

Systematische Behandlung von Fehlern in ETCS-Spezifikationen: der Error Correction Process

Systematic handling of errors in ETCS specifications: the Error Correction Process

Manuel Hamm | Yadi Han | Julia Jost | Miles Lanzer

Ziel des Error Correction Process für das European Train Control System (ETCS) ist die systematische Behandlung von Fehlern in ERTMS- / ETCS-Spezifikationen zur Sicherstellung von Interoperabilität, Sicherheit und stabilem Betrieb. In der aktuellen Fassung der TSI ZZS 2023/1695 ist dieser in Kapitel 7.2.10.1 nicht ausreichend konkretisiert. Dies führt in der Praxis zu Interpretationsspielräumen. Vor diesem Hintergrund wurde ein TSI-konformer, DB-interner Error Correction Process erarbeitet. Der Beitrag beschreibt die Herleitung aus der TSI ZZS sowie dessen Anwendung mit Fokus auf die Beantwortung von sog. Baseline-Compatibility-Assessment (BCA)-Questionnaires.

1 TSI ZZS

Ein Ziel der europäischen Eisenbahnpolitik ist die Etablierung eines harmonisierten und wettbewerbsfähigen Binnenmarkts, auch SERA genannt (Single European Railway Area). Die Interoperabilitätsrichtlinie (EU) 2016/797 spielt hierbei eine zentrale Rolle, denn sie definiert die technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) für strukturelle und funktionale Teilsysteme und bildet somit eine Grundlage für Zulassungs- und Genehmigungsverfahren der Fahrzeuge und ERTMS-Streckentechnik (European Rail Traffic Management System).

Zusätzlich stärkt sie die zentrale Rolle der Europäische Eisenbahnagentur (ERA) u. a. als One-Stop-Shop sowie als Betreiber zentraler Register (z. B. RINF).

Die TSI ZZS (Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung) beschreibt die fahrzeug- und streckenseitigen ZZS-Teilsysteme einschließlich Schnittstellen, Leistungsanforderungen, Nachweis- und Bewertungsmethoden sowie Übergangs- und Kompatibilitätsregeln. Aktuelle Rechtsgrundlage ist hierbei die Durchführungsverordnung (EU) 2023/1695. ERTMS-Spezifikationen (u. a. ETCS-Baselines und Systemversionen) sind Bestandteil der TSI ZZS.

Anfallende Änderungen und Fehlerkorrekturen während beispielsweise der Entwicklung oder dem Betrieb werden durch die ERA im Rahmen des Change Control Management (CCM) gesteuert, wobei auch Auswirkungen auf die Kompatibilität, vor allem die Abwärtskompatibilität, bewertet werden. Ziel hierbei ist stets die Sicherstellung von Sicherheit, Kompatibilität, Stabilität im Betrieb und Interoperabilität.

2 Abwärtskompatibilität

Abwärtskompatibilität bedeutet, dass ein Fahrzeug mit gleicher oder höherer Systemversion auf einer Strecke mit gleicher oder niedrigerer Systemversion betrieben werden kann bzw. darf. Die ak-

The objective of the European Train Control System (ETCS) Error Correction Process involves the systematic handling of any errors in the ERTMS/ETCS specifications in order to ensure interoperability, safety and stable operations. Chapter 7.2.10.1 of the current version of the TSI CCS 2023/1695 does not sufficiently specify this process, thereby leading to interpretative ambiguities in practice. A TSI-compliant, DB-internal Error Correction Process has therefore been developed within this context. This article describes how it has been derived from the TSI CCS as well as its application, with particular focus on the handling of so-called Baseline Compatibility Assessment (BCA) questionnaires.

1 TSI CCS

One of the goals of the European railway policy is to establish a harmonised and competitive single market, also known as the Single European Railway Area (SERA). The Interoperability Directive (EU) 2016/797 plays a central role in this regard, as it defines the technical specifications for interoperability (TSI) pertaining to structural and functional subsystems and thus forms the basis for the authorisation and approval procedures for rolling stock and ERTMS (European Rail Traffic Management System) trackside equipment.

In addition, it also strengthens the central role of the European Railway Agency (ERA), including its role as a one-stop shop and as the operator of the central registers (e.g. RINF).

The TSI CCS (Control Command and Signalling) describes the on-board and trackside CCS subsystems, including the interfaces, performance requirements, verification and validation methods, as well as the transition and compatibility rules. Implementing Regulation (EU) 2023/1695 constitutes the current legal basis for this. The ERTMS specifications (including ETCS baselines and system versions) are part of the TSI CCS.

Any changes and bug fixes that arise during development or operations, for example, are managed by the ERA as part of the Change Control Management (CCM), during which the impact on compatibility, particularly backward compatibility, is also assessed. The goal here is always to ensure safety, compatibility, operational stability and interoperability.

2 Backward compatibility

Backward compatibility means that a vehicle with the same or a higher system version can be operated on a line with the same or a lower system version. The current specification covers ETCS

tuelle Spezifikation umfasst die ETCS Baseline 4 mit mehreren Systemversionen, die Funktionen früherer Baselines abbilden.

Eine Inkompatibilität entsteht, wenn die streckenseitige Ausrüstung eine höhere ETCS-Systemversion erfordert als das Fahrzeuggerät unterstützt. Ein Zug mit ETCS-Systemversion X=2 kann beispielsweise auf einer Strecke mit Systemversion X=1 verkehren, jedoch nicht auf einer Strecke mit Systemversion X=3.

3 CCM

CCM ist der von der ERA etablierte Prozess zur Steuerung von Änderungen und Weiterentwicklungen der ERTMS-Spezifikationen. Im Rahmen des CCM werden erkannte Inkonsistenzen oder Lücken in Spezifikationen (z. B. aus dem Subset 113 / Hazard Log) als Fehler identifiziert und über formale Change Requests (CR) durch berechnete Organisationen, etwa durch Mitgliedstaaten, nationale Sicherheitsbehörden oder Vertretergremien, eingereicht.

Die CR werden durch das ERA Extended Core Team (EECT) geprüft, klassifiziert und bei Bedarf an spezialisierte Arbeitsgruppen übergeben. Fehlerkorrekturen werden thematisch gebündelt und in sogenannten „Error“-Paketen zusammengeführt, die als Grundlage für Wartungsreleases dienen. Diese führen zu angepassten Spezifikationen und tragen zur Sicherstellung von Interoperabilität und stabilem Betrieb bei.

Der CCM-Prozess ist mehrstufig organisiert: Das EECT koordiniert die Bearbeitung, Arbeitsgruppen erarbeiten technische Lösungen, die ERA Control Group übernimmt die übergeordnete Steuerung, und das Board gibt die finalen Freigaben. Dadurch wird ein transparenter, international abgestimmter und nachvollziehbarer Änderungsprozess sichergestellt.

4 Prozessbeschreibung

Wie in der Einleitung bereits beschrieben, wurde aufgrund der fehlenden Detailierung in Zusammenarbeit mit verschiedenen Abteilungen der DB InfraGO AG, den Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) und Herstellern ein TSI-konformer, DB interner Error Correction Process entworfen. Dieser Fehlerkorrekturprozess integriert sich in bereits bestehende Regelungen und Vorgaben.

Der Prozess gliedert sich grob in drei Phasen (Bild 1):

1. Identifikation und Bewertung
2. Verteilung und Abstimmung
3. Fehlerbehebung und Dokumentation

Baseline 4 with multiple system versions that implement functions from earlier baselines.

Incompatibility arises when the trackside equipment requires a higher ETCS system version than the onboard equipment supports. For example, a train with ETCS system version X=2 can operate on a line with system version X=1, but not on a line with system version X=3.

3 CCM

CCM is the process established by the ERA to manage any changes and further developments to the ERTMS specifications. Any identified inconsistencies or gaps in the specifications (e.g. from Subset 113 / Hazard Log) are classified as errors and submitted via formal Change Requests (CRs) by authorised organisations, such as member states, national safety authorities, or representative bodies, within the framework of CCM.

The CRs are reviewed and classified by the ERA Extended Core Team (EECT) and, if necessary, forwarded to specialised working groups. Error corrections are grouped by topic and consolidated into so-called “error” packages, which serve as the basis for maintenance releases. These result in updated specifications and help ensure interoperability and stable operations.

The CCM process is organised in multiple stages: the ERA Extended Core Team coordinates the processing, working groups develop the technical solutions, the ERA Control Group oversees the process and the Board provides the final approvals. This ensures a transparent, internationally coordinated and traceable change process.

4 Process description

As described in the introduction, a TSI-compliant, DB-internal error correction process has been designed in collaboration with various departments at DB InfraGO AG, the railway undertakings (RUs) and the manufacturers due to a lack of detail. This error correction process has been tailored to ETCS and integrated into the existing regulations and guidelines.

The process is broadly divided into three phases (fig. 1):

1. Identification and assessment
2. Distribution and coordination
3. Error correction and documentation

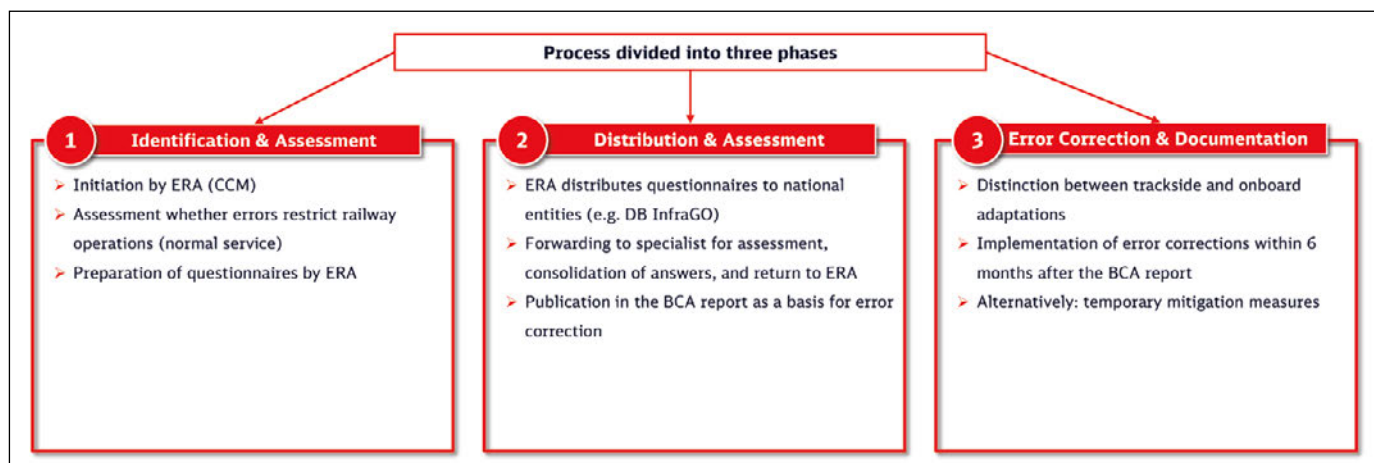


Bild 1: Prozessaufteilung in drei Phasen

Fig. 1: The process broken down into three phases

Quelle / Source: Julia Jost, Miles Lanzer

4.1 Identifikation und Bewertung

Der Anstoß des Prozesses erfolgt durch die ERA, in dem alle Änderungen oder Fehler im Rahmen ihres Änderungs- und Fehlermanagements (CCM) aufgenommen werden. Im ersten Schritt prüft die ERA, ob ein Fehler den Betrieb einschränkt oder nicht. Anschließend erstellt die ERA sogenannte BCA-Questionnaires (Baseline-Compatibility-Assessment-Fragebögen), die alle relevanten Informationen zu den jeweiligen Änderungen oder Fehlern erfassen sollen.

4.2 Verteilung und Abstimmung

Die BCA-Questionnaires werden über die jeweiligen Sektororganisationen an die nationalen Unternehmen wie z. B. die DB InfraGO AG verteilt. Innerhalb dieser werden die Questionnaires durch die notwendigen Fachabteilungen, teilweise mit Unterstützung der Hersteller, innerhalb einer definierten Frist beantwortet. Die ERA sammelt und konsolidiert alle Ergebnisse und Beantwortungen und veröffentlicht diese in einem BCA-Report (Baseline-Compatibility-Assessment-Report). Dieser Report ist die Grundlage für das weitere Vorgehen im Sektor.

Der Aufbau sowie die Beantwortung von BCA-Questionnaires durch die DB InfraGO AG werden im zweiten Teil des Beitrags detailliert beschrieben.

4.3 Fehlerbehebung und Dokumentation

Nach der Veröffentlichung des BCA-Reports wird bewertet, ob und in welchem Umfang die beschriebenen Fehler Auswirkungen auf Hersteller, Betreiber oder Infrastruktur haben. Es gibt zwei mögliche Ergebnisse zu der Bewertung der Fehler. Wird ein Fehler als akzeptabel eingestuft, wird lediglich diese Entscheidung dokumentiert. Es sind keine Korrekturmaßnahmen erforderlich.

Wenn eine Fehlerbehebung notwendig wird, unterscheidet der Prozess zwischen streckenseitigen und fahrzeugseitigen Maßnahmen. Diese Fehlerbehebungen müssen innerhalb von sechs Monaten nach der Veröffentlichung des BCA-Reports bekannt gegeben werden.

Soweit streckenseitige Anpassungen der Infrastruktur erforderlich sind (z. B. Anpassung von Balisentelegrammen), stoßen die internen Fachabteilungen der DB InfraGO AG die technischen Änderungen an und führen ggf. zusätzliche Prüfungen durch.

Fahrzeugseitige Anpassungen sind immer dann erforderlich, wenn der Infrastrukturbetreiber im Infrastrukturregister (RINF) Fehlerkorrekturen festlegt. Diese betreffen sowohl den Hersteller als auch die EVU, welche die betroffenen Fahrzeuge identifizieren und die notwendigen Korrekturen einleiten. Begleitend zu den fahrzeugseitigen Fehlerbehebungen können temporär infrastrukturseitige Abhilfemaßnahmen vereinbart werden, um den Betrieb aufrechtzuerhalten, bis die endgültigen Korrekturen auf den Fahrzeugen umgesetzt sind.

Am Ende des Prozesses steht die vollständige Dokumentation aller Schritte.

5 Der Bearbeitungsprozess von BCA-Questionnaires

Die BCA-Questionnaires sind in mehrere „Batches“ mit unterschiedlichen Fristen gestaffelt, wodurch der Arbeitsaufwand zur Beantwortung der Questionnaires über einen größeren Zeitraum verteilt wird (Bild 2).

Wie im Abschnitt „CCM“ beschrieben, stellen die Fehlerkorrektur-CR die Basis für die Fragestellungen der BCA-Questionnaires dar. Innerhalb eines „Batch“ ist jedes Questionnaire einem Fehlerkorrektur-CR zugeordnet. Ein Questionnaire enthält mehrere Fragestellungen dazu, wie die in dem Fehlerkorrektur-CR beschriebenen Sachverhal-

4.1 Identification and assessment

The process is initiated by the ERA, which records all the changes or errors as part of its CCM. In the first step, the ERA determines whether an error restricts operations. The ERA then creates so-called BCA questionnaires, designed to collect all the relevant information regarding the respective changes or errors.

4.2 Distribution and coordination

The respective sector organisations distribute the BCA questionnaires to national companies such as DB InfraGO AG. The questionnaires are answered by the relevant departments within these companies within a defined timeframe, in some cases with support from the manufacturers. The ERA collects and consolidates all the results and responses and publishes them in a BCA Report. This report serves as the basis for further action within the sector.

The structure of the BCA questionnaires and the process by which DB InfraGO AG completes them are described in detail in the second part of this article.

4.3 Error correction and documentation

Following the publication of the BCA Report, an assessment is conducted to determine whether and to what extent the described Error Correction CRs have an impact on manufacturers, operators or infrastructure manager (IM). The error assessment has two possible outcomes. If an error is classified as acceptable, only this decision is documented. No corrective actions are required.

If a corrective action is necessary, the process distinguishes between trackside and on-board measures. These corrective actions must be announced within six months of the publication of the BCA Report.

If trackside adjustments to the infrastructure are required (e.g. the modification of balise telegrams), the relevant internal departments at DB InfraGO AG initiate the technical changes and conduct additional assessments as necessary.

Vehicle-side adjustments are always required when the IM specifies error corrections in the Infrastructure Register (RINF). These apply to both the manufacturer and the RUs, which then identify the affected vehicles and initiate the necessary corrections.

Temporary infrastructure-side remedial measures may be agreed upon in conjunction with the vehicle-side error corrections so as to maintain operations until the final corrections have been implemented on the vehicles.

The process concludes with the complete documentation of all the steps.

5 Processing the BCA questionnaires

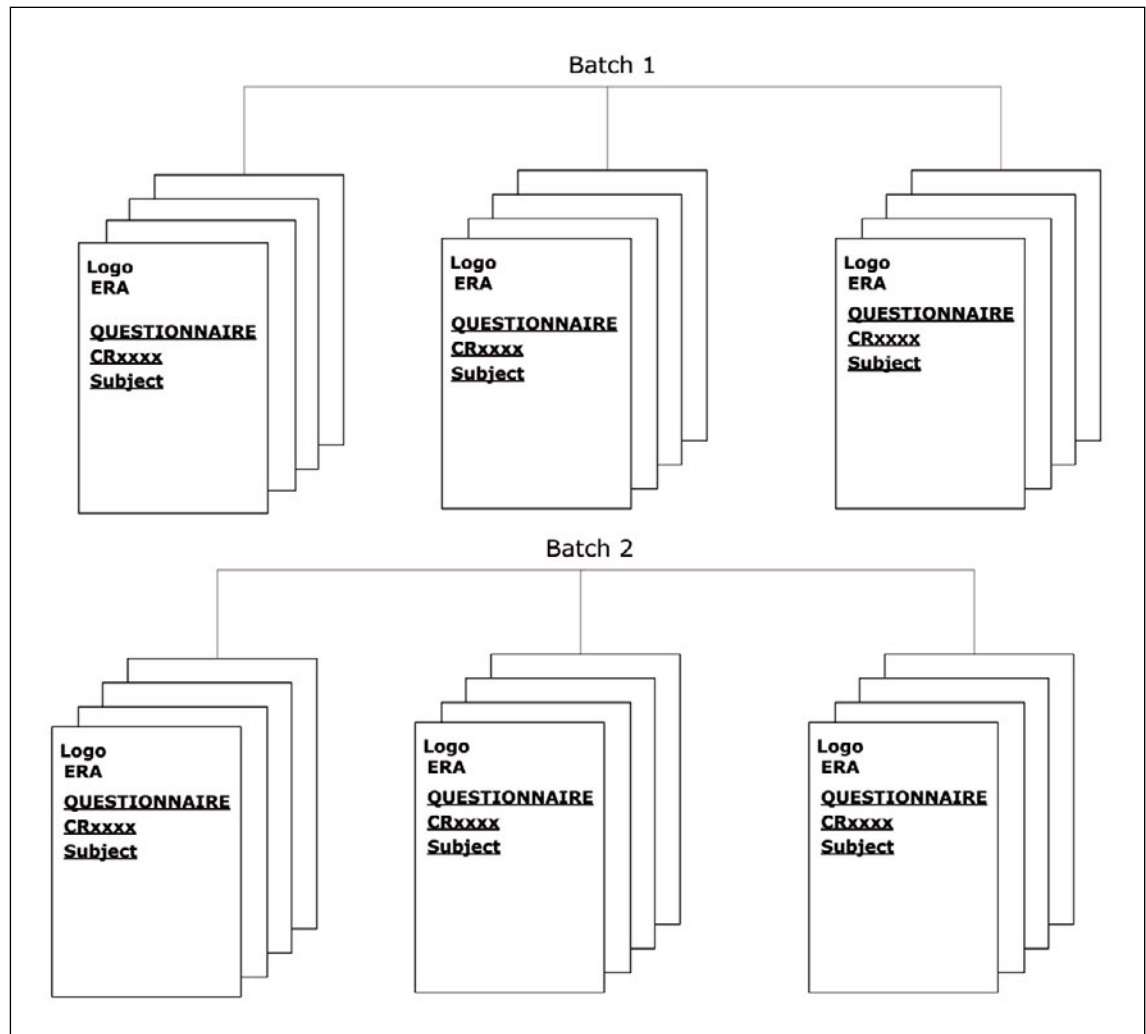
The BCA questionnaires are grouped into several batches with different deadlines, thereby allowing the workload associated with answering them to be distributed over a longer period (fig. 2).

As described in the “CCM” section, the error correction CRs form the basis for the questions contained in the BCA questionnaires. Each questionnaire is assigned to one Error Correction CR within a batch. Each questionnaire contains several questions regarding how the issues described in the Error Correction CR have been implemented or will be implemented by the respective IM.

Bild 2: Zuordnung der BCA-Questionnaires zu Batches

Fig. 2: The allocation of BCA questionnaires to batches

Quelle / Source: Yadi Han



te durch den jeweiligen Infrastrukturbetreiber (EIU) umgesetzt wurden oder zukünftig umgesetzt werden.

Die Fragestellungen eines BCA-Questionnaire bauen aufeinander auf und betreffen entsprechend dem ursächlichen Fehlerkorrektur-CR unterschiedliche Funktionen des ETCS-Systems. Da einzelne ETCS-Funktionen im Schienennetz der DB InfraGO AG nicht zur Anwendung kommen (z. B. ETCS Level 1 Full Supervision), können die entsprechenden BCA-Questionnaires zu Beginn der Bearbeitung mit der Begründung als „nicht zutreffend“ beantwortet werden.

Wurden die gefragten Funktionen bei der DB InfraGO AG umgesetzt, erfolgt die Beantwortung des BCA-Questionnaire gemäß dem folgenden Bearbeitungsprozess, welcher anhand eines fiktiven Beispiels veranschaulicht und erläutert wird.

In einem Szenario, beispielsweise beim Beginn einer Fahrt in ETCS Level 2, können die Voraussetzungen für das Senden von Information 1 und Information 2 durch das ETCS-Fahrzeuggerät an die ETCS-Zentrale gleichzeitig erfüllt sein. In diesem Fall kann es entweder zunächst Information 1 oder Information 2 senden, da im Subset (Europäische ETCS-Systemanforderungsspezifikation) nicht eindeutig vorgegeben ist, welche der beiden Informationen zuerst zu übermitteln ist.

Diese Uneindeutigkeit könnte dazu führen, dass die ETCS-Zentrale nach Erhalt von Information 1 oder Information 2 ein unterschiedliches Verhalten zeigt.

Eine Baseline 3 (BL3) ETCS-Zentrale könnte – abhängig von der implementierten Logik und Projektierung – flexibel auf die Reihenfolge

The questions within a BCA questionnaire partially build on each other and address different ETCS system functions in accordance with the Error Correction CR that describes the causes of the given issues. Since certain ETCS functions have not been applied in the DB InfraGO AG rail network (e.g. ETCS Level Full Supervision), the corresponding BCA questionnaires can initially be answered as “not applicable” with appropriate justification.

If the requested functions have been implemented by DB InfraGO AG, the questionnaire is processed according to the following procedure, which has been illustrated using a hypothetical example.

In a scenario such as the start of mission in ETCS Level 2, the conditions for sending Information 1 and Information 2 from the ETCS onboard unit to the ETCS Radio Block Centre (RBC) may be fulfilled simultaneously. In this case, either Information 1 or Information 2 may be sent first, since the Subset (the European ETCS system requirements specification) does not clearly define which of the two must be transmitted first.

This ambiguity may lead to different behaviour at the RBC depending on whether Information 1 or Information 2 is received first.

A Baseline 3 (BL3) RBC may – depending on its implemented logic and configuration – react flexibly to the order of the incoming information, thereby ensuring compatibility with a BL3 onboard unit.

ge der eingehenden Informationen reagieren, sodass die Kompatibilität mit einem BL3-Fahrzeug gegeben ist.

Eine BL2-ETCS-Zentrale kann hingegen erwarten, dass Information 2 vor Information 1 eingeht. Wird diese Reihenfolge nicht eingehalten, könnte die BL2-ETCS-Zentrale das BL3-Fahrzeug ablehnen und würde anschließend den Abbau der Funkverbindung kommandieren, was zu einer Betriebshemmung führen würde.

Auf Grundlage des beschriebenen Szenarios wurde ein Fehlerkorrektur-CR durch die ERA erlassen, der die eingetretenen Vorfälle, die Ursachen und die betreffenden Regeln im Subset beschreibt. Darauf aufbauend wurde ein BCA-Fragebogen zu diesem Sachverhalt erstellt, mit dem die Umsetzung durch das EIU sowie das Verhalten der ETCS-Zentrale abgefragt werden.

Als erster Schritt der Bearbeitung wird durch die ETCS-Fachabteilung geprüft, ob die abgefragte Funktion bei der DB InfraGO AG in den bisherigen Lastenheftreleases (LH-Releases) umgesetzt wurde oder die Umsetzung zukünftig vorgesehen ist. Ergibt die Prüfung in Bezug auf das fiktive Beispiel, dass die abgefragte Funktion bereits umgesetzt ist, sind die Fragen je nach der Umsetzung der betreffenden Regelung(en) zu beantworten. Die Beantwortung erfolgt differenziert gemäß den verschiedenen LH-Releases und wird entsprechend den Spezifikationsgruppen in folgenden Versionen gegliedert (Bild 3):

- Baseline 2 (BL2),
- Baseline 3 Maintenance Release 1 (BL3MR1) sowie
- Baseline 3 Release 2 (BL3R2)

Vor Eintragung einer Antwort wird die Problembeschreibung des Fehlerkorrektur-CR herangezogen, um die Herleitung des Sachverhalts besser nachvollziehen zu können.

Auf dieser Basis beginnt der Bearbeiter des Fragebogens die Beantwortung der Fragen. Dazu erläutert er die jeweilige Umsetzung im

By contrast, a BL2 RBC may expect Information 2 to be received before Information 1. If this sequence is not respected, the BL2 RBC may reject a vehicle fitted with a BL3 onboard unit and command the termination of the radio connection, thereby resulting in operational disruptions.

The ERA has issued an Error Correction CR describing the incidents, their causes and the relevant rules in the Subset based on this scenario. A BCA questionnaire has been created on this basis to assess the implementation by the IM and the behaviour of the RBC.

As a first step, the ETCS specialist department checks whether the requested function has already been implemented in any previous DB InfraGO AG requirement specification releases or whether its implementation has been planned. If, in the fictitious example, the function has already been implemented, the questions are answered depending on how the relevant rules have been applied. The responses are differentiated according to the various requirement specification releases and structured according to the specification groups in the following versions (fig. 3):

- Baseline 2 (BL2)
- Baseline 3 Maintenance Release 1 (BL3MR1)
- Baseline 3 Release 2 (BL3R2)

Before providing an answer, the problem description of the Error Correction CR is reviewed so as to better understand the origin of the issue.

On this basis, the ETCS specialist begins to answer the questions by describing the implementation in the respective specifications release and indicating the affected lines as well as the number of RBC in operation.

The following fictitious answers could be given for the example described above:

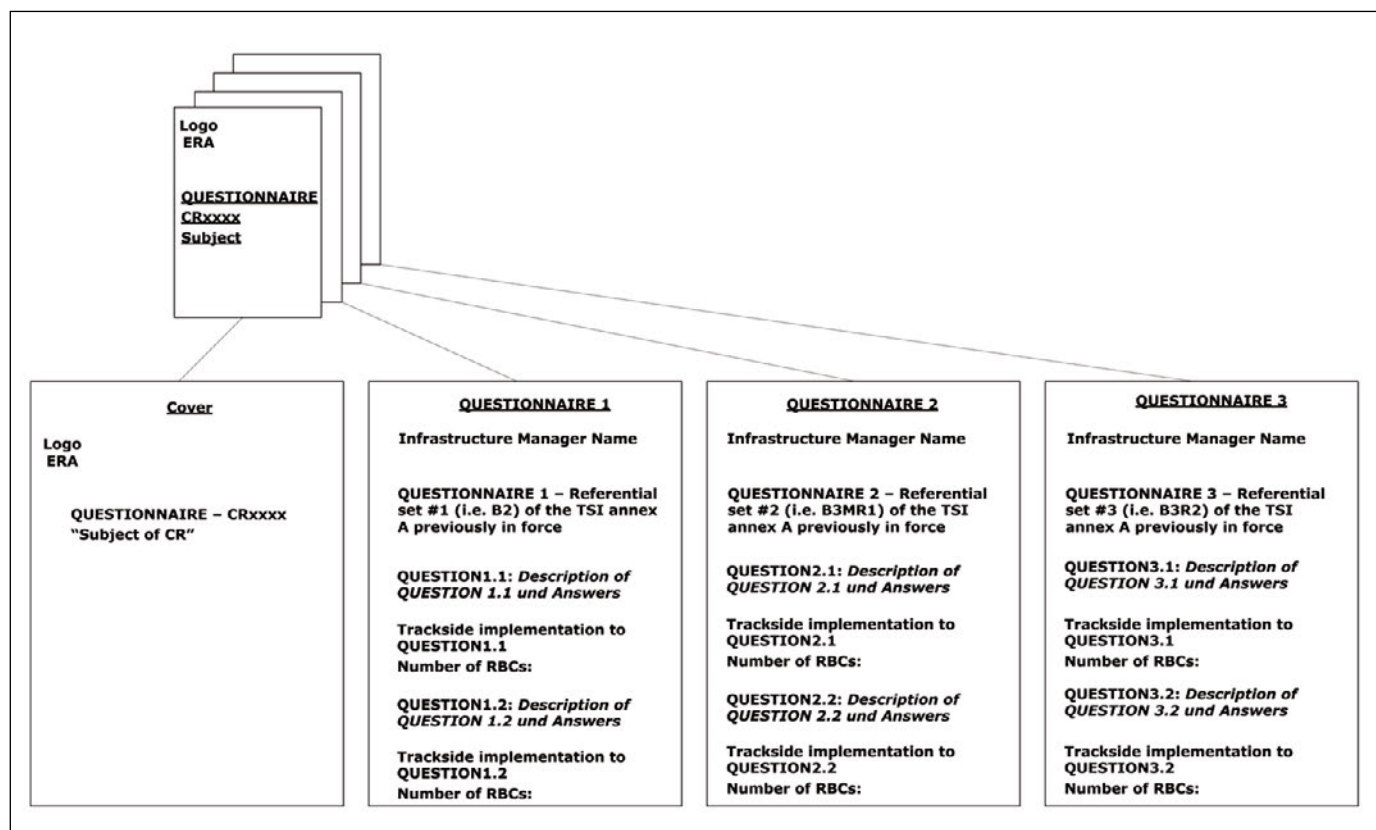


Bild 3: Vereinfachte Darstellung der Struktur eines BCA-Fragebogens

Fig. 3: The simplified BCA questionnaire structure

Quelle / Source: Yadi Han

entsprechenden LH-Release und gibt die betroffenen Strecken sowie die zugehörige Anzahl der jeweils in Betrieb befindlichen ETCS-Zentralen an.

In Bezug auf die oben genannte beispielhafte Fragestellung wäre die folgende fiktive Beantwortung möglich:

- BL2: Das zur BL2 korrespondierende LH-Release setzt die betreffenden Anforderungen aus dem Subset um. In diesem ist keine konkrete Anforderung enthalten, welche der Informationen 1 und 2 zuerst an die ETCS-Zentrale gesendet werden muss. Im Schienennetz des Betreibers wurde eine Strecke in Betrieb genommen, die gemäß diesem LH-Release ausgerüstet ist. Insgesamt sind zwei ETCS-Zentralen betroffen.
- BL3MR1 und BL3R2: Durch die Fortschreibung des LH-Release gemäß BL3MR1 wurde für das oben beschriebene Beispielszenario eine zusätzliche Anforderung aufgenommen, die implizit davon ausgeht, dass Information 1 vor Information 2 eingeht. Dadurch wurde die Problemstellung jedoch nicht behoben, da das Auftreten des beschriebenen Szenarios davon abhängt, welche Information das ETCS-Fahrzeuggerät zuerst sendet und wie die ETCS-Zentrale auf den Eingang der jeweiligen Information reagiert. Letzteres wurde im LH-Release nicht anforderungsscharf spezifiziert, da es sich hierbei um die Details der Projektierung oder der internen Logik der ETCS-Zentrale handelt. Das gleiche gilt auch für das weitere, gemäß BL3R2, fortgeschriebene LH-Release. Zur Feststellung des Verhaltens der ETCS-Zentrale ist die Weiterleitung der Fragestellung an die Hersteller notwendig.

Hierfür konstruiert der Bearbeiter im Vorfeld ein geeignetes Szenario, in dem der relevante Sachverhalt (z. B. betriebliche Situation, Randbedingungen, Sequenz von Ereignissen) eindeutig und nachvollziehbar beschrieben ist. Dieses Szenario dient als die gemeinsame fachliche Grundlage für die Bewertung durch die Hersteller. Bei Bedarf wird auch das vollständige BCA-Fragebogen an die Hersteller übergeben, sodass die Beantwortung der einzelnen Fragen unter Berücksichtigung der inhaltlichen Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den Fragen erfolgen kann.

Die Weiterleitung der Fragen bzw. des Fragebogens an die Hersteller erfolgt bei der DB InfraGO AG ausschließlich über das ETCS-Anforderungsmanagement, um eine einheitliche Nachverfolgbarkeit und Dokumentation sicherzustellen.

Nach Eingang der Rückmeldungen der Hersteller sendet das ETCS-Anforderungsmanagement diese an den Bearbeiter zurück, damit er die Rückmeldungen der Hersteller zur vollständigen Beantwortung des Fragebogens aufbereitet. Dabei werden die Antworten der Hersteller entweder zusammengefasst, sofern die Umsetzung aller Hersteller deckungsgleich ist, oder – bei unterschiedlichen Umsetzungen – getrennt nach den einzelnen Herstellern dargestellt.

Wenn die Bearbeitung eines ganzen Batches abgeschlossen ist, werden die finalisierten BCA-Fragebögen an die ERA übermittelt und beendet damit die Beantwortung bei der DB InfraGO AG.

Wie oben unter „2. Verteilung und Abstimmung“ bereits erwähnt, analysiert die ERA die beantworteten BCA-Fragebögen aller EIU. Das Ergebnis wird anschließend in einem BCA-Bericht evaluiert.

6 Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt einen ergänzend entwickelten, TSI-konformen Error Correction Process der DB InfraGO AG, der aufgrund unzureichender Konkretisierungen in der TSI ZZS erforderlich wurde. Ziel des Prozesses ist eine systematische Behandlung von Fehlern in ERTMS-/ETCS-Spezifikationen, um Interoperabilität, Sicherheit und einen stabilen Betrieb sicherzustellen. Grundlage bildet das CCM der ERA, die Fehler in den Spezifikationen identifiziert, bewert-

- BL2: The DB InfraGO AG specification release corresponding to BL2 has implemented the relevant requirements from the Subset. However, no explicit requirement has been defined regarding whether Information 1 or Information 2 must be sent first to the RBC. One line in the operator's network has been commissioned based on this specification release. This involves two RBC.
- BL3MR1 and BL3R2: The update of the DB InfraGO AG specification release according to BL3MR1 saw an additional requirement introduced for the scenario described above that implicitly assumes that Information 1 will be received before Information 2. However, this did not resolve the issue, since the occurrence of the scenario depends on which information the onboard unit sends first and how the RBC reacts to it. The latter was not specified in a requirement-based manner in the specification release, as it relates to the configuration or internal logic of the RBC. The same applies to the further updated specification release according to BL3R2. Therefore, determining the behaviour of the RBC requires consultation with the manufacturers.

The ETCS specialist develops a suitable scenario for this purpose in advance that clearly describes the relevant conditions (e.g. the operating situation, boundary conditions, sequence of events). This scenario serves as a common technical basis for the manufacturers' assessment. If necessary, the complete BCA questionnaire is also forwarded to the manufacturers to ensure that the answers consider the interdependencies between the questions.

The forwarding of questions or questionnaires to manufacturers at DB InfraGO AG is handled exclusively via the ETCS requirements management so as to ensure consistent traceability and documentation.

After receiving the manufacturers' feedback, the ETCS requirements management returns it to the ETCS specialist, who incorporates it into the final questionnaire answers. The answers are either consolidated, if all the manufacturers have provided consistent feedback, or presented separately if different implementations exist.

Once an entire batch has been processed, the finalised BCA questionnaires are submitted to the ERA, thereby completing the handling process at DB InfraGO AG.

As mentioned in section “2. Distribution and coordination”, the ERA analyses the answers from all the IM. The results are then evaluated in a BCA report.

6 Summary

This article describes a supplementary, TSI-compliant error correction process developed by DB InfraGO AG, which has become necessary due to the insufficient specification detail in the TSI CCS. This process aims to systematically handle any errors in the ERTMS/ETCS specifications in order to ensure interoperability, safety and stable operations.

The process is based on the CCM of the ERA, which identifies, evaluates and distributes specification errors to national sector organisations via BCA questionnaires.

The described process consists of three phases: the identification and evaluation of any detected errors by the ERA, the internal company-wide distribution and response to any BCA questionnaires within DB InfraGO AG and the subsequent evaluation, resolution and documentation thereof. The resulting BCA report serves as a binding basis for further action within the sec-

tet und über BCA-Questionnaires an die nationalen Sektororganisationen verteilt.

Der dargestellte Prozess umfasst drei Phasen: Die Identifikation und Bewertung erkannter Fehler durch die ERA, die DB-interne unternehmensweite Verteilung und Beantwortung der BCA-Questionnaires sowie die anschließende Bewertung, Fehlerbehebung und Dokumentation. Der aus der Beantwortung der Questionnaires entstehende BCA-Report dient als verbindliche Grundlage für das weitere Vorgehen im Sektor. Je nach Ergebnis werden Fehler als akzeptabel eingestuft oder es werden infrastrukturseitige bzw. fahrzeugseitige Maßnahmen abgeleitet, die seitens der EU innerhalb von sechs Monaten entschieden werden müssen. Der Beitrag erläutert darüber hinaus die praktische Anwendung dieses Prozesses, insbesondere die Bearbeitung der BCA-Questionnaires innerhalb der ETCS-Fachabteilung der DB InfraGO AG.

Die Bearbeitung von BCA-Questionnaires erfolgt DB InfraGO AG intern in einem abgestimmten Prozess. Die Beantwortung der Fragen eines BCA-Questionnaires erfolgt entsprechend der Umsetzung des jeweiligen LH-Releases und der zugehörigen Spezifikationsgruppe und nötigenfalls unter Zuhilfenahme der Hersteller gemäß der TSI ZZS. ■

tor. Depending on the outcome, the errors are classified as either acceptable or requiring infrastructure or vehicle-related measures, which must be decided upon by the IM within six months. The article also explains the practical application of this process, particularly the handling of the BCA questionnaires within the ETCS specialist department at DB InfraGO AG.

The processing of BCA questionnaires at DB InfraGO AG follows a coordinated internal process. The answers to the questionnaires are provided in accordance with the implementation status of the given DB InfraGO AG specification release and the corresponding specification group and, if necessary, with the involvement of manufacturers in accordance with the TSI CCS. ■

AUTOREN | AUTHORS

Dipl.-Ing. Manuel Hamm

Systementwicklung zentrale Systeme ETCS /
Development of central ETCS systems
DB InfraGO AG
Anschrift / Address: Presselstraße 17, D-70191 Stuttgart
E-Mail: manuel.hamm@deutschebahn.com

Yadi Han M. Sc.

Systementwicklung zentrale Systeme ETCS /
Development of central ETCS systems
DB InfraGO AG
Anschrift / Address: Schweizer Straße 3b, D-01069 Dresden
E-Mail: yadi.han@deutschebahn.com

Julia Jost

Anforderungs- und Testmanagement ETCS /
ETCS requirements and test management
DB InfraGO AG
Anschrift / Address: Adam-Riese-Straße 11-13, D-60327 Frankfurt
E-Mail: julia.jost@deutschebahn.com

Miles Lanzer

Anforderungs- und Testmanagement ETCS /
ETCS requirements and test management
DB InfraGO AG
Anschrift / Address: EUREF-Campus 17, D-10829 Berlin
E-Mail: miles.lanzer@deutschebahn.com

LITERATUR | LITERATURE

- [1] Greek Rail Regulatory Authority (GRB Rail) – FAQ on Directive (EU) 2016/797 (<https://www.grbrail.eu/index.php/faq/cat/6-the-interoperability-directive-eu-2016-797>), 09.09.2025 10:00 Uhr
- [2] Europäische Kommission – Fourth Railway Package 2016 (technical pillar), (https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/railway-packages/fourth-railway-package-2016_en) 09.09.2025 10:30 Uhr
- [3] EUR-Lex – Directive (EU) 2016/797 on the interoperability of the rail system within the European Union, (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32016L0797>) 09.09.2025 11:00 Uhr
- [4] EBA – Technische Spezifikationen für die Interoperabilität (https://www.eba.bund.de/DE/RechtRegelwerk/TSI/tsi_node.html) 14.10.2025 13:00
- [5] Richtlinie (EU) 2016/797 über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems (DE-Fassung): Ziel, grundlegende Anforderungen, Rolle der TSIs. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX%3A32016L0797>) 14.10.2025 13:30 Uhr
- [6] ERA – Technical Specifications for Interoperability (TSIs): Zweck und Definition der TSIs zur Sicherstellung der Interoperabilität (https://www.era.europa.eu/domains/technical-specifications-interoperability_en) 14.10.2025 13:00 Uhr
- [7] Durchführungsverordnung (EU) 2023/1695 (DE-Fassung): Technische Spezifikation für Interoperabilität für die Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“ (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1695>) 14.11.2025 13:15 Uhr
- [8] https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/ertms/faq-ertms_en, 14.11.2025 13:15 Uhr
- [9] <https://www.era.europa.eu/content/change-control-management>, 14.11.2025, 13:15 Uhr