

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Historie und Motivation von Standards für einen interoperablen Eisenbahnverkehr</b>	<b>1</b>
1.1	Automatisierung des Fahrbetriebs	2
1.1.1	Gewährleistung sicherer Zugbewegungen durch Zugbeeinflussung	2
1.1.2	Steuern und Überwachen der Fahrzeugbewegung	3
1.1.3	Ausschluss weiterer Gefährdungen in höheren Automatisierungsgraden	3
1.2	Harmonisierung von Systemkomponenten des halb automatischen Bahnbetriebs	4
1.2.1	Notwendigkeit der Harmonisierung	4
1.2.2	Zielsetzung der Harmonisierung	5
1.2.3	Umsetzung der Harmonisierung	7
	Literatur	7
<b>2</b>	<b>Regelungsrahmen des European Train Control Systems</b>	<b>9</b>
2.1	Europäischer Rechtsrahmen	10
2.1.1	Primärrecht und Sekundärrecht	10
2.1.2	Harmonisierte Normen	12
2.1.3	Notifizierungsverfahren	13
2.2	Nationaler Rechtsrahmen	14
2.2.1	Nationale Gesetze und Verordnungen	14
2.2.2	Notifizierte nationale technische Regeln (NNTR)	15
2.3	Spezifikationen von European Train Control System und Automatic Train Operation	15
2.4	Zulassung des European Train Control Systems	17
2.4.1	Voraussetzungen für eine Inbetriebnahmegenehmigung	17
2.4.2	Vorgehensweise der Konformitätsbewertung durch die Benannte Stelle	18

2.4.3	Anforderungen an die Akkreditierung von Konformitätsbewertungsstellen .....	22
Literatur	.....	22
<b>3</b>	<b>Ausrüstungsstufen und technische Komponenten</b> .....	23
3.1	Ausrüstungsstufen des European Train Control Systems .....	24
3.1.1	Ausrüstungsstufe ETCS Level 0 .....	24
3.1.2	Ausrüstungsstufe ETCS Level National Train Control (NTC) ....	24
3.1.3	Ausrüstungsstufe ETCS Level 1 .....	27
3.1.4	Ausrüstungsstufe ETCS Level 2 .....	28
3.2	Aufbau und Struktur der ETCS Streckeneinrichtung .....	30
3.2.1	Punktförmige Übertragungskomponente: Eurobalise .....	30
3.2.2	Quasi-kontinuierliche Übertragungskomponente: Euroloop ....	32
3.2.3	Lineside Electronic Unit (LEU) .....	33
3.2.4	Radio Block Center (RBC) .....	35
3.3	Aufbau und Struktur der ETCS-Fahrzeugeinrichtung .....	39
3.3.1	Odometrie .....	41
3.3.2	Schnittstellen zur Kommunikation mit Streckeneinrichtungen ...	45
3.3.3	Schnittstellen zu nationalen Zugbeeinflussungssystemen .....	45
3.3.4	Schnittstelle zur Fahrzeugsteuerung .....	47
3.3.5	Bedien- und Anzeigeschnittstelle .....	48
3.3.6	Schnittstelle zum Fahrdatenrekorder .....	50
3.3.7	Zuggestützte Überwachung der Zugvollständigkeit .....	51
3.4	Aufbau und Struktur der ATO-Fahrzeugeinrichtung .....	51
3.4.1	Schnittstelle zur ATO-Streckeneinrichtung .....	52
3.4.2	Schnittstelle zum ETCS-Fahrzeuggerät .....	53
3.4.3	Schnittstelle zur Fahrzeugsteuerung .....	53
3.5	Datenkommunikation zwischen Fahrzeug- und Streckeneinrichtungen ...	54
3.5.1	Global System for Mobile Communication Railway (GSM-R) ...	54
3.5.2	Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) .....	57
3.5.3	Sicheres Datenübertragungsverfahren (EuroRadio) .....	58
3.5.4	Management digitaler kryptografischer Schlüssel .....	59
Literatur	.....	60
<b>4</b>	<b>Funktionsweise des European Train Control Systems</b> .....	63
4.1	Kommunikation zwischen ETCS-Fahrzeug- und Streckenausrüstung ....	64
4.1.1	Variablen .....	64
4.1.2	Pakete .....	67
4.1.3	Telegramme und Nachrichten .....	69
4.2	Übergänge zwischen den Ausrüstungsstufen .....	70
4.2.1	Aufnahme in Ausrüstungsstufe 1 .....	70
4.2.2	Aufnahme in Ausrüstungsstufe 2 .....	71

4.2.3	Entlassung in Ausrüstungsstufe 0	72
4.2.4	Aufnahme und Entlassung in Ausrüstungsstufe NTC	73
4.3	Betriebsarten des European Train Control Systems	76
4.3.1	Betriebsarten mit aktiver Überwachung durch das ETCS-Fahrzeuggerät	76
4.3.2	Betriebsarten ohne Überwachung durch das ETCSFahrzeuggerät	80
4.3.3	Betriebsarten bei inaktivem ETCS-Fahrzeuggerät	81
4.4	Beispielhafte Betriebsartenübergänge	82
4.4.1	Betriebsartenübergänge zwischen den Betriebsarten SR und FS	82
4.4.2	Einnahme und Verlassen der Betriebsart SH	84
4.5	Ende der Fahrerlaubnis und überwachter Gefahrenpunkt	85
4.6	Lokalisierung der Fahrzeuge	86
4.6.1	Koordinatensystem der Eurobalisen	87
4.6.2	Logische Verkettung von Eurobalisen (Linking)	88
4.6.3	Vereinheitlichen der Fahrzeugposition (Repositioning)	90
4.7	Geschwindigkeitsüberwachung und Bremskurven	91
4.7.1	Übertragung des statischen Geschwindigkeitsprofils	91
4.7.2	Ermittlung des restriktivsten statischen Geschwindigkeitsprofils	93
4.7.3	Behandlung von vorübergehenden Langsamfahrstellen	93
4.7.4	Gradientenprofil	94
4.7.5	Ermittlung des dynamischen Geschwindigkeitsprofils (Bremskurven)	95
	Literatur	96
<b>5</b>	<b>Funktionsweise der Automatic Train Operation</b>	<b>99</b>
5.1	Ausgewählte Funktionen der Automatic Train Operation	100
5.1.1	Ermittlung des von der ATO-Fahrzeugeinrichtung überwachten Geschwindigkeitsprofils	100
5.1.2	Unterstützung der Abfertigung des Zuges	101
5.2	Betriebszustände und Zustandsübergänge der Automatic Train Operation	102
	Literatur	104
<b>6</b>	<b>Umsetzung des European Train Control Systems</b>	<b>105</b>
6.1	Umsetzung von ETCS in Deutschland	106
6.1.1	Ausrüstungsprojekte mit ETCS in Deutschland	106
6.1.2	Nationale Ausprägung von ETCS L1 LS („ETCS signalgeführt“)	107
6.1.3	Ausrüstungsprojekte mit ATO in Deutschland	112

---

6.2	Umsetzung von ETCS und ATO in Europa .....	112
6.3	Umsetzung von ETCS weltweit .....	114
6.3.1	Ausrüstungsprojekte im Nahen Osten und in Nordafrika .....	114
6.3.2	Ausrüstungsprojekte in Ostasien und Südostasien .....	115
6.3.3	Ausrüstungsprojekte in Nordamerika .....	116
6.3.4	Ausrüstungsprojekte in Australien .....	116
	Literatur .....	117
<b>7</b>	<b>Kapazitätswirkung des European Train Control Systems .....</b>	<b>119</b>
7.1	Faktoren für Kapazitätssteigerungen mit ETCS .....	120
7.2	Kapazitätssteigerung durch Automatisierung (ATO over ETCS) .....	125
7.3	Kapazitätssteigerung durch Fahren im wandernden Raumabstand .....	127
	Literatur .....	129
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>131</b>