

ÖPNV | FACHBUCH

# Systemwissen Städtische Schienenbahnen

(1. Auflage)



## Inhaltsverzeichnis

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>15</b>
<b>1 Grundlagen</b>	<b>17</b>
1.1 Einführung	17
1.2 Verkehrszweck	21
1.3 Verkehrssystem	26
1.4 Mitarbeiter städtischer Schienenbahnen	30
1.5 Regelwerke städtischer Schienenbahnen	31
1.5.1 Hierarchie des Regelungsrahmens	31
1.5.2 Die BOStrab	32
1.5.3 Wesentliche Begriffe der BOStrab	34
1.6 Bedeutung der U-Bahn- und Straßenbahnsysteme	37
1.6.1 Weltweit	37
1.6.2 Anzahl der Systeme städtischer Schienenbahnen in Deutschland	38
1.6.3 Verkehrssicherheit	39
1.7 Verbände städtischer Schienenbahnen	40
1.7.1 Weltweit – die UITP	40
1.7.2 National – der VDV	40
1.8 Historische Entwicklung städtischer Schienenbahnen	40
1.8.1 Gemeinsame Wurzeln von Straßenbahnen und Eisenbahnen	40
1.8.2 Entwicklung der Straßenbahnen	42
1.8.3 Entwicklung der U-Bahnen	44
1.8.4 Modernisierung oder Stilllegung von Straßenbahnstrecken	45
1.8.5 Renaissance der Straßenbahn	45
1.8.6 Ausbau bestehender Netze	46
1.9 Technische Innovationen	47
<b>2 Rechtlicher Rahmen und relevante Regelwerke</b>	<b>49</b>
2.1 Einführung	49

<b>2.2</b>	<b>Grundlagen der nationalen Gesetzgebung und Stufenbau der Rechtsordnung</b>	<b>49</b>
<b>2.3</b>	<b>Relevante Gesetze und Verordnungen</b>	<b>51</b>
2.3.1	Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) und Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO)	51
2.3.2	Straßenverkehrsrechtsvorschriften (StVG/StVO)	51
2.3.3	Personenbeförderungsgesetz (PBefG)	52
2.3.4	Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab)	52
2.3.5	Technische Regeln zur BOStrab (TRStrab)	52
<b>2.4</b>	<b>Arbeitsrechtlicher Rahmen und Vorschriften</b>	<b>53</b>
<b>2.5</b>	<b>Haftungsrechtlicher Rahmen und Vorschriften</b>	<b>54</b>
<b>2.6</b>	<b>Sonstige Vorschriften</b>	<b>55</b>
<b>2.7</b>	<b>Bestimmungen und Vorschriften der Bundesländer – Grundsätze der Vergabe von öffentlichen Verkehrsleistungen</b>	<b>56</b>
<b>2.8</b>	<b>Europäische Regelungen</b>	<b>57</b>
2.8.1	Produktsicherheitsrichtlinie	57
2.8.2	Maschinenrichtlinie	57
2.8.3	Fahrgastrechteverordnung	58
<b>2.9</b>	<b>Normung im Bereich städtischer Schienenbahnen</b>	<b>58</b>
<b>2.10</b>	<b>Gewerbliche Personenbeförderung mit Straßenbahnen und Kraftfahrzeugen</b>	<b>60</b>
2.10.1	Einführung in das Personenbeförderungsrecht	60
2.10.2	Personenbeförderung mit Straßenbahnen im Sinne des PBefG	62
2.10.3	Betrieb von Straßenbahnen im Sinne der BOStrab	64
<b>3</b>	<b>Systemeigenschaften</b>	<b>67</b>
<b>3.1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>67</b>
<b>3.2</b>	<b>Rad-Schiene-System</b>	<b>68</b>
<b>3.3</b>	<b>Schienenform/Radreifen</b>	<b>72</b>
3.3.1	Darstellung der Schienenformen	73
3.3.2	Darstellung der Radreifen	73
<b>3.4</b>	<b>Energieversorgung Fahrbetrieb</b>	<b>74</b>
<b>3.5</b>	<b>Außergewöhnliche Naturereignisse</b>	<b>76</b>
<b>3.6</b>	<b>Fahrdynamische Randbedingungen</b>	<b>76</b>
<b>3.7</b>	<b>Kehr- und Wendegleisanlagen</b>	<b>79</b>

<b>3.8</b>	<b>Lärm- und Erschütterungsschutz</b>	<b>81</b>
3.8.1	Aktiver Lärmschutz	84
3.8.2	Passiver Lärmschutz	87
<b>3.9</b>	<b>Sicherheitsmanagement</b>	<b>87</b>
<b>3.10</b>	<b>Fahrzeug- und Zuglängen</b>	<b>88</b>
<b>3.11</b>	<b>Trassierung</b>	<b>89</b>
<b>3.12</b>	<b>Fahrerassistenzsysteme</b>	<b>91</b>
<b>3.13</b>	<b>Betriebsformen</b>	<b>94</b>
3.13.1	Straßenbahnen	94
3.13.2	U-Bahnen	95
3.13.3	Mischformen von Straßenbahn und U-Bahn	95
3.13.4	Vergleich automatischer Betrieb U-Bahn versus autonomes Fahren mit Straßenbahnen	96
3.13.5	Anforderungen an Fahrzeuge nach ihren Einsatzmöglichkeiten	96
<b>3.14</b>	<b>Konzepte für Personen mit eingeschränkter Mobilität</b>	<b>97</b>
<b>4</b>	<b>Grundlagen für die Planungspraxis</b>	<b>103</b>
<b>4.1</b>	<b>Integration von Stadt- und Verkehrsplanung</b>	<b>103</b>
<b>4.2</b>	<b>Kommunale Verkehrsplanung</b>	<b>104</b>
4.2.1	Aufgabenverteilung	104
4.2.2	Verkehrsentwicklungsplan	106
4.2.3	Nahverkehrsplan	108
4.2.4	Begleitende Öffentlichkeitsarbeit	109
4.2.5	Planfeststellungsverfahren	111
4.2.6	Operative Umsetzung	111
<b>4.3</b>	<b>Straßenbahninfrastruktur im Stadtraum</b>	<b>113</b>
4.3.1	Gestaltungsanspruch	113
4.3.2	Gestaltung der Infrastrukturelemente	114
4.3.3	Umsetzung und Nutzen von Gestaltungsstandards	118
<b>4.4</b>	<b>Einsatzbereiche von Straßenbahnen und U-Bahnen</b>	<b>119</b>
4.4.1	Erschließungsaufgaben	119
4.4.2	Anhaltswerte der Leistungsfähigkeit	120
4.4.3	Stadtstruktur, Nachfrage und Ausbaustandard	123
4.4.4	Haltestellenabstand und Beförderungsgeschwindigkeit	125

<b>4.5</b>	<b>Netzgestaltung</b>	<b>126</b>
4.5.1	ÖPNV-Netze und Siedlungsstrukturen	126
4.5.2	Netzgestaltung als Teil der Angebotsplanung	127
4.5.3	Einflüsse auf die Netzgestaltung in verdichteten Räumen	127
4.5.4	Linien- und Netzbildung	130
4.5.5	Methoden des Linien- und Netzentwurfs	133
<b>4.6</b>	<b>Finanzierung von Neu- und Ausbauprojekten</b>	<b>135</b>
4.6.1	Grundsätze zur Finanzierung	135
4.6.2	Wirkungen auf Verkehr, Wirtschaft und Gesellschaft	135
4.6.3	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz	137
4.6.4	Standardisierte Bewertung	138
4.6.5	Bestandssanierung	139
4.6.6	Fahrzeugbeschaffungen	139
4.6.7	Ergänzende Finanzierungsmodelle	140
<b>5</b>	<b>Betrieb</b>	<b>141</b>
<b>5.1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>141</b>
<b>5.2</b>	<b>Betriebsverantwortliche</b>	<b>141</b>
<b>5.3</b>	<b>Organisation des Betriebs und des Betriebsablaufs</b>	<b>142</b>
5.3.1	Fahrplan	143
5.3.2	Ermittlung von Zeiten für den Fahrplan	145
5.3.3	Umlaufplanung	145
<b>5.4</b>	<b>Dienstplanung</b>	<b>152</b>
5.4.1	Definitionen	152
5.4.2	Ziele der Dienstplangestaltung	152
5.4.3	Arbeitszeitgesetz	153
5.4.4	Arbeits- und Ruhezeiten für Fahrer von städtischen Schienenbahnen	154
5.4.5	Dienstgestaltung	155
<b>5.5</b>	<b>Betriebsformen bei städtischen Schienenbahnen</b>	<b>162</b>
5.5.1	Fahren auf Sicht	162
5.5.2	Fahren mit Zugsicherungstechnik	163
<b>5.6</b>	<b>Auswahl und Ausbildung von Fahrern</b>	<b>165</b>
<b>5.7</b>	<b>Signale für den Fahrbetrieb nach BOStrab</b>	<b>166</b>
<b>5.8</b>	<b>Betriebsüberwachung Leitstelle/Betriebsleitsystem und Stellwerk</b>	<b>168</b>

5.8.1	Aufgaben einer Leitstelle	169
5.8.2	Rechnergesteuertes Betriebsleitsystem (RBL) bei Straßenbahnen	170
5.8.3	Organisatorische Abwicklung bei Störungen im Betriebsablauf	170
5.8.4	Entlastungssystematik	171
5.8.5	Einrichtung von Krisenstäben	172
<b>5.9</b>	<b>Fahrgastinformationssysteme</b>	<b>173</b>
5.9.1	Einrichtungen für mobilitätseingeschränkte Fahrgäste	173
5.9.2	Fahrgastinformation an Haltestellen	174
5.9.3	Fahrgastinformation im Zug	176
5.9.4	Persönliche Fahrgastinformation	177
<b>5.10</b>	<b>Betriebshoforganisation</b>	<b>177</b>
<b>5.11</b>	<b>Brandschutz</b>	<b>180</b>
5.11.1	Vorbeugender Brandschutz	181
5.11.2	Maßnahmen zur Erfüllung der Schutzziele	181
5.11.3	Abwehrender Brandschutz	184
<b>5.12</b>	<b>Zugabfertigungssysteme in Haltestellen</b>	<b>184</b>
<b>5.13</b>	<b>Kundenorientierung</b>	<b>186</b>
<b>5.14</b>	<b>Ticketerwerb und Ticketkontrolle im Zug</b>	<b>187</b>
<b>5.15</b>	<b>Mitnahme von Gegenständen, Fahrrädern, Rollstühlen und E-Scootern</b>	<b>188</b>
<b>6</b>	<b>Betriebsanlagen</b>	<b>189</b>
<b>6.1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>189</b>
<b>6.2</b>	<b>Entwurf der Streckenführung</b>	<b>189</b>
6.2.1	Trassierungs- und Entwurfs Elemente	189
6.2.2	Straßenbahnstrecken im Straßenraum	191
6.2.3	Verlustzeitfreie Steuerung der Straßenbahn an Lichtsignalanlagen	194
<b>6.3</b>	<b>Haltestellen</b>	<b>197</b>
6.3.1	Haltestellen im Straßenraum in Insellage	198
6.3.2	Haltestellen mit Wartebereichen im Seitenraum	199
6.3.3	U-Bahnhöfe	200
<b>6.4</b>	<b>Oberbau</b>	<b>200</b>
6.4.1	Elemente des Oberbaus	204
6.4.2	Weichen und Kreuzungen	214
<b>6.5</b>	<b>Weitere bauliche Anlagen</b>	<b>219</b>

6.5.1	Brücken	219
6.5.2	Tunnel	221
6.5.3	Erdbauwerke	222
6.5.4	Bahnübergänge	222
6.5.5	Anlagen der Telekommunikation und Datenübertragung	224
6.5.6	Fahrtreppen und Aufzüge	224
<b>6.6</b>	<b>Zugsicherungsanlagen</b>	<b>226</b>
6.6.1	Zweck	227
6.6.2	Prinzip der Zugsicherung	228
6.6.3	Elemente der Zugsicherung	228
6.6.4	Stellwerkstypen	230
6.6.5	Stellwerksbedienung	230
6.6.6	Gleisfreimeldung	231
6.6.7	Automatischer Betrieb	232
6.6.8	Permissives Fahren	233
6.6.9	Ersatzmaßnahmen	234
<b>6.7</b>	<b>Elektrische Energieanlagen</b>	<b>236</b>
6.7.1	Fahrstromversorgungsanlagen	236
6.7.2	Sonstige elektrische Energieanlagen zur allgemeinen Stromversorgung	242
<b>7</b>	<b>Fahrzeugtechnik</b>	<b>243</b>
<b>7.1</b>	<b>Fahrzeugkategorien städtischer Schienenbahnen</b>	<b>243</b>
7.1.1	Straßenbahnen	243
7.1.2	Fahrzeuge für unabhängige Bahnen	245
7.1.3	Hochflur-Stadtbahnfahrzeuge	246
7.1.4	Zwei- oder Mehrsystemfahrzeuge	247
7.1.5	Sonstige spurgeführte Personentransportsysteme	247
7.1.6	Sonderfahrzeuge	250
7.1.7	Zusammenfassung	251
<b>7.2</b>	<b>Mechanische Ausrüstung</b>	<b>251</b>
7.2.1	Wagenkasten	251
7.2.2	Laufwerke	253
7.2.3	Antriebsbauformen	255
7.2.4	Radsätze und Radsysteme	257

7.2.5	Einbautechnik	258
7.2.6	Bremsausrüstung	258
7.2.7	Fahrerstand	262
7.2.8	Fahrgastraum	263
7.2.9	Fahrzeugfrontgestaltung	264
7.2.10	Heizung, Klimatisierung, Lüftung	264
7.2.11	Fahrgasttürsysteme	266
7.2.12	Kupplungssysteme	267
7.2.13	Drucklufttechnische Ausrüstung	268
<b>7.3</b>	<b>Elektrische Ausrüstung</b>	<b>269</b>
7.3.1	Spannungsebenen	269
7.3.2	Energiezuführung	270
7.3.3	Antrieb	272
7.3.4	Fahrzeugleittechnik	275
7.3.5	Automatisierung von Teilsystemen/Fahrerhandlungen	276
7.3.6	Energiespeicher	278
<b>7.4</b>	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung</b>	<b>278</b>
<b>7.5</b>	<b>Instandhaltung</b>	<b>278</b>
<b>7.6</b>	<b>Zulassung und Inbetriebnahme</b>	<b>280</b>
<b>7.7</b>	<b>Querschnittsthemen</b>	<b>281</b>
7.7.1	Geräusche	281
7.7.2	Brandschutz	282
7.7.3	Elektromagnetische Verträglichkeit	282
<b>8</b>	<b>Mitarbeiter im System städtischer Schienenbahnen</b>	<b>283</b>
<b>8.1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>283</b>
<b>8.2</b>	<b>Betriebsbedienstete</b>	<b>283</b>
8.2.1	Fahrbedienstete	284
8.2.2	Mitarbeiter zur Steuerung und Überwachung des Betriebsablaufs	285
8.2.3	Verantwortliche bei der Instandhaltung der Betriebsanlagen und der Fahrzeuge	287
8.2.4	Leitende oder Aufsichtsführende über Beschäftigte nach 8.2.1 und 8.2.3	288
8.2.5	Der Betriebsleiter nach BOStrab	288
<b>8.3</b>	<b>Mitarbeiter mit gewerblichen und technischen Aufgaben</b>	<b>288</b>



<b>8.4</b>	<b>Ausbilder für Straßenbahn- und U-Bahn-Fahrer</b>	<b>289</b>
<b>8.5</b>	<b>Mitarbeiter für die Verkehrs- und Betriebsplanung</b>	<b>290</b>
<b>8.6</b>	<b>Mitarbeiter für die Fahr- und Dienstplanung</b>	<b>290</b>
<b>8.7</b>	<b>Mitarbeiter im Fahrausweisprüf-, Sicherheits- und Servicedienst</b>	<b>290</b>
<b>8.8</b>	<b>Verwaltung eines Verkehrsunternehmens</b>	<b>291</b>
<b>8.9</b>	<b>Beteiligte zur Unfallverhütung in den Verkehrsunternehmen</b>	<b>291</b>
<b>8.10</b>	<b>Der Betriebsrat/Personalrat/Sprecherausschuss</b>	<b>292</b>
<b>8.11</b>	<b>Qualifizierungsmaßnahmen</b>	<b>292</b>
<b>8.12</b>	<b>Zukunft der Arbeit und Perspektiven „Faktor Mensch“</b>	<b>293</b>
<b>9</b>	<b>Weiterentwicklung städtischer Schienenbahnen</b>	<b>295</b>
<b>9.1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>295</b>
<b>9.2</b>	<b>Aktuelle technische Weiterentwicklungen</b>	<b>295</b>
9.2.1	Gewichtsreduzierung bei Fahrzeugen	296
9.2.2	Reduzierung von Unfallgefahren und -folgen	296
9.2.3	Hochleistungsfähige Verkehrssysteme	296
9.2.4	Hohe Energieeffizienz	298
9.2.5	Abmilderung der Folgen des Klimawandels	298
9.2.6	Digitalisierung in Betriebsablauf und Werkstätten	299
9.2.7	Dienstleister für die E-Mobilität von Bussen	300
9.2.8	Hygieneanforderungen aufgrund von Pandemie-Erfahrungen	301
<b>9.3</b>	<b>Zukunftstrends</b>	<b>301</b>
9.3.1	Automatisiertes Fahren/autonomes Fahren	302
9.3.2	Digitalisierung	306
9.3.3	Neue Verkehrskonzepte	306
9.3.4	Güterverkehr/Smart Logistics	307
<b>Anhang</b>		<b>309</b>
	Wiederholungsfragen	309
	Abkürzungen	317
	Index	320
	Quellen und weiterführende Literatur	326
	Inserenten	331
	Autoren	332