

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Begriffsabgrenzung	1
1.2	Inhaltsabgrenzung	2
2	Sicherheit im Bahnbetrieb	5
2.1	Grundlagen der Sicherheit.....	5
2.1.1	Physikalische Betrachtung	5
2.1.2	Rechtliche Grundlagen.....	7
2.1.3	Risiko und Sicherheit	9
2.2	Anforderungen an die Sicherung im Bahnbetrieb	9
2.2.1	Herleitung der Schutzfunktionen	9
2.2.2	Regelkreis der Betriebssicherheit im spurgeführten Verkehr.....	13
3	Sicherheit in der Informationsverarbeitung.....	17
3.1	Grundsätzliche Möglichkeiten der Informationsverarbeitung	17
3.2	Anforderungen an Sicherungsanlagen.....	18
3.2.1	Keine systematischen Fehler.....	18
3.2.2	Sicherheitsreaktion bei zufälligen Fehlern/Ausfällen.....	18
3.2.3	Hohe Verfügbarkeit.....	18
3.2.4	Darstellung im Verfügbarkeits-Sicherheits-Diagramm.....	19
3.3	Strategien zur sicheren Systemgestaltung	21
3.3.1	Fehlerausschluss.....	22
3.3.2	Gefährdungsausschluss	22
3.3.3	Gefährdungsbegrenzung	23
3.3.4	Systematisierung	23
3.4	Umsetzung der Strategien	24
3.4.1	Nutzung der Vorzugsausfallrichtung	24
3.4.2	Kontrolle auf Einnahme bestimmter Zustände.....	25
3.5	Sicherheitsrelevanz des Menschen	26
3.6	Relaistechnische Informationsverarbeitung	28
3.6.1	Aufgaben und Eigenschaften von Relais.....	28
3.6.2	Sicherheitsanforderungen an Signalrelais	28
3.6.3	Arten und Bauformen von Signalrelais.....	30
3.6.4	Schaltungsdarstellung	32
3.6.5	Systemgestaltung in der Relaistechnik.....	34

3.7	Elektronische Informationsverarbeitung	35
3.7.1	Technische Eigenschaften der Mikroelektronik	35
3.7.2	Gewährleistung der Sicherheit	35
3.7.3	Erhöhung der Verfügbarkeit.....	36
4	Komponenten der Fahrwegsicherung	39
4.1	Ortung.....	39
4.1.1	Grundlagen	39
4.1.2	Wirkprinzipien	41
4.1.3	Gleisfreimeldung mittels Gleisstromkreis.....	47
4.1.4	Gleisfreimeldung mittels Achszähler	53
4.1.5	Anwendung von Gleisstromkreisen und Achszählern.....	56
4.1.6	Spezialanwendung: Isolierte Schiene	56
4.2	Sicherung beweglicher Fahrwegelemente	62
4.2.1	Grundlagen	62
4.2.2	Weiche und Kreuzung	64
4.2.3	Gleissperre.....	76
4.2.4	Bewegliche Brücke	77
4.2.5	Drehscheibe und Schiebebühne.....	77
4.2.6	Tor.....	77
4.3	Signalisierung	78
4.3.1	Grundlagen	78
4.3.2	Aufbau von Lichtsignalen und lichttechnische Grundlagen.....	80
4.3.3	Ansteuerung und Überwachung der Signaloptiken	85
4.3.4	Abschnittssignalisierung	91
4.3.5	Signalisierung der zulässigen Geschwindigkeit	93
4.3.6	Signalsysteme nach ESO.....	95
4.3.7	Rückfallebenen der Signalisierung.....	102
4.3.8	Lichtsignale ohne positives Signalbild	106
4.3.9	Betriebliche Bedeutung von Haupt- und Sperrsignalen	106
5	Technologien der Fahrwegsicherung	111
5.1	Herleitung	111
5.1.1	Flanken-, Folge-, Gegenfahrerschutz	111
5.1.2	Sicherung beweglicher Fahrwegelemente	115
5.1.3	Geschwindigkeitsvorgabe	116
5.2	Technologie Fahrstraße	116
5.2.1	Grundlagen	116
5.2.2	Fahrstraßenbildung	122
5.2.3	Fahrstraßensicherung und -überwachung.....	127
5.2.4	Signalisierung von Fahrstraßen	142
5.2.5	Fahrstraßenabbau	147
5.2.6	Nahbedienung	149
5.3	Technologie Blockinformation.....	150
5.3.1	Wesen der Blockinformation.....	150

5.3.2	Folgefahrerschutz	151
5.3.3	Gegenfahrerschutz	156
5.3.4	Einbeziehung von Fahrwegelementen	157
6	Techniken zur Fahrwegsicherung	161
6.1	Systematisierung	161
6.1.1	Informationsverarbeitung	161
6.1.2	Historische Entwicklung	162
6.1.3	Klassifizierung der Techniken	163
6.2	Elementabhängigkeiten	167
6.2.1	Schlüsselabhängigkeiten	167
6.2.2	Abhängigkeiten mit EOW	173
6.3	Mechanisches Stellwerk	173
6.3.1	Grundlagen	173
6.3.2	Stelleinrichtungen	175
6.3.3	Verschlusseinrichtungen	177
6.3.4	Blockanlagen	179
6.4	Elektromechanisches Stellwerk	184
6.4.1	Grundlagen	184
6.4.2	Stellung der Elemente	187
6.4.3	Gewährleistung der Signalabhängigkeit	187
6.5	Relaisstellwerk	188
6.5.1	Grundlagen	188
6.5.2	Bauelemente und Schaltungsgestaltung	190
6.5.3	Modellschaltung einer Fahrstraße	190
6.6	Elektronisches Stellwerk	192
6.6.1	Grundlagen	192
6.6.2	Systemaufbau elektronischer Stellwerke	194
6.6.3	Software im ESTW	199
6.6.4	Bedieneinrichtungen für ESTW	200
6.6.5	Fahrstraßenlogik	203
6.7	Nichtselbsttätiger, dezentraler Streckenblock	205
6.7.1	Felderblock	205
6.7.2	Relaisblock und automatisierter Relaisblock	207
6.7.3	Trägerfrequenzblock	208
6.8	Selbsttätiger, dezentraler Streckenblock	208
6.9	Zentraler Streckenblock	209
7	Zugbeeinflussung	211
7.1	Allgemeines	211
7.1.1	Anforderungen	211
7.1.2	Systematisierung	212
7.1.3	Führerraumsignalisierung	214
7.1.4	Funktionen	215
7.1.5	Kontinuierliche Überwachung bei punktförmiger Übertragung	216

7.2	Punktförmige Zugbeeinflussung System PZB 90.....	218
7.2.1	Grundlagen.....	218
7.2.2	Funktionen.....	220
7.3	Geschwindigkeitsüberwachung für Neigetechnik (GNT)	225
7.3.1	Grundlagen.....	225
7.3.2	Funktionen.....	226
7.4	Linienförmige Zugbeeinflussung (LZB)	227
7.4.1	Grundlagen.....	227
7.4.2	Informationsübertragung.....	227
7.4.3	Funktionen.....	228
7.5	European Train Control System (ETCS).....	229
7.5.1	Grundlagen.....	229
7.5.2	Komponenten	231
7.5.3	Ausrüstungsstufen (Level)	233
7.5.4	Funktionen.....	236
7.5.5	ETCS signalgeführt.....	243
8	Bahnübergangssicherung	247
8.1	Grundlagen	247
8.1.1	Benutzung des Bahnübergangs	247
8.1.2	Seh- und Sichtpunkt	248
8.1.3	Räumung des Gefahrenraums	249
8.2	Nichttechnische BÜ-Sicherung	249
8.3	Technische BÜ-Sicherung.....	250
8.3.1	Sicherungsarten.....	250
8.3.2	Einschaltarten.....	251
8.3.3	Überwachung der Funktion	253
8.4	Auswahl der Sicherungsart.....	257
9	Leittechnik.....	259
9.1	Aufgaben der Leittechnik	259
9.2	Komponenten der Leittechnik	260
9.2.1	Zugnummernmeldung (ZN)	260
9.2.2	Zuglenkung (ZL).....	261
9.2.3	Fernsteuerung von Stellwerken	262
9.3	Betriebszentralen (BZ)	263
9.3.1	Allgemeines.....	263
9.3.2	Steuerung von Stellwerken aus Betriebszentralen.....	264
9.3.3	Technische Realisierung	265
9.3.4	Zukünftige Betriebssteuerung	267
10	ESTW-Planung	269
10.1	Organisatorische Grundlagen	269
10.1.1	Ablauf der Planung.....	269
10.1.2	Planungsrichtlinien.....	271

10.2 Sicherungstechnisches Planwerk	271
10.2.1 Bezeichnungssystematik	271
10.2.2 Symbole	275
10.2.3 Planunterlagen	275
10.3 Sicherungstechnischer Lageplan	275
10.3.1 Allgemeines	275
10.3.2 Inhalt des Lageplans	276
10.3.3 Gleise	278
10.3.4 Weichen, Kreuzungen, Gleis- und Schlüsselsperren	280
10.3.5 Strecken	281
10.3.6 Nahbedienbereiche	283
10.4 Planung von Haupt-, Vor- und Sperrsignalen	283
10.4.1 Bezeichnung	283
10.4.2 Rangierhalttafel	284
10.4.3 Festlegung der Signalstandorte quer zum Gleis	285
10.4.4 Festlegung der Signalstandorte längs zum Gleis	287
10.4.5 Planung der Signalbegriffe	298
10.5 Gleisfreimeldeplanung	306
10.5.1 Bezeichnung	306
10.5.2 Anforderungen an die Aufteilung der Gleisfreimeldung	308
10.5.3 Festlegung von Freimeldegrenzen	313
10.5.4 Dokumentation im Planwerk	318
10.6 Flankenschutzplanung	319
10.6.1 Umfang	319
10.6.2 Flankenschutzmaßnahmen nach Gefährdung	319
10.6.3 Auswahl der Flankenschutzmaßnahmen	320
10.6.4 Dokumentation im Planwerk	321
10.7 Fahrstraßenplanung	326
10.7.1 Auswahl	326
10.7.2 Bezeichnung	326
10.7.3 Eigenschaften	327
10.8 PZB-Planung	328
10.8.1 Darstellung im sicherungstechnischen Planwerk	328
10.8.2 Anwendung an Haupt-, Vor- und Sperrsignalen	329
10.8.3 Überwachung der signalisierten Geschwindigkeit	332
10.9 Digitale LST-Planung	334
10.9.1 Motivation	334
10.9.2 Entwicklung der Informationsmodelle	335
10.9.3 Das Projekt „PlanPro“	336
10.9.4 Stand und Ausblick	338
Literaturverzeichnis	339
Sachwortverzeichnis	343