

Digitaler Schienenverkehr

Beratungsservices für den Schienenverkehr der Zukunft

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change



Option 1



Titel: Tampere Hauptbahnhof, Finnland
Copyright: Elina Manninen - Keksi Agency

Inhalt

Digitalisierung des Schienenverkehrs	02
Was bedeuten digitaler Schienenverkehr und Signaltechnik?	03
Beratung für digitalen Schienenverkehr und Signaltechnik	04

Lessons Learned

ERTMS-Einführung	05
------------------	----

Projekte

ETCS-Signalisierung. Landesweiter Austausch bestehender Signale, Dänemark	07
Digitalisierung des Schienenverkehrs, Vereinigtes Königreich	07
Nationale ERTMS-Implementierung, Norwegen	07
ERTMS-Kapazität, Finnland	08
Analyse des fahrerlosen Betriebs der S-Bahn in Kopenhagen, Dänemark	08
ERTMS-Unterstützung für Queensland Rail, Australien	08
Grenzüberschreitendes ERTMS für Rail Baltica, Estland, Lettland & Litauen	08
ETCS Schleswig-Holstein, Deutschland	09
Längster Eisenbahntunnel der Welt mit ERTMS, Schweiz	09
RBC-RBC-Analyse (Radio Block Control), Schweden	09

Kontakt

Digitalisierung des Schienenverkehrs

In ganz Europa wird ein gemeinsames europäisches Eisenbahnverkehrsleitsystem (ERTMS) eingerichtet, um die grenzüberschreitenden Verbindungen zwischen europäischen Städten zu verbessern und nahtlosen Personen- und Güterverkehr innerhalb der Europäischen Union zu ermöglichen. Daher müssen alle europäischen Länder in den nächsten zehn bis fünfzehn Jahren ihre nationalen Signalisierungssysteme auf den europäischen Standard umrüsten.

Dänemark ist das erste Land in Europa, das sein gesamtes Signalsystem modernisiert hat. Ramboll leitet das internationale Team, das dieses ehrgeizige Infrastrukturprojekt umsetzt. Im Jahr 2019 nahm die erste Linie im Norden nach 6.000 Teststunden den kommerziellen Betrieb mit Fahrgästen auf. Damit wurde zum ersten Mal weltweit eine Strecke nach dem Standard ETCS Level 2 Baseline 3 betrieben.

Ramboll verfügt über mehr als zehn Jahre praktischer Erfahrung mit großen und komplexen Signalisierungsprogrammen, sodass wir als verlässlicher Partner professionelle Dienstleistungen anbieten können. Zu unseren internationalen Dienstleistungen im Bereich Bahnsysteme gehören LST-Planungen von Neu- und Umbauprojekten, Entwurf von Lastenheften, Integration von neuen Techniken, Schulungen von Mitarbeiter:innen und Prozessgestaltung. Ramboll ermöglicht eine erfolgreiche und effiziente Projektabwicklung für unsere Kund:innen.

Über Ramboll

Ramboll ist eine führende Ingenieur-, Architektur- und Managementberatung, die 1945 in Dänemark gegründet wurde. Die Ramboll-Gruppe beschäftigt mehr als 16.500 Mitarbeiter:innen weltweit mit einer besonders starken Präsenz in Skandinavien, Großbritannien, Nordamerika, Zentraleuropa sowie im Mittleren Osten und Asien-Pazifik-Raum. Mit Büros in 35 Ländern gehört der dänische Konzern zu den größten internationalen Beratungsgruppen.

Ramboll verbindet lokale Expertise mit globalem Know-how in den Geschäftsbereichen Hochbau, Transport & Infrastruktur, Wasser, Architektur & Landschaftsarchitektur, Energie, Umwelt & Gesundheit und Management Consulting. Mit einer einzigartigen Kombination aus Ingenieur- und Managementberatung entwickelt Ramboll innovative, nachhaltige Lösungen, die für die Kund:innen die Gesellschaft und somit für jeden Einzelnen einen wirklichen Unterschied machen.

www.ramboll.de

Was bedeuten digitaler Schienenverkehr und Signaltechnik?

Mobilität ist ein wesentlicher Bestandteil unseres Alltags. Sie ermöglicht den Zugang zu Arbeits-, Geschäfts-, Bildungs- und Gesundheitseinrichtungen. Der Wohlstand und die Entwicklung von Gesellschaften und Unternehmen hängen von effizienten Verkehrssystemen ab.

Leider trägt der Verkehr maßgeblich zur globalen Erwärmung bei: Er produziert fast 30% der gesamten CO₂-Emissionen der EU. Wenn wir den Klimawandel aufhalten wollen, brauchen wir nachhaltigere Beförderungssysteme. Dabei spielt der Schienenverkehr eine wesentliche Rolle, denn 72% der Transportemissionen stammen aus dem Straßenverkehr. Demgegenüber bietet die Eisenbahn eine klimafreundliche Alternative mit einem CO₂-Fußabdruck, der viel geringer ist als bei Autos oder Lastwagen.

Eisenbahnen können zum Rückgrat nachhaltiger Verkehrssysteme werden. Dem Güter- und Personenverkehr auf Schienen fiel es jahrelang schwer, mit dem Straßen- und Luftverkehr mithalten und sich an neue Bedürfnisse der Kund:innen anzupassen. Die Europäische Union hat jedoch mehrere Initiativen angestoßen, um den Eisenbahnsektor zu modernisieren und sein Potenzial auszuschöpfen.

Das Europäische Schienenverkehrsmanagementsystem (ERTMS) zu etablieren, ist ein wichtiger Schritt auf diesem Weg. Das neue digitale Signalisierungssystem legt

den Grundstein für einen integrierten europäischen Schienenverkehrsraum, der auf der Kompatibilität von nationalen Systemen und einem hohen Maß an Leistung und Sicherheit beruht.

ERTMS trägt zu einer modernen, wettbewerbsfähigen Eisenbahn bei. Es vereinfacht den Betrieb von Schienenverkehrsdiensten in Europa und befördert die Entwicklung eines nachhaltigen Verkehrssystems.

Was ist ERTMS und warum gewinnt es jetzt an Bedeutung?

ERTMS standardisiert die Leit- und Sicherheitstechnik und verbessert dadurch die grenzüberschreitende Interoperabilität innerhalb Europas.

Aktuell existieren im europäischen Schienensystem über 20 verschiedene nationale Systeme zur Signalgebung und Geschwindigkeitsregulierung, von denen viele nicht miteinander kompatibel sind. Das behindert den freien Schienenverkehr. ETCS beseitigt nicht nur diese technische Barriere für den grenzüberschreitenden Personen- und Güterverkehr, sondern spart auch Wartungskosten, verbessert die Sicherheit und erhöht die Verkehrskapazität. Das System kann die Streckenkapazität erhöhen und ist bis zu einem sehr hohen Geschwindigkeitsbereich einsetzbar. Dadurch sind die Varianten sowohl für Hochgeschwindigkeitsstrecken als auch für Nebenbahnen wirtschaftlich nutzbar.

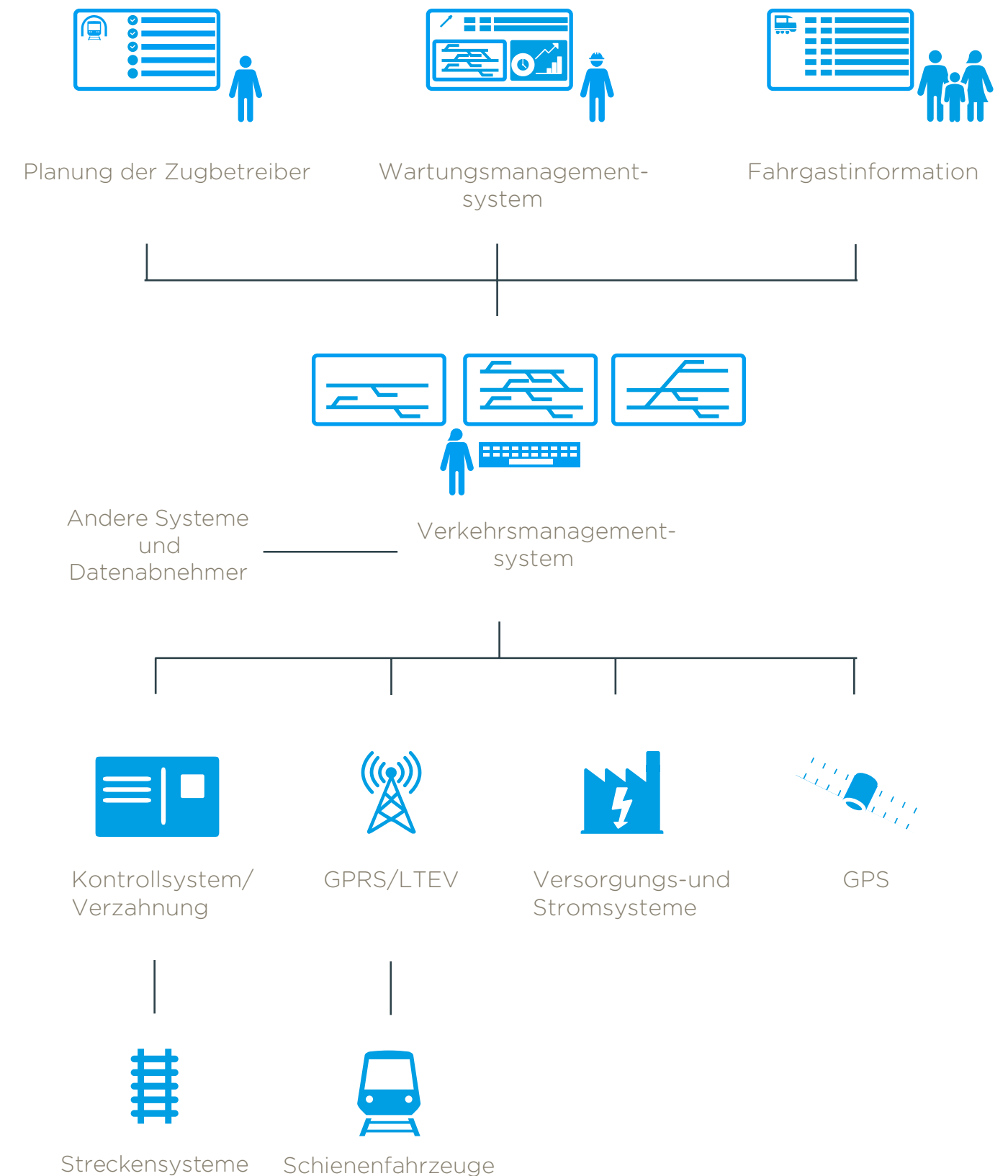


Abbildung: Digitaler Schienenverkehr und digitale Signalgebung

Beratung für digitalen Schienenverkehr und Signaltechnik

Ramboll bietet professionelle Dienstleistungen mit Mehrwert, die wir mit unserem kundenorientierten Ansatz verbinden. So gewährleisten wir, dass wir die Projekte für unsere Kund:innen auf der ganzen Welt ebenso erfolgreich und effizient durchführen wie den Bahnbetrieb.

Unsere Leistungen

Ramboll bietet Beratung in nahezu allen Bereichen.

Strategie, Analyse & Planung

Strategie

- Studien zur Strategie und Machbarkeit
- Entwicklung von Business Cases

Analyse

- Konzeption
- Kapazitätsanalyse und Simulation

Planung

- Strategische Gesamtplanung und Ablaufplanung

Management, Beschaffung Benchmarking

Programm-Management

- Programm-Management, Leitung und Planung
- Einbeziehen von und Zusammenarbeit mit Interessengruppen

Beschaffung

- Kommerzielle Beschaffungs- und Vertragsstrategien

Benchmarking & Projektgesundheitschecks

Systemintegration, LST- & ERTMS-Beratung und -Konzeption

Systemintegration

- Systemanalyse und -integration

ERTMS-Beratung

- Systemfachkenntnisse
- Zugsteuerungssysteme
- Streckensysteme
- Bordsysteme
- Eisenbahn-IT-Systeme
- Kommunikationssysteme
- Normen und Standards

LST-Planung

- Entwurf und Planung von digitaler Stellwerkstechnik (DSTW)
- Entwurf und Planung von mechanischer Stellwerkstechnik
- Technische Ausstattung

Prüfung, Betrieb & Asset-Management

Prüfung

- Test-, Rollout- und Migrationsstrategien und -verwaltung
- Labortests und Labormanagement
- Testverfahren

Betrieb und Wartung

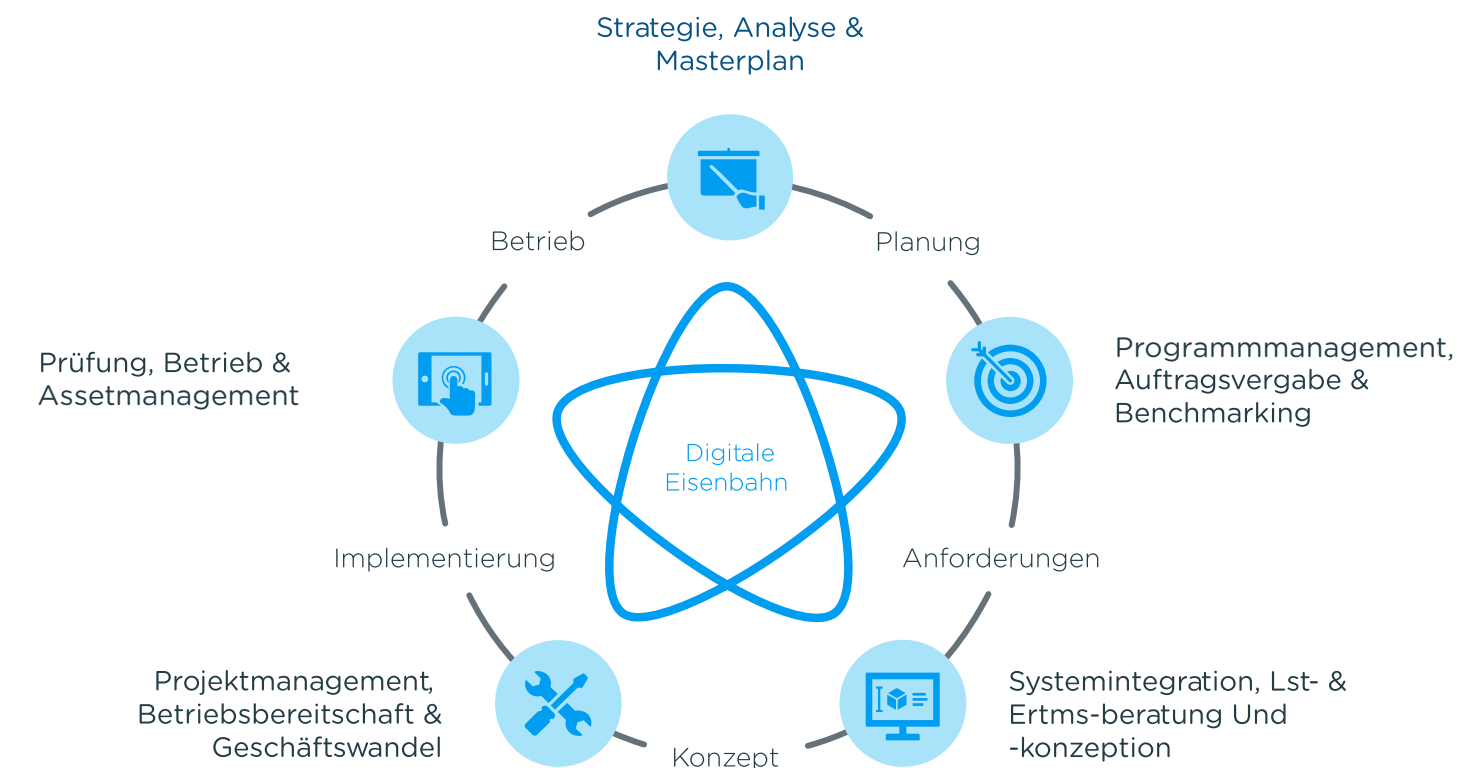
- Verkehrsmanagement und Entwicklung von Betriebsregeln
- Eisenbahnsicherheit
- Wartungsprogramm und -strategien
- Wartungsplanung und Wartungshandbücher

Anlagenmanagement

- Entwicklung von Asset-Management-Strategien und Leitplänen
- Strategie und Verwaltung von Asset- und Topologiedaten
- Analyse von Lebenszykluskosten und Gewinnen

Projektmanagement, Betriebsbereitschaft & Geschäftswandel

- Projektmanagement
- Vertrags- und Lieferantenmanagement
- Handels- und Vertragsmanagement



Lessons learned

Neue Signale bewirken den Wandel: 5 Dinge, die wir von der ERTMS-Implementierung in anderen Ländern gelernt haben.

Technologische Anforderungen sind nicht die einzige Voraussetzung, um die neuen ERTMS-Signalisierungssysteme erfolgreich einzuführen. Die neue Technologie zu etablieren ist eine allumfassende organisatorische Aufgabe, die sich sowohl auf die Kerngeschäftsfunktionen als auch das Personal auswirkt. Nach dem Abschluss erster ERTMS-Projekte in anderen Ländern Europas hat Ramboll die fünf wichtigsten Aspekte für eine erfolgreiche Einführung in Deutschland gesammelt.

Aktuell wird das neue Eisenbahn-Signalsystem, ETCS Level 2, bereits in anderen Ländern umgesetzt. Mit dem neuen System wird die Fahrgastkapazität deutlich erhöht, Verspätungen verringert und gleichzeitig die Sicherheit verbessert. Die vollständige Erneuerung des Signalsystems ist ein komplexer Prozess. Da das gesamte Eisenbahnnetz abschnittsweise mit dem ERTMS-System ausgerüstet werden soll, müssen Züge zeitweise auf andere Routen mit unterschiedlichen Signalsystemen umgeleitet werden. Das ist sowohl technisch als auch bürokratisch eine große Herausforderung.

Basierend auf den europaweiten Erfahrungen können wir folgende Tipps bei der Umsetzung der ERTMS-Signalisierung geben:

01

Zusammenarbeit verringert den Widerstand gegen Veränderungen

Die Durchführung eines Vorhabens mit dem Umfang des Signalisierungsprogramms ist ein komplexes Großprojekt. Für den Auftraggeber kann es daher schwierig sein, die Bedürfnisse der internen und externen Stakeholder zu verstehen. Die Notwendigkeit, das bestehende System am Laufen zu halten, erschwert es, die neu eingeführte Technologie kennenzulernen. Die Erfahrungen aus den anderen ERTMS-Projekten zeigen, dass es daher vorteilhaft ist, erfahrene Betreiber mit der Aufgabe zu betrauen, Projekt- und Geschäftsänderungsaktivitäten zu leiten, um einen reibungslosen Übergang in den Betrieb effektiv zu steuern.

Verschiedene Nutzer:innen und Interessengruppen in das Projekt einzubeziehen, schafft darüber hinaus Vertrauen in die neue Technologie. In ihrer Funktion als Botschafter:innen stellen diese Nutzer:innen eine klare Verbindung zwischen den Vorteilen des neuen Systems sowie den technologischen und unternehmerischen Veränderungen her und verringern so den Widerstand gegen Veränderungen.





02

Flexible Ausbildung

Aufgrund der vielfältigen Verflechtungen bei der Umsetzung des Projektentwurfs, der Genehmigungen und der Durchführung von Schulungen, ist es wenig effizient, diese nacheinander durchzuführen. Da unvorhergesehene Verzögerungen auftreten können, ist es stattdessen ratsam, in einen flexiblen Ausbildungsplan und eine modulare Ausbildung zu investieren, die auch eine effiziente Auffrischungsschulung beinhaltet. Wir raten dazu, die jeweiligen Schritte parallel ablaufen zu lassen, damit der Status und der Reifegrad aller Arbeitsabläufe überwacht werden kann.

03

Fokus auf den Lernkurveneffekt

Die Verwaltung eines großen Change-Projekts wie das ERTMS-Programm hat gezeigt, dass es einen größeren Lernkurveneffekt hat als separate kleinere Projekte. Beim Übergang von einem Schritt zum nächsten, werden neu erworbene Kenntnisse und Erfahrungen (gute wie schlechte) in den Plan für die Inbetriebnahme übertragen, um eine kontinuierliche starke Leitung des Projekts zu gewährleisten.

04

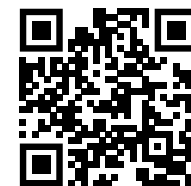
Übergang zum Business as Usual

Um die neuen Arbeitsweisen im Echtbetrieb zu beherrschen, braucht es Zeit. Erfahrungen aus anderen ERTMS-Projekten zeigen, dass es sinnvoll ist, Instandhaltungsexpert:innen frühzeitig in notwendige Aktivitäten einzubinden. So können sie ein Verständnis für das neue System entwickeln und es werden unnötige Arbeiten vermieden, die auf den Anforderungen des früheren Systems basieren. Dasselbe gilt auch für das Betriebspersonal. Da das neue System wesentliche Änderungen in den Betriebs-, Instandhaltungs- und Fehlersuchverfahren erfordert, ist es von entscheidender Bedeutung, das Personal frühzeitig in den Betriebsablauf einzubeziehen. So kann sichergestellt werden, dass sie in der Lage sind, das erforderliche Verfahren während des Test- und Inbetriebnahmeprozesses durchzuführen.

05

Prioritäten setzen, um zu liefern

Produkt- und Softwareentwicklung sind ein erheblicher Teil von ERTMS-Projekten. Wenn nur die grundlegenden Funktionen für den normalen Zugbetrieb umgesetzt werden, können die Risiken der Projektdurchführung auf Kosten eines erhöhten Zeitrahmens reduziert werden. Daher ist es unerlässlich, eine klare Verbindung zwischen den erwarteten Vorteilen und der Lieferungen und Funktionen des Technologiewechsels herzustellen, um fundierte Entscheidungen bei möglichen Verzögerungen von Produktlieferungen zum Nutzen des gesamten Unternehmens und Projekts zu treffen. Dies kann erreicht werden, indem die Vorteile bereits in den frühen Phasen des Projekts gegeneinander abgewogen werden.



Um mehr über die Umsetzung von ERTMS zu erfahren, scannen Sie den **QR-Code**

Internationale Projekte



01

01 ERTMS-Signalisierung. Landesweiter Austausch bestehender Signale, Dänemark

- Entwurf, Planung, Spezifizierung, Ausschreibung und Umsetzung der nationalen Einführung.

Dänemark ist eines der ersten europäischen Länder, das seine gesamten Signalsysteme auf ETCS umstellt. Damit wertet es den Zugverkehr zwischen Dänemark und allen europäischen Städten auf. Ramboll führt das Konsortium an und ist verantwortlich für die laufende Lieferung eines der weltweit größten ETCS-Ausrüstungsprogramme. Der Zugverkehr profitiert nach dem Projektabschluss von einer verbesserten Kapazität, reduzierten Verzögerungen, erhöhten Geschwindigkeiten und hohen Sicherheitsstandards. Außerdem wird es möglich sein, die exakte Position des Zugs im Schienennetz zu verfolgen.

02 Digitalisierung des Schienenverkehrs, Vereinigtes Königreich

- Signalisierungs- und ERTMS-Dienste, technische Führung; technische Lösungen; Projekt- und Risikomanagement; Einbeziehung von Interessengruppen; Geschäftswandel und Industrietraining; Daten- und Anlagenverwaltung

Wir legen die Grundlagen für das Digitalisierungsprogramm des

Schienennetzes. Die Digitalisierung verbessert die Sicherheit und Pünktlichkeit der Eisenbahn, maximiert die Kapazität, verbessert die Kundenerfahrung und unterstützt das künftige Wirtschaftswachstum. Ramboll arbeitet mit Arcadis als Lieferpartner für Systeme zusammen, um das Digital-Railway-Programm zu unterstützen. Das britische Network Rail hat das Projekt ins Leben gerufen, um das Europäische Eisenbahnverkehrsleitsystem (ERTMS) nach dänischem Vorbild im Vereinigten Königreich zu etablieren. Ramboll wird auch die Entwicklung des Digital Railway Toolkit anleiten: Darunter bündeln wir die Anforderungen, Spezifikationen und Prozesse, sowie notwendige Kompetenzen und Ausbildungsanforderungen, die die Einführung des digitalen Zugverkehrs im gesamten britischen Streckennetz unterstützen werden.

03 Nationale ERTMS-Implementierung, Norwegen

- Planung, Spezifizierung, Ausschreibung und Umsetzung des landesweiten ERTMS.

Um ERTMS auf dem gesamten Eisenbahnnetz einzuführen, wird in Norwegen das bestehende streckenseitige Signalsystem erneuert, ein neues Verkehrsmanagementsystem etabliert und in verschiedenen norwegischen Schienenfahrzeugen eine integrierte ERTMS-Lösung installiert. Ramboll bot für das Projekt technische Beratung in allen ERTMS-Disziplinen, auf Gleis- und Fahrzeugseite, Systemintegration, Migrationsplanung, Sicherheits- und Lebenskostenanalyse nach EN 50126 und Projektmanagement. Darüber hinaus unterstützte Ramboll Bane NOR bei der Ausschreibung, dem Design und dem Migrationsprozess.



02



03



04

04 ERTMS-Kapazität, Finnland

- Fallstudien, theoretische Analysen und Kosten-Nutzen-Analysen.

Finnland erwägt die Einführung von ERTMS Level 1 oder Level 2. Ramboll untersucht die Kapazitätsverbesserung der ERTMS-Level-2-Kapazität auf zweigleisigen Strecken im Vergleich zu Level 1. Auf der Grundlage von Fallstudien sowie theoretischen und Kosten-Nutzen-Analysen lieferte Ramboll Empfehlungen für die bestmögliche ETCS-Lösung für zweigleisige Streckenabschnitte.

05 Analyse des fahrerlosen Betriebs der S-Bahn in Kopenhagen, Dänemark

- Wirtschaftliche, technische und organisatorische Auswertung.

Die nächste Fahrzeug-Generation Kopenhagener S-Bahn ist für den Zeitraum 2026-2036 geplant. In diesem Zusammenhang wurde eine Analyse der Auswirkungen eines möglichen fahrerlosen S-Bahn-Betriebs auf das Serviceniveau und die Wirtschaftlichkeit ausgewertet. Ramboll ist in Zusammenarbeit mit Parsons führender Berater des Projekts und verzeichnet alle technischen Aspekte der Fahrzeugspezifikationen, die Entwicklung des Geschäftsmodells, die sozioökonomische Analyse und die Abschätzung der Folgen für das Personal.



05

06 ERTMS-Unterstützung für Queensland Rail, Australien

- Projektplanung und Unterstützung durch ERTMS-Expert:innen

Ramboll beriet Queensland Rail in ERTMS-Fragen im Rahmen der Umgestaltung des innerstädtischen Netzes um Brisbane auf ETCS-Level 2. Ramboll lieferte ERTMS- und Verkehrsmanagement-Expertise, einen detaillierten Bericht über die Erkenntnisse aus dem dänischen Signalisierungsprogramm, plante die Implementierungsphase und definierte die RBC-Grenzen. Ramboll beteiligte sich zudem an der Überprüfung der Anforderungen und der Bewertung der Vorschläge von Anbietern. Queensland Rail hat Ramboll eingeladen, sich auch in der Implementierungsphase als kundenseitiger ERTMS-Berater einzubringen. Im Rahmen der ERTMS-Dienstleistungen bereitet Ramboll Sicherheitszulassungen, Betriebsbereitschaft und Betriebsvorschriften vor.



06

07 Grenzüberschreitendes ERTMS für Rail Baltica, Estland, Lettland & Litauen

- Machbarkeitsstudie, Beschaffungs- und Einsatzstrategie, Betriebsplan und zukünftiges Stationslayout, Simulation Rail Baltica AS hat Ramboll beauftragt, eine Machbarkeitsstudie zur Beschaffungs- und Einsatzstrategie der Teilsysteme für Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung durchzuführen, die die Einführung von ERTMS vorbereitet. Außerdem erstellt Ramboll einen Betriebsplan und entwirft den zukünftigen Bahnhofsgrundriss für den Knotenpunkt Riga für die 1435-mm- und 1520-mm-Infrastruktur einschließlich einer RailSys-Simulation.



07

08 ETCS Schleswig-Holstein, Deutschland

- Verkehrsplanung und Verkehrssicherheit.

Die Strecken Lübeck-Fehmarn und Hamburg-Flensburg in Schleswig-Holstein und Hamburg sollen bis 2028 bzw. 2030 mit ETCS ausgerüstet werden. Um die bestehende Leistungsfähigkeit der Strecken zu erhalten und langfristige Fahrplankonzepte umzusetzen, müssen die Auswirkungen von ETCS auf den Schienenverkehr umfassend analysiert werden. Die Untersuchung stellt die infrastrukturellen Anforderungen an ETCS dar, die sich aus dem langfristigen Angebotskonzept ableiten lassen, damit beides zeitnah umgesetzt werden kann. Dabei muss ein stabiler Betrieb nachgewiesen sein. Falls aufgrund der technischen Entwicklung keine Lösungen verfügbar sind, werden in der Untersuchung entsprechende Lösungsvorschläge abgeleitet.

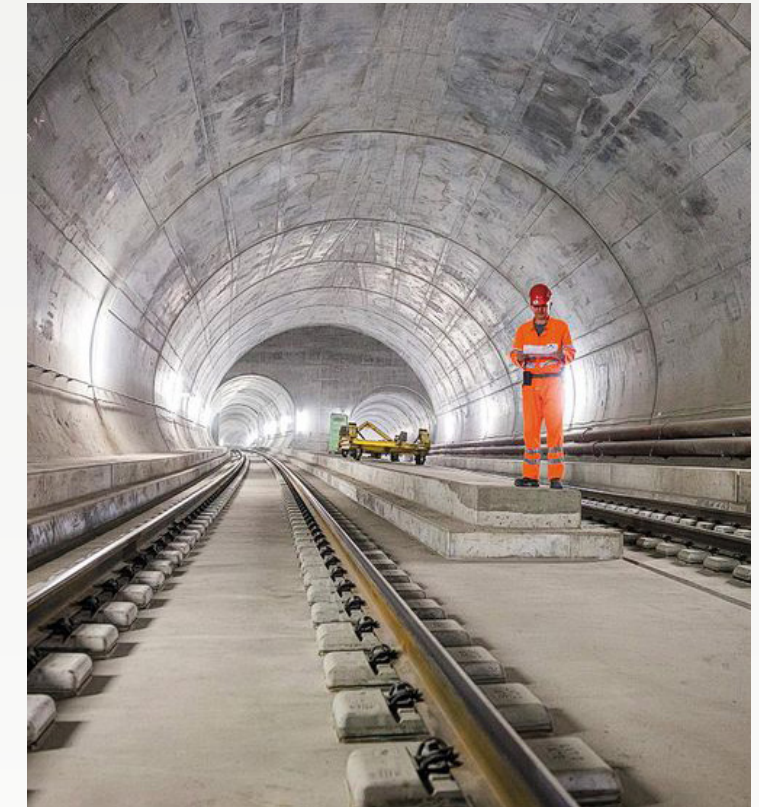


08

09 Längster Eisenbahntunnel der Welt mit ERTMS, Schweiz

- Beratung zu Sicherheit, Interoperabilität und RAM-Beratung für das Angebot

Der St.-Gotthard-Eisenbahntunnel ist der längste Eisenbahntunnel der Welt - und Teil der landesweiten ERTMS-Implementierung in der Schweiz. Ramboll beriet das Konsortium bei seinem Angebot zu Sicherheit, Interoperabilität und RAM. Ramboll erstellte eine Dokumentation, um nachzuweisen, dass das vorgeschlagene Systemdesign die Sicherheitsanforderungen, die Interoperabilität und die Zuverlässigkeit (RAM) erfüllte. Dies umfasste die ERTMS-Signalisierung, das Zugmanagementsystem und die Stromversorgungssysteme. Rambolls Büro in der Schweiz unterstützt auch bei Projektmanagement, Automatisierung und Energieprojekten.



09

10 Analyse von ETCS-Streckenzentralen (Radio Block Control, kurz RBC), Schweden

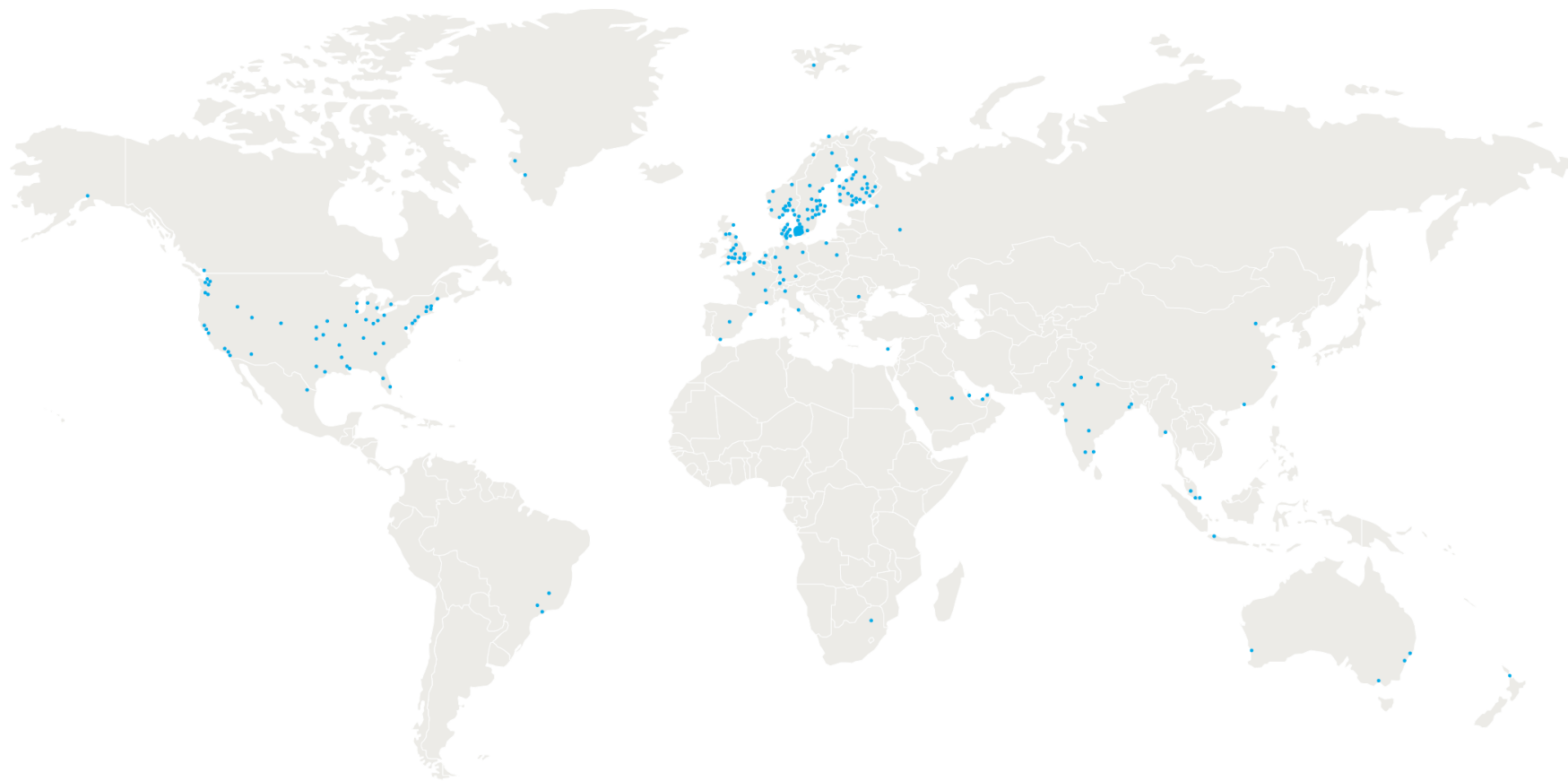
- ERTMS Beratung, Projektmanagement, Analyse der Kompatibilität von RBC-Schnittstellen.

Für die schwedische Verkehrsbehörde Trafikverket führt Ramboll eine Analyse der Kompatibilität der RBC-Schnittstellen zweier Lieferanten durch, die für das schwedische ERTMS-Programm zur Installation von ERTMS Level 2 ausgewählt wurden. Die Analyse wird Trafikverkets Plan unterstützen, bis 2035 endgültig ausgerüstet zu sein für die vollständige Einführung von ERTMS Level 2 auf dem gesamten schwedischen Schienennetz, das sich über 11.000 km von Nord nach Süd erstreckt. Ramboll führt eine ERTMS-Marktanalyse durch, wobei der Schwerpunkt auf den bisher gewonnenen Erkenntnissen und der erfolgreichen Umsetzung liegt.



10

• Ramboll-Standorte



Unsere Expertise im digitalen Schienenverkehr

www.ramboll.de

LinkedIn

Xing

Kontakte Global

Frode Mo

Global Spearhead Director
frode.mo@ramboll.com
+47 917 42 360

Fosca Romani

Sales Director Rail
fosca.romani@ramboll.com
+39 3316535013

Pietro Zingarelli

Head of Digital Rail and Signalling
pzi@ramboll.dk
+45 51611722

Kontakte Länder

Deutschland

Nils Jänig
Director, Germany
nils.jaenig@ramboll.com
+49 15158015204

Dänemark

Torben Arnbjerg-Nielsen
Director, Denmark
tan@ramboll.dk
+45 51616576

Norwegen & Schweden

Orjan Lydersen
Director, Norway and Sweden
Orjan.lydersen@ramboll.no
+47 93006451