

# FRMCS im Fokus der 23. Fachtagung Telekommunikationstechnik in Fulda

VDEI Fachausschuss Sicherungstechnik, Informatik, Kommunikation und VDEI-Akademie für Bahnsysteme luden Ingenieure, Planer und Entscheider zum Austausch über digitale Kommunikationssysteme im Bahnbereich.

## REGINA IGLAUER-SANDER

**Wie sieht die Zukunft der Telekommunikationstechnik im Bahnsystem aus? Diese Frage stand im Zentrum der 23. Fachtagung Telekommunikationstechnik (TKT), die Mitte Oktober im Maritim Hotel Fulda stattfand. Zwei Tage lang diskutierten Experten aus Bahnindustrie, Wissenschaft und Planung die aktuellen Entwicklungen rund um Future Railway Mobile Communication System (FRMCS), digitale Planungsmethoden und die Modernisierung der Infrastruktur.**

Mit der Rekordzahl von 250 Teilnehmenden aus dem gesamten Bundesgebiet und darüber hinaus bot die 23. Fachtagung TKT des VDEI am 14. und 15. Oktober 2025 erneut eine hochkarätige Plattform für Wissenstransfer und Fachdiskussion. Veranstaltet von der VDEI-Akademie für Bahnsysteme und fachlich getragen vom VDEI Fachausschuss Sicherungstechnik, Informatik, Kommunikation (FA SIK), widmete sich die Tagung den zentralen Zukunftsthemen der Bahntechnologie – von der Modernisierung bestehender GSM-R-Systeme bis zum Roll-out der neuen FRMCS-Kommunikationsstandards.

Nach der Begrüßung durch **Dipl.-Ing. Clemens Wagner** (FA SIK), wandte sich **Dr. Klaus Vornhusen**, Konzernbevollmächtigter der Deutschen Bahn AG für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland, mit seinem Grußwort an die Teilnehmenden. In seinem Beitrag hob er die hohe bauliche Dynamik der Region Fulda hervor – vergleichbar mit einem „Bau-Knotenpunkt“ der Bahn. Er betonte die Bedeutung verlässlicher Telekommunikationssysteme für die Leistungsfähigkeit des Gesamtnetzes, verwies aber auch auf die Herausforderungen: Noch immer arbeite ein Großteil der Stellwerke mit Technik aus der Nachkriegszeit. Der Weg zur digitalen Leit- und Sicherungstechnik (LST) werde Jahrzehnte dauern – umso entscheidender sei der zügige Ausbau moderner Kommunikationsstrukturen wie FRMCS.

Im Anschluss nahm **Dr.-Ing. Joachim Warlitz**, Vizepräsident des VDEI und Leiter der VDEI-Akademie für Bahnsysteme, den Faden auf und ordnete die Themen der Tagung in den größeren Kontext ein. Telekommunikation, so Warlitz, sei „*der unsichtbare Schlüssel zur Mo-*



**Abb. 1:** Dipl.-Ing. Clemens Wagner moderierte fachlich versiert durch die Veranstaltung.

Quelle aller Abb.: Eventfotografie Schneider

*dernität*“ im Bahnwesen. Das auf 5G basierende FRMCS biete die technische Grundlage, um Systemgrenzen zu überwinden und die Digitalisierung des Bahnbetriebs voranzutreiben. Gleichzeitig erinnerte er daran, dass Kritische Infrastrukturen andere Anforderungen an Sicherheit, Stabilität und Langlebigkeit stellen als der Konsumentenmarkt – und betonte den Wert interdisziplinärer Zusammenarbeit der verschiedenen Fachgewerke im Bahnsystem. Mit Sachkenntnis und Gespür für die richtigen Übergänge führte Clemens Wagner das Publikum durch das dichte Programm und schuf damit den Rahmen für angeregte Diskussionen. Der FA SIK überzeugte durch eine klare thematische Struktur und eine dem Rahmen entsprechende inhaltliche Gewichtung.

### **FRMCS Phase 1a – Der erste Schritt zur stufenweisen FRMCS-Freigabe**

Den Auftakt der Präsentationen machte **Jenny Dang, B.Eng.**, Applikationsmanagerin betriebliche Telekommunikation und Bauvorlageberechtigte TK, DB InfraGO AG, mit ihrem Vortrag „FRMCS Phase 1a – Der erste Schritt zur stufenweisen FRMCS-Freigabe“. Im Zentrum ihres Beitrags stand die bevorstehende Ablösung der bisherigen GSM-R-Technologie, welche ab 2035 von der Industrie nicht mehr unein-

geschränkt unterstützt wird. Dang erläuterte, dass FRMCS als international abgestimmter Bahnfunkstandard auf 5G-Technologie basiert und gegenüber dem bisherigen System eine hundertfach größere Bandbreite sowie deutlich geringere Latenzzeiten bietet. Damit wird die Basis für den nächsten Entwicklungsschritt des digitalen Bahnbetriebs geschaffen – mit mehr Anwendungen, höherem Sicherheitsniveau und Effizienz. Die Migration erfolgt sowohl strecken- als auch anwendungsbezogen. Zunächst wird ein paralleler Betrieb von GSM-R und FRMCS auf den Strecken notwendig. Die Pilotmaßnahme soll bei der DB RegioNetz Infrastruktur der Südostbayernbahn (SOB) auf der Rottalbahn (5832) realisiert werden. Zwischen 2025 und 2027 wird zwischen Passau und Neumarkt-St. Veit das System aufgebaut und erprobt. Mit den Erfahrungen aus dem Piloten der Phase 1a wird das System parallel auf weitere Strecken mit zunehmender betrieblicher Belastung bis 2028 (Phase 1b) erweitert. Für die Erprobung ist ein zuverlässiger Parallelbetrieb, also Zugfunk mit Dual-Mode-Funktionalität (GSM-R/FRMCS) an Bord notwendig. Die Freigabe und der schrittweise Ausbau erfolgen nach erfolgreichen Praxistests – zunächst mit ca. 100 km (Phase 1a) bei der SOB, in Phase 1b bundesweit mit bis zu

1300 km und in Phase 2 mit einem Flächen-Roll-out auf über 30000 km bis 2035, erläuterte Dang. Gleichzeitig stellte sie klar, dass alle wesentlichen Migrationsprozesse bereits heute vorbereitet sind. Die Programmdichte und Ziele sind zunehmend ambitioniert, Zeitdruck ist deutlich erkennbar. Ursächlich dafür ist die nach wie vor ausbleibende Finanzierung durch den Bund. Die Strategie sieht eine stufenweise Übernahme komplexer Betriebsprozesse und internationaler Interoperabilität vor. Dadurch werden Innovationen frühzeitiger den Eisenbahnverkehrsunternehmen zugänglich gemacht und Kosten beim parallelen Netzbetrieb reduziert. Die Präsentation von Jenny Dang verdeutlichte, wie technische Standardisierung, Infrastrukturmaßnahmen und optimierte Abläufe zusammenwirken, um FRMCS als zentrale Zukunftsplattform für den deutschen Bahnbetrieb zu etablieren.

### Hamburg – Berlin: Ausbau der passiven FRMCS-Infrastruktur

Im Anschluss präsentierte **Daniel Peters**, Projektleiter FRMCS-Infrastruktur bei der DB InfraGO, in seinem Vortrag „Ausbau der passiven FRMCS-Infrastruktur Hamburg – Berlin: Innovative Planungs- und Realisierungsansätze und deren Herausforderungen“ die detaillierte Umsetzung des Pilotprojekts zum Aufbau der Grundinfrastruktur für FRMCS zwischen Hamburg und Berlin. Im Mittelpunkt seines Vortrags stand die technische und logistische Herausforderung, die stark frequentierte Fernverkehrsstrecke (6100) mit der gemeinsamen Infrastruktur für das künftige Bahnfunknetz FRMCS und die Mobilfunktechnik mehrerer deutscher Netzbetreiber. Bis Oktober 2026 sollen entlang der rund 280 km langen Strecke insgesamt 292 Funkmasten und 30 Systemtechnik-Container („BBU-Hotels“) errichtet und mit Strom- sowie Glasfaseranschlüssen ausgestattet werden. Die Masten stehen gleisnah auf DB-eigenen Grundstücken und werden vorwiegend als Leichtbaumasten mit 15 bis 20 m Höhe im etwa 1 km-Raster installiert, wobei 25

Masten eine zusätzliche Plattform für das noch vorhandene GSM-R erhalten. Peters stellte den innovativen Ansatz des Mast-Sharings vor: Die Infrastruktur wird nicht nur für FRMCS, sondern auch für die öffentlichen Mobilfunkbetreiber genutzt – mit separaten Antennentechnologien und Sendeprofilen. Jeder zehnte Mast erhält ein BBU-Hotel als zentralen Technikstandort („Konzentrator“) für Stromversorgung, Übertragungstechnik und Funktechnik. Die Standortwahl und die Funkabdeckung werden mithilfe von Drohnenbildern und digitalen Planungsmethoden optimiert, ergänzt durch Vor-Ort-Begehungen zur präzisen Festlegung und Verifizierung der Standorte. Ein großes Augenmerk lag auf den zahlreichen behördlichen und naturschutzrechtlichen Abstimmungen entlang der gesamten Strecke. Peters berichtete von den Herausforderungen innerhalb des Genehmigungsverfahrens. Durch das Investitionsbeschleunigungsgesetz und § 18 (1a) AEG ergibt sich die Möglichkeit, bei gleichzeitiger Notwendigkeit standortscharfer Bodengutachten und Beachtung naturschutzfachlicher Belange, die Ausführungsplanung bei den zuständigen kommunalen Behörden einzureichen. Dies spart bei deutlich höherem Personaleinsatz des Antragstellers sechs bis 18 Monate Bearbeitungszeit gegenüber der EBA-Genehmigung. Die Projektkoordination wurde insbesondere durch zeitaufwendige Naturschutzmaßnahmen, fehlende Bestandspläne und parallellaufende Infrastrukturprojekte belastet, sodass Peters auf den Ausbau digitaler Projekt- und Planungsprozesse als Effizienztreiber verwies. Erste Funkmasten und BBU-Hotels sind bereits errichtet, die volle Ausstattung mit FRMCS-Funktechnik erfolgt ab 2027. Hier betonte er im Kontext, dass das Projekt Verbesserungs- und Optimierungspotenziale für den deutschlandweiten Roll-out offenbart hat: Die Digitalisierung der Standortplanung, flexible Bauabläufe und ein intensiviertes Ressourcenmanagement bilden künftig die Basis für die schnelle, flächendeckende Versorgung der Schienenwege mit FRMCS und öffentlichem Mobilfunk. Sein

Vortrag unterstrich, wie innovative Planung und digitale Prozesse zentrale Erfolgsfaktoren sind, um die anspruchsvollen Ausbauziele für die nächste Generation Bahnfunk im deutschen Schienennetz zu erreichen.

### FRMCS-Funktechnik und FRMCS-Infrastruktur

Der Gemeinschaftsvortrag von **Aimo Heinecke**, Bereichsleiter Kommunikationstechnik Bahn, Hörmann Kommunikation & Netze GmbH, und **Jens Köcher**, Laboratory Supervisor Test & Project Management, Funkwerk Systems GmbH, thematisierte im Anschluss die „FRMCS-Funktechnik und FRMCS-Infrastruktur mit innovativen Ansätzen zur Beschleunigung der Errichtung der Infrastruktur sowie alternative Gründungsvarianten“. Im Zentrum der gemeinsamen Präsentation standen die massiven Herausforderungen und innovativen Lösungsansätze für den Ausbau der FRMCS-Infrastruktur in Deutschland. Heinecke skizzierte, dass die geplante Umstellung von GSM-R auf FRMCS eine deutliche Steigerung der jährlichen Ausbauleistung erfordert: Statt wie beim GSM-R-Ausbau 270 Funkstandorte pro Jahr werden im FRMCS-Zeitalter bis zu 2000 Standorte jährlich benötigt, was sowohl auf technischer als auch logistischer Ebene grundlegende Innovationen im Planungs- und Bauprozess voraussetzt. Die vorgestellten Optimierungen umfassen die Übernahme standardisierter Bühnen und modularer Mastsysteme, eine technische Trennung von Mast und Systemplattform sowie die komplette Vormontage inkl. Technikschränken beim Hersteller, um Bauzeiten und Prüfprozesse drastisch zu verkürzen. Besonderes Augenmerk lag auf alternativen Gründungsvarianten: Neben klassischen Rammrohrgründungen wurden Mikropfahlgründungen, Schraubfundamente und innovative Mastfuß-Adapter getestet. Diese Ansätze bieten nicht nur bauzeitliche Vorteile, sondern reduzieren auch Eingriffe in den Boden und die Versiegelung der Fläche deutlich. Gerade die Schraubfundamente und die flexible Anpassung der Mastbauwerke an die örtlichen Gegebenheiten sind echte Alternativen, sofern die Zulassungsprozesse durch das Eisenbahnbundesamt (EBA) erfolgreich abgeschlossen werden. Pilotprojekte – wie etwa auf der Strecke Hamburg – Berlin – zeigten dabei Handlungs- und Verbesserungsbedarf: Verzögerungen in der behördlichen Zustimmung, lange Lieferzeiten und Engpässe in der Stahlfertigung unterstreichen die Notwendigkeit digitalisierter Planungsabläufe und frühzeitiger Einbindung aller Beteiligten.

Daraufhin folgend adressierte **Jens Köcher**, Test & Project Management / Laboratory Supervisor, Funkwerk Systems GmbH, die weiteren Anforderungen an die Funktechnik und die Fahrzeugausrüstung im FRMCS-Zeitalter. Das Nachfolgesystem von GSM-R führt neue 5G-Frequenzen und deutlich höhere Sendeleistungen ein, wodurch etablierte Fahrzeugfunkkanäle



Abb. 2: Die ausgebuchte Veranstaltung war ein voller Erfolg

gen hardware- und softwareseitig aufgerüstet werden müssen. Innovative Konzepte wie die Multipath-Architektur und das Mission Critical Framework (MCx) erlauben flexible Steuerungswege, parallele Datenpfade und eine nahtlose Umschaltung zwischen Netzen, was besonders im grenzüberschreitenden Bahnverkehr wichtig ist. Ebenfalls vorgestellt wurden modulare Onboard-Systeme („FRMCS Toolbox“), die eine schnelle und skalierbare Migration der Bestandsfahrzeuge hin zur nächsten Generation Bahnfunk ermöglichen. Abschließend verdeutlichten Heinecke und Köcher, dass innovative Gründungsvarianten, der Einsatz modularer Bautechnik, eine frühzeitige, digitale Projektkoordination und intelligente Funktechniklösungen entscheidende Hebel für den beschleunigten deutschlandweiten FRMCS-Roll-out sind. Ihr Vortrag lieferte praxisnahe Impulse für Folgeprojekte und die nötigen Optimierungsschritte, um die ambitionierten Ausbauziele effizient und nachhaltig zu erreichen.

**Anwendung der digitalen LST-Planung im Bereich der Telekommunikation**

Zur „Anwendung der digitalen LST-Planung im Bereich der Telekommunikation“ referierte **Dipl.-Ing. (FH) Emre Kocak**, Teamleiter Regelwerksentwicklung ETCs, DB InfraGO. Der

Beitrag, der in Zusammenarbeit mit **Dr.-Ing. Christoph Klaus**, Betriebsführungssysteme und technisches Regelwerk DSTW, DB InfraGO, entwickelt wurde, stellte die Herausforderungen und Lösungen für die Integration digitaler Planungsprozesse von Leit- und Sicherungstechnik (LST) und Telekommunikation (TK) in den Fokus. Es wurde gezeigt, dass bislang LST und TK in voneinander getrennten Systemen mit unterschiedlichen Datenformaten und Datenmodellstrukturen geplant werden, obwohl beide Gewerke auf identische physische Ressourcen wie Kabeltrassen, Technikgebäude und Energieversorgung zugreifen. Diese historische Trennung führt zu hohem Abstimmungsaufwand, Inkonsistenzen, Planungsfehlern und ineffizienter Nutzung gemeinsamer Infrastruktur. Das vorgestellte Forschungsvorhaben zielt auf ein gemeinsames, integriertes Datenmodell, das sowohl LST- als auch TK-relevante Elemente abbildet und automatisierte Schnittstellenprüfung erlaubt. Grundlage bildet eine Erweiterung des DB-eigenen PlanPro-Datenmodells um TK-spezifische Objektklassen. Für die Planung ergeben sich so erhebliche Vorteile: einheitliche Objektreferenzierung (z.B. für Kabelführungssysteme), konsistente Datengrundlage für BIM-gestützte (BIM, Building Information Modeling) Projektkoordination und automatisierte

Konflikt- und Konsistenzprüfungen zwischen den Gewerken. Das vorgestellte Konzept zur Optimierung des Planungsprozesses sieht fünf integrale Schritte vor: parallele Grundlagenermittlung, gemeinsame Infrastrukturplanung, automatisierte Fachplanung, automatische Veränderungsbenachrichtigung und schrittweise Integrationsprüfung. Dadurch soll der Workflow signifikant effizienter werden, die Fehleranfälligkeit sinken und die Ausrichtung den aktuellen DB-Richtlinien zur gemeinsamen Planung von LST und TK entsprechen. Herr Kocak erläuterte praxisnahe Anwendungsbeispiele, wie das erweiterte Modell für Kabelführungssysteme und die Priorisierung von Kapazitäten in zukünftigen Pilotprojekten eingesetzt werden sollen. Abschließend wurde betont, dass eine vollintegrierte digitale LST- und TK-Planung die DB-Infrastruktur strategisch für die Zukunft positionieren wird, die Effizienz nachhaltig steigert und den Weg für innovative Digitalprojekte wie den FRMCS-Roll-out ebnet.

**Digitale Transformation des Kabeltrassenmanagements für Glasfaserausbauprojekte**

Der zweite Veranstaltungstag startete mit dem Vortrag von **Dipl.-Ing. Wolfgang Kreim**, Leiter Innovation Glasfaserkabel Ausbauprojekte, und

Sichere Kommunikation im öffentlichen Nahverkehr mit MCX over 4G/5G.

Zum Beispiel mit dem Funkwerk **4G/5G-Funkmodul NR26**, im Rahmen der nachhaltigen und wirtschaftlichen Migration Ihrer MESA®-Bestandsanlage zu einem Triple-Mode-System inkl. MCX-Fähigkeit.

FUNKWERK.COM/MCX

**funkwerk**

Autoren-Belegexemplar, Frau Iglauer-Sander. Weitergabe an Dritte urheberrechtlich untersagt.



Abb. 3: Der Fachausschuss Sicherungstechnik, Informatik, Kommunikation (FA SIK)

**Luca Sahren, B.Sc.**, beide Mitarbeiter der DB InfraGO.

Im Mittelpunkt der Präsentation stand die digitale Transformation des Kabeltrassenmanagements für Glasfaserausbauprojekte. Die Referenten verdeutlichten, wie die stattfindende Digitalisierung von Planungs-, Bau- und Betriebsprozessen ein massiver Effizienztreiber im gesamten Ausbavolumen der bahnbetrieblichen TK ist. Die Einführung von digitalen Methoden – insbesondere die webbasierte Plattform InfraMaps TK – erlaubt erstmals eine lagegenaue und georeferenzierte Visualisierung der Bahn-Infrastruktur. Projekte können dadurch remote geplant werden, was die Anzahl der teuren und personalintensiven Vor-Ort-Begehungen auf ein Minimum reduziert. Gleichzeitig ermöglicht InfraMaps eine baubegleitende mobile Einmessung, deren Messdaten automatisiert in die Bestandsdokumentation übernommen werden, sodass die Planungszeit um 20 %, die Bauzeit um 33 % und die Gesamtkosten um 50 % gesenkt werden konnten. Ein zentraler Schwerpunkt war die produktive Nutzung von InfraMaps TK im Rahmen des Großprojekts Hamburg–Berlin sowie bei Glasfaser- und FRMCS-Ausbau in Südbayern. Virtuelle Streckenbegehungen für die Standortauswahl von über 290 neuen 5G-Maststandorten und die Planung von 50 Baumaßnahmen wurden remote umgesetzt, wodurch

Planungskapazitäten signifikant erhöht und Betriebsbeeinträchtigungen minimiert wurden. Mit der mobilen Einmessung neuer Kabeltrassen und Integration von GNSS-Daten entstehen „digitale Zwillinge“ der Infrastruktur, die nicht nur alle Projektbeteiligten kollaborativ nutzen, sondern auch als Grundlage für BIM-Modelle und automatisierte Berichte dienen. Kreim und Sahren betonten, dass digitale Methoden elementarer Bestandteil der DB-TK-Plattformstrategie bis 2035 werden. Sie sichern die Robustheit der Bestandsnetze, beschleunigen den Roll-out neuer Glasfaserprojekte und ermöglichen flexible sowie sichere Kommunikation zur Unterstützung des zukünftigen digitalen Bahnbetriebs. Die Vortragenden verdeutlichten, dass InfraMaps TK jetzt schon als „Google Maps der Deutschen Bahn“ gilt und die Digitalisierung von Bauprojekten nachhaltig vorantreibt – vom Planen über die Bauleitung bis zur dokumentierten Fertigstellung. Die Infrastruktur wird damit nicht nur transparenter, sondern die Innovationskraft für künftige Netzausbauprojekte deutlich gestärkt.

#### Telematikkomponenten im Schienengüterverkehr

**Prof. Dr.-Ing. Oliver Michler**, Institutsdirektor für Verkehrstelematik und Leiter der Professur Informationstechnik für Verkehrssysteme, TU Dresden, widmete sich darauffolgend

dem Thema Forschung und Digitalisierung in der Bahntechnik – Lösungsansätze für den informationstechnischen Einsatz von Telematikkomponenten im Schienengüterverkehr. Zentrales Thema seines Vortrags bildeten die aktuelle Forschung und innovative Technologien für einen intelligenten, digitalisierten Schienengüterwagen. Michler zeigte auf, dass der Weg zur Digitalisierung des Eisenbahngüterverkehrs maßgeblich durch die Integration von telematischen Komponenten wie Sensorik, Odometer und drahtlosen Kommunikationstechnologien (u.a. 5G, FRMCS, 6G, WLAN, und RFID) geebnet werden kann. Wesentliche Herausforderungen bestehen dabei in der sicheren Zustandserfassung, der präzisen Positionsbestimmung von Wagen im Verbund und der automatisierten Signalverarbeitung mittels KI-basierter Algorithmen zur Echtzeitdatenanalyse und Zustandsklassifikation. Ein Schwerpunkt war das Forschungsprojekt AZUBIG zur automatisierten Zugbildung. Michler zeigte anschaulich, wie Sensoreinheiten, innovative Regelungskonzepte und der Einsatz von mobilen Steuerfahrzeugen mit Drohnenunterstützung die Prozesse in Rangier- und Betriebshöfen revolutionieren können. Digitale Datenerhebung – etwa per LiFi-Datenlink mit Vertiport – erlaubt eine hochpräzise und schnelle Erfassung von Wagenreihung und Bewegungsdaten, was im Demonstrationsbetrieb

bereits in der Praxis getestet wurde. Prozessinnovationen führen dazu, dass der „intelligente, smarte Güterwagen“ künftig alle wesentlichen Betriebsdaten erfassen, auswerten und sicher übertragen kann – Grundlage für die zukünftige Automatisierung und Digitalisierung des Eisenbahngüterverkehrs. Zudem präsentierte Michler Ergebnisse aus weiteren Forschungsprojekten (u. a. Smart Rail Cargo, EVIPOS, PiLo-Nav, VERSATO), die sich mit der sensorischen Zustandserkennung, der Energieautonomie von Systemkomponenten, der Integration von Energieharvesting und der Entwicklung offener Systemstandards beschäftigen. Die Vision ist, dass alle beweglichen und stationären Komponenten der Bahn künftig digital vernetzt, interoperabel und wartungsarm betrieben werden können. Michlers Vortrag unterstrich, dass innovative Methoden aus der Verkehrstelematik in Kombination mit modernen Kommunikationsplattformen die Digitalisierung der Bahninfrastruktur und den Güterverkehr nachhaltig transformieren werden.

### Stromversorgungen in Telekommunikationsanwendungen

Ein neuartiges Konzept für Stromversorgungen in Telekommunikationsanwendungen stellte **Max Warmuth**, Geschäftsführer der Gertek Gerätetechnik GmbH, vor: das System Sierra. Ziel ist es, aus fragmentierten Einzelkomponenten ein einheitlich standardisiertes Energiemanagementsystem zu formen, das effizient, modular und hybridfähig ist. Kern des Ansatzes ist der multidirektionale Wandler Sierra, der Gleich- und Wechselstromverbraucher (48 V DC oder 380 V DC & 230/400 V AC) gleichzeitig versorgt und durch das Doppelwandlerprinzip eine saubere und stabile Sinusspannung erzeugt. Die Module – erhältlich in Leistungsstufen von 1,25 bis 3 kVA – lassen sich beliebig skalieren und kombinieren. Jedes Modul arbeitet unabhängig mit integrierter Umschalteinheit, Batteriemangement und Temperaturregelung und erfüllt die Anforderungen an USV-Funktionalität mit null Millisekunden Umschaltzeit. Im Vergleich zu klassischen Gleichrichter-Wechselrichter-Kombinationen reduziert das modulare System Komplexität, Wandlungsverluste und Schaltungsaufwand und erreicht Wirkungsgrade bis zu 96 %. Zudem ermöglicht die Architektur die direkte Einbindung erneuerbarer Energiequellen wie Photovoltaik oder Brennstoffzellen. Das System hat eine Freigabe gemäß DB-Richtlinie 819.0906. Warmuths zentrale Botschaft: Nur durch Standardisierung, durchgängige Überwachung und frühzeitige Systemintegration lassen sich zukunftssichere, resiliente und energieeffiziente TK-Infrastrukturen schaffen – „Smart Power für smarte Netze“.

### FRMCS – Wann können Fahrzeuge ausgestattet werden?

Mit dieser spannenden Frage beschäftigte sich **Dr. Morten Schläger**, Service 5G am Gleis, Deutsche Bahn AG, und zeigte im Kontext die

zentralen Herausforderungen und Chancen der fahrzeugseitigen FRMCS-Umrüstung auf. Die bevorstehende Obsoleszenz von GSM-R ab 2035 und die notwendige vollumfängliche Migration auf FRMCS im deutschen Schienen-sektor standen dabei im Mittelpunkt. Schläger verdeutlichte, dass das extrem hohe Roll-out-Volumen – mit der Umrüstung von etwa 16 000 bis 21 000 Fahrzeugen bis 2035 – und die parallele Ausstattung der Infrastruktur eine massive logistische, technische und regulatorische Herausforderung darstellen. Besonders komplex ist die Kompatibilität zwischen FRMCS- und ETCS-Systemen, da viele Bestandsfahrzeuge nach aktuellem Stand etliche Hardware- und Softwaremodifikationen benötigen, um die Schnittstellen zwischen ETCS und FRMCS ab Version 3.x zu nutzen. Für Verkehrsunternehmen bedeutet dies oft lange Werkstattaufenthalte und einen signifikanten Planungsbedarf, wodurch eine frühzeitige Migration und Hardware-Vorrüstung unverzichtbar sind. Weiterhin skizzierte er vier zentrale Handlungsfelder für eine erfolgreiche Migration: das Zeit-Menge-Problem (hoher Personal-, Material- und Genehmigungsbedarf sowie ein enges Zeitfenster bis 2035), die Technologieverfügbarkeit (sichere Schnittstellen und Integration von FRMCS auf bestehende Fahrzeugtechnik, Doppelausstattung mit GSM-R und FRMCS), die Genehmigungsprozesse (Konzertierung der Zulassungen und Clustern von Fahrzeugtypen, Automatisierung und Optimierung von Konformitätsverfahren) sowie die Sektoraktivierung (frühzeitige Abstimmung aller Stakeholder, politische Unterstützung und Klärung der Finanzierung). Als Lösungsansatz empfahl Schläger, die FRMCS-Readiness durch eine proaktive Hardware-Vorrüstung bereits bei bestehenden ETCS-Ausrüstungen sicherzustellen, geeignete Antennenkonzepte und Gateways vorzusehen, die Integration von FRMCS frühzeitig zu planen und eine sektorweite koordinierte Position zu schaffen. Er hob hervor, dass sich mit einer strategischen Herangehensweise nicht nur die technische Machbarkeit verbessern lässt, sondern auch die Kosten, Genehmigungsdauer und die Belastung für die Betriebsabläufe minimieren lassen. Schlägers Vortrag zeigte damit eindrucksvoll, wie sich die Deutsche Bahn auf die Herausforderungen der Fahrzeugmigration mit innovativen Planungs- und Steuerungsprozessen vorbereitet und optimistisch in den Roll-out von FRMCS blickt.

### Quantenkryptografie

Quantenkryptografie gilt als Schlüsseltechnologie für die Absicherung kritischer Kommunikationsnetze der Zukunft: Der Vortrag von **Johannes Groisz**, Leitung Mission Critical Communication Systems, Cancom Austria AG, verdeutlichte die Dringlichkeit, heutige Sicherheitsarchitekturen auf die Bedrohungen durch Quanten-Computing vorzubereiten und dabei neueste Verschlüsselungslösungen einzubeziehen. Während asymmetrische Verfahren wie bspw. RSA und klassische Zertifikatsme-

chanismen mittelfristig durch leistungsfähige Quantencomputer geknackt werden könnten, bietet Quantum Key Distribution (QKD) potenziell absolute Abhörsicherheit – basierend auf den Prinzipien der Quantenmechanik und dem No-Cloning-Theorem. Konkrete Anwendungsfälle wie die sichere Übertragung von HSM-Backup-Schlüsseln oder die hybride VPN-Lösung „Arnika“, die QKD mit Post-Quanten-Kryptografie kombiniert, zeigen, wie Sicherheitsinfrastrukturen ihren Migrationsaufwand durch rechtzeitige Integration quantensicherer Technologien massiv reduzieren können. Über das europäische Forschungsprojekt QCI-CAT und eigene Use-Cases hebt Cancom Austria hervor, dass die praktische Demonstration quantenresistenter Netze und eine zukunftsfähige Schlüsselverwaltung bereits heute möglich sind und einer der Vorreiter wie Österreich so Maßstäbe für sichere Kommunikation im Bahn- und Infrastruktur-Sektor setzt. Der Appell des Experten: Bei Architekturentscheidungen von Kommunikationssystemen muss die Marktreife von Quantencomputern jetzt schon mitgedacht werden, um die Datenresilienz langfristig zu gewährleisten.

Die Fachtagung bewies eindrucksvoll, wie essenziell der persönliche und fachliche Austausch für den Fortschritt im Bahnsektor ist. Die begleitende Industrieausstellung von Dehn SE und Phoenix Contact Deutschland bot den Teilnehmenden eine exzellente Gelegenheit, sich über aktuelle Technologien zu informieren, konkrete Projektpartner kennenzulernen und Trends live zu erleben – ein Angebot, das auf ausgesprochen großes Interesse stieß und zahlreiche Gespräche anregte. Die hohe Teilnehmerzahl, zahlreiche angeregte Diskussionen und die vielfältigen Netzwerkgespräche bestätigen: Die Plattform ist mittlerweile ein unverzichtbarer Treffpunkt für Experten der Telekommunikationstechnik im Bahnwesen. Dieses lebendige Netzwerk aus Fachexperten, Industrie und Praxis bildet das Fundament für Innovation und lösungsorientiertes Denken, das die Zukunft des Systems Bahn sichert und gestaltet.

Die Organisatoren blicken zufrieden auf eine rundum gelungene Veranstaltung zurück und bedanken sich bei allen Beteiligten, Ausstellenden sowie dem engagierten Team des VDEI FA SIK. Schon jetzt dürfen sich Interessierte auf die 24. Fachtagung Telekommunikationstechnik freuen, die voraussichtlich im Oktober 2026 wieder spannende Impulse und beste Networking-Möglichkeiten bieten wird. ■



**Regina Iglauer-Sander, M. A.**  
presse@iaf-messe.com