

Stets umfassend und durchgängig informiert

Kommunikationssysteme im ITCS

Ein modernes Betriebsleitsystem erledigt eine Vielzahl von Funktionen und Verarbeitungsprozessen, für die gleichzeitig mehrere Funksysteme im Einsatz stehen. Doch erst die umfassende Integration aller Kommunikationssysteme macht das ITCS zu einem durchgängigen Betriebsmanagement-System mit hoher Verfügbarkeit bei der Erledigung der verschiedenen Aufgaben.



Abhängig von den Anforderungen des Verkehrsbetriebes wird für das ITCS entweder ein privat betriebenes Funksystem (PMR), der öffentliche Mobilfunk über GSM/2G/3G/4G oder eine Kombination daraus eingesetzt. Unter privat betriebenen Funksystemen sind entweder analoge Funksysteme oder digitale Bündelfunksysteme (z.B. TETRA, TETRAPOL) zu verstehen, die allgemein als PMR-Funksysteme bezeichnet werden (Professional Mobile Radio).

Speziell bei der Integration von regionalen Linien, bei denen die Fahrzeuge den Deckungsbereich des PMR-Funksystems teilweise verlassen oder in Situationen, in denen DFI-Anzeiger nur über öffentlichen Mobilfunk oder LAN/WAN erreicht werden können, muss das ITCS gleichzeitig mehrere Kommunikationsmedien unterstützen.

Um die Erreichbarkeit auf dem gesamten Liniennetz sicherzustellen, werden die Fahrzeuge mit PMR-Funk sowie öffentlichem Mobilfunk ausgerüstet und arbeiten

im Hybridbetrieb. Dabei wählt das Fahrzeug nach einer vorgegebenen Priorität automatisch das verfügbare Funksystem.

Wirtschaftliche Nutzung der Funk-systeme im Hybridfunk «Agile Hybrid»

Während die betriebseigenen PMR-Systeme höchste Verfügbarkeit und Redundanz für die Übermittlung von betriebswichtigen Informationen aufweisen, bietet der öffentliche Mobilfunk über 3G/4G und 5G die notwendige Bandbreite für datenintensive Anwendungen.

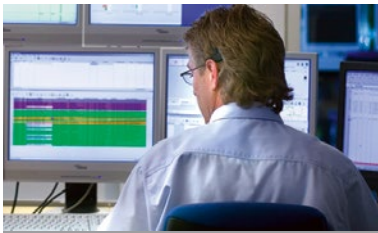
Das ebblo-Kommunikationssystem «Agile Hybrid» bietet die Möglichkeit, das Funksystem für die Datenfunk- und Sprachfunk-Aktionen spezifisch zu priorisieren oder einem Funksystem fest zuzuweisen. Damit wird eine wirtschaftliche Nutzung der verfügbaren Funksysteme bei gleichzeitig höchster Verfügbarkeit sichergestellt.

Intelligente Nutzung der Kommunikationsdienste

Für das Betriebsmanagement ist die Genauigkeit der Fahrzeugortung von zentraler Bedeutung. Diese Information gibt nicht nur dem Fahrer und dem Disponenten einen aktuellen Überblick über die Fahrplanlage seiner Fahrzeuge, sondern ist auch entscheidend für die Berechnung und Darstellung der Echtzeit-Ankunfts- und Abfahrtszeiten auf den Haltestellenanzeigern, sowie für die Anschlussinformationen für den Fahrgast im Fahrzeug. Diese Kommunikation stellt in Bezug auf Geschwindigkeit und Verfügbarkeit höchste Anforderungen an das Funksystem.

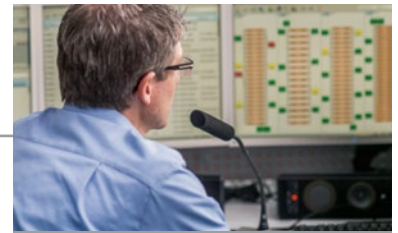
Bei der Übermittlung von Textmeldungen an die Fahrer oder an die Haltestellenanzeiger ist die zuverlässige und vollständige Übertragung der Information wichtiger als die Geschwindigkeit der Übermittlung. Der Disponent muss sich darauf verlassen können, dass die Information

Sprach- und Datenkommunikation im ITCS



Datenversorgung

LAN



In der Leitstelle

WLAN IEEE 802.11

Betriebsdaten

- Fahrplandaten der Fahrzeuge
- Audio-Dateien der Haltestellenansagen
- Ticketing-Daten
- Statistikdaten
- Software-Updates der Bordrechner

PMR-Funksystem und/oder öffentlicher Mobilfunk GSM/2G/3G/4G

Echtzeitkommunikation

- Ortung der Fahrzeuge
- Weisungen und Fahrermeldungen
- Sprechwunsch, Notruf und Überfallruf der Fahrer
- Fahrgastinformation und Anschlussicherung
- Sprechverbindungen und Durchsagen

Betriebsdaten

- Betriebsdaten an Haltestellen oder Fahrzeuge ausserhalb Depot (nur über öffentlichen Mobilfunk möglich)



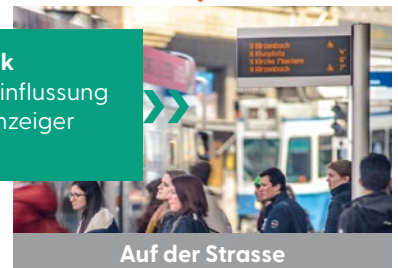
Im Depot



Im Fahrzeug

Nahbereichsfunk

- Lichtsignalbeeinflussung
- Löschen der Anzeiger
- Sprechfunk



Auf der Strasse

angekommen ist und verstanden wurde. Deshalb werden solche Informationen quittiert übermittelt, im Fehlerfall wiederholt und dem Disponenten gemeldet.

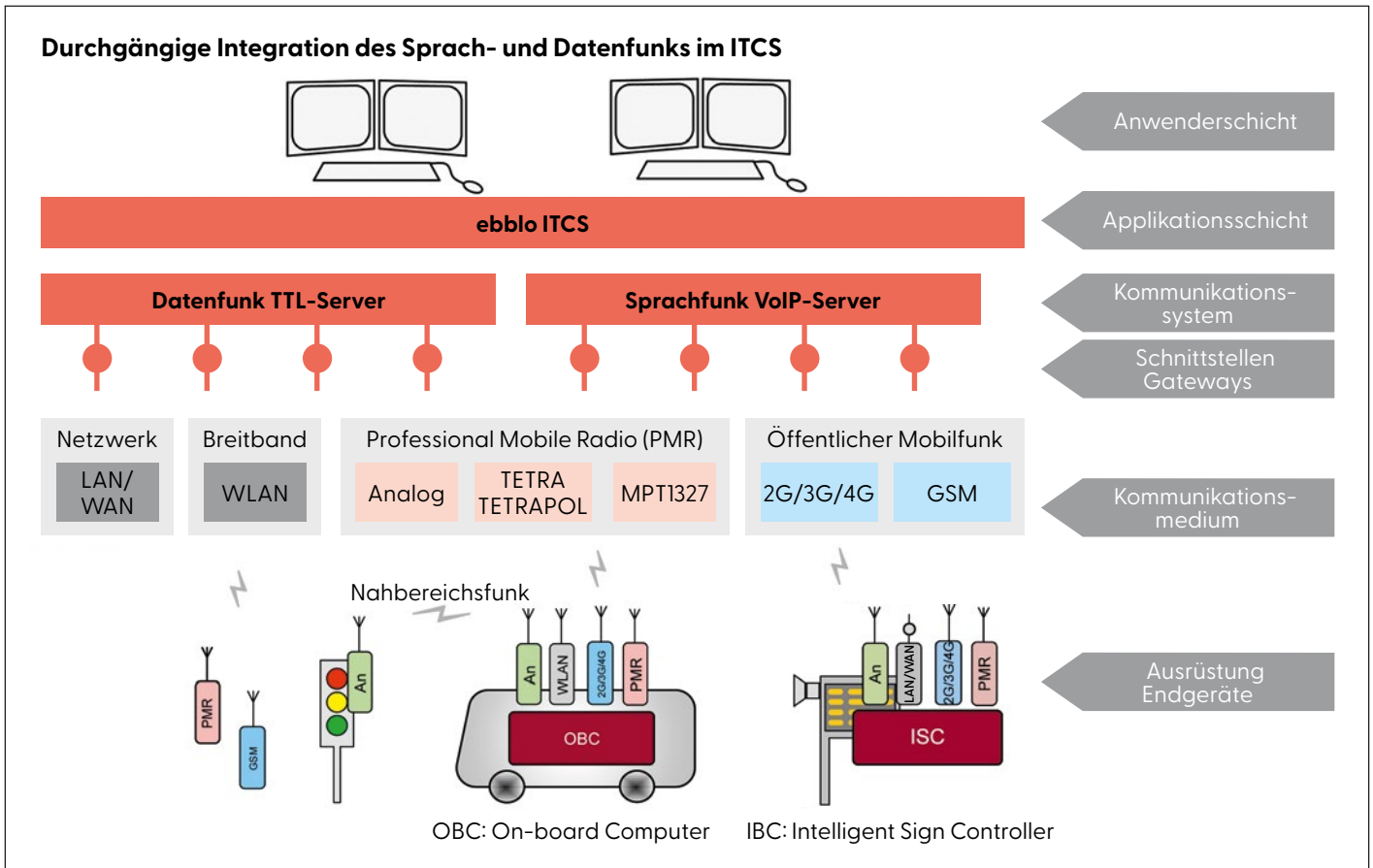
Breitbandige Übermittlung von Massendaten

Bei der Übermittlung von Betriebsdaten wie Fahrpläne, Software-Updates oder Statistik- und Analysedaten ist vor allem die verfügbare Bandbreite entscheidend, da diese Daten grosse Volumen erreichen können und in kurzer Zeit übertragen werden müssen. Für diese Art der Kommunikation ist das WLAN im Betriebshof das geeig-

netzte Medium. Wenn Betriebsdaten während des Fahrbetriebs übermittelt werden müssen, kann dies auch über das öffentliche Mobilfunknetz über 2G, 3G oder 4G erfolgen. Die Übermittlung von Betriebsdaten über ein PMR-Funksystem ist aufgrund der allgemein niedrigen verfügbaren Bandbreite nur sehr eingeschränkt möglich.

Sichere Übertragung sensibler Daten

Bei der Nutzung von IP-basierenden Funksystemen wie dem öffentlichem Mobilfunk oder WLAN spielt die sichere Datenübertragung eine immer grössere Rolle. Sensible Betriebsdaten wie Ticketing-Clearing-Daten



LIO mit TTL und VoIP-Server mit Schnittstellen zu verschiedenen Kommunikationsmedien

dürfen während der Übertragung durch die Luft weder abgehört noch manipuliert werden können. Um dies sicherzustellen, werden je nach verfügbarer Bandbreite Verschlüsselungs- und Authentifizierungsdienste wie VPN oder auf AES basierende Verschlüsselung eingesetzt. ebblo bietet dafür auf der Basis von IT-Standards auf den Kunden zugeschnittene Lösungen an.

Lichtsignalbeeinflussung

Die Lichtsignalbeeinflussung sorgt im Verkehrsbetrieb selbst bei hohem Verkehrsaufkommen für eine möglichst kurze Reisezeit und für zuverlässige Einhaltung des Fahrplans. Gleichzeitig können damit die Betriebskosten gesenkt werden, weil dank der Umlaufoptimierung für die gleiche Leistung weniger Fahrzeuge benötigt werden. ebblo bietet eine umfassende Lösung an, bei welcher Busse und Strassenbahnen direkt mit dem Kreuzungsrechner über Datenfunk kommunizieren. Die Auslösung

erfolgt über die Datenversorgung, basierend auf logischer Ortung mit GPS, wobei die auf Schlaufen oder Baken basierende LSA-Beeinflussung komplementär eingesetzt werden kann. Diese Funktion wird während der Fahrt abgewickelt und stellt hohe Anforderungen an die zuverlässige Übertragung der Telegramme. Dafür werden Analogfunkmodems im Nahbereich eingesetzt, welche die Telegramme des Bordrechners an die Knotenrechner der Haltestellen übermitteln.

Integration des Sprach- und Datenfunks

Um die Daten- und Sprachkommunikation über verschiedene Funkssysteme abzuwickeln, ohne dass der Disponent oder der Fahrer sich darum kümmern muss, werden die Funkssysteme in das Kommunikationssystem des ITCS von ebblo integriert und von diesem gesteuert. Die Steuerung des Datenfunks erfolgt durch den Transparent Transport Layer, den TTL-Server. Dieser steuert und überwacht



die verschiedenen Funkssysteme und stellt dabei sicher, dass die Datenkommunikation zwischen Leitstelle, Fahrzeugen und Haltestellenanzeigern mit der notwendigen Priorität und der geforderten Sicherheit abgewickelt wird.

Die Sprechverbindungen werden durch den VoIP-Server gesteuert, der Schnittstellen zu den verschiedenen Funksystemen, dem drahtgebundenen Netzwerk (LAN) oder der Telefonie aufweist. Er routet die Sprechverbindung zwischen dem Disponenten und dem mobilen Funkteilnehmer über das entsprechende Funksystem. Der Disponent muss sich dabei nicht darum kümmern, über welches Funksystem der Funkteilnehmer erreichbar ist. Die Selektion der Funkteilnehmer sowie die Aufschaltung des Gesprächs erfolgt direkt aus den Dialogen des ITCS. Die Selektion des Funksystems, über welches ein Teilnehmer erreicht werden kann, erfolgt automatisch durch das Kommunikationssystem. Dies funktioniert auch dann, wenn sich die Teilnehmer einer Gruppe in unterschiedlichen Funksystemen befinden.

Dank des VoIP-Servers wissen die Disponenten, dass:

- sie die benötigten Gesprächspartner rasch erreichen, auch wenn diese über verschiedene Kommunikationsnetze erreichbar sind.
- sie rasch und einfach weitere Teilnehmer in ein bestehendes Gespräch mit einbinden können.
- sie Verbindungen leicht an die entsprechende Stelle weitervermitteln können.
- sie in laufende Gespräche eingreifen können, indem sie diese mithören, sich in diese einschalten oder diese nötigenfalls beenden.
- wichtige Gespräche kurzzeitig aufgezeichnet und für die weitere Bearbeitung abgehört werden können.

Die durchgängige Architektur des ebblo-ITCS erschliesst die Vorteile der verschiedenen Funkssysteme optimal:

- Wirtschaftlichkeit dank flexibler Nutzung der integrierten Funkssysteme
- Autonome Verfügbarkeit durch Integration über ein PMR-System
- Flexible Integration von regionalen Linien über öffentlichen Mobilfunk
- Hohe Verfügbarkeit durch redundante Nutzung von zwei Funksystemen im Hybridbetrieb
- Grosse Bandbreite für Anwendungen mit hohem Datenbedarf über das öffentliche Mobilfunknetz
- Sichere Übertragung von sensiblen Daten

Unterstützte Funkssysteme

ebblo unterstützt für die Sprach- und Datenkommunikation folgende Funkssysteme in unterschiedlichen Konfigurationen:

- Analogfunk
- DMR
- TETRA zu verschiedenen Herstellern
- TETRAPOL
- Öffentlicher Mobilfunk über GSM, 2G, 3G, 4G

Die Realisierung erfolgt entweder als Standalone-Funksystem oder kombiniert mit öffentlichem Mobilfunk als Hybridsystem. Die Schnittstellen zu den PMR-Funksystemen sind herstellerspezifisch und werden auf Anfrage entwickelt.

Planung eines neuen Funksystems und Migration des ITCS

Die erfolgreiche Einführung eines neuen Funksystems und die nahtlose Migration des ITCS im laufenden Betrieb benötigen eine detaillierte Planung im Vorfeld. Diese setzt die intensive Zusammenarbeit zwischen dem Funksystem-Lieferanten, ebblo als ITCS-Lieferanten und dem Kunden voraus.

ebblo hat durch die Umsetzung zahlreicher Migrationsprojekte grosse Erfahrung in der Integration verschiedener Funkssysteme. Wir bieten vielfältige Lösungen und Dienstleistungen rund um das Thema ITCS an, sowie umfassende Integrationslösungen für Kommunikationssysteme. Hohe Verfügbarkeit, Leistungsfähigkeit und sichere Datenübertragung stehen dabei im Vordergrund.

Gerne unterstützen wir unsere Kunden bei der Funknetzplanung zur Sicherstellung der Abdeckung im Betriebsgebiet, bei der Ermittlung der funktionalen Anforderungen an das Leitsystem und bei der Berechnung der notwendigen Funkkapazität für den Sprach- und Datenfunk.

Änderungen vorbehalten | Stand Februar 2026 | #477863