



Praxiswissen für Triebfahrzeugführer und Fahrdienstleiter

# Grundlagen von ETCS im Bahnbetrieb (Teil 1)

Foto: DB AG/Frank Kniestect

Signal Ne 14

**EURAIL-Ing. Marcel Jelitto, M. Sc.**, Spezialist ETCS-Systementwicklung, DB InfraGO AG, Frankfurt am Main



Rund um das europäische Zugbeeinflussungssystem ETCS (European Train Control System) wird im Rahmen der Digitalisierung derzeit viel berichtet. Dabei werden häufig Begriffe wie „Baseline“, „Level“ und auch „Betriebsarten“ genannt. Was ist eigentlich ETCS, wie funktioniert es aus Sicht der am Bahnbetrieb beteiligten Akteure, und was steckt hinter den Fachbegriffen? Diese Fragen werden in einer Folge von Beiträgen erläutert, welche die Reihe „Praxiswissen für Triebfahrzeugführer und Fahrdienstleiter“ fortsetzen, die bis 2021 in Deine Bahn erschienen ist. Im nachfolgenden ersten Beitrag werden die Grundlagen zu ETCS vereinfacht beschrieben.

In Europa verwenden die Eisenbahnen historisch bedingt unterschiedliche Zugbeeinflussungssysteme, die in der Regel nicht zueinander kompatibel sind. Sie werden als „Klasse-B-Systeme“ bezeichnet. In Deutschland sind dies die **punktförmige Zugbeeinflussung (PZB)** sowie die **linienförmige Zugbeeinflussung (LZB)**.

Die bei den Eisenbahnen eingesetzte Zugbeeinflussung umfasst dabei die gesamte Bandbreite von einfachen, punktförmig bis hin zu kontinuierlich wirkenden Zugbeeinflussungssystemen.

Diese unterschiedlichen Zugbeeinflussungssysteme erfordern bei grenzüberschreitenden Zügen entweder einen Wechsel des Triebfahrzeugs (Tfz) an den Grenzbahnhöfen oder Tfz, die mit der jeweiligen Zugbeeinflussung ausgerüstet sind. Jedoch ist bei Letzteren auch der Platz im Führerraum bzw. unter

dem Tfz begrenzt, um u. a. die erforderlichen Sende- und Empfangseinrichtungen aufzunehmen, ohne dass diese sich gegenseitig beeinträchtigen.

Um die **Interoperabilität** zu fördern, wurde das europäische Zugbeeinflussungssystem ETCS als „Klasse-A-System“ von der EU entwickelt. Interoperabel bedeutet dabei, dass die Schienenfahrzeuge auf unterschiedlichen Netzen der einzelnen Staaten mit einem einheitlichen Zugbeeinflussungssystem verkehren können.

### Europäische Vorgaben und Standards

ETCS bietet damit eine technisch einheitliche Lösung, um die nationalen Erfordernisse an Zugbeeinflussungssysteme zukunftssicher zu decken. ETCS ist ein Baustein von **ERTMS (European Rail Traffic**

Tabelle 1:  
Grundsätzlich mögliche  
ETCS-Level

Level	Beschreibung
Level 0	<p>Ermöglicht das Fahren mit ETCS-Fahrzeugen auf Strecken, die nicht mit ETCS ausgerüstet sind, falls auch keines der etwaig im Fahrzeug verbauten nationalen Zugbeeinflussungssystem (NTC) streckenseitig vorhanden ist.</p> <p>Es sind in Level 0 nur sehr wenige Funktionen verfügbar.</p> <p>Das Fahrzeuggerät überwacht die national zulässige Geschwindigkeit (gemäß den nationalen Werten), in Deutschland 50 km/h.</p>
Level 1	<p>Die erforderlichen Daten werden in der Regel punktförmig über Balisen an das Fahrzeug übertragen. Auch eine linienförmige Variante bspw. über Euroloop ist möglich.</p> <p>Die Gleisfreimeldung wird durch ein Stellwerk ermittelt. Außensignale können vorhanden sein.</p>
Level NTC	<p>Es wird im nationalen Zugbeeinflussungssystem gefahren.</p> <p>Dazu ist auf den Fahrzeugen ein „Specific Transmission Module“ (STM) erforderlich.*</p>
Level 2	<p>Die ETCS-Fahrerlaubnis wird über Funk (GSM-R) an das Fahrzeug übertragen. Das Fahrzeug meldet seine Position ebenfalls über Funk in regelmäßigen Abständen an die ETCS-Zentrale. Ortsfeste Signale sind nicht mehr zwingend notwendig.**</p> <p>Balisen im Gleis übertragen weitere Daten. Dies sind bspw. Informationen zu einem Levelwechsel oder für Ortungsangaben.</p> <p>Die Gleisfreimeldung kann auf zwei Wegen erfolgen, wobei auch eine Mischung beider Varianten möglich ist:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Gleisfreimeldung durch das Stellwerk: Das Stellwerk ermittelt Belegt- und Freimeldungen durch eine streckenseitige Gleisfreimeldung (bei DB InfraGO üblicherweise über Achszählkontakte an den Gleisen).</li> <li>2) Die Fahrzeuge überwachen und melden ihre Zugintegrität. Zusammen mit Positionsmeldungen können Gleisabschnitte belegt- und freigemeldet werden. Hierdurch ist eine virtuelle Freimeldung der Gleisabschnitte und theoretisch ein Fahren im „Moving Block“ möglich.</li> </ol>
<p>* Bis einschließlich der Baseline 2 wird dieser ETCS-Level auch als „ETCS-Level STM (Specific Transmission Module)“ bezeichnet</p> <p>** Bislang ist ein Level 2-System mit Verzicht auf ortsfeste Gleisfreimeldung als ETCS-Level 3 bezeichnet worden. In der aktuellen TSI 2023 wird mit der Baseline 4 das bisherige Level 3 in Level 2 integriert.</p>	

Quelle: Marcel Jelitto

Abbildung 1:  
Fahrt eines ETCS-  
geführten Zuges in  
Betriebsart FS



**Management System**). Es umfasst neben der Zugbeeinflussung auch die Zugkommunikation, bislang mit **GSM-R (Global System for Mobile Communication – Rail)**. Dies ist seit vielen Jahren im Einsatz und wird in den nächsten Jahren durch die Nachfolgetechnik **FRMCS (Future Railway Mobile Communication System)** abgelöst. Ferner gehörte zu Beginn auch noch das Verkehrsmanagement ETML (European Traffic Management Layer) zu ERTMS, mittlerweile ist es kein Teil mehr davon. Hinzugekommen ist mit der neuen ▶ TSI-ZZS (Technische Spezifikationen für die Interoperabilität - Zugsicherung und Signalgebung) der automatisierte Zugbetrieb **ATO (Automatic Train Operation)**.

Die Vorgabe, dass die EU-Mitgliedstaaten ihre Bahnstrecken mit ETCS ausrüsten müssen, findet sich in verschiedenen TSI. Grundlage dazu bildet die ▶ EU-Richtlinie 2016/797 zur Interoperabilität des Eisenbahnsystems. In Deutschland wird diese EU-Richtlinie u. a. mit der ▶ Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung (EIGV) in nationales Recht umgesetzt und erfüllt damit die Vorgaben der TSI.

Die TSI enthalten dabei u. a. Definitionen, Anforderungen und Beschreibungen für die entsprechenden Teilsysteme des Bahnsystems – in Hinblick auf die Zugbeeinflussung ist dies u. a. die ▶ TSI CCS „Control Command and Signalling“ (deutsch: TSI ZZS). Die TSI ZZS wurde am 10. August 2023 mit der Durchführungsverordnung (EU) 2023/1695 in Kraft gesetzt und gleichzeitig die bis dato gültige Verordnung (EU) 2016/919 aufgehoben.

In umfassenden **Spezifikationsgruppen** wird ETCS mit seinem Aufbau genau beschrieben. Ein wesentlicher Bestandteil der Spezifikationsgruppen

sind die **System Requirement Specifications (SRS)**, deren Version oftmals synonym für die gesamte Spezifikationsgruppe verwendet wird. Die SRS wird als „Subset 026“ in den Spezifikationsgruppen geführt.

Die Kommunikation zwischen den Subsystemen (wie Strecke und Fahrzeug) erfolgt über standardisierte Schnittstellen, damit ETCS auch herstellerübergreifend funktioniert. Die Beschreibung der Schnittstellen sind in weiteren Subsets vorgegeben. Der Systemaufbau und die technische Funktionalität sind damit umfassend beschrieben, sodass technische Interoperabilität ermöglicht wird.

Die jeweiligen betrieblichen Abläufe, also welche betrieblichen Regelungen gelten, legt jedes Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) selbst fest. Für das Netz der DB InfraGO AG beschreibt insbesondere das ▶ Lastenheft „BTSF3“ (Betrieblich-technische Systemfunktionen Baseline 3), mit welchen Parametern, Ausrüstungsstandards und Betriebsregeln ETCS-Level 2 genutzt werden kann. Dieses wird in enger Abstimmung mit den Nachbargewerken und der Betriebsstrategie laufend fortgeschrieben. Daneben gibt es noch weitere (Teil-)Lastenhefte. Aufbauend auf diesen Anforderungen entwickeln dann die Hersteller ihre Produkte.

Die Einführung von ETCS ist in den europäischen Ländern unterschiedlich weit fortgeschritten. So sind z. B. die Schweiz (auch wenn nicht in der EU, aber als Transitland wichtig) sowie Luxemburg (nahezu vollständig mit ETCS ausgerüstet). In Deutschland sind auf dem Netz von DB InfraGO AG bereits einige Strecken mit ETCS ausgerüstet – viele werden in den kommenden Jahren folgen.

In Europa finden wir – aufgrund der langen Entwicklungs- und Implementierungszeit – heute **ETCS mit verschiedenen nationalen Ausprägungen** vor: Es ist ein Zusammenspiel u. a. zwischen nationalen Werten und althergebrachten Betriebsprozessen, ETCS-Betriebsarten, ETCS-Level und Baselines entstanden. Nachfolgend werden einige dieser Begriffe erläutert.

Eine **Baseline** (bzw. Baseline-Release) definiert dabei einen bestimmten Satz an Spezifikationen, der als Grundlage dient, bspw. „Baseline 4 Release 1 mit SRS-Version 4.0.0“. Sie ist das stabile „Betriebssystem“, welches den Umfang der möglichen ETCS-Funktionen abbildet. Die SRS werden laufend fortentwickelt. Mit den Baselines werden auch die Systemversionen definiert, die für die Kompatibilität zwischen Fahrzeug und Strecke beachtet werden müssen.<sup>[1]</sup>

**ETCS-Level**

Weiterhin definiert ETCS unterschiedliche Level. Ein Level ist – vereinfacht beschrieben – der **Kommunikationsweg zwischen Strecke und Zug** und beschreibt, wie die Infrastruktur ausgerüstet ist. Zwischen den einzelnen Level sind „Transitionen“, also Wechsel, möglich. Tabelle 1 beschreibt die grundsätzlich möglichen Level.

**ETCS in Deutschland**

In Deutschland kommt ETCS mit **Level 1**, ETCS-Betriebsart LS (Limited Supervision) sowie **Level 2 mit Signalen (L2mS)** und **Level 2 ohne Signale (L2oS)** zum Einsatz. Im engeren Sinne bedeutet L2oS dabei, dass auf ortsfeste, konventionelle Lichthauptsignale verzichtet werden kann.<sup>[2]</sup> Derzeit sind ferner noch Lichtsperrsignale für Rangierzwecke erforderlich.

Level 1 LS wird bei der DB InfraGO auch als **ESG (ETCS signalgeführt)** bezeichnet. Es ermöglicht vor allem auf Bestandsstrecken mit vorhandener ortsfester Signalisierung Interoperabilität. Es wird bei diesem Level nur eine reduzierte Anzahl an Daten übertragen. Somit fährt der Triebfahrzeugführer (Tf) signalgeführt.<sup>[3]</sup>

Der Betrieb in ESG ist vergleichbar mit Fahrten unter punktförmiger Zugbeeinflussung PZB.<sup>[4]</sup> Bei ESG sind neben der ETCS-Betriebsart LS dabei auch andere ETCS-Betriebsarten möglich, z. B. Staff Responsible (SR).

Die Ausrüstung der Strecken wird in Deutschland perspektivisch mit ETCS L2oS favorisiert. Im Rahmen der Ausrüstung des Netzes wird es aber in der ersten Zeit viele Strecken mit ETCS L2mS geben.<sup>[5]</sup> ESG wird vsl. im Großraum Basel, z. B. auf der Grenzbetriebsstrecke zum Einsatz kommen.<sup>[6]</sup> Welche Strecken der DB mit ETCS-Level 2 ausgerüstet sind, zeigt Tabelle 2 (Stand Februar 2024).

Die Unterschiede von Level 2 mit und ohne Signale werden in Tabelle 3 aufgelistet.

Strecke	ETCS-Ausrüstung
Ebensfeld-Erfurt–Leipzig/Halle	L2mS / L2oS
Erfurt–Eisenach	L2mS
Berlin–Dresden	L2mS
Berliner Tor–Bergedorf/Aumühle (S-Bahn Hamburg)	L2mS
Wendlingen–Ulm	L2oS
Darmstadt–Laudenbach (Bergstraße)	L2mS

Quelle: Marcel Jelitto

*Tabelle 2: Strecken der DB, die mit ETCS Level 2 ausgerüstet sind*

Level 2 mit Signalen (L2mS)	Level 2 ohne Signale (L2oS)
Haupt- und Vorsignale sind (weiter) vorhanden, ggf. ergänzt durch Blockkennzeichen (ETCS Location Marker) für einen möglichen Teilblock. Vor- und Hauptsignale sind in der Regel für anzeigeführte Züge dunkelgeschaltet.	Es sind normalerweise nur noch Signale Ne 14 ETCS-Halt-Tafel (ETCS Stop Marker) und für den Teilblock Blockkennzeichen (ETCS Location Marker) vorhanden.
Ausrüstung der Strecke mit PZB/LZB und ETCS L2	Ausrüstung der Strecke nur mit ETCS L2
	Eine optionale dispositive Zufahrtsicherung erkennt Fahrzeuge mit gestörtem ETCS (z. B. beim digitalen Knoten Stuttgart) <sup>[7]</sup>
	An der Grenze des L2oS-Bereichs sind Zufahrtsicherungssignale erforderlich, damit nur ETCS-geführte Züge in den Abschnitt einfahren können.
	Bietet eine höhere Leistungsfähigkeit gegenüber L2mS. <sup>[8]</sup>
In Bereichen, in denen regelmäßig rangiert wird, werden Rangiersignale vorgesehen.	

Quelle: Marcel Jelitto

*Tabelle 3: Unterschiede von ETCS Level 2 mit und ohne Signale*

Tabelle 4:  
ETCS-Betriebsarten

	Abkürzung	Englische Bezeichnung	Erläuterung
Betriebsart mit aktiver Überwachung durch das ETCS-Bordgerät	FS	Full Supervision	ETCS überwacht die Fahrt und zeigt dem Tf u. a. Führungsgrößen an. <i>Der Zug fährt in dieser Betriebsart anzeigegeführt, es gilt die Führer- raumanzeige mit ihren Führungsgrößen sowie dezidierte Signale gemäß Fahrdienstvorschrift</i>
	OS	On Sight	Der Tf erhält den Auftrag, auf Sicht zu fahren. Führungsgrößen werden vereinfacht angezeigt und das ETCS-Fahr- zeuggerät überwacht die höchstens zulässige Geschwindigkeit von 40 km/h. <i>Der Tf fährt auf Sicht (gemäß ▶ Ril 408.2456 Abschnitt 6 Absatz (2) sowie ▶ Ril 408.2561 Abschnitt 1 Absatz (1)</i>
	SR	Staff Responsible	SR stellt die Rückfallebene dar, z. B. bei einer Fahrt auf Befehl. An Signalen Ne 14 (ETCS Halt-Tafel), welche die Ganzblock- grenzen bilden, muss der Tf anhalten und darf nur mit Befehl daran vorbeifahren. <i>Der Zug fährt in dieser Betriebsart signalgeführt und zusätzlich auf Sicht, wenn der Tf nicht durch Befehl 13 vom Fahrdienstleiter davon entbunden wurde (▶ Ril 408.2561 Abschnitt 1 Absatz (4)).</i>
	LS	Limited Supervision	Es wird nur die Geschwindigkeit durch eine verdeckt wirkende Über- wachungskurve überwacht. Führungsgrößen werden nicht angezeigt. <i>Der Zug fährt in dieser Betriebsart signalgeführt.</i>
	SH	Shunting	Diese Betriebsart wird u. a. zum Rangieren verwendet.
	TR	Trip	In bestimmten Situationen wechselt das Fahrzeuggerät in die Betriebsart TR und gibt eine Zwangsbremmung aus, z. B. bei der Vorbeifahrt an einem ETCS-Halt.
	PT	Post trip	Nach Quittierung der Betriebsart „TR“ wird in die Betriebsart PT gewechselt und die Zwangsbremmung aufgehoben.
	SN	STM National	Das nationale Zugbeeinflussungssystem (Klasse-B-System) überwacht die Fahrt.
	Betriebsart ohne Überwachung durch das ETCS-Bordgerät	SB	Stand By
SL		Sleeping	In diese Betriebsart wechselt das Fahrzeuggerät bei ferngesteuerten Tfz, bspw. bei Doppeltraktion.
NL		Non Leading	Wird für gekuppelte Tfz mit eigenem Tf ohne Verbindung zum führenden Tfz verwendet, z. B. beim gekuppelten Nachschieben.
PS		Passive Shunting	Verwendung beim Rangieren, um beim Wechsel des Führerpultes keinen erneuten Startlauf durchführen zu müssen.
UN		Unfitted	Bei einer Fahrt auf Strecken ohne ETCS-Ausrüstung, wenn STM Nati- onal nicht zur Verfügung steht (z. B. wenn keine PZB vorhanden ist) Es wirkt keine Zugbeeinflussung. <sup>[9]</sup>
Betriebsart bei inaktivem ETCS- Bordgerät <sup>[10]</sup>	IS	Isolation	Das ETCS-Bordgerät ist mit dem ETCS-Störschalter ausgeschaltet.
	NP	No power	Die Stromversorgung des Fahrzeuggerätes ist ausgeschaltet, es sind keine Ein- und Ausgaben mehr möglich.
	SF	System Failure	In diese Betriebsart wechselt das Fahrzeuggerät bei sicherheitsrelev- anten Ausfällen und Störungen.
Betriebsarten, die örtlich eingeschränkt oder (noch) nicht verwendet werden.			
RV	Reversing	Zurücksetzen eines Zuges zu Evakuierungszwecken Wird auf Strecken der DB InfraGO AG nicht verwendet.	
AD	Automatic Driving	Mögliche zukünftige Funktion zur Fahrt mit ATO Wird in Deutschland derzeit nur bei der S-Bahn Hamburg verwendet.	
SM	Supervised Manover	Mögliche zukünftige Funktion zur Nutzung eines „anzeigegeführten Rangierens“	

Quelle: Marcel Jelitto

## ETCS-Betriebsarten

Um nun verschiedene Betriebssituationen (in den verschiedenen Level) durchzuführen, sind bei ETCS unterschiedliche Betriebsarten definiert (Tabelle 4).

Fast alle dieser in Tabelle 4 genannten ETCS-Betriebsarten werden mit einem Symbol im **Modularen Führerraumdisplay (MFD)** angezeigt, einige erfordern eine Bestätigung durch den Tf. Dies wird in den jeweiligen betrieblichen Szenarien in einer der nächsten Ausgaben der Deine Bahn näher beschrieben.

Neben diesen ETCS-Level und ETCS-Betriebsarten hinterlegen die EIU über **Nationale Werte** die jeweiligen **landesspezifischen Besonderheiten** in ETCS. Dies ist z. B. die zulässige Geschwindigkeit in der Betriebsart SR. In Deutschland beträgt diese 40 km/h bei Strecken mit ETCS-Level 2 und 20 km/h bei Strecken mit ETCS-Level 1 LS oder ggf. eine niedrigere Geschwindigkeit.<sup>[11]</sup>

Die betrieblichen Regelungen zu ETCS sind für die Deutsche Bahn u. a. in der ▶ Ril 408 (Fahrdienstvorschrift) und den Ausnahmen 240 und 241, im Handbuch ▶ Hb 41800 (Triebfahrzeugführerheft der DB Fernverkehr AG), im ▶ Betriebsregelwerk sowie in der ▶ Ril 483.0701 (ETCS-Fahrzeugeinrichtungen bedienen) und Ausnahme 104 zu finden.

Derzeit wird auch an der ▶ Ril 400, der „Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb“ gearbeitet. Diese soll zukünftig auf Strecken mit ETCS L2oS gelten.<sup>[12]</sup>

## Ausblick

In diesem Artikel wurden wichtige Grundlagen zu ETCS beschrieben. Wie kommen aber die Informationen von der Strecke auf das Fahrzeug und umgekehrt? Und: Welche Ausrüstung für ETCS ist strecken- und fahrzeugseitig erforderlich? All dies wird in einem Folgeartikel beschrieben. ■

Anzeige

### Lesen Sie auch

#### Praxiswissen für Triebfahrzeugführer und Fahrdienstleiter

Alle Folgen online unter: [www.system-bahn.net/artikelserie/praxiswissen-fuer-triebfahrzeug-fuehrer-und-fahrdienstleiter/](http://www.system-bahn.net/artikelserie/praxiswissen-fuer-triebfahrzeug-fuehrer-und-fahrdienstleiter/)

#### Anwendung der Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb

Deine Bahn 10/2023

### Quellen

- [1] Vgl. Jochen Trinckauf, Ulrich Maschek, Richard Kahl, Claudia Krahl; ETCS in Deutschland, PMC Media, Seite 45
- [2] Vgl. Reiner Behnsch, Systementwicklung des ETCS Level 2 zur Anwendung in Deutschland, S+D Ausgabe 7+8/2023, Seite 42 ff.
- [3] Vgl. <https://www.dbinfrago.com/web/schiennennetz/etcs/grundlagen-etcs/grundwissen-etcs-12285634#>
- [4] Vgl. [https://www.dbinfrago.com/web/schiennennetz/etcs/grundlagen-etcs/betriebliche\\_durchfuehrung-12590514#](https://www.dbinfrago.com/web/schiennennetz/etcs/grundlagen-etcs/betriebliche_durchfuehrung-12590514#)
- [5] Vgl. <https://www.dbinfrago.com/web/schiennennetz/etcs/etcs-migrationsstrategie-11089586#>
- [6] Vgl. Reiner Behnsch, Systementwicklung des ETCS Level 2 zur Anwendung in Deutschland, S+D Ausgabe 7+8/2023, Seite 46 ff.
- [7] Vgl. Ril 483.0701 ETCS-Fahrzeugeinrichtungen bedienen und <https://www.dbinfrago.com/web/schiennennetz/etcs/anforderungen/nationale-werte-11089676>
- [8] Vgl. Prof. Dr.-Ing. Jörn Pacht, Der Weg zu einer neuen Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb, DEINE BAHN 10/2021, Seite 12 ff.



## Jetzt die Weichen für die Zukunft stellen!

Als Lokführer auf dem Chemiestandort Leuna bewegen Sie schwere Lasten über tausend Tonnen und sind in der Lage unterschiedlichste Lokomotiven im manuellen oder ferngesteuerten Betrieb zu bedienen. Sie übernehmen eine hohe Verantwortung, insbesondere bei der Beförderung von Gefahrgut.

Die InfraLeuna GmbH sucht neue Mitarbeiter (m/w/d):

- Lokführer EVU
- Lokrangierführer

Unser Jobportal und weitere Informationen zu den Stellenangeboten finden Sie unter [www.infraleuna.de](http://www.infraleuna.de), Rubrik Jobs und Karriere.

Besuchen Sie uns auch bei

