische Antriebssysteme	207
3.2.2	Leistungssteuerung bei älteren Triebfahrzeugen	208
3.2.3	Drehstromantriebstechnik	210
3.2.4	Elektromotor	213
3.2.5	Stromabnehmer	215
3.2.6	Seitenstromabnehmer	218
3.2.7	Doppelstromabnehmer	219
3.2.8	Dachausrustung	220
3.2.9	Transformator	222
3.2.10	Stromverbrauchsmessung	223
3.2.11	Maschinenraum	224
3.2.12	Hilfsbetriebe	227
3.2.13	Elektrische Bremse	229
3.2.14	Traktionsgruppen bei Hochgeschwindigkeitstriebzügen	231
3.2.15	„Traktionswagen“-Konzept bei ICE-4-Triebzügen	232
3.2.16	Mehrsystemtechnik bei Elektrolokomotiven	232
3.2.17	Akkufahrzeuge	236
<b>3.3</b>	<b>Brennkrafttriebfahrzeuge</b>	<b>237</b>
3.3.1	Allgemeine Fahrzeugbeschreibung	237
3.3.2	Dieselmotor	238
3.3.3	Motoraufbau	243
3.3.4	Partikelfilter	247
3.3.5	Kraftstoffanlage	248
3.3.6	SCR-System	250
3.3.7	Kühlanlage	251
3.3.8	Fremdeinspeisung	252
3.3.9	Betriebsvorräte	252
3.3.10	Powerpack	253

<b>3.4</b>	<b>Dampflokomotiven</b>	<b>254</b>
3.4.1	Geschichtliche Entwicklung	254
3.4.2	Aufbau und Funktion einer Dampflokomotive	255
3.4.3	Dampfspeicherlokomotiven	257
<b>3.5</b>	<b>Dieselelektrische Triebfahrzeuge</b>	<b>258</b>
3.5.1	Elektrische Leistungsübertragung	258
3.5.2	Elektrodynamische Widerstandsbremse	259
3.5.3	Energieversorgung und Bordnetz	259
<b>3.6</b>	<b>Hybrid- und Mehrkrafttriebfahrzeuge</b>	<b>260</b>
3.6.1	Einführung	260
3.6.2	Dieselfahrzeuge mit Hybridantrieb	262
3.6.3	Zwei- und Mehrkrafttriebfahrzeuge	263
3.6.4	Hybrid- und Mehrkraftstraßenbahnen	265
3.6.5	Wasserstoffantrieb	266
<b>3.7</b>	<b>Fahrantriebe elektrischer Triebfahrzeuge</b>	<b>268</b>
3.7.1	Leistungsübertragung	268
3.7.2	Antriebsarten	269
3.7.3	Nicht abgefederte Antriebe	270
3.7.4	Halbabgefederte Antriebe	270
3.7.5	Voll abgefederte Antriebe (Schwebemotorantriebe)	273
<b>3.8</b>	<b>Leistungsübertragung bei Dieseltriebfahrzeugen</b>	<b>274</b>
3.8.1	Aufgaben der Leistungsübertragungsanlage	274
3.8.2	Mechanische Leistungsübertragung	276
3.8.3	Hydraulische Leistungsübertragung	277
3.8.4	Leistungsübertragungsanlage mit hydrodynamischem Getriebe	281
3.8.5	Hydromechanische Leistungsübertragung	285
<b>4</b>	<b>Führerraumeinrichtungen</b>	<b>287</b>
<b>4.1</b>	<b>Steuerung, Bedienung und Diagnose</b>	<b>287</b>
4.1.1	Führerraum der Eisenbahnfahrzeuge	287
4.1.2	Führerraum der Stadtverkehrsfahrzeuge	289
4.1.3	Führerpult	291
4.1.4	Digitale Führerraumanzeigen	296
4.1.5	Optische und akustische Signale	298

4.1.6	Funkfernsteuerung	300
4.1.7	Sicherheitsfahrschaltung	303
<b>4.2</b>	<b>Zugsicherungstechnik</b>	<b>305</b>
4.2.1	Fahrt auf Zugsicherung	305
4.2.2	Punktförmige Zugbeeinflussung	305
4.2.3	Linienzugbeeinflussung	310
4.2.4	Europäische Eisenbahn-Zugsicherungssysteme	314
4.2.5	European Train Control System (ETCS)	316
4.2.6	Geschwindigkeitsüberwachung Neigetechnik	325
4.2.7	Communication Based Train Control (CBTC)	326
4.2.8	Einrichtungen für den fahrerlosen Fahrbetrieb	326
4.2.9	Zugfunk	327
<b>4.3</b>	<b>Fahrzeugsteuerung</b>	<b>329</b>
4.3.1	Schienenfahrzeugeleittechnik	329
4.3.2	Netzwerke und Bussysteme in Schienenfahrzeugen	331
4.3.3	Grundsätzliche Netzwerk-Topologien	335
4.3.4	Train Control and Monitoring System (TCMS) und Infotainment-Netzwerke	340
4.3.5	Sicherheitsschleifen	340
4.3.6	Diagnosesysteme	342
4.3.7	Fahrerassistenzsysteme	342
<b>4.4</b>	<b>Informationssysteme</b>	<b>344</b>
4.4.1	Fahrgastinformationssysteme	344
4.4.2	Beschallung und Kommunikation im Zug	345
4.4.3	Fahrgastsprechstellen	348
4.4.4	Positionsdaten	348
4.4.5	Außenanzeigen und Zuglaufanzeigen	349
4.4.6	Fahrgastzählleinrichtungen	349
4.4.7	Videoüberwachung	350
4.4.8	Check-in/Check-out-Systeme	350
4.4.9	Fahrgastkommunikation/Infotainment	351
<b>5</b>	<b>Bremssysteme</b>	<b>353</b>
<b>5.1</b>	<b>Bremstechnische Grundlagen</b>	<b>353</b>
5.1.1	Grundsätzliche Anforderungen an das Bremssystem	353
5.1.2	Bauformen der Bremsen	355

5.1.3	Bremsausrüstung der Eisenbahnfahrzeuge	359
5.1.4	Bremsausrüstung der BOStrab-Fahrzeuge	360
5.1.5	Geschichtlicher Rückblick	361
5.1.6	Physikalische Vorgänge beim Bremsen	362
5.1.7	Bremsanschrift	364
5.1.8	Bremsgewicht	366
5.1.9	Bremsvermögen von Straßenbahnenfahrzeugen	367
<b>5.2</b>	<b>Druckluftbremsen</b>	<b>368</b>
5.2.1	Druckluftbremssysteme	368
5.2.2	Erzeugung der Bremskraft	370
5.2.3	Indirekt wirkende selbsttätige Druckluftbremse	370
5.2.4	Bremsausbauteile der Triebfahrzeuge	374
5.2.5	Bauteile der Druckluftbremse	375
5.2.6	Bremsarten	377
5.2.7	Mechanische Bauteile der Bremsanlage	378
5.2.8	Bremszylinder	382
5.2.9	Handbremse	384
5.2.10	Bremsanzeigeeinrichtungen	384
<b>5.3</b>	<b>Steuerventil</b>	<b>387</b>
5.3.1	Hauptaufgaben und Funktion	387
5.3.2	Bauart der Bremse	390
5.3.3	Steuerventilreihe KE	392
5.3.4	Bremsstellungen	396
5.3.5	Löseeinrichtung	397
<b>5.4</b>	<b>Elektropneumatische Bremse (ep-Bremse)</b>	<b>398</b>
5.4.1	Indirekte ep-Bremse	398
5.4.2	Direkte elektropneumatische Bremse	399
5.4.3	Bremssystem am Beispiel der EP Compact	401
<b>5.5</b>	<b>Hydraulische Bremsen</b>	<b>404</b>
5.5.1	Einsatzgebiet	404
5.5.2	Hauptaufgaben und Funktion	404
<b>5.6</b>	<b>Sondereinrichtungen</b>	<b>405</b>
5.6.1	Notbremseinrichtung	405
5.6.2	Notbremsüberbrückung	407
5.6.3	Gleitschutzeinrichtung	409

5.6.4	Lastabbremsung	410
5.6.5	Schnellbremsbeschleuniger	412
<b>5.7</b>	<b>Zusätzliche Bremsen</b>	<b>413</b>
5.7.1	Dynamische Bremse	413
5.7.2	Magnetschienenbremse	414
5.7.3	Wirbelstrombremse	418
<b>5.8</b>	<b>Bremsbetätigungsseinrichtungen</b>	<b>420</b>
5.8.1	Einführung	420
5.8.2	Führerbremsventil	421
5.8.3	Elektronische Führerbremsventilanlage	424
5.8.4	Zusatzbremsventil	425
<b>5.9</b>	<b>Zusätzliche Bremsausrüstungen der Triebfahrzeuge</b>	<b>427</b>
5.9.1	Federspeicherbremse	427
5.9.2	Schleuderschutzeinrichtung	428
5.9.3	Rechnergestützte Bremseinrichtung	429
5.9.4	Schnellbremsschleife	431
<b>5.10</b>	<b>Sonstige Bremsen</b>	<b>432</b>
5.10.1	Saugluftbremse (Vakuumbremse)	432
5.10.2	Kdi-Bremse	433
<b>5.11</b>	<b>Druckluftbeschaffung</b>	<b>434</b>
5.11.1	Drucklufterzeugung	434
5.11.2	Druckluftbehälter	437
5.11.3	Sandstreueinrichtung	438
<b>6</b>	<b>Güterwagen</b>	<b>441</b>
<b>6.1</b>	<b>Wagen für Güter aller Art</b>	<b>441</b>
6.1.1	Einführung	441
6.1.2	Güterwageneinsatz	443
6.1.3	Unterscheidung der Güterwagen	445
6.1.4	Digitalisierung der Güterwagen	448
6.1.5	Kombinierter Verkehr	450
6.1.6	Transportbeanspruchung	456

<b>6.2</b>	<b>Offene Wagen</b>	<b>457</b>
6.2.1	Wagen mit kastenförmigem Laderraum	457
6.2.2	Selbstentladewagen mit trichterförmigem Laderraum	459
6.2.3	Selbstentladewagen mit sattelförmigem Laderraum	460
6.2.4	Kastenkippwagen	468
6.2.5	Einseitenkastenkipper	468
<b>6.3</b>	<b>Geschlossene Wagen</b>	<b>469</b>
6.3.1	Schiebewandwagen	469
6.3.2	Geschlossene Autotransporteinheit	472
<b>6.4</b>	<b>Flachwagen</b>	<b>472</b>
6.4.1	Grundsätzlicher Aufbau und Ladungseinrichtungen	472
6.4.2	Flachwagen mit Ladegerüst	476
6.4.3	Flachwagen mit Planenverdeck	478
6.4.4	Haubenwagen	479
6.4.5	Flachwagen mit Spreizwänden	480
6.4.6	Behälter- und Containertragwagen	481
6.4.7	Pkw-Doppelstocktransportwagen	483
<b>6.5</b>	<b>Kessel-, Behälter- und Silowagen</b>	<b>484</b>
6.5.1	Anforderungen und Einteilung der Eisenbahnkesselwagen	484
6.5.2	Druckgaskesselwagen	488
6.5.3	Mineralölkesselwagen	492
6.5.4	Chemiekesselwagen	495
6.5.5	Behälter- und Silowagen	496
<b>6.6</b>	<b>Sonstige Güterwagen</b>	<b>497</b>
6.6.1	Wagen mit öffnungsfähigem Dach	497
6.6.2	Tiefladewagen	498
6.6.3	Modular zusammensetzbare Spezialgüterwagen	499
6.6.4	Güterwagen der Spezialbauart	500
<b>7</b>	<b>Einrichtungen für Personenverkehrsfahrzeuge</b>	<b>501</b>
<b>7.1</b>	<b>Eisenbahnfahrzeuge</b>	<b>501</b>
7.1.1	Einführung	501
7.1.2	Fahrzeuggrundrisse und Inneneinrichtungen	503
7.1.3	Fahrgastsitze	509

7.1.4	Barrierefreie Gestaltung von Eisenbahnfahrzeugen	509
<b>7.2</b>	<b>Sanitäre Einrichtungen</b>	<b>513</b>
7.2.1	Toilettenanlage	513
7.2.2	Vakuum-WC	514
7.2.3	Wasser- und Abwasserbehälter	515
<b>7.3</b>	<b>Fenster</b>	<b>516</b>
7.3.1	Ausführungsformen	516
7.3.2	Frontscheibe	517
<b>7.4</b>	<b>Beleuchtung</b>	<b>518</b>
7.4.1	Ausrüstung der Fahrzeuge	518
7.4.2	Beleuchtungssteuerung bei Reisezugwagen	519
7.4.3	Beleuchtungssteuerung bei Triebwagen und -zügen	520
<b>7.5</b>	<b>Einstiegstüren der Eisenbahnfahrzeuge</b>	<b>520</b>
7.5.1	Einführung	520
7.5.2	Türbauarten für Einstiegssysteme	524
7.5.3	Einstiegshilfen	528
7.5.4	Schutzziele	531
7.5.5	Sicherheitseinrichtungen	532
7.5.6	Überwachungseinrichtungen und Meldeeinrichtungen	533
7.5.7	Betriebliche Abläufe	534
7.5.8	Schwenkschiebetür (SST)	540
7.5.9	Drehfalttüren	545
7.5.10	Stirwandtür (Übergangstür)	547
<b>7.6</b>	<b>Klimatechnische Einrichtungen</b>	<b>548</b>
7.6.1	Einführung	548
7.6.2	Kaltdampf-Klimaanlage	548
7.6.3	Luftgestützte Klimaanlage	551
7.6.4	Bedieneinrichtungen	552
7.6.5	Betriebsarten	552
7.6.6	Klimagerät und Luftführung	553
<b>7.7</b>	<b>Energieversorgung der Reisezugwagen</b>	<b>555</b>
7.7.1	Energieversorgungsarten	555
7.7.2	Zugsammelschiene	555
7.7.3	Energieversorgung (Hochspannungsteil)	557

7.7.4	Bordnetzversorgung (Niederspannungsteil)	560
7.7.5	Energieversorgung in Triebzügen	561
7.7.6	Schalschrank, Schalttafel	564
<b>7.8</b>	<b>Stadtverkehrsfahrzeuge</b>	<b>567</b>
7.8.1	Fahrgasträumgestaltung	567
7.8.2	Barrierefreier Einstieg	569
7.8.3	Fahrgasttürsysteme	570
<b>8</b>	<b>Sonstige Fahrzeuge</b>	<b>573</b>
<b>8.1</b>	<b>Sonderfahrzeuge</b>	<b>573</b>
8.1.1	Begriffsbestimmung	573
8.1.2	Gleisarbeitsfahrzeuge	575
8.1.3	Turmtriebwagen, Oberleitungsmontagefahrzeug	577
8.1.4	Fahrzeuge für Notfälle	578
8.1.5	Gleisbaumaschinen	579
8.1.6	Schienenkrane	579
8.1.7	Rangierfahrzeuge	580
8.1.8	Zweiwegefahrzeuge	581
<b>8.2</b>	<b>Sonderbahnen</b>	<b>585</b>
8.2.1	Zahnradbahnen	585
8.2.2	Standseilbahnen	586
8.2.3	Güterstraßenbahnen	586
8.2.4	Personentransportsysteme	588
<hr/>		
<b>Anhang</b>		
Abkürzungen		589
Index		594
Quellen und verwendete Dokumente		601
Inserenten		605