

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	8
2.1.3	Risiko und Sicherheit	9
2.2	Anforderungen an die Sicherung im Bahnbetrieb	10
2.2.1	Herleitung der Schutzfunktionen	10
2.2.2	Regelkreis der Betriebssicherheit im spurgeführten Verkehr	14
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	23
3.3.3	Gefährdungsbegrenzung	23
3.3.4	Systematisierung	23
3.4	Umsetzung der Strategien	25
3.4.1	Nutzung der Vorzugsausfallrichtung	25
3.4.2	Kontrolle auf Einnahme bestimmter Zustände	26
3.5	Sicherheitsrelevanz des Menschen	26
3.6	Relais-technische Informationsverarbeitung	29
3.6.1	Aufgaben und Eigenschaften von Relais	29

3.6.2	Sicherheitsanforderungen an Signalrelais	29
3.6.3	Arten und Bauformen von Signalrelais	30
3.6.4	Schaltungsdarstellung	34
3.6.5	Systemgestaltung in der Relaistechnik	35
3.7	Elektronische Informationsverarbeitung	36
3.7.1	Technische Eigenschaften der Mikroelektronik	36
3.7.2	Gewährleistung der Sicherheit	37
3.7.3	Erhöhung der Verfügbarkeit	38
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	46
4.1.4	Gleisfreimeldung mittels Achszähler	53
4.1.5	Anwendung von Gleisstromkreisen und Achszählern	55
4.1.6	Spezialanwendung: Isolierte Schiene	55
4.2	Sicherung beweglicher Fahrwegelemente	62
4.2.1	Grundlagen	62
4.2.2	Weiche und Kreuzung	63
4.2.3	Gleissperre	75
4.2.4	Bewegliche Brücke	76
4.2.5	Drehscheibe und Schiebebühne	76
4.2.6	Tor	77
4.3	Signalisierung	77
4.3.1	Grundlagen	77
4.3.2	Aufbau von Lichtsignalen und lichttechnische Grundlagen	80
4.3.3	Ansteuerung und Überwachung der Signaloptiken	84
4.3.4	Abschnittssignalisierung	90
4.3.5	Signalisierung der zulässigen Geschwindigkeit	92
4.3.6	Signalsysteme nach ESO	93
4.3.7	Rückfallebenen der Signalisierung	100
4.3.8	Lichtsignale ohne positives Signalbild	104
4.3.9	Betriebliche Bedeutung von Haupt- und Sperrsignalen	104
5	Technologien der Fahrwegsicherung	109
5.1	Herleitung	109
5.1.1	Flanken-, Folge-, Gegenfahrerschutz	109
5.1.2	Steuerung und Sicherung der Fahrwegelemente	113
5.2	Technologie Fahrstraße	114
5.2.1	Grundlagen	114
5.2.2	Fahrstraßenbildung	119

5.2.3	Fahrstraßensicherung und -überwachung	124
5.2.4	Signalisierung von Fahrstraßen	139
5.2.5	Fahrstraßenabbau	144
5.2.6	Nahbedienung	147
5.3	Technologie Blockinformation	148
5.3.1	Wesen der Blockinformation	148
5.3.2	Folgefahrschutz	148
5.3.3	Gegenfahrschutz	153
5.3.4	Einbeziehung von Fahrwegelementen	155
6	Techniken zur Fahrwegsicherung	157
6.1	Systematisierung	157
6.1.1	Informationsverarbeitung	157
6.1.2	Historische Entwicklung	159
6.1.3	Klassifizierung der Techniken	159
6.2	Elementabhängigkeiten	163
6.2.1	Schlüsselabhängigkeiten	163
6.2.2	Abhängigkeiten mit EOW	170
6.3	Mechanisches Stellwerk	170
6.3.1	Grundlagen	170
6.3.2	Stelleinrichtungen	172
6.3.3	Verschlusseinrichtungen	174
6.3.4	Blockanlagen	176
6.4	Elektromechanisches Stellwerk	181
6.4.1	Grundlagen	181
6.4.2	Stellung der Elemente	183
6.4.3	Gewährleistung der Signalabhängigkeit	184
6.5	Relaisstellwerk	185
6.5.1	Grundlagen	185
6.5.2	Bauelemente und Schaltungsgestaltung	187
6.5.3	Modellschaltung einer Fahrstraße	187
6.6	Elektronisches Stellwerk	189
6.6.1	Grundlagen	189
6.6.2	Systemaufbau elektronischer Stellwerke	191
6.6.3	Software im ESTW	195
6.6.4	Bedieneinrichtungen für ESTW	195
6.6.5	Fahrstraßenlogik	198
6.7	Nichtselbsttätiger, dezentraler Streckenblock	201
6.7.1	Felderblock	201
6.7.2	Relaisblock und automatisierter Relaisblock	202
6.7.3	Trägerfrequenzblock	203
6.8	Selbsttätiger, dezentraler Streckenblock	204

6.9	Zentraler Streckenblock	205
7	Zugbeeinflussung	207
7.1	Allgemeines	207
7.1.1	Anforderungen	207
7.1.2	Systematisierung	208
7.1.3	Führerraumsignalisierung	210
7.1.4	Funktionen	211
7.1.5	Kontinuierliche Überwachung bei punktförmiger Übertragung	212
7.2	Punktförmige Zugbeeinflussung System PZB 90	214
7.2.1	Grundlagen	214
7.2.2	Funktionen	217
7.3	Geschwindigkeitsüberwachung für Neigetechnik (GNT)	221
7.3.1	Grundlagen	221
7.3.2	Funktionen	222
7.4	Linienzugbeeinflussung (LZB)	223
7.4.1	Grundlagen	223
7.4.2	Informationsübertragung	223
7.4.3	Funktionen	224
7.5	European Train Control System (ETCS)	225
7.5.1	Grundlagen	225
7.5.2	Komponenten	226
7.5.3	Ausrüstungsstufen (Level)	228
7.5.4	Funktionen	231
8	Bahnübergänge	239
8.1	Grundlagen	239
8.1.1	Benutzung des Bahnübergangs	239
8.1.2	Seh- und Sichtpunkt	240
8.1.3	Räumung des Gefahrenraums	241
8.2	Nichttechnische BÜ-Sicherung	242
8.3	Technische BÜ-Sicherung	243
8.3.1	Sicherungsarten	243
8.3.2	Einschaltarten	244
8.3.3	Überwachung der Funktion	245
9	Leittechnik	249
9.1	Aufgaben der Leittechnik	249
9.2	Komponenten der Leittechnik	250
9.2.1	Zugnummernmeldung (ZN)	250
9.2.2	Zuglenkung (ZL)	251
9.2.3	Fernsteuerung von Stellwerken	252

9.3	Betriebszentralen (BZ)	254
9.3.1	Allgemeines	254
9.3.2	Steuerung von Stellwerken aus Betriebszentralen	254
9.3.3	Technische Realisierung	256
10	ESTW-Planung	259
10.1	Organisatorische Grundlagen	259
10.1.1	Ablauf der Planung	259
10.1.2	Planungsrichtlinien	261
10.2	Sicherungstechnisches Planwerk	261
10.2.1	Bezeichnungssystematik	261
10.2.2	Symbole	264
10.2.3	Planunterlagen	265
10.3	Sicherungstechnischer Lageplan	265
10.3.1	Allgemeines	265
10.3.2	Inhalt des Lageplans	266
10.3.3	Gleise	268
10.3.4	Weichen, Kreuzungen, Gleis- und Schlüsselsperren	269
10.3.5	Strecken	271
10.3.6	Nahbedienbereiche	273
10.4	Planung von Haupt-, Vor- und Sperrsignalen	273
10.4.1	Bezeichnung	273
10.4.2	Rangierhalttafel	274
10.4.3	Festlegung der Signalstandorte quer zum Gleis	275
10.4.4	Festlegung der Signalstandorte längs zum Gleis	277
10.4.5	Planung der Signalbegriffe	288
10.5	Gleisfreimeldeplanung	297
10.5.1	Bezeichnung	297
10.5.2	Anforderungen an die Aufteilung der Gleisfreimeldung	298
10.5.3	Festlegung von Freimeldegrenzen	303
10.5.4	Dokumentation im Planwerk	307
10.6	Flankenschutzplanung	308
10.6.1	Umfang	308
10.6.2	Flankenschutzmaßnahmen nach Gefährdung	308
10.6.3	Auswahl der Flankenschutzmaßnahmen	309
10.6.4	Dokumentation im Planwerk	310
10.7	Fahrstraßenplanung	315
10.7.1	Auswahl	315
10.7.2	Bezeichnung	315
10.7.3	Eigenschaften	315
10.8	PZB-Planung	317
10.8.1	Darstellung im sicherungstechnischen Planwerk	317