ETCS für Bahnbaumaschinen

Einheitliche Standards für mehr Sicherheit und Effizienz

MILOŠ JELIĆ

Die europäische Eisenbahninfrastruktur befindet sich mitten in einem grundlegenden Wandel: Mit der verbindlichen Einführung des European Train Control Systems (ETCS) wird das Ziel verfolgt, über 20 nationale Zugbeeinflussungssysteme durch ein einheitliches und interoperables System zu ersetzen. ETCS als Herzstück des European Rail Traffic Management Systems (ERTMS) ermöglicht durch standardisierte Schnittstellen zwischen Fahrweg und Fahrzeug mehr Sicherheit, eine Erhöhung der Kapazitäten und Streckengeschwindigkeiten sowie reduzierte Betriebskosten [1]. Diese Vereinheitlichung ist entscheidend für effizienten und nachhaltigen grenzüberschreitenden Schienenverkehr als attraktive Alternative zu Straßen- und Luftverkehr, die zur Erreichung der EU-Klimaziele beiträgt.

ETCS erlaubt es auch, Züge dichter folgen zu lassen, indem es durch kontinuierliche Überwachung die Sicherheit der Zugbewegungen erhöht und optimale Nutzung der bestehenden Infrastruktur ermöglicht. Diese Steigerung der Kapazität auf bestehenden Gleisen ist besonders auf stark frequentierten Streckenabschnitten von großer Bedeutung, wo der Bau zusätzlicher Infrastruktur aus Platz- oder Kostengründen sehr schwierig ist.
Ein weiterer zentraler Vorteil liegt in der Digitalisierung: ETCS ersetzt ortsfeste Signale durch digitale Übertragung von Informationen zwischen Fahrzeug und Infrastruktur. Dadurch können Wartungsaufwände reduziert und kann die Betriebsqualität verbessert werden. Langfristig bildet ETCS damit die Grundlage für automatisiertes Fahren auf der Schiene – ein essenzieller Schritt für die Zukunft des europäischen Bahnverkehrs.

Ein langer Weg zu einem einheitlichen System

Die Ursprünge von ETCS reichen in die späten 1980er Jahre zurück, als die Vielzahl nationaler Zugbeeinflussungssysteme den grenzüberschreitenden Schienenverkehr erschwerte. Erste Diskussionen und Forschungsinitiativen der Europäischen Gemeinschaft zielten darauf ab, diese Hürden zu überwinden und ein gemeinsames europäisches System zu schaffen. 1996 definierte die Europäische Union erstmals verbindliche Standards für den Hochgeschwindigkeitsverkehr, was als entscheidender Schritt zur Harmonisierung der Zugsteuerung angesehen wurde. Im Jahr 2000 veröffentlichte die UNISIG-Gruppe erste technische Spezifikationen, die ab 2002 verbindlich wurden. Eine wichtige Konsolidierung fand 2012 statt, als eine einheitliche Spezifikation sowohl für Hochgeschwindigkeits- als auch für konventionelle Bahnstrecken festgelegt wurde [2]. Heute ist ETCS weit mehr als ein technischer Standard. Es bildet das Fundament einer nachhaltigen, leistungs- und zukunftsfähigen Schieneninfrastruktur in und außerhalb von Europa.
Mit der Technischen Spezifikation für Interoperabilität (TSI 2023) ist ETCS nun für sämtliche Bahnbaumaschinen verpflichtend, für die der Zulassungsprozess nach dem 1. Januar 2026 startet. Davon betroffen sind neue Maschinentypen, die Erweiterung des Verwendungsgebiets von bereits zugelassenen Maschinen sowie Maschinen, bei denen ein neues nationales Zugbeeinflussungssystem (z. B. aufgrund von Obsoleszenz) nachgerüstet werden muss.

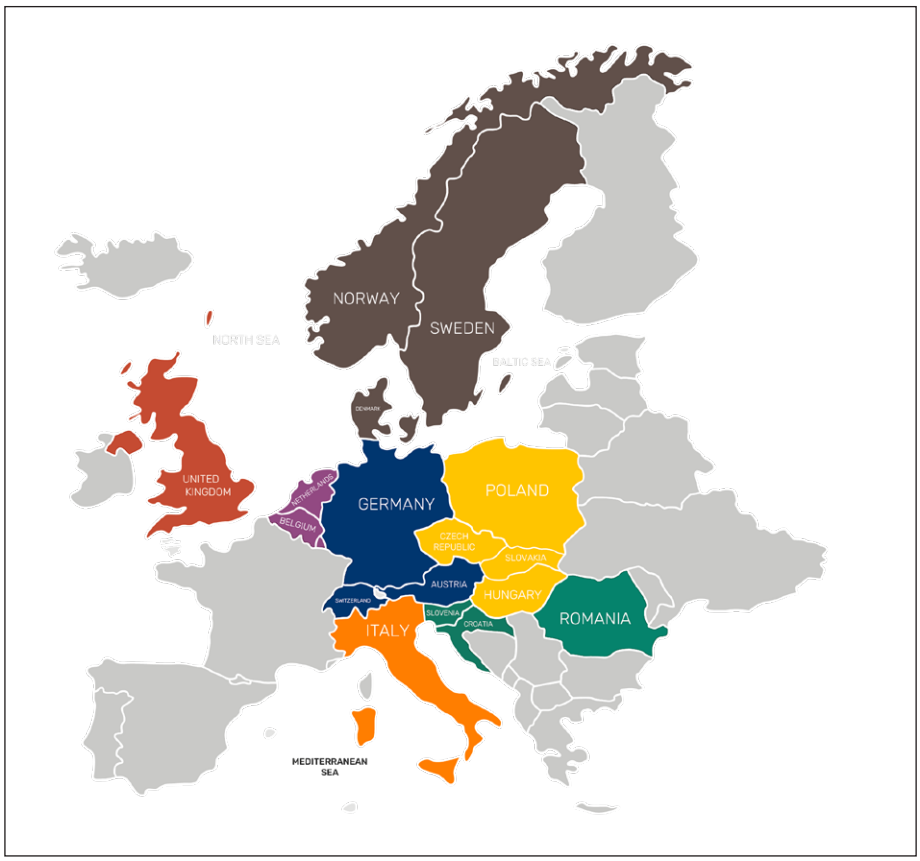

Abb. 1: Strukturierung der ETCS-Länderpakete

Besondere Herausforderungen für Bahnbaumaschinen

Die Integration von ETCS auf Gleisbaumaschinen, insbesondere jenen, die als Regelfahrzeug zugelassen werden, ist komplex und stellt sowohl Hersteller als auch Betreiber vor große Herausforderungen. Bahnbaumaschinen unterscheiden sich grundlegend von Standardfahrzeugen wie Lokomotiven oder Personenwagen: Sie sind hochgradig spezialisierte Arbeitsmaschinen, die für fundamentale Aufgaben im Gleisbau und in der Instandhaltung der Infrastruktur konzipiert werden. Produziert in nur geringen Stückzahlen, unterscheiden sie sich erheblich in ihren technischen Anforderungen je nach Einsatzland, Länge, Gewicht, Bremskonfiguration und der notwendigen Einbausituation aufgrund von benötigten Arbeitsfunktionen (wie z. B. Kranarbeitsbühne am Dach).
Aufgrund dieser Besonderheiten sind maßgeschneiderte Lösungen erforderlich, wodurch die Integration von ETCS sowohl technisch anspruchsvoll als auch wirtschaftlich aufwendig wird [1]. Die zwingend vorgeschriebene Ausrüstung mit ETCS, dessen wesentliche Stärke

Abb. 2: Unterflurmontage der ETCS-Balisenantenne

in der Optimierung und Vereinheitlichung der Fahrfunktionen liegt, erzeugt bei Bahnbaumaschinen erheblichen Mehraufwand. Dieser ist darauf zurückzuführen, dass deren Hauptfunktion in der Durchführung spezifischer Arbeiten auf Gleisen liegt und nicht im regulären Fahrbetrieb. Die Abstimmung der Betriebsarten des ETCS-Systems auf die Betriebsmodi der jeweiligen Maschinentype ist unerlässlich, um einen nahtlosen Übergang zwischen den Fahr- und Arbeitsfunktionen zu gewährleisten.

Durch die steigende Streckenauslastung und die daraus resultierenden kürzeren Sperrpausen müssen Baumaschinen verstärkt eigenständig Fahrfunktionen übernehmen, um effizient zwischen Einsatzorten zu wechseln. Der eigentliche Mehrwert dieser Maschinen liegt jedoch nicht in ihrer Fahrfunktion, sondern in ihren Arbeitsfunktionen. Die wirtschaftliche Rechtfertigung für die Integration eines so komplexen Systems wie ETCS, dessen ökonomischer Nutzen sich vorwiegend aus erhöhter Fahrleistung im Regelbetrieb ergibt, wird dadurch deutlich erschwert. Die Herausforderung besteht darin, die Regulatorien zur ETCS-Pflicht zu erfüllen und gleichzeitig leistbare, für Betreiber rentable Maschinen termingerecht zu liefern.

Innovative Lösungsansätze durch langjährige Erfahrung

Plasser & Theurer verfügt über mehr als zehn Jahre Erfahrung in der Umsetzung von ETCS auf Bahnbaumaschinen und hat europaweit bereits über 30 Maschinen mit Systemen aller gängigen Hersteller ausgestattet. Gemeinsam mit Siemens Mobility wurde nun eine speziell auf Bahnbaumaschinen abgestimmte ETCS-Plattformlösung entwickelt, die den Spagat zwischen technischer Komplexität und wirtschaftlicher Machbarkeit ermöglicht.

Das Kernstück bilden definierte Länderpakete, die eine kostengünstige Integration sicherstellen und zugleich den Einsatzradius der Maschinen erheblich erweitern. Die Installation der modernsten Systemversion (SV 2.1) erlaubt uneingeschränktes Befahren aller derzeit freigegebenen ETCS-Strecken, wodurch fundierte Zukunftssicherheit und maximale Verfügbarkeit der Maschinen gewährleistet werden. Durch die strategische Zusammenarbeit ist zudem die langfristige Verfügbarkeit sowohl der Hardware für Neumaschinen als auch von Ersatzteilen gesichert.

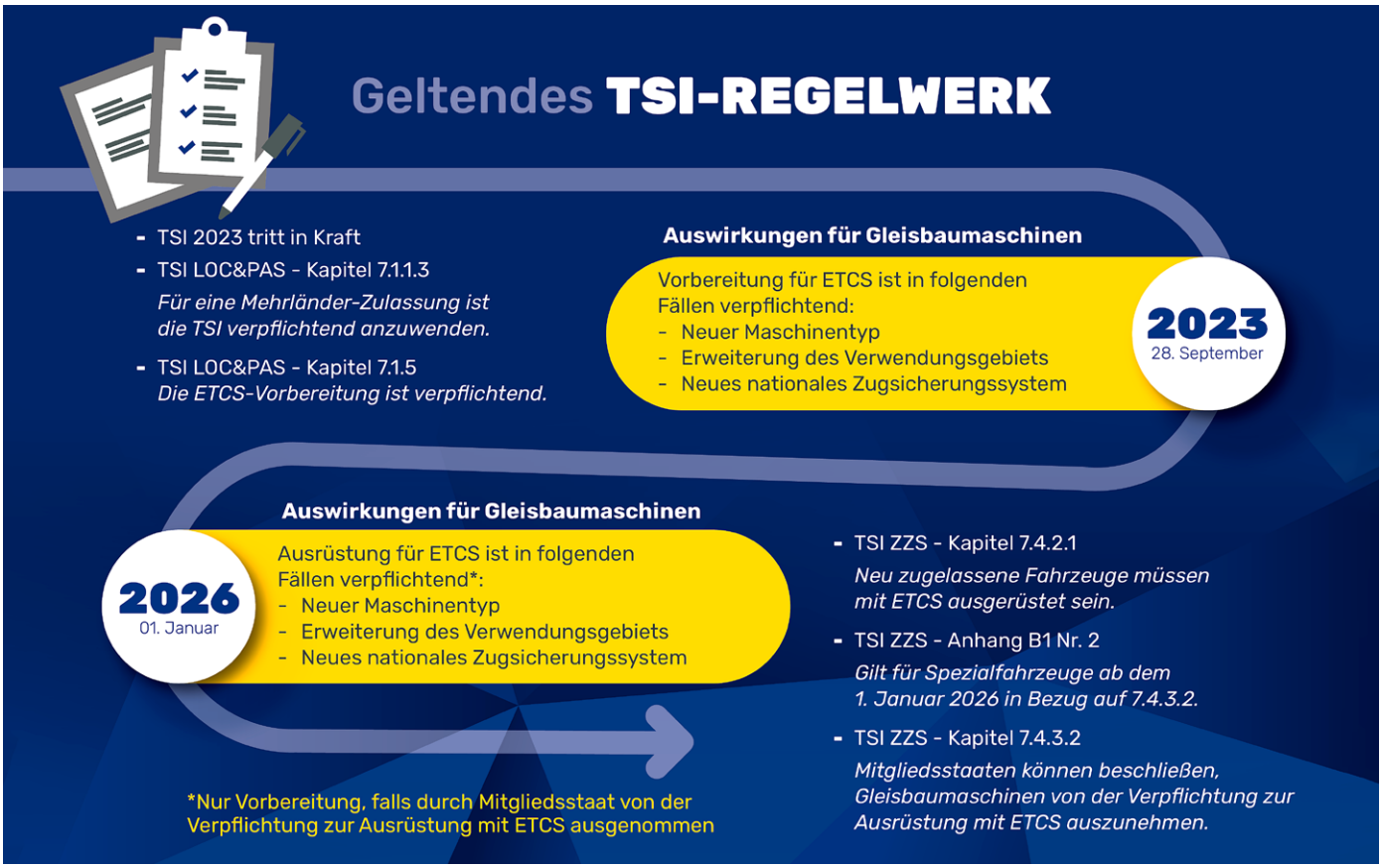

Abb. 3: Gemäß TSI-Vorgaben ist für Gleisbaumaschinen, deren Zulassungsprozess ab dem 1. Januar 2026 startet, die Ausstattung mit ETCS verpflichtend.

Der Einbau des ETCS-Systems in Neumaschinen bietet signifikante ökonomische Vorteile im Vergleich zur Nachrüstung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der notwendige Platzbedarf sowie die Integration bereits während der Produktion berücksichtigt werden können. Aufwendige und teure Neuzulassung sowie lange Stillstandszeiten bereits genehmigter Maschinen werden so vermieden.

Da im hochgradig spezialisierten Bahnbausektor keine Kostenverteilung über große Fahrzeugstückzahlen möglich ist, bildet diese Plattformlösung mit definierten Länderpaketen die Grundlage dafür, dass sich Bahnbauunternehmen wieder voll auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren können. Maschinenbetreibern wird es so erleichtert, auch künftige Ausschreibungsanforderungen auf europäischer Ebene zu erfüllen. Mit ETCS sind die Maschinen bestens auf das digitale Bahnsystem der kommenden Jahre vorbereitet, was die Zukunftsfähigkeit der Flotten erhöht.

Kooperation als Schlüssel zum Erfolg

Um die Herausforderungen der ETCS-Integration zu bewältigen, ist ein grundlegendes Umdenken erforderlich. Zentral für den Erfolg ist enge Zusammenarbeit zwischen Fahrzeugherstellern und ETCS-Anbietern nach dem Prinzip „Stärken stärken". Voraussetzungen sind gegenseitiges fachliches Vertrauen und ein starkes Management-Commitment, um stabile und erfahrene Projektteams langfristig zu etablieren. Nur so kann eine kontinuierliche Wertanalyse etabliert werden, um Einsparpotenziale zu identifizieren. Dabei werden neben dem ETCS-Systemdesign auch Maschinendesigns und Geschäftsmodelle der Betreiber in die Analyse einbezogen. Dies führt zu erheblichen Effizienzsteigerungen, etwa durch optimierte Platzierung der Komponenten und bessere Wiederverwendbarkeit von Dokumentationen.

Schlussbetrachtung

ETCS ist ein wesentlicher Baustein für die Digitalisierung und Interoperabilität des europäischen Schienenverkehrs [3]. Damit werden die Voraussetzungen für einen leistungsfähigen, sicheren grenzübergreifenden europäischen Bahnverkehr geschaffen. Für Bahnbaumaschinen ist die verpflichtende Integration allerdings eine große Herausforderung, da diese Fahrzeuge stark spezialisiert sind und primär für Arbeitsfunktionen ausgelegt werden. Die wirtschaftliche Umsetzung erfordert daher innovative, flexible und standardisierte Lösungen. Plasser & Theurer zeigt gemeinsam mit einem führenden ETCS-Technologieanbieter, wie solche Lösungen in Form modularer Plattformen effizient realisiert werden können. Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der partnerschaftlichen Zusammenarbeit, einem klaren Prozessverständnis sowie der frühzeitigen Einbindung aller Beteiligten. ■

QUELLEN

[1] Europäische Kommission (2023): TSI Revision Package 2023 – (EU) 2023/1694, https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2023/1694/oj

[2] Europäische Kommission (2024): History of ERTMS. https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/ertms/history-ertms_en

[3] Trackopedia (2023): European Train Control System (ETCS), https://www.trackopedia.com/en/encyclopedia/infrastructure/european-train-control-system-etcs

Miloš Jelić
Abteilungsleiter
Bedienung und Zugsteuerung
Plasser & Theurer, AT-Linz
milos.jelic@plassertheurer.com