



SIGNAL+DRAHT

Rail Signalling and Telecommunication

SPEZIAL

www.eurailpress.de/sd

Oktober 2015

Anwendung der Eurobalise bei der DB Netz AG



Inhaltsverzeichnis

- 3 ■ 1 Einsatz der Eurobalisen bei der DB Netz AG**
- 4 ■ 2 Grundsätzliche Aufgaben der Eurobalise**
- 4 ■ 3 Technische Merkmale der Eurobalise**
 - 4 ■ 3.1 Form der Eurobalise**
 - 6 ■ 3.2 Übertragungsprinzip der Eurobalise**
 - 6 ■ 3.3 Übertragungsbedingungen der Eurobalisen-Technik**
 - 7 ■ 3.4 Übertragungsparameter der Eurobalise**
 - 8 ■ 3.5 Aufbau des Datentelegramms**
- 8 ■ 4 Anordnung der Balisen im Streckenbereich**
 - 8 ■ 4.1 Zuordnung der Eurobalisen im Datenpunkt**
 - 8 ■ 4.2 Abstände zwischen Datenpunkten**
 - 10 ■ 4.3 Montage der Eurobalise im Bereich von Führungs- und Schutzschienen**
- 11 ■ 5 Einsatzbereiche für Eurobalisen im Bereich Zugsicherung**
 - 11 ■ 5.1 Geschwindigkeitsüberwachung für NeiTech-Züge (GNT)**
 - 13 ■ 5.2 Zugbeeinflussungssystem für die Berliner S-Bahn (ZBS)**
 - 16 ■ 5.3 Automatische Umschaltung der Zugbeeinflussungssysteme (Transition)**
 - 18 ■ 5.4 Eurobalisen-Technik für das europäische Zugsicherungssystem ETCS**
- 21 ■ 6 Konstruktionsvorgaben und Nachweise sowie Montagebedingungen der Eurobalisen in Gleisen der DB AG**
 - 21 ■ 6.1 Identische Bedingungen für beide Montagearten BBS und BHS**
 - 25 ■ 6.2 Spezielle Bedingungen für Balisen-Befestigungssysteme (BBS)**
 - 26 ■ 6.3 Spezielle Bedingungen für Balisen-Halterungssysteme (BHS)**
- 26 ■ 7 Maßnahmen zur Balisenbefestigung bezüglich Eisabwurf**
 - 26 ■ 7.1 Historie**
 - 26 ■ 7.2 Nachweisverfahren zur Eignung der Befestigungsart**
 - 27 ■ 7.3 Vorgaben für die Entwicklung und den Einsatz von BBS und BHS bei der DB Netz AG**



Impressum

Redaktion

Chefredaktion
Dipl.-Phys. Reinhold Hundt, hundt@signalunddraht.de
Ing. August Zierl, zierl@signalunddraht.de

Fachredaktion

Dipl.-Ing. Rainer Knewitz, knewitz@signalunddraht.de
Dipl.-Ing. Helmut Steindl, steindl@signalunddraht.de

Verlagsredaktion

Miriam Riedel (verantw.)
Tel.: +49-40-23714-230 | miriam.riedel@dvvmedia.com
Dipl.-Ing. Christoph Müller
Tel.: +49 40 23714-152 | christoph.mueller@dvvmedia.com
Claudia Martz (Red. Ass.),
Tel. 040/23714-182 | claudia.martz@dvvmedia.com

Verlag

DVV Media Group GmbH
Postfach 101609, D-20010 Hamburg
Nordkanalstr. 36, D-20097 Hamburg
Tel. +49 40 23714-03 | www.eurailpress.de/sd

Geschäftsführer: Martin Weber

Verlagsleiter: Detlev K. Suchanek
Tel.: +494023714-228 | detlev.suchanek@dvvmedia.com

Anzeigen

Gesamtanzeigenleitung DVV Tilman Kummer
Anzeigenleitung EURAILPRESS: Silke Härtel (verantw.)
Tel.: + 49 40 23714-227 | silke.haertel@dvvmedia.com
Anzeigenverkauf: Silvia Sander
Tel.: + 49 40 23714-171 | silvia.sander@dvvmedia.com

Copyright

Vervielfältigungen durch Druck und Schrift sowie auf elektronischem Wege, auch auszugsweise, sind verboten und bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung des Verlages. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung.

Layout

TZ-Verlag & Print GmbH, Roßdorf

Druck

L. N. Schaffrath GmbH & Co. KG, Geldern

Titelfoto

www.siemens.com/presse

www.eurailpress.de/sd
ISSN 0037-4997



Eine Publikation der DVV Media Group GmbH



Anwendung der Eurobalise bei der DB Netz AG

Klaus Hornemann / Bernd Fröhlich

Auf der Basis der ETCS-Spezifikationen sind von verschiedenen europäischen Signalbaufirmen Eurobalisen entwickelt worden, welche bei Eisenbahninfrastrukturunternehmen zum Einsatz gelangen. Die Eurobalise ist eine wichtige Komponente für die Sicherung der Informationsübertragung von der Strecke zum Fahrzeug. Sie überträgt physikalisch gesehen nach dem Transponderprinzip Telegramme zur Fahrzeugantenne, welche dann im Fahrzeug entsprechend ausgewertet und verarbeitet werden. Es ist grundsätzlich auch die gegenseitige Informationsübertragung, also vom Fahrzeug zur Strecke, möglich, diese findet aber auch momentan international kaum Anwendung.

1 Einsatz der Eurobalisen bei der DB Netz AG

Bei nachstehenden Systemanwendungen werden bei der DB Netz AG Eurobalisen eingesetzt:

- **Geschwindigkeitsüberwachungseinrichtungen von NeiTech-Zügen (GNT)**
Die Geschwindigkeitsüberwachungseinrichtung für NeiTech-Züge (GNT) ist bei Einsatz von Triebzügen mit erhöhter Seitenbeschleunigung, dem sogenannten bogenschnellen Fahren im Netz der DB AG erforderlich. Ermöglicht wird das bogenschnelle Fahren durch die gleisbogenabhängige Wagenkastensteuerung der Fahrzeuge. Hierdurch können entsprechend den örtlichen Gegebenheiten höhere Geschwindigkeiten gegenüber Zügen mit Regelseitenbeschleunigung in Gleisbögen zugelassen werden. Die Informationsübertragung bei der GNT erfolgt punktförmig über Eurobalisen. Voraussetzung für die Anwendung des Systems GNT ist die fahrzeug- und streckenseitige Ausrüstung mit punktförmiger Zugbeeinflussung (PZB).
- **Zugbeeinflussung der Berliner S-Bahn (ZBS)**
Für die S-Bahn Berlin ist ein spezielles auf Eurobalisen-Technik basiertes Zugbeeinflussungssystem (ZBS) entwickelt worden, welches die Hard-

ware-Komponenten des Systems ETCS Level 1 verwendet und funktional diesem annähernd entspricht.

Trotz punktförmiger Informationsübertragung erfolgt die Zugüberwachung kontinuierlich. Das ZBS überwacht die gemäß ortsfester Signalisierung zulässigen Geschwindigkeiten sowie die jeweils zulässigen Streckengeschwindigkeiten.

- **ETCS-Pilotierungen und Projekte**

Das European Train Control System (ETCS) ist ein Zugbeeinflussungssystem, welches gesamteuropäisch spezifiziert ist.

Das System ETCS basiert entweder vollständig auf der Eurobalisen-Technik (ETCS Level 1) oder benutzt diese teilweise funktionsspezifisch (ETCS Level 2).

Das System ETCS ist bei der DB AG gegenwärtig in der Einführung.

- **Transition (Umschaltung von Zugbeeinflussungssystemen)**

Die automatische Umschaltung der Zugbeeinflussungssysteme mittels Eurobalisen-Technik wird durch die ETCS-Spezifikationen vorgegeben. Insbesondere gewinnt der Systemwechsel zwischen nationalen Zugbeeinflussungssystemen (Class B – Transition) im Rahmen des länderübergreifenden Einsatzes von Triebfahrzeugen und Triebzügen mit ETCS-Einrichtungen zunehmend an Bedeutung. Durch den Ausbau von Strecken bzw. Streckenabschnitten mit ETCS wird die Transition, welche auch als Levelübergang bezeichnet wird, an den End- bzw. Anfangspunkten zwischen ETCS und PZB bzw. PZB und ETCS notwendig (Transition Class B – Class A).

- **TBL1+ Balisen (Strecke Aachen – Belgische Grenze)**

System zur Realisierung der nationalen Überwachungsfunktionen der belgischen Zugsicherung in Deutschland unter Nutzung der Eurobalisen-Technik

- **Ausrüstungen mit dem Schweizer Zugsicherungssystem EuroSignum und EuroZUB auf Übergangsstrecken zur Schweiz**

System zur Realisierung der schweizer nationalen Überwachungsfunktionen für die Zugsicherung in Deutsch-

land unter Nutzung der Eurobalisen-Technik.

Bei der Anordnung und der Montage der Eurobalisen müssen bestimmte Bedingungen eingehalten werden, die in den entsprechenden Regelwerken der DB Netz AG vorgegeben sind. Diese sollen im Wesentlichen die sichere und korrekte Informationsübertragung von der Strecke zum Fahrzeug und umgekehrt – auch unter Worst-Case-Bedingungen – gewährleisten sowie sicherstellen, dass die Balise auf allen Fahrbahnarten sicher und nach einheitlichen Vorgaben befestigt ist. Dabei hat auch die Gewährleistung der Prüf- und Instandhaltbarkeit der Balise eine nicht unwesentliche Bedeutung.

Bei der DB Netz AG ist heute fast ausschließlich die Balise S 21 von Siemens in Anwendung. Derzeit sind ca. 8000 Balisen im Netz der DB AG verbaut.

Die Balise S 21, einschließlich dem Balisenbefestigungssystem BU 20, ist für Schwellenbefestigung durch das Eisenbahn-Bundesamt zugelassen und durch DB Netz freigegeben. Dieses Befestigungssystem ist seit annähernd 20 Jahren bei DB Netz auf Betonschwellenoberbau bis 160 km/h im Einsatz und hat sich bewährt.

Zur Einsatzvorbereitung für höhere Geschwindigkeiten als 160 km/h wurde auf der Strecke Ingolstadt – München beginnend im Herbst 2009 neben dem bewährten BU20-Balisen-Befestigungssystem (BBS) ein Balisenhalterungssystem (BHS) der Firma Vortok getestet. In beiden Systemen (BBS und BHS) sind in den Wintern 2009/2010 sowie 2010/2011 Schäden durch Eisschlag aufgetreten, die die DB Netz AG veranlassten, die Versuche im laufenden Bahnbetrieb auszusetzen und sofort Untersuchungen zu den Umständen der Beschädigungen aufzunehmen. In der Folge wurden Verbesserungen der konstruktiven Ausführung veranlasst und parallel Vorgaben in Form von Spezifikationen und Lastenheften definiert.

Die Erstellung der Lastenhefte wurde durch Expertisen der DB Systemtechnik zu den Umweltauflagen und eine explizite Risikobewertung für BBS und BHS unterstützt. Aus den Vorgaben der TSI (Technische Spezifikation für die

Interoperabilität des transeuropäischen Eisenbahnsystems), Subset 036, sowie den bewerteten Risiken folgten die Lastenheftanforderungen, deren Einhaltung u. a. durch Eisbeschussversuche und eine Vierjahreszeiten-Erprobung nachzuweisen sind.

Mit Blick auf den Einsatz für die VDE 8 wurden durch Siemens und Vortok in den vergangenen beiden Jahren auf Grundlage der Lastenheftvorgaben verschiedene Produkte entwickelt und getestet. Nach Begutachtung der Lastenhefte und Prüfung durch das EBA werden aktuell die ersten Produkte beider vorgenannten Firmen zur Zulassung gebracht.

Es handelt sich hierbei um

- das BBS-Balisschutzsystem BSS85 von Siemens zum Einsatz bis 300 km/h auf der Festen Fahrbahn,
- das BHS Vortok, doppelt zum Einsatz bis 300 km/h und
- das BHS Vortok, einfach zum Einsatz bis 160 km/h.

Nach über einem Jahr Betriebserprobung mit kontinuierlichem Monitoring sind bisher keine negativen Veränderungen an den Systemen festgestellt worden, so dass der Nachweis der Einsatzreife als erbracht betrachtet werden kann.

Parallel laufen auch Entwicklungen bei anderen Firmen wie Alstom und Ansaldo und Bombardier Transportation, die ebenfalls den Lastenheftforderungen genügen und die vorgegebenen Nachweise, z. B. durch Eisbeschuss im Labor sowie eine erfolgreiche Vierjahreszeiten-Erprobung erbringen müssen.

2 Grundsätzliche Aufgaben der Eurobalise

Die Eurobalisen im Streckenbereich dienen:

- Der Weiterleitung von Informationen von der Strecke zum Fahrzeug (bezeichnet als Uplink). Diese Übertragungsrichtung wird momentan im Wesentlichen genutzt.

- Dem Empfang von Daten von einer Fahrzeugeinrichtung zur Streckenseite (Downlink). Dieser Übertragungsweg kann als Meldefunktion für den Zugverkehr dienen, wird aber momentan nur selten angewandt.

Die Komponenten Eurobalise im Streckenbereich und Balisenantenne auf dem Fahrzeug, zum Zwecke der Informationsübertragung, wird als „**Eurobalisen-Technik**“ bezeichnet.

Die Informationsübertragung der Eurobalisentechnik funktioniert nach dem magnetischen Transponder-Prinzip.

Auf dem Fahrzeug werden die Informationen von der Balisenantenne über die Empfangseinrichtung, dem Balisen Transmission Module (BTM), an das Fahrzeuggerät (ETCS-Einrichtung) weitergeleitet.

Bei der Datenübertragung von der Strecke zum Fahrzeug können beispielsweise folgende Informationen übertragen werden:

- Fahrweginformationen wie örtlich zulässige Geschwindigkeiten, Neigungen usw.,
- Signalinformationen,
- entsprechende Zielvorgaben für das Wirksamwerden übertragener Daten,
- Überwachungsfunktionen zum Bremsverlauf, Entfernungen zu folgenden Eurobalisen im betreffenden Streckenbereich,
- Meldefunktionen,
- spezielle netzbezogene Daten usw.

Eingesetzt werden Eurobalisen mit:

- festem Dateninhalt (Festdatenbalisen) sowie
- mit veränderbaren Dateninhalten (gesteuerte Balisen bzw. Transparentbalisen).

Die Eurobalise ist auf europäischer Ebene durch die European Rail Agency (ERA) standardisiert. Sie ist ein sicherheitsrelevantes Element des European Train Control System (ETCS).

Die Eurobalisen-Technik wird auch außerhalb von ETCS zur Informationsübertragung für verschiedene signaltechni-

sche Systeme, auch zur Ergänzung von Altsystemen der Zugbeeinflussung, genutzt.

3 Technische Merkmale der Eurobalise

Für die Informationsübertragung zum Fahrzeug (Uplink-Verfahren) werden Eurobalisen als Datenpunkte bezeichnet.

Die aus Eurobalisen bestehenden Datenpunkte im Streckenbereich können aus **einer Eurobalise (Einzelbalise)** bzw. **aus mehreren Balisen (Balisengruppe)** bestehen. Eine Balisengruppe kann bis zu **acht Eurobalisen** beinhalten.

Die Bezeichnung Datenpunkt gilt somit für die Einzelbalise als auch für eine Balisengruppe mit bis zu acht Eurobalisen.

3.1 Form der Eurobalise

Unterschieden wird in:

- Große Balise (Standard-Balise) und
- Kleine Balise (Reduced-Balise).

Abmaße und Gewicht von Balisen verschiedener bestimmter Hersteller sind in Tabelle 1 dargestellt.

3.1.1 Darstellung von Eurobalisen der einzelnen Hersteller

3.1.1.1 Eurobalise der Firma Siemens

Die Eurobalise S 21 (Bild 1 und 2) der Firma Siemens wird seit 1999 im Zusammenhang mit der Ausrüstung von Strecken für den bogenschnellen Verkehr zur Geschwindigkeitsüberwachung für NeiTech-Züge (GNT) eingesetzt. Sie kam auch auf der ETCS-Erprobungsstrecke Berlin – Halle/Leipzig zum Einsatz und wird momentan auf der HGV- und Ausbaustrecke Nürnberg – Ingolstadt – München zu Versuchszwecken mit verschiedenen Halterungssystemen verwendet.

Weiterhin kommt die Balise S 21 im Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 8 (VDE 8) zur Anwendung.

Außerdem ist die Balise S 21 für den automatischen Systemwechsel an verschiedenen Netzübergangsstellen zum Einsatz gekommen (siehe hierzu Kapitel 5.3).

Aufgrund der einheitlichen Montagevorgaben der DB AG für Eurobalisen kann die Balise S 21 bei Schäden oder Störungen zukünftig auch durch Eurobalisen anderer Hersteller ersetzt werden (siehe hierzu die Informationen in Abschnitt 6).

Balisentyp	Breite [mm]	Länge [mm]	Höhe [mm]	Gewicht [kg]
Standard-Balise, Fa. Ansaldo	403	523	40	10
kleine Balise, querliegend (bei DB im Einsatz) S 21, Fa. Siemens	450 (480)	260	40	3,8
kleine Balise, querliegend Fa. Bombardier	436	245	55	ca. 7
kleine Balise, querliegend Fa. Alstom	450	260 (318)	54 (59)	7

Tabelle 1: Typen von Eurobalisen



Bild 1: Balise S 21 der Firma Siemens

3.1.1.2 Eurobalise der Firma Ansaldo

Die Firma Ansaldo bietet eine Eurobalise der Standard-Bauform (große Bauform, Bild 4 und 5) an. Aufgrund der günstigeren Kopplung mit der Balisenantenne am Fahrzeug kann die Balise bei sehr hohen Geschwindigkeiten noch das Langteleogramm (siehe Kapitel 3.4) empfangen. Dies kann bei bestimmten Anwendungen vorteilhaft bezüglich der Anzahl der Balisen im Gleis sein, wenn die zu übertragende Datenmenge sehr groß ist. Wegen des höheren Gewichts und der Größe dieser Balise muss allerdings die schwierigere Montage berücksichtigt werden. Der Einsatz bei DB Netz erfolgt derzeit im Rahmen von Erprobungsanwendungen.

3.1.1.3 Eurobalise der Firma Bombardier

Die Firma Bombardier bietet nachstehende zwei Grundvarianten von Eurobalisen an:

- Eurobalise CBF 2000 bzw. CBF 2010 als Festdatenbalise und
- Eurobalise CBC 2000 bzw. CBC 2010 als steuerbare Balise.

Die Balisen CBF/CBC 2010 unterscheiden sich zum Vorgängermodell CBF/CBC 2000 dahingehend, dass sie die Debris Class A Bedingungen erfüllen sowie die äußeren Abmaße geringfügig geändert sind.

Eurobalisen der Firma Bombardier werden in einigen Ländern (z. B. der Schweiz) eingesetzt. Im Bereich der DB Netz AG ist die Anwendung der Eurobalisen der Fa. Bombardier in Vorbereitung. Angemerkt werden muss, dass der Lochabstand zur Montage der Balise nicht der Vorgabe bei der DB AG entspricht (Bild 6), so dass ein Austausch durch Balisen anderer Hersteller am Montageort nicht direkt möglich ist. Die Firma Bombardier bietet deshalb für die Montage spezielle Adapter an, deren Eignung bei der DB Netz AG noch nachzuweisen ist (Bild 7).



Bild 2: Montage Balise S 21 auf Betonschwelle sowie auf Stahlschwelle



Bild 3: Prüfung der Balise S 21 mit tragbarem Prüfgerät (TPG) der Firma Siemens



Bild 4: Standard-Balise der Firma Ansaldo; Montage auf Zweiblock- und Holzschwellen für die Transition, Übergang POS

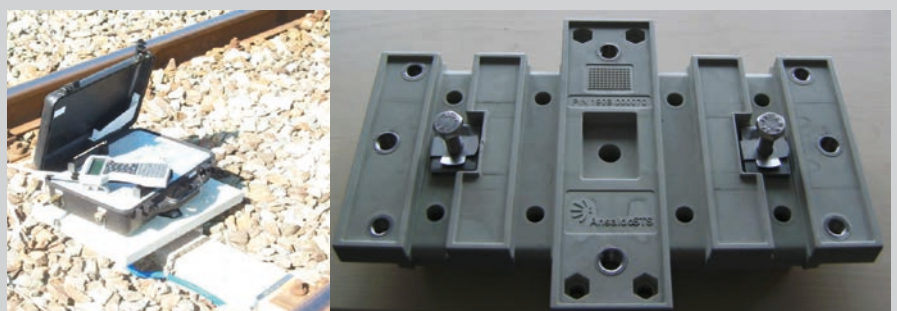


Bild 5: Standard-Balise der Firma Ansaldo bei Montage auf Betonschwelle und aufgesetzter Prüftechnik sowie Montageadapter für Betonschwellen

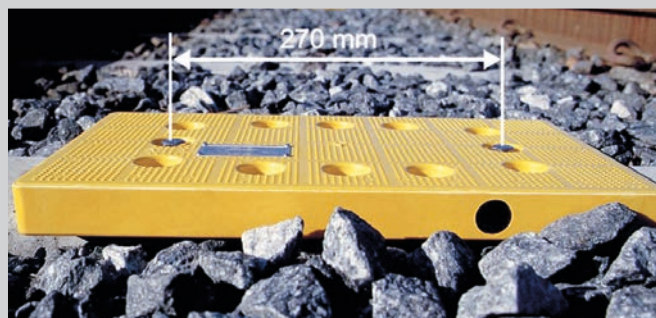


Bild 6: Reduced-Balise der Firma Bombardier auf Betonschwelle



Bild 7: Montage Balise der Firma Bombardier mit Befestigungsklammer um Betonschwelle



Bild 8: Standard-Balise der Firma Alstom

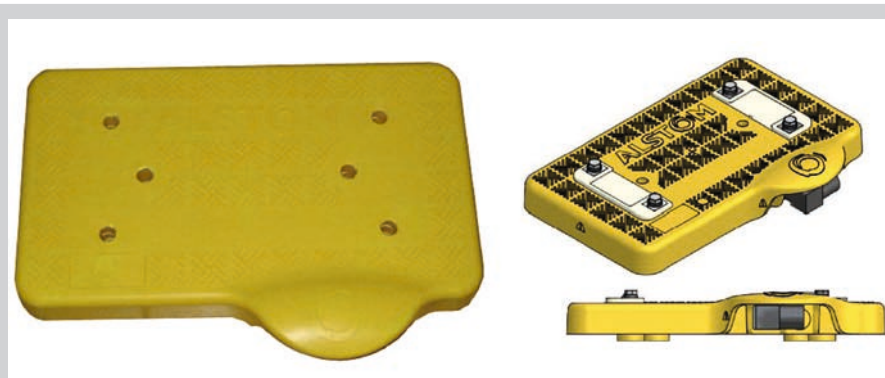


Bild 9: Reduced-Balise der Firma Alstom

3.1.1.4 Eurobalise der Firma Alstom

Die Firma Alstom bietet sowohl eine Balise der Standard-Bauform (Bild 8) als auch eine Balise der kleinen Bauform an (Bild 9). Die Balise der Standardbauform ist eine Weiterentwicklung der bereits in einigen Ländern genutzten Übertragungsvariante der nationalen KER-Systeme. Die Übertragungsbedingungen sind ähnlich wie bei der standardisierten Eurobalise; die Übertragungsfrequenzen wurden bei der Eurobalisen-Technik geringfügig korrigiert und die Modulartonsart wurde verändert. Die KER-Systeme sind noch in Frankreich (System KVB) sowie in den nordischen Ländern (Schweden, Norwegen und Finnland) vorhanden.

Die Kleine Balise der Firma Alstom wird analog zu Reduced-Balisen anderer Hersteller im Wesentlichen mit ihrer Längsseite quer zur Gleisachse montiert (Bild 9).

Der Ersteinsatz der Kleinen Balise von Alstom für die künftige Anwendung bei der DB Netz AG erfolgt im Rahmen der Erprobung bei der Transition im Bereich des Netzübergangs Emmerich (DB Netz) – Zevenaer (ProRail). Für die Montage der Balise ist die Anwendung eines Befestigungsadapters (H-Halter) vorgesehen (Bild 10).

3.2 Übertragungsprinzip der Eurobalise

Eurobalisen besitzen keine eigene Energieversorgung. Die erforderliche Energie zum Senden der Daten (Uplink) bzw. zum Empfang von Informationen (Downlink) erhält die Eurobalise über die Balisenantenne am Fahrzeug. Hierzu wird vom Balisen Transmission Module (BTM) eine Sendespeisefrequenz von 27,095 MHz generiert, welche über die Balisenantenne ausgesendet wird und beim Überfahren über die Eurobalise eine Spannung in deren Empfangsantenne erzeugt. Somit werden die Funktionen der Balise, Senden oder Empfangen von Telegrammen, wirksam geschaltet.

3.3 Übertragungsbedingungen der Eurobalisen-Technik

3.3.1 Uplink

Nach Wirksamschaltung der Eurobalise durch Energieübertragung von der Balisenantenne erfolgt die Antwort der Balise über ein modulierte Magnetfeld mittels Frequenzumtastung FSK (Frequency Shift Keying):

- Grundfrequenz: 4,237 MHz,
- binär logisch „1“ + 0,282 MHz,
- binär logisch „0“ - 0,282 MHz.

3.3.2 Downlink

Diese Informationsübertragung erfolgt durch Amplitudenmodulation des 27,095-MHz-Magnetfeldes. Die Kommunikation zwischen Fahrzeugantenne und Balise ist im Bild 11 dargestellt.

Das Datenübertragungssystem „Eurobalisen-Technik“ und seine Umgebung werden in Bild 12 aufgezeigt.

3.4 Übertragungsparameter der Eurobalise

Die Daten, welche von der Eurobalise zum Fahrzeuggerät gesendet werden (Uplink), sind in einem Datentelegramm zusammengefasst. Verwendet werden können die Datentelegramme als Kurz- oder Langtelegramm.

Die Verwendung der Telegrammtypen erfolgt in Abhängigkeit vom erforderlichen Dateninhalt, der Größe der Eurobalise (Standard-Balise oder Reduced-Balise) und der Höchstgeschwindigkeit im Streckenbereich.

■ Kurztelegramm:

341 bits, davon 210 Nutzbits für die Übertragung signaltechnischer Informationen.

■ Langtelegramm:

1023 bits, davon 830 Nutzbits für die Übertragung signaltechnischer Informationen.

Die Nutzinformationen (signaltechnischen Informationen) werden in 10-bit-Zeichen geteilt, die nach der Shaping- und Scrambling-Transformation durch je 11 bit repräsentiert werden. Somit ergibt sich für das Langtelegramm ein Block von $913 = 83 \cdot 11$ bit und für das Kurztelegramm ein Block von $231 = 21 \cdot 11$ bit. Darstellung des Datenvolumens der Eurobalise:

- kodierte Datenbits
 - Verarbeitungs-, Kontroll- und Prüfbits,
 - Kontrollbits (Cb, 3 bit),
 - Scramblingbits (Sb, 12 bit),
 - Extra Shapingbits (Esb, 10 bit),
 - Checksumme (CheckBits, 85 bit).
- Scramblingverlust
 - 83 bzw. 21 bits.

Die Summe aus Nutzdaten, Verarbeitungs-, Kontroll- und Prüfbits sowie dem Scramblingverlust ergeben den verfügbaren Dateninhalt der Eurobalise.

Die Funktion der Datenübertragung ist bis 500 km/h gewährleistet. Erreicht wird dies mit einer Datenübertragungsrate von 564,48 k bit/s.

Beim Überfahren der Balise durch die Antenne des Fahrzeugs werden die Telegramme zyklisch wiederholt. Zum Schutz gegen Übertragungsfehler werden die Nutzdaten kodiert (Scramblingcode mit



Bild 10: Montage kleine Balise von Alstom auf Betonschwelle mit H-Halter

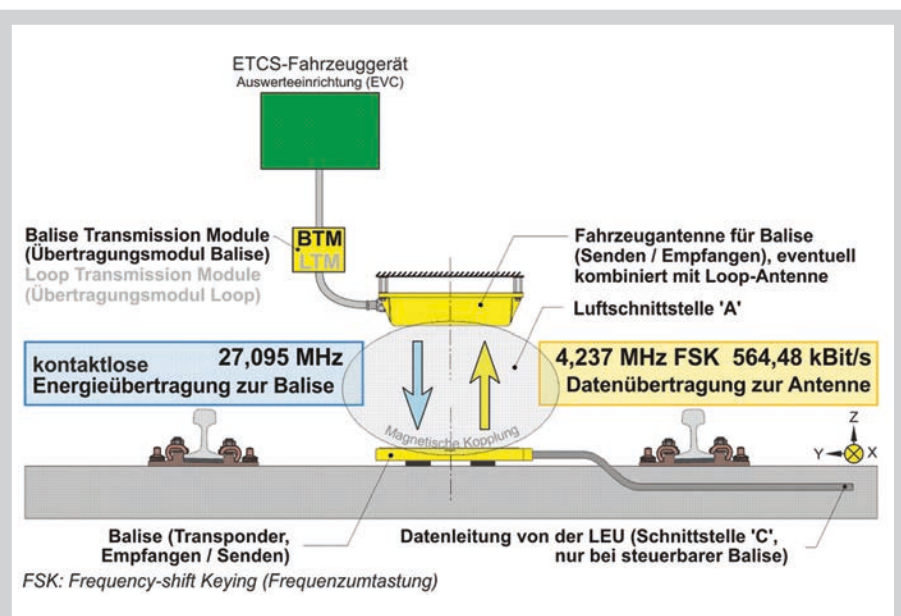


Bild 11: Prinzipdarstellung Datenübertragung über Eurobalisen-Technik

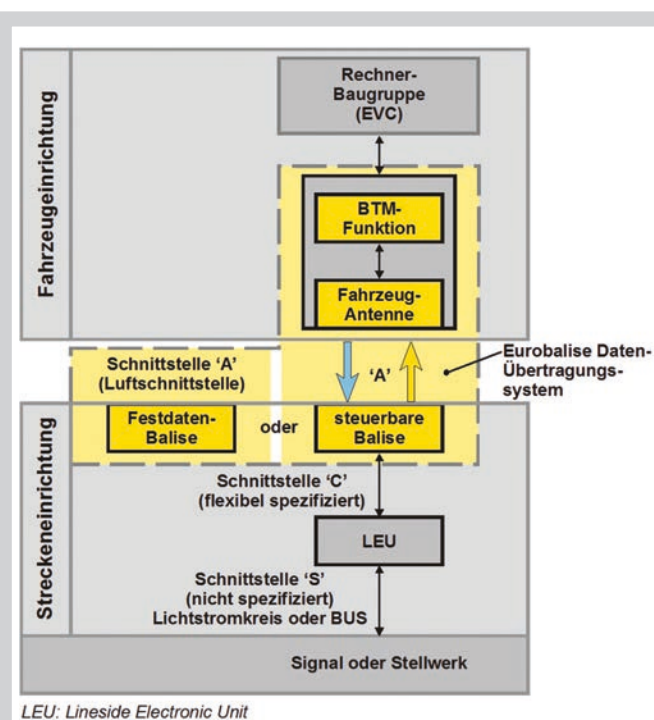


Bild 12: Datenübertragungssystem Eurobalisen-Technik und Umgebung

LEU: Lineside Electronic Unit

unterschiedlichen Hamming-Distanzen). Eine Überprüfung der Richtigkeit der Informationen erfolgt durch Prüfung mittels Prüfsummen.

Eine Informationsübertragung von der Strecke zum Fahrzeug (Uplink) wird dann im ETCS-Fahrzeuggerät (EVC) als richtig registriert, wenn mindestens zwei Telegramm-Datenzyklen ordnungsgemäß empfangen wurden.

3.5 Aufbau des Datentelegramms

- Das Datentelegramm wird je nach zu übertragender Information in Datenpakete zusammengestellt.
- Die Datenpakete sind europäisch standardisiert (gemäß Vorgaben ETCS/ERTMS). Allerdings gibt es durch mehrere Entwicklungs- und Abstimmungsstufen unterschiedliche Programmiersprachen, welche untereinander nicht immer kompatibel sind. So wurde für den Einsatz bei der Geschwindigkeitsüberwachung für Neutech-Züge (GNT) im Bereich DB Netz noch die Programmiersprache „0“ verwendet, deren Daten mit der heute gültigen Version nicht mehr lesbar sind.
- Vorangestellt wird den Datenpaketen der Paketkopf (Header).
- Das Ende der Informationseingabe wird mit dem Datenpaket 255 (End of information) abgeschlossen.

Einige Beispiele zu häufig verwendeten Datenpaketen

- Datenpaket 3 (National Values; netzbezogene Informationen)
- Datenpaket 5 (Linking Information; Verkettung zu folgendem Datenpunkt)
- Datenpaket 12 (ETCS Level 1, Movement Authority; Fahrtinformation)
- Datenpaket 15 (ETCS Level 2, Movement Authority; Fahrtinformation)
- Datenpaket 21 (Gradient Profile; Neigung im Streckenbereich)
- Datenpaket 27 (Static Speed Profile, statische Geschwindigkeit)
- Datenpaket 41 (Level Transition Order; Wechsel der Zugbeeinflussung)
- Datenpaket 42 (Session Funktion; Funkaufbau zum RBC)
- Datenpaket 44 (Verwendung nationaler Informationen)
- Datenpaket 45 (Netzregistrierung; Umschaltung zum nationalen Funknetz)
- Datenpaket 65 (Temporary Speed Restriction; Langsamfahrstelle)

- Datenpaket 67 (Track Condition Big Metal Masses; Berücksichtigung großer Metallflächen im Streckenbereich)
- Datenpaket 72 (Plain Text Message; Textinformation für den Triebfahrzeugführer (Tf))
- Datenpaket 80 (Mode profile associated to an MA; Betriebsangaben zu einer Nachricht)

4 Anordnung der Balisen im Streckenbereich

Neben den Montagebedingungen zur Lage der Eurobalise im Gleisbereich (siehe Kapitel 6) sind für die Anordnung der Balisen in den Spezifikationen ETCS bestimmte Regularien festgelegt worden.

4.1 Zuordnung der Eurobalisen im Datenpunkt

In einem Datenpunkt ist der Abstand der Balisen bei Balisengruppen gemäß Spezifikation ETCS wie in Tabelle 2 vorgegeben.

In Bezug auf die Schwellenteilung können die Vorgaben in Tabelle 3 genutzt werden.

4.2 Abstände zwischen Datenpunkten

Gemäß ETCS-Spezifikationen (Subset 036) sind bezüglich der Informationsaufnahme und -auswertung entsprechende Abstände zwischen den Datenpunkten einzuhalten. Der Abstand zwischen zwei Datenpunkten (Folgeabstand) muss mindestens einem Wert entsprechen, welcher die korrekte Auswertung der Nachricht (Message) ermöglicht.

Diese Forderung gilt auch für aufeinander folgende Datenpunkte (gleiches Gleis), auch wenn diese unterschiedlichen Fahrtrichtungen zugeordnet sowie unterschiedlichen Systemen zugehörig sind.

Bild 13 aus dem Subset 036 zeigt für eine Balisengruppe mit vier Eurobalisen die Bedingungen zur Informationsverarbeitung im Übertragungsbereich Eurobalisen-Technik.

$$t_1 \text{ bis } t_3 \text{ (bzw. } t_n) =$$

Zeit, die bei der Überfahrt von einer zur anderen Balise verstreicht, wobei die maximal mögliche Strecke zur Informationsübertragung („Side lobe zone“: bis von 1,3 m von der Mitte der Balise aus gerechnet) angesetzt wird.

$$T_1 \text{ bis } T_4 \text{ (bzw. } T_n) =$$

Maximale Verzögerungszeit von 100 ms für die Informationsübertragung; wiederum unter Berücksichtigung der

lfd. Nr.	Örtliche Strecken- höchstgeschwindigkeit nach VZG	Abstand zwischen Balisen		Eurobalise	
		Regel- abstand	Höchstwert (Ausnahme)	kleine Bauform	große Bauform
	[km/h]	[m]	[m]	/	/
1	≤ 180	2,3 bis 6	2,3 bis 12	x	–
2	≤ 180	2,6 bis 6	2,6 bis 12	–	x
3	180 < v ≤ 300	3 bis 6	3 bis 12	x	x
4	300 < v ≤ 500	5 bis 6	5 bis 12	x	x

Tabelle 2: Zulässige Abstände der Balisen in der Balisengruppe

Schwellenteilung [m]	0,60	0,63	0,65	0,70
Mindestabstände		Schwellen		
Kleine Bauform bis 180 km/h	4	4	4	4
Große Bauform bis 180 km/h	5	5	4	4
bei mehr als 180 km/h bis 300 km/h	5	5	5	5
bei mehr als 300 km/h bis 500 km/h	9	8	8	8
Maximalabstände		Schwellen		
Regelabstand bis 6 m	10	9	9	8
Höchstwert (Ausnahme) bis 12 m	20	19	18	17

Tabelle 3: Abstände der Balisen in der Balisengruppe bezüglich Schwellenabstand

Länge der Übertragungsstrecke („Side lobe zone“: 1,3 m von der Mitte der Balise aus gerechnet).

Δt_1 bis Δt_3 (bzw. Δt_n) =

Differenzen zwischen den Zeiten t_1 bis t_3 und T_1 bis T_3 . Maßgebend für den erforderlichen Abstand des Datenpunktes (hier mit vier Balisen dargestellt) zu einem folgenden Datenpunkt ist die angefallene Zeit Δt_3 zuzüglich der Verzögerungszeit von 100 ms für die Balise 4 (T_4).

Um die Informationsverarbeitung und anschließend den Abstand zu einem folgenden Datenpunkt zu ermitteln, wird der Vergleich durchgeführt zwischen

- dem Verarbeitungsweg der Balise im Datenpunkt unter Zugrundelegung der örtlich zulässigen Geschwindigkeit sowie der Bedingung gemäß Bild 13
- Berechnung des Weges der Informationsverarbeitung:

$$(v_{\text{örtlich zulässig}} : 3,6) \times 0,1$$

→ Angabe in [m]

und

- dem festgelegten Abstand der jeweils benachbarten Balisen im Gleis.

In nachfolgender Tabelle 4 wurden die Informationsverarbeitungswege ermittelt. Für die Ermittlung der Informationsverarbeitung als Voraussetzung für die Festlegung des Abstandes zu einem folgenden Datenpunkt (Folgeabstand DP) ist zu beachten:

- Die Informationsverarbeitung einer Balise bezüglich der folgenden Balise im DP ist abgeschlossen, wenn der Abstand zwischen den beiden Balisen gleich oder größer ist als der Wert in Tabelle 4.
- Fehlende Verarbeitungswege (Überhänge Δt) aufgrund eines nicht ausreichenden Abstandes zwischen den Balisen müssen bei der Informationsverarbeitung der folgenden Balisen des DP berücksichtigt werden.
- Fehlende Verarbeitungswege (Überhänge Δt) rückliegender Balisen können bei größeren Abständen zwischen den Balisen (größer als der Verarbeitungsweg gemäß Tabelle 4) teilweise oder vollständig ausgeglichen werden, so dass nur Restbeträge oder keine Überhänge bei der folgenden Balise des DP zu berücksichtigen sind.
- Eine Nutzung größerer Abstände zwischen Balisen des DP zum Ausgleich folgender Überhänge Δt eines DP sind logischerweise nicht möglich, da die Informationsverarbeitung der folgenden Balisen immer wieder von Neuem berücksichtigt werden muss.
- Bei der letzten Balise des DP müssen Restbeträge von Überhängen (fehlende Verarbeitungswege Δt_{n-1}) zum Verarbeitungsweg dieser Balise (Weg sie-

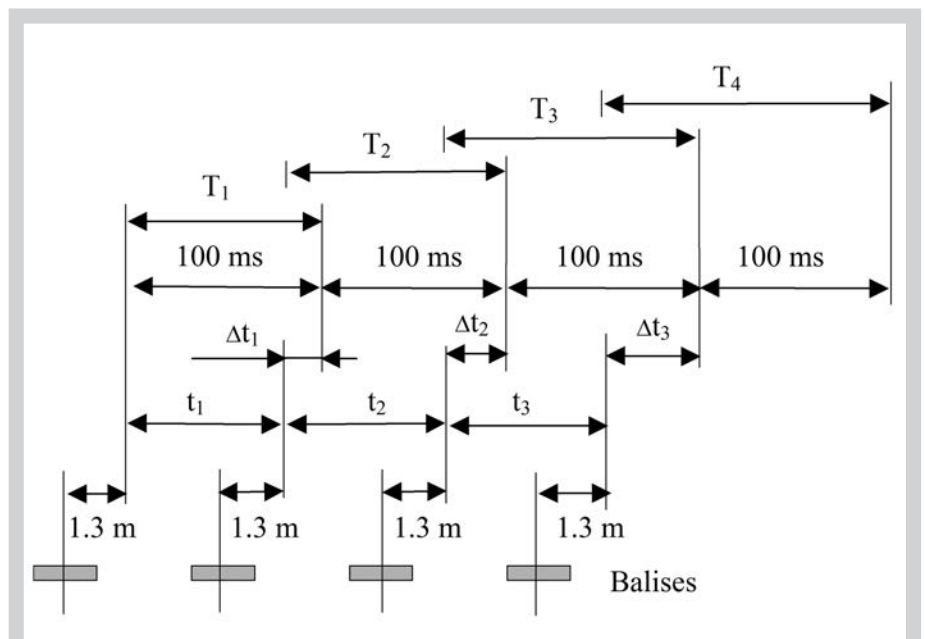


Bild 13: Darstellung aus Subset 036 bezüglich Überfahrt über einen Datenpunkt mit vier Balisen

he Tabelle 4) addiert werden und ergeben somit Δt_n .

- Zusätzlich muss der Einflussbereich (Empfangsbereich = side-lobe-Zone) von 1,3 m der Balise (siehe hierzu Bild 13) einmal bei der Informationsverarbeitung berücksichtigt werden (sinnvollerweise sollte dies bei der letzten Balise des DP geschehen).
- Der Wert für den Abstand zu einem folgenden Datenpunkt im Gleisbereich ermittelt sich unter Berücksichtigung:
 - der Restbeträge der Überhänge Δt_n ,

- zuzüglich einmal 1,3 m Empfangsbereich (side-lobe) für die Balisen im DP,

- zuzüglich nochmals 1,3 m side-lobe-Zone der Balise des im Gleis folgenden Datenpunktes.

- Analog ist diese Betrachtung für den im Gleis folgenden DP vorzunehmen; maßgebend für den Folgeabstand ist der größte ermittelte Wert.

Am Beispiel in Bild 14 werden die Ermittlung des Verarbeitungsweges und der Folgeabstand zur nächsten Balise eines DP aufgezeigt.

lfd. Nr.	$v_{\text{(örtlich zulässig)}}$ [km/h]	Erforderlicher Verarbeitungsweg [m]	lfd. Nr.	$v_{\text{(örtlich zulässig)}}$ [km/h]	Erforderlicher Verarbeitungsweg [m]
1	90	2,50	15	230	6,39
2	100	2,78	16	240	6,67
3	110	3,06	17	250	6,95
4	120	3,34	18	260	7,23
5	130	3,62	19	270	7,50
6	140	3,89	20	280	7,78
7	150	4,17	21	290	8,06
8	160	4,45	22	300	8,34
9	170	4,73	23	310	8,62
10	180	5,00	24	320	8,89
11	190	5,28	25	330	9,17
12	200	5,56	26	340	9,45
13	210	5,84	27	350	9,70
14	220	6,12	28	360	10,00

Tabelle 4: Datenverarbeitungsweg Balise in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

Beispiel: Datenpunkt (DP) mit 5 Balisen

$v = 180 \text{ km/h}$; erforderlicher Verarbeitungsweg $= (180:3,6) \times 0,1 = 5,00 \text{ m}$

Balisenabstände			
1 zu 2	2 zu 3	3 zu 4	4 zu 5
[m]	[m]	[m]	[m]
5,00	3,60	6,00	2,40

Informationsverarbeitung (Überhänge)					
Δt_1	Δt_2	Δt_3	Δt_4	letzte Verarbeitung $\Delta t_4 + \text{Verarbeitung} + 1,3$ fünfte Balise	Folgeabstand (aufeinanderfolgende Balisen zweier DP)
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0,00	1,40	0,40	-3,00	9,30	10,60

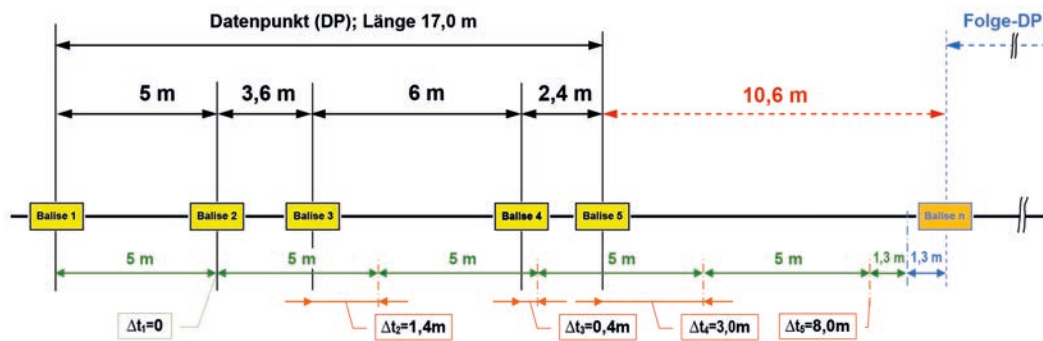


Bild 14: Beispiel: Verarbeitungsweg und Folgeabstand für Datenpunkt mit fünf Balisen

4.3 Montage der Eurobalise im Bereich von Führungs- und Schutzschienen

Datenpunkte (Balisen) dürfen in bestimmten Bereichen von Führungen bzw. Schutzschienen (Guard Rails) bei zum Teil reduziertem Metallfreiraum angeordnet werden, wenn die Ausführung des Oberbaues bestimmte Anforderungen erfüllt und ein Trennschnitt in der Führungsschiene bzw. Schutzschiene möglich und zulässig ist.

Im Bereich von Fangvorrichtungen bzw. Einläufen ist die Anordnung von Datenpunkten unzulässig. Fangvorrichtungen

gen bzw. Einläufe befinden sich an den Endseiten der Führung bzw. der Schutzschiene.

Gemäß Spezifikation ETCS, Subset 036, sind folgende Vorgaben zu beachten: Für die Gewährleistung sowohl Übersprechschutz (cross-talk-Schutz) und zuverlässige Übertragung ist die Führungs- bzw. Schutzschiene im Bereich der Balise mit einem Trennschnitt versehen, so dass eine Lücke von mindestens 20 mm entsteht.

Ein solcher Schnitt muss $\pm 300 \text{ mm}$ in der X-Richtung von der Z-Referenzmarke der Balise erfolgen (siehe Abstand dx in Bild 15).

- In der Y-Richtung, von der Z-Referenzmarke der Balise gemessen, muss ein Abstand frei von Metallteilen gewährleistet werden. Dabei gilt:
 - $d_y \geq 300 \text{ mm}$ für die große Balise
 - $d_y \geq 320 \text{ mm}$ für die kleine Balise, Quermontage
 - $d_y \geq 220 \text{ mm}$ für die kleine Balise, Längsmontage
- Auf einem Niveau von 100 mm zu den X- und Y-Referenzmarken ist ein Abstand von mindestens 190 mm einzuhalten.
- Wenn die Schutzschiene nicht parallel zur Balise verläuft, gilt die kürzeste Entfernung zur Führungs- bzw. Schutzschiene.

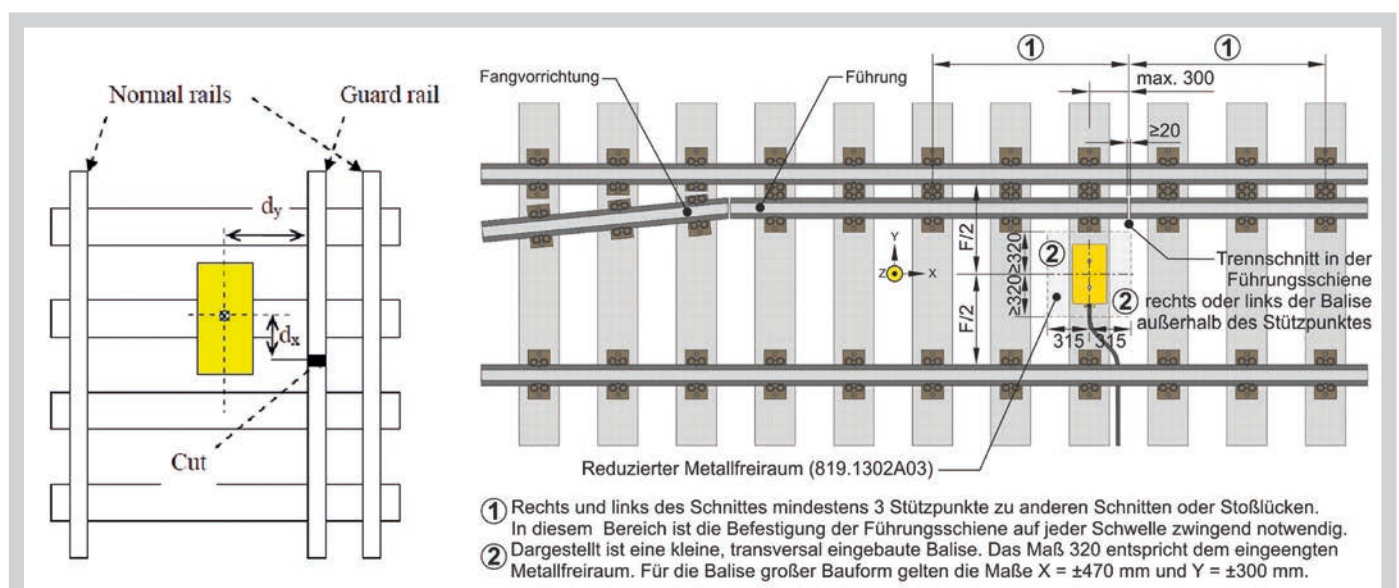


Bild 15: Vorgabe der Bedingungen zum Trennschnitt in Subset 036 und Darstellung für Ausführung bei DB Netz

- Es ist weiterhin dabei darauf zu achten, dass die Erdung von Fahr- und Schutzschienen bzw. Führungen nicht die Datenübertragung behindert, die Erdungsfunktion aber gewährleistet ist. Gegebenenfalls sind hierfür neue Erdungsanschlüsse erforderlich.

Bild 16 zeigt die Ausführung von Trennschnitten an zwei verschiedenen Bereichen des Oberbaus.

5 Einsatzbereiche für Eurobalisen im Bereich Zugsicherung

Die Eurobalise ist bei vielen Bahnen in Europa, Asien und Afrika bereits seit Jahren im Einsatz.

In den folgenden Kapiteln wird der Einsatz für die verschiedenen Anwendungen bei der DB AG beschrieben. Dabei wird auf bereits im Einsatz befindliche sowie auf zukünftig vorgesehene Systemanwendungen eingegangen.

5.1 Geschwindigkeitsüberwachung für NeiTech-Züge (GNT)

Die **Geschwindigkeitsüberwachungseinrichtung für die NeiTech-Züge (GNT)** ist gemäß Auflage des Bundesministeriums für Verkehr (BMV), erstmalig erlassen mit Schreiben vom 31. Oktober 1992 für Fahrzeuge der BR 610, für das bogenschnelle Fahren erforderlich. Es ist hierin vorgegeben, dass die **örtlich zulässigen Geschwindigkeiten** für das **ES-Profil** (Fahrprofil für erhöhte Seitenbeschleunigung) **kontinuierlich zu überwachen** sind.

Durch die gleisbogenabhängige Wagenkastensteuerung können entsprechend den örtlichen Gegebenheiten höhere Geschwindigkeiten gegenüber Zügen mit **Regelseitenbeschleunigung (RS-Profil)** in Gleisbögen zugelassen werden. Die Überwachung dieser Geschwindigkeiten erfolgt unabhängig von der ortsfesten Signalisierung bis 160 km/h mittels der GNT. Voraussetzung ist die Ausrüstung der Strecke mit PZB, durch welche überwacht wird, ob bei einschränkenden Signalbegriffen die zulässige Geschwindigkeit der ortsfesten Signalisierung nicht überschritten bzw. nicht an Halt zeigenden Signalen vorbeigefahren wird.

Da mit dem für Geschwindigkeiten bis 160 km/h eingesetzten punktförmigen Zugbeeinflussungssystem die Überwachung des bogenschnellen Fahrens nicht realisiert werden kann, wurde hierfür ein Datenübertragungssystem vorgesehen. Die Informationsübertragung bei der GNT erfolgt zwar punktförmig, die Überwachung wird jedoch aufgrund der vorgegebenen Streckeninformationen kon-

tinuierlich bis zum folgenden GNT-Datenpunkt realisiert.

Von 1992 bis 1999 erfolgte die Übermittlung der GNT-Daten zur Überwachung der NeiTech-Züge beim bogenschnellen Betrieb ausschließlich über das Übertragungsmedium „Koppelspule“ (System ZUB 100 der Firma Siemens in der Variante ZUB 122).

In den Jahren 1997 bis 1999 begannen bei der DB Netz umfangreiche Erprobungen in Vorbereitung des Einsatzes der Eurobalisen-Technik zur Geschwindigkeitsüberwachung für NeiTech-Züge.

Mit dem Fahrplanwechsel im Mai 2000 wurde auf Fernverkehrsstrecken der bogenschnelle Betrieb mit NeiTech-Fahrzeugen ICE aufgenommen. Auf diesen Strecken kam somit dann erstmals bei der DB AG das nach europäischen Spezifikationen entwickelte Übertragungsmedium „Eurobalise“ zum Einsatz.

Auf den zwischenzeitlich ausgerüsteten Strecken mit GNT sind ungefähr 3000 Eurobalisen verlegt worden. Für den NeiTech-Betrieb im Nahverkehr sind 270 Fahrzeuge und für den Fernverkehr etwa 100 Fahrzeuge im Einsatz.

Aufgrund lauftechnischer Probleme erfolgt jedoch zurzeit kein bogenschneller Verkehr mit Zügen ICE-ET im Fernverkehr.

5.1.1 Realisierung des bogenschnellen Verkehrs durch Informationsübertragung mittels Eurobalisen-Technik

Der Telegrammaufbau für Datenübertragung mittels Eurobalisen-Technik bei der GNT wurde in Anlehnung an die Variante ZUB 122 (Informationsübertragung über Koppelspule) realisiert.

Die Fahrzeugeinrichtung für diese NeiTech-Überwachungsfunktion (ZUB 262, Siemens) beinhaltet eine spezielle Lösungsvariante, welche eigens für nationale Zugsicherungssysteme entwickelt wurde. Das Fahrzeuggerät kann mit verschiedenen Softwarelösungen auch andere nationale Zugsicherungssysteme nachbilden,

z. B. die Version ZUB 121 der SBB bzw. die Funktionalität Systemwechsel (Transition). Genutzt wird für die GNT das Übertragungsmedium Eurobalise (Eurobalisen-Technik) mit folgenden Besonderheiten:

- Aufgrund der frühen Anwendung des Systems Eurobalisen-Technik bei der DB AG wird für die GNT eine Programmversion verwendet, die mit den jetzigen ETCS-Anwendungen nicht kompatibel ist (Programmsprache Null!). Die GNT-Funktionen können somit nicht von ETCS-Geräten der jetzt gültigen Programmversion gelesen werden.
- Der für die Funktionalität wesentliche Telegramminhalt wird in einem besonderen Datenpaket für nationale Anwendungen abgelegt. Hierbei ist das Paket 44 für die Nominal-Richtung und das Paket 172 für die Reverse-Richtung (bei dieser Programmsprache gebildet aus Paket Nr. 44 und 128) zutreffend (siehe auch 5.1.3).
- Verwendet wird das Paket 44 zur Ablage der Informationen für die Hauptrichtung und das Paket 172 zur Ablage der Informationen für die Gegenrichtung eines GNT-Streckenabschnitts. Haupt- und Gegenrichtung eines GNT-Streckenbereichs werden vor der Planung festgelegt.
- Für diese nationalen Anwendungen wird europäisch eine Kennung beantragt, so dass diese Informationen nur das Fahrzeuggerät lesen kann, bei welchem auch die Auswertefunktionen realisiert sind.

In der Schweiz (System EuroSignal/EuroZUB) und Belgien (System TBL 1+) sind ähnliche, nationale Anwendungen im Einsatz.

5.1.2 Betriebsprogramm der Geschwindigkeitsüberwachung für NeiTech-Züge (GNT) der DB AG

Mit dem Betriebsprogramm der GNT werden folgende, grundsätzliche Aufgaben verwirklicht:



Bild 16: Trennschnitt bei K-Oberbau auf Holzschwellen und bei Führung auf Fester Fahrbahn Rheda 2000

- ständige Überwachung der im Streckenabschnitt zulässigen Höchstgeschwindigkeit bei Fahrten mit erhöhter Seitenbeschleunigung (ES Profil),
- bei Ausfall der Neigetechnik (GS) sowie bei Bremsstörungen erfolgt eine Überwachung der Zugfahrten auch im Regelprofil (RS Profil),
- Ankündigung und Überwachung der Geschwindigkeitswechsel bei Geschwindigkeitsverringerung,
- Unterdrückung der PZB-Funktion in der I 60 R bzw. LZB 80/180, sofern Geschwindigkeitswechsel mit PZB gesichert sind (z.B. Verhinderung der Wirkung des Gleismagneten bei PZB-Geschwindigkeitsüberwachungen),
- automatische Bremsung des Zuges bei fehlender oder fehlerhafter Informationsübertragung von den GNT-Streckendatenpunkten sowie
- Überwachung der Fahrzeughöchstgeschwindigkeit auf 100 km/h bei Ausfall des LZB 80/180- bzw. I60 R-Gerätes.

Im Bild 17 ist schematisch das grundsätzliche GNT-Betriebsprogramm dargestellt.

5.1.3 GNT-Streckeneinrichtungen

Folgende Bedingungen sind bei Einsatz der Eurobalise für die GNT vorhanden:

- Datenpunkte mit zwei Balisen (Balisengruppen) werden zur Aufnahme bzw. zur Wiederaufnahme (z.B. bei Einfahrten aus dem nicht ausgerüsteten Gleiswechselbetrieb) in die Überwachung eingesetzt.
- Balisengruppen beinhalten als erste Balise einen Punkt ohne Informationsinhalt für den Fahrtverlauf (eine sogenannte Markierungsbalise). Das Besondere an dieser Markierungsbalise ist, dass diese für alle Balisengruppen universell eingesetzt werden kann und dass diese keine Identifikationsnummer (ID) besitzt. Diese Variante ist für Anwendungen in der jetzt gültigen Programmsprache

nicht mehr möglich, da in jeder Balise einer Balisengruppe die gleiche ID programmiert sein muss.

- Die zweite Balise in der Balisengruppe enthält die Information für die GNT.
- Zur fortlaufenden Überwachung werden Datenpunkte mit nur einer Balise (Einzelbalisen) eingesetzt.

Da die Eurobalisen in Gleismitte verlegt sind, ist ein fahrtrichtungsabhängiges Erkennen von Einzelbalisen nicht gewährleistet. Um die Streckeninformationen in der GNT-Fahrzeugeinrichtung eindeutig zuzuordnen, wird eine Richtungsinformation zur Übertragung von der Strecke zum Fahrzeug gebildet.

Wie bereits unter 5.1.1 beschrieben, werden in Paket 44 die Informationen für die Hauptrichtung der Strecke (Nominal-Richtung) und in Paket 172 für die Gegenrichtung der Strecke (Reverse-Richtung) programmiert. Je nachdem wie der Zug die Balisengruppe befährt, werden die Informationen „nominal“ oder „reverse“ gelesen.

Zur Erkennung der Fahrtrichtung bei Einsatz von Einzelbalisen wird im rückliegenden Datenpunkt die Information übertragen, welcher Dateninhalt zutreffend ist. Bei Vorgabe der Information „nominal“ in der rückliegenden Balise ist das Datenpaket 44 zutreffend und bei Vorgabe der Information „reverse“ in der rückliegenden Balise das Datenpaket 172. Es wird somit nur das vorher bestimmte Datenpaket in der befahrenen Balise ausgewertet.

Weitere Zielkennungen für die folgende Einzelbalise sind die Balisen-ID und die Zielentfernung.

Balisengruppen werden immer zur Aufnahme bzw. Wiederaufnahme in die GNT eingesetzt. Die Informationsauswertung (Datenpaket 44 oder 172) erfolgt hierbei je nach befahrener Richtung (Bild 18), unabhängig von der im rückliegenden Datenpunkt vorgegebenen Richtungsinformation.

Bild 19 zeigt die Ausrüstung der Strecken mit GNT für den bogenschnellen Verkehr (Stand 15. Dezember 2013). Der größere Anteil hierbei entfällt auf die Eurobalisen-Technik.

(Die Lücken bei der Ausrüstung in Streckenbereichen bedeuten, dass aufgrund des Streckenprofils keine zusätzliche GNT-Ausrüstung erforderlich ist).

5.1.4 GNT-Fahrzeugeinrichtung

Eingesetzt wird zur GNT-Überwachung mittels Eurobalisen-Technik das Fahrzeuggerät ZUB 262 von Siemens (Bild 20). Im Bild 21 werden die Zugbeeinflussungseinrichtungen sowie zusätzlich erforderliche Steuereinrichtungen auf den Fahrzeugen ICE ET 411/415 aufgezeigt.

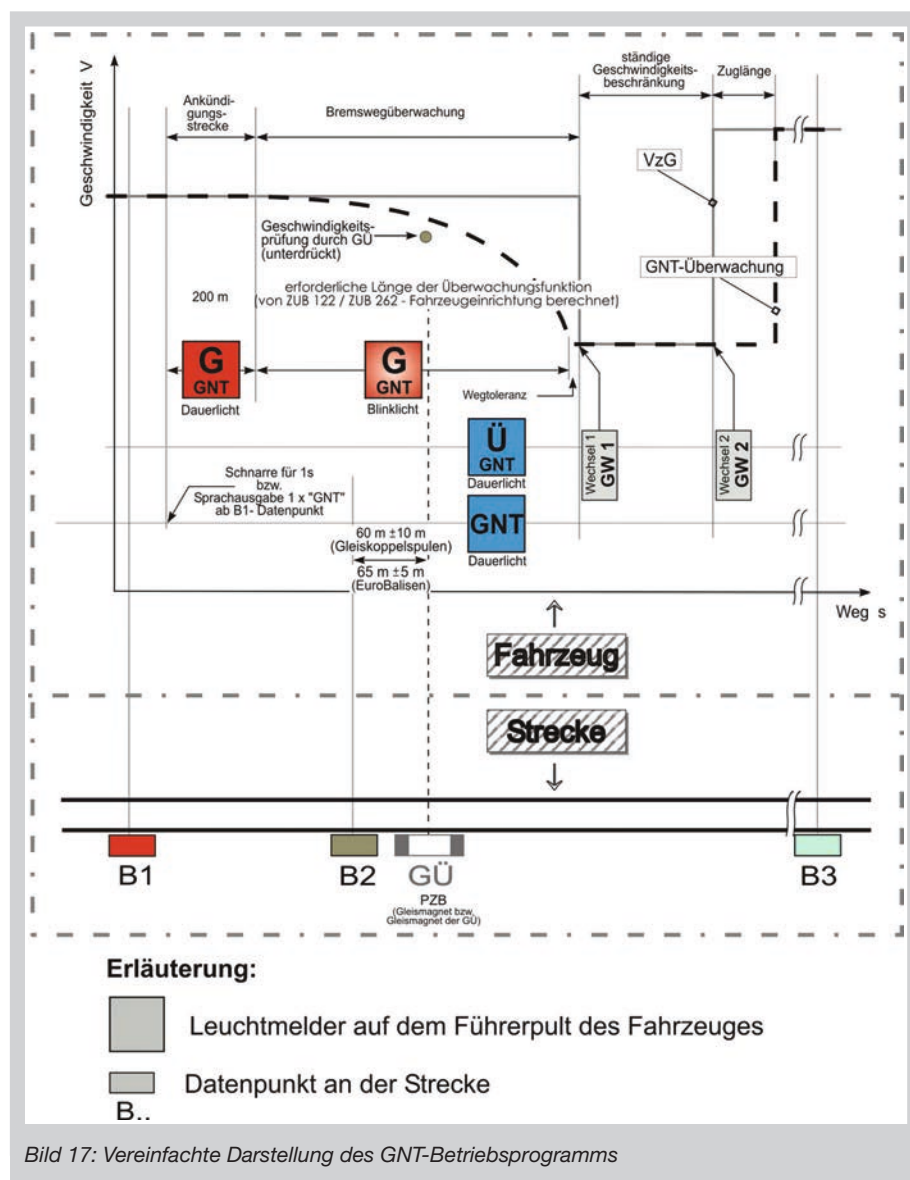


Bild 17: Vereinfachte Darstellung des GNT-Betriebsprogramms

5.2 Zugbeeinflussungssystem für die Berliner S-Bahn

Das Zugbeeinflussungssystem (ZBS) für die Berliner S-Bahn ist zur Ablösung der mechanischen Fahrsperrre bestimmt.

Der ETCS-Übertragungskreis (Eurobalisen-Technik) wird ebenfalls für das ZBS genutzt.

5.2.1 Systembedingungen

Die Systemauslegung des Zugsicherungssystems orientiert sich an den Festlegungen bzw. Empfehlungen zum ETCS der europäischen Bahnen und den Festlegungen dazu in den „System Requirement Specifications“ (SRS), Version 5A.

Für die Strecken- und Fahrzeugausrüstung der Berliner S-Bahn werden weitestgehend Systemkomponenten gemäß ETCS Level 1 verwendet.

Eingesetzt wird hier ein verdeckt arbeitendes Zugsicherungssystem auf Basis einer punktförmigen – oder optional kontinuierlichen – Datenübertragung von der Strecke zum Fahrzeug, unter Berücksichtigung einer kontinuierlichen und sicheren Geschwindigkeitsüberwachung.

Es besteht die Möglichkeit, mehrere, sich überlappende Geschwindigkeitsprofile von der Strecke zum Fahrzeug zu übertragen. Maßgebend ist dann die jeweils restriktivste Geschwindigkeit. Die Verfahrensweise wird u. a. bei erforderlichen Geschwindigkeitsreduzierungen im Streckenbereich (La-Stellen) angewandt, wo für den Zeitpunkt des Langsamfahrens zusätzliche (temporäre) Datenpunkte im Streckenbereich diese Informationen übertragen können.

5.2.2 Grundfunktionen des Systems

Folgende grundsätzliche Überwachungsfunktionen wurden beim System ZBS realisiert:

- Geschwindigkeitsüberwachung,
- Rollüberwachung,
- Überwachung der Überfahrt bei Halt zeigendem Signal sowie
- Zuglängenüberwachung.

5.2.2.1 Kontinuierliche Überwachung

Die Ist-Geschwindigkeit wird kontinuierlich weabhängig an jedem Ort der Strecke überwacht.

Die Überwachungsgeschwindigkeit ist das ZBS-Geschwindigkeitslimit. Das ZBS-Geschwindigkeitslimit ist der kleinste Wert aller momentan für einen Streckenpunkt gültigen Geschwindigkeitsbeschränkungen (siehe 5.2.2.2) einschließ-

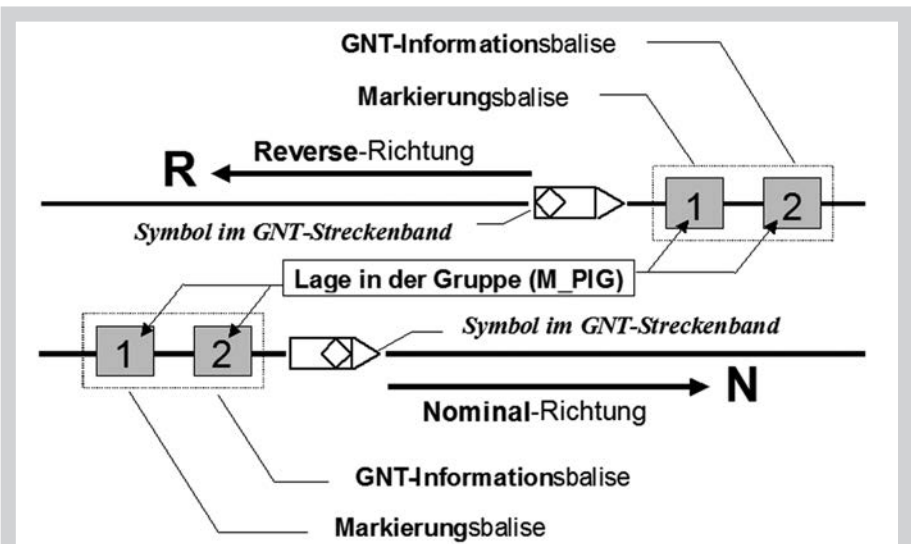


Bild 18: Darstellung zur Fahrtrichtungszuordnung bei der GNT

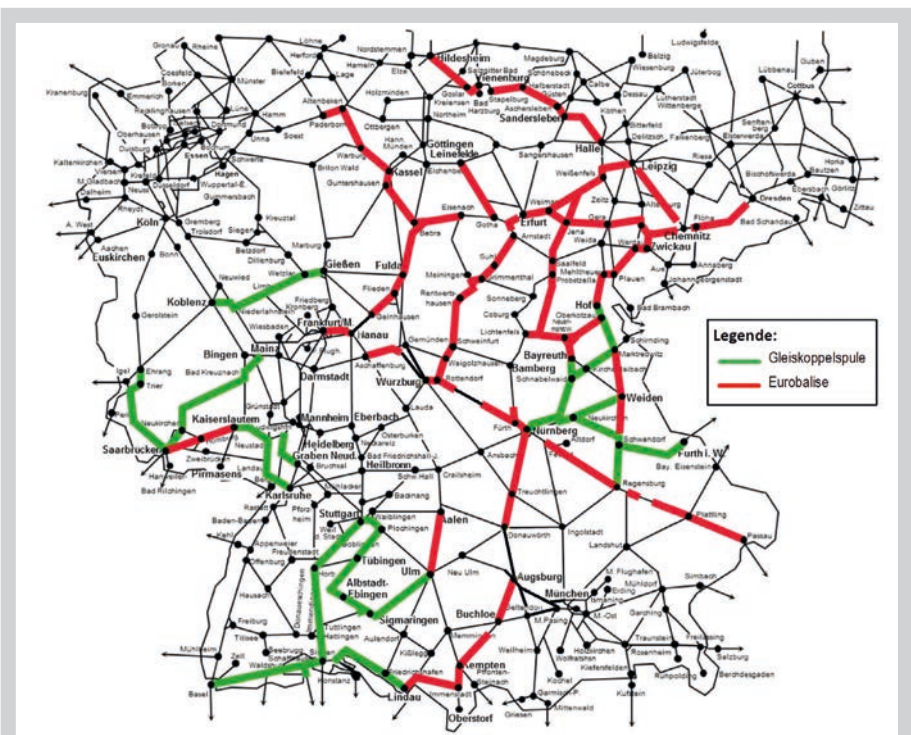
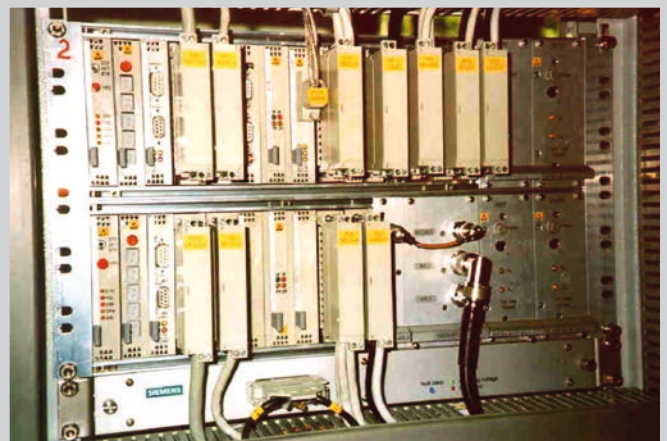


Bild 19: GNT-Ausrüstung für den NeiTech-Verkehr

Bild 20: GNT-Steuer-einrichtung ZUB 262 auf NeiTech-Fahr-zeugen



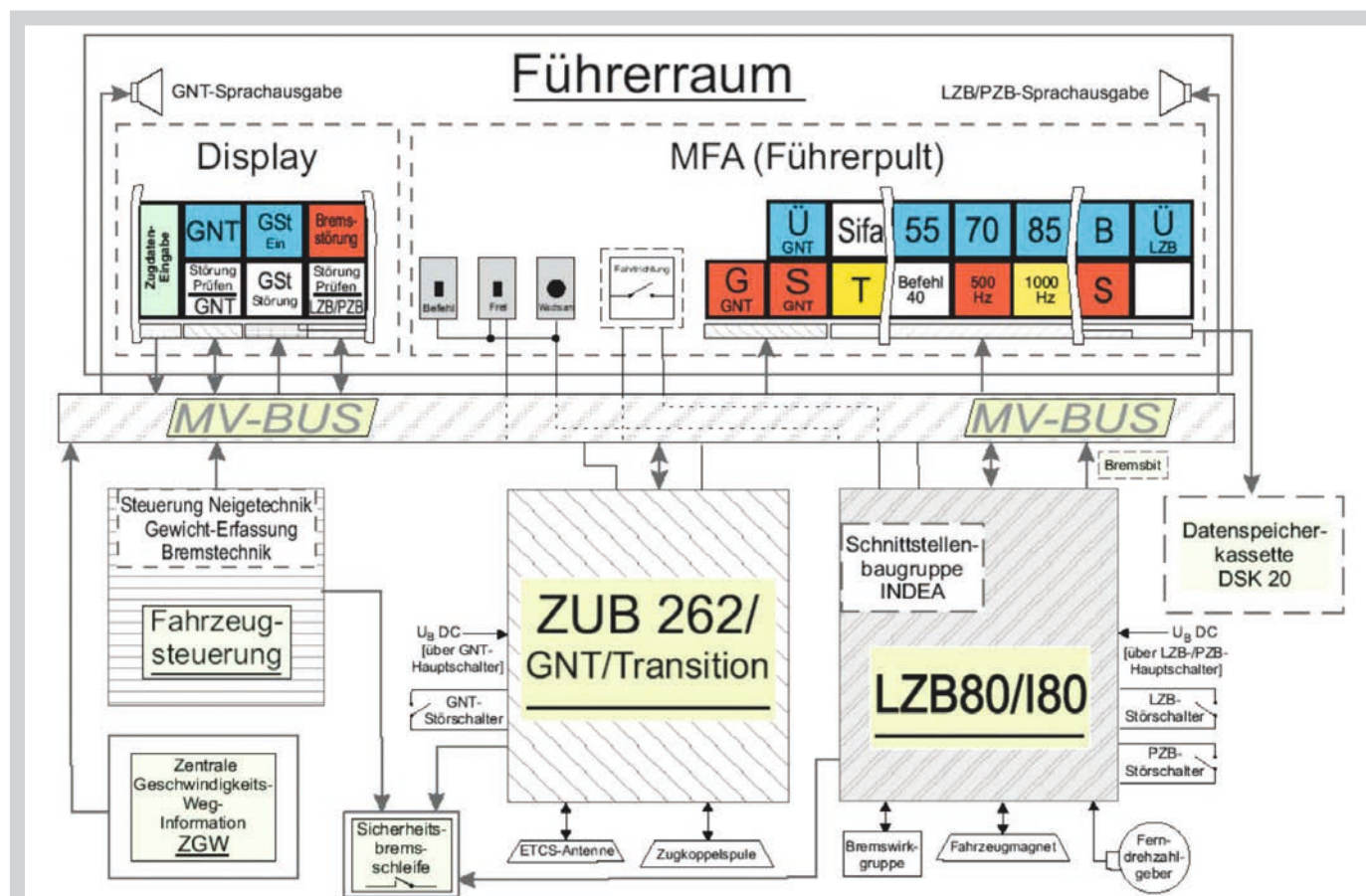


Bild 21: Zugbeeinflussungseinrichtungen des NeiTech-Fahrzeuges ICE ET 411/415

lich der dynamischen Überwachung (siehe 5.2.2.3).

Wird das ZBS-Geschwindigkeitslimit

- ΔV_{warn} überschritten, so ist eine akustische Warnung auszugeben,
- ΔV_{ZB} Ausgeben überschritten, so ist eine Zwangsbremse auszugeben,
- ΔV_{ZB} Lösen unterschritten, so wird die Zwangsbremsausgabe aufgehoben.

5.2.2.2 Statische Überwachung

Es wird ein konstanter Geschwindigkeitswert überwacht. Die Überwachung beinhaltet:

- zulässige Fahrzeuggeschwindigkeit,
- zulässige Streckengeschwindigkeit,
- signalisierte Geschwindigkeit,
- Geschwindigkeit in Langsamfahrstellen/Langsamfahrbereichen,

- Rangierfahrtgeschwindigkeit,
- Befehlsfahrtgeschwindigkeit,
- Bereitschaftsgeschwindigkeit,
- Freigabegeschwindigkeit sowie
- Befahrungsgeschwindigkeit eines Bahnübergangs.

5.2.2.3 Dynamische Überwachung

Beinhaltet eine Verminderung des statischen Geschwindigkeitslimits auf eine Geschwindigkeit

- ungleich 0 km/h, wird die dynamische Überwachungskurve auf den Ort des Geschwindigkeitswechsel berechnet bzw.
- gleich 0 km/h, wird die dynamische Überwachungskurve auf eine zulässige Freigabegeschwindigkeit am Ziel berechnet (Bild 22).

5.2.2.4 Überwachung der Überfahrt bei Halt zeigendem Signal

Unter einem „Zutreffenden Halt“ ist zu verstehen:

- das Signal Hp 0 für Zug- und Rangierfahrt sowie Befehlsfahrt,
- die Signale Ra 10 und Ra 11a für Rangierfahrt und Befehlsfahrt,

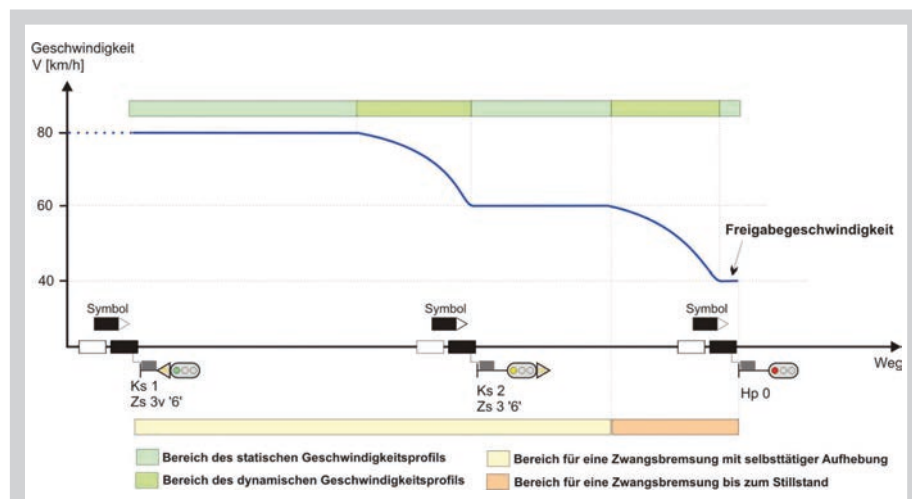


Bild 22: Darstellung zu den ZBS-Überwachungsprofilen

- das Signal Gsp 0 für Zugfahrt als Fahrabschluss im Stumpfgleis,
- das Signal Sh 2 am Hallentor für Rangierfahrt und Befehlsfahrt.

Das Signal Hp 0 ist kein zutreffender Halt, wenn am Signalschirm gleichzeitig Ra 12 gezeigt wird:

- Unzulässige Haltüberfahrt:
Im Falle einer unzulässigen Vorbeifahrt an einem zutreffenden Haltbegriff wird durch das ZBS sofort eine Zwangsbremse ausgegeben.
- Zulässige Haltüberfahrt:
Der Tf muss während der zulässigen Vorbeifahrt am zutreffenden Halt zeigenden Signal den Befehlstaster bedienen. Die Bedienung ist dann nur für dieses Signal gültig.

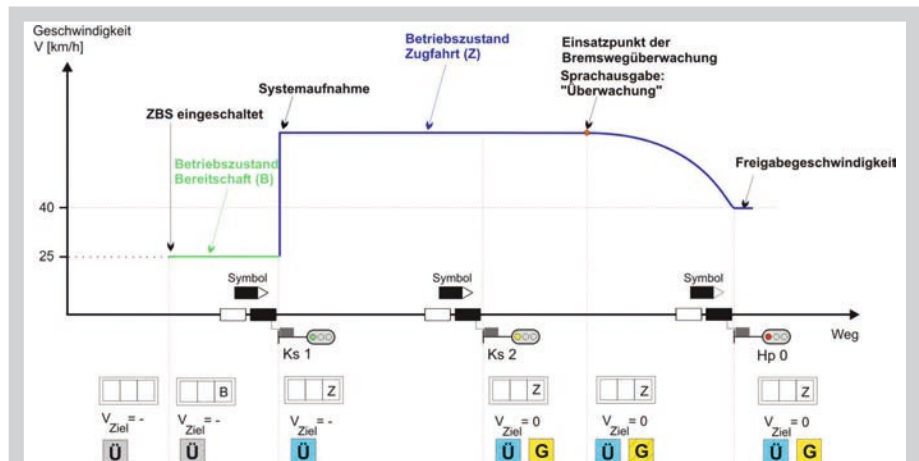


Bild 23: Vereinfachte Darstellung des ZBS-Betriebsprogramms

5.2.3 Betriebszustände

Im Betriebseinsatz arbeitet die ZBS-Fahrzeugeinrichtung jeweils in einem der folgenden Zustände:

- Bereitschaft:
Im Betriebszustand „Bereitschaft“ arbeitet die ZBS-Fahrzeugeinrichtung, sofern keine aktuelle Dateninformationen von der Strecke vorliegen bzw. in einem Streckenbereich ohne ZBS-Ausrüstung gefahren wird.
- Zugfahrt:
Der Betriebszustand „Zugfahrt“ umfasst die vollständigen Überwachungsfunktionen des ZBS. In diesen Betriebszustand gelangt die ZBS-Fahrzeugeinrichtung nach der Übertragung eines Signalfahrtbegriffs durch die Balise (nur an Balisengruppen möglich).
- Rangierfahrt:
In den Betriebszustand „Rangierfahrt“ gelangt die ZBS-Fahrzeugeinrichtung nach Empfang der Baliseninformation (über eine Balisengruppe) von einem Rangierfahrt-Auftragsignal.

Eine Kurzdarstellung zum ZBS-Betriebsprogramm zeigt Bild 23.

5.2.4 Streckeneinrichtung

Die Streckeneinrichtung (Bilder 24 und 25) besteht aus

- der Schalteinrichtung, der Lineside Electronic Unit (LEU), mit Schnittstelle „C“ zur Eurobalise und der Stromversorgung sowie
- den Datenpunkten, bestehend aus Eurobalisen.

5.2.4.1 LEU

Die LEU dient dem Erfassen der variablen Streckendaten (z. B. Signalfahrten) und der Übermittlung der Daten-Telegramme zur Balise über ein Zu-

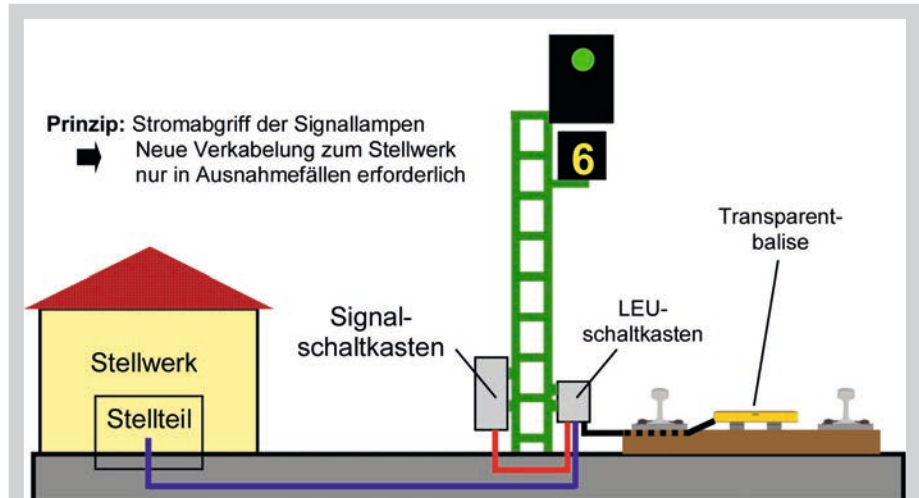


Bild 24: ZBS-Streckeneinrichtung; Komponenten und Verbindungen



Bild 25: Anordnung einer ZBS-Streckeneinrichtung am Signal

führungskabel (Schnittstelle C gemäß ETCS).

Zu jedem möglichen Fahrweg sind hier Telegramme mit allen relevanten Fahrweginformationen abgelegt. Die Auswahl des richtigen Telegramms erfolgt entsprechend dem angeschalteten Signalbegriff, der dazu von der LEU ausgewertet wird. Vorgesehen wird diese LEU an allen Hauptsignalen, Vorsignalen, Rangiersignalen und Bahnübergangsüberwachungssignalen.

5.2.4.2 Datenpunkte

Die Datenpunkte bilden die Schnittstelle zum Fahrzeug. ZBS-Datenpunkte können als einzelne Balise oder als Balisengruppe (bestehend aus zwei Balisen) verlegt werden.

- Um die in der Mitte des Gleises montierten Balisen in der ZBS-Fahrzeugeinrichtung einer Richtung zuordnen zu können, ist für festgelegte Orte (an Signalen) bzw. bei bestimmten Einsatzvarianten die Anordnung von Balisengruppen erforderlich.
- In einer Balisengruppe ist die erste Balise stets für die Generierung des Ortes verantwortlich (Markierungsbalise); die zweite Balise überträgt die fahrwegbezogenen Daten (Informationsbalise). Je nachdem in welcher Reihenfolge das Fahrzeug diese Balisen überfährt, erfolgt die Fahrtrichtererkennung. Die Fahrzeugeinrichtung ist nun in der Lage zu erkennen, ob das Telegramm für diese Fahrtrichtung gültige Datenpakete enthält und wertet diese dann aus.
- Im Wesentlichen werden Balisengruppen an Signalen bzw. an Standorten, an denen eine Systemaufnahme erforderlich ist, vorgesehen.
- Die Balisen werden außerdem über eine Zielentfernung und der Vorgabe einer Balisen-Identifikationsnummer (Linking). Somit ist bekannt, in welcher Entfernung ein Datenpunkt mit welcher Balisen-ID vorgefunden wird. Stimmen Zielentfernung und Balisen-ID für den folgenden Datenpunkt nicht überein, erfolgt eine Sicherheitsreaktion (Zwangsbremse). Mit dieser gemäß ETCS festgelegten Verfahrensweise hat das System ZBS einen hohen Sicherheitsstandard.
- Datenpunkte können Festdatenbalisen oder steuerbare Balisen (Transparentdatenbalisen) sein. An und vor stellbaren Signalen werden steuerbare Balisen verlegt. Bei Einsatz der Balisengruppen an Signalen wird stets nur eine Balise gesteuert. Die zweite Bali-

se der Balisengruppe (Markierungsbalise) enthält somit keine veränderbaren Daten.

5.2.4.3 Streckenausrüstung ZBS

Erprobungen für das System ZBS erfolgten auf der Versuchsstrecke Bereich Berlin Hermannstraße – Berlin Sonnenallee. Ausgerüstet und in Betrieb sind die Abschnitte:

- Berlin Wilhelmsruh – Berlin Frohnau; Teil Linie S 1,
- Teltow Stadt – Berlin Yorckstraße; Teil Linie S 25 und
- Berlin Anhalter Bahnhof – Berlin Humboldthain; Teil der Linien S 1, S 2 und S 25.

Vorgesehen ist die schrittweise Ausrüstung des gesamten Streckennetzes der S-Bahn mit dem Zugbeeinflussungssystem für die Berliner S-Bahn.

In Planung sind derzeit folgende Bereiche:

- Strausberg Hegermühle – Strausberg Stadt; Teilstück Linie S 5,
- Berlin Friedrichstraße – Berlin Westkreuz; Bereich der Stadtbahn, Linien S 5, S 7, S 75,
- Bereich Bahnhof Erkner; Endbahnhof der Linie S 3 und
- Berlin Rummelsburg – Berlin Köpenick; Teilstück Linie S 3.

5.2.5 Fahrzeugeinrichtung

Jede im Betriebseinsatz nicht trennbare Einheit wird mit mindestens einer kompletten Fahrzeugeinrichtung ausgerüstet. Die Zugsicherung für den gesamten Fahrzeugverband übernimmt jeweils die Fahrzeugeinrichtung des führenden Fahrzeuges.

Die Anzeigen im ZBS sind keine Führungsgrößen und stellen keine Führersignalisierung dar.

5.2.5.1 Geschwindigkeitsüberwachung

Folgende Geschwindigkeiten werden angezeigt:

- die Ist-Geschwindigkeit, ermittelt im Zentralgerät,
- die statische Überwachungsgeschwindigkeit als die zuletzt übertragene relevante Geschwindigkeitseinschränkung für ein Ziel,
- die Freigabegeschwindigkeit als die Überwachungsgeschwindigkeit unmittelbar vor einem Halt zeigenden Signal,
- die vom Tf vorgewählte Geschwindigkeit und
- die dynamische Überwachungsgeschwindigkeit als die durch das ZBS aktuell überwachte Geschwindigkeit.

5.2.5.2 Fahrzeugantenne

Die Fahrzeugantenne (Balisenantenne) realisiert die Luftschnittstelle zur Eurobalise an der Strecke (Schnittstelle A gemäß ETCS).

5.2.5.3 Datenrecorder

Der Datenrecorder wird als externer Speicher zur Aufzeichnung von Fahrverlauf, Betriebs- und Systemzuständen, ZBS-bezogenen Bedienhandlungen und Ereignissen eingesetzt.

5.2.5.4 Datenpunkte für vorübergehend eingerichtete Langsamfahrstellen

- Vorübergehende Langsamfahrstellen (La-Stellen) werden von einem speziellen Datenpunkt angekündigt.
- Die jeweils einschränkende Überwachung aus der Langsamfahrstelle und der vom Betriebszustand abhängigen Überwachung bestimmt das Überwachungsverhalten. Das bedeutet, dass das niedrigste Geschwindigkeitsniveau für die Überwachung auf dem Fahrzeug maßgebend ist.
- Für La-Stellen werden stets Balisengruppen eingesetzt.

5.3 Automatische Umschaltung der Zugbeeinflussungssysteme (Transition)

Die automatische Umschaltung der Zugbeeinflussungssysteme mittels Eurobalisen-Technik wird durch die Spezifikation ETCS vorgegeben.

Folgende Varianten der Systemumschaltung (Leveltransition) sind möglich:

- zwischen den ETCS-Systemen (Class A Systeme)
 - Übergänge ETCS Level 1 ↔ ETCS Level 2,
- zwischen den nationalen Zugsicherungssystemen (Class B Systeme)
 - Übergänge Level STM/NTC X ↔ Level STM/NTC Y sowie auch
- zwischen den Class A und Class B Systemen
 - Übergänge ETCS Level 1 ↔ Level STM/NTC und
 - Übergänge ETCS Level 2 ↔ Level STM/NTC.

In Deutschland als „klassisches“ Transitland gewinnt insbesondere die Class B-Transition an Bedeutung. Die zunehmende Anzahl an Fahrzeugen mit ETCS-Einrichtungen erfordert die Einrichtung von Transitionsbereichen an den Übergängen zu den Nachbarbahnen, welche eine Systemumschaltung ohne Halt des Zuges ermöglicht.

5.3.1 Grundlagen für den Systemwechsel

5.2.5.4 Telegrammfunktion für die Transition

Verwendet werden zur Umschaltung der Zugbeeinflussungssysteme die in den ETCS-Spezifikationen vorgegebenen Datenpakete 41 bzw. 46.

Neben den Befehlen zur Transitionsausführung enthalten diese Datenpakete eine Prioritäten-Liste für die umzuschaltenden Zugbeeinflussungssysteme. Diese gibt den Vorrang an, wie die Umschaltung auf dem jeweiligen Fahrzeug erfolgen soll (table of priority).

Der Unterschied zwischen den Datenpaketen 41 bzw. 46 besteht darin, dass die Systemumschaltung bei Anwendung des Datenpakets 41 (Leveltransition) stets mit der in „table of priority“ vorgegebenen Reihenfolge erfolgt, während bei dem Datenpaket 46 (bedingte Leveltransition) eine Systemumschaltung in der vorgegebenen Reihenfolge nur erfolgt, wenn ein System auf dem Fahrzeug aktiv ist, welches nicht in der „table of priority“ vorhanden ist.

5.3.1.2 Datenpunkte und Transition-Ablauf für die ETCS-basierte Transition

- Verwendet werden für die Transition stets Datenpunkte mit mehreren Balisen (Balisengruppen). Bei der DB AG wurden bisher Balisengruppen mit zwei Eurobalisen verwendet.
- Die Transition wird mit einer Balisengruppe „A“ angekündigt (Ankündigungsdatenpunkt), welche den Triebfahrzeugführer über den Transitionsvorgang informiert.
- Die Balisengruppe „TR“ ist in der Regel der Transitionspunkt und bewirkt den Transitionsvorgang.
- Die Transitionbalisen sind ausgehend von Datenpunkt „A“ zu „TR“ gemäß Spezifikation ETCS nicht untereinander verlinkt; d. h. es besteht keine Verknüpfung mit dem folgenden Datenpunkt.
- Falls die Balisengruppe „TR“ versagt, erfolgt eine ersatzweise Transition, wenn das „Estimated front end“ den mit „A“ angekündigten Transitionspunkt erreicht hat. Das „Estimated front end“ wird bei der DB AG nach Datenpunkt „TR“ gelegt.
- Wenn das gesamte Transitionsmanagement nicht das erforderliche Sicherheitsniveau (SIL 2 nach EN 50129) erreichen kann, sind weiterhin zusätzliche Prüfpunkte zur Kontrolle des ordnungsgemäßen Ver-

laufs der Transition vorzusehen (z. B. Überwachung durch Streckeneinrichtungen des jeweils verlassenen Netzes (Bild 26)).

5.3.1.3 Systemwechselvorgang

Die kommandierte Transitionsausführung wird unter Beachtung des Empfangs der Balisen-Information und der Odometrie (Messsystem für zurückgelegte Wegstrecke der Fahrzeugeinrichtung, welche durch Drehzahl-/Drehwinkelgeber an den Rädern und/oder durch andere Systeme wie Messradar realisiert werden kann) so gelegt, dass im Standardfall eine Balisengruppe TR an der Transitions Grenze die Transition auslöst. Zu beachten sind nach der Verfahrensweise gemäß ETCS die möglichen Toleranzen, Abstände und Verzögerungen wie:

- Toleranzen bei der Wegmessung,
- Distanzfehler beim Einmessen der Balisen,
- Abstand der Balisen in der Gruppe,
- Wirkungsbereich bezüglich Übertragung der Baliseninformation (Side lobe zone),
- Deaktivierungs- und Aktivierungszeiten der Zugbeeinflussungssysteme,
- Reaktionszeit des ETCS Fahrzeuggerätes (EVC),

- Offset-Vertrauensintervall, welches einen nach ETCS festgelegten Sicherheitsabstand in der Eurobalisen-Technik beinhaltet,
- Zeiten zur Bestätigung des Transitionsvorgangs durch den Triebfahrzeugführer.

5.3.2 Streckenausrüstung

Im Jahr 2007 wurden die ersten Anwendungen der Transition zwischen nationalen Zugsicherungssystemen (Class B Systemen) über Eurobalisen-Technik für die Übergänge Kehl (DB AG) – Straßburg (SNCF) und Saarbrücken (DB AG) – Forbach (SNCF) in Betrieb genommen.

Inzwischen sind die in Bild 27 aufgezeigten Übergänge für die Transition ausgerüstet. Hierbei beinhalten die Übergänge

- Aachen (DB Netz) – Welkenradt (Infraabel) und
- Kiefersfelden (DB Netz) – Kufstein (ÖBB)

die Transition zwischen Level STM/NTC (Class A Systeme) und Level ETCS (Class A System).

Die übrigen Übergänge sind für die Umschaltung der nationalen Zugsicherungssysteme (Class B Systeme) eingerichtet (Bild 27 und 28).

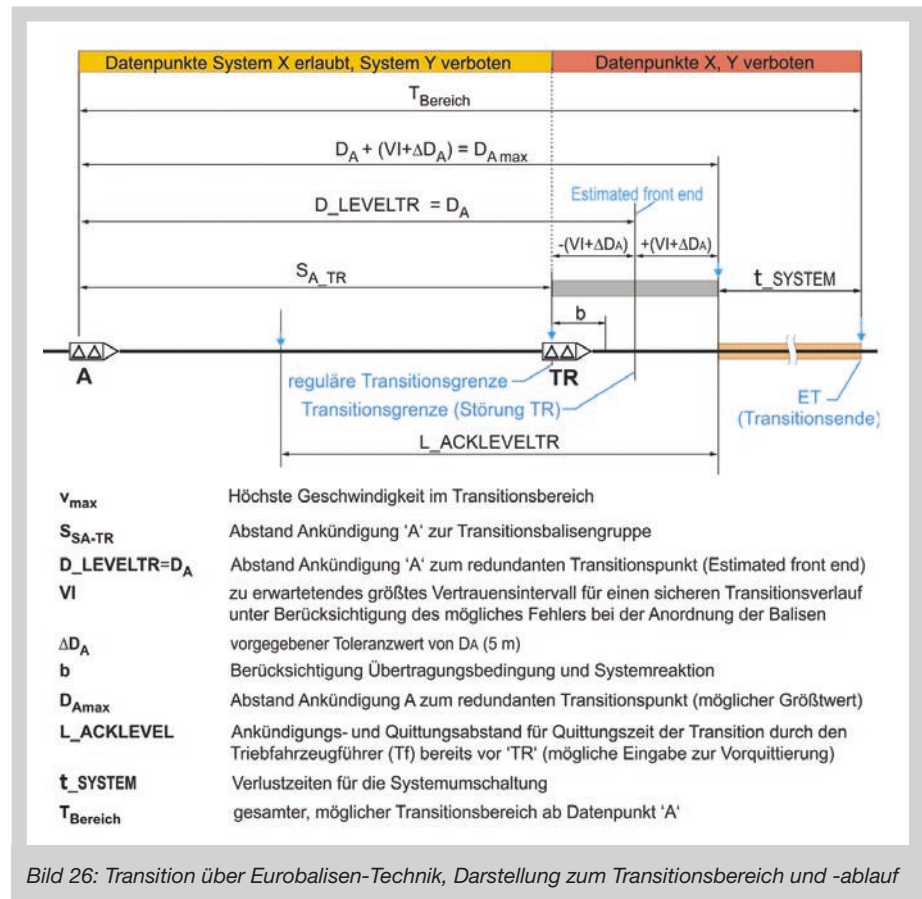


Bild 26: Transition über Eurobalisen-Technik, Darstellung zum Transitionsbereich und -ablauf

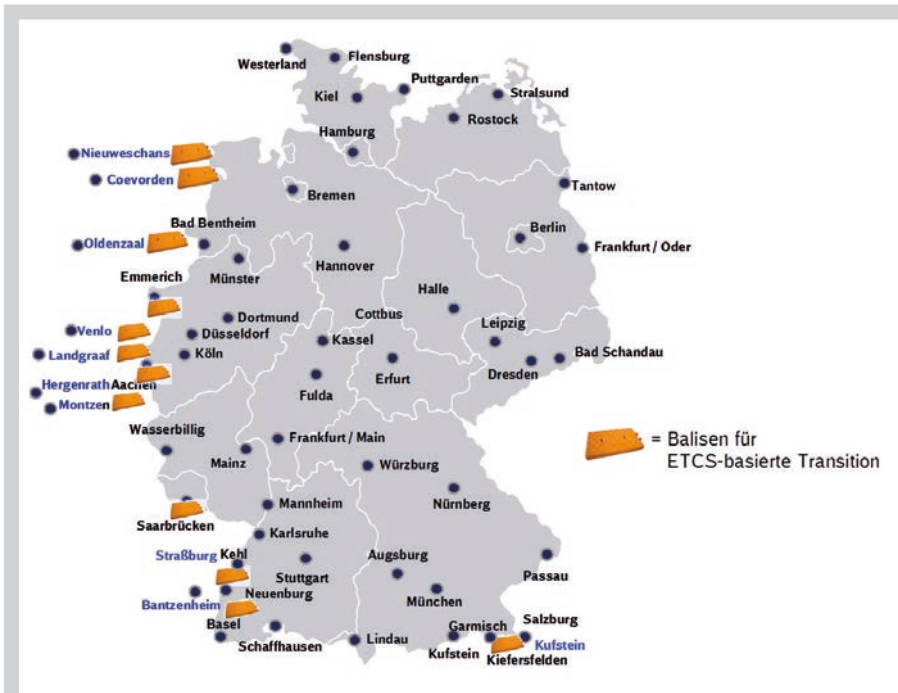


Bild 27: Ausrüstungsübersicht: ETCS-basierte Transition von und zu Nachbarbahnen; Stand Oktober 2014

5.4 Eurobalisen-Technik für das europäische Zugsicherungssystem ETCS

Das European Train Control System (ETCS) ist ein Zugbeeinflussungssystem, welches einheitlich für den europäischen Raum vorgesehen ist. Von der Bahnindustrie wurden in Zusammenarbeit mit den europäischen Bahnen die Bedingungen und Verfahrensweisen zur Zugbeeinflussung für das European Rail Traffic Management System (Europäisches Schienenverkehrs-Managementsystem) und European Train Control System (Europäisches Zugsteuerungs- und Zugsicherungssystem) festgelegt.

Im Überblick werden die Anwendungen hierzu vorgestellt.

5.4.1 Anwendung der Eurobalisen-Technik für ETCS Level 1

5.4.1.1 Charakteristik

- Einsatz der Eurobalise für Informationsübertragung zum Zug und für Ortung,
- kontinuierliche, sichere Geschwindigkeitsüberwachung; Führerraumsignalisierung (Signalbeobachtung zusätzlich erforderlich),
- Gleisbelegungs- und Zugintegritätserkennung durch konventionelle Gleisfreimeldung,

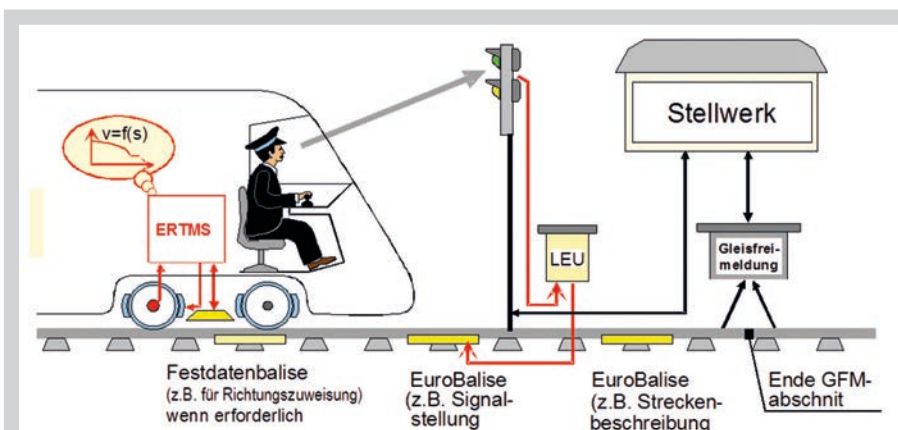


Bild 29: Darstellung zu ETCS, Level 1



Bild 28: Ankündigungsdatenpunkt für die Transition STM PZB (DB) zu STM KVB (SNCF) im Bahnhof Kehl

- Zugfolgesicherung durch festen Block und
- optional Übertragung von Signalaufwertungen (Infill) durch Schleifen (EuroLoop) bzw. Funk.

5.4.1.2 Streckenausrüstung

Das System ETCS Level 1 ist für den Einsatz im Bereich DB Netz vorerst nicht vorgesehen.

Es existierten hierzu einige Versuchsabschnitte der Firma Siemens im Bereich des Berliner Außenrings und auf der Strecke Berlin – Frankfurt/Oder (Bild 29).

5.4.2 Anwendung der Eurobalisen-Technik bei der Sonderlösung ETCS Level 1, Limited Supervision

ETCS Level 1, Limited Supervision (ETCS L1/LS) besitzt bezüglich des Betriebsprogramms eine ähnliche Ausprägung wie das deutsche Class B System PZB. Ziel ist es, eine kurzfristig realisierbare, streckenseitig kostenoptimale Lösung für eine Überwachung mit dem ETCS-Fahrzeuggerät im Geschwindigkeitsbereich bis 160 km/h zu ermöglichen.

Prinzipiell wird die Verfahrensweise ETCS Level 1 angewandt, wobei sich das Sicherheitsniveau hauptsächlich an den im jeweiligen Bahnnetz vorhandenen, nationalen Zugsicherungssystemen (bei DB AG an der PZB 90) orientiert. Somit ist das Zugbeeinflussungssystem ETCS L1/LS als Überwachungssystem und nicht als System zur Führung von Zügen einzusetzen.

Die Anwendung ETCS L1/LS wird bei der DB AG als „ETCS signalgeführt“ bezeichnet.

Folgende Bedingungen müssen für die Verfahrensweise gewährleistet sein:

- Streckenausrüstung ab SRS 3.4.0 gemäß TSI ZZS [16] und
- ETCS-Fahrzeuge sind im Bereich von „ETCS signalgeführt“ mindestens mit SRS 3.4.0 gemäß TSI ZZS [16] ausge-

rüstet, damit die Kompatibilität zur Streckenausrüstung gewährleistet werden kann.

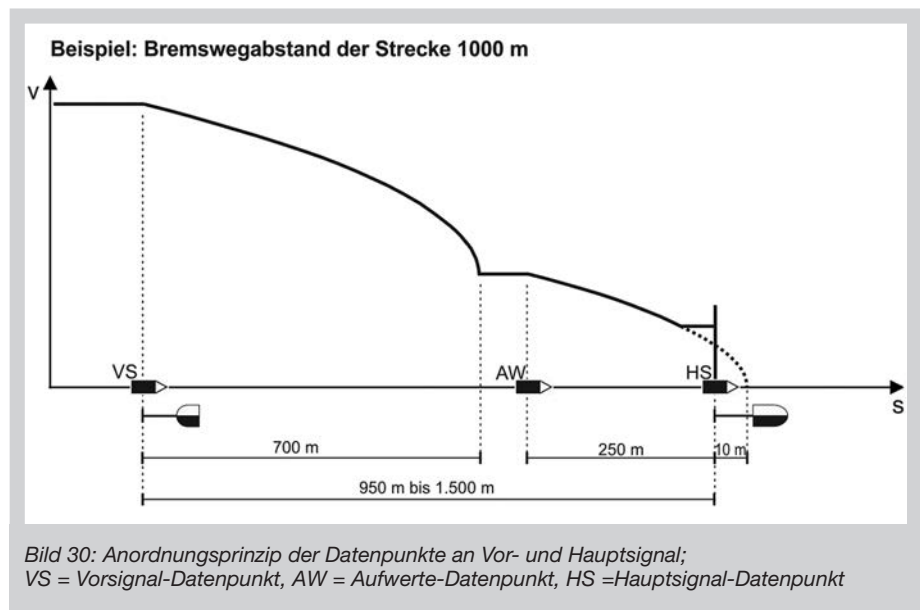
5.4.2.1 Charakteristik

- Anwendung finden bei „ETCS signalgeführt“ europäische Festlegungen (siehe 4.4.2), aber nationale Ausrüstungen und Betriebsverfahren.
- Die punktförmig wirkende Zugbeeinflussung „ETCS signalgeführt“ kann streckenseitig allein oder parallel zur PZB eingesetzt werden. (Bemerkung: Die Strategie der DB Netz sieht aktuell die Anwendung von „ETCS signalgeführt“ zusätzlich zur PZB (Doppelausrüstung!) vor.)
- Der Einsatz von unverlinkten Datenpunkten ist möglich und kommt bei der DB Netz zur Anwendung.
- „ETCS signalgeführt“ ist eine punktförmig wirkende Zugbeeinflussung und als verdeckt wirkendes Überwachungssystem konzipiert. Es werden somit keine Führungsinformationen wie Zielgeschwindigkeiten oder Zielentfernungen angezeigt.
- Auf einer mit „ETCS signalgeführt“ ausgerüsteten Strecke werden grundsätzlich Datenpunkte mit zwei Balisen verwendet.
(Hinweis: Besteht ein Datenpunkt aus einer gesteuerten und einer ungesteuerten Balise, wird die ungesteuerte so verlegt, dass sie als erste aufgenommen wird.)

5.4.2.2 Betriebsprogramm „ETCS signalgeführt“

- Es werden nur die auch für das Betriebsprogramm der PZB 90 bereitgestellten Signalinformationen verwendet, soweit nicht eine weitergehende Auswertung notwendig ist.
- Es werden, soweit mit ETCS realisierbar, die im Lastenheft der PZB 90 festgelegten Überwachungsprinzipien umgesetzt.
- Es wird mindestens die gleiche Sicherheit wie bei der PZB 90 erreicht.
- Die Standardprojektierung von „ETCS signalgeführt“ unterstützt die Geschwindigkeitsüberwachung für Neigetechnikzüge nicht. Erforderlichenfalls muss für die betreffenden Bereiche eine individuelle Projektierung erstellt werden.

Die Überwachungsfunktionen werden in der ETCS-Fahrzeugeinrichtung in Abhängigkeit vom Bremsvermögen des Zuges gebildet, so dass eine den Zugarten bei der PZB äquivalente Verfahrensweise gewährleistet ist.



Es werden für „ETCS signalgeführt“ einheitliche Datenpunkte vorgesehen, welche prinzipiell den Informationen der Gleismagnete 500 Hz, 1000 Hz und 2000 Hz entsprechen (Bild 30).

5.4.2.3 Systemkonzeption und Sicherheitsanforderungen

„ETCS signalgeführt“ dient wie die PZB der Erhöhung der Sicherheit bei

- Vorbeifahren an Halt zeigenden Signalen,
- Anfahren von Zügen nach dem Anhalten gegen noch Halt zeigende Signale,
- Weiterfahren von Zügen gegen noch Halt zeigende Signale trotz Wahrnehmung der Vorsignalwarnstellung,
- Überschreiten signalisierter zulässiger Geschwindigkeiten,
- Nichtbeachten von Langsamfahrstellen und ständigen Geschwindigkeitsbeschränkungen,
- Nichtbeachten von Überwachungssignalen an BÜ,
- Überschreiten der Höchstgeschwindigkeit eines Zuges, die auf Basis der eingegebenen Bremsleistung von der Fahrzeugeinrichtung berechnet wird,
- Überschreiten der eingegebenen Höchstgeschwindigkeit eines Zuges und
- Überschreiten der zulässigen Fahrzeughöchstgeschwindigkeit.

Eine Quittierung bei Warnstellung des Vorsignals bzw. des Hauptsignals mit Vorsignalinformation oder bei Ankündigung einer Langsamfahrstelle ist bei „ETCS signalgeführt“ nicht vorgesehen, da entsprechend der ETCS-Spezifikationen eine Quittierung nur nach einer

Aufforderung erfolgen kann. Somit wäre die für eine verdeckt wirkende Zugbeeinflussung notwendige Unabhängigkeit der Übertragungskanäle (Signal/Tf vs. ETCS-Strecken-/Fahrzeugeinrichtung) nicht gegeben.

Die Anforderungen an die Zugbeeinflussung „ETCS signalgeführt“ werden ausschließlich streckenseitig realisiert, um die gewünschten Reaktionen der Fahrzeugeinrichtung zu erreichen. Die Funktionalitäten der ETCS-Fahrzeugeinrichtung werden spezifikationsgemäß genutzt.

5.4.2.4 Überwachungsfunktionen

Unter „ETCS signalgeführt“ werden Geschwindigkeiten, einschließlich $v = 0 \text{ km/h}$, sowie Zielentfernungen überwacht. Somit ist es möglich,

- eine Höchstgeschwindigkeit,
- eine Zielgeschwindigkeit $> 0 \text{ km/h}$ (Geschwindigkeitseinschränkungen),
- die Zielgeschwindigkeit $= 0 \text{ km/h}$ (Halt) oder
- das Anfahren gegen Halt zu überwachen.

5.4.2.5 Langsamfahrstellen

Zur Absicherung von vorübergehend eingerichteten und ständigen Langsamfahrstellen erfolgt die Überwachung der Geschwindigkeitseinschränkung sowie zusätzlich über 50 m noch die statische Überwachung des eingeschränkten Geschwindigkeitswertes.

Eingerichtet wird eine La-Stelle ab einem geschwindigkeitseinschränkenden Signalbegriff $\geq 20 \%$ (analog zu den Vorgaben in der Richtlinie 819.1310) (Bild 31).

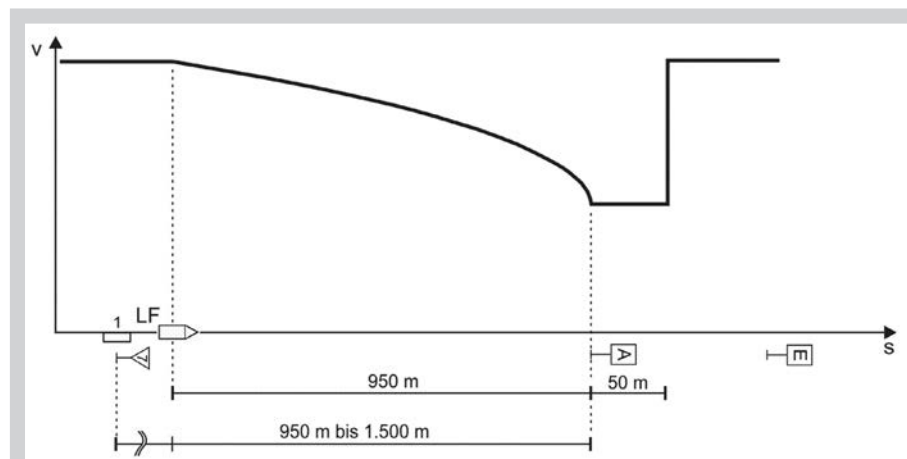


Bild 31: Sicherung der Langsamfahrstelle über einen Datenpunkt; Beispiel für Bremsstapel 1000 m

5.4.2.6 Überwachungsprogramm zur Verhinderung der Weiterfahrt an Halt zeigenden Signalen sowie Anfahrt gegen Halt zeigende Signale

Für beginnende Züge sind entsprechende Start-Datenpunkte zwischen Aufwerte- und Hauptsignal-Datenpunkt verlegt, um beginnende Reisezüge gegen unberechtigtes Anfahren zu überwachen.

- Das Anfahren von Reisezügen gegen Halt zeigende Signale, welche bereits in der Betriebsart Limited Supervision aufgenommen sind, wird wie ein weiterfahrender Zug überwacht. Es sind keine gesonderten Maßnahmen erforderlich.
- Für beginnende Züge werden Start-Datenpunkte zwischen Aufwerte- und Hauptsignal-Datenpunkt verlegt, um diese Reisezüge gegen unberechtigtes Anfahren zu überwachen.
- Bei Beginn der Zugfahrt vor dem Vorsignal-Datenpunkt oder zwischen Vorsignal-Datenpunkt und Aufwerte-Datenpunkt sind keine besonderen Maßnahmen notwendig, da ein anfahrender Zug am jeweiligen Datenpunkt nach ETCS L1/LS aufgenommen wird und anschließend fortlaufend überwacht wird.

5.4.2.7 Sicherung von Bahnübergängen (BÜ)

Bei einem BÜ mit Überwachungssignal erfolgt

- 1500 m vor dem BÜ die Übertragung einer Langsamfahrstelle von 25 km/h mit einem ungesteuerten Datenpunkt („BA“) unabhängig vom Sicherungszustand des BÜ,
- am Überwachungssignal mit einem gesteuerten Datenpunkt („BS“)
 - bei gesichertem BÜ: Rücknahme der durch BA vorgegebenen Langsamfahrstelle und
 - bei nicht gesichertem BÜ: die Übertragung eines Leertelegramms,
- unmittelbar vor oder hinter dem BÜ werden mit einem ungesteuerten Datenpunkt („BR“) pro Gleis die BÜ-Langsamfahrstelle beider Fahrrichtungen zurückgenommen
 - auf eingleisigen Strecken in Richtung des Gefälles vor dem BÜ,
 - auf zweigleisigen Strecken in Regel-fahrtrichtung vor dem BÜ (Bild 32).

5.4.2.8 Streckenausrüstungen

Vorgesehen ist die Ausrüstung mehrerer Bereiche (Korridore) mit ETCS L1/SL (ETCS signalgeführt).

Je nach vorgesehener Ausrüstung mit ETCS Level 2 werden die nachfolgend genannten Korridore ergänzend mit „ETCS signalgeführt“ geplant [10], so dass auf den gesamten Korridorbereichen der Fahrzeugeinsatz unter ETCS-Überwachung möglich ist:

- Korridor A: Rotterdam – Genua; deutscher Abschnitt: Emmerich – Basel,
- Korridor B: Stockholm – Neapel; deutscher Abschnitt: Flensburg – Kufstein,
- Korridor E: Dresden – Prag – (Budapest) – (Constanza); deutscher Abschnitt: Dresden – Bad Schandau und
- Korridor F: (Antwerpen) – Aachen – Warschau – (Terespol); deutscher Abschnitt: Aachen – Frankfurt(O)/Horka.

5.4.3 Anwendung der Eurobalisen-Technik für ETCS Level 2

Die DB AG orientiert sich, auch im Zusammenhang mit der zukünftigen Ablösung der LZB, auf eine Anwendung von ETCS Level 2 (Ausführung gemäß TSI [16]).

5.4.3.1 Charakteristik

- Bidirektionale Informationsübertragung zwischen Fahrzeug und Streckenzentrale (RBC = Radio Block Center) mittels GSM-R,
- Datenpunkte (Balisengruppen) für Ortungszwecke,
- Kontinuierliche, sichere Geschwindigkeitsüberwachung; Führerraumsignalisierung,
- Gleisbelegungs- und Zugintegritäts-erkennung durch konventionelle Gleisfreimeldung und
- Zugfolgesicherung durch festen Block.
- Für reinen ETCS-Betrieb ist die Lösung streckenseitig ohne ortsfeste Signale möglich, wobei für Rückfallebene an bestimmten Stellen eine ortsfeste Signalisierung geplant werden kann (Bild 33).

5.4.3.2 Streckenausrüstungen

Neben der Ausrüstung mit Eurobalisen für die Ortung werden zusätzliche Datenpunkte an besonderen Gefahrenstellen als Rückfallebene bei RBC-Ausfall bzw. bei Systemstörungen bei der Ausrüstung mit ETCS Level 2 erforderlich.

Erprobungen für das System ETCS Level 2 erfolgten auf der Versuchsstrecke Berlin – Halle/Leipzig.

Ausrüstungen von Strecken mit ETCS Level 2 sind in Vorbereitung [10]:

- Strecke für das Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 8 (VDE 8); Abschnitt VDE 8.1 und 8.2; Neubaustrecke Ebensfeld – Erfurt – Halle/Leipzig mit ETCS Level 2 ohne ortsfeste Signalisierung und ohne

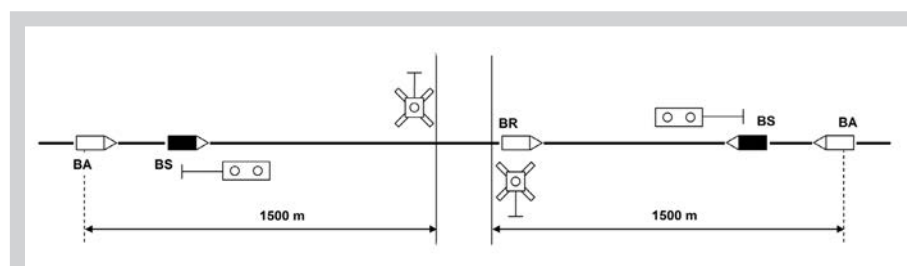


Bild 32: Darstellung der Überwachung von Bahnübergängen

- Komplettierung der ETCS-Ausrüstung des VDE 8 von Berlin bis Halle/Leipzig und von Nürnberg über Ingolstadt bis München,
- Strecke POS Nord „Paris – Ostfrankreich – Süddeutschland“, Abschnitt Ludwigshafen Saarbrücken,
- Oberhausen – Emmerich – Zevenaar sowie
- Rostock – Berlin.

6 Konstruktionsvorgaben und Nachweise sowie Montagebedingungen der Eurobalisen in Gleisen der DB AG

Grundsätzlich bestehen die nachfolgend genannten zwei Möglichkeiten, die Balisen im Gleis zu positionieren:

- mittels eines Balisenbefestigungssystems (BBS) und
- mittels eines Balisenhalterungssystems (BHS).

Die Vorgaben für die Befestigung im Gleis finden sich in den entsprechenden Lastenheften der DB Netz AG:

- Lastenheft für Balisen-Befestigungssysteme (für Systeme zur Befestigung auf der Schwelle und dem Betonkörper der festen Fahrbahn) [13] sowie
- Lastenheft für Balisen-Halterungssysteme (Systeme zur Befestigung an den Schienen) [14].

Der überwiegende Teil der Montagebedingungen sind für BBS und BHS identisch. Nachstehend werden zunächst die identischen Bedingungen und danach

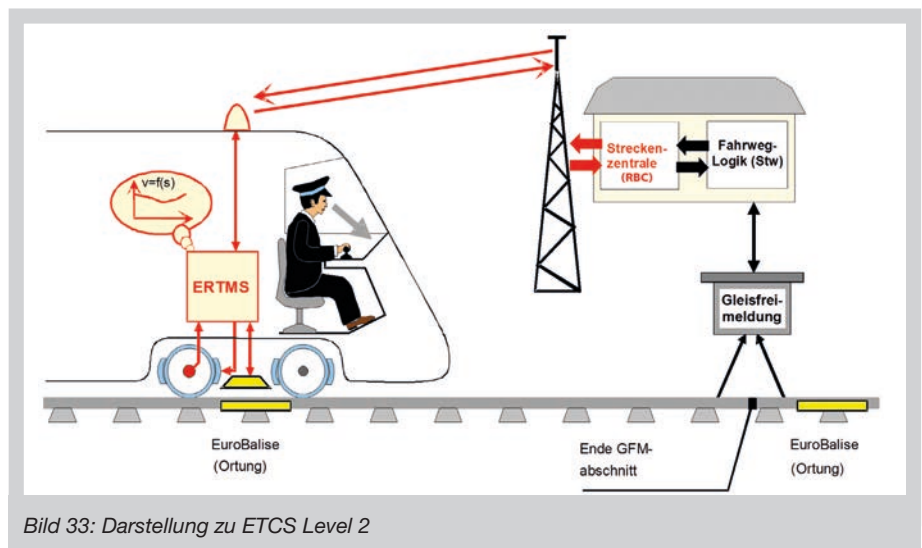


Bild 33: Darstellung zu ETCS Level 2

die darüber hinaus gehenden Bedingungen getrennt für BBS und für BHS erläutert.

6.1 Identische Bedingungen für beide Montagearten BBS und BHS

6.1.1 Systemumgebung und Schnittstellen

Das BBS und das BHS dienen der Befestigung der Balise im Gleis. Somit ist der eine Teil der Systemumgebung der Oberbau. Der andere Teil der Systemumgebung ist die Balise selbst. Der Einsatz muss für folgende Schienenbauformen möglich sein:

- 60 E1 (alte Bezeichnung UIC 60),

- 60 E2 (alte Bezeichnung UIC 60),
- 60 E2 – 40 (alte Bezeichnung UIC 60),
- R 65,
- 54 E3 (alte Bezeichnung S 54) sowie
- 49 E1 (alte Bezeichnung S 49).

Der Einsatz von BBS und BHS muss auf der Oberbauform Feste Fahrbahn möglich sein. Da mehr als 50 Fahrbahn-Varianten bekannt sind, sind bei der Erteilung des Zuschlags in einem Bauvorhaben die entsprechenden Lastenheftbedingungen genau zu beachten und im Bedarfsfall Abstimmungen mit den Fachbereichen Oberbau und Eurobalisen-Technik der DB Netz vorzunehmen. Die Systemumgebung und die Schnittstellen sind in Bild 34 beispielhaft für die Befestigung der Balise auf der Festen Fahrbahn mittels BBS dargestellt.

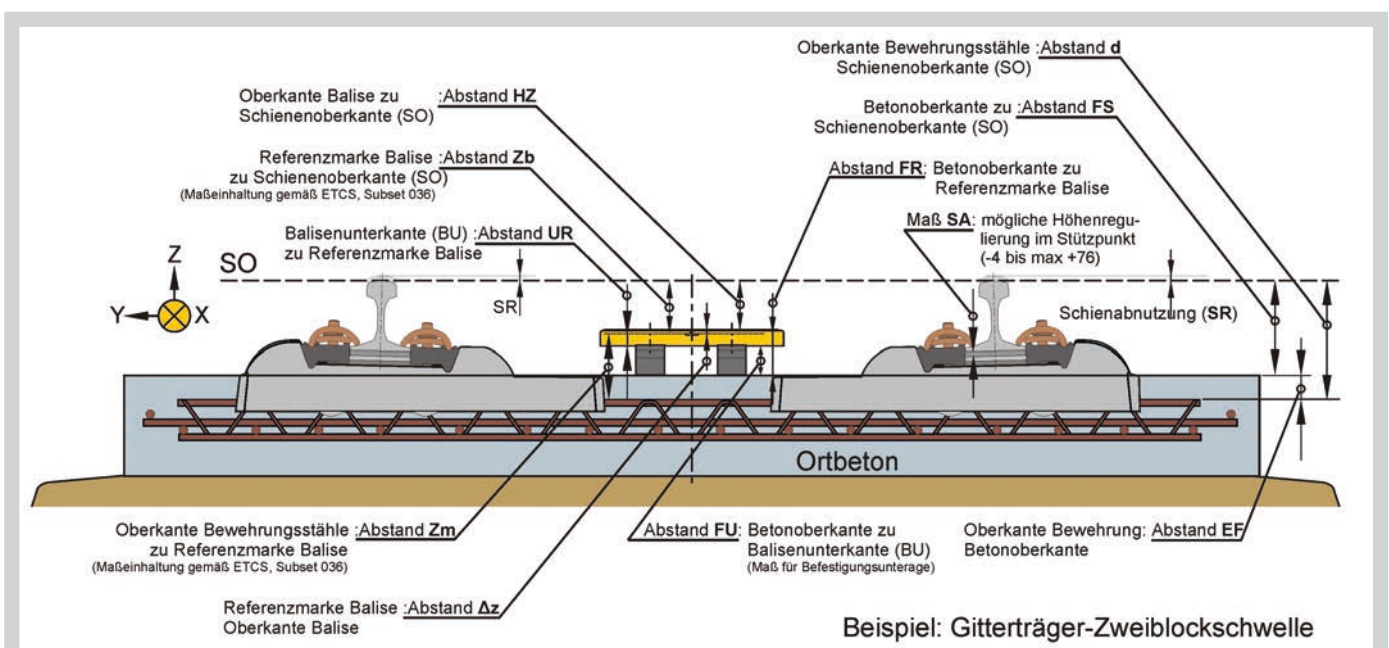
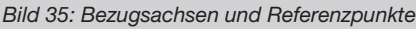


Bild 34: Systemumgebung und Schnittstellen des BBS auf der Festen Fahrbahn



6.1.2 Allgemeine konstruktive Anforderungen

Das BBS und das BHS müssen so konzipiert sein, dass sowohl ihr dauerhaft

Das Anzugsmoment für die Balisen einschließlich Montageadapter/Zwischenplatte bzw. Zwischenlagen soll im Bereich zwischen 30 und 40 Nm liegen. Es wird ein einheitliches Anzugsmoment von 38 Nm bevorzugt. Es ist zulässig, dass sich das Anzugsmoment der Befestigungsschrauben während der Betriebszeit geringfügig verändert. Ein Verdrehen der Befestigungsschrauben bzw. eine Lockerung der Balisen darf nicht erfolgen.

Bei der Festen Fahrbahn ist eine mögliche Höhenregulierung der Schiene vom jeweiligen Fertigungstyp abhängig, wobei auch innerhalb einer Fertigungsreihe Unterschiede auftreten können. Der Bereich der entsprechenden Höhenregulierung ist jeweils zu berücksichtigen. Eine Abstimmung mit dem Bereich Fahrbahn muss im Rahmen der durchzuführenden Projekte vorgenommen werden.

Die BBS und BHS müssen konstruktiv so gestaltet sein, dass eine zulässige Höhenabnutzung ohne Nachjustierung der Balise beherrscht wird. Die Bewertungsmaßstäbe für die zulässige Abnutzung des Schienenkopfes im Gleis richten sich immer nach der aktuellen Ril 821.2011A01. Der Wert für die anzunehmende senkrechte Höhenabnutzung SR ist in Tabelle 6 zu finden.



6.1.2.3 Zulässige Lagetoleranzen der Balisen im Gleis

Von ETCS sind Grenzwerte bezüglich Lageveränderung der Eurobalisen im Gleis festgelegt (Bild 37).

Da die von ETCS zugelassenen, funktionalen Grenzwerte für Richtfehler auch für den dauernden Praxiseinsatz gelten, sollten die zulässigen Werte nicht generell für die Montagebedingungen vorgegeben werden. Speziell der Wert für die Drehung um die Z-Achse (Vorgabe $\pm 10^\circ$) sollte nicht in der Größenordnung genutzt werden.

Richtwerte als Grundlage für die Montagevorgaben:

- Drehung um Z-Achse $\leq 2^\circ$,
- Drehung um X-Achse $\leq 1^\circ$,
- Drehung um Y-Achse $\leq 2^\circ$.

Das BBS und das BHS sind so zu konzipieren, dass die Grenzwerte der Winkelfehler gemäß Bild 37 während des Bahnbetriebs unter Einfluss der Umweltbedingungen nicht überschritten werden, auch nicht während der konkreten Belastungssituation.

6.1.2.4 Metallfreier Raum

Das BBS und BHS muss derart konstruiert werden, dass es den Anforderungen gemäß Subset-36 zum metallfreien Raum im Zusammenhang mit der entsprechenden Oberbauform z.B. Feste Fahrbahn oder Stahlschwelle entspricht. Die in der Tabelle 7 genannten Maße müssen berücksichtigt werden.

Es ist zu berücksichtigen, dass durch den Einsatz bestimmter Oberbaukonstruktionen bzw. Oberbauformen der Feste Fahrbahn der Metallfreiraum nicht gewährleistet sein kann. Aus diesem Grund darf der Metallfreiraum unterhalb der Balise definiert reduziert werden. Zu berücksichtigen ist dabei die zulässige Höhenabnutzung der Schiene sowie bei Bauformen der Feste Fahrbahn zusätzlich der Bereich der Schienenregulierung. Mögliche Einbaubereiche der Balise im Metallfreiraum sind im nachfolgenden Diagramm dargestellt (Bild 38).

Bei der Feste Fahrbahn ist eine mögliche Höhenregulierung der Schiene vom jeweiligen Fertigungstyp abhängig, wobei auch innerhalb einer Fertigungsreihe Unterschiede auftreten können. Der Bereich der entsprechenden Höhenregulierung ist jeweils zu berücksichtigen. Eine Abstimmung mit dem Bereich Fahrbahn muss im Rahmen der durchzuführenden Projekte vorgenommen werden.

6.1.2.5 Unwirksam schalten von Balisen

Ist es erforderlich, dass Balisen vorübergehend außer Betrieb genommen

Z_b – Grenzen für Höheneinstellung (Z _b = Abstand der Referenzebene unter SO)	Höchstlage	Tiefstlage
Mindestabstand Referenzebene unter SO (höchste Lage)	93 mm	193 mm
Höchstabstand Referenzebene unter SO (tiefste Lage)	93 mm	210 mm

Tabelle 5: Grenzmaße der normalen Höheneinstellung

Schienen		Geschwindigkeitsbereiche Anzunehmende senkrechte Höhenabnutzung SR _{lim}			
Schienen-Profil	Höhe neu [mm]	v > 160 km/h	160 ≥ v > 120 km/h	120 ≥ v > 80 km/h	v ≤ 80 km/h
60E2	172	11 mm	15 mm	18 mm	19 mm
R65	180	11 mm	15 mm	18 mm	19 mm
54 E3/54 E4	154	9 mm	13 mm	17 mm	18 mm
49 E1/49 E5	149	–	13 mm	13 mm	17 mm
Länderformen: Neugewicht von 42kg/m bis 48kg/m		–		–	11 mm

Anmerkung: alte Bezeichnung für 60 E2: UIC 60
alte Bezeichnung für 54 E3, 54 E4: S 54
alte Bezeichnung für 49 E1, 49 E5: S 49

Tabelle 6: Für Balisemontage anzunehmende senkrechte Abnutzung des Schienenkopfes (Maße in mm)



Bild 37: ETCS zugelassene funktionale Grenzwerte

Ifd. Nr.	Balise	Einbaulage zur Gleisachse	
		quer	längs
1	Kleine Bauform	H: 210 mm B: 410 mm x 2 L: 315 mm x 2	H: 210 mm B: 315 mm x 2 L: 410 mm x 2
2	Große Bauform	–	H: 210 mm B: 400 mm x 2 L: 470 mm x 2

Tabelle 7: Metallfreiraum in Umgebung der Balise
H = Maß unterhalb der Balisenreferenzebene (Bild 38); B = Maß in Richtung der Schwellenachse; L = Maß in Richtung der Gleisachse

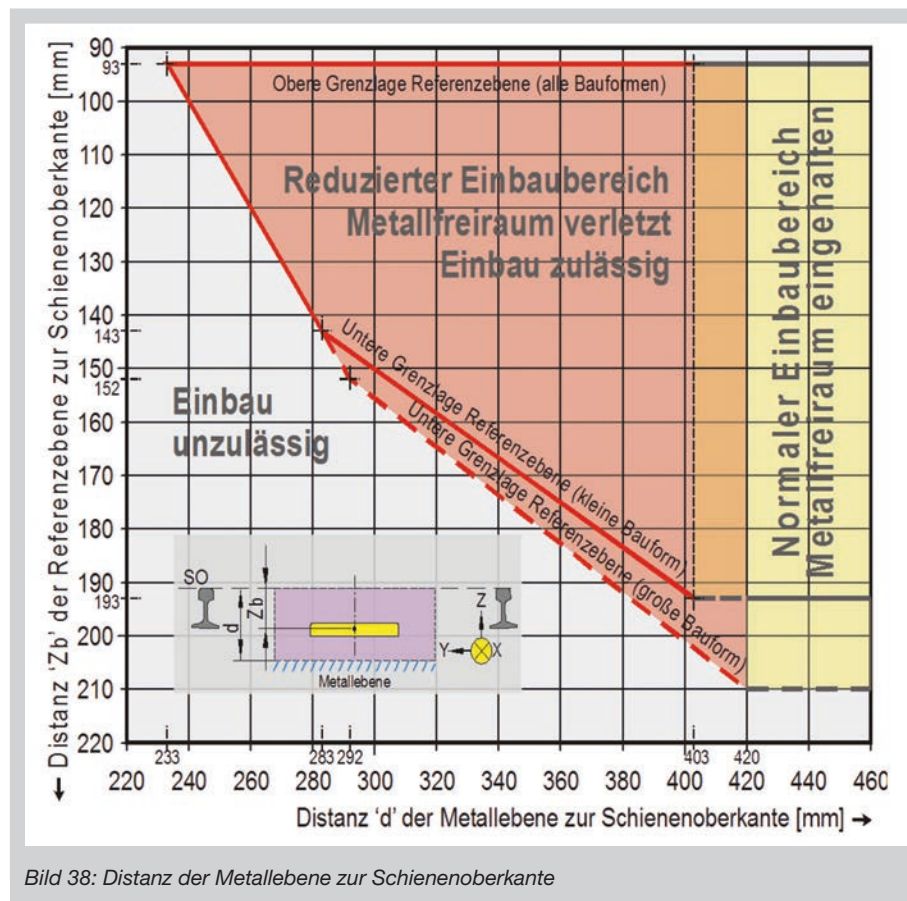
werden müssen (z.B. bei Bauarbeiten oder vor Inbetriebnahmen), werden Abschirmbleche über der Balise angebracht. Die Abschirmbleche können mit einem entsprechenden Schloss versehen werden.

Das Abschirmblech muss konstruktiv so konzipiert sein, dass eine sichere Abschirmung gewährleistet wird (Bild 39).

6.1.3 Umweltauflagen

Zur Erbringung der entsprechenden Nachweise müssen sämtliche mechanischen Belastungsuntersuchungen mit der einzusetzenden Balisenbauform

- in Abhängigkeit von der Montage der Balisen in Längs- bzw. Querrichtung und



■ auf dem entsprechenden Oberbautyp durchgeführt werden.

Es ist anzugeben, bis zu welcher Geschwindigkeit die Komponenteneinheit (Balise/BBS/BHS) im Netz der DB AG einsetzbar ist.

Bei den durchzuführenden Tests ist nachzuweisen, dass Balisen auch mit einem Abschirmblech versehen die vorgegebenen Anforderungen erfüllen. Hinsichtlich der Umweltbedingungen sind folgende Bedingungen einzuhalten und nachzuweisen.

Temperatur: Die dauerhaft zu erwartende Minimaltemperatur beträgt -33°C . Die dauerhaft zu erwartende Maximaltemperatur beträgt $+70^{\circ}\text{C}$. Durch das Einwirken von Fahrtwind können sich erwärmte Komponenten schnell abkühlen. Die dabei auftretende maximale Temperaturänderungsgeschwindigkeit muss beherrscht werden.

Wind/Luftbewegungen: Für die Berechnung der Windkräfte ist als maximale Windgeschwindigkeit 35 m/s (126 km/h) anzusetzen.

Druck-Sog-Wechselast: Die Konstruktionseinheit Balise/BBS bzw. Balise/BHS muss den herrschenden Druck-Sog-Wechselasten standhalten. Druckwechselasten bis zu einer maximalen Zuggeschwindigkeit von 300 km/h betragen in Anlehnung an EN 50125-3 Abschnitt

4.2.2 mindestens $\Delta p = \pm 5\text{ kPa}$. Aufgrund der großen Dynamik der Druckänderung ist auch der Gradient zu berücksichtigen. Als Orientierungswert kann $\Delta p/\Delta t = 10\text{ kPa/s}$ angesetzt werden. Für die Installation im Tunnel ist die Ril 853 der DB Netz, Modul Ril 853.2001 A01 zu berücksichtigen.

Aerodynamische Strömungslasten: Die Konstruktionseinheit Balise/BBS bzw. Balise/BHS muss den herrschenden aerodynamischen Strömungslasten standhalten. Die Größe der aerodynamischen Einwirkungen hängt vorrangig ab von

- der Zuggeschwindigkeit,
- der aerodynamischen Form des Zuges,
- der Form der Balise,
- der Einbaulage der Balise,
- dem BBS bzw. BHS und
- dem Raum zwischen Fahrzeug, Balise und Gleisbett.

Gemäß EN 50125 3, Abschnitt 4.5, muss zur Dimensionierung der Bauteile der Konstrukteur den Staudruck arithmetisch bestimmen. Die Vorgaben der vorgenannten EN sind entsprechend einzuhalten, die Berechnung ist zu dokumentieren und nachzuweisen.

Alternativ können die Kräfte auch direkt durch eine Messung bzw. numerische Strömungssimulation (CFD) der Balise und des BBS bestimmt werden. Da-



Bild 39: Beispiellösung Abschirmblech (hier: Balise auf der Holzschwelle)

bei sind die Vorgaben der EN 14067-4 zu beachten.

Luftfeuchtigkeit: Die dauerhaft zu erwartende minimale relative Luftfeuchtigkeit beträgt 15% . Die dauerhaft zu erwartende maximale relative Luftfeuchtigkeit beträgt 100% . Die Betauung ist möglich.

Niederschlag:

Regen: Die Bauteile müssen so entworfen sein, dass sie einer Regenmenge von 6 mm/min bei gleichzeitigem Auftreten von Wind (insbesondere Fahrtwind vorbeifahrender Züge) dauerhaft widerstehen können.

Schnee: Die Bauteile müssen so entworfen sein, dass sie allen vorkommenden Arten von Schnee bei gleichzeitigem Auftreten von Wind (insbesondere Fahrtwind vorbeifahrender Züge) dauerhaft widerstehen können.

Hagel: Die Bauteile müssen so entworfen sein, dass sie Hagelkörnern mit Durchmessern von bis zu 15 mm dauerhaft widerstehen können.

Eis: Die Bauteile müssen so entworfen sein, dass sie allen Arten von Eis dauerhaft widerstehen können. Bei Eisabwurf durch Fahrzeuge darf sich bei Beschädigungen der Komponente keine Nachfolgegefährdung des Zugverkehrs ergeben.

Sonneneinstrahlung: Die dauerhaft zu erwartende maximale Sonnenstrahlungsleistung beträgt 1120 W/m^2 . Die Komponenten müssen für die vorgegebene Einsatzzeit beständig gegen UV-Strahlung sein.

Verschmutzung/Schutzgrad: Für die Vorgaben hinsichtlich der biologischen, chemischen und mechanischen Verschmutzung sind die entsprechenden Klassen gemäß EN 60721-3 4 anzuwenden. Insbesondere ist durch metallischen Abrieb in Verbindung mit Regen und elektrisch leitendem Schmutz mit einer erhöhten Gefahr von Kriechströmen zu rechnen. Der Schutzgrad nach DIN EN 60529 beträgt mindestens IP 67.

Schwingungen und Stöße: Die Erfüllung der Anforderungen aus der EN 50125-3 hinsichtlich Schwingungen/Beschleunigungen

nigungen und Stöße an verschiedenen Gleispositionen müssen nachgewiesen werden. Die Tritt- und Sprungfestigkeit ist durch einen Belastungstest durch eine Person mit einem Eigengewicht von 80 kg bis 100 kg nachzuweisen.

Brandschutz: Das Material muss nach EN 13501 1 schwer entflammbar sein.

Lebensdauer: Die Komponenten des BBS und des BHS müssen für einen permanenten betrieblichen Einsatz von mindestens 20 Jahren geeignet sein. Die Lebensdauer ist durch einen Lebensdauertest nachzuweisen. Die Lebensdauertests bestehen aus zwei Phasen. In der ersten Phase werden die Bauteile vorkonditioniert. Hierbei sind sie sowohl einer thermischen Einwirkung als auch einer aktinischen Einwirkung, d.h. Einwirkung durch Sonneneinstrahlung zu unterziehen. In der zweiten Phase werden die vorkonditionierten Bauteile mechanischen Einflüssen ausgesetzt, die den Einfluss der zu erwartenden mechanischen Belastungen während des gesamten Einsatzzeitraumes abbilden sollen. Insgesamt sind die Prüfungen an mindestens fünf Probekörpern über die gesamte Testreihe durchzuführen. Zum Nachweis der Lebens- und Einsatzdauer müssen BBS und BHS mit einem Hinweis zum Herstellerdatum (Typenschild, eingefrästes Datum,...) versehen sein.

6.1.4 Qualitätsanforderungen

Die Konzeption von BBS und BHS ist für den Dauereinsatz (24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr) auszulegen, unabhängig von der Streckenbelastung (Zugzahl, Achslast, Geschwindigkeit). Die Komponenten des BBS und BHS müssen für einen permanenten betrieblichen Einsatz von mindestens 20 Jahren geeignet sein. Der Hersteller muss entsprechende optische und/oder messbare Merkmale nennen, die im Rahmen der turnusmäßigen Instandhaltung einen Austausch der entsprechenden Komponente ermöglichen, bevor diese ausfällt. Die Konstruktion von BBS und BHS muss hochverfügbar sein und allen Belastungen im laufenden Bahnbetrieb standhalten. Der Verfügbarkeitswert der Balise sowie BBS/BHS wird mit 99,9999916 % vorgegeben.

Der Hersteller hat nachzuweisen, dass die in der Risikobewertung dargestellten Risiken beherrscht werden.

Bei einem erforderlichen Balisenaus- oder -einbau soll die Ein-/Ausbauzeit 20 Minuten nicht überschreiten.

BBS und BHS sind so zu konzipieren, dass diese für mindestens 30 Montagezyklen (Aus- und Wiedereinbau) ausgelegt sind.

Das BBS und BHS muss im Rahmen der Instandhaltung wartungsfrei sein. Instandhaltungsmaßnahmen dürfen über eine Sichtprüfung und Prüfung auf „handfesten“ Sitz nicht hinausgehen. Der Zyklus der Instandhaltungsmaßnahmen darf zwölf Monate nicht unterschreiten, ein Zyklus von 24 Monaten ist anzustreben.

Die Balisen-Befestigungs- und Halterungs-Systeme werden als Element der Balise gesehen. Die Verfügbarkeit dieser Komponenten muss im Rahmen des Einsatzzeitraumes der Balisen gesichert werden.

6.2 Spezielle Bedingungen für Balisen-Befestigungssysteme (BBS)

6.2.1 Systemumgebung und Schnittstellen

Die Systemumgebung des BBS stellt einerseits die Schwelle bzw. die Betonoberfläche der Festen Fahrbahn und andererseits die Balise selbst dar.

Bei der Schwellenbefestigung muss der Einsatz für die Schwellenart Betonschwelle, Holzschwelle und Stahlschwelle einschließlich Y-Stahlschwelle möglich sein.

Bei der konstruktiven Ausführung sind die äußeren Abmessungen sowie die Lage der Referenzebene der Balisen sowie die jeweilige Oberbauform zu beachten.

6.2.2 Konstruktive Anforderungen

Das **einheitliche Befestigungsmaß** bei DB Netz für ETCS-Streckendatenpunkte auf Schwellen bzw. Gleistragwerken beträgt **200 mm**.

Ist die direkte Montage für bestimmte Balisen über das Befestigungsmaß nicht möglich, sind Montageadapter bzw. spezielle Zwischenplatten vorzusehen.

Für eine Höhenregulierung der Eurobalise im Gleisbereich werden Zwischenlagen verwendet oder die erforderliche Einstellung wird über Montageadapter/Zwischenplatten erreicht.

Die Gesamthöhe der Zwischenlagen bzw. Montageadapter/Zwischenplatten wird von der Oberbauart und der technischen Ausführung der Balise bestimmt und beträgt mindestens 10 mm. Es sollen Zwischenlagen in der Stufung 10 mm bzw. 20 mm zur Höhenregulierung eingesetzt werden. Für Montageadapter/Zwischenplatten bzw. Zwischenlagen muss das verwendete Material aus elektrisch nicht leitfähigem und magnetisch nicht abschirmendem Material bestehen. Die Befestigung der Montageadapter/

Zwischenplatten bzw. Zwischenlagen und Balisen erfolgt mit Edelstahlschrauben und mit Sicherungselementen aus Edelstahl sowie ggf. mit Gewindehülsen (spannungsfreie Dübel) aus Edelstahl. Alle Befestigungs- und Sicherungselemente müssen zudem aus nichtrostendem und nicht lokal-Element-bildendem Material bestehen.

6.2.2.1 Befestigung auf der Holzschwelle

Der Abstand der Befestigungslöcher bei direkter Befestigung der Balise auf der Holzschwelle ist mit 200 mm vorgesehen und mit zwei Verschraubungen zu gewährleisten. Da die Oberfläche von Holzschwellen eine unterschiedliche Festigkeit aufweisen kann, sind durch die Hersteller Montagevarianten anzubieten, die eine Befestigung an unterschiedlichen Stellen auf der Schwelle ermöglichen. Vorrangig soll die Montage über eine Zwischenplatte erfolgen, in welcher wahlweise verschiedene Befestigungsmöglichkeiten im Holz vorgesehen sind. Die Lochpaare sind so zu konzipieren, dass ein Bereich freigehalten wird, der eine alternative direkte Befestigung der Balise auf der Holzschwelle im Regelfall von 200 mm konstruktiv sicher gewährleistet. Die Befestigung darf mit max. vier Schrauben, mit einem Durchmesser von 10 mm und einer Länge von ca. 140 mm, erfolgen (jeweils zwei Schrauben links und rechts der Gleisachse).

6.2.2.2 Befestigung auf der Betonschwelle

Der Abstand der Befestigungslöcher auf dem Montageuntergrund Betonschwelle ist mit 200 mm sowie zwei Verschraubungen vorgesehen und muss durch das Befestigungssystem gewährleistet werden können. Besitzen Balisen bestimmter Hersteller diesen Lochabstand nicht, muss über einen Montageadapter das Maß von 200 mm erreicht werden. Die Befestigung auf der Betonschwelle muss unter vollflächiger Verklebung spannungsfreier Dübel (z.B. Gewindehülsen aus Edelstahl) erfolgen. Abweichungen sind mit den Fachbereichen Oberbau- und Eurobalisen-Technik der DB Netz abzustimmen. Das Verhindern des Eindringens von Wasser bzw. Schmutz oder aggressiven Stoffen in die vollflächige Verklebung der Gewindehülsen im Beton muss dabei garantiert werden. Die Bohrungen in Betonschwellen dürfen maximal mit einem Durchmesser von 16 mm und einer maximalen Länge von 95 mm ausgeführt werden. Es sind zwei Schrauben mit M 10 Gewinde vorgesehen.

6.2.2.3 Befestigung auf der Festen Fahrbahn

Der Abstand der Befestigungslöcher auf dem Montageuntergrund Feste Fahrbahn ist mit 200 mm vorgesehen und muss durch das Befestigungssystem gewährleistet werden. Alternativ kann auch ein Montageadapter, z.B. mit vier Befestigungsschrauben, verwendet werden, welcher die Balise aufnimmt. Die Befestigung erfolgt dann auf dem Montageadapter, der gleichzeitig die Funktion eines Balisenschutzsystems haben kann. Die Befestigung auf dem Montageuntergrund Feste Fahrbahn (Betonswelle bzw. Betonkörper der Feste Fahrbahn) muss unter vollflächiger Verklebung spannungsfreier Dübel (z.B. Gewindehülsen aus Edelstahl) oder mittels Gewindestangen erfolgen. Das Verhindern des Eindringens von Wasser bzw. Schmutz oder aggressiven Stoffen in die vollflächige Verklebung der Gewindehülsen bzw. Gewindestangen im Beton muss garantiert werden. Die Bohrungen im Montageuntergrund Feste Fahrbahn dürfen maximal mit einem Durchmesser von 16 mm und einer maximalen Länge von 95 mm ausgeführt werden.

6.2.2.4 Befestigung auf der Stahlschwelle (einschl. Y-Stahlschwelle)

Der Abstand der Befestigungslöcher auf der Stahlschwelle ist mit 200 mm vorgesehen und muss durch das Befestigungssystem gewährleistet werden können. Besitzen Balisen bestimmter Hersteller diesen Lochabstand nicht, muss über einen Montageadapter das Maß von 200 mm erreicht werden. Montageadapter zur Befestigung der Balise auf Y-Stahlschwellen müssen für die Belastung bei schräg verlaufender Schwelle geeignet sein. Zur Befestigung auf der Stahlschwelle ist das Einbringen der zwei Gewindebohrungen M 10 im erforderlichen Montageabstand 200 mm in den Stahl notwendig.



Bild 40: Montage Balise S 21 auf der Y-Schwelle

Diese Lösung kann auch für die Y-Stahlschwelle verwendet werden (Bild 40).

6.3 Spezielle Bedingungen für Balisen-Halterungssysteme (BHS)

6.3.1 Systemumgebung und Schnittstellen

Das BHS dient der Befestigung der Balise auf einem Trägersystem zwischen den Schienen. Die Systemumgebung des BHS stellt einerseits die Schiene und andererseits die Balise selbst dar.

Die Befestigung des BHS muss an allen Schienenbauformen möglich sein. Der Einsatz berücksichtigt die Nennspurweite 1435 mm. Im Bereich des Oberbaus können aber auch Spurtoleranzen auftreten, die berücksichtigt werden müssen. Die Standardschienenneigung ist 1:40. BHS müssen jedoch an alle bei der DB Netz üblichen Schienenneigungen anpassbar sein. Bei der konstruktiven Ausführung des Trägersystems sind die äußeren Abmessungen sowie die Lage der Referenzebene der Balisen zu beachten. Das Halterungssystem muss für große und kleine Balisenbauformen geeignet sein.

6.3.2 Konstruktive Anforderungen

Für Balisen-Halterungssysteme ist ebenfalls das bei DB Netz **einheitliche Befestigungsmaß** für ETCS-Streckendatenpunkte von **200 mm** einzuhalten. Das Balisen-Halterungssystem muss so beschaffen sein, dass Balisen mit dem Lochabstand von 200 mm und einem Gewicht von bis zu 7,5 g darauf montiert werden können.

Das für das BHS verwendete Material darf weder die Übertragungseigenschaften der Balisen noch die Wirksamkeit anderer signaltechnischer Einrichtungen im Gleis, wie z.B. Gleisstromkreise, beeinflussen.

Die Befestigung des BHS erfolgt am Schienenfuß oder an den Schienenschrauben. Die bevorzugte Variante ist die Befestigung am Schienenfuß. Soll in Sonderfällen eine Befestigung an den Schienenschrauben vorgenommen werden, dürfen die Eigenschaften der Schienenbefestigung, wie z.B. freies Schwingen der Federarme der Spannklemme und die Befestigung des BHS nicht beeinträchtigt werden.

7 Maßnahmen zur Balisenbefestigung bezüglich Eisabwurf

7.1 Historie

In Vorbereitung der ETCS-Ausrüstung der Hochgeschwindigkeitsstrecke VDE 8 wurden ab ca. 2005 Entwicklungen für die

Montage von Eurobalisen für Geschwindigkeiten bis 300 km/h, insbesondere für den Einsatz auf der Feste Fahrbahn, aufgenommen. Konzipiert wurde die Anwendung auf die Belange der DB AG angepassten BHS der Firma Vortok sowie des weiterentwickelten, bewährten BBS mit Unterlegplatten der Firma Siemens.

Bei Tests der neuen Systeme im Bereich der Strecke Ingolstadt – München kam es ab 2009 zu Beschädigungen. Speziell in den Wintern 2009 bis 2011 waren auf der Strecke Ingolstadt – München im Bereich von ca. 40 km Beschädigungen der Balisen bzw. der Balisenhalterungen von Vortok sowie der Befestigungen von Siemens zu verzeichnen.

Die Befestigungsschrauben waren bei den BBS mit Unterlegplatten lose und z.T. verbogen, wodurch ein fester Halt der Balisen nicht mehr gewährleistet war. Bei einigen neuen BHS von Vortok traten größere Beschädigungen auf. Hier waren die Halterungen teilweise weggerissen. Die Geschwindigkeit betrug beim Test maximal 200 km/h.

Im Ergebnis der Untersuchungen wurde als Ursache für die Beschädigungen Eisabwurf durch die auf den Strecken verkehrenden Fahrzeuge identifiziert.

In der Folge wurden kleinere konstruktive Änderungen vorgenommen, welche aber nicht zum erwünschten Erfolg führten.

Daraufhin wurden durch die DB Netz intensive Untersuchungen zur Lösung des Problems angestoßen. Ziel war die Definition von Anforderungen in den Lastenheften bezüglich der Entwicklung und Herstellung von eisschlagresistenten Lösungen für die Montage der Eurobalisen im gesamten Geschwindigkeitsbereich bis 300 km/h.

7.2 Nachweisverfahren zur Eignung der Befestigungsart

Zur Reproduktion der bei der DB Netz entstandenen Schadbilder unter Laborbedingungen wurden durch die DB Systemtechnik im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Stuttgart Eisbeschussversuche durchgeführt [15]. Zum Einsatz kamen Eisprojekte aus Laboreis, also durchsichtiges monokristallines Eis, das eine hohe Festigkeit und geringe innere Spannungen aufweist. Die Herstellung dieses Projektils erfolgt, indem ein entsprechendes Behältnis mit „crushed ice“ befüllt wird, welches dann mit vorgekühltem Wasser (bereits ein leichter Eisfilm auf der Oberfläche) aufgefüllt wird. Das Behältnis wird auf –22°C heruntergekühlt. Durch dieses Verfahren werden Spannungen im Eis aufgrund von Temperaturdifferenzen vermieden. Das Eis muss diese Konsistenz aufweisen, damit es überhaupt



Bild 41: Eisprojektil 6,5 kg

mit einer Luftdruckkanone abgeschossen werden kann. Außerdem ist eine reproduzierbare Herstellung möglich, um gleiche Randbedingungen sicherzustellen. Die verschossenen Eisbrocken hatten eine Masse von 1,0 bis 6,5 kg (Bild 41 und 42). Die bei den durchgeführten Versuchen erzielten Ergebnisse und Schadbilder waren physikalisch nachvollziehbar. Nach mehreren Versuchsreihen konnten das auf der Strecke Ingolstadt – München entstandene Schadbild rekonstruiert und entsprechende Vorgaben abgeleitet werden.

7.3 Vorgaben für die Entwicklung und den Einsatz von BBS und BHS bei der DB Netz AG

Abgeleitet aus den Berichten der DB Systemtechnik wurden für Neuentwicklungen bezüglich der Nachweisführung folgende Vorgaben erstellt:

„Es muss nachgewiesen werden, dass ein Balisenhalterungssystem oder Balisenbefestigungssystem mit montierter Balise einen Treffer von einem Labor-eisbrocken mit 4 kg Gewicht und Streckenhöchstgeschwindigkeit ohne nennenswerten Schaden übersteht. Alternativ ist es möglich, einen Schuss mit 2 kg auf die schwächste Stelle der Konstruktion mit Streckenhöchstgeschwindigkeit durchzuführen.“

Das System muss in jedem Fall dreimal diesen Test nachweislich ohne nennenswerten Schaden überstehen. Beim Versuchsaufbau muss darauf geachtet werden, dass die Randbedingungen der späteren Einbausituation (Schotteroberbau, Feste Fahrbahn, Streckengeschwindigkeit etc.) entsprechen.

Diese Vorgabe gilt für alle Hersteller von Balisenbefestigungs- und Halterungssystemen gleichermaßen. Sie ist in die beiden Lastenhefte für BBS und BHS eingeflossen.

Bild 42: Eine im Versuch mit Eis beschossene Balise



LITERATUR

- [1] Deutsche Bahn AG, DB Geschäftsbereich Netz, NGS 41: Lastenheft zum Einsatz der Eurobalise bei der GNT – Systemfunktionalität und Streckenausrüstung –, Berlin, 04.06.1998
- [2] Deutsche Bahn AG, DB Geschäftsbereich Netz, NGS 41: Lastenheft zum Einsatz der Eurobalise bei der GNT – Fahrzeugausrüstung, Berlin, 09.01.1998
- [3] Fröhlich, B.: Einsatz der Eurobalisen-Technik bei der Geschwindigkeitsüberwachung für NeiTech-Züge (GNT), in: Eisenbahn Ingenieur Kalender 1999, Tetzlaff-Verlag, S. 337-358
- [4] Bandke, B.: Ein neues Zugbeeinflussungssystem für die S-Bahn Berlin, in: Signal+Draht 10/2001, S. 30-34
- [5] Deutsche Bahn AG, DB Systemtechnik TZF 46: Lastenheft für die Einführung des Zugsicherungssystems ZBS zur Ablösung des Fahrsperrsystems, Systemlastenheft, Ausgabe: Version 1.0(F), Berlin, 11.04.2003
- [6] Hornemann, K.; Fröhlich, B.: Zugbeeinflussungssysteme der DB AG, Eisenbahn Ingenieur Kalender 2007
- [7] Deutsche Bahn AG, DB Systemtechnik, TZF 46: Haupt-Lastenheft Grundsätzliche Bedingungen für die Änderung der Systemzustände von Zugbeeinflussungseinrichtungen, Ausgabe: Version 2.0, Berlin, 04/2008
- [8] DB Netz AG, Technische Mitteilung, TM 2010-1271 I.NVT 3: Systemwechsel von nationalen Zugbeeinflussungssystemen mit Eurobalisen-Technik (ETCS-basierte Transition von Class B Systemen) beim Übergang zu Nachbarnetzen; hier: Vorläufige Anweisung zur Inbetriebnahme der Streckeneinrichtungen, 15.06.2010
- [9] DB Netz AG, Technische Mitteilung, TM 2010-1272 I.NVT 3: Systemwechsel von nationalen Zugbeeinflussungssystemen mit

Eurobalisen-Technik (ETCS-basierte Transition von Class B Systemen) beim Übergang zu Nachbarnetzen; hier: Handlungsanweisung für den Triebfahrzeugführer (Tf) bei der Transition, 15.06.2010

- [10] DB Netz AG, Ramerth, J.: Projekte ETCS (I.NVT 323): Betrieblich-technische Kundenveranstaltung „ETCS – Migrationsplan und Inbetriebnahme weiterer Strecken“, 13.05.2014
- [11] DB Netz AG, ETCS-Systementwicklung (I.NPS 322): Projekt Europäisches Zugbeeinflussungssystem (ETCS)-Lastenheft Zugbeeinflussungssystem „ETCS signalgeführt“ -/22133 ETCS/LH ETCS L1/01 Anforderungen ETCS L1 LS, 30. April 2015
- [12] DB Netz AG, Neuberg, N.: Anforderungsmanagement ETCS (I.NPS 321): Einsatz von ETCS Level 1 Limited Supervision (L1/LS) bei der Deutschen Bahn AG, Signal+Draht 12/2014
- [13] DB Netz AG, Zugbeeinflussungssysteme (I.NVT 341): Lastenheft für Balisen-Befestigungssysteme (für Systeme zur Befestigung auf der Schwelle und dem Betonkörper der Festen Fahrbahn), 28.05.2013, Version 1.5
- [14] DB Netz AG, Zugbeeinflussungssysteme (I.NVT 341): Lastenheft für Balisen-Halterungssysteme (Systeme zur Befestigung an den Schienen) 15.07.2013; Version 1.1
- [15] DB Systemtechnik, Fachabteilung Prüfungen Fahrbahn Technik (T.TVI 23), Fachtechnische Stellungnahme „Begleitung der Eisbeschussversuche bei der DLR in Stuttgart“, 18.06.2012
- [16] Beschluss der Kommission über die Technische Spezifikation für die Interoperabilität der Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“ des transeuropäischen Eisenbahnsystems (TSI ZZS), speziell Anhänge I bis III und A; G

Die Autoren

Klaus Hornemann

NTZ-Freigabeverantwortlicher, LST-Komponenten und Elektrische Anlagen 50 Hz (I.NPS 34), DB Netz AG
Anschrift: Caroline-Michaelis-Str. 5-11, D-10115 Berlin
E-Mail: klaus.hornemann@deutschebahn.com

Bernd Fröhlich

Freiberuflich für DB Netz AG
Anschrift: Johannesstraße 59, D-15370 Petershagen
E-Mail: froehlich-eb@t-online.de



FACHWISSEN

überall & jederzeit verfügbar

Profitieren Sie vom gesamten Medienpaket, das Ihnen als Abonnent exklusiv zur Verfügung steht.

- E-Paper per E-Mail
- Online-Auftritt inkl. Archiv
- Regelmäßiger Newsletter
- App für Smartphones & Tablets
- Print-Ausgabe

**Eurail
press**



DVV Media Group

www.eurailpress.de