

Inhalt

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.....	5
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
2	Fahrdynamische Grundlagen	20
2.1	Grundgleichungen	20
2.2	Zugkraft	21
2.3	Widerstandskräfte	22
2.3.1	Streckenwiderstand	22
2.3.2	Fahrzeugwiderstand	25
2.3.3	Anfahrwiderstand	27
2.4	Steigungs-Geschwindigkeits-Diagramm	28
2.5	Fahrzeitermittlung	29
3	Regelung und Sicherung der Zugfolge	34
3.1	Theoretische Abstandshalteverfahren	34
3.1.1	Zugfolge im relativen Bremswegabstand	34
3.1.2	Zugfolge im absoluten Bremswegabstand	35
3.1.3	Zugfolge im festen Raumabstand.....	36

3.2	Abstandshaltetechniken im Schienenverkehr	36
3.2.1	Fahren im Sichtabstand	36
3.2.2	Fahren im Zeitabstand.....	37
3.2.3	Fahren im festen Raumabstand	37
3.2.3.1	Bedingungen	37
3.2.3.2	Ortsfeste Signalisierung	38
3.2.3.3	Sperrzeitenbild	44
3.2.3.4	Leistungssteigerung durch Signalisierung verkürzter Blockabschnitte.....	47
3.3	Sicherung des Fahrens im festen Raumabstand	51
3.3.1	Verfahren ohne technische Sicherung	52
3.3.1.1	Verfahren ohne technische Sicherung mit örtlicher Fahrdienstleitung.....	52
3.3.1.2	Verfahren ohne technische Sicherung mit zentraler Fahrdienstleitung.....	54
3.3.2	Technische Sicherungsverfahren	55
3.3.2.1	Begriff des Streckenblocks	55
3.3.2.2	Gestaltung der Blocklogik	55
3.3.2.3	Technische Realisierung des Streckenblocks	59
3.3.2.4	Satellitengestützte Sicherung der Zugfolge als Alternative zum Streckenblock auf Nebenstrecken	66
3.4	Zugbeeinflussung	67
3.4.1	Arten von Zugbeeinflussungsanlagen	68
3.4.2	Punktförmige Zugbeeinflussung	69
3.4.2.1	Zugbeeinflussung mit mechanischer und elektromechanischer Informationsübertragung.....	69
3.4.2.2	Induktive Zugbeeinflussung	69
3.4.2.3	Magnetische Zugbeeinflussung	73
3.4.2.4	Zugbeeinflussung mit punktförmigen Datenübertragungssystemen auf Transponderbasis.....	74
3.4.3	Linienförmige Zugbeeinflussung	74
3.4.4	Vereinheitlichung der Zugbeeinflussung in Europa	78
3.5	Funkbasierte Verfahren zur Zugfolgesicherung	81

4	Steuerung und Sicherung der Fahrwegelemente	84
4.1	Begriff der Fahrstraße.....	84
4.2	Kriterien für die Sicherung einer Fahrstraße.....	86
4.2.1	Signalabhängigkeit.....	86
4.2.2	Fahrstraßenverschluss und Fahrstraßenfestlegung.....	88
4.2.3	Fahrstraßenausschlüsse.....	93
4.2.4	Flankenschutz.....	94
4.2.4.1	Flankenschutz gegen feindliche Zugfahrten	95
4.2.4.2	Flankenschutz gegen feindliche Rangierfahrten und unbeabsichtigt ablaufende Wagen.....	95
4.2.4.3	Flankenschutz gegen das Strecken von Zügen	96
4.2.4.4	Erfordernis von Schutzweichen.....	96
4.2.4.5	Besonderheiten der Anordnung von Flankenschutzeinrichtungen.....	97
4.2.5	Gleisfreimeldung.....	100
4.3	Anordnung der Signale.....	101
4.3.1	Verwendung der Hauptsignale.....	101
4.3.2	Bezeichnung der Hauptsignale.....	103
4.3.3	Abstand der Hauptsignale vom Gefahrpunkt.....	104
4.3.3.1	Maßgebender Gefahrpunkt.....	104
4.3.3.2	Sicherung der Durchrutschwege.....	106
4.3.4	Verwendung der Sperrsignale.....	108
4.4	Sperrzeit von Fahrstraßen.....	110
4.5	Techniken zur Fahrwegsteuerung.....	113
4.5.1	Stellwerksbauformen.....	113
4.5.1.1	Mechanische Stellwerke.....	113
4.5.1.2	Elektromechanische und Elektropneumatische Stellwerke.....	114
4.5.1.3	Relaisstellwerke.....	114
4.5.1.4	Elektronische Stellwerke (ESTW).....	115
4.5.2	Abbildung der Fahrstraßenlogik in Stellwerken.....	115
4.5.2.1	Tabellarische Fahrstraßenlogik (Verschlusstabelle).....	115
4.5.2.2	Geografische Fahrstraßenlogik (Spurplanprinzip).....	117
4.5.3	Abhängigkeiten zwischen Bedienbereichen.....	120
4.5.3.1	Bahnhofsblock.....	120

4.5.3.2	Abhängigkeiten zwischen Bedienbereichen in elektronischen Stellwerken.....	122
4.5.3.3	Nahstellbereiche.....	123
4.5.4	Streckensicherung mit den Mitteln der Fahrstraßentechnik.....	123
4.6	Funkbasierte Fahrwegsteuerung.....	124
5	Leistungsuntersuchung von Eisenbahn-Betriebsanlagen.....	127
5.1	Leistungsverhalten und Leistungsfähigkeit.....	127
5.2	Optimaler Leistungsbereich.....	131
5.3	Methodik der Leistungsuntersuchungen.....	134
5.3.1	Einteilung der Verfahren.....	134
5.3.2	Simulationsverfahren.....	136
5.3.3	Analytische Untersuchung von Strecken.....	138
5.3.4	Analytische Untersuchung von Knoten.....	146
5.3.4.1	Analytische Untersuchung von Fahrstraßenknoten.....	148
5.3.4.2	Vereinfachte Verfahren zur Abbildung der betrieblichen Möglichkeiten eines Fahrstraßenknotens.....	148
5.3.4.3	Bemessung von Gleisgruppen.....	158
5.3.5	Auswahl eines Verfahrens.....	162
5.4	Maßnahmen zur Leistungsverbesserung.....	163
6	Fahrplankonstruktion.....	166
6.1	Darstellungsformen des Fahrplans für das Trassenmanagement.....	167
6.2	Zeitanteile im Fahrplan.....	170
6.2.1	Bestandteile der Beförderungszeit eines Zuges	170
6.2.1.1	Fahrzeit.....	170
6.2.1.2	Haltezeit.....	171
6.2.2	Zeitanteile zwischen den Zugfahrten	173
6.2.2.1	Zugfolgezeit.....	173
6.2.2.2	Pufferzeit.....	174
6.2.3	Übergangszeit.....	179
6.2.4	Synchronisationszeit	179
6.2.5	Planmäßige Wartezeit	180
6.3	Verfahren zur Fahrplankonstruktion	183
6.3.1	Manuelle Fahrplankonstruktion	183

6.3.2	Rechnergestützte Fahrplankonstruktion	187
6.4	Fahrplanqualität und Fahrplanleistung	189
7	Taktfahrplan.....	193
7.1	Anforderungen an Infrastruktur und Betrieb	193
7.1.1	Strecken-Infrastruktur für feste Taktlagen	195
7.1.2	Strecken-Infrastruktur für wechselnde Taktlagen	198
7.2	Integraler Taktfahrplan.....	199
7.2.1	Anforderungen an die Strecken	200
7.2.2	Anforderungen an die Knoten	201
7.3	Prüfung der Stabilität von Taktfahrplänen	202
8	Betriebssteuerung	206
8.1	Traditionelle Organisation der Fahrdienstleitung	206
8.2	Arbeitshilfen bei manueller Betriebssteuerung	207
8.3	Betriebsleittechnik zur Unterstützung der Betriebssteuerung	208
8.3.1	Zuglaufverfolgung.....	208
8.3.2	Zuglenkung.....	210
8.4	Betriebszentralen.....	215
8.4.1	Aufteilung der betrieblichen Funktionalität in einer Betriebszentrale.....	215
8.4.2	Rückfallebenen für den Störfall.....	218
8.4.2.1	Ersatzweise Sicherung der Zugfolge.....	218
8.4.2.2	Ersatzweise Fahrwegsicherung.....	220
8.4.2.3	Rückfallebenen bei Ausfall der zentralen Steuerung.....	221
8.4.3	Grundlagen der rechnergestützten Disposition.....	221
9	Betriebstechnik der Rangierbahnhöfe.....	225
9.1	Produktionstechnik des Einzelwagenverkehrs.....	226
9.1.1	Rangierverfahren.....	226
9.1.2	Leitung der Güterwagen im Netz.....	226
9.1.3	Aufbau eines Rangierbahnhofs.....	227
9.1.4	Betriebliche Abläufe in einem Rangierbahnhof.....	229

9.1.5	Bildung von Mehrgruppenzügen.....	230
9.2	Grundlagen der Ablaufdynamik.....	232
9.3	Ablaufsteuerung.....	234
9.3.1	Fahrwegsteuerung in der Verteilzone.....	234
9.3.2	Variation der Abdruckgeschwindigkeit.....	235
9.3.3	Aufgabe und Anordnung der Gleisbremsen.....	236
9.3.3.1	Beeinflussung der Wagenfolgezeit in der Verteilzone.....	236
9.3.3.2	Zielbremsung im Richtungsgleis.....	239
9.3.3.3	Gefälleausgleich im Richtungsgleis.....	240
9.3.3.4	Bauarten von Gleisbremsen.....	240
	Symbole in grafischen Darstellungen.....	244
	Literaturverzeichnis.....	245
	Glossar	251
	Sachwortverzeichnis.....	267