

# 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      | Regellichraum 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 Straßenbahnfahrzeugen | 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      | Dachausrüstung                                      | 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>Fahrtriebe 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      | Fahrerraum 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      | Schienenfahrzeugleittechnik   | 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      | Fahrgastzähleinrichtungen   | 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 Straßenbahnfahrzeugen        | 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       | Lastabbremung   | 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>Bremsbetätigungseinrichtungen</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 Bremsseinrichtung                      | 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 Laderaum                     | 457        |
| 6.2.2      | Selbstentladewagen mit trichterförmigem Laderaum      | 459        |
| 6.2.3      | Selbstentladewagen mit sattelförmigem Laderaum        | 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 mitöffnungsfähigem 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     | Stirnwandtür (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                            | Schaltschrank, Schalttafel                  | 564        |
| <b>7.8</b>                       | <b>Stadtverkehrsfahrzeuge</b>               | <b>567</b> |
| 7.8.1                            | Fahrgastraumgestaltung                      | 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        |
| <b>Anhang</b>                    |   |            |
| Abkürzungen                      |   | 589        |
| Index                            |   | 594        |
| Quellen und verwendete Dokumente |   | 601        |
| Inserenten                       |   | 605        |