

Umsetzung des Betrieblich-Technischen Zielbilds

Release 3.2: Funktionsumfang der Lastenhefte ETCS Level 2 Baseline 3



Tobias Sachert, DB InfraGO AG, Systementwicklung zentrale Systeme ETCS, Leipzig

Mit dem Release 3.2 des Lastenhefts „Betrieblich-technische Systemfunktionen für ETCS SRS Baseline 3“ (BTSF3) liegt eine umfassende, teilprüferklärte Fortschreibung vor, die sowohl funktionale Erweiterungen als auch sicherheitsrelevante Anpassungen und Fehlerkorrekturen beinhaltet. Gegenüber der Version 3.0 wurden über 100 Change Requests bearbeitet. Ein Change Request ist dabei ein formalisiertes Änderungsverfahren zur Änderung eines Lastenheftes: Er beschreibt und dokumentiert eine beantragte Anpassung, etwa zur Fehlerbehebung, zur Umsetzung neuer Anforderungen oder zur Weiterentwicklung bestehender Funktionen.



Die im Release 3.2 umgesetzten Änderungen adressieren Anforderungen aus der laufenden Lastenheftentwicklung und aus der Sektorinitiative Digitale Schiene Deutschland (DSD), insbesondere aus dem Betrieblich-Technisches Zielbild (BTZ).

Es berücksichtigt weiterhin Anpassung an digitale Stellwerksplattformen, an das integrierte Leit- und Bediensystem (iLBS) sowie Bedarfe zur Ausrüstung von Knoten, die im Rahmen des Infrastrukturprojekts Digitaler Knoten Stuttgart (DKS) erhoben wurden. Darüber hinaus flossen sicherheitsrelevante Anpassungen, Fehlerkorrekturen sowie die Behebung von Auflagen aus der Prüferklärung zum LH BTSF3 Version 3.0 ein.

Mit der Entscheidung, das „DSD Basis Release“ und das „DSD Upgrade Release“ zum „DSD Basis Release Plus“ zusammenzuführen, werden die Versionen 3.1 und 3.2 des BTSF3 gemeinsam unter der Bezeichnung Version 3.2 geführt. Dieses Release bildet somit einen wesentlichen Baustein für die technische Umsetzung des Betrieblich-Technischen Zielbilds sowie der künftigen DSD-Architektur.

Die nachfolgenden Abschnitte geben eine strukturierte Übersicht zentraler Änderungen und erläutern ausgewählte Funktionen vertiefend.

Überblick über die wesentlichen Änderungen

Die Änderungen betreffen überwiegend das Lastenheft BTSF3, teilweise jedoch auch flankierende Lastenhefte wie Teil-LH 5 oder LH SCI-RBC. Schwerpunkte des Release 3.2 sind unter anderem:

- Anpassungen an Set of Specifications #3 (TSI B3 R2) einschließlich Einführung der streckenseitigen Systemversion 2.1 und GPRS-Unterstützung
- Erweitertes Verfahren zum Stärken von Zügen (Varianten D – Stärken in Betriebsart OS)
- Integration des DiB (Design integrierter Bedienplatz) mit neuer Schnittstellenlogik
- Bahnübergänge: Berücksichtigung von BÜ mit Überwachungsart FSÜ sowie Reisendenübergängen
- Ergänzungen zum Umgang mit Nahstellbereichen
- Optimierungen zu Übergängen zwischen ETCS-Zentralen (NRBC-Übergänge) einschließlich Mindestabständen, Verbot bestimmter Übergänge im Bahnhof und einheitlicher Rücknahme der ETCS-Fahrterlaubnis (MA-Rücknahme, MA = Movement-Authority)
- Anpassungen zu Sperrfahrten insbesondere zum Hereinholen liegengebliebener Züge auf Befehl

- Bedarfsanpassung der Funkkommunikation, u. a. durch Ergänzung der Möglichkeit, reduzierte Netzaufbauzeiten zu nutzen
- Vermeidung von Deadlock-Situationen durch kommandierten Funkabbau bei bestimmten Betriebsartwechseln
- Umfangreiche Präzisierungen im Bereich der ETCS-Sicherheit, etwa zur Behandlung großer Ortungsfehler
- IT-Security-Anforderungen gemäß KRITIS-Vorgaben

Verbesserungen in der internen Dokumentation des Zusammenwirkens von Anforderungen sowie der Dokumentation der Sicherheitsnachweisführung

Im Folgenden werden ausgewählte Inhalte detailliert beschrieben.

Stärken von Zügen: Weiterentwicklung der Varianten B, C und D

Mit dem Release 3.2 werden die Verfahren zum Stärken von Zügen – also zum betrieblichen Vereinen zweier Zugteile zu einer gemeinsamen Fahreinheit – inhaltlich deutlich erweitert und präzisiert. Ziel der Überarbeitung ist es, für unterschiedliche infrastrukturelle Ausprägungen von ETCS-Level-2-Strecken klar definierte, betrieblich robuste und technisch konsistente Optionen bereitzustellen.

Abhängig von der jeweiligen Streckenausrüstung stehen damit mehrere eindeutig beschriebene Varianten zur Verfügung, die eine flexible Anpassung an unterschiedliche infrastrukturelle und betriebliche Konzepte ermöglichen und zugleich eine Harmonisierung gegenüber früheren Releases herstellen.

Auf ETCS Level 2-Strecken mit Signalen, auf denen Zwischensignale zum Stärken von Zügen verwendet werden, kommt weiterhin die Variante B zum Einsatz. Beim Stärken mit Zugdeckungssignalen wird Variante C genutzt. Diese wurde im Release 3.2 überarbeitet. Beide Verfahren sehen das Stärken in der Betriebsart SH vor.

Eine wesentliche Neuerung besteht in der Vereinheitlichung, dass die Betriebsart SH nicht mehr – wie noch im Lastenheft-Release 3.0 gefordert – automatisch durch die ETCS-Zentrale kommandiert wird, sondern nun manuell durch die Triebfahrzeugführenden (Tf) zu wählen ist. Damit wird die betriebliche Selbstbestimmung stärker in die Hand des Fahrpersonals verlagert und zugleich eine klarere Systemlogik geschaffen. Zudem wurde die zulässige Geschwindigkeit ab Bahnsteiganfang von 20 km/h auf 40 km/h angehoben, so wie es im Bereich der ehemaligen Deutschen Reichsbahn bei Einfahrten auf Zugdeckungssignale Standard ist.

Variante	Infrastruktur	Betriebsart beim Stärken	Besondere Merkmale
A	-	-	Entfallen
B	L2mS mit Zwischensignalen	SH (manuell durch Tf)	Ls-Signale notwendig, SH wird nicht mehr kommandiert
C	L2mS mit Zugdeckungssignalen	SH (manuell durch Tf)	Nutzung vorhandener Zugdeckungssignale
D	L2oS	OS	Kuppeln mit OS-MA über Kuppelfahrstraße

Auf ETCS Level 2-Strecken ohne Signale wird die Variante D eingeführt. Sie wurde gemeinsam mit dem Betrieb, Stellwerk und Bediensystem entwickelt und nutzt die Möglichkeiten, die sich aus den infrastrukturellen Rahmenbedingungen von Bereichen ohne Hauptsignale ergeben. Die Tabelle oben zeigt eine Übersicht der Varianten. Im folgenden Absatz wird die Variante D vertiefend erläutert.

Die mit Release 3.2 neu eingeführte Variante D („Stärken in On Sight“) stellt ein eigenständiges betriebliches Konzept für das Vereinen von Zügen in ETCS Level 2 ohne Signale dar und ist insbesondere für Infrastrukturen geeignet, bei denen am Standort des Signals Ne 14 kein Ls-Signal vorhanden ist oder dieses optional ausgeführt wird. Das Verfahren basiert auf der Nutzung virtueller Zwischensignale sowie – abhängig von der örtlichen Ausrüstung – mit oder ohne reale Ls-Signale und erfolgt auf Grundlage einer Movement Authority in der Betriebsart OS.

In einer typischen Ausgangssituation befindet sich ein erster, zum Kuppeln bereitstehender Zug am gewöhnlichen Halteort vor dem Ausfahrtsignal eines geteilten Bahnhofsgleises, während ein zweiter Zug in der Betriebsart FS am Einfahrtsignal vorbeifährt und vor einem Halt zeigenden Zwischensignal (Kuppelstartsignal) zum Stehen kommt.

Anschließend stellt der Fahrdienstleiter (Fdl) eine so genannte Kuppelfahrstraße^[1] ein, woraufhin die ETCS-Zentrale dem zweiten Zug eine OS-Movement-Authority erteilt. Nach Quittierung der Betriebsart OS durch den Tf fährt dieser mit maximal 20 km/h an den vorausstehenden Zug heran und kuppelt mit ihm. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Kuppelfahrstraße bereits vor dem Halt des zweiten Zugteils am Zwischensignal einzustellen. Dadurch kann ein direkter Übergang in die Betriebsart OS erfolgen, ohne dass ein zusätzlicher Halt erforderlich wird.

Maßgebliche Impulse für die Optimierung der Abläufe beim Tf ergaben sich aus den Erfahrungen im Rahmen der Zulassung des Stärkens im Erfurter Hauptbahnhof.

Dort sind der ETCS-Zentrale die Sperrsignale und Zugdeckungssignale (ZDS) nicht bekannt, weshalb Fahrten auf die ZDS in Betriebsart OS stattfinden. Dabei erfolgt die Ankündigung des Betriebsartwechsels von FS nach OS erst beim Unterfahren der 20 km/h-Schwelle und damit vergleichsweise spät. Dies führt zu einer erhöhten Arbeitsbelastung in einer betrieblich sensiblen Phase sowie zu teils unnötigen Abbremsungen.

Mit den Parametrierungen der neuen Variante D in Verbindung mit einer vorab eingestellten Kuppelfahrstraße kann die Ankündigung der Betriebsart OS hingegen bereits bei Unterschreiten einer Geschwindigkeit von 40 km/h bis zu 300 m vor dem Kuppelstartsignal erfolgen. Die Überwachung der Einhaltung der Maximalgeschwindigkeit von 20 km/h erfolgt dann innerhalb der Betriebsart OS. Auf diese Weise wird ein durchgängiger Kuppelvorgang ohne Halt ermöglicht.

Das Verfahren trägt damit sowohl zur Steigerung der betrieblichen Leistungsfähigkeit als auch zur Entlastung des Tf bei, indem es eine klare Fokussierung auf die Zielbremsung erlaubt und zusätzliche Bedienhandlungen in der Endphase der Annäherung vermeidet.

NRBC-Übergänge: Präzisierungen und neue Vorgaben

Im Zuge des Release 3.2 erfährt das BTSF3-Kapitel 2.5, das den Übergang zwischen zwei ETCS-Zentralen beschreibt, eine umfassende inhaltliche Präzisierung mit dem Ziel, mögliche betriebshemmende Zustände zu reduzieren und zugleich ein herstellerübergreifend einheitliches Systemverhalten sicherzustellen.

Ein zentrales Element dieser Überarbeitung ist das nun ausdrücklich festgeschriebene Verbot von NRBC-Übergängen innerhalb von Bahnhöfen. Künftig dürfen im Bereich von Bahnhöfen NRBC-Grenzsignale ausschließlich an Einfahrtsignalen vorgesehen werden. In früheren Releases war nicht eindeutig definiert, ob und unter welchen Randbedingungen NRBC-Grenzen im Bahnhofsbereich zulässig sind.

Technische Hintergründe dieser Festlegung sind unter anderem, dass beim Beginn einer Zugfahrt mittels SR-Autorisierung mit Balisenliste die erforderliche Balisenliste nicht über die NRBC-Schnittstelle gemäß Subset 039 übertragen werden kann, sodass bei einem Start of Mission ohne gültige Position immer mit Befehl gestartet werden müsste.^[2]

Die daraus resultierenden betrieblichen und sicherheitlichen Einschränkungen sind nicht akzeptabel. Ergänzend sprechen auch funktechnische Aspekte gegen eine Anordnung von NRBC-Grenzsignalen im Bahnhof. So funktioniert der automatische Kurzwahlruf nicht hinreichend sicher, da Funkzellengrenzen fließend verlaufen, nicht gleisscharf eingerichtet werden können und die automatische Weiterleitung an die benachbarte zuständige ETCS-Zentrale derzeit nicht umgesetzt wird. Daher wäre davon auszugehen, dass ein Anmelden des Zuges an der falschen ETCS-Zentrale den Startlauf um etwa 20 bis 30 Sekunden verlängern würde.

Auch betriebliche Einschränkungen sprechen gegen NRBC-Grenzen im Bahnhof, da an dem Grenzsignal keine Zustimmung zum Wechsel in die Betriebsart SH erteilt werden kann. Hintergrund ist, dass eine ETCS-Zentrale den Wechsel in die Betriebsart SH nur erteilen darf, wenn in Bezug auf das Minimum Safe Front End (durch Mess- und Lageungenauigkeiten nach hinten verschobene Zugspitzenposition) des Zuges vorausliegende Signal nicht eindeutig ermittelbar ist (beispielsweise bei ungültiger Positionsmeldung des Fahrzeugs) oder wenn dieses Signal eindeutig bestimmbar ist und Halt für Zugfahrten zeigt. Da die Signalstellung des Grenzsignals der zuständigen ETCS-Zentrale nicht bekannt ist, muss diese die Anfrage zum Wechsel in die Betriebsart SH ablehnen.

Darüber hinaus führt Release 3.2 erstmals verbindliche Mindestabstände zwischen zwei aufeinanderfolgenden NRBC-Übergängen ein, um sicherzustellen, dass die Funkverbindung zur ersten übergebenden ETCS-Zentrale vollständig und kontrolliert abgebaut ist, bevor ein weiterer Übergang eingeleitet wird. Damit wird verhindert, dass Fahrzeuge zeitgleich oder überlappend mit zwei ETCS-Zentralen verbunden sind und daraus unklare Zuständigkeiten oder potenziell sicherheitskritische Situationen entstehen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Vermeidung des Passierens einer NRBC-Grenze ohne bestehende Funkverbindung zur annehmenden ETCS-Zentrale (RBC Acc). Gelangt ein Fahrzeug ohne aktive Funkverbindung in dessen Zuständigkeitsbereich, können sicherheitsrelevante Informationen, wie z. B. ein irregulärer Haltfall an einem nachfolgenden Signal, nicht zuverlässig übertragen werden.

Zur Beherrschung dieser Gefährdung werden zusätzliche technische Maßnahmen vorgesehen, darunter der Einsatz weiterer Balisen mit Übertragung des

Pakets „RBC transition order“ sowie in bestimmten Fällen definierte Mindestabstände zum rückliegenden Hauptsignal/ETCS-Halttafel/ETCS-Blockkennzeichen die eine rechtzeitige Funkanmeldung unterstützen.

Schließlich wird mit Release 3.2 auch das bislang nicht eindeutig spezifizierte Verhalten bei der Rücknahme einer Movement Authority über eine NRBC-Grenze verbindlich geregelt. Während in Version 3.0 unterschiedliche Hersteller dieses Szenario verschieden interpretierten und damit inkonsistentes Systemverhalten entstehen konnte, ist nun festgelegt, dass bei der Rücknahme einer über die NRBC-Grenze führenden Fahrstraße zunächst eine standardisierte „Cancellation“-Nachricht über die NRBC-Schnittstelle übertragen wird und anschließend die zuvor erteilte Movement Authority im Zuständigkeitsbereich der annehmenden ETCS-Zentrale gelöscht wird.

Diese einheitliche Vorgehensweise schafft klare Zuständigkeiten, erhöht die Betriebssicherheit und leistet einen wesentlichen Beitrag zur Harmonisierung der ETCS-Systemlandschaft.

Auflösung von Deadlock-Situation infolge von Betriebsartwechseln

Im Rahmen von Testfahrten mit neuer ETCS-Fahrzeugausrüstung gemäß SRS 3.6.0 wurde eine systemische Besonderheit identifiziert, die unter bestimmten Randbedingungen zu einer betrieblichen Blockadesituation („Deadlock“) führen kann. Konkret betrifft dies die Abfolge eines Betriebsartenwechsels von SH (Shunting) nach SB (Stand By) mit anschließendem Start of Mission (SoM).

Grundsätzlich wird jeder Betriebsartenwechsel vom Fahrzeug an die ETCS-Zentrale (RBC) gemeldet. Besteht zu diesem Zeitpunkt keine aktive Funkverbindung, wird im Zuge dieser Meldung automatisch eine Funkverbindung aufgebaut. Erfolgt nun der Wechsel von SH nach SB, wird folglich eine Funkverbindung zum RBC hergestellt. In der Spezifikation SRS 3.6.0 war bislang jedoch nicht explizit vorgesehen, dass diese im Zusammenhang mit dem Betriebsartwechsel aufgebaute Funkverbindung vor Einleitung des Start of Mission wieder abzubauen ist.

Gleichzeitig definiert die SRS als formale Startbedingung für die ETCS-Startprozedur, dass keine aktive Funkverbindung bestehen darf. Wird diese Bedingung von der Fahrzeugausrüstung strikt gemäß Spezifikation umgesetzt, ergibt sich eine widersprüchliche Situation: Einerseits wurde durch den Betriebsartwechsel eine Funkverbindung aufgebaut, andererseits verlangt der Startlauf deren Nichtvorhandensein. Das System befindet sich damit in einem Zustand, in dem die Voraussetzungen für den Start nicht erfüllt werden können, obwohl keine technische Störung im engeren Sinne vorliegt. Der Start of Mission ist in dieser Konstellation nicht möglich, es entsteht ein Dead Lock.

Zur Behebung dieser Konstellation wurde das BTSF3 im Release 3.2 angepasst. Künftig erkennt die ETCS-Zentrale den beschriebenen Ablauf des Betriebsartenwechsels und kommandiert aktiv den Abbau der Funkverbindung, sodass die formale Startbedingung für den SoM wieder erfüllt ist. Durch diese Ergänzung wird der Ablauf systemseitig eindeutig definiert und eine betriebliche Blockadesituation vermieden.

Integration von DiB

Mit der Unterstützung des DiB wird im Kontext des Release 3.2 des BTSF3 eine neue, integrierte Bedienarchitektur für ETCS berücksichtigt, die sich durch ihre Integration der Anzeigen grundlegend von der bisherigen ETCS-Bedienoberfläche unterscheidet.

Während die klassische ETCS-Bedienoberfläche über die Standard-Bedienschnittstelle (SBS) angebunden ist, verfolgt DiB das Ziel, Bedien-, Anzeige- und Informationsfunktionen aus Stellwerk, ETCS und weiteren Systemen in einem gemeinsamen Leit- und Bediensystem zusammenzuführen, das so genannte integrierte Leit- und Bediensystem (iLBS).

Dafür ergeben sich insbesondere Veränderungen in der Informationsübertragung zwischen der ETCS-

Zentrale und der Bedienebene: Über die neu eingeführte Schnittstelle SCI-CC werden neu zusätzlich z. B. Zugstandortmeldungen (Position Reports), Zugdaten, Informationen aus der Anbindung an die Zugnummernmeldeanlage sowie erteilte Fahrerlaubnisse an das iLBS übermittelt und sind dort für Anzeige-, Dokumentations- und Dispositionszwecke nutzbar.

Im Unterschied zur bisherigen SBS-Logik erfolgt die Bereitstellung dieser Informationen bedarfsorientiert und nach entsprechender Bedienhandlung in aufbereiteter Form, sodass eine konsistente Darstellung im integrierten Bedienumfeld möglich ist.

Insgesamt trägt die Einbindung des DiB dazu bei, Bedienprozesse zu harmonisieren, sowie die Transparenz und Bedienbarkeit von Stellwerken in Zusammenspiel mit der ETCS-Zentrale zu erhöhen, womit ein weiterer Schritt hin zu einer integrierten, digitalen Leit- und Sicherungstechnik vollzogen wird.

Umgang mit großen Ortungsfehlern von Fahrzeugen

Vor dem Hintergrund der Anforderungen aus Subset 041 zeigt sich ein grundlegendes sicherheitliches Problem im Umgang mit der Fahrzeugortung: Der dort

— Anzeige —



© Lüneburger Verkehrsunternehmen AG, Martin Bargiel

© Bentheimer Eisenbahn AG | Sven Huesemann

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV) · Kamekestr. 37-39 · 50672 Köln · T 0221 57979-0 · info@vdv.de · www.vdv.de

Sondervermögen: mehr Spielraum für Investitionen vor Ort

VDV Die Verkehrs-
unternehmen

Die 4. Änderung des GVFG kann kommunale
ÖPNV-Investitionen erleichtern.

Alle Rechte vorbehalten • Bahn Fachverlag GmbH



definierte maximale Ortungsfehler von 5 Prozent gilt lediglich als Regelfallanforderung an das ETCS-Fahrzeuggerät. Für Störungsfälle lässt die Spezifikation hingegen größere Abweichungen zu, sofern sich der Ortungsfehler weiterhin innerhalb des berechneten Vertrauensintervalls bewegt. Eine explizite Obergrenze oder eine definierte Auftretenswahrscheinlichkeit für Ortungsfehler von mehr als 5 Prozent existiert damit nicht.

Um auch bei großen Ortungsfehlern ein robustes Sicherheitsverhalten sicherzustellen, präzisiert das BTSF3 im Release 3.2 den Umgang mit Situationen, in denen die Fahrzeugortung deutlich vom zulässigen Bereich abweicht. Vor diesem Hintergrund wird die Balise am Ende der Fahrterlaubnis (EoA) gezielt in verkehrter Richtung in die Linkliste^[1] aufgenommen, sodass bei einer unzulässigen Vorbeifahrt ein sicherer Trip auch dann ausgelöst werden kann, wenn die Fahrzeugortung infolge großer Unsicherheiten zu spät oder inkonsistent reagiert.

Ergänzend sieht eine neue Anforderung vor, den Tf bei wiederholt auffälligen Positionsmeldungen durch eine quittierpflichtige Textmeldung (von der ETCS-Z gesendet) über einen unzulässig großen Ortungsfehler zu informieren und damit eine betriebliche Rückmeldung an die Leitstelle anzustoßen. Bei ausbleibender Quittierung erfolgt als Sicherheitsreaktion eine Zwangsbetriebsbremsung.

Insgesamt wird damit eine robuste Reaktion auf sicherheitsrelevante Ortungsabweichungen geschaffen und die Integrität der EoA-Überwachung auch unter ungünstigen Randbedingungen gewährleistet.

Fazit

Mit dem Release 3.2 der Lastenhefte für ETCS Level 2 Baseline 3 liegt eine Fortschreibung vor, die in ihrer Breite und Tiefe deutlich über eine rein inkrementelle Weiterentwicklung hinausgeht. Wie im vorliegenden Beitrag dargestellt, bündelt die Version 3.2 nicht nur mehr als 100 Change Requests, sondern vereint funktionale Erweiterungen, sicherheitstechnische Präzisierungen, Architekturänderungen sowie die Umsetzung von Auflagen aus der Prüferklärung zur Vorgängerversion. Damit markiert das Release einen entscheidenden Meilenstein auf dem Weg zur konsistenten Umsetzung des Betrieblich-Technischen Zielbilds.

Inhaltlich wird dies insbesondere an drei Aspekten deutlich: Erstens erweitern die überarbeiteten und neu eingeführten Stärkungsvarianten, insbesondere Variante D mit Kuppelfahrstraße bzw. Stärken in OS, die betrieblichen Handlungsspielräume auf Level-2-Infrastrukturen ohne ortsfeste Signale erheblich.

Zweitens sorgen die umfassenden Präzisierungen bei NRBC-Übergängen für einheitlichere Zuständigkeiten, klar definierte Mindestabstände und ein harmonisiertes

Verhalten bei der MA-Rücknahme – ein wesentlicher Schritt zur Herstellerkompatibilität an Schnittstellen und zur Reduzierung betrieblicher Sonderfälle.

Drittens adressieren sicherheitsrelevante Ergänzungen, etwa zur Behandlung großer Ortungsfehler oder zur Vermeidung von Deadlock-Situationen beim Start of Mission, gezielt reale Randbedingungen aus Test und Betrieb und stärken damit die Robustheit des Gesamtsystems.

Hinzu kommen strukturelle Weiterentwicklungen wie die Integration des DiB, mit der die klassische Trennung zwischen Stellwerks- und ETCS-Bedienung schrittweise zugunsten eines integrierten Leit- und Bediensystems überwunden wird. Damit wird ETCS nicht nur funktional erweitert, sondern zugleich architektonisch in die zukünftige DSTW- und iLBS-Welt eingebettet.

Insgesamt zeigt Release 3.2, dass die ETCS-Lastenhefte zunehmend den Charakter eines stabilen, konsistenten Systemrahmens annehmen, der internationale Spezifikationen, nationale Besonderheiten und konkrete Betriebserfahrungen zusammenführt. Die vorgenommenen Anpassungen erhöhen die Sicherheit, verbessern die betriebliche Beherrschbarkeit komplexer Szenarien und schaffen zugleich die Grundlage für weitere Evolutionsschritte. Release 3.2 ist damit weniger ein Endpunkt als vielmehr ein tragfähiges Fundament für die nächste Ausbaustufe des digitalen Bahnbetriebs. ■

Anmerkungen

- [1] Zur Vertiefung: Artikel „Kuppelfahrstraße als betriebliche und technische Weiterentwicklung“ in EI - DER EISENBAHN-INGENIEUR 05/26
- [2] Zur Vertiefung: Artikel „Grundlagen ETCS im Bahnbetrieb – Abfahrt eines Zuges“ in Deine Bahn 06/2025
- [3] Information der Reihenfolge der aufeinanderfolgenden Balisen

Lesen Sie auch

DiB – Der Fahrdienstleiter-Arbeitsplatz der Zukunft

Deine Bahn 3/2024

Zukunft gestalten mit dem integrierten Leit- und Bediensystem

Deine Bahn 2/2024

Das Betriebliche Zielbild als Basis für ein modernes und anwenderfreundliches Regelwerk

Deine Bahn 10/2021