

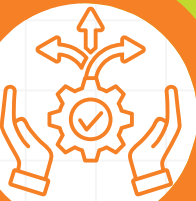
The cost drivers for ETCS on-board systems: the supply industry's perspective

April 2026 - SIGNAL + DRAHT - (118) 4 / 2026 - #Eurailpress

Holistic on-board cost drivers:



There is resistance to accepting the operating and organisational changes that should accompany new technology like ETCS.



The high flexibility of ETCS provides many options for technical solutions, some of which do not correspond to the system's original purpose.



The costs rise in proportion to the number of requirements, especially when those requirements are immature.

Wrapping It Up...

Lack of competition is not the issue with seven active ETCS on-board suppliers, but **market fragmentation is an issue** as the character and complexity of requirements and the high risks stifles competition.

More modularity may not meet the desire for cost savings through exchangeability and upgradeability; for sure **more modularity will introduce additional short-term costs**.

Deletion of partial fulfilment and the new error corrections process, both introduced by the CCS TSI in 2023, will **fail to reduce costs** as these measures introduce more risk for suppliers.

UNISIG/UNIFE Proposals

1

Reduction and better maturity of requirements

2

Longer stability of the specification

3

Reduction of trackside diversity

4

Elimination of legacy systems (Class B)

5

Simplification
of certification and authorisation

6

Reduction of retrofit complexity and risk

Kostentreiber von ETCS On-board: die Herstellerperspektive

The cost drivers for ETCS on-board systems: the supply industry's perspective

Hartwig Schuster

Seit den ersten kommerziellen ETCS-Projekten (European Train Control System) gab es zwei Hauptkritikpunkte: die schlechte Qualität der ETCS-On-board-Produkte und die hohen Kosten. Die Kritik an der Produktqualität nimmt ab, die an den Kosten hat sich verstärkt. Im April 2025 veröffentlichten die EU-Kommission und das ERTMS[®] DMT (European Rail Traffic Management System Deployment Management Team) einen Bericht über die Kostentreiber von ERTMS On-board (DMT-Bericht) [1]. Der Bericht bietet einen ausgewogenen und guten Überblick über die Kostentreiber und enthält Verbesserungsvorschläge. In diesem Beitrag ergänzt UNIFE/UNISIG[®] Teile des DMT-Berichts und beschreibt die Sichtweise der Hersteller zu bestimmten Aussagen dieses Berichts, ausschließlich bezogen auf ETCS On-board.

1 Allgemeine Sichtweise auf Kostentreiber

Neben den detaillierten technischen Herausforderungen bei der Spezifizierung, Entwicklung und Integration von ETCS in eine bestehende Fahrzeugumgebung gibt es Kostentreiber, die nicht nur technischer, sondern ganzheitlicher Natur sind und mit den Bedingungen zusammenhängen, unter denen das System spezifiziert und eingesetzt wird, z. B.:

1. Es gibt eine Zurückhaltung gegenüber betrieblichen und organisatorischen Veränderungen, die mit neuen Technologien wie ETCS einhergehen sollten. Stattdessen wurden die ETCS-Funktionen kontinuierlich an die bestehenden Betriebsvorschriften angepasst, anstatt umgekehrt.
2. Die hohe Flexibilität von ETCS bietet viele Möglichkeiten für technische Lösungen, von denen einige nicht dem ursprünglichen Zweck des Systems entsprechen. Genau solche Lösungen außerhalb des ursprünglichen Zwecks werden manchmal von Kunden und Anwendern angefragt.
3. Die Interoperabilität ist das vorrangige Ziel der Europäischen Union (100 % Interoperabilität, idealerweise ohne Ausnahmen wie Teilkonformität). Der Schwerpunkt sollte jedoch auf dem liegen, was für den grenzüberschreitenden Verkehr notwendig ist.
4. Die Kosten sind proportional zur Anzahl der Anforderungen, insbesondere wenn diese noch nicht ausgereift sind.
5. Die Integration mit proprietären Schnittstellen (z. B. im Fall von Nachrüstungsprojekten (Retrofit)) kann ein Hersteller häufig nicht ohne Mitwirkung des Herstellers der Gegenseite (z. B. dem Fahrzeug) lösen.

Diese allgemeinen Punkte erhöhen die Komplexität und damit auch die Kosten. Viele der folgenden detaillierten Kostentreiber lassen sich auf die allgemeinen zurückführen.

Ever since the first commercial ETCS (European Train Control System) projects, there have been two main points of criticism: the poor quality of the ETCS on-board products and their high costs. The product quality criticism is decreasing, while the criticism of costs has further intensified. In April 2025, the European Commission and the ERTMS[®] DMT (European Rail Traffic Management System Deployment Management Team) published a report on ERTMS on-board cost drivers (DMT Report) [1]. The report provides a balanced and good overview of the cost drivers and suggestions for improvements. In this article, UNIFE/UNISIG[®] supplements some parts of the DMT report and describes the supply industry's point of view of certain statements made in the report, focusing purely on ETCS on-board.

1 The general view on cost drivers

In addition to the detailed technical challenge of specifying, developing and integrating ETCS into an existing train environment, cost drivers also exist that are not purely technical in nature. They are innately more holistic and are related to the conditions, under which the system has been designed and implemented, e.g.:

1. there is resistance to accepting the operating and organisational changes that should accompany new technology like ETCS. Instead, ETCS functions have been continuously adapted to fit existing operating rules, rather than the other way around.
2. the high flexibility of ETCS provides many options for technical solutions, some of which do not in any way correspond to the system's original purpose. These are the very types of originally unintended solutions that customers and users sometimes request.
3. interoperability has been the primary goal of the European Union (100 % interoperability, ideally without any exceptions such as partial fulfilment). The focus should instead be on what is necessary for cross-border traffic.
4. the costs rise in proportion to the number of requirements, especially when those requirements are immature.
5. integration with proprietary interfaces (e.g. in the case of retrofit projects) often cannot be achieved by a manufacturer without cooperation from the counterpart manufacturer on the other end of the interface (e.g. the vehicle).

These general points increase the complexity and thus the costs. Many of the following detailed cost drivers can be traced back to the general ones.

2 Detaillierte Sicht auf Kostentreiber

2.1 Marktfragmentierung

Laut dem DMT-Bericht nennt der Sektor den begrenzten Wettbewerb als einen Kostentreiber. Derzeit gibt es mindestens sieben aktive ETCS-On-board-Hersteller und eine noch größere Anzahl von ETCS-On-board-Produkten auf dem Markt.

Aus unserer Sicht ist es daher nicht berechtigt, von einem begrenzten Wettbewerb zu sprechen. Die Herausforderung des ETCS-On-board-Marktes besteht vielmehr in einer Marktfragmentierung.

Bei komplexen Projekten wie grenzüberschreitenden Fahrzeugen ist der Wettbewerb stärker eingeschränkt als bei der bloßen Verfügbarkeit von ETCS-On-board-Produkten.

Komplexe Projekte erfordern mehr als nur ein ETCS-Produkt. Sie umfassen die Integration mehrerer NTC-Systeme (National Train Control System, nationale Zugbeeinflussung) (Klasse B), die Zusammenführung von ETCS- und NTC-Anzeige- und Bedienelementen in einem einzigen Display als DMI (Driver Machine Interface) und die Implementierung zusätzlicher oder neuer Funktionen (z. B. FRMCS).

Darüber hinaus bringen Retrofit-Projekte mehrere Herausforderungen mit sich, die die Anzahl der Wettbewerber einschränken. Z. B.:

- Fehlen einer standardisierten Zugschnittstelle sowie fehlende Unterstützung des ursprünglichen Fahrzeugherstellers
- der „schlüsselfertige“ Charakter von Projekten, was Expertise für die Genehmigung von Schienenfahrzeugen und für das Umrüstungsmanagement erfordert, das vom ETCS-On-board-Lieferanten bereitgestellt wird.

Nicht alle ETCS-On-board-Hersteller sind bereit, die mit diesen Herausforderungen verbundenen Risiken zu tragen. Um Marktfragmentierung zu verringern, muss die Komplexität von Projekten reduziert werden. Dies kann erreicht werden durch:

- die Stilllegung von Klasse B-Systemen
- die Begrenzung der Funktionalität des ETCS On-board auf die in der TSI ZZS (Technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung [2]) definierten und als ausgereift und stabil geltenden Funktionen (z. B. keine zusätzlichen „bleeding edge“ (innovative, aber riskante) Kundenanforderungen)
- die Reduktion der Herausforderungen für Retrofit-Projekte (z. B. Entlastung des ETCS-On-board-Lieferanten von der Fahrzeuggenehmigung).

2 A detailed view on the cost drivers

2.1 Market fragmentation

The DMT Report states that the sector has claimed limited competition as a cost driver. Currently, there are at least seven active ETCS on-board suppliers and an even greater number of ETCS on-board products available on the market.

In our view, it is therefore unjustified to claim limited competition. The challenge of the ETCS on-board business lies far more in market fragmentation.

The competition in complex projects such as cross-border vehicles is more limited than to the mere availability of ETCS on-board products.

Complex projects involve more than just an ETCS product, including the integration of multiple NTC (National Train Control system) systems (Class B), the amalgamation of the ETCS and NTC controls into a single display as the DMI (Driver Machine Interface) and the implementation of additional or new functionalities (e.g. FRMCS).

In addition, retrofit projects also involve several challenges that limit the number of competitors, for example:

- a lack of a standardised train interface combined with a lack of involvement from the vehicle's original manufacturer
- the turnkey nature of projects, requiring expertise in rolling stock authorisation and conversion management provided by the ETCS on-board supplier.

Not all manufacturers are willing to take on the risks associated with these challenges. Project complexity must therefore be reduced so as to reduce market fragmentation. This can be achieved by:

- decommissioning the Class B systems
- limiting the ETCS on-board functionality to the one defined in the CCS TSI (Technical Specification for the Interoperability of the Control-Command & Signalling subsystem [2]) that is considered mature and stable (e.g. no additional “bleeding edge” customer requirements)
- limiting the challenges of retrofit projects (e.g. relieving the ETCS on-board supplier of the vehicle authorisation).

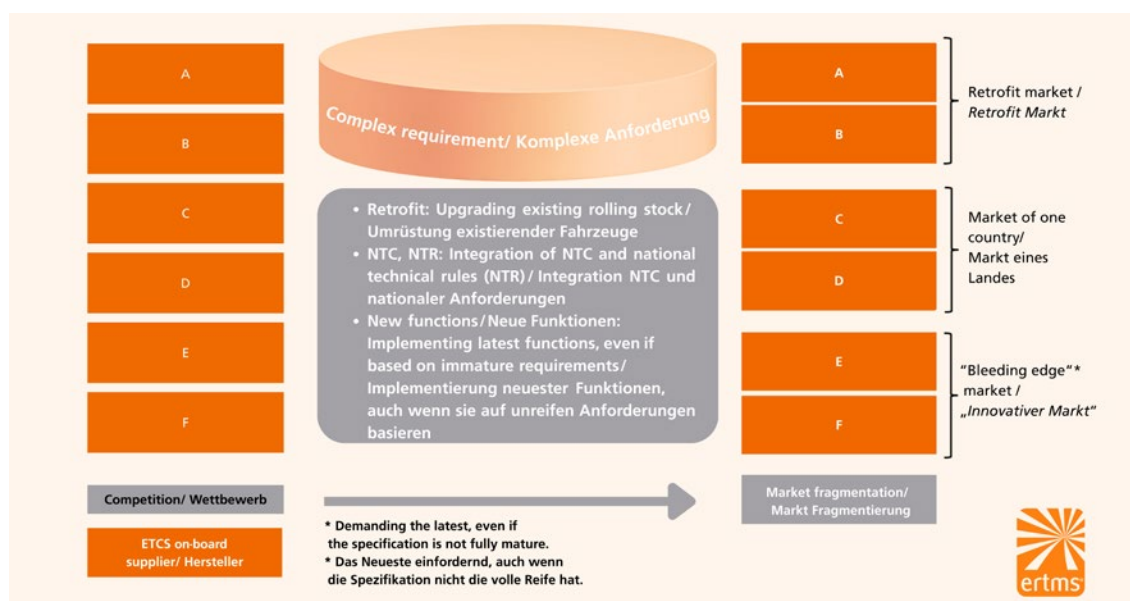
2.2 Modularity and system integration

The DMT Report explains that ERTMS products are not designed with future upgrades in mind and that increased modu-

Bild 1: Marktfragmentierung

Fig. 1: Market fragmentation

Quelle (alle Bilder) /
Source (all fig.): UNIFE



2.2 Modularität und Systemintegration

Der DMT-Bericht erläutert, dass ERTMS-Produkte nicht mit Blick auf zukünftige Upgrades entwickelt wurden und dass eine höhere Modularität die Kosten für zukünftige Upgrades deutlich senken soll.

Die Motivation für mehr Modularität ist, unabhängige funktionale Teilsysteme innerhalb eines Systems (z. B. das ETCS On-board) zu schaffen, die leichter aktualisiert werden können.

Eine Umstellung auf ein modulareres Design wird allerdings zunächst zusätzliche Kosten verursachen, da die bestehenden Systeme geändert werden müssen. Und die langfristigen Einsparungen durch eine einfachere Aufrüstbarkeit oder Austauschbarkeit modularer Teilsysteme sind vorab schwer nachzuweisen.

Bestehende ETCS-On-board-Systeme sind bereits in hohem Maße modular aufgebaut und bieten die Möglichkeit, aus mehreren Dutzenden obligatorischen und optionalen Hardware- und Softwarekomponenten auszuwählen. Jede dieser Hardware- und Softwarekomponenten kann theoretisch einzeln ausgetauscht und aktualisiert werden.

Nach Update oder Austausch einer Komponente muss die sichere Integration aller Komponenten erneut nachgewiesen und der Sicherheitsnachweis für ein derart hochintegriertes System neu erstellt werden. Diese Herausforderungen verschwinden nicht einfach, nur weil die Komponenten als modulare Teilsysteme definiert sind.

Daher erfüllt ein modulares SIL 4-System (Sicherheitsintegritätsstufe), das aus Teilsystemen verschiedener Hersteller aufgebaut ist, möglicherweise nicht von vornherein den Wunsch nach Kosteneinsparungen durch Austauschbarkeit und Upgrade-Fähigkeit. Zusammenfassend lassen sich folgende Herausforderungen nennen:

- Sichere Integration von Komponenten, insbesondere unter Berücksichtigung der SIL 4-Anforderungen für die Funktionalität des ETCS On-board Systems: Wenn die modularen Teilsysteme nicht innerhalb eines vollständig integrierten Systems unter der Verantwortung eines einzigen Lieferanten geliefert werden, wird die Verantwortung für die Integration auf einen Systemintegrator übertragen werden müssen.
- Eignung der existierenden Hardware für funktionale Updates sowie hinsichtlich erhöhter Sicherheitsanforderungen: Es wurden immer mehr Anforderungen an ETCS On-board Systeme hinzugefügt, wodurch die Hardware, insbesondere die CPU (Central Processing Unit), an ihre Grenzen stieß. Sicherheitsanforderungen mit ETCS-Baseline 3 wurden für DMI-Funktionen erhöht, wodurch alte Hardware in vielen Fällen nicht mehr verwendet werden kann.
- Größe des Systems, da der Platz in Lokomotiven begrenzt ist: Modulare Architekturen führen eher zu Erhöhung der Gesamtabmessungen des Systems.

UNIFE/UNISIG unterstützt Architekturentscheidungen hin zu mehr Modularität, wie sie im EU-Rail System Pillar diskutiert werden (siehe [3]). Auch die Modularität im Sinne einer Standardisierung externer Schnittstellen kann tatsächlich die Integrationskosten senken, z. B. die FFFIS (Form Fit Function Interface Specification) für die Schnittstelle zum Fahrzeug. Mit der TSI ZS 2023 wurden wesentliche Verbesserungen zur Fahrzeugmodularität eingeführt, z. B. Subset-119 [4] für die Schnittstelle zum Fahrzeug oder Subset-147 [5] für die Einführung eines einheitlichen Kommunikationsnetzwerks (Ethernet CCS Consist Network).

2.3 Teilkonformität und Fehlerkorrekturen

Der DMT-Bericht erläutert, dass die Abschaffung der Teilkonformität und das neue Fehlerkorrekturverfahren (beides eingeführt durch die TSI ZS 2023) Maßnahmen gegen Kostentreiber sind. Aus Sicht von UNIFE/UNISIG trifft dies nicht zu.

larity is expected to significantly reduce the costs of any future upgrades.

The motivation for increased modularity lies in the goal of creating independent, functioning subsystems within a system (e.g. the ETCS on-board) that can be more easily upgraded.

However, any change to a more modular design will introduce additional short-term costs as the existing systems will have to be re-designed. And the long-term savings from easier upgrades or the replacement of modular subsystems are hard to demonstrate upfront.

Existing ETCS on-board systems are already highly modular and offer the option of choosing from dozens of mandatory and optional hardware and software components. Each of these hardware and software components can theoretically be individually replaced and updated.

Once a component has been updated or replaced, the safe integration of all the components must once again be proven and the safety case for such a highly integrated system must be re-established. These challenges will not disappear just because the components have been defined as modular subsystems.

Therefore, a modular SIL 4 system (Safety Integrity Level) built from subsystems provided by different manufacturers may not inherently meet the desire for cost savings through exchangeability and upgradeability. In summary, the challenges are the following:

- safe component integration, particularly considering the SIL 4 requirements for ETCS on-board functionality: if the modular subsystems are not delivered within a fully integrated system under the responsibility of a single supplier, the responsibility for the integration has to be transferred to a system integrator.
- the suitability of the existing hardware for functional updates and increased safety requirements: increasing requirements have been added to ETCS on-board systems and as such have brought the hardware, especially the CPU (Central Processing Unit), to its limits. The safety requirements with ETCS Baseline 3 have been increased for DMI functions, meaning that old hardware can no longer be used in many cases.
- equipment size, like the space in locomotives, is limited: modular designs tend to increase the overall dimensions of the system.

UNIFE/UNISIG supports architectural decisions that lead towards more modularisation as discussed in the EU-Rail System Pillar (see [3]). In addition, modularity in the sense of the standardisation of external interfaces can indeed reduce integration costs, e.g. the FFFIS (Form Fit Function Interface Specification) for the train interface.

The CCS TSI 2023 introduced significant improvements to vehicle modularity, e.g. Subset-119 [4] for the interface to the vehicle or Subset-147 [5] for the introduction of a uniform communication network (an Ethernet CCS Consist Network).

2.3 Partial fulfilment and error corrections

The DMT Report declares that the elimination of partial fulfilment and the new error correction process (both introduced by the CCS TSI in 2023) are measures aimed at reducing cost drivers. In UNIFE/UNISIG's view, however, this is not the case.

Prior to the CCS TSI 2023, the legal text permitted partial fulfilment provided the non-implemented functions were unnecessary for the integration of the subsystem. This approach balanced mandatory core functions with the flexibility to omit rarely used features.

Vor der TSI ZZS 2023 erlaubte der Gesetzestext Teilkonformität, wenn die nicht implementierten Funktionen für die Integration des Teilsystems entbehrlich waren. Dieser Ansatz führte zu einem Gleichgewicht zwischen obligatorischen Kernfunktionen und der Flexibilität, selten genutzte Funktionen nicht zu implementieren.

Das Erreichen vollständiger Konformität ist kostspielig. Die Hersteller müssen Funktionen implementieren und warten, die möglicherweise nie genutzt werden oder neu sind und offene Punkte aufweisen. Solche offenen Punkte führen oft zu proprietären Lösungen, was eine weitere Marktfragmentierung zur Folge hat (z. B. unterschiedliche Architekturen für Zugintegrität).

Außerdem wurden Fehlerkorrekturen vor der TSI ZZS 2023 durch unverbindliche technische Stellungnahmen (Technical Opinion) der ERA (Europäische Eisenbahnagentur) veröffentlicht. Die neue TSI ZZS führte strengere Regelungen ein.

Die Herausforderung bei Fehlerkorrekturen liegt jedoch darin, dass Lieferanten Spezifikationsfehler oft mit proprietären Implementierungen beheben, bevor eine vereinbarte Lösung für die Fehlerkorrektur CR (Change Request/Änderungsantrag) veröffentlicht wird. Eine spätere Änderung ist dann mit zusätzlichen Kosten verbunden. Hersteller zögern daher, funktionierende und proprietäre Lösungen zu ändern, wenn diese interoperabel sind bzw. die vereinbarte Lösung gemäß CR für den Anwender keinen Mehrwert bietet. Darüber hinaus waren Fehlerkorrektur-CR nicht immer stabil. In einigen Fällen wurden sie nach der Veröffentlichung einer technischen Stellungnahme überarbeitet oder durch neue CR ersetzt.

Nach den neuen Regeln müssen im RINF (Register of Infrastructure/Infrastrukturregister) registrierte CR für neue Produkte und sogar für bestehende Fahrzeuge unter Umständen vollständig umgesetzt werden, wodurch bisherige proprietäre Lösungen ersetzt werden könnten. Das führt zu Aufwand und damit Kosten.

Zukünftige CR werden weiterhin Aufwand erfordern, die neuen Regelungen Flexibilität einschränken und das Risiko bei Angeboten erhöhen.

Sowohl die neuen Regelungen zu Fehlerkorrekturen als auch die Beseitigung der Teilkonformität führen aus UNIFE/UNISIG-Sicht nicht zur Kostenreduktion. Vielmehr sollten Maßnahmen gefunden werden, um die Anzahl der notwendigen Fehlerkorrekturen zu minimieren, z. B. durch einen minimalen Reifegrad der Spezifikation neuer Funktionen, der vor einer Veröffentlichung erreicht

Achieving full conformity is costly. Suppliers must implement and maintain functions that may never be used or are new and have open points. Such open points often lead to proprietary solutions, further driving market fragmentation (e.g. different train integrity architectures).

Moreover, prior to the CCS TSI 2023, error corrections were published through non-binding ERA (European Union Agency for Railways) technical opinions known as error correction CR (Change Requests). The new CCS TSI has introduced a stricter regime.

However, the challenge with error corrections arises mainly because suppliers often resolve specification errors with proprietary implementations before an agreed solution has been published as an error correction CR. Any subsequent changes will thus incur additional costs. Suppliers are therefore reluctant to change any functional and proprietary solutions if they are interoperable or if the change offers no added value to the user. Furthermore, error correction CR have not always been stable. In some cases, they have been revised or replaced with new CR following the publication of a technical opinion.

Under the new rules, CR registered in the RINF (Register of Infrastructures) may have to be fully implemented in new products and even in existing vehicles, which could replace previous mitigation measures. This will result in additional work and thus costs.

Future CR will continue to require effort, while the new regulations will restrict flexibility and increase the risks associated with tenders.

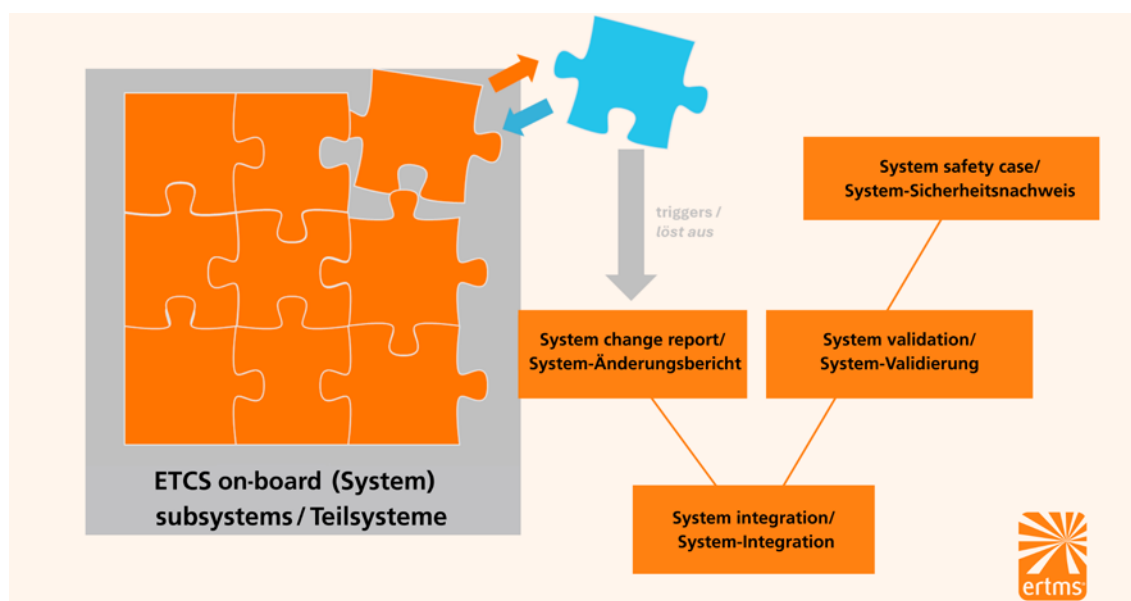
In our view, neither the new regulations pertaining to error corrections nor the elimination of partial fulfilment will lead to any cost reductions. Instead, measures should be found to minimise the number of necessary error corrections (e.g. by requiring a minimum level of maturity for the specification of new functions prior to its publication). In addition, the operating rules and trackside implementation should be standardised in order to identify those functions that are really necessary.

2.4 Customer requirements

Purchasers of ETCS on-board equipment often define additional requirements. These additions increase the costs and complexity and lead to customer-specific developments.

Bild 2: Modularität & Änderungsmanagement

Fig. 2: Modularity & change management



werden muss. Zudem sollten Betriebsregeln und streckenseitige Implementierung vereinheitlicht werden, um die wirklich notwendigen Funktionen zu identifizieren.

2.4 Kundenanforderungen

Kunden von ETCS On-board definieren häufig zusätzliche Anforderungen. Diese erhöhen Kosten und Komplexität und führen zu kundenspezifischen Entwicklungen.

Beispiele für Kundenanforderungen sind:

- Erhöhung der Leistungsanforderungen gemäß Subset-041 [6]
- zusätzliche Funktionen in Bezug auf den Betrieb mit NTC oder Stand-alone-Modi für NTC
- zahlreiche Änderungen und Ergänzungen am ETCS-Display.

Aus Sicht von UNIFE/UNISIG haben diese Anforderungen den größten Einfluss auf die Kosten für ein ETCS-On-board-System.

Komplexe Kundenanforderungen begünstigen auch große Hersteller gegenüber kleineren. Es erfordert erheblichen Ressourcenbedarf, solche Änderungen neben der Weiterentwicklung der TSI ZZS und Fehlerkorrektur-CR umzusetzen. Jede zusätzliche Anforderung, die über die TSI ZZS hinausgeht, erhöht Kosten und Komplexität und lenkt Ressourcen von der Implementierung echter Produktverbesserungen ab.

2.5 Zertifizierung und Genehmigung

Die Komplexität der Zertifizierung und Genehmigung ist seit langem ein großes Problem, insbesondere wegen des Aufwands, der erforderlich ist, um sich in den Vorschriften, Richtlinien und nationalen Umsetzungen zurechtzufinden.

Trotz der Harmonisierungsbemühungen der EU sind die Kosten aufgrund zusätzlicher Schritte, unklarer Regeln und Tausender detaillierter technischer Anforderungen in Verbindung mit der Forderung nach vollständiger Konformität gestiegen. Insgesamt bleiben die Genehmigungsverfahren unvorhersehbar, kostspielig und ressourcenintensiv.

Die Liste der möglichen Verbesserungen des Genehmigungsverfahrens ist umfangreich.

Die von UNIFE/UNISIG Anfang dieses Jahres ausgearbeiteten Vorschläge umfassen die Abschaffung der Erfassung von Anforderungen (Requirements Capture), die Vereinfachung von Testgenehmigungen durch standardisierte bewährte Vorgehensweisen und die Abschaffung redundanter Qualitätsmanagement-Zulassungen, wenn eine Zertifizierung nach ISO 9001 oder einer ähnlichen Norm vorliegt.

Weitere Vorschläge sind,

- die Anwendung der TSI „Fahrzeuge“ für Retrofit zu streichen,
- die Konformitätsbewertung des fahrzeugseitigen Teilsystems ZZS zu streichen und durch eine Sicherheitsbewertung für die sichere Integration zu ersetzen,
- frühere Bewertungen aus anderen Projekten weiterzuverwenden, um Doppelarbeit zu vermeiden sowie
- Anhang B der TSI ZZS zu überprüfen und zu entscheiden, ob alle Übergangsfristen notwendig sind.

UNIFE/UNISIG schlägt die Schaffung eines genehmigungsfreien Raums vor (z. B. nicht sicherheitsrelevante Anforderungen, Änderungen bereits genehmigter Systeme), in dem Eisenbahnbetreiber und Hersteller unter bestimmten Bedingungen die volle Verantwortung übernehmen, ohne dass eine Genehmigung erforderlich ist.

2.6 ESC (ETCS-Systemkompatibilität)

ESC ist der Nachweis, dass ETCS fahrzeug- und streckenseitig für einen spezifischen ETCS-Streckentyp (ESC Typ) problemlos funktioniert. Die TSI ZZS 2019 führte ESC ursprünglich ein, um die Abläufe zu vereinfachen und Kosten zu sparen. In der Realität ist ESC aber zu einem der größten Kritikpunkte in der Branche geworden. Die größten Kostentreiber sind:

Examples of such customer requirements include:

- increased performance requirements according to Subset-041 [6]
- additional features in relation to operations with the NTC or stand-alone modes for the NTC
- multiple changes and additions to the ETCS display.

In UNIFE/UNISIG's view, these requirements have the biggest impact on the costs for an ETCS on-board system.

Complex customer requirements also favour large manufacturers over smaller ones. Implementing such changes alongside the further development of the CCS TSI and error correction CR requires considerable resources. Every additional requirement that goes beyond the CCS TSI increases costs, adds complexity and diverts resources away from the implementation of genuine product improvements.

2.5 Certification and authorisation

The complexity of the certification and authorisation processes has long been a major concern, especially because of the effort required to navigate the regulations, directives and national implementations. Despite EU harmonisation efforts, costs have risen due to added steps, unclear rules and thousands of detailed technical requirements coupled with the demand for full compliance. In general, the authorisation processes remain unpredictable, costly and resource-intensive.

The list of potential improvements to the authorisation process is extensive.

Suggestions prepared by UNIFE/UNISIG earlier this year include removing requirements capture, simplifying test authorisations through best practices and eliminating redundant quality management approvals when ISO 9001 or similar certification exists.

Other proposals aim to:

- eliminate the application of Rolling Stock TSI for retrofits
- remove the conformity assessment for the on-board CCS subsystem and replace it with a safe integration assessment
- allow the reuse of previous assessments so as to avoid duplication
- review Annex B of the CCS TSI and decide if all the transition periods are necessary.

UNIFE/UNISIG has proposed the creation of an authorisation-free zone (e.g. non-safety related requirements, modifications to already authorised systems), where railway operators and suppliers assume full responsibility under certain conditions without the need for an authorisation.

2.6 The ESC (ETCS System Compatibility)

The ESC provides evidence that the ETCS on-board and ETCS trackside systems will function without any problems for a specific type of ETCS trackside (ESC type).

The CCS TSI 2019 originally introduced the ESC as a way of streamlining things and cutting costs. In reality, however, the ESC has become one of the biggest sources of complaint in the sector. The main cost drivers are:

- the unclear definition of what exactly counts as an ESC check
- very different ways of implementing the related processes across countries and infrastructure managers
- the strong link between the ESC and the vehicle certification/authorisation procedure.

All of this significantly increases the effort and expense right up to the moment a vehicle with ETCS on-board is finally put into service.

- Unklare Definition, was genau als ESC-Prüfung gilt
- die unterschiedliche Umsetzung der zugehörigen Prozesse zwischen Ländern und Infrastrukturbetreibern
- die enge Verbindung von ESC mit dem Zertifizierungs- und Genehmigungsprozess.

All das macht es viel aufwendiger und teurer, bis ein Fahrzeug mit ETCS endlich in Betrieb genommen werden kann.

Darüber hinaus schränkt die derzeitige Praxis den flexiblen Einsatz von Schienenfahrzeugen stark ein, da sich die ESC-Prüfungen und -Typen kontinuierlich ändern und weiterentwickeln.

Es gibt jedoch auch positive Beispiele, bei denen ESC-Prüfungen auf Produktebene (Interoperabilitätskomponente) auf der Grundlage von Labortests über Fernanbindung (basierend auf den Subsets-110, -111 und -112 [7, 8, 9]) durchgeführt werden können.

Die Branchenakteure, darunter UNIFE/UNISIG, arbeiten derzeit an Verbesserungsvorschlägen. Einige möchten ESC ganz abschaffen. Dies wird jedoch nicht möglich sein, wenn die Vielfalt der streckenseitigen ETCS-Implementierung nicht durch harmonisierte Betriebsvorschriften und ein harmonisiertes streckenseitiges Engineering reduziert wird.

Aus Sicht von UNIFE/UNISIG sind die folgenden Punkte für Kostensenkungen im Zusammenhang mit ESC entscheidend:

- Harmonisierung der Betriebsvorschriften und des streckenseitigen Engineerings
- Stabilität der ETCS-Spezifikation
- Entkopplung von ESC vom Genehmigungsprozess

Furthermore, current practice severely restricts the flexible use of rail vehicles, as ESC checks and types are constantly changing and evolving.

However, there are also positive examples where ESC checks can be performed at the product (interoperability constituent) level based on remote testing in laboratories (based on the Subsets-110, -111 and -112 [7, 8, 9]).

Stakeholders in the sector, including UNIFE/UNISIG, are currently working on ideas for improvements. Some would like to eliminate the ESC altogether. However, this will not be possible if the ETCS trackside diversity is not reduced by means of harmonised operating rules and trackside engineering.

According to UNIFE/UNISIG, the following points are crucial for reducing costs in connection with the ESC:

- the harmonisation of the operating rules and trackside engineering
- the stability of the ETCS specification
- decoupling the ESC from the authorisation process
- eliminating the notified body assessments within the framework of the ESC process
- the transfer of one-off ESC evidence to other vehicle types and subsequent ETCS on-board product versions
- reducing the diversity of the ESC processes among infrastructure managers and countries
- improved testing laboratory availability.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
BERLIN

9th Scientific Railway Signalling Symposium 2026



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Bahnbetrieb & Infrastruktur



Institut für
Bahnsysteme
und Bahntechnik



Einfach Fahren! Digitale Transformation im Spannungsfeld Automatisierung, europäische Standardisierung und schneller Rollout.

Mit Unterstützung von:






10.06.2026 an der TU Berlin





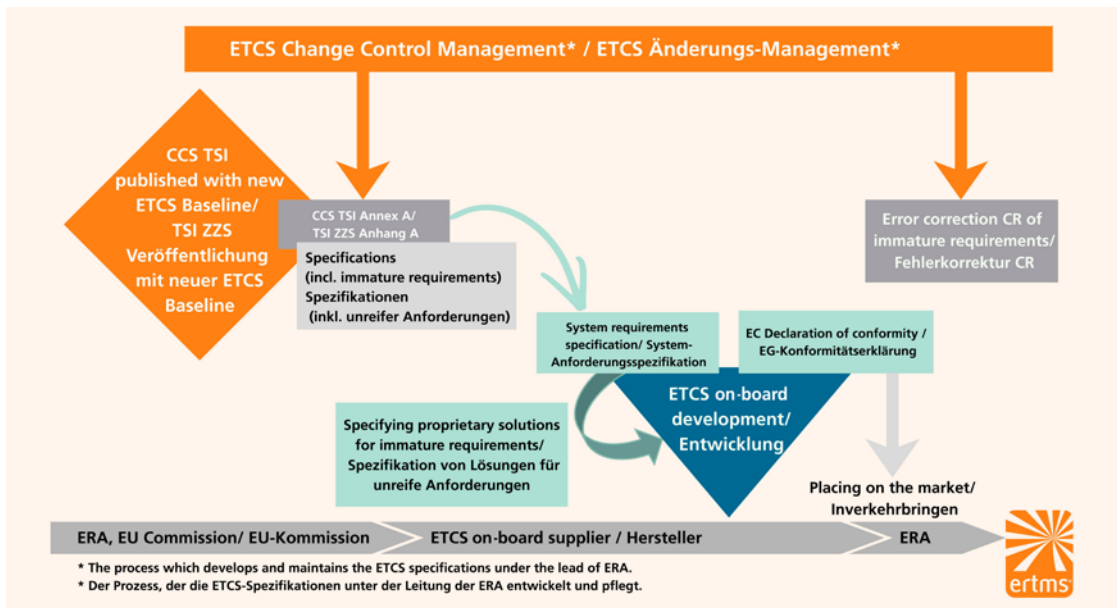



Bild 3:
Fehlerkorrekturen
& Änderungs-
management
 Fig. 3: Error correction
 & change
 management

- Abschaffung der Bewertungen der benannten Stellen im Rahmen des ESC-Prozesses
- Übertragung von einmaligen ESC-Nachweisen auf weitere Fahrzeugtypen und nachfolgende ETCS-On-board-Produktversionen
- Reduktion der Vielfalt der ESC-Prozesse zwischen Infrastrukturbetreibern und Ländern
- Verbesserung der Verfügbarkeit von Prüflaboren.

3 Schlussfolgerung

Der Weg von der Entwicklung eines ETCS-On-board-Produkts bis zur Zulassung eines mit ETCS ausgestatteten Fahrzeugs ist in Europa in der Tat unnötig komplex und kostspielig. Damit ETCS zu einer endgültigen Erfolgsgeschichte wird, müssen wir Wege finden, diese unnötigen Kosten zu beseitigen.

Für die Hersteller sind die folgenden Punkte besonders wichtig, um die Komplexität und die Kosten von ETCS On-board zu reduzieren:

- Reduzierung der Anforderungen: Keine weiteren Anforderungen als die der TSI ZZS einfordern. Unnötige Anforderungen in der TSI ZZS identifizieren und beseitigen.
- Reife der Anforderungen: Keine unreifen Anforderungen in die TSI ZZS aufnehmen.
- Stabilität: Stabilität der ETCS-Spezifikationen für einen angemessenen Zeitraum absichern.
- Reduzierung der Vielfalt der streckenseitigen Systeme: Definition und Anwendung harmonisierter Betriebs- und streckenseitiger Engineering-Regeln.
- Abschaffung von Altsystemen: Stufenweise Abschaffung nationaler Zugbeeinflussungssysteme (Klasse B) so bald wie möglich.
- Vereinfachung der Genehmigungen: Bürokratie abbauen, genehmigungsfreie Räume schaffen.
- Komplexität der Nachrüstung: Bessere vertragliche Regelungen finden, um den Lieferanten des ETCS On-board von Aufgaben zu entlasten, die über seine Kernkompetenz hinausgehen sowie die Nutzung standardisierte Schnittstellen für die Fahrzeugintegration vorantreiben.

Zusätzlich zu diesen spezifischen Punkten müssen wir die allgemeinen Punkte aus Abschnitt 2 dieses Beitrags berücksichtigen. Sie gelten auch für das streckenseitige ETCS.

3 Conclusion

The path from the development of a product to the authorisation of a vehicle equipped with ETCS on-board is truly unnecessarily complex and costly in Europe. In order to make ETCS a full success story, the European railway sector has to find ways of eliminating these costs from the system.

The following specific points are of particular importance to the supply industry when it comes to reducing the complexity and costs of ETCS on-board:

- the reduction of requirements: do not impose requirements other than those specified in the CCS TSI. Identify and eliminate any unnecessary requirements in the CCS TSI.
- the maturity of requirements: Do not introduce any immature requirements to the CCS TSI.
- stability: Keep the ETCS specifications stable for a reasonable period.
- the reduction of trackside diversity: Define and apply harmonised operating and trackside engineering rules.
- the elimination of legacy systems: Phase out national train control systems (Class B) as soon as possible.
- the simplification of authorisation: Reduce bureaucracy, create authorisation-free zones.
- retrofit complexity: Find better contractual arrangements to release ETCS on-board suppliers from responsibilities beyond their core expertise and promote the use of standardised interfaces for vehicle integration.

In addition to these specific points, we also need to consider the more general points mentioned in Section 2 of this article. They also apply to ETCS trackside.

The list of points above is certainly not exhaustive, especially from the user's perspective. It is therefore essential that the stakeholders engage in regular dialogue about cost drivers and agree on ways to eliminate them.

There is no alternative to ETCS in Europe and the feedback from ETCS users has been positive. It is now in use worldwide and has proven its worth. Despite all the challenges and discussions, the European rail sector has created an impressive, uniform system. We must therefore also emphasise the added value of ETCS for the railway system, which can then justify

Die Liste der Punkte ist sicher nicht vollständig, insbesondere aus Sicht der Anwender. Daher ist es unerlässlich, dass die Branchenakteure einen regelmäßigen Dialog über Kostentreiber führen und sich auf Wege zu ihrer Beseitigung einigen.

ETCS ist in Europa alternativlos und die Rückmeldung der ETCS-Anwender positiv. Es ist mittlerweile weltweit im Einsatz und bewährt. Trotz aller Herausforderungen und Diskussionen hat der europäische Bahnsektor ein beeindruckendes, einheitliches System geschaffen. Wir müssen daher auch den Mehrwert von ETCS für das Bahnsystem hervorheben, der höhere Investitionen rechtfertigen kann. ETCS erhöht für viele Anwender die Sicherheit, ist interoperabel und der Kern der Modernisierung der Eisenbahnsignaltechnik. ■

fy higher investments. ETCS increases safety for many users, is interoperable and lies at the heart of the modernisation of railway signalling technology. ■

LITERATUR | LITERATURE

- [1] European Commission: Directorate-General for Mobility and Transport, EY and Ineco, ERTMS on-board deployment – Analysis of cost drivers, Publications Office of the European Union 2025, <https://data.europa.eu/doi/10.2832/0774726>
- [2] CCS TSI / TSI ZZS: Commission Implementing Regulation (EU) 2023/1695 of 10 August 2023 / Durchführungsverordnung (eu) 2023/1695 der Kommission vom 10. August 2023
- [3] System Concept – CCS Granularity Concepts and Principles, Version 4.0, <https://rail-research.europa.eu/v1-release/> (Task 2 (CCS) - ARC domain)
- [4] Subset-119: Train Interface FFFIS, Version 4.0.0
- [5] Subset-147: CCS Consist network communication Layers FFFIS, Version 1.0.0
- [6] Subset-041: Performance Requirements for Interoperability, Version 4.0.0
- [7] Subset-110: Interoperability Test – Guidelines, Version 4.0.0
- [8] Subset-111: Test Environment Definition, Version 4.0.0 (besteht aus mehreren Teilen / consists of several parts)
- [9] Subset-112: Basics for Interoperability Test Scenario Specifications, Version 4.0.0

AUTOR | AUTHOR

Hartwig Schuster

General Manager UNISIG/UNIFE

Anschrift/Address: Avenue Louise 221, B-1050 Brüssel

E-Mail: hartwig.schuster@unife.org

9. EURAILPRESS-FORUM

ALTERNATIVE ANTRIEBE im SPNV

20. Mai 2026 | Hamburg

JETZT ANMELDEN
www.eurailpress.de/antriebe2026

Akku statt Diesel

In Kooperation mit:

Veranstalter: Eurailpress, ETR, Rail

Medienpartner: NaNa, NaNa-Brief, DER NAHVERKEHR

VDV Die Verkehrsunternehmen