

Inhaltsverzeichnis

- 1 Motivation und Hintergrund** 1
 - 1.1 Entwicklung urbaner Mobilität 1
 - 1.2 Vorteile automatisierter Schienenverkehrssysteme 7
 - Literatur 11
- 2 Systemkomponenten und Umsysteme automatischer Zugbeeinflussungssysteme** 13
 - 2.1 Systemkomponenten automatischer Zugbeeinflussungssysteme 13
 - 2.1.1 Fahrzeugseitige Ausrüstung (ATP onboard und ATO onboard) 15
 - 2.1.2 Streckenseitige Ausrüstung (ATP wayside) 17
 - 2.1.3 Datenkommunikationssystem 19
 - 2.1.4 Zugleitsystem (Automatic Train Supervision, ATS) 23
 - 2.2 Umsysteme automatischer Zugbeeinflussungssysteme 27
 - Literatur 35
- 3 Automatisierungsgrade automatischer Zugbeeinflussungssysteme** 37
 - 3.1 Grade of Automation 0: Zugbetrieb auf Sicht 37
 - 3.2 Grade of Automation 1: Nicht automatisierter Zugbetrieb 40
 - 3.3 Grade of Automation 2: Halbautomatischer Zugbetrieb 41
 - 3.4 Grade of Automation 3: Begleiteter fahrerloser Zugbetrieb 41
 - 3.5 Grade of Automation 4: Vollautomatischer fahrerloser Zugbetrieb 41
 - Literatur 42
- 4 Betriebsarten und Betriebsartenübergänge automatischer Zugbeeinflussungssysteme** 43
 - 4.1 Betriebsarten automatischer Zugbeeinflussungssysteme 43
 - 4.1.1 Betriebsarten für den Regelbetrieb 44
 - 4.1.2 Betriebsarten für Gefahren- und Störzustände 45
 - 4.1.3 Betriebsarten für Ausschaltzustände 47
 - 4.1.4 Betriebsarten für Fahrten auf nicht mit CBTC ausgerüsteten Bestandsstrecken 48

4.2	Betriebsartenübergänge automatischer Zugbeeinflussungssysteme	49
4.2.1	Wechsel zwischen Restricted Mode und Supervised Manual Mode	49
4.2.2	Wechsel zwischen Supervised Manual Mode und Automatic Mode	50
4.2.3	Wechsel zwischen Automatic Mode und Automatic Reversal Mode	51
4.2.4	Wechsel zwischen Automatic Mode und Restricted Mode bei Störungen	53
4.2.5	Automatisierte Betriebsführung im Depot	55
	Literatur	56
5	Hauptfunktionen automatischer Zugbeeinflussungssysteme	57
5.1	Hauptfunktion Sichern der Zugbewegung	57
5.1.1	Oberfunktion Sichern des Fahrwegs	57
5.1.2	Oberfunktion Sichern der Abstandshaltung	61
5.1.3	Oberfunktion Sichern der Geschwindigkeit	62
5.2	Hauptfunktion Fahren des Fahrzeugs	71
5.2.1	Oberfunktion Bestimmen des Fahrprofils	71
5.2.2	Oberfunktion Steuern der Züge in Abhängigkeit des Fahrprofils	74
5.3	Hauptfunktion Überwachen der Profilverfreiheit	79
5.3.1	Oberfunktion Verhinderung der Kollision mit Objekten	79
5.3.2	Oberfunktion Verhinderung der Kollision mit Personen im Gleis	80
5.4	Hauptfunktion Überwachen des Fahrgastwechsels	83
5.4.1	Oberfunktion Steuern und Überwachen der Türfreigabe	83
5.4.2	Oberfunktion Verhindern der Verletzung von Personen zwischen Fahrzeugen	84
5.4.3	Oberfunktion Sichern der Bahnsteigkante	84
5.4.4	Oberfunktion Sicherstellen der Abfertigungsbedingungen	90
5.5	Hauptfunktion Automatischer Zugbetrieb	92
5.5.1	Oberfunktion Einsetzen und Aussetzen von Fahrzeugen	92
5.5.2	Oberfunktion Betreiben eines Fahrzeugs zwischen betrieblichen Halten	93
5.5.3	Oberfunktion Überwachung des Fahrzeugzustands	95
5.6	Hauptfunktion Störfallerkennung und Störfallmanagement	96
5.6.1	Oberfunktion Fahrgastalarmmeldungen	96
5.6.2	Oberfunktion Brandmeldung	100
5.6.3	Oberfunktion Evakuierung	101
5.6.4	Oberfunktion Hinderniserkennung	103
5.6.5	Oberfunktion Entgleisungserkennung	104
	Literatur	105

6	Verlässlichkeit automatischer Zugbeeinflussungssysteme	107
6.1	Sicherheit	107
6.1.1	Funktionale Sicherheit (Safety)	108
6.1.2	Angriffssicherheit (Security)	114
6.2	Verfügbarkeit (Availability)	115
6.2.1	Optimierung der Instandhaltbarkeit (Maintainability) zur Steigerung der Verfügbarkeit	115
6.2.2	Erhöhung der Zuverlässigkeit (Reliability) zur Steigerung der Verfügbarkeit	117
6.2.3	Fehlertolerante Systeme zur Steigerung der Verfügbarkeit	118
	Literatur	120
7	Abwägung von Kosten und Nutzen automatischer Zugbeeinflussungssysteme	123
7.1	Lebenszykluskostenrechnung	123
7.1.1	Elemente der Lebenszykluskosten	124
7.1.2	Ergebnisse der Analyse der Lebenszykluskosten	126
7.2	Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit	126
7.2.1	Vorbereitung des Simulationsmodells	127
7.2.2	Validierung und Kalibrierung des Simulationsmodells	128
7.2.3	Durchführung und Auswertung der Simulationsläufe	130
	Literatur	131
8	Umbau, Test und Inbetriebnahme automatischer Zugbeeinflussungssysteme	133
8.1	Definition der Migrationsstrategie	134
8.1.1	Doppelausrüstung der Fahrzeuge	137
8.1.2	Doppelausrüstung der Streckeneinrichtungen	139
8.2	Projektierung automatischer Zugbeeinflussungssysteme	140
8.2.1	Kategorien streckenspezifischer Projektierungsdaten	141
8.2.2	Kategorien fahrzeugspezifischer Projektierungsdaten	141
8.2.3	Qualitätsmerkmale von Projektierungsdaten	142
8.2.4	Qualitätssichernde Prozesse für Projektierungsdaten	142
8.2.5	Erfassung streckenspezifischer Projektierungsdaten	143
8.3	Ausstattung von Fahrzeugen mit CBTC-Fahrzeuggeräten	144
8.3.1	Definition betrieblicher Anwendungsfälle	144
8.3.2	Mechanische Integration des CBTC-Fahrzeuggeräts	145
8.3.3	Elektrische Integration des CBTC-Fahrzeuggeräts	146
8.4	Definition der Teststrategie und Testdurchführung	147
8.4.1	Umwelttests	148
8.4.2	Fabriktests	148
8.4.3	Fahrzeugtests	149
8.4.4	Testgleis im Betriebshof	150
8.4.5	Inbetriebnahmetests der Streckeneinrichtung	151

8.5	Schulung des Betriebspersonals.	153
8.5.1	Schulungen der Fahrer.	154
8.5.2	Schulungen des Fahrdienstleiter.	154
8.5.3	Schulungen des Instandhaltungspersonals.	156
	Literatur.	157
9	Perspektiven und zukünftige Herausforderungen.	159
9.1	Entwicklung der installierten Basis.	159
9.2	Standardisierung von Systemlösungen.	160
9.3	Integration der Straßenverkehrstechnik in Stadtbahnssystemen.	161
	Literatur.	163
	Stichwortverzeichnis.	165