

Ganzheitlicher Ansatz mit Potenzial – Building Information Modeling für eine innovative und digitale Bahninfrastruktur

A holistic approach with potential –
Building Information Modelling for an innovative
and digital rail infrastructure

Carolin Baier | Sebastian Demmler

Die Entwicklungen der vergangenen Jahre haben die Verbreitung digitaler Technologien in unserer Branche in einem starken Ausmaß vorangetrieben. Diesen Trend hat die Pandemie noch einmal beschleunigt. Die Digitalisierung ist hierbei der Schlüssel zu erhöhter Verfügbarkeit, steigender Automatisierung, Konnektivität und verändert auch nachhaltig die Form unserer Zusammenarbeit im Rahmen von Projekten in der Leit- und Sicherheitstechnik (LST). So, wie sich alle Lebensbereiche im digitalen Wandel befinden, wird auch der Schienenverkehr durch die Digitalisierung gewandelt. Wir befinden uns bereits mitten in der Transformation: Die Digitalisierung bietet der schienengebundenen Mobilität mehr Flexibilität, Effektivität sowie Effizienz und treibt die Vernetzung der Mobilitätsangebote maßgeblich voran. In diesem Beitrag wird der innovative Einsatz der Methodik „Building Information Modeling (BIM)“ bei Siemens Mobility erläutert. BIM umfasst hierbei die Digitalisierung von Planung, Bau und Betrieb von Infrastruktur wie Gebäuden und Streckenelementen für die Eisenbahnsignaltechnik. Die ersten Einsätze in ETCS-Projekten zeigen, wie die Zukunft des Schienenverkehrs dank durchgängiger Datenmodelle von BIM aussehen kann.

1 Überblick und Chancen des digitalen Wandels im Schienenverkehr

Allen voran haben Internet- und Smartphone-Applikationen die Optionen der individuellen Mobilität stark beeinflusst und multimodale Reisemöglichkeiten für jeden Fahrgast verfügbar gemacht. Gleichzeitig haben neue Wettbewerber und Angebote den Druck auf traditionelle Verkehrsbetriebe erhöht. Um auch zukünftig ein attraktiver Bestandteil der Transportkette zu sein, müssen Bahnbetreiber ihr Angebot ausbauen, verbessern und zukunftstauglich machen. Profitieren werden diejenigen, die die bestehende Infrastruktur mit intelligenten Mitteln vernetzen, Transportkapazitäten erweitern und die Infrastruktur so auf eine digitale Zukunft vorbereiten. Die spannende Frage ist: Wie werden die fortschreitende Vernetzung, die „cloud-driven automation“, „big data“, „machine learning“, „augmented reality“ und „Blockchain“ – um nur einige der Schlagwörter zu nennen – diesen Wandel prägen? Diese neuen Technologien bedeuten für Infrastrukturbetreiber und Technologieunternehmen zunächst eine enorme Chance, um das hohe Verkehrsaufkommen zu bewältigen,

The developments of recent years have driven the spread of digital technologies in our industry on an unprecedented scale. This trend has been further accelerated by the pandemic. Digitalisation is the key to increased availability, growing automation and connectivity, while it has also permanently changed the way we collaborate on projects in signalling and control systems. Just as all the aspects of our lives are undergoing a digital transformation, rail transport is also being changed by digitalisation. We are already in the middle of this transformation: digitalisation offers more flexibility, effectiveness and efficiency to rail-based mobility and strongly drives the interconnectedness of mobility offerings. This article describes an innovative application of the “Building Information Modelling (BIM)” methodology by Siemens Mobility. Within this context, BIM comprises the digitalisation of the planning, construction and operation of infrastructure assets such as buildings and open-line elements for railway signaling. Initial applications in ETCS projects have revealed how the future of rail transport could look with the help of system-wide BIM data models.

1 An overview and the opportunities of digital transformation in rail transport

Internet and smartphone applications have had the strongest influence on individual mobility options and have made multi-modal travel opportunities available to every passenger. At the same time, new competitors and offerings have also increased the pressure on traditional transport services. In order to remain an attractive component of the transport chain going forward, infrastructure operators must expand and improve their services and make them fit for the future. This will benefit those who network the existing infrastructure with intelligent means, expand transport capacities and, in doing so, prepare the infrastructure for a digital future. The exciting question is: how will advancing interconnectedness, “cloud-driven automation”, “big data”, “machine learning”, “augmented reality” and “Blockchain” – to name just a few of the key terms – shape this transformation? First of all, these new technologies present infrastructure operations and technology companies with a huge opportunity to manage high traffic volumes

ohne neue Gleise verlegen zu müssen. Eine Chance auf nachhaltige, schnelles und komfortables Reisen. Eine Chance auf mehr Effizienz und hohe Wertschöpfung bei vergleichsweise geringen Investitionen.

Wir befinden uns bereits mitten in der digitalen Transformation verschiedener Bahnbereiche, wie z. B. das hochautomatisierte Fahren im Projekt Digitale S-Bahn Hamburg gezeigt hat. Änderungen an der Bahninfrastruktur stellen jedoch auch heute noch – vor allem hinsichtlich der Planung – stets eine große zeitliche Herausforderung dar. Eine Optimierung der Planungs- und Ausführungsphase bietet ein enormes Potenzial für Verbesserungen. In diesem Zusammenhang greift die Methodik BIM. Unter BIM wird in diesem Beitrag die Digitalisierung von Planung, Bau und Betrieb von Infrastruktur wie Gebäuden und Streckenelementen für die Eisenbahnsignaltechnik zusammengefasst. BIM ist eine kollaborative Methode, die mithilfe von digitalen Infrastrukturmodellen von Strecken und Gebäuden gezielt Information erfasst, verarbeitet und verwaltet. Dabei sind die transparente Kommunikation und der Austausch von Informationen über Produkt- und Systemlebenszyklen zwischen allen Beteiligten von entscheidender Bedeutung. Hier setzen die BIM-Anwendungsfälle an und schließen Datenerfassung, Datenaufbereitung, 3D-Modellierung und vielfältige Applikationen ein.

2 Digital Track Services bieten die Grundlage für eine automatisierte und beschleunigte Projektentwicklung

Die Nutzung von Digital Track Services sichert eine innovative und digitalisierte Bahninfrastruktur. Mit den einzelnen Service-Bausteinen können die Transparenz und Validität von Daten sowie die Realisierung von Infrastrukturprojekten über den gesamten Lebenszyklus gesteigert werden. Mit BIM wird die Bahninfrastruktur zweimal, zuerst virtuell und dann physisch, gebaut. Die Vorteile von Digital Track Services im Überblick:

- Präzise und vollständig digitale Bestandsdatenerfassung
- Effizientes Informationsmanagement für mehr Transparenz und Informationskonsistenz durch kontinuierliche Überprüfung, Validierung und Visualisierung des entwickelten Systems über alle Projektzyklen hinweg
- Verwendung einheitlicher Datenaustauschformate
- Konsistenter und zuverlässiger Projektplanungsablauf
- Frühzeitige Identifizierung von Projektrisiken
- Effektive Verzahnung der Projektgewerke durch stetig aktuelle Datenbasis
- Möglichkeit der Simulation und Szenarioanalyse mit statischen und dynamischen Daten zur Verbesserung der Qualität und Verfügbarkeit des gesamten Systems
- Prüfung des Lichtraums der Bahninfrastruktur anhand des erfassten Bestandsmodells sowie Durchführung einer Kollisionsprüfung (z. B. zur Pflege der Lichtraumprofil-Datenbank).

3 Wie funktionieren die Servicebausteine?

Das digitale Erfassen beschreibt ein Verfahren zur Digitalisierung von Streckenumgebungen als Grundlage für eine weiterführende 3D-Modellierung oder für diverse Datenauswertungen. Das Verfahren basiert auf einem mobilen Vermessungssystem, das an unterschiedlichen Fahrzeugtypen wie Autos, Zügen, Servicefahrzeugen und Helikoptern montiert werden kann. Die erfassten Daten werden im Rahmen der umfangreichen Servicedienstleistungen der Siemens Mobility GmbH aufbereitet und mithilfe von auf künstlicher Intelligenz (KI) basierenden Algorithmen ausgewertet. Die prozessierten Daten werden in verschiedenen automatisierten, qualitäts-

without having to lay any new tracks. A chance to travel sustainably, speedily and in comfort. An opportunity for greater efficiency and high added value with comparatively low levels of investment.

We are already in the middle of the digital transformation of various railway environments, as evidenced for instance by the highly automated driving mode in the digital S-Bahn project in Hamburg. However, changes to the rail infrastructure still constitute a major time challenge, especially when it comes to planning. Optimising the planning and implementation phases offers huge potential for improvements. This is where the BIM methodology comes into play. For the purposes of this article, BIM comprises the digitalisation of the planning, construction and operation of infrastructure assets such as buildings and open-line elements for railway signalling. BIM is a collaborative method that collects, processes and manages specific information using digital infrastructure models of lines and buildings. The crucial factors in this regard include transparent communication and the exchange of information among all the parties involved throughout the product and system lifecycles. This is where the BIM applications, which consist of data acquisition, data processing, 3D modelling and a wide variety of applications, come in.

2 Digital Track Services are the foundation for automated and accelerated project implementation

The use of Digital Track Services ensures an innovative and digitalised rail infrastructure. The individual service modules help increase the transparency and validity of the data and improve the implementation of infrastructure projects throughout the entire lifecycle. The rail infrastructure is constructed twice with BIM, first virtually and then physically. The advantages of Digital Track Services at a glance:

- the precise and complete acquisition of as-built data,
- efficient information management for more transparency and information consistency as a result of continuously checking, validating and visualising the developed system across all the project cycles,
- the use of consistent data exchange formats,
- a consistent and reliable project planning process,
- the early identification of project risks,
- the effective dovetailing of the project subsystems thanks to a constantly updated database,
- the option of simulation and scenario analysis using static and dynamic data to improve the quality and availability of the entire system,
- the inspection of the rail structure clearance based on the captured as-is model, as well as the performance of a collision test (e.g. for maintaining the clearance gauge database).

3 How do the service modules work?

Digital capture refers to a process used to digitalise line environments as the basis for advanced 3D modelling or for various types of data analysis. The process is based on a mobile surveying system that can be installed on different types of vehicles such as cars, trains, service vehicles and helicopters. The captured data is processed using the extensive range of services offered by Siemens Mobility GmbH and analysed with the help of artificial intelligence (AI) based algorithms. Verification of the processed data includes various automat-

sichernden Schritten, u. a. derzeit zusätzlich durch das Vier-Augen-Prinzip, geprüft. Im Ergebnis wird eine georeferenzierte 3D-Punktwolke der Bahninfrastruktur erstellt, einschließlich detaillierter Bilder des Gleises und der Umgebung des Gleises (je nach Laserentfernung) sowie Gleisgradienten. Jedes Bild wird mit GNSS-Daten kombiniert und nachbearbeitet. Die erfassten Infrastrukturobjekte entlang der Streckenbefahrung werden zudem mit weiteren Zustandsinformationen angereichert und dargestellt.

4 Durchgängige Datenmodelle sichern die digitale Bahninfrastruktur der Zukunft

Durch eine Synchronisation verschiedener Datenquellen wie z.B. der Daten des Geoinformationssystems (GIS) und der Liegenschaftskatasterinformationen (ALKIS) wird im ersten Schritt ein BIM-Bestandsmodell für die weitere digitale Planung aufgebaut. Sämtliche Ergebnisse inklusive der ausgewerteten und angereicherten Punktwolke bzw. Bilder sowie Lagepläne werden über einen personalisierten, Web-Browser basierten Cloudzugang bereitgestellt. In weiteren Leistungsphasen setzen nun die einzelnen Planungsphasen sowie die digitale Montage auf diesem Datenmodell auf. Der physische Bauprozess beginnt erst, nachdem das virtuelle Modell alle Erwartungen und Spezifikationen erfüllt – dadurch wird eine Zeit- und Kosteneffizienz erreicht sowie gleichzeitig die Qualität in komplexen Bahninfrastrukturprojekten verbessert. Vor der tatsächlichen Realisierung im Feld können mögliche Mängel, Konstruktionsfehler und Abhängigkeiten in komplexen Infrastrukturprojekten identifiziert werden. Veränderungen und Probleme im virtuellen Modell sind leichter nachzuvollziehen sowie zu lösen.

5 Anwendungs- sowie Umsetzungsbeispiele von Digital Track Services

Die Bilder 1 - 6 sollen einen anschaulichen Eindruck und Überblick von den Möglichkeiten der Digital Track Services vermitteln.

6 Aufbereitung und Aktualisierung von Bestandsdaten – Projektreferenzen in Deutschland

Digital Track Services in Verbindung mit BIM werden bereits in verschiedenen Infrastrukturprojekten, wie z.B. in Projekten bei

ed quality-assurance steps, currently including the four-eyes principle. This results in the creation of a georeferenced 3D point cloud of the rail infrastructure, including detailed images of the track, the track environment (depending on the laser distance) and the track gradient. Every image is combined with GNSS data and post-edited. The infrastructure assets recorded along the travelled line section are further enhanced and displayed with additional status information.

4 Consistent data models secure the digital rail infrastructure of the future

Various data sources, such as the data from the geographical information system (GIS) and information from the real estate register (ALKIS), are synchronised in the first step in order to create an as-built BIM model for further digital planning. All the results, including the analysed and enhanced point cloud or images and the layout diagrams, are made available via personalised web browser-based cloud access. This data model serves as the basis for the individual planning phases and the digital installation in the subsequent performance phases. The physical construction process does not start until the virtual model has met all the expectations and specifications – this will result in time and cost efficiency and also improve the quality in complex rail infrastructure projects. Potential faults, design errors and dependencies can be identified in a complex infrastructure project before the actual implementation in the field. Any changes and problems in the virtual model can therefore be more easily tracked and resolved.

5 An overview of the selected application and implementation examples for the Digital Track Services

Fig. 1 - 6 should provide a descriptive impression and overview of the options provided by the Digital Track Services.

6 As-built data processing and updating – project references in Germany

The Digital Track Services are already being used in conjunction with BIM in a variety of infrastructure projects, for in-



Bild 1: LiDAR-Scan zur Erzeugung einer georeferenzierten Punktwolke und der dazugehörigen Fotodaten mit anschließender Bereitstellung in einem Web-Viewer
 Fig. 1: A LiDAR scan used to generate a georeferenced point cloud and related photo data with subsequent display in a web viewer

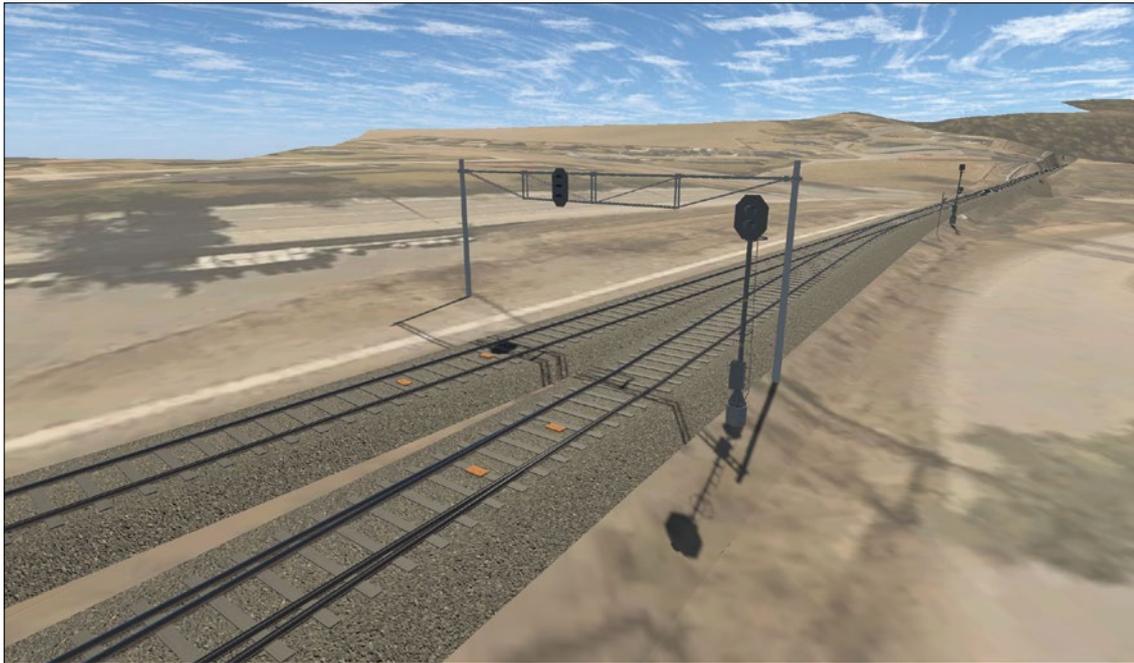


Bild 5: Virtuelle Streckendarstellung in einem 3D-Modell für Simulations-szenarien

Fig. 5: A virtual line view in a 3D model for simulating scenarios and train driver training

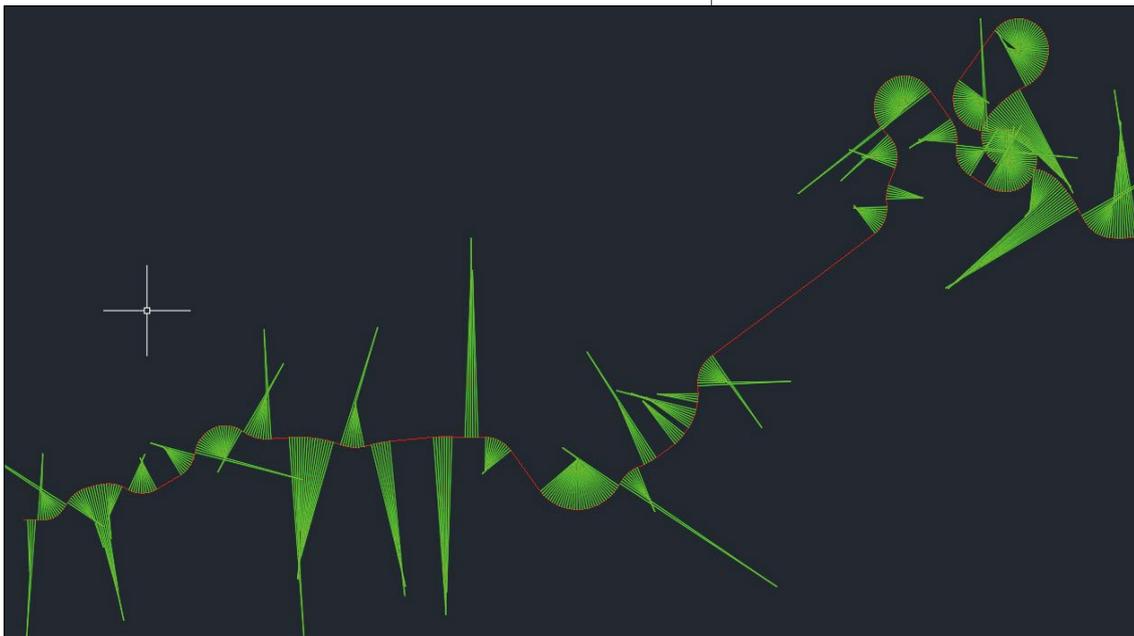


Bild 6: Berechnung von Kurven-übergängen für mögliche Berechnung des Geschwindigkeits-profil

Fig. 6: Calculating curve transitions for potential speed profile calculations

der Deutschen Bahn AG (DB) und in Norwegen für die Bane NOR angewandt.

Im Rahmen der Aufbereitung und Aktualisierung von Bestandsdaten in der bundesweiten Bestandsplanbereinigung der DB wurden Digital Track Services im Jahr 2021 zusammen mit der Region Ost der DB Netz AG pilotiert und angewendet. In diesem Zusammenhang wurden die Infrastrukturelemente der Gewerke LST sowie Oberleitung auf ca. 500 Streckenkilometern digital erfasst und über die Datenprozessierung die Feldpositionen ggf. auf die reale GNSS-Position angepasst. Der dazugehörige Betriebskilometer wurde neu berechnet. Die darauf aufbauende Korrektur der Bestandsdaten in den GIS der DB Netz AG leistet einen wichtigen Beitrag zur Aktualisierung und hochgenauen Datengrundlage für anstehende Infrastrukturprojekte sowie für die Anlagenverantwortlichen in der Instandhaltung.

stance in projects with Deutsche Bahn AG (DB) and with Bane NOR in Norway.

The Digital Track Services were piloted and applied in 2021 in collaboration with DB Netz AG Region East as part of the processing and updating of the as-built data within the framework of the nationwide revision of the as-built plans at DB. The signalling and control infrastructure elements, as well as the overhead line subsystems, were recorded digitally on about 500 route kilometres within the scope of this project and, where required, the field positions were adjusted to the actual GNSS position using data processing. The related operating kilometres were then recalculated. The resulting correction of the as-built data in the DB Netz AG GIS has contributed greatly to providing an updated and highly accurate data basis for pending infrastructure projects and for those responsible for maintaining the installations.

7 Einsatz in ETCS-Projekten weltweit

Die Nutzung von Digital Track Services im ETCS-Großprojekt Korridor A Rhine-Alpine RBC 05 Darmstadt-Eberstadt basiert auf der Analyse der bestehenden Planung (Planungsteil 1). Das zuvor beschriebene mobile Vermessungssystem eignet sich aufgrund seiner technischen Eigenschaften und der darauf aufbauenden, maßgeschneiderten Prozessierungsschritte sehr gut für eine Erfassung von Streckenabschnitten und zugehöriger LST-Ausrüstung sowie Erstellung eines Infrastrukturbestandsmodells für die ETCS-Projektierung.

Die Datenaufbereitung und -auswertung beinhaltet neben der generellen Erfassung von LST-Equipment auch die Gegenüberstellung ausgewählter PT-1-Plandaten mit der durch die virtuelle Streckenbegehung erfassten Feldelemente. Im Fokus lag hierbei der Vergleich der in der Planung ermittelten Positionen von Hauptsignalen, Weichenanfängen und Grenzzeichen (Ra12) mit den realen Istpositionen. Ziel dieser Gegenüberstellung war die Aufdeckung von Abweichungen zwischen Plan- und tatsächlichen realen Istdaten und ggf. Anpassung der bestehenden Ausführungsplanung zur Optimierung der Verortung und Montage von Balisen.

Auf Basis des Infrastrukturdatenmodells, bestehend aus den realen Felddaten und Planungsdaten, wurde in der darauffolgenden Realisierungsphase die digitale Montage umgesetzt. Zur Unterstützung der mobilen Montageteams wurden in diesem Zusammenhang hochgenaue GNSS-Antennen und Tablets zur Verortung der Balisen im Feld eingesetzt.

Siemens Mobility baut derzeit einen digitalen Zwilling (Digital Twin) mit der Plattform BIM360 von Autodesk für den norwegischen Kunden Bane NOR. Zunächst wird die Eisenbahninfrastruktur mithilfe eines hochgenauen Vermessungssystems gescannt. Auf Basis dieser Daten wird eine digitale Standortbestimmung durchgeführt, also die Identifizierung und Extraktion der verschiedenen Systemkomponenten, und hieraus ein komplettes Systemlayout, skaliertes zweigleisiges Gleislayout genannt, umgesetzt. Darauf aufbauend wird ein 3D-Modell mit korrekten georeferenzierten Positionen erstellt. Die in diesem Modell bereitgestellten Daten können in Engineering-Tools übertragen werden, was den Kunden bei der Planung des neuen ETCS-Systems und anderer Infrastrukturaktualisierungen unterstützt. Das Modell hat noch viele weitere Funktionen. Es kann zur Kollisionserkennung, als Kollaborationswerkzeug, zur Fahrsimulation für Triebfahrzeugführer und zur erweiterten realitätsnahen Arbeit vor Ort eingesetzt werden. In Norwegen wird der Digital Twin auf der ETCS-Teststrecke sowie in Teilen auf der Gjøvikbanen und Nordlandsbanen entwickelt und getestet. Derzeit konzentriert sich das Projekt auf die Entwicklung der Funktion, die eine erweiterte, realitätsgestützte Arbeit vor Ort ermöglicht. Damit kann das Wartungspersonal Komponenten leichter identifizieren und völlig papierlos arbeiten, einschließlich der Checklisten für digitale Schilder.

8 Fazit und Ausblick

BIM ist eine kooperative Arbeitsmethodik, die digitale Modelle nutzt, um Informationen und Daten über ihren Lebenszyklus konsistent zu erfassen und zu verwalten. Diese Methodik dient zum Austausch transparenter Kommunikation zwischen den Beteiligten und verbessert somit die Art und Weise der Zusammenarbeit. BIM birgt weitreichende Chancen und ermöglicht, die Schieneninfrastruktur mit mehr Einblick zu planen und zu bauen, es schafft aber auch bedeutsame Vorteile, die während der Betriebsphase

7 Use in ETCS projects worldwide

The use of Digital Track Services in the large-scale Corridor A Rhine-Alpine RBC 05 Darmstadt-Eberstadt ETCS project is based on an analysis of the existing planning (planning part 1). Its technical properties allowing the development of customised processing steps mean that the surveying system described above is very well suited to capturing line sections and related S&C equipment and to creating an as-built infrastructure model for ETCS configuration.

In addition to capturing the S&C equipment in general, the data processing and analysis also included a comparison of selected PP-1 plan data and the field elements captured by the virtual inspection of track sections. The focus of the comparison involved the positions of the main signals, the beginnings of turnouts and the clearing markers (Ra12) determined during the planning versus their actual real-life positions. The objective of this comparison was to discover any discrepancies between the plan and the actual data and to adjust the existing execution plans in order to optimise the balise placement and installation where applicable.

The digital installation took place in the subsequent implementation phase based on the infrastructure data model consisting of the actual field data and the planning data. In order to support the mobile installation team, high-precision GNSS antennas and tablets were also used to place the balises in the field.

UNTERWEGS IN DIE DIGITALE ZUKUNFT DER BAHN



ESE GmbH -

Ihr Partner für die Digitalisierung der Bahn

Engineering Services | Cybersecurity | Safety Assessments

info@ese.de | www.ese.de



Engineering und Software-Entwicklung

realisiert werden können. All dies verbessert die Wirtschaftlichkeit über den gesamten Lebenszyklus der Infrastruktur und generiert messbare Potenziale für Planer, Betreiber und Hersteller. Die erwähnten Referenzen von Siemens Mobility zeigen, wie die Potenziale bereits in der Realität genutzt werden können.

Als zentrales Element zur erfolgreichen Implementierung von BIM in der Bahninfrastruktur gilt es nun Menschen, Prozesse und Technologie in Einklang zu bringen. Hierfür benötigt es in Zukunft ein „digitales Mindset“ und eine gezielte Kompetenz- und Nachwuchsförderung in diesem Bereich. Darüber hinaus ist es unerlässlich, dass Industrie und Betreiber für gemeinsame Umsetzungsstandards eng zusammenarbeiten, um die Potenziale bereits in einer frühen Phase eines Projektes heben zu können. Wir sind davon überzeugt, dass die Anwendung von BIM in naher Zukunft dazu beiträgt, die Prozesslandschaft in der Bahninfrastruktur noch effizienter zu gestalten und hierdurch eine wesentlich transparentere Zusammenarbeit ermöglicht. ■

Siemens Mobility is currently building a digital twin using the BIM360 Autodesk platform for its Norwegian customer, Bane NOR. First, the rail infrastructure is scanned using a high-precision surveying system. This data is then used to perform a digital position determination that includes the identification and extraction of various system components and to implement a complete system layout in the form of a scaled double-line track layout. A 3D model with correctly georeferenced positions is then created following this step. The data provided in this model can be transferred to engineering tools that will support the customer in planning the new ETCS system and any other infrastructure updates. The model also has many more functions. It can be used for collision detection, as a collaboration tool, to perform running simulations for train drivers and for extended work on site under near-realistic conditions. In Norway, the digital twin is being developed and tested on the ETCS test route and on sections of the Gjøvikbanen and Nordlandsbanen. At present, the project is focussing on developing a function that will facilitate extended reality-based work on site. This will make it easier for maintenance crews to identify components and allow them to work completely paperlessly, including the checklists for the digital labels.

8 The conclusion and a look at the future

BIM is a cooperative working methodology that uses digital models to consistently capture and manage information and data throughout the lifecycle of the assets concerned. This methodology is used for the exchange of transparent communication among the parties involved, thereby improving the way in which they collaborate. BIM presents far-reaching opportunities and makes it possible to plan and build rail infrastructure with more insight. It also creates significant advantages that can be realised during the operating phase. All of this improves the operating efficiency throughout the infrastructure's entire lifecycle and generates measurable potential for planners, operators and manufacturers. The stated Siemens Mobility references show how its potential can be utilised in real life right now. The successful implementation of BIM in rail infrastructure now means coming to terms with the key task of aligning people, processes and technology. Going forward, this will require a “digital mindset”, as well as targeted skills and talent development in this field. In addition, it is also essential that the industry and operators work closely together on common implementation standards in order to leverage the potential at an early stage of the project. We are convinced that the application of BIM will soon contribute to making the process landscape in rail infrastructure even more efficient, which will in turn enable considerably more transparent collaboration. ■

AUTOREN | AUTHORS

Sebastian Demmler

Leiter BIM Region Deutschland / Head of BIM Domestic Market Germany
Siemens Mobility GmbH
Adresse / Address: Kieholzstraße 44, D-12435 Berlin
E-Mail: sebastian.demmler@siemens.com

Carolin Baier

Leiterin Digital Twin & Digitalisierung Region Deutschland /
Head of Digital Twin & Digitalisation Domestic Market Germany
Siemens Mobility GmbH
Adresse / Address: Ackerstraße 22, D-38126 Braunschweig
E-Mail: baier.carolin@siemens.com