

Jörn Pahl

Systemtechnik des Schienenverkehrs

Bahnbetrieb planen, steuern und sichern

9., überarbeitete Auflage

Springer Vieweg

Inhaltsverzeichnis

1	Grundbegriffe des Schienenverkehrs	1
1.1	Maßgebende Systemeigenschaften	1
1.2	Gesetzliche Grundlagen für Bau und Betrieb von Schienenbahnen	3
1.3	Grundlegende Begriffe und Definitionen	5
1.3.1	Bahnanlagen	6
1.3.2	Fahrzeuge	11
1.3.3	Fahrten mit Eisenbahnfahrzeugen	12
1.3.4	Regelung der Zugfolge	15
1.3.5	Abweichende Begriffswelten im Ausland	16
	Literatur	20
2	Fahrdynamische Grundlagen	21
2.1	Grundgleichungen	21
2.2	Zugkraft	22
2.3	Widerstandskräfte	23
2.3.1	Streckenwiderstand	23
2.3.2	Fahrzeugwiderstand	26
2.3.3	Anfahrwiderstand	28
2.4	Steigungs-Geschwindigkeits-Diagramm	29
2.5	Fahrzeitermittlung	30
	Literatur	34
3	Regelung und Sicherung der Zugfolge	35
3.1	Theoretische Abstandshalteverfahren	35
3.1.1	Zugfolge im relativen Bremswegabstand	35
3.1.2	Zugfolge im absoluten Bremswegabstand	37
3.1.3	Zugfolge im festen Raumabstand	37
3.2	Abstandshaltetechniken im Schienenverkehr	38
3.2.1	Fahren im Sichtabstand	38
3.2.2	Fahren im Zeitabstand	38
3.2.3	Fahren im festen Raumabstand	39

3.3	Sicherung des Fahrens im festen Raumabstand	55
3.3.1	Verfahren ohne technische Sicherung	55
3.3.2	Technische Sicherungsverfahren	58
3.4	Zugbeeinflussung	76
3.4.1	Arten von Zugbeeinflussungsanlagen	76
3.4.2	Punktförmige Zugbeeinflussung	77
3.4.3	Linienförmige Zugbeeinflussung	82
3.4.4	European Train Control System (ETCS)	86
	Literatur	95
4	Steuerung und Sicherung der Fahrwegelemente	97
4.1	Begriff der Fahrstraße	97
4.2	Kriterien für die Sicherung einer Fahrstraße	100
4.2.1	Signalabhängigkeit	100
4.2.2	Fahrstraßenverschluss und Fahrstraßenfestlegung	101
4.2.3	Fahrstraßenausschlüsse	106
4.2.4	Flankenschutz	107
4.2.5	Gleisfreimeldung	113
4.2.6	Störfallbehandlung	114
4.3	Anordnung der Signale	116
4.3.1	Verwendung der Hauptsignale	117
4.3.2	Bezeichnung der Hauptsignale	119
4.3.3	Abstand der Hauptsignale vom Gefahrpunkt	120
4.3.4	Verwendung der Sperrsignale	123
4.4	Sperrzeit von Fahrstraßen	125
4.5	Techniken zur Fahrwegsteuerung	128
4.5.1	Stellwerksbauformen	128
4.5.2	Abbildung der Fahrstraßenlogik in Stellwerken	131
4.5.3	Abhängigkeiten zwischen Bedienbereichen	135
4.5.4	Streckensicherung mit den Mitteln der Fahrstraßentechnik	139
4.6	Funkbasierte Fahrwegsteuerung	140
	Literatur	142
5	Leistungsuntersuchung von Eisenbahnbetriebsanlagen	145
5.1	Leistungsverhalten und Leistungsfähigkeit	145
5.2	Optimaler Leistungsbereich	148
5.3	Methodik der Leistungsuntersuchungen	152
5.3.1	Einteilung der Verfahren	152
5.3.2	Simulationsverfahren	155
5.3.3	Analytische Untersuchung von Strecken	158
5.3.4	Analytische Untersuchung von Knoten	168
5.3.5	Auswahl eines Verfahrens	184

5.4	Maßnahmen zur LeistungsVerbesserung	184
	Literatur	187
6	Fahrplankonstruktion	189
6.1	Die Rolle des Fahrplans	189
6.2	Darstellungsformen des Fahrplans für das Trassenmanagement	190
6.3	Zeitanteile im Fahrplan	194
6.3.1	Bestandteile der Beförderungszeit eines Zuges	194
6.3.2	Zeitanteile zwischen den Zugfahrten	196
6.3.3	Planmäßige Wartezeit	204
6.4	Verfahren zur Fahrplankonstruktion	206
6.4.1	Manuelle Fahrplankonstruktion	207
6.4.2	Rechnergestützte Fahrplankonstruktion	211
6.5	Fahrplanqualität und Fahrplanleistung	213
	Literatur	216
7	Taktfahrplan	219
7.1	Bedeutung vertakteter Fahrplansysteme	219
7.2	Anforderungen an Infrastruktur und Betrieb	220
7.2.1	Strecken-Infrastruktur für feste Taktlagen	222
7.2.2	Strecken-Infrastruktur für wechselnde Taktlagen	225
7.3	Integraler Taktfahrplan	226
7.3.1	Anforderungen an die Strecken	227
7.3.2	Anforderungen an die Knoten	228
7.4	Prüfung der Stabilität von Taktfahrplänen	230
	Literatur	232
8	Betriebssteuerung	233
8.1	Traditionelle Organisation der Fahrdienstleitung	233
8.2	Arbeitshilfen bei manueller Betriebssteuerung	234
8.3	Betriebsleittechnik zur Unterstützung der Betriebssteuerung	235
8.3.1	Zuglaufverfolgung	235
8.3.2	Zuglenkung	237
8.4	Zentralisierung der Betriebssteuerung	242
8.4.1	Der optimale Zentralisierungsgrad	243
8.4.2	Rückfallebenen bei Ausfall der zentralen Steuerung	245
8.5	Grundlagen der rechnergestützten Disposition	245
	Literatur	249
9	Betriebstechnik der Rangierbahnhöfe	251
9.1	Die Rolle des Rangierens im modernen Bahnbetrieb	251
9.2	Produktionstechnik des Einzelwagenverkehrs	252
9.2.1	Rangierverfahren	252

9.2.2	Leitung der Güterwagen im Netz	253
9.2.3	Aufbau eines Rangierbahnhofs	254
9.2.4	Betriebliche Abläufe in einem Rangierbahnhof	256
9.2.5	Bildung von Mehrgruppenzügen	257
9.3	Grundlagen der Ablaufdynamik	258
9.4	Ablaufsteuerung	261
9.4.1	Fahrwegsteuerung in der Verteilzone	261
9.4.2	Variation der Abdrückgeschwindigkeit	262
9.4.3	Aufgabe und Anordnung der Gleisbremsen	262
9.5	Leistungsverhalten von Rangierbahnhöfen	270
	Literatur	271
10	Symbole in grafischen Darstellungen	273
	Glossar	275
	Sachverzeichnis	293