

Digitale Schiene Deutschland – Infrastrukturprojekte für eine digitale Zukunft

Digitale Schiene Deutschland – infrastructure projects for the digital future

Frank Güllicher | Christoph Theuergarten | Ulrich Kohlenberger

Die Eisenbahn ist das umweltfreundlichste Verkehrsmittel und damit einer der zentralen Bausteine für die Verkehrswende in Deutschland. So soll bis 2030 die Anzahl der Fahrgäste verdoppelt werden. Hierzu bedarf es einer höheren Qualität und mehr Kapazität auf dem Schienennetz. Mit der Sektorinitiative Digitale Schiene Deutschland (DSD) entwickeln Deutsche Bahn AG (DB), Industrie und Politik innovative sowie smarte Technologien und rüsten das deutsche Schienennetz mit diesen aus. Die Basis bildet die flächendeckende Ausrüstung mit dem Zugbeeinflussungssystem European Train Control System (ETCS) sowie Digitalen Stellwerken (DSTW).

1 Einleitung

Die DSD rüstet in den nächsten Jahren das deutsche Schienennetz sukzessive mit den Technologien ETCS und DSTW aus. In diesem Rahmen wird auch die Steuerung des Bahnbetriebs grundlegend umgestaltet: Mittels der Betriebssteuerungsstrategie (BSS) werden nach derzeitiger Planung deutschlandweit 111 Bedienstandorte (BSO) und 52 Technikstandorte (TSO) für eine modernere, dezentralere und flexiblere Zugsteuerung errichtet. Die Fahrdienstleiter steuern die Züge zukünftig mittels modernem integriertem Leit- und Bediensystem (iLBS), das alle operativ notwendigen Anwendungen in einer einheitlichen Bedienung an modernen PC-Arbeitsplätzen bündelt.

Rund 50 Infrastrukturprojekte bilden aktuell das Projektportfolio der DSD. Sie sind die Grundlage für eine modernere, zuverlässigere und effizientere Eisenbahn. Das breit gefächerte Portfolio erstreckt sich von 3 km langen Grenzübergangprojekten bis hin zu deutschlandweiten Korridoren und kann wie folgt klassifiziert werden:

- Grenzübergänge, wie z.B. Passau – Österreich oder Aachen – Belgien
- Lückenschlüsse, wie z.B. Leipzig – Riesa oder Limburgerhof – Ludwigshafen
- Eisenbahnknoten, wie z.B. Knoten Basel oder Knoten Ingolstadt
- Korridore, wie z.B. Korridor Rhine-Alpine oder Korridor Skandinavien-Mittelmeer (ScanMed)
- sonstige größere Projekte, wie z.B. die Schnellfahrstrecke Köln – Rhein/Main oder das Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 8.3 (VDE 8.3, Halle / Leipzig – Berlin)
- sonstige kleinere Projekte, wie z.B. Rommerskirchen – Köln-Ehrenfeld oder Dresden – Coswig.

Bild 1 bietet einen Überblick über das gegenwärtige ETCS-Projektportfolio der DSD. Dieses beinhaltet etwa 30 % der Strecken des Gesamtnetzes der DB InfraGO AG, die die Infrastrukturprojekte verantwortet, sowie die Umrüstung von 23 Netzbezirken.

As the most environmentally friendly mode of transport, rail is one of the keys to decarbonising Germany's transport sector. Germany has set out to double its rail patronage by 2030, which means that the rail network will need to offer a higher quality and more capacity. To this end, Deutsche Bahn AG (DB), the rail industry and policymakers are working together to implement Digitale Schiene Deutschland (DSD), a sector-wide initiative to develop innovative and smart technologies and implement them in Germany's rail network. The network-wide roll-out of two key technologies – the European Train Control System (ETCS) and digital interlockings – will be crucial to DSD.

1 Introduction

Over the coming years, ETCS and /or digital interlockings will be implemented in Germany's rail network as part of DSD. The initiative will also fundamentally change how railway operations are managed. A new Operations Control Strategy will establish 111 operational centres and 52 technical systems centres throughout Germany to enable more modern, decentralised and flexible train control. Signallers will control the trains using an advanced integrated control and operating system, which will combine all the applications that are needed for operations into a single standardised system on state-of-the-art PC workstations.

DSD currently comprises around 50 infrastructure projects, which will pave the way for a more pioneering, reliable and efficient railway. The broad portfolio ranges from three-kilometre border crossing projects to Germany-wide corridors. The projects are of several different types:

- border crossings, such as Passau – Austria and Aachen – Belgium
- gap closures, such as Leipzig – Riesa and Limburgerhof – Ludwigshafen
- railway junctions, such as the Basel node and the Ingolstadt node
- corridors, such as the Rhine-Alpine Corridor and the Scandinavian-Mediterranean Corridor (ScanMed)
- other major projects, such as the Cologne-Rhine/Main high-speed line and German Unity Transport Project 8.3 (VDE 8.3, Halle / Leipzig – Berlin)
- other small-scale projects, such as Rommerskirchen – Cologne-Ehrenfeld and Dresden – Coswig.

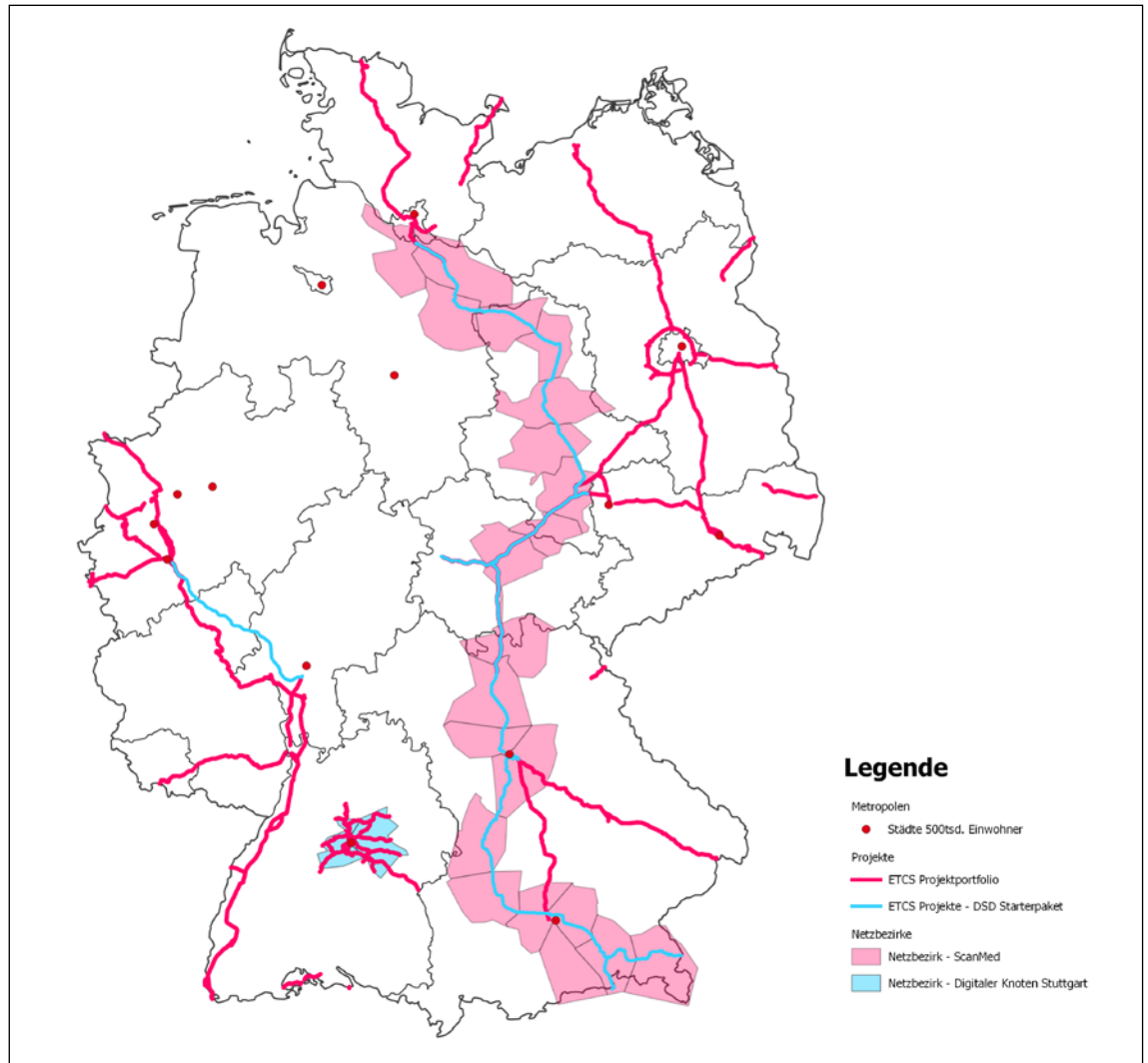
Fig. 1 provides an overview of DSD's current ETCS projects. They cover some 30 % of the lines in the DB InfraGO AG network, which is responsible for these infrastructure projects. They also cover upgrades to 23 rail network districts.

Bild 1: ETCS-Projektportfolio der Digitalen Schiene Deutschland

Fig. 1: The ETCS project portfolio of Digitale Schiene Deutschland

Quelle / Source:

DB InfraGO AG



2 Der Start in das Digitale Zeitalter der Eisenbahn

Die Digitalisierung des Schienennetzes ist eine langfristige und sektorübergreifende Aufgabe. Sie entspricht einem Meilenstein in der fast 200-jährigen Geschichte der Eisenbahn in Deutschland und steht für die größte Veränderung der vergangenen Jahrzehnte. Das digitalisierte Schienennetz ermöglicht mehr Kapazität, mehr Zuverlässigkeit und mehr Effizienz. Das kann erzielt werden, ohne einen einzigen Meter Gleis neu zu bauen. Davon profitieren unsere Fahrgäste, Kunden im Güterverkehr sowie der gesamte Wirtschaftsstandort Deutschland.

So wird aus Vision Realität: Zum Jahresbeginn 2024 sind bereits über 500 Streckenkilometer der DB InfraGO mit ETCS ausgerüstet. Ein prominentes Beispiel einer mit ETCS ausgerüsteten Strecke bildet die 60 Kilometer lange Neubaustrecke Wendlingen – Ulm, die mit ETCS Level 2 ohne Signale (ETCS L2oS) ausgerüstet wurde und im Dezember 2022 in Betrieb genommen wurde. Daneben sind bereits unter anderem das Verkehrsprojekt Deutsche Einheit 8.2 (VDE 8.2, Erfurt – Leipzig / Halle) sowie die Grenzstrecken im Bereich Konstanz und Singen, welche die Verbindung zur Schweiz herstellen, mit ETCS ausgerüstet. Auch sind bereits Teile eines der beiden großen Korridore der DSD mit ETCS ausgerüstet: So ist auf dem Korridor Rhine-Alpine der Streckenabschnitt zwischen Darmstadt und Weinheim mit ETCS L2 ausgerüstet.

2 Launching rail's digital age

Digitalising the rail network is a long-term job that will involve the entire sector. It marks a milestone in the almost 200-year history of rail in Germany and will usher in the most significant change in recent decades. Once digitalised, Germany's rail network will enable higher capacity, more reliability and greater efficiency without the need for even a single extra metre of track. Our passengers and freight transport customers will benefit, as will Germany as a business location.

We are working to make this vision a reality. By the beginning of 2024, we had equipped more than 500 kilometres of DB InfraGO lines for ETCS. The new 60-kilometre Wendlingen – Ulm line, which was equipped with ETCS Level 2 without signals and commissioned in December 2022, is one prominent example. In addition, German Unity Transport Project 8.2 (VDE 8.2, Erfurt – Leipzig / Halle) and the cross-border routes near Konstanz and Singen, which connect to Switzerland, are already equipped with ETCS. We have also already equipped one of the two major DSD corridors with ETCS technology in some places: the section of the Rhine-Alpine Corridor between Darmstadt and Weinheim now has ETCS L2.

And we have made progress with installing new interlockings and modernising existing ones. Europe's first digital interlocking is already at work managing train operations. It went

Bei den Stellwerksneubauten und -modernisierungen gibt es ebenfalls Fortschritte: Der Zugbetrieb wird bereits über die ersten DSTW digital gesteuert. So wurde Europas erstes DSTW im Jahr 2018 in Annaberg-Buchholz im Erzgebirge in Betrieb genommen. Zwei Jahre später folgte das DSTW Warnemünde an der Ostsee. Weitere DSTW werden derzeit u. a. im Rahmen des Schnellläuferprogramms (SLP) realisiert. Dieses bildet zusammen mit dem Starterpaket der DSD den Start in das Digitale Zeitalter. In beiden Programmen werden Erfahrungen für den flächendeckenden Roll-out der DSD mit den Technologien ETCS und DSTW gesammelt.

Das Schnellläuferprogramm ist ein Konjunkturprogramm des Bundes, der Bahnindustrie und der DB zur Bekämpfung der Folgen der Corona-Pandemie. Der Bund stellte hierfür Mittel in Höhe von 500 Mio. EUR zur Verfügung. In bundesweit sieben Infrastrukturprojekten wird die Signal-, Stellwerks- und Bahnübergangstechnik innerhalb kürzester Zeit modernisiert und digitalisiert. Bereits drei der sieben digitalisierten Strecken konnten in Betrieb genommen werden. Beispielsweise wurde die Ruhr-Sieg-Strecke in NRW des SLP-Projekts „Finnentrop“ bereits nach rund eineinhalb Jahren in Betrieb genommen. Bereits nach zwei Jahren folgte die linksniederrheinische Strecke zwischen Kleve und Kempen sowie die rheinland-pfälzische Strecke Wörth – Germersheim – Speyer. Die enorme Beschleunigung konnte realisiert werden, indem in enger Zusammenarbeit mit der Industrie Prozesse verbessert und neue Standards etabliert wurden.

Doch die Zusammenarbeit beschränkt sich nicht nur auf die Zusammenarbeit mit bereits auf dem deutschen Markt etablierten Signaltechnikherstellern: In drei der sieben Projekten werden darüber hinaus noch nicht auf dem deutschen Markt etablierte Signaltechnikhersteller im Sinne einer Markterweiterung für den deutschen Markt qualifiziert. Hier werden neue Technologien entwickelt, zur Marktreife gebracht und schließlich realisiert.

Im Starterpaket werden die drei Strecken Korridor Skandinavien-Mittelmeer (ScanMed), Schnellfahrstrecke Köln-Rhein/Main (SFS KRM) und Digitaler Knoten Stuttgart (DKS) nach derzeitiger Planung bis zum Jahr 2030 grundlegend modernisiert und digitalisiert. Sie markieren den flächendeckenden Einstieg in den Roll-out der Technologien ETCS und DSTW. Während der Korridor ScanMed mit seiner ETCS-Ausrüstung eine transeuropäische Durchfahrbarkeit ermöglicht, wird mit dem DKS erstmals ein großer Eisenbahnknoten in Deutschland mit digitaler LST ausgestattet. Zudem wird die Schnellfahrstrecke Köln-Rhein/Main, welche die beiden Metropolen Köln und Frankfurt am Main mit dem ICE in nur rund einer Stunde verbindet, als eine der ersten Relationen vollständig mit ETCS und DSTW ausgerüstet.

Von besonderer Bedeutung sind die Ausrüstungen ganzer Korridore: Aufgrund unterschiedlicher geografischer, geologischer und gesetzlicher Rahmenbedingungen sind die Infrastrukturprojekte vielfältigen Herausforderungen ausgesetzt. Zudem sind aufgrund der enormen Größe dieser Projekte viele Fahrgäste, Kunden, Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) und weitere Unternehmen betroffen. Für sie arbeiten in verschiedenen Regionen Deutschlands viele Mitarbeitende der DB, Industrie und Politik eng zusammen, um die Strecken fit für die digitale Zukunft zu machen.

3 Korridor Skandinavien-Mittelmeer (ScanMed)

Den ersten der beiden Korridore der DSD bildet der Korridor ScanMed. Er ist einer von insgesamt neun Trans-European-Network-Kernnetzkorridoren (TEN-Korridoren) der Europäischen Union. Dieser erstreckt sich ausgehend von Norwegen und Schweden über Dänemark, Deutschland und Österreich bis nach Süditalien und verbindet somit wichtige Metropolen und Wirtschaftszentren in Deutschland mit Skandinavien und dem Mittelmeerraum. Ziel der TEN-Korri-

into operation in the German town of Annaberg-Buchholz in 2018. Another digital interlocking in the town of Warnemünde followed two years later. Additional digital interlocking technology is currently being implemented, some of it as part of the fast-track programme. This programme, along with the DSD starter package, marks the beginning of rail's digital age. Both will help us gain experience for a Germany-wide rollout of DSD with ETCS and digital interlockings.

The fast-track programme is an economic stimulus package from the German government, the rail industry and DB designed to counter the effects of the Covid-19 pandemic. The German government has provided EUR 500 million in funding for the programme. It involves seven infrastructure projects across Germany that are doing rapid modernisation and digitalisation work on signalling and level crossing protection equipment. Three of the seven digitalised lines have already been brought into operation. The Ruhr-Sieg line, which is located in the German state of North Rhine-Westphalia and is part of the Finnentrop project in the fast-track programme, went into operation after around a year and a half. The line on the left bank of the Lower Rhine between Kleve and Kempen and the Wörth – Germersheim – Speyer line in Rhineland-Palatinate took just two years to complete. These lines were finished much more quickly than they would have been in the past, because the processes had been improved and new standards had been established in close collaboration with the industry.

Collaboration has not been limited to working with those signalling system manufacturers that are already established in the German market. In three out of the seven projects, manufacturers who are new to the German market are also being given the opportunity to obtain the necessary qualifications so that there are more suppliers and products to draw from in Germany. New technologies are being developed, made ready for the market and implemented.

The starter package will completely modernise and digitalise the three lines the Scandinavian-Mediterranean Corridor (ScanMed), the Cologne-Rhine/Main high-speed line and the Stuttgart Digital Node by 2030. They mark the start of the Germany-wide rollout of ETCS and digital interlockings. ETCS on the ScanMed Corridor will enable trans-European transit and the Stuttgart Digital Node will be the first major railway junction in Germany to be equipped with digital control and safety technology. The Cologne-Rhine/Main high-speed line, which shortens travel time between the two major cities of Cologne and Frankfurt am Main by ICE to around one hour, will be one of the first lines to be fully equipped with ETCS and digital interlockings.

The ability to install ETCS and digital signalling technology along entire corridors is especially significant, as different geographical, geological and legal conditions pose a variety of challenges to these infrastructure projects. What's more, the sheer size of the projects means that they affect many passengers, customers, rail operators and other companies. With the needs of these stakeholders in mind, DB employees are working with the industry and policymakers in the regions throughout Germany to make the lines ready for the digital future.

3 The Scandinavian-Mediterranean Corridor (ScanMed)

The ScanMed Corridor is the first of the two DSD corridors and one of the European Union's nine Trans-European Network core network corridors (TEN corridors). It runs from Norway and

dore ist es, die Verkehrsinfrastruktur innerhalb der EU zu stärken und den europäischen Binnenmarkt zu fördern. Der Korridor ScanMed ist daher v. a. für den Güterverkehr von großer Bedeutung. Mit der Einführung von ETCS entlang des Korridors wird ein durchgehend interoperables Schienennetz in Europa geschaffen, das die transeuropäische Vernetzung unterstützt.

In Deutschland verläuft der Hauptlaufweg des Korridors von der dänischen Grenze bei Padborg über Hamburg, Erfurt, Nürnberg und München bis zu den Grenzübergängen nach Österreich. Dieser umfasst insgesamt ca. 5000 Streckenkilometer. Für die etwa 34 500 angesteuerten Stelleneinheiten soll im deutschen Abschnitt des Korridors nicht nur die Umrüstung des Hauptlaufweges von Norden nach Süden erfolgen, sondern auch die der 21 durchquerten Netzbezirke. Bis zur geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2030 soll der Streckenverlauf von der dänischen bis zur österreichischen Grenze mit ETCS ausgerüstet sein (Bild 2).

Für den vollständigen Einsatz von ETCS sind verschiedene Maßnahmen notwendig: Der Hauptlaufweg einschließlich der zugehörigen Netzbezirke wird vollständig mit ETCS L2oS ausgerüstet. Zusätzlich erfolgt die Modernisierung der Stellwerkstechnologie und des iLBS. Eine Doppelausrüstung der Infrastruktur mit Alt- und Neutechnik soll dabei vermieden werden. Um einen durchgehenden Betrieb mit ETCS L2oS zu gewährleisten, werden nicht ETCS-kompatible Stellwerke durch DSTW ersetzt und bereits mit ETCS ausgerüstete Strecken erhalten eine Funktionserweiterung auf ETCS Baseline 3. Dazu sind ebenfalls Anpassungen an Stellwerken und Betriebszentralen erforderlich. Ferner setzt das Fahren unter ETCS L2oS eine ausreichende Funkversorgung voraus, und es ist ein leistungsstarkes und sicheres bahnbetriebliches IP-Netzwerk erforderlich, weshalb im

Sweden to southern Italy via Denmark, Germany and Austria, connecting major cities and economic centres in Germany to Scandinavia and the Mediterranean. The objective of the TEN corridors is to strengthen transport infrastructure within the EU and to promote the European single market. The ScanMed Corridor is especially important for freight transport. The introduction of ETCS along the corridor will create an end-to-end interoperable rail network in Europe that promotes integration across the continent.

In Germany, the main ScanMed route is a north-south route that connects the Danish border near Padborg to the Austrian border. It passes through Hamburg, Erfurt, Nuremberg and Munich and is about 5,000 kilometres long, with roughly 34,500 controlled elements. Not only this main route will be upgraded; so too will the 21 rail network districts it passes through. The route from the Danish to the Austrian border is scheduled to go into operation in 2030 and will be equipped with ETCS by then (fig. 2).

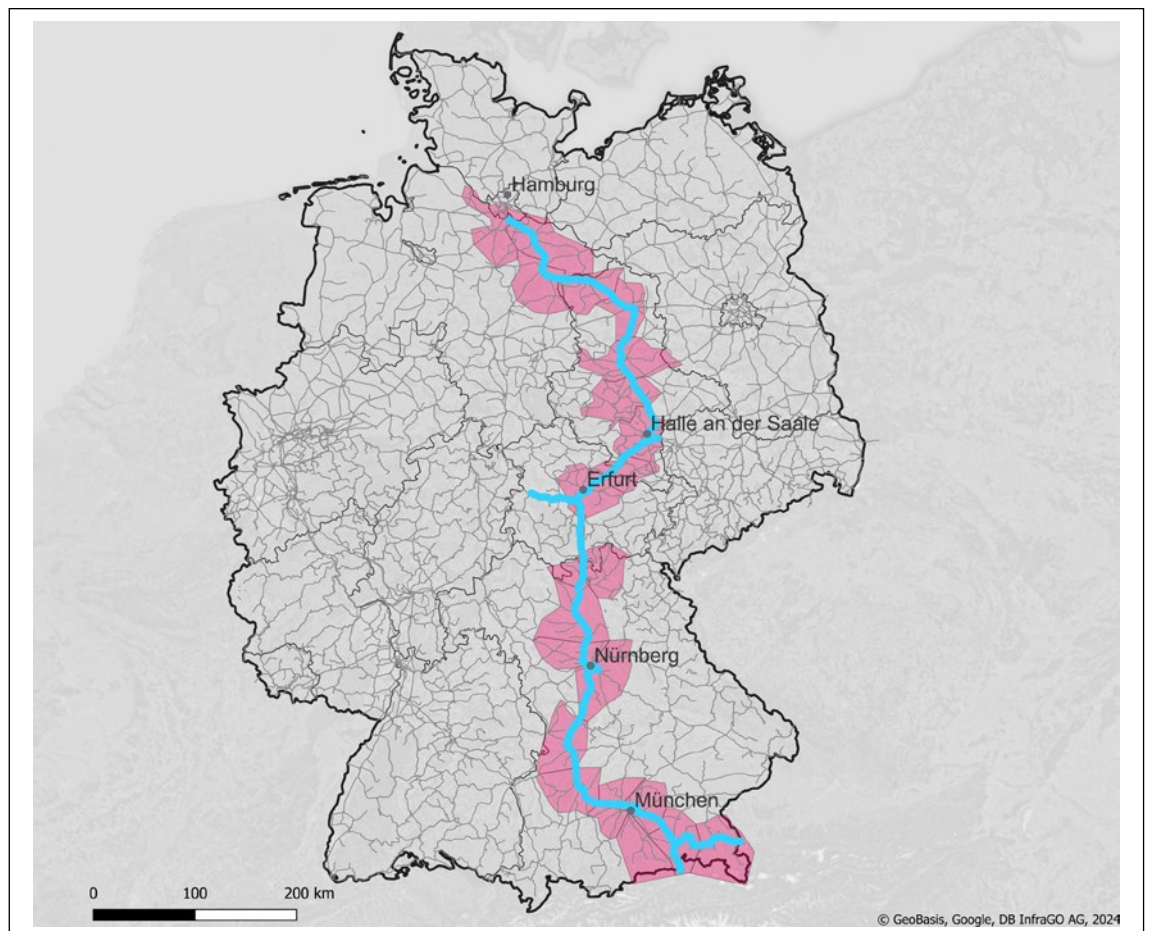
A variety of measures are needed before ETCS is fully operable. The main route, plus the network districts it passes through, must be fully equipped with ETCS L2 without signals. In addition, the signalling technology and the integrated control and operating system must also be modernised and there should ideally not be any overlaps between the old and new technology used in the infrastructure. In order to ensure end-to-end operations with ETCS L2 without signals, any interlockings that are not ETCS-compatible will be replaced with digital interlockings and lines that are already equipped with ETCS will be upgraded to ETCS Baseline 3. Upgrades will also need to be made at interlockings and operations centres. Moreover, ETCS L2 without signals re-

Bild 2: Korridor Skandinavien-Mittelmeer (ScanMed) inkl. Netzbezirke

Fig. 2: The Scandinavian-Mediterranean Corridor (ScanMed) with the network districts shown

Quelle / Source:

DB InfraGO AG



Rahmen dieses Projekts umfassende Maßnahmen im Bereich der Telekommunikations- und Kabelanlagen umgesetzt werden. Ebenso wird die BSS in die Planungen der betroffenen Netzbezirke integriert, was den Aufbau von BSO und TSO einschließt, von welchen aus die Strecken künftig gesteuert werden. Die Einrichtung von Radio Block Centers (RBC) für ETCS wird schließlich ebenfalls vorgenommen.

Das Projekt Korridor ScanMed setzt auf eine Vielzahl von Zielen: Es bildet die Basis für die Modernisierung und Harmonisierung der Technologien und fördert damit die Digitalisierung des Bahnverkehrs. Darüber hinaus werden alle Möglichkeiten geprüft, die zu einer Verbesserung der Infrastrukturqualität und der damit verbundenen Verfügbarkeit und Pünktlichkeit führen können. Der Bundesverkehrswegeplan 2030 und der Deutschlandtakt bilden dabei den Maßstab. Zudem werden Planungs- und Bauprozesse durch digitale und KI-gestützte Prozesse sowie durch umfangreiche Abstimmungen mit korrespondierenden Projekten effizient gestaltet.

Als Projekt des Starterpakets der DSD wird im Korridor ScanMed das Betrieblich-Technische Zielbild (BTZ) der DSD basierend auf dem Basis-Release-Plus realisiert, das die verschiedenen digitalen Technologien von ETCS über DSTW bis hin zur Telekommunikation und bahnbetrieblichen IT zusammenfasst. Darüber hinaus wird im Rahmen des Projekts Pionierarbeit durch die Erprobung neuer Ansätze im Projektmanagement sowie in den Planungs- und Bauverfahren geleistet. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen direkt in die Umsetzung des flächendeckenden Roll-outs der DSD ein.

4 Korridor Rhine-Alpine

Der Korridor Rhine-Alpine erstreckt sich von den Seehäfen Amsterdam und Rotterdam in den Niederlanden sowie Antwerpen in Belgien über die dicht besiedelten Rheinregionen in Deutschland und die Schweiz bis hin zu den norditalienischen Wirtschaftszentren

quires sufficient radio coverage and a high-performance and secure railway IP network, which is why the project also includes extensive work on telecommunications and cable systems.

The new Operations Control Strategy will also be integrated into the plans for the network districts the route passes through; this strategy includes establishing operational centres and technical systems centres, which will ultimately control the lines. Lastly, ETCS radio block centres (RBCs) will also be built.

The ScanMed Corridor project focusses on a number of objectives. It will lay the foundation for modernising and harmonising technologies, which will facilitate the digitalisation of rail transport. In addition, the project will also look into all the options that could improve infrastructure quality and therefore availability and punctuality. Options will be judged based on their compatibility with the 2030 German Federal Transport Infrastructure Plan and the Deutschlandtakt, a Germany-wide integrated regular-interval timetable. The use of digital and AI-supported processes and extensive coordination with related projects will make the planning and construction processes efficient.

DSD's operational-technical target based on the base-plus release (Basis-Release-Plus) is being implemented on the ScanMed Corridor as the DSD starter package. It combines the various digital technologies, from ETCS and digital interlockings to telecommunications and railway IT. The project is also doing pioneering work by testing new approaches to project management and planning and construction processes. The knowledge gained will be transferred directly to the nationwide rollout of DSD.

4 Rhine-Alpine Corridor

The Rhine-Alpine Corridor runs from Amsterdam and Rotterdam in the Netherlands and Antwerp in Belgium to Switzerland and the northern Italian economic centres of Milan and Genoa

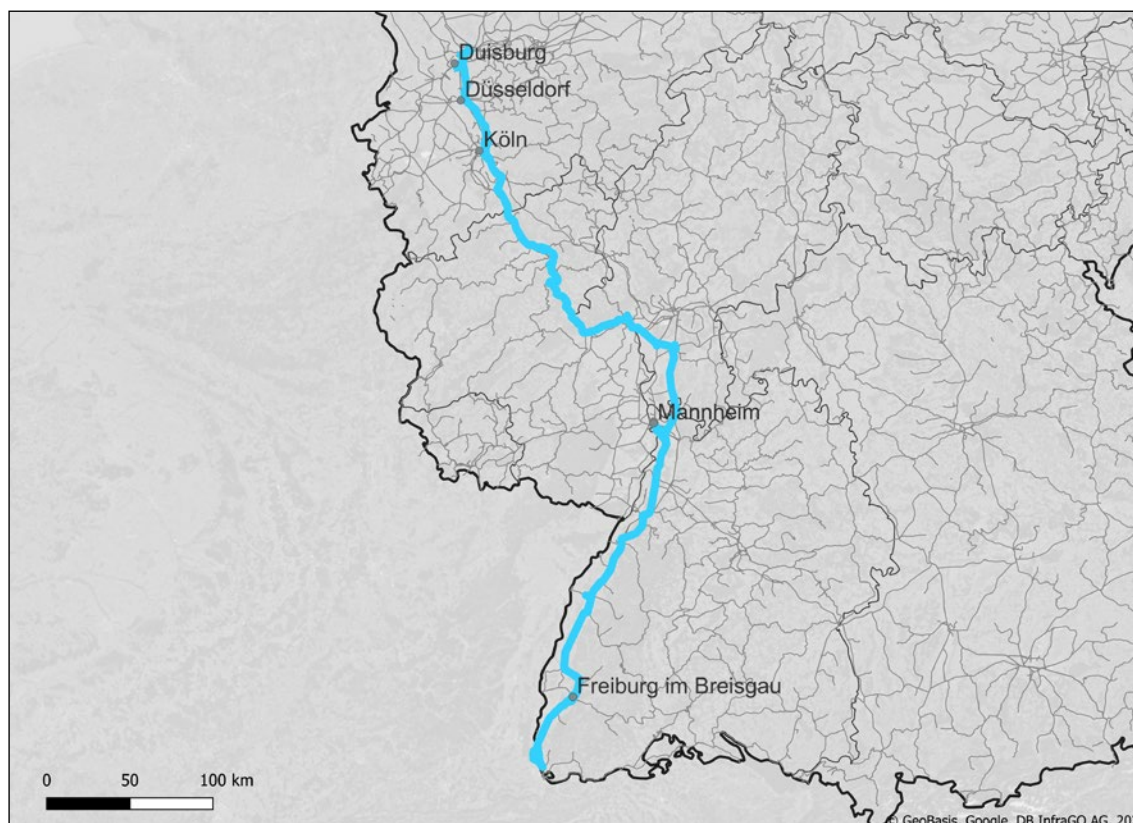


Bild 3: Streckenkarte Korridor Rhine-Alpine

Fig. 3: A map showing the Rhine-Alpine Corridor. Quelle/Source: DB InfraGO AG

tren Mailand und Genua. Er ist wie der Korridor ScanMed einer der neun TEN-Korridore, spielt ebenfalls eine zentrale Rolle im europäischen Schienengüterverkehr und dient gleichzeitig als wichtige Strecke für den internationalen Personenverkehr. Der deutsche Streckenanteil umfasst insgesamt ca. 1.600 Streckenkilometer (Bild 3).

Die ETCS-Ausrüstung entlang des Korridors Rhine-Alpine ist ein zentrales europäisches Projekt, auf das sich die beteiligten Mitgliedsstaaten bereits 2006 geeinigt haben. Ziel war und ist, grenzüberschreitende Zugfahrten zu erleichtern.

In technischer Hinsicht musste die Strategie für die deutsche Streckenausrüstung im Laufe der Jahre wiederholt an die fortschreitenden technischen Entwicklungen signifikant angepasst werden. So müssen neue Standards und Versionen, wie z. B. Baselines, möglichst zeitnah und reibungslos in die Planung integriert werden. Auf europäischer Ebene sind dazu fortlaufende Abstimmungen erforderlich, um hier einheitlich vorzugehen und einen interoperablen Zugverkehr zu ermöglichen.

Mit der Entwicklung und Einführung der technischen Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) 2016/797 (Baseline 3) hat die Modernisierung auch in Deutschland an Dynamik gewonnen, zunächst mit dem Ziel, die Durchfahrbarkeit auf den Korridorstrecken mit ETCS zu gewährleisten. Abhängig von der Kompatibilität der Stellwerkstechnik sollten die Strecken entweder mit ETCS Level 1 Limited Supervision (L1LS) oder Level 2 mit Signalen (L2mS)

via densely populated regions along the Rhine in Germany. Like the ScanMed Corridor, it is one of the nine TEN corridors and plays a crucial role in European rail freight transport, while also serving as an important route for international passenger transport. The German section of the corridor is approximately 1,600 kilometres long (fig. 3).

Implementing ETCS on the Rhine-Alpine Corridor is an important project for Europe and was agreed by the participating Member States back in 2006. The purpose was, and still is, to make it easier for trains to travel across borders.

From a technical standpoint, the strategy for German trackside equipment has had to be significantly updated multiple times over the years to keep pace with technical progress. New standards and versions, such as baselines, have had to be integrated into planning as quickly and smoothly as possible. This has required continuous coordination at the European level to ensure a uniform approach and enable interoperable rail transport.

The development and introduction of Technical Specification for Interoperability (TSI) 2016/797 (Baseline 3) generated momentum for modernisation in Germany, initially with the aim of ensuring uninterrupted travel on corridor lines with ETCS. The idea was to equip the lines with ETCS Level 1 Limited Supervision (L1LS) or Level 2 with signals (L2mS) depending on the compatibility with the signalling technology on each line. The Rhine-Alpine Corridor project was created for this purpose in



Dir ist wichtig, einen sicheren Betrieb zu gewährleisten?

Wir suchen dich als **erfahrene:n Planungsingenieur:in zur Weiterentwicklung als Prüfsachverständige:n**.

Begleite unsere Projekte im Infrastrukturbereich in den Gewerken:

- Leit- und Sicherungstechnik
- Elektrotechnik



Jetzt informieren und bewerben:
db.jobs/db-ec-abnahmepruefung

Was ist dir wichtig?

**Besuche uns auf
der InnoTrans 2024,
24. – 27.09.2024,
City Cube, Halle B,
Stand 410**

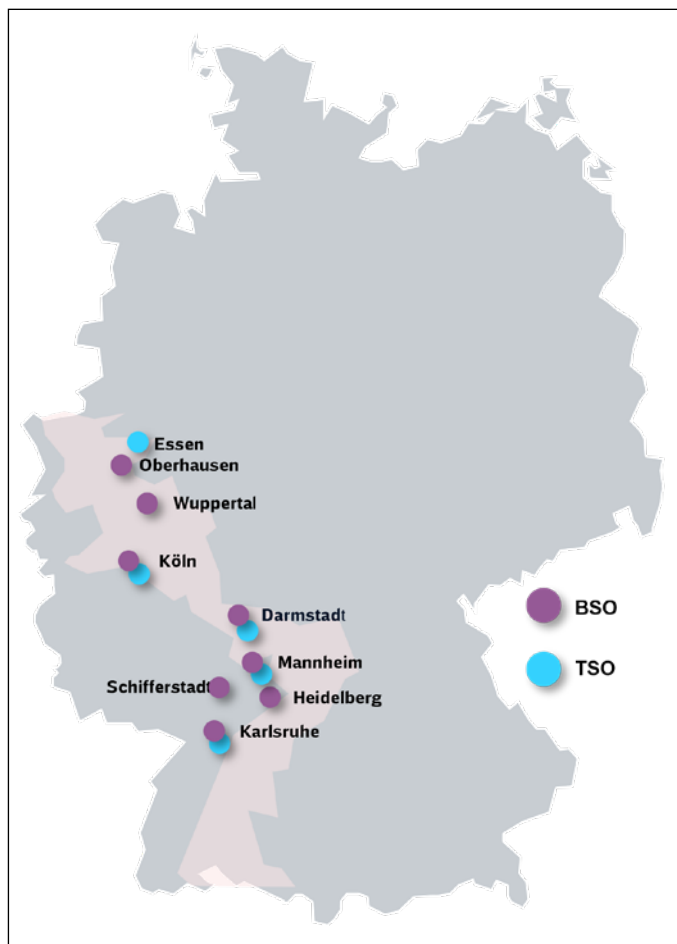


Bild 4: BSO/TSO-Standorte im Rahmen Korridor Rhine-Alpine

Fig. 4: The operational centres (German: BSO) and technical systems centres (German: TSO) along the Rhine-Alpine Corridor Quelle / Source: DB InfraGO AG

ausgerüstet werden. Im Jahr 2016 wurde zu diesem Zweck das Projekt Korridor Rhine-Alpine formiert. In diesem arbeiten mittlerweile über 130 Personen. Die Umsetzung erfolgt in drei Teilprojekten an den Standorten Köln, Frankfurt am Main und Karlsruhe. In Frankfurt am Main befindet sich zudem die zentrale Projektleitung zusammen mit der Inbetriebnahmesteuerung.

Seit 2020 hat sich im Zuge der Entwicklung der DSD-Strategie der Fokus im Projekt von der Gewährleistung der Durchfahrbarkeit mit ETCS hin zu einer grundlegenden Erneuerung der LST verschoben. Der Ansatz zur Ausrüstung von Streckenteilen mit ETCS L1LS wurde dabei verworfen, da die im DSD-Zielbild vorgegebenen Effekte, wie z. B. Kapazitätssteigerung, mit diesem Level nicht zu erreichen waren. So werden seit 2022 die betreffenden Streckenabschnitte grundlegend neu geplant. Für die Ausrüstung sind nun ETCS L2 (mit und ohne Signale) sowie ESTW und DSTW mit einer integrierten Bedienung (iLBS) vorgesehen. Deshalb wird in wesentlichen Teilen die neue BSS umgesetzt. Diese beinhaltet die Planung und Beauftragung von acht BSO sowie fünf TSO. Damit zählt der Korridor Rhine-Alpine zu den ersten Projekten, die die neue Strategie realisieren werden (Bild 4).

Die Realisierung von ETCS L2oS wird zeitgerecht in Abhängigkeit von der Fahrzeugausstattung und einer koordinierten Gesamtstrategie auf Sektorebene erfolgen. Ein Rückbau der bisherigen deutschen Zugbeeinflussungssysteme Punktformige Zugbeeinflussung (PZB) und Linienformige Zugbeeinflussung (LZB) ist auf den Korridorstrecken derzeit noch nicht vorgesehen.

2016 and now employs over 130 people. The project is divided into three sub-projects in Cologne, Frankfurt am Main and Karlsruhe. The main project management team and commissioning management team are based in Frankfurt.

Since 2020, the project's focus has shifted from ensuring uninterrupted travel with ETCS to enabling a complete overhaul of the control and safety technology systems in line with the DSD strategy. The initial plan of installing ETCS L1LS on some sections was ultimately rejected, as this level would not have made it possible to achieve the capacity and other improvements necessary for DSD. In place of the initial plan, work began in 2022 on completely new plans to equip the sections with ETCS L2 (with and without signals) and electronic and digital interlockings with an integrated control and operating system. The new Operations Control Strategy is now being implemented in key areas, including designing and opening eight operational centres and five technical systems centres. This will make the Rhine-Alpine Corridor project one of the first to implement the new strategy (fig. 4).

ETCS L2 without signals will be implemented in good time depending on when the vehicles are equipped and a coordinated overall strategy is in place at the sector level. There are currently no plans to dismantle the existing German PZB (intermittent automatic train-running control) or LZB (continuous automatic train-running control) systems on the corridor lines.

Line sections are being equipped with ETCS and coming into operation step by step, with all of them scheduled to be in service and using ETCS by 2030. The first line section equipped with ETCS L2, between Darmstadt-Eberstadt and Weinheim/Hemsbach, went into operation in December 2022. State-of-the-art electronic interlocking subcentres were built for this purpose. The sections between Basel and Karlsruhe and between Wiesbaden and Troisdorf will be the next to go into operation with ETCS L2 and electronic interlockings by mid-2027. The equipment will be installed on the section between Basel and Karlsruhe in close coordination with the Karlsruhe – Basel upgrade/new-build line project, which will bring the new infrastructure into operation in 2025 (Schliengen – Müllheim (Baden)) and 2026 (the Rastatt tunnel). The implementation of the new DSD strategy with ETCS L2, digital interlockings and the Operations Control Strategy (operational centres and technical systems centres) will begin on the remaining sections in 2028.

There are extensive challenges associated with the technical implementation and coordination of the different aspects of a project of this scale – from planning and coordinating different tasks, guidelines and technical disciplines to selecting suppliers for large-scale retrofitting work. New and complex technologies have to be designed, built, accepted and approved. Trackside approval must also be granted by the European Railway Agency for each section brought into operation and TSI conformity must also be demonstrated. In addition, extensive coordination across borders is also required when arranging technical interfaces with neighbouring countries and infrastructure managers not owned by the German government.

The entire section between the North Sea ports and northern Italy via the Alpine route will have been equipped with ETCS once the Rhine-Alpine Corridor project has been completed, thereby allowing trains to travel without changing train control systems. This will make things much easier for all the rail companies involved in freight transport, ultimately helping to link key business regions more closely across neighbouring European countries.

Die Ausrüstung und Inbetriebnahme der Streckenabschnitte mit ETCS erfolgt sukzessive bis 2030. Im Dezember 2022 erfolgte die erste Inbetriebnahme von ETCS L2 auf dem Streckenabschnitt zwischen Darmstadt-Eberstadt und Weinheim/Hemsbach. Stellwerksseitig wurden moderne ESTW-Unterzentralen errichtet. Weitere Inbetriebnahmen mit ETCS L2 und ESTW folgen bis Mitte 2027 zwischen Basel und Karlsruhe sowie zwischen Wiesbaden und Troisdorf. Zwischen Basel und Karlsruhe erfolgt die Ausrüstung in enger Abstimmung mit dem Projekt Ausbaustrecke/Neubaustrecke Karlsruhe–Basel, das in 2025 (Schliengen–Müllheim (Baden)) und 2026 (Tunnel Rastatt) die neue Infrastruktur in Betrieb nimmt. Ab 2028 greift für die übrigen Streckenabschnitte die neue Strategie der DSD mit ETCS L2 und DSTW sowie BSS (BSO und TSO).

Die technische Realisierung und die Koordination der vielfältigen Aspekte – von der Planung über die Koordination unterschiedlicher Aufgaben, Richtlinien und Gewerke bis hin zur Vergabe großer Ausrüstungsumfänge – stellen bei einem Projekt mit dieser Dimension umfangreiche Herausforderungen dar. So sind neue und komplexe Techniken zu planen, zu bauen, abzunehmen und zuzulassen. Auch muss für jeden Inbetriebnahme-Abschnitt durch die Europäische Eisenbahngesellschaft ein Genehmigungszertifikat (Trackside Approval) ausgestellt werden und die TSI-Konformität nachgewiesen werden. Ferner sind umfassende länderübergreifende Abstimmungen erforderlich, in deren Rahmen technische Schnittstellen mit Nachbarländern und nicht-bundeseigenen Infrastrukturbetreibern zu lösen sind.

Im Zielzustand wird durch die Ausrüstung des Korridors Rhine-Alpine eine durchgehende ETCS-Befahrbarkeit zwischen den Seehäfen der Nordsee und Norditaliens über die Alpenroute ohne Wechsel eines Zugbeeinflussungssystems möglich sein, sodass für alle Güterverkehrs-EVU eine erhebliche Vereinfachung eintreten wird. Auf diese Weise werden die zentralen europäischen Wirtschaftsräume der Anrainerländer noch enger zusammenwachsen.

5 Fazit

Die Sektorinitiative DSD stellt einen grundlegenden Wandel in der deutschen Eisenbahngeschichte dar. Durch die Digitalisierung der Schiene mit Technologien wie ETCS und DSTW soll nicht nur eine Steigerung der Kapazität, Zuverlässigkeit und Effizienz im Eisenbahnverkehr erzielt werden, sondern auch ein wichtiger Beitrag zur Verkehrswende geleistet werden. Auf diese Weise soll die Nutzung des umweltfreundlichsten Verkehrsmittels auf nationaler und internationaler Ebene gefördert werden.

Die bisherigen Meilensteine, wie die Einführung von ETCS auf über 500 Streckenkilometern und die Inbetriebnahme erster DSTW, markieren den Start für die Erreichung der ambitionierten Ziele der DSD. Fortführende Programme, wie das Schnellläuferprogramm und das Starterpaket, zielen darüber hinaus darauf ab, Prozesse zu optimieren bzw. zu beschleunigen und schließlich Erfahrungen für den deutschlandweiten Roll-out der DSD-Technologien zu sammeln. Mittels der Infrastrukturprojekte der DSD wird in den nächsten Jahren die digitale Basis für die ganzheitliche Modernisierung des Schienennetzes geschaffen. So werden europaweit Menschen und Güter noch einfacher miteinander verbunden werden. ■

5 Conclusion

DSD is a sector-wide initiative that marks a fundamental transformation in German railway history. Digitalising rail using technologies such as ETCS and digital interlockings will not only increase the capacity, reliability and efficiency of rail transport, but will also play an important role in helping decarbonise the transport sector. The goal is to use this approach to promote the use of the most environmentally friendly mode of transport at a national and international level.

The milestones achieved so far, such as the introduction of ETCS on over 500 kilometres of line and the commissioning of the first digital interlockings, are just the beginning when it comes to meeting the ambitious targets set in the DSD initiative. Ongoing programmes, such as the fast-track programme and the starter package, are also aimed at optimising and accelerating processes and ultimately gathering experience for the Germany-wide rollout of DSD technologies. DSD's infrastructure projects will lay the digital foundation for the overall modernisation of the rail network in the coming years, thereby making it easier to connect people and goods throughout Europe. ■

AUTOREN | AUTHORS

Dipl.-Inf. Frank Gülicher

Beauftragter der DB AG für BIM Infrastruktur und Leiter DSD Projektportfolio /
DB AG Representative for Infrastructure BIM and
Head of the DSD project portfolio
Digitale Schiene Deutschland
DB InfraGO AG
Anschrift / Address: EUREF-Campus 17, D-10829 Berlin
E-Mail: frank.guelicher@deutschebahn.com

Dipl.-Ing. Christoph Theuergarten

Gesamtkoordinator Realisierung DSD-Korridor ScanMed /
General Coordinator for implementation of the DSD-Corridor ScanMed
Digitale Schiene Deutschland
DB InfraGO AG
Anschrift / Address: EUREF-Campus 17, D-10829 Berlin
E-Mail: christoph.theuergarten@deutschebahn.com

Dipl.-Ing. Ulrich Kohlenberger

Gesamtkoordinator Realisierung DSD-Korridor Rhine-Alpine /
General Coordinator for implementation of the DSD-Corridor Rhine-Alpine
Digitale Schiene Deutschland
DB InfraGO AG
Anschrift / Address: Adam-Riese-Straße 11-13, D-60327 Frankfurt am Main
E-Mail: ulrich.u.kohlenberger@deutschebahn.com