

# „Zugfunk per App“ – kostengünstige Option für die missionskritische Kommunikation bei Eisenbahnen

“Train radio by app” – cost-effective option for mission-critical communications on the railways

Michael Mikulandra | Michael Lorenz | Christian Brinkmann

Zahlreiche Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) setzen für die betriebliche Kommunikation spezielle Zugfunksysteme ein. In Deutschland ist ihr Einsatz für Eisenbahnen mit Personenverkehr generell vorgesehen und unter bestimmten Voraussetzungen sogar verbindlich vorgeschrieben (§ 16 Abs. 4 Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung – EBO). Zugfunksysteme unterstützen neben den üblichen Kommunikationsdiensten einige spezielle Funktionen, die für einen zügigen und sicheren Bahnbetrieb große Bedeutung besitzen. Für die Bahnsicherheit besonders bedeutsam ist die Möglichkeit, Notrufe ohne Mitwirkung der Angerufenen an deren Empfangsgeräte abzusetzen.

Um die Sonderfunktionen, die im allgemein zugänglichen öffentlichen Mobilfunk nicht angeboten werden, bereitzustellen, müssen EIU bislang eine eigenständige, dedizierte Infrastruktur (Funkmasten, Basisstationen, Standorte etc.) entweder selbst aufbauen und betreiben oder bei einem Funkdienstanbieter anmieten. Die Kosten hierfür belasten vor allem kleinere Betriebe sowie mittelbar auch die Reaktivierung und Weiterentwicklung regionaler Bahnstrecken, die keine Zugfunkeinrichtungen (mehr) aufweisen.

Unter der Bezeichnung „Mission-Critical Communication (MCx)“ bietet die Kontron Transportation Deutschland GmbH eine technische Lösung an, die es ermöglicht, missionskritische Kommunikationdienste auf herkömmlichen Mobiltelefonen verfügbar zu machen. In enger Zusammenarbeit mit den Bahnbetrieben Blumberg GmbH & Co. KG (BB) und der Landeseisenbahnaufsicht Baden-Württemberg wurde die Kontron-Lösung auf die Belange des Zugfunks angepasst, auf der von der BB im Personen- und Güterverkehr betriebenen Bahnstrecke 4403 Lauchringen – Hintschingen (Wutachtalbahn / Sauschwänzlebahn) getestet und in Betrieb gesetzt.

## 1 Zugfunk ohne eigene Infrastruktur

Gut 30 Jahre nach Einführung der Zugfunk-Ausrüstungsverpflichtung steht bei zahlreichen nichtbundeseigenen Eisenbahnen (NE-Bahnen) die Ablösung der zunächst eingesetzten analogen Systeme an. In dieser Zeit hat sich der Digitalfunk zur leistungsfähigen und überlegenen Nachfolgetechnologie entwickelt.

Zwar darf die technische Basis für Zugfunk grundsätzlich frei gewählt werden, und auch die Anmietung von Dienstleistungen des Betriebs- und Bündelfunks ist zulässig. Abgesehen von den Kosten sind entsprechende Frequenzen jedoch in bestimmten Gebieten inzwischen knapp.

Numerous railway infrastructure companies (RIC) use special train radio systems to communicate during operations. In Germany, their use has generally been envisaged for railways with passenger services and is even mandatory under certain conditions (section 16, subsection 4 of the Railway Construction and Operation Regulations – EBO). In addition to the usual communication services, train radio systems also support some special functions that are of great importance for fast and safe railway operations. Of particular importance to railway safety is the ability to send emergency calls to the called parties receiving devices without their involvement.

In order to provide the special functions that are not offered in the generally accessible public mobile radio, RICs have so far had to either build and operate an independent, dedicated infrastructure (radio masts, base stations, locations, etc.) themselves or rent it from a radio service provider. The costs for this are a burden for smaller companies in particular, as well as presenting an indirect obstacle to the reactivation and further development of regional railway lines that do not (or no longer) have train radio facilities.

Kontron Transportation Deutschland GmbH offers a technical solution under the name “Mission-Critical Communication (MCx)” that enables the provision of mission-critical communication services using conventional mobile phones. The Kontron solution has been adapted to the needs of train radio and tested and commissioned on the 4403 Lauchringen – Hintschingen (Wutachtalbahn / Sauschwänzlebahn) passenger and freight railway line in close cooperation with the line’s operator Bahnbetriebe Blumberg GmbH & Co KG (BB) and the Baden-Württemberg State Railway Supervisory Authority.

## 1 Train radio without a dedicated infrastructure

30 years after the introduction of the train radio equipment obligation, many non-federally owned railways (NE railways) are about to replace the analogue systems that they initially used. Digital radio has developed into a powerful and superior successor technology in the interim.

The technical basis for the train radio system can admittedly be freely chosen in principle and the leasing of operational and trunked radio services is also permissible. However, corresponding frequencies are now scarce in certain areas, let alone the costs.

MCx nutzt öffentliche Mobilfunknetze als Transportmedium und stellt darüber verschiedene Zugfunk-Dienste wie z.B. Einzelruf, Gruppenruf und Zugnotruf bereit. Um MCx im Schienenpersonenverkehr als Ersatzsystem für Zugfunk zu nutzen, bleibt eine Ausnahmegenehmigung gemäß § 3 EBO erforderlich. Diese setzt wiederum voraus, dass der Bahnbetrieb nicht weniger sicher als im Regelzustand ist. Dazu haben Kontron, BB und die zuständige Aufsichtsbehörde frühzeitig entsprechende Anforderungen identifiziert:

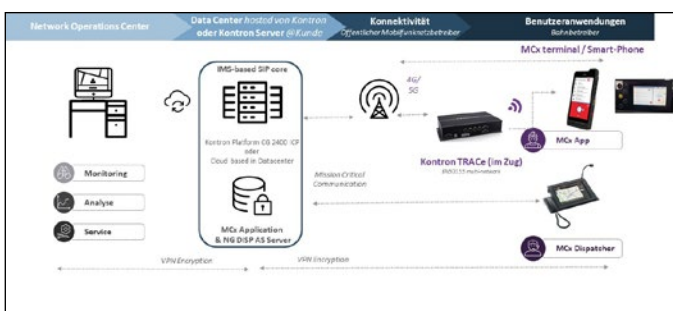
- Nutzung von mehreren Mobilfunknetzen: Die Endgeräte sind für den Empfang mehrerer verschiedener (öffentlicher oder anderer) Mobilfunksysteme geeignet und freigeschaltet. Ist ein Netz nicht verfügbar, kann auf ein anderes umgeschaltet werden. Das MCx-System ist seinerseits auf mehreren der im Endgerät empfangbaren Systeme lauffähig.
- Notrufe (als Einzel- oder Gruppenruf), die ohne Mitwirkung der Angerufenen direkt aufgeschaltet werden, entsprechen der Funktionalität des Zugfunk-Notrufs.
- Die Endgeräte überwachen ihre Verbindung sowohl zum Mobilfunknetz als auch zum MCx-Server und geben Alarm, falls diese nicht mehr erreichbar sind. Daran lassen sich betriebliche Regelungen und situationsbedingte Handlungsprotokolle z.B. für das Zugpersonal knüpfen.

Die Anforderungen konnten im Zuge der Systementwicklung berücksichtigt werden. Damit wird es möglich, den notwendigen Funktionsumfang bereitzustellen, sich so dem Sicherheitsniveau des herkömmlichen Zugfunks weitgehend zu nähern und noch bestehende Defizite mit betrieblichen Regelungen zu überbrücken, von denen viele im Bereich der nichtbundeseigenen Eisenbahnen bereits realisiert sind.

**2 Mobilfunk vom Provider – Bahnfunktionen vom MCx-System**

MCx versetzt EIU in die Lage, mithilfe von Bausteinen des künftigen Future Railway Mobile Communication Systems (FRMCS), die von 3GPP- und ETSI-Arbeitsgruppen spezifiziert wurden, schon heute veraltete Kommunikationsnetze abzulösen. Da keine eigene Funkinfrastruktur aufzubauen und zu betreiben ist, sind Kostenoptimierungen möglich. Zwar werden als Transportmedium Netze des öffentlichen Mobilfunks genutzt, optional ist jedoch auch die Zusammenschaltung mit vorhandenen GSM-R- und anderen Funksystemen (z. B. DMR, TETRA) möglich.

Die software-basierte Lösung wird in einem sicheren Rechenzentrum der Kontron Transportation Deutschland GmbH betrieben. Wesentliche Bestandteile sind Leitstellenfunktionalität, Dispatcher-Arbeitsplätze, Sprachaufzeichnung, MCx-Client-Applikation auf Android-Smartphones sowie optional: LTE-/WLAN-Konverter, Ethernet- und Wi-Fi-Schnittstellen und ein Cab Radio.



**Bild 1: Architekturübersicht des MCx-Systems mit den wesentlichen Bausteinen**

MCx uses public mobile radio networks as a transport medium and provides various train radio services via them, such as individual calls, group calls and train emergency calls. An exemption according to section 3 EBO remains necessary in order to use MCx in passenger rail transport as a substitute train radio system. This in turn presupposes that the rail operations will be no less safe than under normal conditions. Therefore, Kontron, BB and the responsible supervisory authority identified the corresponding requirements at an early stage:

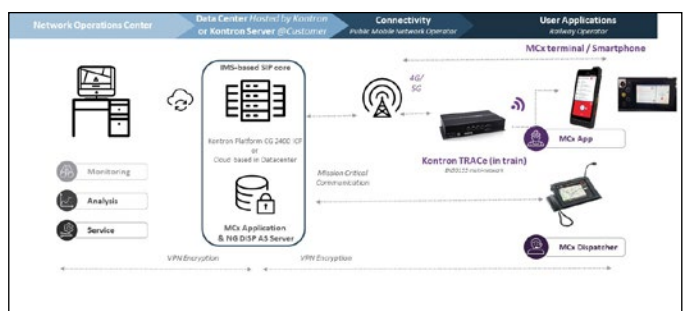
- The use of several mobile radio networks: the end devices have been designed and activated to receive several different (public or other) mobile radio systems. If one network is not available, it is possible to switch to another. The MCx system is capable of running on a number of the systems that can be received in the terminal device.
- Emergency calls (as individual or group calls) that are directly connected without the involvement of the called party correspond to the functionality of a train radio emergency call.
- The terminals monitor the connection to the mobile network as well as to the MCx server and sound an alarm, if either are no longer accessible. The operating regulations and situation-related action routines, e.g. for train staff, can be linked to this.

It was possible to take the requirements into account throughout the course of the system development. This made it possible to provide the necessary range of functions, thus approaching the safety level of conventional train radio to a large extent and bridging any remaining deficits with operating regulations, many of which have already been implemented in the area of non-federal railways.

**2 Mobile radio from a provider – rail functions from the MCx system**

MCx enables RICs to replace obsolete communication networks using the building blocks of the Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) specified by the 3GPP and ETSI working groups. Cost optimisations are possible since no dedicated radio infrastructure has to be built and operated. Although public mobile radio networks are used as the transport medium, connection with the existing GSM-R and other radio systems (e.g. DMR, TETRA) is also possible.

The software-based solution is operated at a secure data centre operated by Kontron Transportation Deutschland GmbH. The essential components are the control centre functionality, the dispatcher workstations, voice recording and the MCx client application on Android smartphones, while optional com-



**Fig. 1: An architectural overview of the MCx system with the essential building blocks**

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Kontron Transportation Deutschland GmbH, Bahnbetriebe Blumberg GmbH & Co. KG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DW Media Group GmbH

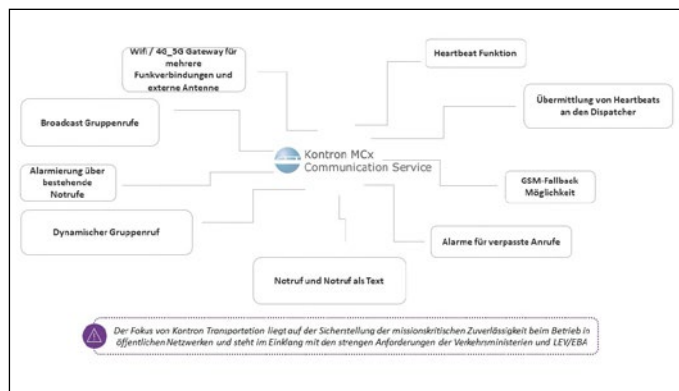


Bild 2: Übersicht der wesentlichen Funktionen und Sicherheitsfeatures (1)

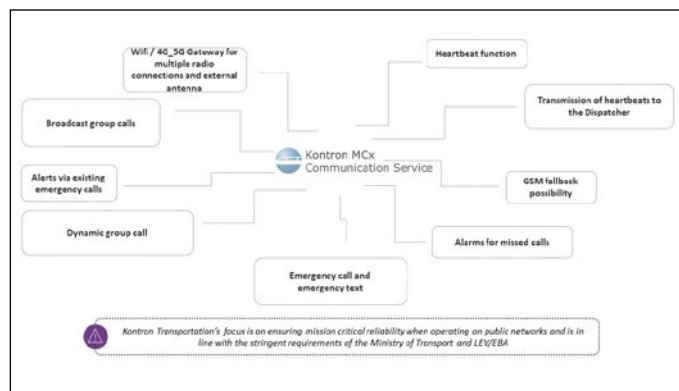


Fig. 2: An overview of the essential functions and safety features (1)

Das MCx-Kommunikationssystem ist die von Kontron entwickelte Anwendungssoftware, welche die verschlüsselte Datenkommunikation zwischen den mobilen Endgeräten im Zug und zentralen Leitstellenarbeitsplätzen über mehrere öffentliche Mobilfunknetze aufbaut, koordiniert und steuert.

Oberste betriebliche Priorität des Systems ist sicherzustellen, dass das Zugpersonal mit der Leitstelle kommunizieren kann. Bei Ausfall der Datenverbindungen wird eine Notruf-Rückfallebene über öffentlichen Mobilfunk (Global System for Mobile Communications, GSM) zwischen Endgeräten und Leitstelle bereitgestellt.

Weiterhin prüft eine „Heartbeat“-Funktion in regelmäßigen, kurzen Zeitabständen die Verbindung zum Server und zeigt sie auf den Endgeräten und in der Leitstelle an. Durch den Einsatz zweier unterschiedlicher SIM-Karten kann auf „Funklöcher“ durch Umschalten zwischen den Netzbetreibern reagiert werden. Sollte in keinem Netz eine Datenverbindung möglich sein, so ist bei einem Notfall noch ein Notruf per GSM möglich.

Ein systemeigener Messengerdienst ermöglicht es, auch bei minimaler verfügbarer Bandbreite Nachrichten zu übertragen. Im Zuge der weiteren Standardisierung werden auch Videoanwendung, File Transfer und eine funktionale Zugnummerneingabe möglich sein.

Ein IP-fähiger Dispatcher stellt in der Leitstelle neben Funktionalitäten wie Einzelruf, Gruppenruf oder Zugnotruf auch z. B. eine elektronische Karte zur Verfügung, die es ermöglicht, die einzelnen Züge anhand ihrer GPS-Koordinaten zu erfassen und geographisch darzustellen. So können in Verbindung mit dem „Heartbeat“ frühzeitig eventuelle Funklöcher auf der Strecke geortet und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden. Zusätzliche Anruflisten und vordefinierte Messaging-Nachrichten unterstützen dabei, wiederkehrend anfallende betriebliche Informationen schnell und effektiv zu versenden.

ponents include an LTE / WLAN converter, Ethernet and Wi-Fi interfaces and a Cab Radio.

The MCx communication system is application software developed by Kontron that establishes, coordinates and controls the encrypted data communication between the mobile terminals on the train and central control centre workstations using several public mobile radio networks.

The system's top operating priority is to ensure that the train crews can communicate with the control centre. In the event of a data connection failure, an emergency fallback level is provided using public mobile radio (Global System for Mobile Communications, GSM) between the terminals and the control centre. Furthermore, a "heartbeat" function checks the connection to the server at regular, short intervals and displays it on the terminals and at the control centre. The use of two different SIM cards makes it possible to react to any "radio gaps" by switching between network operators. If a data connection is not possible in any of the networks, an emergency call via GSM is still possible in case of an emergency.

A native messenger service makes it possible to transmit messages even with minimal available bandwidth. Video applications, file transfers and a functional train number entry will also become possible over the course of further standardisation. In addition to functionalities such as individual calls, group calls or emergency train calls, an IP-capable dispatcher also provides the control centre with an electronic map, for example, which makes it possible to record the locations of the individual trains based on their GPS coordinates and to display them geographically. In this way, any radio gaps on the track can be located at an early stage in conjunction with the "heart-

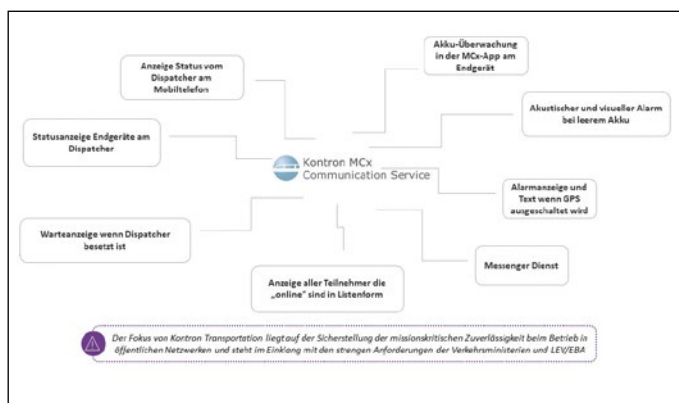


Bild 3: Übersicht der wesentlichen Funktionen und Sicherheitsfeatures (2)

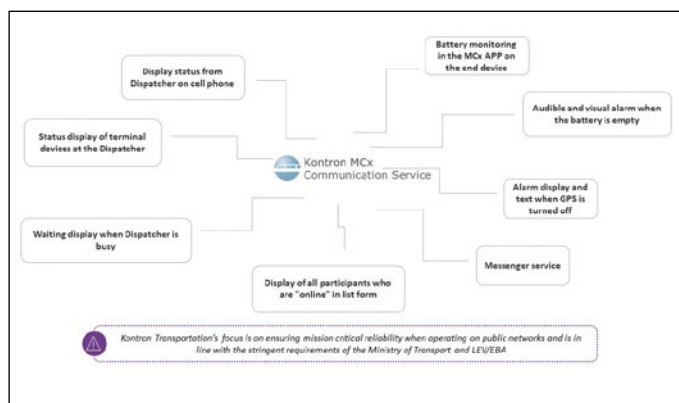


Fig. 3: An overview of the essential functions and safety features (2)



Die Sprachaufzeichnung stammt vom gleichen Hersteller wie bei vielen GSM-R-Projekten. Dies ermöglicht eine größtmögliche Sicherheit, alle Vorgaben und Features, die rund um GSM-R bekannt sind, auch hier einzuhalten.

Als Endgeräte werden robuste, für den professionellen Einsatz konzipierte Android-Smartphones der Serie XP8 von Sonim mit einem 5-Zoll-Bildschirm eingesetzt, die auch unter extremen Bedingungen einwandfrei funktionieren.

Kontron bietet das MCx-System wahlweise auch als virtuelles Rechenzentrum (Virtual Data Center) auf Basis einer Internet-as-a-Service (IaaS)-Cloud mit einer Lösung zur Datenspeicherung sowie Anbindung an das Internet an. Die Basis ist eine flexible und hochverfügbare IT-Infrastruktur für sämtliche Anwendungen. Die Infrastruktur befindet sich in einem modernen, nach Tier-III-Standard aufgebauten Rechenzentrum am Unternehmenssitz der Kontron Transportation Deutschland GmbH. Alternativ können Bahnbetreiber das MCx-System auch in ihrem eigenen lokalen IT-Netz betreiben.

### 3 Anwendung auf der Wutachtalbahn

Die 62 km lange Bahnstrecke 4403 Lauchringen–Hintschingen (Wutachtalbahn) verbindet die Hoahrheinbahn bei Waldshut mit der Schwarzwaldbahn bei Immendingen und wird von der BB betrieben. Weithin bekannt ist vor allem der als Museumsbahn befahrene mittlere Streckenabschnitt zwischen den Bahnhöfen Weizen und Blumberg-Zollhaus, der wegen seines charakteristischen Streckenverlaufs mit vielen Kehren und Deutschlands einzigem Kreiskehrtunnel den Namen „Sauschwänzlebahn“ führt. An deren Fahrtagen regelt ein Zugleiter in Blumberg-Zollhaus den Fahrbetrieb.

Die beiden äußeren Streckenabschnitte werden im SPNV bedient. Den ehemals stilllegungsbedrohten südlichen Abschnitt Lauchringen–Weizen bedienen derzeit an Schultagen fünf Zugpaare der DB Regio AG sowie an Sonn- und Feiertagen im Sommer Zubringerzüge von Waldshut zur Sauschwänzlebahn. Im nördlichen Abschnitt

beat” and appropriate measures can be initiated. Additional call lists and predefined messages help recurring operating information to be sent quickly and effectively.

The voice recording comes from the same manufacturer as in many GSM-R projects. This allows for the greatest possible security, while all the specifications and features that are known in relation to GSM-R are also adhered to.

The used terminals are robust, professional-grade Android smartphones from Sonim’s XP8 series with a 5-inch screen, which function perfectly even under extreme conditions.

Kontron also offers the MCx system optionally as a virtual data centre based on an Internet-as-a-Service (IaaS) cloud with a data storage and internet connection solution. This is based on a flexible and highly available IT infrastructure for all applications. The infrastructure is located in a modern data centre built to Tier III standards at the Kontron Transportation Deutschland GmbH company headquarters. Alternatively, railway operators can also operate the MCx system in their own local IT network.

### 3 The Wutachtalbahn application

The 62 km long 4403 Lauchringen–Hintschingen (Wutachtalbahn) railway line connects the Hoahrheinbahn near Waldshut with the Schwarzwaldbahn near Immendingen and is operated by BB. The middle section of the line between the Weizen and Blumberg-Zollhaus stations, which is used as a museum railway, is widely known. It is called the “Sauschwänzlebahn” because of its characteristic course consisting of many hairpin bends and Germany’s only circular tunnel. A train conductor at Blumberg-Zollhaus regulates the train operations on those driving days.

The two outer sections of the line are served by SPNV. The southern Lauchringen–Weizen section, which was formerly threatened with closure, is currently served by five pairs of DB



**Bahninfrastrukturplanung aus einer Hand - von WSP**

Werden Sie Teil unseres **interdisziplinären Expertenteams** und wirken Sie in den **bedeutenden und komplexen Eisenbahninfrastrukturprojekten Deutschlands** mit.

**WSP** bietet Ihnen hervorragende Perspektiven als **Planungsingenieure und Projektleiter** der Gewerke **Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitungsanlagen, Elektrotechnik, Telekommunikation, Verkehrsanlagen und Ingenieurbauwerke**.

<b>40</b>	<b>150</b>	<b>55.300</b>
JAHRE BAHNEXPERTISE IM DEUTSCHEN MARKT	MITARBEITENDE IM BAHNSEKTOR IN DEUTSCHLAND	MITARBEITENDE WELTWEIT

**beruf.wsp.com**

**WSP Infrastructure Engineering GmbH**  
Frankfurt/Main | Berlin Braunschweig Dresden Hannover Leipzig  
[wsp-ie@wsp.com](mailto:wsp-ie@wsp.com) | [wsp.com](http://wsp.com)

Blumberg-Zollhaus–Hintschingen fährt täglich von ca. 5.30 Uhr bis 20.30 Uhr der „Ringzug“ der SWEG nahezu im Stundentakt. Der Zugverkehr wird auf diesen beiden Abschnitten durch die örtlich zuständigen Fahrdienstleiter der DB Netz AG in der Betriebszentrale Karlsruhe gesteuert, sodass an Tagen ohne Museumsbahnbetrieb auf der Sauschwänzlebahn auch kein Fahrdienstpersonal der BB anwesend sein muss.

Der Betrieb von Personenverkehr setzt den Einsatz von Zugfunk voraus. Bisher bestand eine Duldung der Nutzung von öffentlichem Mobilfunk als Zugfunk durch das Landesverkehrsministerium. Der BB war jedoch klar, dass mittelfristig die Ausrüstung mit einem Kommunikationssystem erforderlich sein würde, welches die Merkmale des Zugfunks erfüllt.

Erste Überlegungen im Jahr 2017 zielten auf die Errichtung eines eigenen digitalen Zugfunksystems (DMR). Schließlich sprachen jedoch mehrere Gründe gegen das Projekt:

- Bei einem Gesamtinvestitionsvolumen von über 1,3 Mio. EUR war für die BB der Eigenanteil von 25 % kaum zu tragen.
- In 2017 war die Zukunft des Streckenabschnitts Lauchringen – Weizen akut gefährdet.
- DMR hätte eine Ausstattung aller auf die Infrastruktur übergehenden Triebfahrzeuge der „Fremd“-EVU erfordert. Da sich teilweise neben GSM-R schon ein weiterer Betriebsfunk auf den Fahrzeugen befindet, wäre dies aus Platzgründen kaum möglich gewesen.
- Die Einbindung der Fahrdienstleiter in der DB-Netz-Betriebszentrale Karlsruhe in den DMR wäre nicht möglich gewesen. Dies hätte die tägliche Stellung eines eigenen Zugleiters während der SPNV-Betriebszeiten erfordert.

Dennoch blieb die BB auf der Suche nach einem finanziell leistbaren System, das die kritischen Funktionen liefern kann. Während des Jahres 2021 wurde zunächst ein Lastenheft für ein System auf Basis von GSM aufgestellt, welches die Merkmale für missionskritische Kommunikation aufweisen sollte. Später im Jahr erfolgte dann eine Ausschreibung zur Lieferung und Implementierung eines solchen Systems. Wesentliche ausgeschriebene Merkmale waren:

- Nutzung des öffentlichen Mobilfunks GSM
- Nutzung von mobilen Endgeräten durch die Zug- und Rangierpersonale, Tischgeräte bei Zugleiter und örtlichem Betriebsbediensteten
- Einbindung in das GSM-R-System der DB Netz AG in der BZ Karlsruhe in Absprache mit der DB Netz AG
- VPN-Verschlüsselung
- Sperrung der Mobiltelefone hinsichtlich unerwünschter Nutzungen
- Notrufpriorisierung innerhalb des VPN
- Standortdarstellung der Endgeräte mithilfe von GPS-Koordinaten auf dem Display des Zugleiterendgerätes
- Erreichbarkeit des Zugpersonals durch Wahl der Zugnummer als Telefonnummer bzw. durch den Zugleiter graphisch durch Auswahl des Zuges auf seiner Streckendarstellung im Display
- Anzeige des Verbindungsstatus auf dem Mobilgeräten und beim Zugleiter („Heartbeat“)
- Im Falle schwacher Ausleuchtung und unterbrochenen Datenfunks: Rückfallebene Sprachanruf
- Im Falle sehr schwacher oder nicht vorhandener Ausleuchtung Übermittlung einer voreingestellten Textnachricht, die bei wieder auftretender Ausleuchtung auf den Notruf hinweist
- Bildung von Endgerätegruppen und Hinterlegung im System
- Push-To-Talk-Funktion bei den mobilen Endgeräten z. B. für Rangiergespräche
- Sprachaufzeichnung aller im System geführten Gespräche.

Regio AG trains on school days and feeder trains from Waldshut to the Sauschwänzlebahn on Sundays and public holidays in summer. In the northern Blumberg-Zollhaus–Hintschingen section, the SWEG “Ringzug” runs daily almost every hour from approximately 5.30 am to 8.30 pm. The train traffic on these two sections is controlled by the locally responsible DB Netz AG train dispatchers at the Karlsruhe operations centre, so that the BB train dispatchers do not need to be present on days when there are no museum railway operations on the Sauschwänzlebahn.

Passenger operations require the use of train radio. The use of public mobile radio as train radio has been tolerated by the State Ministry of Transport until now. However, it became clear to BB that it would be necessary to equip these operations with a communication system that met the characteristics of train radio in the medium term.

The initial considerations in 2017 were aimed at setting up the company’s own digital train radio system (DMR). In the end, however, several reasons went against the project:

- With a total investment volume of more than EUR 1.3 million, the company’s 25 % contribution was untenable for the BB.
- The future of the Lauchringen – Weizen section was under acute threat in 2017.
- The DMR would have required all the traction units from “foreign” RIC that transfer onto the infrastructure to be retrofitted. Since some vehicles already have another radio system in addition to GSM-R, this would hardly have been possible for reasons of space.
- It would not have been possible to integrate the train dispatchers at the DB network operations centre in Karlsruhe into the DMR. This would have required a daily dedicated train dispatcher during SPNV operating hours.

Nevertheless, the BB remained on the lookout for a financially affordable system that could deliver the critical functions. In 2021, the first step was to draw up the specifications for a system based on GSM that would have the characteristics for mission-critical communications. Later in the year, a tender was issued for the delivery and implementation of such a system. The main tender specifications were:

- The use of the GSM public mobile radio system
- The use of mobile terminals by the train and shunting crews and desktop devices by the train manager and local operations staff
- Integration into the DB Netz AG GSM-R system at the Karlsruhe operations centre in consultation with DB Netz AG
- VPN encryption
- The blocking of mobile phones with regard to unwanted use
- Emergency call prioritisation within the VPN
- The location display of the terminals using GPS coordinates on the train’s control terminal display
- The accessibility of the train crew by dialling the train number as a telephone number or by means of the train manager’s graphic selection of the train in the route representation on the display.
- The display of the connection status on the mobile devices and at the driver (the “heartbeat”)
- A fallback level voice call in the case of any weak illumination and interrupted data radio
- In the event of very weak or non-existent illumination, the transmission of a preset text message indicating the emergency call when illumination returns



Die angebotene Lösung von Kontron Transportation Deutschland GmbH deckte alle geforderten Punkte mit Ausnahme der Einbindung der DB-Fahrdienstleiter („Interworking“) ab. Für das Interworking ist Kontron derzeit mit den Spezialisten der Deutschen Bahn AG (DB) im Gespräch.

Der über zehn Jahre laufende Auftrag über Errichtung und Betrieb des Systems konnte kurz vor Weihnachten 2021 vergeben werden. Für die BB ist dies die zweitgrößte Einzelanschaffung in ihrer bald zehnjährigen Geschichte. Aufgrund des hohen Sicherheitsgewinns im stetig zunehmenden Schienenverkehr ist dies jedoch eine gute Investition in die Zukunft. Sie umfasst sowohl Lieferungen (Hardware) als auch die Bereitstellung von Ressourcen (Server) und die Nutzung von Software und verschiedenen Dienstleistungen durch Kontron, z. B. das Handling der SIM-Karten und der Betrieb der Servicehotline.

Bis September 2022 soll das Grundsystem eingerichtet sein und den Probebetrieb aufnehmen. Nach Abnahme und Inbetriebnahme ist die Implementierung des Systems für Ende 2022 vorgesehen.

Zwei wichtige Aufgaben für die Zukunft bleiben die Funkausleuchtung von sechs Tunneln mit einer Gesamtlänge von rund 6 km – dazu ist deren Ausrüstung mit WLAN-Repeater aus dem Industriebedarf vorgesehen – sowie die Zusammenschaltung des MCx-Systems mit der GSM-R-Infrastruktur der DB Netz AG – hierzu laufen derzeit Abstimmungen. Bis beide Aufgaben erfüllt sind, müssen weitere betriebliche Auflagen in Kauf genommen werden, die jedoch die Kernfunktionen des Systems kaum beeinträchtigen.

#### 4 Ausblick: Zugfunk und 5G – Schicht für Schicht

Das MCx-System stellt eine zukunftssichere Technologieoption dar, mit der Bahnbetreiber schon heute bestehende und teils veralte-

- The creation of terminal groups and storage in the system
- The push-to-talk function for mobile terminals, e.g. for shunting calls.

The voice recording of all the calls made in the system  
The solution offered by Kontron Transportation Deutschland GmbH covered all the required points except for the integration of the DB train dispatchers (“interworking”). Kontron is currently in talks with Deutsche Bahn AG (DB) specialists to achieve interworking.

The ten-year contract for the installation and operation of the system was awarded shortly before Christmas 2021. This is the second largest single acquisition in BB’s almost ten-year history. However, this is a good investment in the future due to the high safety gain in the steadily increasing rail traffic. It includes supplies (hardware) as well as the provision of resources (servers) and the use of software and various services by Kontron, e.g. the handling of the SIM cards and the operation of the service hotline.

The basic system is to be set up and start trial operations by September 2022. The implementation of the system is planned for the end of 2022 after its acceptance and commissioning.

Two important tasks remain for the future, namely the radio illumination of six tunnels with a total length of about 6 km (their retrofitting with WLAN repeaters from industrial requirements has been planned for this purpose) and the interconnection of the MCx system with the DB Netz AG GSM-R infrastructure (coordination is currently underway for this purpose). Further operating constraints will have to be accepted until both these tasks have been fulfilled, but they will hardly affect the system’s core functions.



**Bild 4: Historische Diesellok V36 204 auf dem Biesenbachviadukt bei Epfenhofen**

Fig. 4: A historic V36 204 diesel locomotive on the Biesenbach Viaduct near Epfenhofen

te Zugfunksysteme modernisieren und einen großen Schritt in die Richtung des kommenden Bahnkommunikationssystems FRMCS machen können. FRMCS basiert auf einer „Anwendungsschicht“, die bahnspezifische Dienste wie Sprachkommunikation zwischen Zugpersonal und Leitstelle und Datenkommunikation für Zugsteuerung und -überwachung bereitstellt. Eine weitere unterstützende Schicht stellt standardisierte Kommunikationsdienste mithilfe einer darunterliegenden Transportschicht bereit. Die Transportschicht umfasst wiederum mehrere Kommunikationsnetze, primär auf Basis von 5G-Mobilfunktechnik, jedoch werden parallel auch weitere Übertragungstechnologien wie LTE, Wi-Fi oder SatCom unterstützt. Die so erreichte Dienstverfügbarkeit entlang der Bahnstrecken ermöglicht gleichzeitig neue, breitbandige Anwendungen. Durch dieses Schichtenmodell mit definierten Schnittstellen werden spätere Weiterentwicklungen im Bereich der Transportmedien, wie zum Beispiel ein künftiges 6G, keine Auswirkungen auf konkrete Bahnanwendungen haben.

Die Lösung MCx von Kontron bietet damit den Einstieg in die Zukunft der Bahnkommunikation und stellt gleichzeitig eine kostenoptimierte Möglichkeit dar, um mithilfe von FRMCS-Bausteinen und öffentlichen sowie anderen Mobilfunknetzen notwendige und moderne Bahnfunkdienste auf einem hohen Sicherheitsniveau bereitzustellen.

## 5 Zusammenfassung

Zahlreiche Bahnbetreiber müssen in Kürze ihre vorhandenen Zugfunksysteme erneuern oder neue einrichten. Das neue System MCx der Kontron Transportation Deutschland GmbH bietet die Möglichkeit, die Sonderfunktionen des Zugfunks über bestehende öffentliche oder andere Mobilfunksysteme für die Kommunikation zwischen mobilen und stationären Endgeräten bereitzustellen. Dies eröffnet attraktive Möglichkeiten zur Optimierung der Betriebskosten bei gewohnter Funktionalität und hoher betrieblicher Sicherheit. Eine erste Anwendung für den Schienenpersonenverkehr wurde 2022 auf der Wutachtalbahn/Sauschwänzlebahn (Baden-Württemberg) realisiert. ■

## AUTOREN | AUTHORS

### Michael Mikulandra

Head of Products  
Kontron Transportation Deutschland GmbH  
Anschrift / Address: Ziegelei 3, D-88090 Immenstaad am Bodensee  
E-Mail: kta\_office@kontron.com

### Michael Lorenz

Sales Manager  
Kontron Transportation Deutschland GmbH  
Anschrift / Address: Ziegelei 3, D-88090 Immenstaad am Bodensee  
E-Mail: kta\_office@kontron.com

### Dipl.-Bauing. Christian Brinkmann

Railway Operations Manager and Managing Director  
Bahnbetriebe Blumberg GmbH & Co. KG  
Anschrift / Address: Bahnhofstraße 1, D-78176 Blumberg  
E-Mail: info@sauschaenzlebahn.de

## 4 Outlook: Train radio and 5G – layer by layer

The MCx system represents a future-proof technology option with which railway operators can start modernising existing and partly obsolete train radio systems and take a big step towards the upcoming FRMCS railway communication system. FRMCS is based on an “application layer” that provides railway-specific services such as voice communications between the train crew and the control centre and data communication for train control and monitoring. Another supporting layer provides standardised communication services with the help of an underlying transport layer. The transport layer in turn comprises several communication networks, primarily based on 5G mobile technology, but other transmission technologies such as LTE, Wi-Fi or SatCom are also supported in parallel. The service availability achieved along the railway lines in this way simultaneously enables new, broadband applications. Thanks to this layer model with defined interfaces, subsequent developments in the area of transport media, such as a future 6G, will have no impact on specific railway applications.

Kontron’s MCx solution thus offers entry into the future of railway communications and at the same time represents a cost-optimised option for the provision of necessary and modern railway radio services at a high level of security with the aid of FRMCS modules and public and other mobile radio networks.

## 5 Summary

Numerous railway operators will soon have to renew their existing train radio systems or set up new ones. The new MCx system from Kontron Transportation Deutschland GmbH offers the possibility of providing special train radio functions using existing public or other mobile radio systems for communications between mobile and stationary terminals. This opens up attractive possibilities for optimising operating costs, but with the usual functionality and high operating safety. The first application for passenger rail transport was realised in 2022 on the Wutachtalbahn/Sauschwänzlebahn (Baden-Württemberg). ■