

Inhaltsverzeichnis

1 Historie und Motivation von Standards für einen interoperablen Eisenbahnverkehr	1
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
2 Regelungsrahmen des European Train Control Systems	9
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
3 Ausrüstungsstufen und technische Komponenten	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
4 Funktionsweise des European Train Control Systems	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	Vereindeutigen 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
5	Funktionsweise der Automatic Train Operation	99
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
6	Umsetzung des European Train Control Systems	105
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
7	Kapazitätswirkung des European Train Control Systems	119
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
	Stichwortverzeichnis	131