

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	Relaistechnische Informationsverarbeitung	28
3.6.1	Aufgaben und Eigenschaften von Relais	28

3.6.2	Sicherheitsanforderungen an Signalrelais	29
3.6.3	Arten und Bauformen von Signalrelais	30
3.6.4	Schaltungsdarstellung	33
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	36
3.7.3	Erhöhung der Verfügbarkeit	37
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	76
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	85
4.3.4	Abschnittssignalisierung	91
4.3.5	Signalisierung der zulässigen Geschwindigkeit	93
4.3.6	Signalsysteme nach ESO	94
4.3.7	Rückfallebenen der Signalisierung	101
4.3.8	Lichtsignale ohne positives Signalbild	105
4.3.9	Betriebliche Bedeutung von Haupt- und Sperrsignalen	105
5	Technologien der Fahrwegsicherung	109
5.1	Herleitung	109
5.1.1	Flanken-, Folge-, Gegenfahrschutz	109
5.1.2	Sicherung beweglicher Fahrwegelemente	113
5.1.3	Geschwindigkeitsvorgabe	114
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	154
5.3.4	Einbeziehung von Fahrwegelementen	155
6	Techniken zur Fahrwegsicherung	159
6.1	Systematisierung	159
6.1.1	Informationsverarbeitung	159
6.1.2	Historische Entwicklung	161
6.1.3	Klassifizierung der Techniken	161
6.2	Elementabhängigkeiten	165
6.2.1	Schlüsselabhängigkeiten	165
6.2.2	Abhängigkeiten mit EOW	172
6.3	Mechanisches Stellwerk	172
6.3.1	Grundlagen	172
6.3.2	Stelleinrichtungen	173
6.3.3	Verschlusseinrichtungen	176
6.3.4	Blockanlagen	178
6.4	Elektromechanisches Stellwerk	183
6.4.1	Grundlagen	183
6.4.2	Stellung der Elemente	186
6.4.3	Gewährleistung der Signalabhängigkeit	186
6.5	Relaisstellwerk	187
6.5.1	Grundlagen	187
6.5.2	Bauelemente und Schaltungsgestaltung	189
6.5.3	Modellschaltung einer Fahrstraße	190
6.6	Elektronisches Stellwerk	191
6.6.1	Grundlagen	191
6.6.2	Systemaufbau elektronischer Stellwerke	193
6.6.3	Software im ESTW	197
6.6.4	Bedieneinrichtungen für ESTW	198
6.6.5	Fahrstraßenlogik	201
6.7	Nichtselbsttätiger, dezentraler Streckenblock	203
6.7.1	Felderblock	203
6.7.2	Relaisblock und automatisierter Relaisblock	205
6.7.3	Trägerfrequenzblock	206

6.8	Selbsttätiger, dezentraler Streckenblock	206
6.9	Zentraler Streckenblock	207
7	Zugbeeinflussung	209
7.1	Allgemeines	209
7.1.1	Anforderungen	209
7.1.2	Systematisierung	210
7.1.3	Führerraumsignalisierung	212
7.1.4	Funktionen	214
7.1.5	Kontinuierliche Überwachung bei punktförmiger Übertragung	214
7.2	Punktförmige Zugbeeinflussung System PZB 90	216
7.2.1	Grundlagen	216
7.2.2	Funktionen	218
7.3	Geschwindigkeitsüberwachung für Neigetechnik (GNT)	223
7.3.1	Grundlagen	223
7.3.2	Funktionen	224
7.4	Linienförmige Zugbeeinflussung (LZB)	225
7.4.1	Grundlagen	225
7.4.2	Informationsübertragung	225
7.4.3	Funktionen	226
7.5	European Train Control System (ETCS)	227
7.5.1	Grundlagen	227
7.5.2	Komponenten	228
7.5.3	Ausrüstungsstufen (Level)	231
7.5.4	Funktionen	234
7.5.5	ETCS signalgeführt	240
8	Bahnübergänge	243
8.1	Grundlagen	243
8.1.1	Benutzung des Bahnübergangs	243
8.1.2	Seh- und Sichtpunkt	244
8.1.3	Räumung des Gefahrraums	245
8.2	Nichttechnische BÜ-Sicherung	245
8.3	Technische BÜ-Sicherung	247
8.3.1	Sicherungsarten	247
8.3.2	Einschaltarten	248
8.3.3	Überwachung der Funktion	249
8.4	Auswahl der Sicherungsart	253
9	Leittechnik	255
9.1	Aufgaben der Leittechnik	255
9.2	Komponenten der Leittechnik	256

9.2.1	Zugnummernmeldung (ZN)	256
9.2.2	Zuglenkung (ZL)	257
9.2.3	Fernsteuerung von Stellwerken	258
9.3	Betriebszentralen (BZ)	260
9.3.1	Allgemeines	260
9.3.2	Steuerung von Stellwerken aus Betriebszentralen	260
9.3.3	Technische Realisierung	262
10	ESTW-Planung	265
10.1	Organisatorische Grundlagen	265
10.1.1	Ablauf der Planung	265
10.1.2	Planungsrichtlinien	267
10.2	Sicherungstechnisches Planwerk	267
10.2.1	Bezeichnungssystematik	267
10.2.2	Symbole	270
10.2.3	Planunterlagen	271
10.3	Sicherungstechnischer Lageplan	271
10.3.1	Allgemeines	271
10.3.2	Inhalt des Lageplans	272
10.3.3	Gleise	274
10.3.4	Weichen, Kreuzungen, Gleis- und Schlüsselsperren	275
10.3.5	Strecken	277
10.3.6	Nahbedienbereiche	279
10.4	Planung von Haupt-, Vor- und Sperrsignalen	279
10.4.1	Bezeichnung	279
10.4.2	Rangierhalttafel	280
10.4.3	Festlegung der Signalstandorte quer zum Gleis	281
10.4.4	Festlegung der Signalstandorte längs zum Gleis	283
10.4.5	Planung der Signalbegriffe	294
10.5	Gleisfreimeldeplanung	302
10.5.1	Bezeichnung	302
10.5.2	Anforderungen an die Aufteilung der Gleisfreimeldung	304
10.5.3	Festlegung von Freimeldegrenzen	308
10.5.4	Dokumentation im Planwerk	314
10.6	Flankenschutzplanung	315
10.6.1	Umfang	315
10.6.2	Flankenschutzmaßnahmen nach Gefährdung	315
10.6.3	Auswahl der Flankenschutzmaßnahmen	316
10.6.4	Dokumentation im Planwerk	316
10.7	Fahrstraßenplanung	321
10.7.1	Auswahl	321
10.7.2	Bezeichnung	321

10.7.3 Eigenschaften	322
10.8 PZB-Planung	323
10.8.1 Darstellung im sicherungstechnischen Planwerk	324
10.8.2 Anwendung an Haupt-, Vor- und Sperrsignalen	324
10.8.3 Überwachung der signalisierten Geschwindigkeit	328
Literatur	331
Sachverzeichnis	333