

ETCS-ATO-Testeinsatz mit einem Vor-FRMCS Multi-Channel-Router

ETCS-ATO test deployment with a pre-FRMCS multi-channel router

Peteveikko Lyly

Das derzeitige, alte finnische Signalsystem wird voraussichtlich um das Jahr 2040 das Ende seiner Lebensdauer erreichen. Für die Implementierung des neuen ETCS (European Train Control System)-Signalsystems wurde ein ressortübergreifendes Projekt namens Digirail ins Leben gerufen, dessen wesentliche Merkmale im Folgenden dargestellt werden.

1 Einleitung

Finnland bereitet die Einführung von ETCS seit 2019 vor. Für die Implementierung des ETCS-Signalsystems auf dem finnischen Schienennetz und den Ersatz der bisherigen Ebicab-900-Signaltechnik wurde ein besonderes, ressortübergreifendes Projekt namens Digirail ins Leben gerufen. Die wichtigsten Projektpartner sind:

- die Finnische Infrastrukturagentur (FTIA – Finnish Transport Infrastructure Agency),
- die Gesellschaft zuständig für die Zugverkehrssteuerung (Fintraffic Raide Ltd),
- die Aufsichtsbehörde (Traficom) sowie
- die größten Eisenbahnverkehrsunternehmen VR (State Railways) und Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy (JKOY).

Das Digirail-Projekt ist in mehrere Phasen unterteilt. Es begann 2019 zuerst mit Machbarkeitsstudien. Der Bau der etwa 43 km langen Teststrecke startete dann im Jahr 2021. Eine fast 50 Jahre alte Lokomotive der Baureihe Sr1 war die erste, die mit funknetzbasierter ETCS-Ausrüstung ausgestattet wurde. Der Testzug wurde mit neuen Wandlern, Radar und Sensoren ausgerüstet, die von Hitachi Rail bereitgestellt wurden. Am Streckenrand kam das für Testfahrten genutzte Radio Block Centre (RBC) von Hitachi zum Einsatz. Das zweite Fahrzeug – ein Stadler Flirt (Flinker Leichter Innovativer Regional-Triebzug) (SM5) mit ETCS-fähiger On-Board Unit (OBU) – wurde von Siemens ausgerüstet, gemäß der Vorgaben der Eisenbahngesellschaft JKOY.

Ein wichtiger Meilenstein war die Festlegung des Gesamtbudgets des Hauptprojekts sowie die Erstellung der Anforderungsspezifikationen für die Ausschreibung, die in den Jahren 2022–2023 erfolgte.

Der erste Teil der Beschaffung der kommerziellen ETCS-Streckenausrüstung wurde 2023 durchgeführt. Die physische Einführung von ETCS umfasst die Ausrüstung der Infrastruktur (trackside) sowie die Nachrüstung der Fahrzeuge (on-board).

Die Umsetzung erfolgt in mehreren Phasen. Dabei findet die Ausstattung der Strecke und der Fahrzeuge nicht immer zeitgleich statt – hauptsächlich aufgrund von Verzögerungen bei der Fahrzeugumrüstung. Der erste kommerzielle, etwa 160 km lange Streckenabschnitt soll voraussichtlich um das Jahr 2027 betriebsbereit sein – rund zwei Jahre bevor die Fahrzeuge ab etwa 2029 den kommerziellen Verkehr mit ETCS aufnehmen werden.

The current, old Finnish signalling system is expected to reach the end of its service life around 2040. An interdepartmental project called Digirail has been launched to implement the new ETCS (European Train Control System) signalling system. Its key features are outlined below.

1 Introduction

Finland has been preparing to implement ETCS since 2019. A special multi-agency project called Digirail has been formed to implement the ETCS signalling system on Finnish railways and to replace the existing Ebicab 900 signalling application. The project's main contributors are

- the Finnish Transport Infrastructure Agency (FTIA),
- the state enterprise for traffic control, Fintraffic Raide,
- the regulator Traficom and
- the biggest railway undertakings, State Railways and Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy (JKOY).

The Digirail project has had several phases. It started with feasibility analysis studies during 2019. The construction of the test track, a track section of about 43 km, started in 2021. The first ETCS installation in a vehicle was carried out on Sr1, a nearly 50-year-old locomotive, that was equipped with radio-network-based ETCS equipment. The test train was fitted with new transducers, radar and sensors manufactured by Hitachi Rail. The trackside Radio Block Centre (RBC) used for the test runs was supplied by Hitachi. The second vehicle, a Stadler Flirt (Flinker Leichter Innovativer Regional-Triebzug) (called SM5) with an onboard unit (OBU) supporting ETCS, was implemented by Siemens based on a contract awarded by the JKOY railway undertaking.

Important milestones included the definition of the main project, as well as the creation of the procurement requirement specifications in 2022–2023. The first part of the procurement of the commercial ETCS track was carried out during 2023.

The physical ETCS deployment involves both the trackside implementation and the vehicle retrofit. The deployment will be split into several phases. As such, the trackside and onboard deployments have not always taken place at the same time mainly due to delays in the vehicle retrofitting. The first commercial, roughly 160 km long, track section will be ready for traffic around 2027, about two years before vehicles will commence commercial operations around 2029.

2 Use of the multi-channel router for ATO & ETCS data transfer

The Finnish JKOY railway undertaking and Siemens Mobility have deployed a test vehicle to test ETCS and automatic train operation

2 Einsatz des Multi-Channel-Routers für Datenübertragung von ATO und ETCS

Das finnische Eisenbahnverkehrsunternehmen JKOY hat gemeinsam mit Siemens Mobility ein Testfahrzeug ausgerüstet, um ETCS- und ATO-Funktionen (ATO, Automatic Train Operation) auf der finnischen ETCS-Teststrecke zu erproben. Der Kern der Lieferung umfasst die Nachrüstung eines Stadler Flirt-Triebzugs, der mit einer OBU für ETCS sowie mit ATO On-Board- und ATO-Trackside-Komponenten ausgestattet wird. Im Verlauf des Projekts wurde entschieden, die Telekommunikation über einen Multi-Channel-Router abzuwickeln, der den Spezifikationen des finnischen Digirail-Projekts entspricht. Die Hauptziele sind dabei die zuverlässige Datenübertragung sowohl für die ETCS- als auch die ATO-Kommunikation.

Um die Implementierung zu vereinfachen, wurde zunächst nur die ATO-Trackside-Funktionalität im Zug installiert. Derzeit überträgt die Telekommunikation daher ausschließlich ETCS-Daten. In einem späteren Projektstadium, wenn der Testzug auf der live betriebenen ETCS-Strecke fährt, wird die ATO-Trackside-Komponente physisch entlang der Strecke installiert. Ab diesem Zeitpunkt wird der Multi-Channel-Router auch ATO-Nutzdaten übertragen.

Die ETCS-Trackside-Ausrüstung wurde bereits früher von Hitachi Rail bereitgestellt. Hitachi lieferte auch das RBC für die Teststrecke in der Region Kouvola. Da Hitachi außerdem eine ETCS-OBU für einen anderen Lokomotivtyp geliefert hat, sind derzeit auf der Kouvola-Teststrecke zwei unterschiedliche OBU im Einsatz: eine von Hitachi und eine von Siemens Mobility.

3 Telekommunikationsarchitektur des Multi-Channel-Routers

Die in Finnland für die ETCS-Datenübertragung eingesetzte Telekommunikationslösung enthält bereits zahlreiche Elemente der derzeit in Entwicklung befindlichen FRMCS-Spezifikationen (Future Railway Mobile Communication System). Die Architektur von FRMCS – wie sie in den kürzlich veröffentlichten ETSI-Technischen Spezifikationen beschrieben wird – sieht den Einsatz von 5G-Technologie vor sowie die Kombination mehrerer Übertragungswege (Bearers) durch Nutzung eines Multipath-Protokolls

(ATO) functionalities on the Finnish ETCS test track. The core of the work involves refurbishing the Stadler Flirt engine to add an OBU with ETCS functionality as well as ATO On-Board and ATO trackside components.

During the course of the project, it was decided that the telecommunications would be performed using a multi-channel router that is compliant with the specifications created by the Finnish Digirail project. The main objectives are to provide reliable data transmission related to both ETCS and ATO communications.

The ATO trackside deployment was first installed in the train in order to simplify the implementation. As such, the telecommunication currently only transmits ETCS data. ATO trackside will be physically deployed trackside at a later stage, when the test train starts being driven on the live ETCS track, which means that the multi-channel router will then also start transmitting the ATO payload.

The ETCS trackside deployment was supplied earlier by Hitachi, when it installed the RBC for the test track in the Kouvola Region. Given that Hitachi has also supplied the ETCS OBU for another type of locomotive, two different OBUs, one supplied by Hitachi and one by Siemens, are currently operating on the Kouvola test track.

3 The telecommunications architecture of the multi-channel router

The architecture of the telecommunication solution used for ETCS data transfer in Finland includes many elements from the FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) specifications that are currently under development. The FRMCS architecture, as depicted in the recently published ETSI Technical Specifications, envisages the use of 5G technology as well as the combination of multiple bearers utilising a multipath protocol with a packet duplication feature. Multipath and 5G are both integral parts of the telecommunication system used in the Finnish ETCS deployment.

Certain FRMCS details, such as the deployment of the MCX-server and so called OBapp, will not be deployed in this phase, mainly due to a lack of support by the industry providing OBUs and RBC.

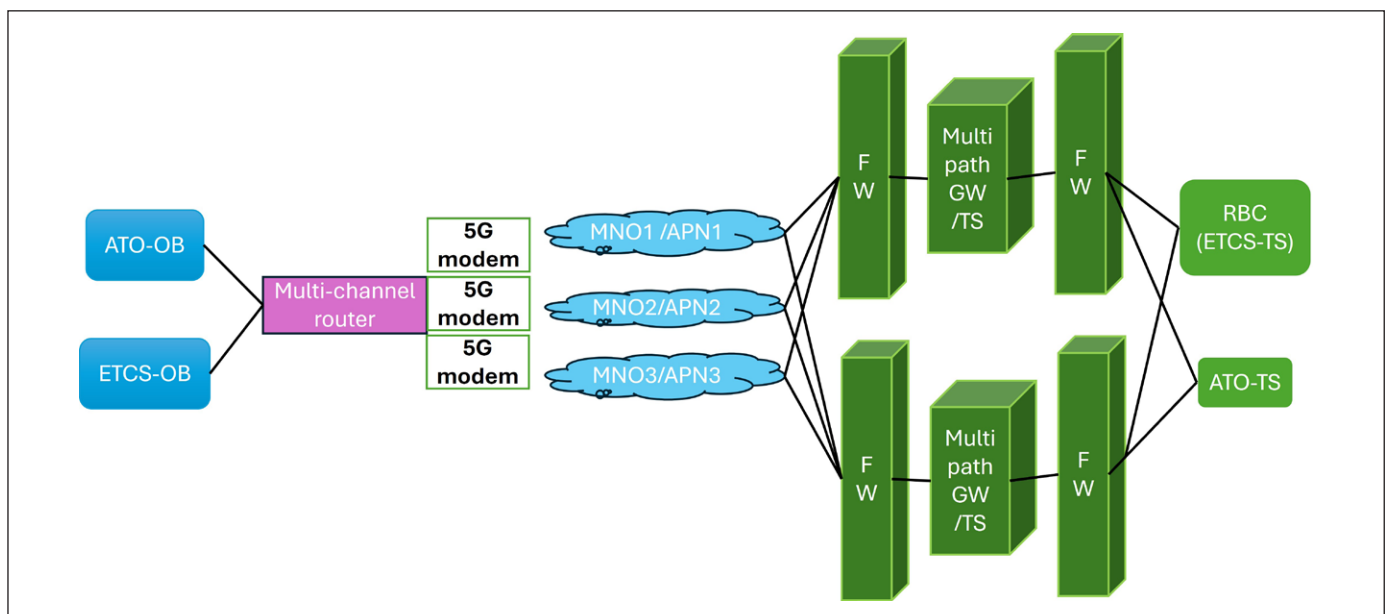


Bild 1: Die finnische Vor-FRMCS-Architektur

Fig. 1: The Finnish pre-FRMCS architecture

mit Packet-Duplication-Funktion (Paketduplizierung). Sowohl Multipath als auch 5G sind integrale Bestandteile des Telekommunikationssystems, das bei der finnischen ETCS-Einführung zum Einsatz kommt.

Bestimmte FRMCS-Details – wie die Bereitstellung eines MCX-Servers (Mission Critical Services) und der sogenannten OBapp (On-Board Application) – werden in dieser Phase jedoch noch nicht implementiert. Der Hauptgrund hierfür ist der derzeit fehlende Support seitens der Industrie für entsprechende OBU und RBC.

Die finnische Funklösung wurde von der nationalen Sicherheitsbehörde als Vor-FRMCS bezeichnet. Diese hat im Dezember 2025 spezifische Vor-FRMCS-Spezifikationen und Anforderungen zur Kommentierung veröffentlicht. Die Definition umfasst unter anderem folgende Kernanforderungen: Einsatz von drei Modems, Nutzung von drei unabhängigen Mobilfunknetzbetreibern (MNO) und Schutz der Kommunikation durch bahnspezifische Access Point Names (APN). Bild 1 zeigt die Architektur.

4 Vorteile der Packet-Duplication-Technik

Das Digirail-Projekt hat in den Jahren 2022 – 2023 die Verfügbarkeit und Leistungsmerkmale von simuliertem ETCS-Verkehr über das gesamte finnische Staatsbahnnetz gemessen. Dabei wurden

The Finnish radio solution has been called pre-FRMCS by the National Safety Authority which published specific pre-FRMCS specifications and requirements for comments during December 2025. The definition includes the requirement to deploy three modems, use three independent MNO-service providers and protect communications by deploying railway specific Access Point Names (APNs). Fig. 1 depicts the architecture.

4 The benefits of the packet duplication technique

In 2022 – 2023, the Digirail project measured the availability and performance characteristics of simulated ETCS traffic over the entire Finnish state rail network using three public 4G networks simultaneously with statically prioritised mobile subscriptions.

Based on these measurements, the overall availability was at least 99.98 % with a Round-Trip Delay (RTD) target of 500 milliseconds and at least 99.9 % with an RTD target of 150 milliseconds for simulated ETCS traffic between onboard and trackside when using multipath routing and packet replication functions. The multi-channel router deployed in the ETCS / ATO test train supports packet duplication.

Manuell	Hochautomatisiert	Vollautomatisch	
GoA 1 Manueller Zugbetrieb mit Triebfahrzeugführer-Überwachung und Steuerung des Zugbetriebs	Installiertes und getestetes System: GoA 2 Halbautomatischer Zugbetrieb mit Triebfahrzeugführer (Semi-Automatic Train Operation – STO)	GoA 3 Automatischer Zugbetrieb ohne Triebfahrzeugführer (Driverless Train Operation – DTO)	GoA 4 Automatischer Zugbetrieb ohne Personal (Unattended Train Operation – UTO)
Bereitstellung von Fahrempfehlungen für energieoptimierte Zugfahrten	Automatischer Zugbetrieb nach Triebfahrzeugführer-interaktion	Industriestandard in Entwicklung	
Der Fahrer fährt komplett manuell		Automatischer Zugbetrieb	
Hinderniserkennung durch den Triebfahrzeugführer		Automatische Hinderniserkennung (Hinderniserkennung, Bahnsteigschutz)	
Manuelle Zugsteuerung durch Triebfahrzeugführer oder Zugbegleiter. Zentrale oder automatische Zugsteuerung		Zentrale oder automatische Zugsteuerung	
Zugüberwachung und Eingreifen in Notfallsituationen durch Triebfahrzeugführer oder Zugbegleiter; zentrale Überwachungs- oder Automatisierungsfunktionen		Zentrale Überwachungs- oder Automatisierungsfunktionen zur Bewältigung von Zugstörungen und Notfallsituationen	

Tab. 1: Verschiedene Automatisierungsgrade

Manual	Highly automated	Fully automated	
GoA 1 Manual train operation with driver supervision and train operation control	The installed and tested system: GoA 2 Semi-automated train operation with a driver. Semi-automated train operation (STO)	GoA 3 Automated train operation without a driver. Driverless train operation (DTO)	GoA 4 Automated train operation without staff. Unattended train operation (UTO)
The provision of driving recommendations for energy-optimised train runs	Automated train driving after driver interaction	Industry standard under development	
The driver drives completely manually		Automated train operation	
Obstruction detection by the driver		Automatic obstruction detection (obstacle detection, platform protection)	
Manual train dispatching by the driver or train attendant. Central or automatic train dispatching		Central or automatic train dispatching	
Train monitoring and intervention in emergency situations by the driver or train attendant. Central monitoring or automation functions		Central monitoring or automation functions for handling train disturbances and emergency situations	

Tab. 1: The different Grades of Automation classes

gleichzeitig drei öffentliche 4G-Netze mit statisch priorisierten Mobilfunkverträgen genutzt. Basierend auf diesen Messungen wurde eine Gesamtverfügbarkeit von mindestens 99,98 % bei einem Round-Trip-Delay (RTD)-Ziel von 500 Millisekunden und von mindestens 99,9 % bei einem RTD-Ziel von 150 Millisekunden für simulierten ETCS-Verkehr zwischen Fahrzeug und Strecke erreicht – unter Einsatz von Multipath-Routing und Packet-Duplication. Der im ETCS / ATO-Testzug eingesetzte Multi-Channel-Router unterstützt die Packet-Duplication-Funktion. Weitere Informationen zu den Messungen finden sich im Bericht „Public Mobile Radio Networks Suitability for ETCS Traffic“, der vom Digital-Rail-Projekt erstellt und von der FTIA veröffentlicht wurde.

5 Einsatz ETCS SV 2.1 mit einigen Modifikationen

Die ETCS-Ausrüstung auf der von Hitachi bereitgestellten Teststrecke basiert auf Systemversion (SV) 2.1 mit paketvermittelter Funkkommunikation. Die leicht modifizierten OBU der Version 2.1, die sowohl von Siemens als auch von Hitachi geliefert wurden, stellen eine Zwischenlösung dar – zwischen dem herkömmlichen paketvermittelten GSM-R-basierten ETCS Level 2 und dem künftigen FRMCS sowie ERTMS (European Rail Traffic Management System) Baseline 4. Durch die Modifikation der bestehenden SV 2.1 und die Wiederverwendung des paketvermittelten Modus von GSM-R GPRS in Kombination mit einem LTE / 5G-Router konnte unsere Lösung die Verzögerungen bei der Verfügbarkeit und dem Timing von SV 3 ERTMS und FRMCS umgehen bzw. deutlich reduzieren.

6 ATO wird in mehreren Phasen eingeführt

Der SM5-Zug ist nicht nur mit einer OBU für ETCS ausgestattet, sondern verfügt auch über ATO-Funktionalität. Die zu testende ATO-Funktionalität entspricht dem sogenannten GoA 2 (Grade of Automation 2). Die verschiedenen ATO-Stufen (Grade of Automation) sind in Tab. 1 dargestellt.

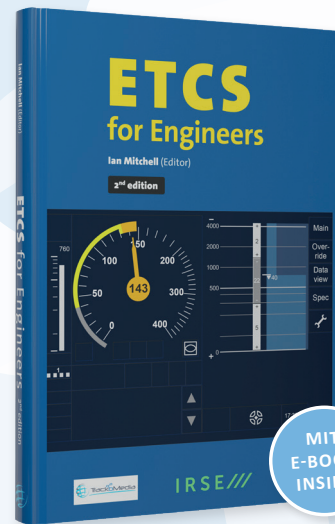
Die erste Phase der ATO-Einführung umfasst die Installation der ATO-On-Board-Komponente sowie die Anwendung der ATO-Trackside-Funktionalität. Zunächst werden beide Elemente im SM5-Zug installiert, wobei die Funkverbindung umgangen wird. Auf der Teststrecke wurden bereits umfangreiche Tests unterschiedlicher Art mit dem ATO-System durchgeführt. Dazu gehören unter anderem: Automatischer Start der Fahrt am Bahnhof, automatische Türöffnung und -schließung als Teil der automatisierten Funktionen am Bahnhof, bremsen beim Einfahren in den Bahnhof unter verschiedenen Belastungen. Die schwerste getestete Belastung betrug 12 Tonnen Sand; unter dieser Last wurde das automatische Bremsen beim Herannahen an den Bahnhof erfolgreich erprobt.

Sobald der Testzug auf die live betriebene Strecke verlegt wird, erfolgt die physische Installation der ATO-Trackside-Anwendung entlang der Strecke – höchstwahrscheinlich in unmittelbarer Nähe zum RBC. Aktuell wird geschätzt, dass die ATO-Tests auf der kommerziellen Strecke etwa ab dem Jahr 2028 durchgeführt werden. Nach der physischen Bereitstellung der ATO-Trackside-Komponente entlang der Strecke wird der Multi-Channel-Router eine weitere Anwendung neben der bereits bestehenden ETCS-Kommunikation hinzufügen. Er überträgt dann die ATO-bezogenen Daten zwischen der Trackside- und der On-Board-ATO-Komponente. Aufgrund der paketvermittelten Kommunikation (packet switched) ist die Ergänzung der ATO-Kommunikation relativ einfach umzusetzen. Das ATO-Gerät verbindet sich per Ethernet mit

ETCS for Engineers

Die 2. Auflage erklärt die **Hintergründe und technischen Details von ETCS** verständlich und über leicht zugängliche Informationen hinaus.

**Jetzt zum
Vorbestell-
preis**



2. Auflage Mai 2026,
Hrsg. Ian Mitchell,
ca. 350 Seiten, Hardcover,
Sprache: Englisch,
ISBN: 978-3-96245-271-1,
Vorbestellpreis € 79,-*
(bis Erscheinen am 13.5.2026,
danach € 89,-*)
[www.trackomedia.com/
etcs-engineers](http://www.trackomedia.com/etcs-engineers)

MIT
E-BOOK
INSIDE

Mehr Infos und Bestellung:
www.trackomedia.com



**Handbuch
Entwerfen von Bahnanlagen**
4. Auflage 2025,
Print mit E-Book Inside € 118,-*
[www.trackomedia.com/
bahnanlagen](http://www.trackomedia.com/bahnanlagen)

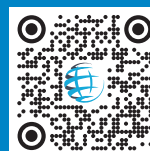
MIT
E-BOOK
INSIDE



ETCS in Deutschland
2. Auflage 2024,
Print mit E-Book Inside € 89,-*
[www.trackomedia.com/
etcsdeutschland](http://www.trackomedia.com/etcsdeutschland)

MIT
E-BOOK
INSIDE

* Preise inkl. MwSt, zzgl. Versand



BESTELLUNGEN:
+49 7953 718-9092
office@trackomedia.com
www.trackomedia.com

PER POST:
GRT Global Rail Academy und
Media GmbH / TrackoMedia
Kundenservice
D-74590 Blaufenfelden

Unsere Bücher erhalten Sie auch im gut sortierten Buchhandel.

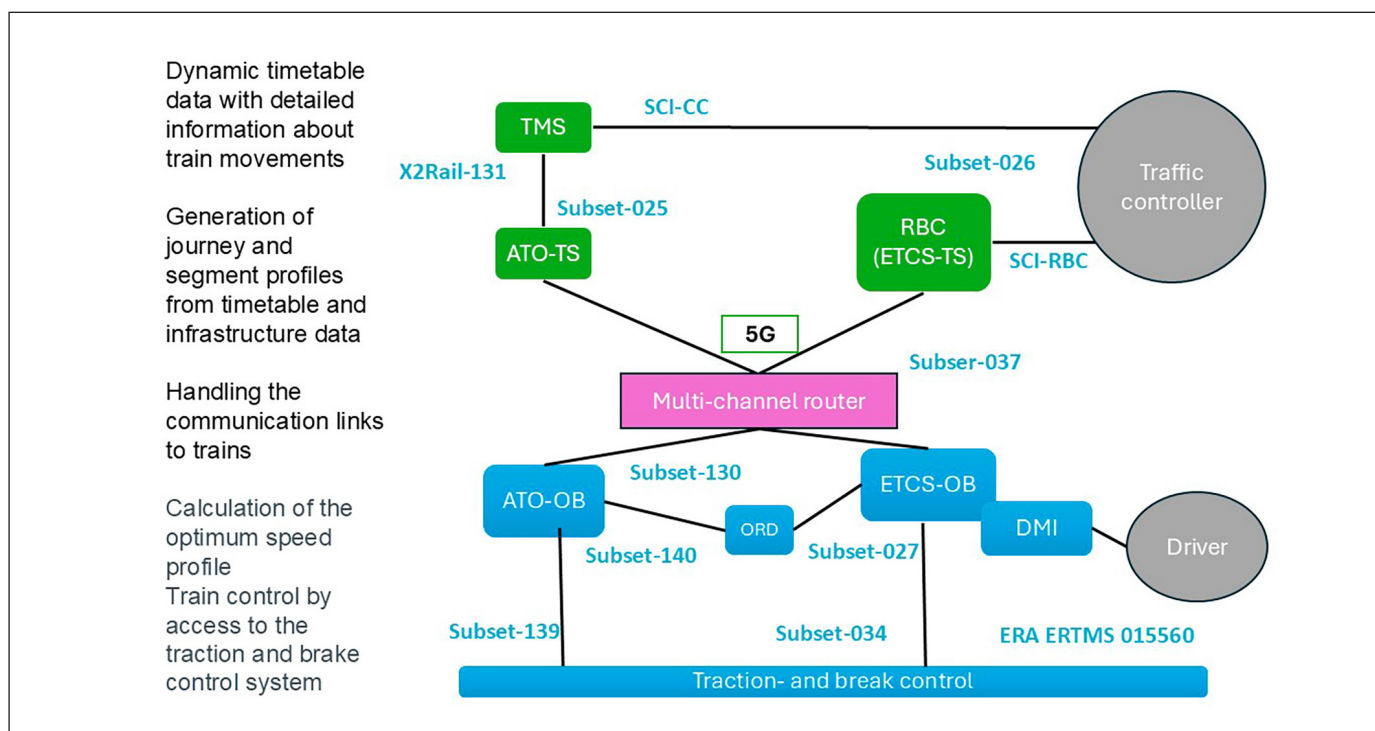


Bild 2: ETCS- und ATO-Schnittstellen und zugehörige Standards

Fig. 2: The ETCS and ATO interfaces and associated standards

dem Router und nutzt anschließend IPv4-Adressierung, um sich mit der ATO-Trackside-Anwendung zu verbinden. Dieser Ansatz ermöglicht eine schrittweise, risikominimierte Integration von ATO über ETCS (voraussichtlich GoA 2-Niveau mit Fahrer an Bord) und nutzt die bestehende Vor-FRMCS-Architektur effizient.

7 Wartung des Multi-Channel-Routers

Die Testphase wird mehrere Jahre dauern, was diverse Wartungsarbeiten erforderlich macht. Die Tests haben bereits auf der Teststrecke in Kouvola begonnen; drei APN und drei SIM-Karten wurden im Multi-Channel-Router installiert. Abonnements haben gegenüber normalen Nutzern eine feste Priorität. Latenzzeiten werden überwacht und die Prioritätseinstellungen bei Bedarf angepasst. Für den Übergang auf die kommerzielle Teststrecke sind einige Änderungen notwendig. Die Gleisanlage verfügt über zwei redundante Standorte, und der Router kann, wie in der Architekturskizze dargestellt, über beide Standorte kommunizieren. Ein weiterer Zug mit einem weiteren Router wird im Laufe des Jahres 2026 in die Konfiguration aufgenommen.

8 Cybersicherheitsaspekte des ETCS- und ATO-Testsystems

Die Verbindung zwischen Siemens ETCS OBU und Hitachi RBC auf der Teststrecke wurde mittels Offline-Schlüsseln hergestellt, um die digitale Authentifizierung zwischen den Systemen zu gewährleisten. Beim Übergang in den kommerziellen Streckenabschnitt müssen OBU und RBC die Online-Schlüsselverwaltung von ETCS gemäß Unterabschnitt 137 unterstützen. Die Cybersicherheit der Kommunikation wird durch Protokollerfassung und -analyse überwacht. Es ist wahrscheinlich erforderlich, regelmäßig Cybersicherheitspatches auf den verschiedenen Komponenten des Testsystems zu installieren. Jeder Teilbereich der Implementierung hat spezifische Anforderungen an die Cybersicherheit.

Additional information about the measurements can be found in the “Public Mobile Radio Network Suitability for ETCS Traffic” report authored by the Digirail project and published by the FTIA.

5 ETCS SV 2.1 has been deployed with some modifications

The ETCS deployment on the test track supplied by Hitachi is based on System Version (SV) 2.1. with packet switched radio communication. The slightly modified SV 2.1 OBUs supplied by both Siemens and Hitachi fall somewhere between the legacy packet switched GSM-R based ETCS Level 2 and the forthcoming FRMCS and ERTMS (European Rail Traffic Management System) Baseline 4. Our solution could resolve the delays related to the timing and availability of ERTMS SV 3 and FRMCS by modifying the existing SV 2.1 and reusing the GSM-R GPRS packet switched mode with an LTE/5G router.

6 ATO will be deployed in several phases

The SM5 train has an OBU that not only provides ETCS, but also ATO functionality. ATO functionality to be tested is the so-called GoA 2 (Grade of Automation 2). The different ATO levels are presented in tab. 1.

The first part of the ATO deployment includes the installation of the ATO On-Board components and ATO trackside functionality. Both elements are initially installed in the SM5 train, thereby bypassing radio telecommunication. A comprehensive number of different types of ATO tests have already been run on the test track. This has included automatic journey starts at the station, automated door opening and closing as part of the automated functions at the station and braking when approaching the stations with different loads. The heaviest tested load was 12 tons of sand which was used to test the automatic braking when approaching a station.

When tests will be conducted on the track used commercially, the ATO trackside application will be physically installed trackside, most

heit, die von verschiedenen Beteiligten weiterentwickelt werden. Die Cybersicherheitsaspekte der Testimplementierung müssen analog zur Verwaltung der permanenten Zugausrüstung gehandhabt werden, da die Cybersicherheit in den On-Board- und Streckensystemen nicht beeinträchtigt werden darf.

9 Erfolgreiche Implementierung von ERMTS und ATO belegt die Interoperabilität

Zu Beginn der ETCS/ATO-Implementierung wurde die Teststrecke mit RBC-Systemen von Hitachi ausgestattet. Die Verbindung der OBU von Siemens zum Hitachi-RBC funktionierte vom ersten Tag an problemlos. Details zur Systemversion wurden vor der Integration mit den Projektbeteiligten ausgetauscht.

ATO GoA 2 wird weiterhin von einem einzigen Anbieter implementiert. Der Schwerpunkt der Tests lag auf der Überprüfung der Vorteile von GoA 2 und der einwandfreien Funktion des GoA 2-Zuges in verschiedenen Testszenarien. Die meisten Testfälle wurden erfolgreich durchgeführt. Die Tests werden noch einige Jahre andauern, da sie nicht nur auf der Teststrecke, sondern auch auf dem zukünftigen kommerziellen Streckenabschnitt durchgeführt werden müssen. Die bisherigen Tests belegen, dass die Aufrüstung bestehender Fahrzeuge mit ATO/ETCS möglich ist, sofern ausreichend Zeit (mindestens 18 Monate) für die Lieferung eingeplant wird. ■

likely next to the RBC. It is currently estimated that ATO tests will be performed on the commercial track section around 2028. Once ATO trackside has been physically deployed trackside, the multi-channel router will add another application alongside the already existing ETCS and will transfer the ATO-related data between trackside and the onboard ATO device. The packet switched type of communication means that adding ATO communication will be relatively simple. The ATO device will connect to the router using the ethernet and will then connect to the ATO trackside application using ipv4 addressing.

7 Maintenance of the multi-channel router

The test activity will last several years which means that several maintenance related processes will be needed. Testing has already started at the Kouvola test track; three APNs and three SIM-cards have been installed in the multi-channel router. Subscriptions have a static priority over normal consumers. Any latencies will be monitored and the priority settings will be modified if needed.

Several changes will be necessary when the tests move to the commercial track. There will be two redundant trackside locations and the router will be able to communicate via both locations as presented in the architecture picture. Another train with another router will be added to the configuration during 2026.

8 Cybersecurity aspects of the ETCS and ATO test system

The connection between the Siemens ETCS OBU and the Hitachi RBC on the test track has been established using offline keys to ensure digital authentication between entities. When moving to a commercial track section, the OBU and RBC will need to support ETCS online key management as specified in Subset 137. The cybersecurity of communications will be monitored using log capture and analysis processes. It will most likely be necessary to install routine cybersecurity patches to the different components of the test system. Each subsection of the deployment has subsection-specific cybersecurity related requirements that are being further developed by different stakeholders. There is a need to manage the cybersecurity aspects of the test deployment in a similar to that of permanent train equipment, because cybersecurity cannot be compromised anywhere in the onboard and trackside train systems.

9 The successful deployment of ERMTS and ATO are testament to real-life interoperability

When the ETCS/ATO deployment first started, the test track was equipped with an RBC manufactured by Hitachi. The connection between the OBU manufactured by Siemens and the Hitachi RBC has worked without any problems since Day 1. The details of the system version were shared among the project participants prior to integration.

ATO GoA 2 continues to be implemented by a single vendor. The main focus of the tests has been to verify the advantages of GoA 2 and how flawlessly a GoA 2 train operates in different test scenarios. Most of the test cases have been conducted successfully. The tests will continue for several years to come, because they need to be performed not only on the test track, but also on the future commercial track section. Overall, the tests conducted to date have proven that upgrading an existing vehicle with ATO/ETCS is possible provided enough time (at least 18 months) is scheduled for the delivery. ■

AUTOR | AUTHOR

Peteveikko Lyly

Experte Mobilfunknetze / Expert mobile networks

Finnish Transport Infrastructure Agency (FTIA)

Anschrift / Address: Opastinsilta 12 A, FI-00520 Helsinki

E-Mail: peteveikko.lyly@vayla.fi