

SIEMENS



siemens.com/mobility

Trainguard MT

Optimale Leistung mit dem führenden Zugbeeinflussungssystem für den Nahverkehr



Trainguard MT

Intelligente und zukunftsorientierte Nahverkehrslösungen für attraktive Städte von morgen

Die Städte werden immer größer und komplexer. Damit steigen auch die Anforderungen an die öffentlichen Nahverkehrssysteme. Ihre Betreiber müssen den wachsenden Verkehrsströmen und den steigenden Erwartungen der Fahrgäste gerecht werden. Dabei misst sich ihr Erfolg an Faktoren wie Sicherheit und Pünktlichkeit, Komfort und Energieeffizienz.

Die intelligenten und zukunftsorientierten Nahverkehrslösungen von Siemens unterstützen die Betreiber dabei, diesen Herausforderungen erfolgreich zu begegnen.

Wir begreifen unsere Kunden als Partner, die wir durch unsere Arbeit darin unterstützen, ihr urbanes Umfeld nachhaltig zu entwickeln und ihren öffentlichen Nahverkehr ebenso leistungsfähig wie effizient zu gestalten. So stärken Sie die Lebensqualität Ihrer Fahrgäste und die Attraktivität Ihrer Stadt als Wirtschaftsstandort.

Die Gesamtleistung von Nahverkehrssystemen hängt zu einem großen Teil von der Leistung des eingesetzten automatischen Zugbeeinflussungssystems (ATC) ab. Mit zunehmender Automatisierung verlagert sich die Verantwortung für die Betriebsabwicklung von den Fahrzeugführern und Fahrdienstleitern auf das System.

Ein Zugbeeinflussungssystem umfasst Funktionen zur Überwachung, Steuerung und Sicherung des gesamten Zugfahrbetriebs. Es kann unterschiedliche Automatisierungsgrade wie den fahrer-gesteuerten, halbautomatischen, fahrer-losen und unbegleiteten Zugbetrieb unterstützen.

Das System zeigt die aktuelle Fahrerlaubnis kontinuierlich auf der Fahrerkonsole an und überwacht die zulässige Zuggeschwindigkeit. Lichtsignale werden dadurch überflüssig.

Trainguard MT ist die modulare und zukunftsichere Antwort von Siemens auf die anspruchsvollen Anforderungen des städtischen, schienengebundenen Nahverkehrs. Es bietet den neuesten Stand der Automatisierungstechnik in verschiedenen Ausbaustufen.

Das moderne modulare Zugbeeinflussungssystem Trainguard MT bietet all diese Eigenschaften und schafft so die Grundlage für attraktive, sichere und effiziente Nahverkehrssysteme, die die Bedürfnisse sowohl der Fahrgäste als auch der Bahnbetreiber auf der ganzen Welt erfüllen.

Vorteile

Hohe Zugfolge durch Realisierung eines echten Moving-Block-Betriebs

Wirtschaftlichkeit

Skalierbarkeit

Ausbaufähigkeit bis hin zu fahrerlosen Systemen

Höchstmögliche Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit

Wirtschaftliche Instandhaltung

Unterstützung von Umgebungen mit Mischverkehr

Flexible Lösungen für Modernisierung und Migration

Unterstützung ganzheitlicher Bahnautomatisierungslösungen

Energieeffizientes Fahren (Einsparung von Antriebsenergie)



Leistungsfähigkeit

Skalierbarkeit

Erweiterbarkeit

Mischverkehr / Mischbetrieb

Lebenszykluskosten

Die Vorteile von Trainguard MT

Wichtige Faktoren für den effizienten Bahnbetrieb im Nahverkehr

Erhöhte Leistungsfähigkeit

Trainguard MT ist ein leistungsfähiges CBTC-Zugbeeinflussungssystem (communications-based train control, Funkzugbeeinflussung), das es Bahnbetreibern ermöglicht, ihre Netzkapazitäten und -durchsätze zu optimieren. Zugfolgezeiten von 90 Sekunden oder weniger werden durch echten Moving-Block-Betrieb (Fahren im beweglichen Raumabstand) zur Abstandssicherung in Kombination mit kontinuierlicher, bidirektionaler Kommunikation über freie Funkausbreitung erzielt. Dies bedeutet, dass sich die Anzahl der auf der Strecke befindlichen Züge erhöhen lässt und dadurch mehr Fahrgäste gleichzeitig befördert werden können, was wiederum einen attraktiven Service und hohe Kundenzufriedenheit zur Folge hat.

Verbesserte Skalierbarkeit

Trainguard MT unterstützt verschiedene Überwachungsebenen. In Vorstädten und Pendlerbereichen, in denen die erforderlichen Zugabstände auf mittlerem Niveau liegen, kommt die punktförmige Zugbeeinflussung zum Einsatz. In Stadtbereichen, in denen geringe Zugfolgezeiten und kurze Intervalle gefordert sind, bietet die linienförmige Zugbeeinflussung die erforderliche Leistung. Durch seine verschiedenen Überwachungsebenen ist Trainguard MT hinsichtlich Funktionalität, Leistung und Kosten optimal skalierbar. Dank des modularen Systemaufbaus kann Trainguard MT problemlos an jegliche Kundenwünsche angepasst werden.

Einfache Erweiterbarkeit

Wenn der Bedarf an höherer Transportkapazität besteht, können vorhandene Trainguard MT-Systeme zur Erhöhung der Zugfolge und des Automatisierungsgrads ausgebaut werden. Der Automatisierungsgrad kann schrittweise und abhängig von der geforderten Funktionalität und Leistung vom Stellwerksbetrieb auf den halbautomatischen Zugbetrieb (STO) oder unbegleiteten Zugbetrieb (UTO) erweitert werden. Erweiterungen können ohne Unterbrechung des Zugbetriebs implementiert werden. Bereits eingebaute Systemkomponenten müssen nicht deinstalliert werden. Auf Grundlage dieser wesentlichen Konzepte kann Trainguard MT schrittweise in Betrieb genommen werden.

Mischverkehr/Mischbetrieb

Trainguard MT kann Züge mit unterschiedlichen Zugbeeinflussungsausrüstungen gleichzeitig im selben Bahnnetz fahren lassen. Dadurch können gemischte Fahrzeugflotten auf derselben Bahnlinie verkehren, d. h. Züge, die entweder mit Trainguard MT- oder mit ETCS-Fahrzeuginrichtungen ausgerüstet sind. Trainguard MT ist daher die optimale Lösung für Bahnstrecken mit Mischverkehr. Züge können größere Bereiche befahren, egal ob es sich dabei um normale Züge, Schnellzüge, S-Bahnen, Fernverkehrs- oder Güterzüge handelt. Weiterhin ist es möglich, dass halbautomatische Züge mit Fahrer und vollautomatische, begleiterlose Züge problemlos auf derselben Strecke im Mischbetrieb fahren.

Dadurch wird außerdem die Verfügbarkeit des Systems in Migrationsphasen oder beim Aufrüsten einer bestehenden Zugflotte oder Signalanlage erhöht. Trainguard MT kann zusätzlich zu vorhandenen Zugbeeinflussungssystemen verwendet werden und bietet Kunden flexible Modernisierungsmöglichkeiten.

Niedrigere Lebenszykluskosten

Durch weniger Komponenten in der Außenanlage und energieeffizientes Fahren senkt Trainguard MT die Lebenszykluskosten auf ein Minimum.

Trainguard MT verwendet vollelektronische Rechnerbaugruppen, die keinerlei Wartung erfordern. Die Datenübertragungspunkte an der Strecke (Eurobalisen) benötigen keine externe Stromversorgung oder Batterie und sind praktisch wartungsfrei.

Dauerhafte Qualität

Siemens fertigt die sicherheitsrelevante Hardware für Trainguard MT mithilfe moderner SMD-Bestückung im eigenen Werk und setzt bei Bedarf ausgewählte Lieferanten ein. Auf diese Weise gewährleisten wir dauerhaft eine gleichbleibend hohe Qualität. Und damit das System auch viele Jahre später noch einwandfrei funktioniert, sorgen wir durch alternative Bezugsquellen, Re-Design und langfristige Lagerung dafür, dass über den gesamten Lebenszyklus hinweg immer hochwertige Ersatzteile verfügbar sind.



Aufrüstbare Überwachungsebenen und Automatisierungsgrade für alle Anforderungen

Trainguard MT ist ein vielseitiges und modulares System, das an die individuellen Anforderungen jedes Betreibers angepasst werden kann. Abhängig von den Anforderungen an Leistung und Funktionalität können unterschiedliche Überwachungsebenen und Automatisierungsgrade implementiert werden.

Punktförmige Zugbeeinflussung

Die folgenden Überwachungsebenen können entweder gemeinsam oder individuell eingesetzt werden.

Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB)
Die punktförmige Strecke-Zug-Kommunikation ermöglicht den Fixed-Block-Betrieb (Fahren im festen Raumabstand) mit ständiger Überwachung und stellt darüber hinaus bereits automatische Zugbeeinflussungsfunktionen (ATO) zur Verfügung. Diese Art der Zugbeeinflussung kann auf Bahnstrecken mit geringeren Anforderungen an die Zugfolge oder als vorübergehendes System während Umbau- und Umschaltphasen eingesetzt werden.

Linienförmige Zugbeeinflussung

Linienförmige Zugbeeinflussung (LZB)
Trainguard MT mit linienförmiger Zugbeeinflussung nutzt einen bidirektionalen Funkübertragungskanal (CBTC) sowie echten Moving-Block-Betrieb in Kombination mit umfangreichen ATO-Funktionen. Die Abstandssicherung nach dem Moving-Block-Prinzip ermöglicht kurze Zugfolgezeiten sowie eine deutliche Erhöhung der Systemleistung. Lichtsignale können auf ein Minimum reduziert oder sogar ganz weggelassen werden.

Im LZB-Betrieb wird der Energieverbrauch der Züge durch intelligente ATO-Algorithmen optimiert.

Abhängig von der gewählten Zugbeeinflussungsvariante sind die folgenden Automatisierungsgrade möglich:

- **Halbautomatischer Zugbetrieb (STO)**
Der Zug wird automatisch von Bahnhof zu Bahnhof gefahren. Der Fahrer leitet nur die Abfahrt ein.
- **Fahrerloser Zugbetrieb (DTO)**
Der Zugbetrieb ist vollautomatisiert; ein Fahrer ist nicht mehr erforderlich. Fahrgastumstieg, automatische Abfahrt und Kehren erfolgen durch Trainguard MT. Ein Zugbegleiter fährt mit, um in Notfallsituationen einzugreifen.
- **Unbegleiteter Zugbetrieb (UTO)**
Bei diesem Automatisierungsgrad sind weitere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, da sich kein Personal an Bord eines Zuges befindet. Die sichere Abfahrt und Ankunft des Zuges, einschließlich Öffnen und Schließen der Türen, erfolgen automatisch.



Umfassende Neubaulösungen Effiziente Modernisierungs- und Migrationsstrategien

Neubau

Neubau

Die ideale Lösung für den Neubau eines modernen Signalsystems für den Nahverkehr ist die Kombination aus Trainguard MT und den folgenden bewährten Komponenten und Systemen aus dem Hause Siemens, die bereits weltweit erfolgreich in unterschiedlichen Anwendungen eingesetzt werden:

- Controlguide zur automatischen Zugüberwachung (ATS)
- Trainguard MT für die automatische Zugsicherung (ATP) und automatische Zugsteuerung (ATO)
- Trackguard als Stellwerk (STW)
- Clearguard ACM Achszählsystem (GFM)
- Trainguard Eurobalise
- Airlink Funkkommunikationssystem (COM)

Modernisierung

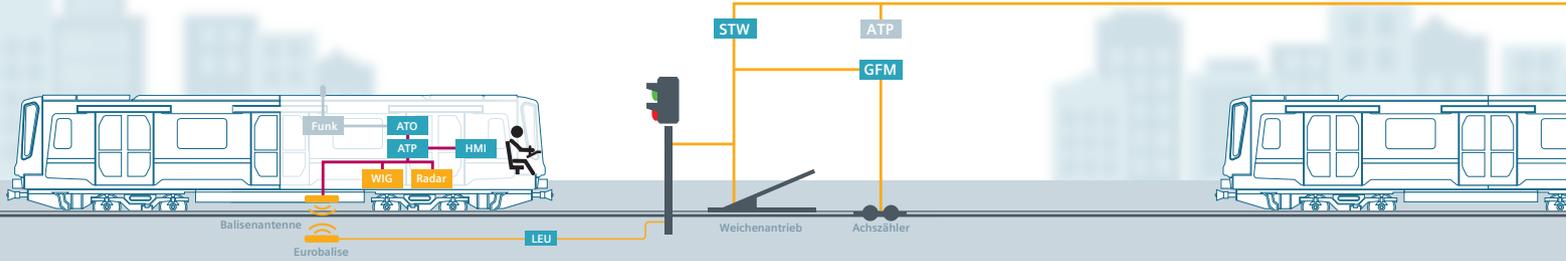
Modernisierung und Migration

Bei Streckenerneuerungen kann Trainguard MT zusätzlich zum existierenden System überlagert werden. Diese Lösung bietet eine verbesserte Leistung, schützt gleichzeitig die bestehenden Investitionen und minimiert die Unterbrechung des kommerziellen Betriebs. Dank seiner offenen Systemarchitektur und standardisierten Schnittstellen ist Trainguard MT mit jeder installierten Signalanlage und jedem Schienenfahrzeug kompatibel. Die schrittweise Aufrüstung von der punktförmigen Zugbeeinflussung zur linienförmigen Zugbeeinflussung (CBTC) ist ebenfalls möglich.

Inbetriebnahme

Schrittweise Inbetriebnahme

Eine höhere Zugfolge und Sicherheit können für vorhandene Systeme erzielt werden, indem Balisen an die vorhandenen Streckensignale angeschlossen werden, um Trainguard MT mit punktförmigem Informationsaustausch zu realisieren. Mit steigenden Leistungsanforderungen kann Trainguard MT kostengünstig zu einem System mit höherer Leistung aufrüstet werden. Dazu werden beispielsweise Komponenten und Subsysteme wie ein Funkkommunikationssystem für den Moving-Block-Betrieb integriert. Dadurch verringern sich die Zugabstände und die Transportkapazität wird erhöht.



Punktformige Zugbeeinflussung mit Fixed-Block-Betrieb

Modulare Systemarchitektur Innovative und bewährte Komponenten

Trainguard MT ist ein CBTC-Zugbeeinflussungssystem, das bewährte Systeme und Komponenten sowie sichere Simis-Rechner und ETCS-Komponenten einsetzt. Standardisierte Schnittstellen bieten dabei ein Optimum an Interoperabilität.

Skalierbare automatische Zugüberwachungssysteme (ATS)

Das Controlguide-Betriebsleitsystem bietet ein breites Spektrum an bewährten Zuglaufverfolgungs- und Zuglenkfunktionen sowie dispositiven Funktionen – von lokalen Bedienplätzen bis hin zu hochautomatisierten Betriebsleitzentralen.

Hochverfügbares Stellwerk (STW)

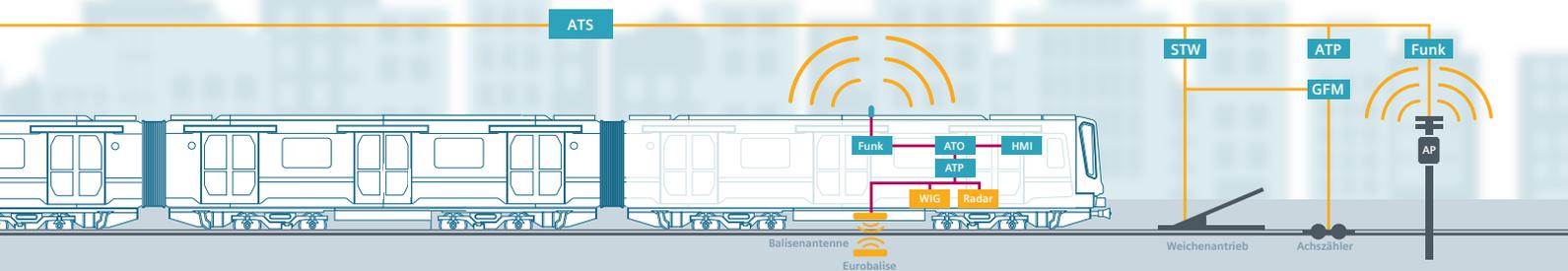
Trainguard MT verwendet das elektronische Stellwerk Trackguard, das gegenwärtig in Nahverkehrssystemen und bei Regionalbahnen in aller Welt im Einsatz ist. Optional bietet das System integrierte Stellwerksfunktionen.

Funkkommunikation (COM)

Trainguard MT verwendet Airlink, ein WLAN-Funkkommunikationssystem, zur kontinuierlichen bidirektionalen Kommunikation.

Da jede Zugbeeinflussungsanwendung eine sehr hohe Systemverfügbarkeit voraussetzt, sind sämtliche Airlink-Komponenten redundant vorhanden. Die Access Points (Zugangs- bzw. Kommunikationsknoten) von Airlink sind entlang der Strecke verteilt, wechselseitig mit zwei unabhängigen zentralen Systemroutern verbunden und überlappen sich gegenseitig im Hinblick auf die Funkabdeckung. So kann eine umfassende Funkabdeckung aufrechterhalten werden, auch wenn Access Points ausfallen.

Die zentralen Systemrouter sind redundant ausgeführt und decken beispielsweise eine komplette U-Bahnlinie inklusive Depots ab.



Linienförmige Zugbeeinflussung mit Moving-Block-Betrieb

Balisen und streckenseitige Signalschalteneinheit (LEU)

Zur punktförmigen Kommunikation zwischen Strecke und Zug wird die ETCS-kompatible Trainguard Eurobalise verwendet. Das Balisensystem nutzt ein Übertragungsverfahren, das auf induktiver Kopplung und Datenübertragung mit Frequenzumtastung beruht. Es gibt zwei Balisentypen:

- Festdatenbalisen sind passive Elemente zur kabellosen Zugortung. Sie übertragen lediglich fest eingespeicherte Telegramme, die den Zügen bei Überfahrt ihre derzeitige Position auf der Strecke mitteilen.
- Transparentdatenbalisen sind über eine streckenseitige Signalschalteneinheit (LEU, lineside electronic unit) mit einem Signal gekoppelt. Sobald sich der Signalbegriff des angeschlossenen Signals ändert, gibt die LEU ein entsprechendes Telegramm aus. Auf diese Weise übertragen Transparentdatenbalisen die jeweilige Fahrerlaubnis gemäß dem aktuellen Signalbegriff. Transparentdatenbalisen und LEUs kommen nur bei der punktförmigen Zugbeeinflussung zum Einsatz.

Präzise Ortung der Züge über Radar und Wegimpulsgeber (WIG)

Der Radarsensor misst die Zuggeschwindigkeit berührungslos nach dem Dopplerprinzip. Der Wegimpulsgeber misst den zurückgelegten Weg durch Zählen der Radumdrehungsimpulse.

Durch Einsatz intelligenter Sensorfusions-Algorithmen können die Zuggeschwindigkeit und der zurückgelegte Weg präzise bestimmt werden. Dadurch kann Trainguard MT die ehrgeizigen Haltegenauigkeitsanforderungen von +/- 30 cm und weniger erfüllen.

Zuverlässige Gleisfreimeldung (GFM)

Das Achszählsystem Clearguard ACM dient als zuverlässige Gleisfreimelde-einrichtung. Trainguard MT unterstützt darüber hinaus die Verwendung anderer Gleisfreimeldetechniken (z. B. Gleisstromkreise).

Trainguard MT arbeitet ohne Gleisfreimeldesystem. Im Normalbetrieb melden alle Züge ihre Position zyklisch an die Streckeneinrichtungen von Trainguard MT. Bei Störungen kann das Gleisfreimeldesystem zur Erkennung von Zügen, für die keine Positionsmeldung vorliegt, eingesetzt werden, so dass der Betrieb innerhalb kurzer Zeit und mit minimaler Beeinträchtigung wieder läuft. Außerdem kann die Gleisfreimeldung für den Mischverkehr und den Betrieb mit nicht ausgerüsteten Zügen verwendet werden.

Ergonomisches Fahrerdisplay (HMI)

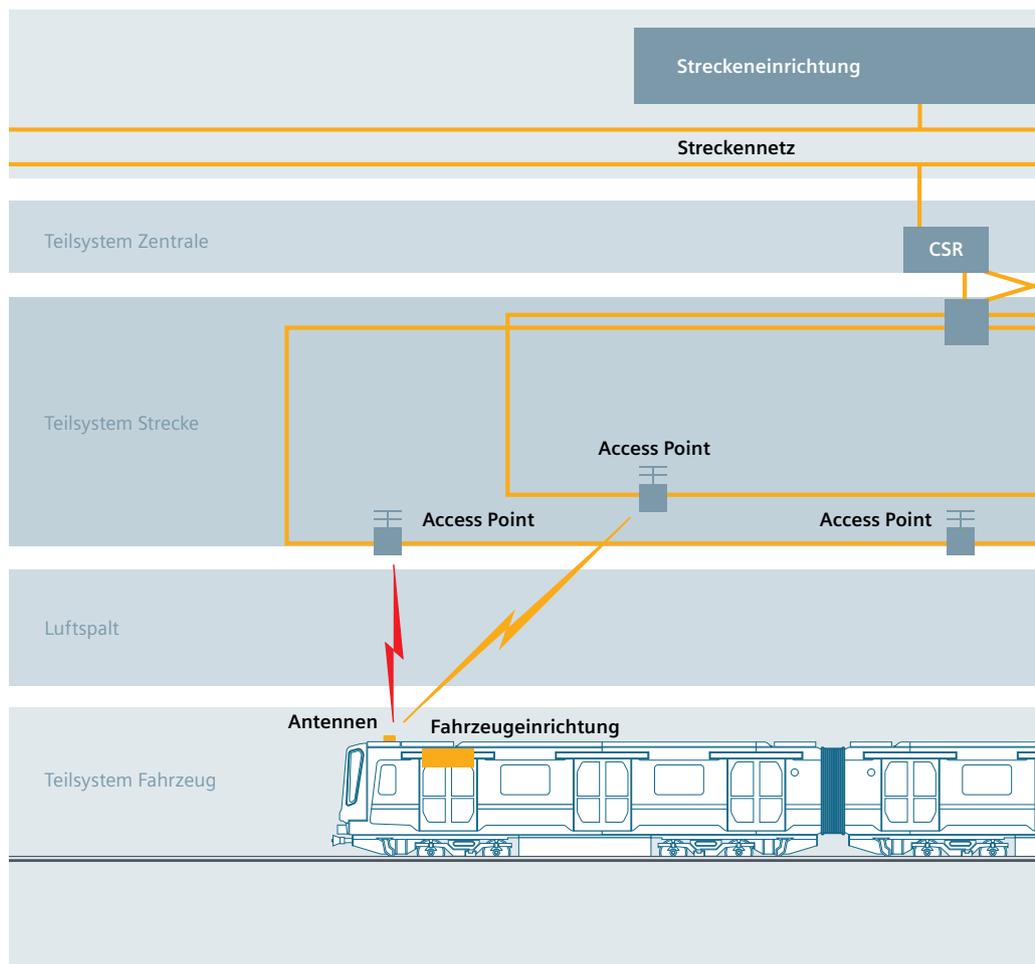
Das ergonomische Fahrerdisplay ist die multifunktionale Bedieneinrichtung des Fahrers. Sie umfasst ein hochauflösendes TFT-Farbdisplay, Touchscreen-Bedienung und akustische Signale.

Airlink

Sichere IP-basierte Funkkommunikation zwischen Strecke und Zug

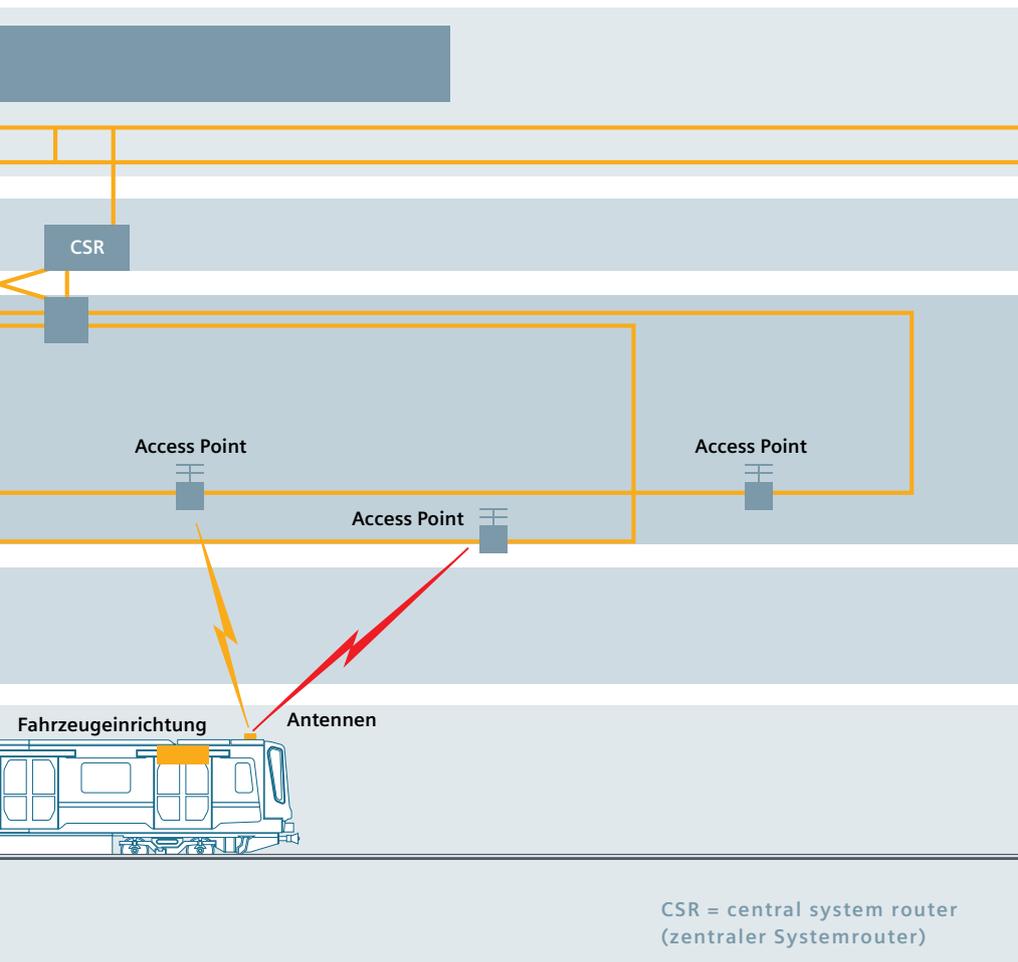


Systemüberblick



Das Funkkommunikationssystem Airlink gewährleistet einen hochzuverlässigen, nahtlosen und redundanten Informationsaustausch zwischen Strecke und Zug.

Die sichere und zuverlässige Kommunikation zwischen Strecke und Zug ist eine grundlegende Anforderung an ein CBTC-Zugbeeinflussungssystem. Aus diesem Grund hat Siemens das Funkkommunikationssystem Airlink entwickelt, um den Betrieb des automatischen Zugbeeinflussungssystems Trainguard MT zu gewährleisten. Airlink unterstützt sämtliche Automatisierungsgrade von Trainguard MT vom halb- bis zum vollautomatischen Zugbetrieb und gewährleistet so hocheffiziente Zugfahrten.



Plattformkonzept

Airlink ist eine leistungsstarke und flexible Hardware- und Software-Plattform. Das System bietet eine vollständig transparente IP-basierte Kommunikation, beispiellose Sicherheit und Zuverlässigkeit und wird voll integriert ausgeliefert.

Airlink ist für den Einsatz in anspruchsvollen Bahnumgebungen wie etwa für den Zugverkehr auf offener Strecke oder in hochautomatisierten U-Bahnsystemen in Tunneln konzipiert.

Funktechnik

Airlink arbeitet auf Basis von WLAN-Standards und nutzt entweder weltweit verfügbare freie (ISM-) oder lizenzierte Frequenzbänder.

Eine hohe Störfestigkeit wird durch entsprechende Maßnahmen erzielt: fahrzeugeitige Ausrüstung mit vier Antennen im vorderen und hinteren Fahrerstand, intelligente Nutzung des Frequenzspektrums und ggf. Wiederholung von Telegrammen.

Systemüberblick

Die Funkmodule auf den Fahrzeugen bauen mehrere Verbindungen zu den Access Points entlang der Strecke auf. Die Übergabe von einer Funkzelle an die nächste (Roaming) erfolgt nahtlos.

Um den Verlust von Signaldatenpaketen zu verhindern, nutzt das Funksystem einen speziellen Roaming-Algorithmus. Höchstens ein Funkmodul läuft gleichzeitig im Roaming-Modus, während das andere aktive Funkmodul im Stand-by-Modus mit den derzeit verknüpften Access Points verbunden bleibt. Der zentrale Systemrouter, der die Kommunikationsverbindungen verwaltet, ist an das Funk-Backbone-Netz angeschlossen. Das Netz ist über parallele Glasfaserkabel mit den Access Points verbunden.

Höchste Sicherheit

Firewalls auf hohem Stand der Technik und Sicherheitsfunktionen in Einklang mit bewährten Standards auf Basis der EN 50159 werden in Airlink eingesetzt. Verschlüsselung und Authentifizierung über IPsec (Internet Protocol Security) unter Verwendung von HMAC-SHA-256 in Verbindung mit konfigurierbaren Intervallen zum Schlüsselaustausch verhindern den unberechtigten Zugriff auf oder die Manipulation der Daten für eine sichere Kommunikation.

Ausgewählte Projektreferenzen

Die Megacities der Welt entscheiden sich für Trainguard MT

Beijing Linie 10 – die längste U-Bahnlinie der Welt mit CBTC-Zugbeeinflussung

Die Linie 10 der Beijinger U-Bahn wurde gebaut, um das hohe Fahrgastvolumen während der Olympischen Spiele 2008 abzudecken. Hier hat man sich für das leistungsstarke Zugbeeinflussungssystem Trainguard MT entschieden, um einen zuverlässigen und komfortablen Fahrgastbetrieb zu gewährleisten.

Nach nur zwei Jahren Projektdauer haben die Linie 10 und der Zubringer zu den olympischen Sportstätten, der so genannte Olympic Branch, im Juli 2008 mit einer Gesamtlänge von 31 km gemeinsam ihren kommerziellen Betrieb aufgenommen. Heute transportieren die U-Bahnlinien mehr als eine Million Pendler pro Tag. Die Linie 10 wurde inzwischen zu einer Ringlinie mit einer Länge von 56 km ausgebaut.



Modernisierung der U-Bahnlinie 2 in Istanbul

Istanbul ist mit 13 Millionen Einwohnern eine der größten Städte Europas und hat einen ständig steigenden Bedarf an Nahverkehrslösungen. 2008 wurde Siemens beauftragt, die U-Bahnlinie 2 der Stadt auszubauen und sie mit modernster CBTC-Zugbeeinflussungstechnik auszurüsten.

Der mittlere Teil der Linie ist ein vorhandener Streckenabschnitt von 8 km Länge, der zum einen modernisiert und zum anderen um 7 km nach Norden und 5 km nach Süden verlängert werden sollte. Die Eröffnung des mittleren und nördlichen Abschnitts (von Sishane nach Haci Osman) erfolgte 2010, die des südlichen Abschnitts nach Yenikapi 2014.

Alle Arbeiten, einschließlich der Modernisierung des vorhandenen Streckenabschnitts, wurden ohne Unterbrechung des Fahrgastbetriebs durchgeführt.

S-Bahn Kopenhagen

Siemens modernisiert das komplette Nahverkehrsnetz in Kopenhagen mit insgesamt 170 km doppelgleisiger Strecke und 135 Personenzügen. Die Alttechnik wird durch das moderne Zugbeeinflussungssystem Trainguard MT, elektronische Stellwerke des Typs Sicas ECC und ein neues Betriebsleitsystem aus der Controlguide-Familie ersetzt.

Das Projekt wird in sechs Abschnitten bis 2018 abgewickelt. Der Kunde S-bane möchte mit diesem Modernisierungsprogramm Verfügbarkeit, Sicherheit und Zugfolge im Nahverkehr erhöhen. Der Instandhaltungsaufwand für das neue System ist durch den Einsatz vollelektronischer, wartungsfreier und wartungsarmer Einrichtungen und den Verzicht auf Streckensignale sehr gering.



Trainguard®, Controlguide®,
Clearguard® und Trackguard®
sind eingetragene Markenzeichen
der Siemens AG.

Siemens AG
Mobility Division
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München
Deutschland

© Siemens AG 2015
Printed in Germany
PPG290 PA08150.5
Dispo 01000
Bestellnr.: A19100-V100-B976-V1

Die Informationen in diesem Dokument enthalten allgemeine Beschreibungen der technischen Möglichkeiten. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind daher im Einzelfall bei Vertragsschluss festzulegen. Für den sicheren Betrieb von Siemens-Produkten und -Lösungen ist es notwendig, geeignete Maßnahmen zu ergreifen und jede Komponente in ein ganzheitliches Sicherheitskonzept nach dem neusten Stand der Technik zu integrieren. Dabei sind auch eventuell vorhandene Fremdprodukte zu berücksichtigen.