

Verkehrssicherungs- technik

Steuern, Sichern und Überwachen
von Fahrwegen und Fahrgeschwindigkeiten
im Schienenverkehr

Von Wolfgang Fenner und Peter Naumann

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung und Forderungen	11
2	Technische Systemelemente	14
2.1	Basiskomponenten	14
2.2	Gleisstromkreise	19
2.2.1	Wirkungsprinzip	20
2.2.2	Elektrische Eigenschaften der Gleisstromkreise	21
2.2.3	Beeinflussungsschutz für Gleisstromkreise	22
2.2.4	Ein- und zweischienig isolierte Gleisstromkreise	24
2.2.5	Gleisstromkreise mit Isolierstößen	26
2.2.6	Gleisstromkreise ohne Isolierstöße	29
2.2.7	Gleisstromkreise mit elektrischen Trennstößen	30
2.3	Achszählkreise	33
2.3.1	Wirkungsprinzip	33
2.3.2	Forderungen an Achszählkreise	34
2.3.3	Gestaltung der Zählpunkte	35
2.3.4	Zähl- und Vergleichsgerät	36
2.3.5	Achszähler-Grundstellung	37
2.3.6	Fehlertolerante Achszählkreise	37
2.4	Weitere Verfahren zur Frei-/Besetztmeldung	39
2.4.1	Zugschlußmeldeanlagen	39
2.4.2	Gleisfreimeldung mit Doppler-Radar	40
2.4.3	Gleisfreimeldung durch GPS	41
3	Zuverlässigkeit und Systemsicherheit	42
3.1	Begriffe und Definitionen	43
3.1.1	Fehler/Ausfall	43
3.1.2	Fehlerarten/Ausfallarten	44
3.1.3	Sicherheit	45
3.1.4	Fail-Safe und sichere Zustände	47
3.2	Sicherheitsanforderungen	48
3.2.1	Funktionale Sicherheitsanforderungen	49
3.2.2	Anforderungen an systematische und Hardwaresicherheit	50
3.2.3	Systematische Sicherheit	51

3.2.4	Hardware-sicherheit	53
3.3	Beeinflussung durch Mensch und Umwelt	59
3.3.1	Einfluß des Menschen	59
3.3.2	Umwelteinflüsse	60
3.4	Grundsätzliche Methoden der Systemgestaltung	63
3.4.1	Bauelementeauswahl	65
3.4.2	Systemstruktur	65
3.4.3	Fehler-/Ausfall-offenbarung und -behandlung	65
3.4.4	Instandhaltung	66
3.4.5	Rückfallebenen	66
3.5	Systemgestaltung in der Relais-technik	67
3.5.1	Bauelementeeigenschaften	67
3.5.2	Systemgestaltung	68
3.6	Systemgestaltung in der Mikroelektronik	71
3.6.1	Bauelementeeigenschaften	71
3.6.2	Fehler-/Ausfall-offenbarung und -behandlung	73
3.6.3	Fail-Safe-Bausteine	78
3.6.4	Hardware-redundante Mikrorechnersysteme	80
3.6.5	Software-redundante Mikrorechnersysteme	82
3.6.6	Sicherheitsabschaltung	84
3.6.7	Datenein- und -ausgabe	84
3.6.8	Softwareentwurf	85
3.7	Informationsübertragung	87
3.7.1	Sicherheitsrelevante Eigenschaften des Übertragungs-kanals	87
3.7.2	Grundsätzliche Methoden der Informationssicherung	88
3.7.3	Codesicherungsverfahren gegen Einzel-Bit-Fehler	90
3.7.4	Codesicherungsverfahren gegen Bündel-Bit-Fehler	90
3.7.5	Kryptographische Verfahren	91
3.7.6	Fehlerkorrektur	95
3.8	Zulassung von sicherungstechnischen Einrichtungen	96
3.8.1	Sicherheitsnachweis-Verfahren in der EU	97
3.8.2	Zulassungsverfahren für die DB AG	99
4	Sichern von Zugfahrten im Bahnhof und auf der Strecke	101
4.1	Grundlagen der Fahrwegsicherung	101
4.2	Fahrwegsicherung durch Fahrstraßen	106
4.2.1	Fahrweg und Fahrstraße	106
4.2.2	Prinzipien der Fahrstraßengestaltung	107
4.2.3	Betriebstechnische Phasen der Fahrwegsicherung durch Fahrstraßen	110

4.2.4	Stellen und Sichern von Verzweigungen	115
4.2.5	Fahrstraßenfestlegung	118
4.2.6	Fahrstraßenauflösung	120
4.2.7	Freimelden von Gleisen und Weichen	123
4.2.8	Folgefahrschutz	125
4.2.9	Gegenfahrschutz	133
4.2.10	Flankenschutz	134
4.2.11	Sichern des Durchrutschwegs	136
4.2.12	Einige besondere Probleme	137
4.3	Fahrwegsicherung durch Blockinformationen	141
4.3.1	Blockinformationen	141
4.3.2	Folgefahrschutz	142
4.3.3	Gegenfahrschutz	146
4.3.4	Freiprüfen des Fahrwegs	148
4.3.5	Anwenden der Blockinformationen	150
4.3.6	Blocktechnisches Verschließen von Signalen	152
4.3.7	Streckenblockbedingungen	152
4.3.8	Streckenblocksperrern	158
5	Anlagen zum Sichern von Zug- und Rangier-	
	fahrten im Bahnhof	161
5.1	Abgrenzung und Vereinbarungen	161
5.2	Bedienerbereiche	161
5.3	Komplex WEICHE	163
5.4	Komplex SIGNAL	168
5.5	Relaisstellwerke	173
5.5.1	Charakteristika	173
5.5.2	Relaisstellwerke nach dem Fahrstraßenprinzip	175
5.5.3	Relaisstellwerke nach dem geographischen Prinzip (Spurplanstellwerke)	181
5.6	Elektronische Stellwerke	187
5.6.1	Charakteristika und Fahrstraßenlogik	187
5.6.2	Bedieneinrichtungen	190
5.6.3	Systemgestaltung einiger elektronischer Stellwerke	192
6	Anlagen zum Sichern der Zugfahrten auf der Strecke	205
6.1	Dezentrale Streckenblocksysteme	205
6.1.1	Halb- und nichtautomatische Streckenblocksysteme	205
6.1.2	Automatische Streckenblocksysteme	210
6.2	Zentrale Streckenblocksysteme	217
6.2.1	Zentralblock	217

6.2.2	Zentralblock auf LZB-Strecken (LZB-Block)	221
6.2.3	Hochleistungsblock	223
7	Zugbeeinflussung und -sicherung	225
7.1	Grundsätzliche Aufgaben und Verfahren	225
7.1.1	Aufgaben	225
7.1.2	Grundsätzliche Verfahren	227
7.2	Informationsübertragungsverfahren	228
7.2.1	Diskrete Übertragungsverfahren	228
7.2.2	Kontinuierliche Übertragungsverfahren	229
7.3	Ortung von Fahrzeugen	232
7.4	Punktförmige Zugbeeinflussung	233
7.4.1	Anforderungen	233
7.4.2	Drei-Frequenz-Bauart	234
7.4.3	Punktförmige hochfrequente Datenübertragungssysteme	236
7.5	Linienförmige Zugbeeinflussung	239
7.5.1	Anforderungen	239
7.5.2	Führerraumsignalisierung	239
7.5.3	Grundsätzliche Systemgestaltung	240
7.5.4	Dezentrale LZB-Systeme	241
7.5.5	Zentrale LZB-Systeme	243
7.6	Vereinheitlichte Zugbeeinflussungssysteme	245
8	Betriebsleittechnik	249
8.1	Aufgaben und Anforderungen der zentralen Betriebslenkung	249
8.2	Grundsätzliche technische Lösung	250
8.2.1	Fernsteuerung	250
8.2.2	Räumliche Gestaltung von Fernsteuerbereichen	252
8.2.3	Übertragungsprotokoll	252
8.2.4	Zentralisierte Betriebsführung	253
8.3	Zuglaufverfolgung	254
8.4	Betriebszentralen	255
8.4.1	Betriebliche Aufgaben	255
8.4.2	Rechnergestützte Dispositionshilfen	256
8.4.3	Automatische Zuglenkung	256
	Literaturverzeichnis	260
	Sachwortverzeichnis	264