

**MUSTER**

# DER **EI** EISENBAHN INGENIEUR

INTERNATIONALE FACHZEITSCHRIFT  
FÜR SCHIENENVERKEHR & TECHNIK

HERAUSGEBER:  
VERBAND DEUTSCHER  
EISENBAHN-INGENIEURE E.V.

**VDEI**

## **ETCS L2 –**

Realisierung und Inbetriebnahme  
auf der Strecke Freiburg – Basel

## **Rangierbetrieb –**

Einsatz von ETCS L2oS  
im Digitalen Knoten Stuttgart

## **Digitale S-Bahn Hamburg –**

Geschwindigkeitserhöhungen  
im Citytunnel unter ETCS L2oS

## **Bildung –**

Zielgruppenspezifische Schulung  
am Schienenfahrzeugsimulator

## **Spannbetonschwellen –**

Zerstörungsfreie Verfahren  
zur Zustandserfassung

**VDEI**

**15. Tiefbaufachtagung**

11.–12. Februar 2026  
in Radebeul

# Individuelle Sonderdrucke Schaffen Sie Aufmerksamkeit!

**MUSTER**

Für mehr Informationen besuchen Sie  
[www.eurailpress.de/sonderdrucke](http://www.eurailpress.de/sonderdrucke)

Werben Sie  
mit Ihrem  
maßgeschneiderten  
Sonderdruck!



Wir finden mit Ihnen die beste Ergänzung zu Ihrem Marketingmix,  
sodass Sie Ihre Reichweite optimal ausnutzen können.

- ▼ Sowohl als Print-Sonderdrucke als auch in digitaler Form
- ▼ Individuelle Erweiterung durch zusätzliche Inhalte
- ▼ Profitieren Sie von der hohen Präsenz unserer Marken
- ▼ Zielgruppenspezifisches Werben durch einen nachhaltigen Kommunikationsverstärker
- ▼ Unterstützung Ihrer Kanäle durch hochwertige Fachbeiträge
- ▼ Für Online-Kongresse, Messen oder Symposien
- ▼ Kostengünstige und individuelle Content Marketing Inhalte

Ihre Vorteile:



DVV Media Group

**Interesse?** Ihre Ansprechpartnerin: Martina Seemann  
lizenzen@dvvmedia.com | 040 237 14 139

DVV Media Group GmbH, Heidenkampsweg 73–79, D-20097 Hamburg

# MUSTER

## » Nur mit digitalen Prozessen und Technologien gelingt Modernisierung «

**Stefan Orlinski**, Director Strategic Account Deutsche Bahn Hitachi Rail und stellv. Sprecher des VDEI Beirats



# Eisenbahninfrastruktur: Fachkräfte, Bürokratie und KI

Die deutsche Bahnbranche steht vor einer Jahrhundertaufgabe: dem massiven Ausbau und der Modernisierung des Schienennetzes. Für Entwickler, Projektleiter und Entscheider in der Bahnindustrie sowie Genehmigungsbehörden bedeutet das enorme Verantwortung – und große Herausforderungen. Drei Faktoren bremsen den Fortschritt: Fachkräftemangel, überbordende Bürokratie und die Komplexität technologischer Migrationen.

### Milliardeninvestitionen – aber wer setzt sie um?

Bis 2029 sollen über 100 Mrd. EUR in die Schieneninfrastruktur fließen. Geplant sind die Generalsanierung des Bestandsnetzes, Elektrifizierung und digitale Stellwerke. Doch Projekte verzögern sich, weil personelle Ressourcen fehlen. Besonders kritisch: Viele neue Fachkräfte starten ohne Erfahrungswissen in hochkomplexen Projekten. Migrationen von Alt- zu Neusystemen – etwa bei digitalen Stellwerken oder ETCS – erfordern tiefes Systemverständnis, das nicht in wenigen Monaten erlernbar ist.

### Fachkräftemangel: Die stille Bremse

Der Mangel betrifft nicht nur Lokführer, sondern vor allem Ingenieure, Bauleiter und IT-Spezialisten. Selbst wenn Budgets und Pläne stehen, fehlen die Menschen, die sie umsetzen können. Neue Mitarbeitende müssen sich in komplexe Normen, Sicherheitsanforderungen und Schnittstellen einarbeiten – oft ohne erfahrene Mentoren. Das Risiko: Fehler in Planung und Integration, die später Zeit, Ressourcen und Budgets binden.

### Bürokratieabbau: Beschleunigung ist Pflicht

Genehmigungsverfahren dauern Jahre. Für Entscheider in Unternehmen und Behörden ist klar: Ohne radikale Vereinfachung bleibt die Verkehrswende ein Papiertiger. Digitale Planfeststellungsverfahren, gesetzliche Fristen und der Abbau von Doppelprüfungen sind erste Schritte. Doch die Praxis zeigt: Selbst mit

neuen Gesetzen bleibt die Umsetzung zäh, wenn Prozesse nicht konsequent digitalisiert und automatisiert werden.

### KI als Hebel für Geschwindigkeit und Qualität

Künstliche Intelligenz ist kein Ersatz für Menschen, aber ein Verstärker. Sie kann komplexe Bau- und Migrationsszenarien simulieren, Genehmigungsunterlagen automatisiert prüfen und Konflikte frühzeitig erkennen. Digitale Zwillinge beschleunigen die Planung, Predictive Maintenance macht Wartung planbar, und KI-gestützte Lernplattformen helfen neuen Fachkräften, fehlendes Erfahrungswissen durch praxisnahe Simulationen zu kompensieren. So wird Qualität gesichert, auch wenn erfahrene Experten fehlen.

### Langfristige Finanzierung als Fundament

Alle Maßnahmen – Fachkräfteaufbau, Bürokratieabbau und KI-Integration – erfordern eine überjährige Finanzierung über Legislaturperioden hinaus. Nur so lassen sich Planungssicherheit und Investitionskontinuität gewährleisten. Ein Infrastruktur-Sondervermögen könnte hier als Leitinstrument dienen.

### Fazit

Entwickler brauchen Tools, die Komplexität beherrschbar machen. Projektleiter müssen Prozesse beschleunigen, ohne Qualität zu opfern. Entscheider und Behörden müssen Bürokratie abbauen und digitale Verfahren zulassen. KI ist kein Allheilmittel, aber sie ist der Schlüssel, um Fachkräftemangel und Wissenslücken zu kompensieren – und die Verkehrswende Realität werden zu lassen.

*S. Orlinski*



## EDITORIAL



Univ.-Prof. Dr. Ferdinand Pospischil, Chefredakteur

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

2026 wird für das deutsche Eisenbahnsystem ein Schlüsseljahr. Ein Jahr zwischen notwendigem Umbruch, ehrgeiziger Zukunft und hoffentlich mehr Rückenwind aus Politik und Gesellschaft. Während viele Reisende sich mehr Zuverlässigkeit und Tempo wünschen, geht das Land nun die wohl tiefgreifendste Modernisierung des Schienennetzes seit Jahrzehnten an. Milliarden fließen in die Sanierung zentraler Korridore, Knoten und Strecken. Das bedeutet: Baustellen, Umleitungen, eingeschränkte Verbindungen. Doch dieser Kraftakt ist die Voraussetzung dafür, dass die Bahn künftig wieder das leisten kann, was von ihr erwartet wird – Pünktlichkeit, Kapazität und ein modernes Angebot für eine mobile Gesellschaft. So klingt die Hoffnung. Gelebte Realität sieht jedoch anders aus. Die Gelder kommen oft nicht dort an wo sie tatsächlich benötigt werden, und Vergabestrategien sind immer noch nicht ganzheitlich im System gedacht. Gleichzeitig präsentiert die Deutsche Bahn einen Fahrplan, der 2026 erstmals deutlich dichter getaktet sein soll: 21 Städte erhalten Fernverkehr im Halbstundentakt, neue ICE-Verbindungen stärken die großen Achsen, und internationale Strecken rücken enger zusammen.

2026 steht damit exemplarisch für das Spannungsfeld zwischen Gegenwart und Zukunft: Die Bahn wird zunächst spürbar ruckeln, damit sie später wieder rollen kann. Wer reist, braucht Geduld. Wer weiter denkt, erkennt jedoch, dass es diese Anstrengungen braucht, als Basis für einen echten Aufbruch hin zu einem leistungsfähigen, europäischen Eisenbahnsystem, welches es einmal war. Das Ganze funktioniert jedoch nur mit absoluter Unterstützung aus Politik und Gesellschaft. Technisch können wir das und präsentieren Ihnen auch dieses Jahr in zwölf Ausgaben die neuesten Entwicklungen aus Forschung, Industrie und gelebter Praxis.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre, ermuntere Sie alle, die Zukunft aktiv mitzugestalten und hoffe, Sie bleiben auch dieses Jahr gesund!

Ihr

*Ferdinand Pospischil*

# MUSTER



08



25



41



### Text zum Titelbild:

Die ETCS-Halttafel, das Nebensignal Ne 14, ist ein zusammen mit dem Zugbeeinflussungssystem European Train Control System (ETCS) verwendetes Eisenbahnsignal. Sie kennzeichnet stets die Stelle, an denen Züge in ETCS-Betriebsart Staff Responsible (SR) zu halten haben.

Quelle: Deutsche Bahn AG/M. Lautenschläger

# MUSTER

## DER EISENBAHN INGENIEUR



45

### STANDPUNKT

Stefan Orlinski

- 03 Eisenbahninfrastruktur:  
Fachkräfte, Bürokratie und KI**

### FACHBEITRÄGE

Ausblick 2026

- 06 Der Umbau des DB-Konzerns –  
was sind Ihre Erwartungen?**

Wilko Eisele | Alexander Schuler |  
Maryam Eftekhari | Marco Franke |  
Marcel Helwig | Franziska Pich | Michael Zills

- 08 Realisierung und Inbetriebnahme  
ETCS Level 2 Freiburg – Basel**

Florian Benischke | Detlef Brückner | Philip Möller |  
Michael Kümmling | Alexander Pflug

- 16 Rangieren im Digitalen Knoten Stuttgart**

Levin Bloch | Christoph Gonçalves Alpoim

- 21 Digitale S-Bahn Hamburg:  
Schneller unterwegs im Hamburger Citytunnel**

Regina Iglauer-Sander

- 25 FRMCS im Fokus der 23. Fachtagung  
Telekommunikationstechnik in Fulda**

Richard Kretzschmar

- 32 30. Sicherungstechnische Fachtagung –  
Impulse aus dem LST-Planungsregelwerk**

Di Gao | Jan Lübs | Shiyao Zhang |  
Richard Kahl | Hendrik Bähr

- 37 PRESIM – Testmanagement für  
die Betriebs- und Stellwerkssimulation**

Alexander Ullrich | Susanne Hillmann

- 41 Simulatortraining nicht nur  
für Triebfahrzeugführende**

Christoph Strangfeld | David Ringeloth

- 45 Zustandserfassung von Spannbetonschwellen  
mittels akustischer Methoden**

Gerhard Erbel

- 52 Rückblick auf die 1. Deutsch-Französische  
Bahnsystem-Konferenz**

### RUBRIKEN

- 55 Veranstaltungen | Bahn-Nachrichten**  
**62 Personalia**  
**64 Impressum**  
**65 Rail-Web-Weiser**  
**68 Industrie-Report**

### VDEI

- 68 VDEI-Veranstaltungen**  
**72 VDEI-Nachrichten**

Wir möchten hiermit darauf hinweisen, dass wir in den Fachbeiträgen aufgrund der besseren Lesbarkeit entweder die männliche oder weibliche Form von personenbezogenen Hauptwörtern wählen. Wo möglich verwenden wir geschlechtsneutrale Alternativen. Meinungsbeiträge können auf ausdrücklichen Wunsch der verfassenden Person von dieser Regel ausgenommen sein. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung anderer Geschlechtsidentitäten.



#### Euralpress Fachartikelarchiv

Alle Beiträge sind unter [www.euralpress.de/archiv/](http://www.euralpress.de/archiv/) dauerhaft hinterlegt. Finden Sie weitere Aufsätze der Autoren oder nutzen Sie die Volltextsuche für Ihren individuellen Informationsbedarf. Abonnenten steht dieses Angebot kostenlos zur Verfügung.



Liebe Leserinnen und Leser,

im Namen der gesamten EI-Redaktion wünschen wir Ihnen ein frohes und gesundes neues Jahr.

Mit der „Agenda für zufriedene Kunden“ hat Bundesverkehrsminister Patrick Schnieder eine umfassende Reform der Deutschen Bahn angekündigt. Auf den Konzern und seine Mitarbeitenden kommen damit weitreichende Veränderungen zu. Die neue Vorstandsvorsitzende Evelyn Palla hat bereits das Jahr 2026 als „Jahr des großen Umbaus“ und einen „Neuanfang“ ausgerufen. Entscheidungen sollen so bspw. künftig stärker dezentral getroffen werden. Eines der zentralen Ziele ist es, die Qualität langfristig und spürbar zu verbessern.

**Wir haben unterschiedliche Akteure gefragt: Der DB-Konzern steht vor einem massiven Umbau – was sind Ihre Erwartungen? Was sind aus Ihrer Sicht die dringendsten Baustellen?**

*Marcel Jelitto, Chefredakteur EI*

## Der Umbau des DB-Konzerns – was sind Ihre Erwartungen?



**Prof. Dr.-Ing. Birgit Milius**, Leiterin Fachgebiet Bahnbetrieb und Infrastruktur (BBI) an der TU Berlin und Präsidentin des VDEI

Im neuen Jahr stehen wir vor den gleichen Herausforderungen wie schon in den vergangenen Monaten: Die Bahn muss und soll besser werden – pünktlicher und zuverlässiger (bei gleicher Sicherheit!). Dazu müssen wir bauen: in den Korridoren, aber auch abseits davon, auf den Umleiterstrecken oder im Rahmen von kleinen und mittleren Maßnahmen. Eine sinnvolle Priorisierung der finanziellen, aber vor allem auch der personellen Ressourcen zu erreichen, ist für mich die größte Aufgabe von Bahn und Ministerium in den kommenden Monaten.

Doch es geht nicht nur um Entscheidungen – diese müssen auch mit konkreten Maßnahmen hinterlegt sein. Wir brauchen eine verlässliche und vorhersagbare Finanzierung, damit sich alle Beteiligten vorbereiten können, sei es durch neue Maschinen oder Investitionen in mehr und anders ausgebildetes Personal. Die Prozesse von der Planung bis zur Inbetriebnahme müssen überdacht werden. Wir brauchen mehr Digitalisierung – das bedeutet nicht nur den Umstieg von Papier auf Dateien, sondern zusätzlich eine Verschlankung der Abläufe sowie die Nutzung technischer Möglichkeiten zur Prüfung, Abstimmung und Fehlervermeidung.

Und schließlich: Wir brauchen eine gute Kommunikation. Als Sektor müssen wir immer wieder erklären, was wir tun und warum – für mehr Akzeptanz. Denn wir bauen nicht für uns, sondern für die Menschen!



**Martin Becker-Rethmann**, Präsident mofair e.V.

Der Infrastrukturzustand ist katastrophal, die Verkehrsverlagerung auf die Schiene lahm. Aber die Bundesregierung muss nicht bei Null anfangen. Die Beschleunigungskommission Schiene hatte 2022 schon gute Vorschläge gemacht, so den Schieneninfrastrukturfonds, der die dringend benötigte Stetigkeit und Überjährigkeit der Infrastrukturfinanzierung bringt.

Dazu brauchen wir eine Reform der Trassenpreise: Um gegenüber Straße und Luftverkehr wettbewerbsfähiger zu werden, muss der Übergang zum Grenzkostenprinzip kommen.

Die Transparenz über die Verwendung der gewaltigen Haushaltsmittel muss größer werden. Schlüssel dafür ist die weitere Entflechtung des DB-Konzerns, vor allem ein Ende des Beherrschungs- und Ergebnisabführungsvertrags zwischen DB AG und DB InfraGO AG.

Schließlich müssen wir das Deutschlandticket weiterentwickeln, die Regionalisierungsmittel erhöhen und endlich ein tragfähiges Marktmodell für den Deutschlandtakt – mit mehr Wettbewerb im Schienenpersonenfernverkehr – schaffen.



# MUSTER



**Prof. Dr. Raphael Pfaff**, Institut für Schienenfahrzeuge, RWTH Aachen

Die aktuellen Herausforderungen des DB-Konzerns erfordern einen strategischen Umbau, der sich nicht nur an Unternehmenszielen orientiert, sondern auch die politischen Zielsetzungen der Bundesregierung, insbesondere im Bereich Klimaschutz und Verteidigungsfähigkeit, berücksichtigt. Die Erreichung der Verkehrsverlagerung auf die Schiene ist unverzichtbar, und die DB muss ihre Rolle als verlässliches bundeseigenes EVU im öffentlichen Güter- und Personenverkehr stärker wahrnehmen.

Ein massiver Umbau sollte nicht durch Abriss und Neubau erfolgen, sondern analog zum Bauen im Bestand. Dadurch können bestehende Stärken genutzt werden, und die Störungen durch die Baustelle werden minimiert.

Die dringendsten Baustellen liegen in der Verbesserung der Leistung, gemessen an der Kundenzufriedenheit. Die Erbringung attraktiver gemeinwohlorientierter Leistungen im Nah-, Fern- und Güterverkehr muss im Mittelpunkt stehen, gerade wenn diese auf die Ziele der Bundesregierung einzahlen.



**Sarah Stark**, VDB-Hauptgeschäftsführerin

Das kommende Jahr wird zeigen, ob aus Absichtserklärungen Taten werden: Die im September vom Bundesverkehrsminister vorgestellte „Agenda für zufriedene Kunden auf der Schiene“ gibt den Kurs vor, die Bundeshaushalte 2025 und 2026 legen die finanzielle Basis, und notwendige Konzepte hat der gesamte Sektor erarbeitet. Doch trotz steigender Investitionen gehen insbesondere die Elektrifizierung und Digitalisierung des deutschen Schienennetzes zu langsam voran.

Damit aus den bereitgestellten Bundesmitteln schnell moderne Infrastrukturen werden, sind langfristige Investitionssicherheiten erforderlich, und der Weg des Geldes muss verkürzt und vereinfacht werden. Dann kann auch die Umsetzung Fahrt aufnehmen. Es braucht eine Verknüpfung der Projekte des Infraplans mit einer gesicherten Finanzierung, die rollierend jährlich fortgeschrieben wird. Und es braucht ein entschlossenes Digitalisierungskonzept des Bundes – deutlich vor 2027. Dann kann das Angebot auf der Schiene nicht nur gehalten, sondern entsprechend der Bedürfnisse von Fahrgästen und Wirtschaft verbessert werden.



**Martin Burkert**, Vorsitzender der EVG

Jüngst hat die neue Bahnchefin Evelyn Palla mit Blick auf 2026 festgestellt: Es wird erstmal nicht besser. Stimmt. Was sie unterschlagen hat: Das gilt nicht nur für 2026. So ehrlich muss man dann auch sein. Das Tal der Tränen wird andauern und wenn alles gut läuft, werden wir alle – Bahnindustrie, Gewerkschaften, Politik, Kunden – ein Jahrzehnt brauchen, bis wir es durchschritten haben.

Auch wenn die Aufgabe riesig ist, ist die Ausgangslage so gut wie noch nie. Mit dem Sondervermögen hat die Politik Möglichkeiten geschaffen, den Zustand der maroden Infrastruktur endlich anzugehen. Und auch wenn die Agenda von Verkehrsminister Schnieder in Teilen unambitioniert daherkommt, ist der Grundgedanke richtig: Gerade in den Zeiten, in denen die Bahn eine Großbaustelle ist, muss der Service für den Kunden stimmen. Deshalb ist es richtig, dass Palla im ersten Schritt die Kunden in den Mittelpunkt stellt und Sicherheit, Sauberkeit und Qualität verbessern will.

Der Pfad, der aus dem Tal der Tränen hinausführt, liegt vor uns. Die Kunst ist, sich nicht von anderen Dingen am Wegesrand ablenken zu lassen.



**Michael Gilka**, Hauptgeschäftsführer der Bundesvereinigung Mittelständischer Bauunternehmen e. V. (BVMB)

Der DB-Konzern steht 2026 vor einem tiefgreifenden Umbau, der nur dann Wirkung entfalten wird, wenn die Reform von Bundesverkehrsminister Schnieder ambitioniert und konsequent umgesetzt wird. Aus Sicht der mittelständischen Bauwirtschaft ist die dringlichste Baustelle die klare Bündelung aller Bau-, Planungs-, Instandhaltungs- und Beschaffungsprozesse in einem starken zentralen Bauressort innerhalb der DB InfraGO AG. Dort

muss auch die DB Engineering & Consulting GmbH als zentraler interner Ingenieur- und Planungspartner fest verankert werden, um Qualität, Geschwindigkeit und Verlässlichkeit in der Projektvorbereitung zu erhöhen. Zudem erwarten wir, dass Digitalisierung und Innovation – von BIM über automatisierte Bauüberwachung bis zu KI-Anwendungen – systematisch vorangetrieben und organisatorisch als eigene Kompetenzstelle abgesichert werden. Ebenso entscheidend ist, die Beschaffung Infrastruktur fest an die InfraGO anzudocken, damit strikt für den Projekterfolg eingekauft wird. Das zentrale Ziel muss es sein, die Netzqualität für die Kunden schnell zu verbessern.



# Realisierung und Inbetriebnahme ETCS Level 2 Freiburg – Basel

Einblicke und Highlights aus der Erstanwendung des Hitachi-RBC auf einem der am stärksten befahrenen Abschnitte im Netz der DB InfraGO AG

WILKO EISELE | ALEXANDER SCHULER |  
MARYAM EFTEKHARI | MARCO FRANKE |  
MARCEL HELWIG | FRANZISKA PICH |  
MICHAEL ZILLS

Die ETCS-Ausrüstung (ETCS, European Train Control System) der Rheintalbahn, als Teil des europäischen Rhein-Alpen-Korridors, ist in vollem Gang. Zwischen Gundelfingen (bei Freiburg) und Haltingen (bei Basel) wurden insgesamt rund 80 Streckenkilometer der alten Rheintalbahn, der Neubaustrecke sowie angrenzender Streckenäste mit ETCS Level 2 (L2) ausgerüstet, abgenommen und im August 2025 in Betrieb gesetzt. Mit der erstmaligen ETCS-Nachrüstung „unter rollendem Rad“ auf einer sehr hochbelasteten Strecke, der erstmaligen Inbetriebnahme (IBN) von ETCS-Zentralen (RBC) von Hitachi in Deutschland sowie der erstmaligen Umsetzung einer Dreifachausrüstung (mit Linienförmiger (LZB) und Punkt-förmiger Zugbeeinflussung (PZB)) wurde in dreifacher Hinsicht Neuland betreten und wurden vielfältige Erfahrungen gewonnen.

## Ausrüstungsbereich

Der Ausrüstungsbereich der drei RBC Freiburg, Buggingen und Basel erstreckt sich vom Abzweig (Abzw.) Gundelfingen bis Haltingen (Abb. 1). Die RBC sind an Stellwerke angebunden, deren Soft- bzw. Hardware hochgerüstet wurde. Die vorhandenen Lichtsignale (KS, H/V), die LZB mit Hochleistungsblock sowie die PZB bleiben bestehen, um einen Mischbetrieb von signal-, LZB- und ETCS-geführten Zügen zu ermöglichen. Im Norden wird ein kapazitätserhaltender Levelwechsel von ETCS nach LZB ermöglicht. Im Süden wird der L2-Bereich durch den L1-Bereich begrenzt. Für den direkten Übergang von L2 nach L1 fehlen derzeit noch legitimierte generische Grundlagen. Aus Richtung Süden können jedoch Fahrzeuge bereits ab Weil am Rhein die LZB nutzen und werden dann nach L2 aufgenommen.

## Planung

In diesem Projekt wurde zum ersten Mal das neue ETCS-Lastenheft (LH) BTSF3 Version 3.0 mit dazugehörigem Regelwerk in der Praxis umgesetzt. Zum Zeitpunkt der ersten PT 1-Planungen Ende 2018/Anfang 2019 befand sich das Las-

tenheft und somit auch das Regelwerk in einem nicht zu Ende entwickelten Stand. Somit führte das sich bis Juli 2023 [1] weiterentwickelnde Regelwerk zu wiederholten Überarbeitungen der Planung – mit teils umfangreichen Änderungen. Aufgrund der im Bestandsnetz oft beengten Verhältnisse und den dadurch bedingten kurzen ETCS-Gefahrpunktabständen hinter den Signalen wurde eine Vielzahl an Startlaufbalisen (Typ 28) [2] notwendig. Die Balisendichte wurde durch die gewünschte Umsetzung des „schnellen Trips“ [3] weiter erhöht. Dieser ermöglicht eine höhere Entlassungsgeschwindigkeit (Release Speed, RS) und dient der Betriebsoptimierung. Durch weitere Balisen, die z. B. für gestörte Weichen (Typ 25) sowie Trusted Areas (Typ 27) vorzusehen waren, kam es zu Verlegekonflikten, die gelöst wurden (Abb. 2). Für den Erhalt von vier Blockkennzeichen (BKZ) am Standort von hochstehenden Lichtsperrsignalen am Bahnsteig wurde eine unternehmensinterne Genehmigung [4] erwirkt. Eine weitere Herausforderung war die Planung des Übergangs von L2 über PZB in die LZB mit Hochleistungsblock an einem Bereichskennungswechsel (BKW). Für diesen Übergang gab es keine Planungsvorgaben und Erfahrungswerte

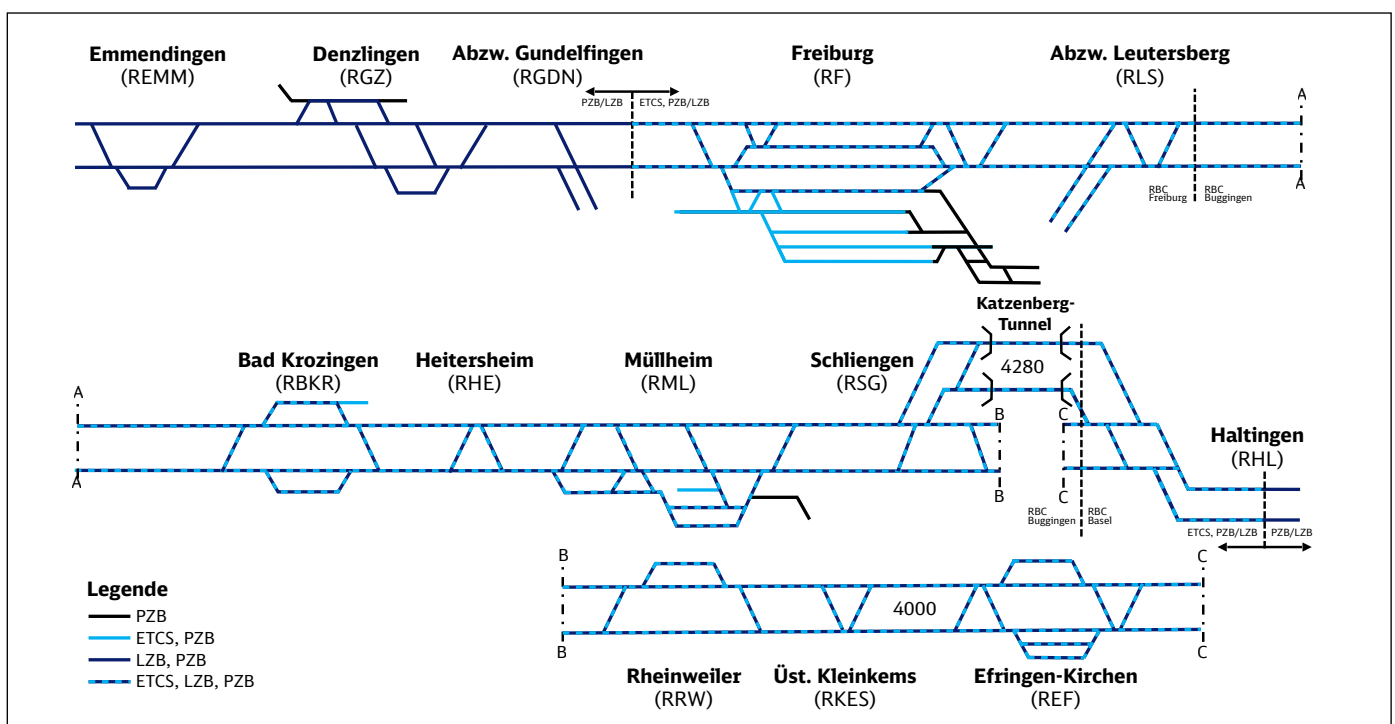


Abb. 1: Schema des Ausrüstungsbereichs mit Zugbeeinflussungssystemen

Quelle: DB



# MUSTER

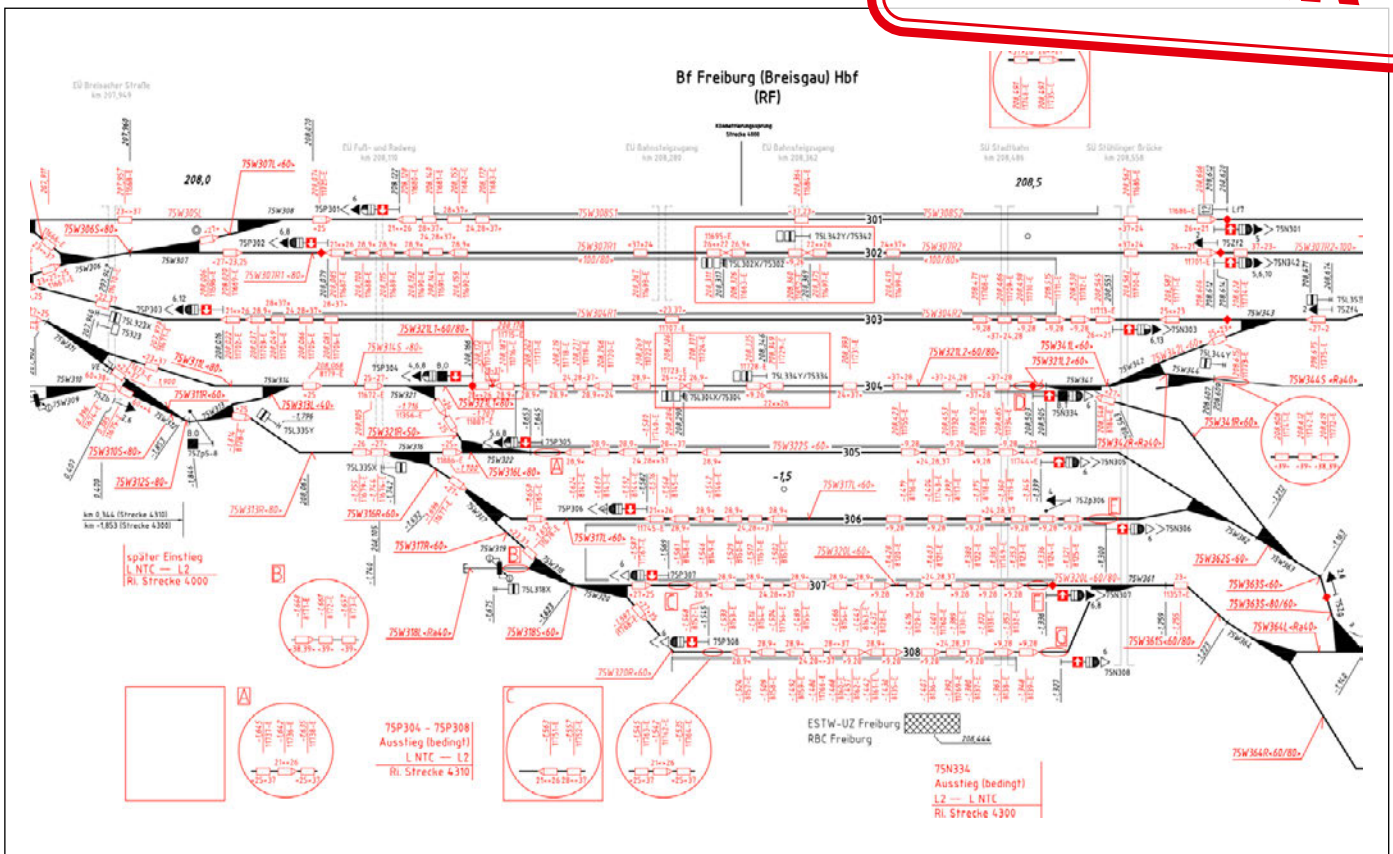


Abb. 2: Auszug aus ETCS-Übersichtsplan Freiburg Hbf mit zahlreichen Balisen

Quelle: DB

te, um restriktionsfrei (ohne Geschwindigkeitsreduzierung) zu wechseln. Hierbei muss bei einer Geschwindigkeit von 160 km/h ein Abstand von 2,8 km vom Ort der Hellschaltung der LZB im Führerraum zum Teilblock deckenden Hauptsignal eingehalten werden. Innerhalb dieses Bereichs kann der Zug nur im Ganzblock fahren. Ohne den Bau eines zusätzlichen Hauptsignals konnte der Übergang nach LZB im RBC Freiburg deswegen nur am Abzweig Gundelfingen realisiert werden. Zur beschleunigten Aufnahme in die LZB wurde ein neuer BKW in die LZB projektiert. Betrieblich erfolgt der Wechsel von L2 nach PZB am Grenzsinal, kurz danach wird der BKW durch den Zug passiert, die LZB anschließend hell geschaltet und dann das Teilblock deckende Hauptsignal dunkelgeschaltet sowie restriktionsfrei passiert. Der Übergang in umgekehrter Richtung von LZB nach L2 kann hingegen nahtlos und ohne besondere Planungsanforderungen an Hauptsignalen und BKZ erfolgen (Abb. 4).

## Projektierung

Bei der Projektierung des ETCS-Streckenatlas hat sich gezeigt, dass zusätzlich zu den regelwerkskonformen ETCS-PT 1-Unterlagen weitere PT 1-Pläne verwendet werden müssen, um alle erforderlichen LH-Anforderungen umzusetzen. Es werden z.B. Angaben zur Position der Gleisfreimeldung (GFM) oder eine Tabelle mit den Balisen des Nachbar-RBC, die ebenfalls dem RBC bekannt gemacht werden müssen, benötigt.

Die Position der GFM wird für die Haltfallbewertung [5] durch das RBC und bei der erstmaligen Umsetzung der Durchrutschweg- (D-Weg) Auflösevariante B (gemäß Tab. 1) für ETCS-Gefahrpunktabstände < 30 m verwendet.

Die Variante A der D-Wegauflösung steht im Hitachi-RBC noch nicht zu Verfügung. Bei Va-

riante B kann der zeitgesteuerte ETCS-D-Weg (besteht 20 Sekunden kürzer als der Stellwerks-D-Weg) u.U. bereits vor dem Halt des Zuges auflösen. Dadurch kommt es zu einem unerwünschten Bremskurvensprung, der dadurch verursacht wird, dass der Fußpunkt der ETCS-Bremskurven in Richtung des Zuges vom Ende



Abb. 3: ETCS-Ausrüstung im Bahnhof Freiburg im Jahr 2023

Quelle: F. Galarza-Leusch

Varianten	A	B	Entscheidung
<b>Rahmenbedingungen</b>			
ETCS-GP-Abstand	< 30 m		
D-Weg	>= 70 m		
<b>Eigenschaften der Varianten</b>			
D-Weg-Timer Stellwerk kann erhöht werden	-	Ja	Nein
Start Timer (Stellwerk und ETCS)	-	Belegung Zielgleisabschnitt	-
Umschalten von Overlap Release Speed (OL-RS) [16] auf Dangerpoint Release Speed (DP-RS) [17]	nach Stillstand	nach Ablauf Stellwerkstimer abzüglich 20 s oder nach Stillstand	nach Stillstand
Auflösung D-Weg Stellwerk	nach Stillstand	Ablauf Stellwerkstimer	Ablauf Stellwerkstimer
OL-RS	15 km/h	15 km/h (Fußpunkt Bremskurve D-Weg-Ende)	10 km/h (Fußpunkt Bremskurve Signal)
DP-RS	0 km/h	0 km/h (Fußpunkt Bremskurve Signal)	5 km/h (Fußpunkt Bremskurve Signal)

**Tab. 1:** Ausgewählte Varianten zur D-Weg-Auflösung gemäß LH

des ETCS-D-Weg auf den ETCS-Gefahrpunkt springt. Zusätzlich reduziert sich die Entlassungsgeschwindigkeit (RS). Um das zu vermeiden, wurde bei vielen Signalen der Stellwerkstimer erhöht. In Einzelfällen war dies mit Blick auf die notwendige Leistungsfähigkeit nicht möglich.

Zur Lösung dieser Fälle bietet das LH die Möglichkeit, die RS im Rahmen einer Kombination aus Variante F und Einzelfallentscheidung zu erhöhen. Diese Möglichkeit wurde genutzt und per Sicherheitsnachweis erlaubt. Somit kann an den betroffenen Signalen eine ETCS-D-Weg-Entlassungsgeschwindigkeit (OL-RS) von 10 km/h und ETCS-Gefahrpunkt-Entlassungsgeschwindigkeit (DP-RS) von 5 km/h gewährt werden (Tab. 1).

Unter den im LH möglichen Varianten der D-Wegauflösung erweist sich die Kombination aus B und F mit Einzelfallentscheidung als betrieblich günstigste und wird daher angewendet. Die Anwendung der Variante A, die Vorzugslösung gemäß LH, führte im Fall Freiburg Hbf zu einer Reduktion der Leistungsfähigkeit, weil dadurch die Stellwerks-D-Wege später, erst mit Zugstillstand, auflösten.

Die Projektierung der Gleisfreimeldeinformationen im RBC wurde begonnen, aber u.a. aufgrund des damit verbundenen Aufwands nicht abgeschlossen. Allein im RBC Buggingen entfallen rund 30 % der Projektierungszeilen auf diese Funktion. Die Einbindung der Zugnummernmeldeanlage wurde nicht umgesetzt, da sie hier betrieblich nicht erforderlich ist. Diese Zusatzfunktionen verdoppeln die Zahl der zu planenden Objekte und Projektierungszeilen und führen damit zu deutlich höherem Aufwand. Sie sollten daher nur vorgesehen werden, wenn sie betrieblich unverzichtbar sind und nicht durch organisatorische Maßnahmen geregelt werden können. Aufgrund der hohen Balisenanzahl war es schwierig, die LH-Vorgaben hinsichtlich des Linkings [6] unter Berücksichtigung der zeitlichen Abstände zwischen zwei Position Reports [7] umzusetzen. Dies führte dazu, dass einige Balisen in beide Richtungen maskiert [8] wurden, wobei die systemseitige Ausfalloffenbarung verloren geht und dies zu einem erhöhten manuellen Prüfaufwand bei den Balisen führt. Unabhängig davon wurde erkannt, dass künftig eine Auswertung durch das RBC für die Instandhaltung (IH) benötigt wird, welche Balisen innerhalb

eines Jahres mit einem Position Report gemeldet wurden. Für die Zwischenzeit stellt das Projekt der IH eine Balisenliste, die mithilfe des Fahrten-schreiber (Juridical Recording Unit, JRU)-Readers (Abb. 5) erstellt wird, jährlich zur Verfügung. Weiteres Optimierungspotenzial wurde bei der Projektierung der RS bei Einfahr- und Blocksignalen sowie BKZ ohne stellwerksseitigen D-Weg erkannt, sodass künftig diese Signale auch eine hohe OL-RS erhalten sollen. Die LH-Anforderung „Abbrechen der Funkverbindung bei unbekannten Balisen“ musste wegen der Balisen des angrenzenden L1-Bereichs beachtet werden, die dem RBC bekannt sein müssen.

## Bau

Für den im Februar 2022 begonnenen Baliseneinbau wurden verschiedene Maßnahmen entwickelt, damit der Betrieb rückwirkungsfrei weiterlaufen konnte: Mit einem weiterentwickelten Konzept gelang es, im Werk vorgeprüfte Balisen direkt aufgedeckt (ohne den bislang üblichen Deckel) im Gleis zu montieren. Dazu erhielten die Fahrdienstleiter eine Handlungsanweisung mit Störfallerfassungsvordruck. Die Triebfahrzeugführer wurden per Eintrag in die



**Abb. 4:** Nahtloser Wechsel von LZB nach ETCS in der Führerraumanzeige

Quelle: DB



# MUSTER

Halt anzufahren, um die korrekte Projektierung des LVB zu überprüfen. Dabei gab es eine

La [9] aufgefordert, ETCS-Zwangsbremungen an den Fahrdienst zu melden. Auf diese Weise wurden Frühausfälle von Balisen erfasst und behoben.

Die aufgedeckten Balisen initiieren einen Funkaufbau zu den noch nicht in Betrieb befindlichen RBC. Mittels zusätzlicher Funkabbau-Balisen wurde zunächst sichergestellt, dass Züge spätestens an den Ausrüstungsgrenzen aufhören, alle 15 Sekunden Anrufversuche zu den noch nicht in Betrieb genommenen RBC vorzunehmen. Im Februar 2024 wurde zusätzlich eine Rufumleitung zum VuA-RBC (Verhinderung unerwünschter Anrufversuche) eingerichtet, das den Anruf korrekt annimmt und dem Zug unmittelbar einen Funkabbau kommandiert. Mit IBN der RBC wurde die Rufumleitung deaktiviert.

Aufgrund der langen Projektlaufzeit waren die rund 3380 Balisen mehrere Jahre vor IBN eingebaut. Parallele Baumaßnahmen führten teilweise zu deren Ausbau, wodurch ein hoher Steuerungsaufwand entstand. Zusätzlich erschwerten zahlreiche Planungsänderungen und Änderungsmitteilungen, zum Teil bedingt durch Regelwerksänderungen, die Nachverfolgung der tatsächlichen Umsetzung im Feld.

## Abnahmefahrten

Im Juli 2024 begannen die Abnahmefahrten (AF) im Feld. Damit wurden erstmals Fahrten auf einer nach LH errichteten Anlage mit dem Hitachi RBC-Produkt DB 3.3.1 durchgeführt. Schnell hat sich gezeigt, dass die Anlage gut und zuverlässig funktioniert. Auch wurden sehr kurze Systemlaufzeiten beobachtet: Nach Fahrtstellung bzw. Dunkelschaltung eines Hauptsignals erscheint fast zeitgleich die Fahrterlaubnis im Display (DMI). Die vorher als mögliche Risiken identifizierten Anteile, wie etwa der NRBC-Übergang, funktionierten problemlos. Neu ist auch, dass der Zug nach dem Aufstarten vor einem Halt zeigenden Signal mit einer Festhalte-Fahrterlaubnis von 0 km/h gesichert wird. Auch fahrende Wechsel von LZB nach ETCS L2 (Abb. 4) verliefen ohne Auffälligkeiten.

ETCS-AF werden als Versuchsfahrten gemäß Ril 408 durchgeführt und erfordern eine interdisziplinäre Planung und Abstimmung. Zur Minimierung der Auswirkungen auf den Regelbetrieb fanden die Versuchsfahrten in der Nacht statt. Eine Übersicht über durchzuführende Maßnahmen ist im Infokasten „Checkliste Abnahmefahrten“ aufgeführt.

Im Rahmen der AF war jeder ETCS-Zielpunkt (EoA, jedes Signal oder Blockkennzeichen) in

Auffälligkeit, bei der ein Blockkennzeichen an einem anderen Ort stand. Dies wäre auch bei einer Überfahrt ohne Halt durch einen Linkingfehler erkannt worden. Weiterhin war bei den projektierten Geschwindigkeitswechseln (auch Weichen) mit einem Fahrzeug zu überprüfen, ob diese in der realen Anlage an der korrekten Position sind.

Bei der hauptsächlich für die AF verwendeten Vectron wurde beobachtet, dass die Zielgeschwindigkeit ca. 100 bis 300 m vor dem eigentlichen Geschwindigkeitswechsel am Tacho überwacht wurde, während dies beim ICE 4 nur einige Meter vorher geschah. Dies wurde zunächst als Mangel der Infrastruktur eingestuft, konnte jedoch mit ETCS-Bremskurven-Effekten [10] erklärt werden. Für die Abnahme muss daher anstatt des Tachos auf dem DMI die Planning Area (Abb. 4 rechts außen) verwendet werden, da diese die projektierte Position eines Geschwindigkeitswechsels korrekt darstellt. Hierzu erstellte das Projekt eine Handlungshilfe mit diesem Sachverhalt sowie der Vorgabe von legitimierten Abstandswerte für EoA-Messung [11]. Diese ist zwischenzeitlich in die Abnehmerichtlinie eingeflossen.



**PINTSCH**  
Safety for Rail

## Systemlösungen für die Bahninfrastruktur

**PINPROTEGIO.** Bahnübergangstechnik.

**PINCLIRIO.** Achszähltechnik.

**PINMOVIO.** Stellwerks- und Rangiertechnik.

**PINMOVIO.** Weichenantrieb.

**PINLUXON.** Signale.

**PINPOSITON.** Fördertechnik.

**PINCALIO.** Weichenheizungen.

**PINDIAGON.** Diagnose.

The screenshot shows the JRU-Reader application window titled "JRU-Reader - ETCS\_Abnahmefahrt\_22.wjnu". It features a menu bar with "New / Decode", "Open", and "Export Excel". Below the menu is a toolbar with "Search Builder (4)", "Hide/Show columns", "Go to Selected", and "Search Balise". The main area displays a table of JRU messages with columns: ID, NID\_MESSAGE, DateTime, V\_TRAIN, M\_LEVEL, M\_MODE, NID\_C\_LRBG, NID\_BG\_LRBG, P\_LRBG, and LI. The table lists various messages from balises and RBCs, including general messages, DMI sound status, and telegram messages. To the right of the table, a "PARAM VALUE" section shows details for the selected "JRU-Message", including complementary variables like Q\_UPDOWN, M\_VERSION, Q\_MEDIA, N\_PIG, N\_TOTAL, M\_DUP, M\_MCOUNT, NID\_C, NID\_BG, Q\_LINK, and Packet 65: Temporary Speed Restriction details.

Abb. 5: JRU-Reader mit Darstellung der Daten zur Auswertung von ETCS-Fahrten

Quelle: W. Eisele

Zur Auswertung von Feststellungen bei AF oder bei Fahrten zur Sicherheitserprobung wurde ein Werkzeug entwickelt. Es ermöglicht die Darstellung der JRU-Datenformate von Alstom und Siemens und verknüpft diese mit der PT 2-Projektierung, sodass unter anderem zu jeder Balise der Bahnkilometer angezeigt wird (Abb. 5). Dadurch konnten Ursachen für Auffälligkeiten oder vereinzelt auftretende Linkingfehler effizient identifiziert werden. Weiterhin bietet das Werkzeug die Möglichkeit, einen Abgleich zwischen gelesenen Balisedaten und projektierten Daten durchzuführen, um schnell zu prüfen, ob alle Balisen vorhanden und korrekt bespielt sind.

Eine weitere Beobachtung war, dass beim Ausstieg aus L2 mit dem durch das LH vorgege-

bene Verfahren [12] ein Geschwindigkeitseinbruch von 160 km/h auf unter 140 km/h auftritt. An einer Lösung des Problems wird gearbeitet. Ferner wurde im Rahmen einer mit einem ICE 4 durchgeführten AF festgestellt, dass die Balisanordnung mit vier Balisen innerhalb von 10 m (für die Funktion „schneller Trip“) zu Problemen mit einigen Fahrzeuggeräten führte, da die vorgegebenen Verarbeitungszeiten von eingehenden Balisentelegrammen und einer gleichzeitig eingehenden Funknachricht nicht eingehalten werden können [13]. Aus Sicht des Fahrzeuglieferanten ist die Anordnung nicht konform zur technischen Spezifikation der Interoperabilität für ETCS (TSI ZZS), ebenso raten die Guidelines der ERTMS-Users-Group zu grö-

ßeren Abständen. Gemäß TSI ZZS-konformer Installationsrichtlinie der Balise werden jedoch die nötigen Mindestabstände eingehalten. Als vorübergehende Lösung wurden die Balisen ausgebaut bzw. zugedeckt.

Im Zusammenhang mit der erstmaligen Doppelausrüstung mit der LZB ist bei den AF aufgefallen, dass Signale dann nicht in ETCS L2 dunkelschaltbar sind, wenn der LZB-Bereich verlassen wird. Dies führt besonders zu Herausforderungen, wenn die aus den Gleiskanten ermittelten ETCS-Geschwindigkeiten nicht gleich der signalisierten Geschwindigkeiten am hell geschalteten Signal sind, und muss durch die ETCS-Projektierung spezifisch gelöst werden.

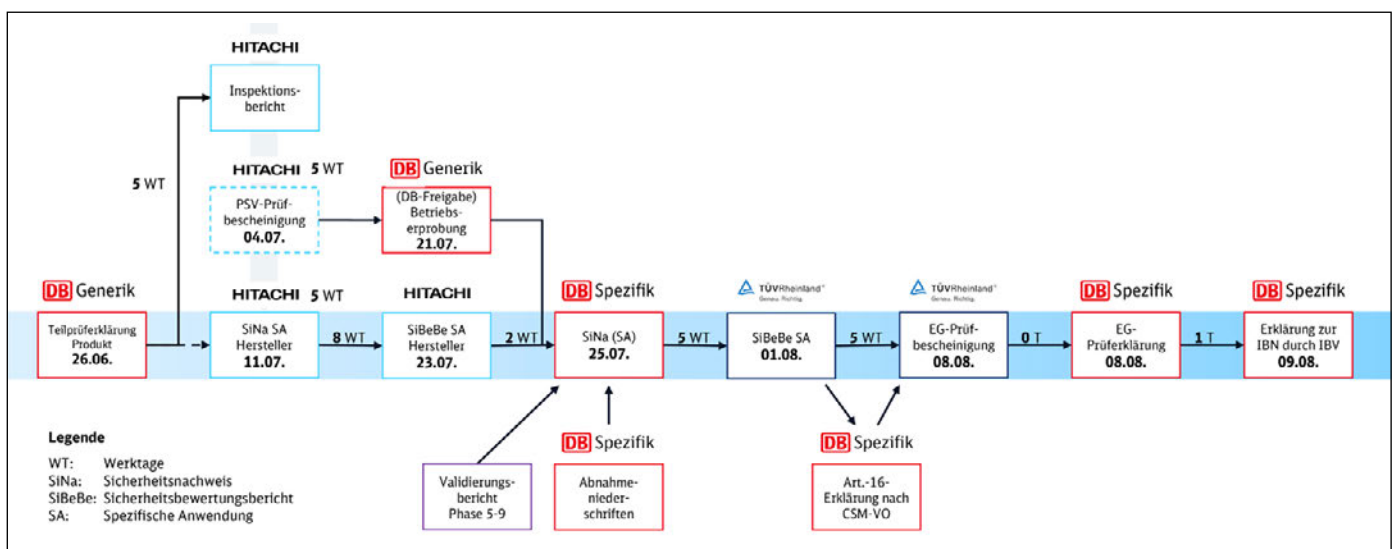


Abb. 6: Flussdiagramm der letzten Schritte zur Inbetriebnahme

Quelle: DB



# MUSTER

EG-Prüfung angewendet, in welchem auch die Anlagen benannt werden konnten. Dieser

Die AF haben in den eigentlichen Prüfzielen, also der Überprüfung von EoA, Geschwindigkeitswechseln und Weichengeschwindigkeiten, keine relevanten neuen Erkenntnisse gebracht. Sie haben jedoch mehrere andere Aspekte aufgezeigt, die vor der IBN bearbeitet wurden. So zeigte sich beispielsweise, dass der Zug nach einem Wendevorgang im Stumpfgleis in Bad Krozingen nur in der ETCS-Betriebsart Staff Responsible statt Full Supervision starten konnte. Ursache war eine fehlerhafte Maskierung von Balisen bei der Zufahrt in das Stumpfgleis. Parallel zu den AF wurden Fahrten zur Sicherheitserprobung durchgeführt, bei denen u.a. die korrekte Funktionsweise des NRBC-Übergangs inkl. Fehlerszenarios gezeigt wurde.

## Inbetriebnahme

Als Voraussetzung für die Realisierung und IBN lief parallel der Zulassungsbewertungsprozess für das LH, das zugehörige Regelwerk sowie die Erstzulassung des Hitachi-RBC. Die Teilprüferklärung für das LH wurde Anfang 2021 ausgestellt, das für die IBN verwendete Regelwerk Mitte 2023 freigegeben. Ende 2023 folgte die Teilprüferklärung zum Pflichtenheft, und im Juni 2025 wurde die Teilprüferklärung als Zuarbeit für das Produkt

ausgestellt. Anfang Juli wurde der Zulassungsbewertungsprozess des RBC beendet, gefolgt von der DB-Freigabe zur Betriebserprobung am 21. Juli 2025.

Die RBC waren im Sommer 2024 fertiggestellt und für die IBN zum Fahrplanwechsel 2024/2025 vorbereitet. Die IBN musste auf die Zulassung des Hitachi-RBC warten und erfolgte am 9. August 2025, nur 15 Tage nach DB-Freigabe. Vor IBN und nach den AF führten viele Fahrzeuge (u.a. diverse ICE, TGV und S-Bahn-Triebzüge aus dem Digitalen Knoten Stuttgart (DKS)) Fahrten zum Nachweis der ETCS-Systemkompatibilität [14] durch.

Aus der Zulassungsbewertung wurden 162 Auflagen an das Realisierungsprojekt weitergegeben. Die Abarbeitung dieser Auflagen erfordert einen erheblichen Arbeitsaufwand und stellt das Projekt auch formal vor Herausforderungen, da weder der BAU-STE-Prozess noch die InfraGO-Prozesse Auflagen als Regelwerksform vorsehen und diese somit z.B. bei der Planprüfung nicht als Prüfgrundlage gelten. Zudem musste für einige Auflagen der zugrundeliegende Kontext aufwendig recherchiert werden.

Für die IBN wurde der bewährte Prozess zur spezifischen Sicherheitsnachweisführung und

Nach erfolgter IBN unterstrichen medienwirksame Bestätigungsfahrten [15] im laufenden Betrieb mit einer Vectron und einem ICE 4 die korrekte Funktion der Anlage.

## Fazit und Ausblick

Im Jahr 2025 gingen im ETCS-Projekt „Korridor Rhine-Alpine“ rund 150 km ETCS in Betrieb. Neben den hier beschriebenen RBC wurden auch das RBC Oberlahnstein Süd mit L2 und der Knoten Basel mit L1 in Betrieb genommen. Das Projekt zeigt, dass L2 im aktuellen Spezifikations- und Entwicklungsstand schon einen hohen Reifegrad erreicht hat und auch im Bestandsnetz in komplexen Betriebsstel-

## Wir sind dort, wo Ihre Kunden sind.

Mit diesen Veranstaltungen starten wir 2026

DER **EI**  
EISENBAHN  
INGENIEUR

**JANUAR**  
**Heft 1**

**14.01.26 - 15.01.26,**  
70. VDEI Eisenbahntechnische  
Fachtagung, Leipzig

**FEBRUAR**  
**Heft 2**

**11. - 12.02.26**  
15. Tiefbaufachtagung,  
Radebeul

**24. - 25.02.26**  
3. Straßenbahnforum,  
München

**04.03. - 06.03.26**  
22. Intern. Schienenfahrzeug-  
tagung, Rad/Schiene, Dresden

**05.03. - 06.03.26**  
9. Symposium Eisenbahnbrücken  
und Konstruktiver Ingenieurbau,  
München

**08. - 10.03.26**  
BIM.INFRA Kongress 2026,  
Dresden

**10.03. - 12.03.26**  
Symposium BahnBasic plus 2026,  
Nürnberg

**17.03. - 18.03.26**  
28. EBA-Tagung,  
Berlin

**MÄRZ**  
**Heft 3**

**17.03.26**  
VDEI 67. Oberbaufachtagung,  
Darmstadt

Weitere Infos: **Silke Härtel** • Telefon: 040/237 14-227 • [silke.haertel@dvvmmedia.com](mailto:silke.haertel@dvvmmedia.com)

Änderungen vorbehalten.



### Checkliste Abnahmefahrten

#### Vorbereitende Maßnahmen durch ETCS-Projekt (langfristig)

- Erstellung des Mengengerüsts und Sperrzeitenbedarfe auf Grundlage des PT 1
- Beantragung von Sperrpausen (verkehrliche Blocker)
- Einplanung von Reservetagen für Wiederholungen
- Abstimmung Mengengerüst mit Abnahmeprüfer
- Durchführung der Quality-of-Service-Fahrten

#### Abstimmung mit / durch Eisenbahnverkehrsunternehmen

- Bestellung Fahrzeug und Personal inkl. Einsatzplanung
- Antrag auf Genehmigung der Fahrten beim EBA
- Trassenbestellung auf Basis Mengengerüst und Festlegung Abstellort
- Probeeinwahl der Abnahmefahrzeuge
- Auslesen der JRU-Daten nach jeder Fahrt

#### Abstimmung mit Betrieb / Baubetriebskoordinator

- Bereitstellung betrieblicher Unterlagen durch Planung Betrieb
- Zustimmung zu Probefahrten durch ständigen Stellvertreter des Eisenbahnbetrieblers
- Regelung zum Sperren / Entsperren des RBC bzw. zur Eingabe und Löschen von ETCS-Sperren
- keine planmäßige / unplanmäßige Abstellung von Fahrzeugen im Versuchsabschnitt
- Prüfung paralleler Baumaßnahmen auf Kollisionen im Versuchs- und Nachbargleis

#### Vorbereitende Maßnahmen durch ETCS-Projekt (kurzfristig vor Beginn der Fahrten)

- Abgleich betrieblicher Unterlagen und Fahrplananordnung mit Mengengerüst
- Erstellung grafischer Fahrtenblätter für jede Fahrt

#### Abstimmung mit weiteren Beteiligten

- Bereitstellung ETCS-Schlüssel im Fahrzeug und im RBC
- Erstellung Prüffeststellungen nach jeder Fahrt

len wie Freiburg Hbf „unter rollendem Rad“ integriert werden kann.

Gleichzeitig wurden im Projekt auch externe Abhängigkeiten und deren Auswirkungen deutlich. So wurden die drei RBC am 16. August 2025 wieder gesperrt, um einen neuen Bauzustand bei Müllheim zu ermöglichen, der zunächst mit PZB / LZB in Betrieb ging. Damit ist L2 betrieblich bis voraussichtlich zum 2. Quartal 2026 nicht nutzbar. Ein Einzelbetrieb der RBC wäre möglich, würde aber wegen der Wechselwirkungen mit der LZB zu Leistungseinschränkungen führen.

Vereinfachungen sind weiterhin dringend erforderlich, insbesondere durch Reduktion der Balisenzahl, flexiblere Planungsvorgaben und Verzicht auf aufwendige Zusatzfunktionen. Insgesamt ist der Aufwand für Planung, Projektierung, Bau, Abnahme und Instandhaltung hoch und bietet Chancen für künftige Effizienzsteigerungen. ■

### QUELLEN

[1] Finale Regelwerksgrundlage war Richtlinie 819.1344-W-101 (Fortschreibung der RIL 819.1344A02), gültig ab 12.07.2023

[2] Achilles A.; Behrooz, A.; Beyer, M.; Lehmann, F.; Lies, R.; Schleede, M.; Trenchel, D.; Wanstrath, S.: Die Digitalisierung der S-Bahn-Stammstrecke Stuttgart (Teil 1), SIGNAL+DRAHT 9/2023 (<https://bit.ly/46AzFOF>)

[3] Heuchert, U.: Notwendigkeit von Signalen und Gleisfreimeldung bei ETCS Korridor Rhine-Alpine, Signal+Draht TU Dresden 2024 (<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-2918500>), S. 25

[4] Richtlinie 819.0519 ETCS L2 Hochleistungsblock, Version 1.1, gültig ab 01.08.2021: Abweichung vom damaligen Verbot für Blockkennzeichen am Bahnsteig (inzwischen aufgehoben) sowie Projektierung eines D-Wegs 50 m

[5] Bolay, R.: Haltfallbewertung unter ETCS. Diplomarbeit TU Dresden 2023 (<https://bit.ly/3NanwsZ>)

[6] Linking: [https://de.wikipedia.org/wiki/Verkettung\\_\(ETCS\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Verkettung_(ETCS)), 28.10.25 um 21:40

[7] ETCS-Spezifikation, Subset 026, Abschnitt 3.6.5: Meldung ans RBC spätestens alles 6 Sekunden oder nach Ereignis (z. B. Überfahrt verlinkte Balise) mit der aktuellen Zugposition bezogen auf die letzte relevante Balise

[8] Lastenheft ETCS – Betrieblich-technische Systemfunktionen für ETCS SRS Baseline 3 –, Baseline: 6.5 (V 3.0), ID: 2998: Nicht im Linking enthaltene Balisen werden als maskiert bezeichnet.

[9] Zusammenstellung der vorübergehenden Langsamfahrstellen und anderen Besonderheiten (La): [https://de.wikipedia.org/wiki/Zusammenstellung\\_der\\_vorübergehenden\\_Langsamfahrstellen\\_und\\_anderen\\_Besonderheiten](https://de.wikipedia.org/wiki/Zusammenstellung_der_vorübergehenden_Langsamfahrstellen_und_anderen_Besonderheiten), 28.10.25 um 21:39

[10] Modellierter Bremsaufbauzeit von wenigstens 6 s im Lambda-Bremsmodell (für Lokomotiven). Siehe: Förster, J.; Kümmling, M.; Olesch, M.; Reinhart, P.; Vandoorne, K.; Vogel, T.: ETCS-Bremskurven im Spiegel der Praxis, DER EISENBAHNINGENIEUR 6/2023 (<https://bit.ly/3plqlhR>)

[11] Högberg, F.; Eisele, W.; Schuler, A.; Becker, M.: Arbeitshilfe für RIL 892.9248 Version 2.0 – Abnahme EoA V-Wechsel, 04.11.2024: Bei der EoA-Messung wird gemessen, welchen Abstand das Fahrzeug bei angezeigter Zielentfernung 0 m zum Bezugspunkt hat. Hier sind abhängig von der letzten relevanten Balise für die Vectron Werte von bis zu 18 m vor und bis 8 m hinter dem Bezugspunkt valide.

[12] Lastenheft ETCS – Betrieblich-technische Systemfunktionen für ETCS SRS Baseline 3 –, Baseline: 6.5 (V 3.0), ID: 2106 und 2107: Permitted Braking Distance (PBD, Paket 52), um die Ausstiegsgeschwindigkeit auf die nach dem Wechsel geltende Fahrplangeschwindigkeit zu begrenzen

[13] ETCS-Spezifikation, Subset 036, Abschnitt 4.2.9

[14] ESC-DE-05-B3-L2: <https://www.era.europa.eu/era-folder/de>, 28.10.25 um 22:20

[15] <https://digitale-schiene-deutschland.de/de/aktuelles/2025/bestaetigungsfahrt-etcs-korridor-rhine-alpine>, abgerufen am 28.10.25 um 22:37 Uhr

[16] ETCS-Spezifikation, Subset 026, Abschnitt 3.13.9.4: Overlap Release Speed (OL-RS): Release Speed (Entlassungsgeschwindigkeit) bei eingestelltem Stellwerks-D-Weg; Höhe wird entsprechend Länge D-Weg bemessen

[17] ETCS-Spezifikation, Subset 026, Abschnitt 3.13.9.4: Dangerpoint Release Speed (DP-RS): Release Speed (Entlassungsgeschwindigkeit), wenn kein Stellwerks-D-Weg vorhanden oder aufgelöst; Höhe wird entsprechend ETCS-Gefahrpunktstand bemessen.

### Wilko Eisele

Leiter Inbetriebnahmesteuerung  
ETCS Korridor Rhine-Alpine  
DB InfraGO AG, Frankfurt a.M.  
[wilko.eisele@deutschebahn.com](mailto:wilko.eisele@deutschebahn.com)



### Alexander Schuler

Experte Inbetriebnahme ETCS  
ETCS Korridor Rhine-Alpine  
DB InfraGO AG, Frankfurt a.M.  
[alexander.a.schuler@deutschebahn.com](mailto:alexander.a.schuler@deutschebahn.com)



### Maryam Eftekhari

Systemqualifizierung ETCS  
DB InfraGO AG, Hamburg  
[maryam.eftekhari@deutschebahn.com](mailto:maryam.eftekhari@deutschebahn.com)



### Marco Franke

Projektingenieur  
ETCS Korridor Rhine-Alpine  
DB InfraGO AG, Frankfurt a.M.  
[marco.m.franke@deutschebahn.com](mailto:marco.m.franke@deutschebahn.com)



### Marcel Helwig

Leiter Planung  
Projekte Leit- und Sicherungstechnik  
DB Engineering & Consulting GmbH,  
Karlsruhe  
[marcel.helwig@db-eco.com](mailto:marcel.helwig@db-eco.com)



### Franziska Pich

Inbetriebnahmemanagerin  
ETCS Korridor Rhine-Alpine  
DB InfraGO AG, Leipzig  
[franziska.pich@deutschebahn.com](mailto:franziska.pich@deutschebahn.com)



### Michael Zills

Programm-Projektmanager  
Korridor Rhine-Alpine  
Hitachi Rail, Ditzingen  
[michael.zills@urbanandmainlines.com](mailto:michael.zills@urbanandmainlines.com)

