

Inhaltsverzeichnis

1 Motivation und Hintergrund	1
1.1 Entwicklung urbaner Mobilität	1
1.2 Vorteile automatisierter Schienenverkehrssysteme	4
Literatur.	8
2 Systemkomponenten und Umsysteme automatischer Zugbeeinflussungssysteme	9
2.1 Systemkomponenten automatischer Zugbeeinflussungssysteme	9
2.2 Umsysteme automatischer Zugbeeinflussungssysteme	20
Literatur.	25
3 Automatisierungsgrade automatischer Zugbeeinflussungssysteme	27
3.1 Grade of Automation 0: Zugbetrieb auf Sicht	27
3.2 Grade of Automation 1: Nicht automatisierter Zugbetrieb	30
3.3 Grade of Automation 2: Halbautomatischer Zugbetrieb	31
3.4 Grade of Automation 3: Begleiteter fahrerloser Zugbetrieb	31
3.5 Grade of Automation 4: Vollautomatischer fahrerloser Zugbetrieb	31
Literatur.	32
4 Betriebsarten und Betriebsartenübergänge automatischer Zugbeeinflussungssysteme	33
4.1 Betriebsarten automatischer Zugbeeinflussungssysteme	33
4.2 Betriebsartenübergänge automatischer Zugbeeinflussungssysteme	37
4.2.1 Wechsel zwischen Restricted Mode und Supervised Manual Mode	37
4.2.2 Wechsel zwischen Supervised Manual Mode und Automatic Mode	38
4.2.3 Wechsel zwischen Automatic Mode und Automatic Reversal Mode	39

4.2.4	Wechsel zwischen Automatic Mode und Restricted Mode bei Störungen.....	41
4.2.5	Automatisierte Betriebsführung im Depot.....	43
Literatur.....		43
5	Hauptfunktionen automatischer Zugbeeinflussungssysteme.....	45
5.1	Hauptfunktion Sichern der Zugbewegung.....	45
5.1.1	Oberfunktion Sichern des Fahrwegs	45
5.1.2	Oberfunktion Sichern der Abstandshaltung.....	47
5.1.3	Oberfunktion Sichern der Geschwindigkeit.....	48
5.2	Hauptfunktion Fahren des Fahrzeugs	55
5.2.1	Oberfunktion Bestimmen des Fahrprofils	55
5.2.2	Oberfunktion Steuern der Züge in Abhängigkeit des Fahrprofils ..	57
5.3	Hauptfunktion Überwachen der Profilfreiheit	62
5.3.1	Oberfunktion Verhinderung der Kollision mit Objekten	62
5.3.2	Oberfunktion Verhinderung der Kollision mit Personen im Gleis ..	63
5.4	Hauptfunktion Überwachen des Fahrgastwechsels	65
5.4.1	Oberfunktion Steuern und Überwachen der Türfreigabe.....	65
5.4.2	Oberfunktion Verhindern der Verletzung von Personen zwischen Fahrzeugen.....	65
5.4.3	Oberfunktion Sichern der Bahnsteigkante.....	66
5.4.4	Oberfunktion Sicherstellen der Abfertigungsbedingungen	68
5.5	Hauptfunktion Automatischer Zugbetrieb	69
5.5.1	Oberfunktion Einsetzen und Aussetzen von Fahrzeugen.....	69
5.5.2	Oberfunktion Betreiben eines Fahrzeugs zwischen betrieblichen Halten.....	70
5.5.3	Oberfunktion Überwachung des Fahrzeugzustands.....	70
5.6	Hauptfunktion Störfallerkennung und Störfallmanagement	72
5.6.1	Oberfunktion Brandmeldung	72
5.6.2	Oberfunktion Evakuierung.....	72
5.6.3	Oberfunktion Hinderniserkennung	73
5.6.4	Oberfunktion Entgleisungserkennung	74
Literatur.....		74
6	Verlässlichkeit automatischer Zugbeeinflussungssysteme	75
6.1	Sicherheit	75
6.1.1	Funktionale Sicherheit (Safety)	76
6.1.2	Angriffssicherheit (Security)	78
6.2	Verfügbarkeit (Availability)	80
6.2.1	Erhöhung der Zuverlässigkeit (Reliability) zur Steigerung der Verfügbarkeit	80

6.2.2 Optimierung der Instandhaltbarkeit (Maintainability) zur Steigerung der Verfügbarkeit	82
Literatur	84
7 Abwägung von Kosten und Nutzen automatischer Zugbeeinflussungssysteme	87
7.1 Lebenszykluskostenrechnung	87
7.1.1 Elemente der Lebenszykluskosten	88
7.1.2 Ergebnisse der Analyse der Lebenszykluskosten	90
7.2 Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit	90
7.2.1 Vorbereitung des Simulationsmodells	91
7.2.2 Validierung und Kalibrierung des Simulationsmodells	92
7.2.3 Durchführung und Auswertung der Simulationsläufe	94
Literatur	94
8 Umbau, Test und Inbetriebnahme automatischer Zugbeeinflussungssysteme	97
8.1 Definition der Migrationsstrategie	98
8.1.1 Doppelausrüstung der Fahrzeuge	99
8.1.2 Doppelausrüstung der Streckeneinrichtungen	100
8.2 Bestandspläne und Erfassung der Gleisgeometrie	102
8.3 Definition der Teststrategie und Testdurchführung	103
8.3.1 Umwelttests	104
8.3.2 Fabriktests	104
8.3.3 Fahrzeugtests	105
8.3.4 Testgleis im Betriebshof	106
8.3.5 Inbetriebnahmetests der Streckeneinrichtung	106
8.4 Training des Betriebspersonals vor Betriebsaufnahme	109
Literatur	111
9 Perspektiven und zukünftige Herausforderungen	113
9.1 Entwicklung der installierten Basis	113
9.2 Standardisierung von Systemlösungen	114
9.3 Integration der Straßenverkehrstechnik in Stadtbahnssystemen	115
Literatur	116
Stichwortverzeichnis	117