



SIGNAL+DRAHT

SIGNALLING & DATACOMMUNICATION



MUSTER

06 Digitalisierungsstrategie für Regionalbahnen
Digitalisation strategy for regional railways

31 Anlagenscharfe Nutzung der Infrastruktur für netzweite Präventionsplanung
Asset-specific infrastructure use for network-wide prevention planning

38 Infrastruktur: Zustandsbasierte Instandhaltung mit ConnAct
Infrastructure: Condition-based maintenance using the ConnAct system

Eurail
press

Archiv

Ohne Umwege zu Ihren Fachartikeln

MUSTER

Jetzt
30 Tage
testen!



 35.000 Beiträge

 laufende Aktualisierung

 individuelle Suchoptionen

 Volltextsuche

 Sofort-Download

EI
DER
EISENBAHN
INGENIEUR

ETR
EISENBAHNTECHNISCHE
RUNDSCHAU

EIK
EISENBAHN-INGENIEUR
KOMPENDIUM

SIGNAL+DRAHT
SIGNAL- UND
DRAHTTECHNIK

Rail
BUSINESS

bahn manager

GÜTERBAHNEN
POLITIK - MARKT - TECHNIK

DER NAHVERKEHR
Offizieller Partnerverleiher in Stadt und Region

Eurail
press

www.eurailpress.de/archiv-testen

Archiv



Technologie zum Vertrauen

Eine starke Schiene ist der Schlüssel für eine klimaneutrale Gesellschaft. Wir kennen die Potenziale neuartiger und disruptiver Technologien. Die digitale Transformation der Eisenbahn hat gerade erst begonnen. Datengetriebene Innovation erhöht die Verfügbarkeit des Bahnbetriebs. Die Automatisierung erhöht die Leistungsfähigkeit unter Wahrung des hohen Sicherheitsniveaus des Verkehrsträgers Schiene.

Wie rechtfertigen wir das Vertrauen in den Einsatz neuartiger Technologien? Wie können wir das System Bahn effektiv gegen unberechtigte Zugriffe Dritter schützen? Wie erfüllen wir beim Einsatz von Algorithmen der Künstlichen Intelligenz den berechtigten Wunsch nach ihrer Erklärbarkeit und Transparenz? Wir benötigen mehr denn je Antworten auf diese Fragen.

Die Normung für neue Technologiebereiche schafft nicht nur im gewerblichen und staatlichen Bereich Akzeptanz und Vertrauen, sondern auch in der Gesellschaft. Die Akkreditierung schafft Vertrauen dahingehend, dass unabhängige Konformitätsbewertungsstellen ihre Tätigkeiten nach international anerkannten Maßstäben kompetent und im Einklang mit den gesetzlichen Anforderungen erbringen.

„Technology to Trust“ – dies ist für uns Ansporn und Verpflichtung zugleich.

Technology to trust

A strong railway system is the key to a climate neutral society. We are aware of the potential of new, disruptive technologies and we are committed to responsibly exploiting it. The digital transformation of the railway system has only just started. Data-driven innovation will increase the availability of railway operations. Automation will increase performance, while also maintaining a high level of safety in railway operations.

How do we justify our trust in technical systems? How can we effectively protect the railway system against unauthorised access? How do we live up to society's demand for the use of artificial intelligence algorithms that are transparent and can be easily explained? More than ever we need answers to these questions. Standardisation in new areas of technology creates acceptance and confidence not only in the commercial and government sectors, but also in society at large. Accreditation creates confidence in the competence of the independent conformity assessment bodies to carry out their activities in accordance with the internationally recognised standards and in compliance with the legal requirements.

Technology to trust is what encourages us and what we feel committed to.

MUSTER



Liebe Leserinnen und Leser,
die EU-Mitgliedstaaten schwächten den TEN-V-Vorschlag der EU-Kommission ab, durch den die TEN-V-Infrastruktur teils geringeren Standards entsprechen muss als die EU-Kommission vorgeschlagen hat. Der Verkehrsministerrat hat sich am 5. Dezember 2022 auf eine Position der Mitgliedstaaten für die Novelle der Transeuropäischen Verkehrsnetze (TEN-V) geeinigt. Vom Rats-Kompromissvorschlag vom 11. November 2022 unterscheidet sie sich u. a. bei Bestimmungen zu:

- ERTMS: beim Streckenneubau oder Ausbauten des Signalsystems soll ab 2030 (Kommission: 2025) funkgestütztes ERTMS (Level 2/3) verpflichtend verbaut werden. Die nationalen Class B-Systeme wollen die Mitgliedstaaten erst 2050 „gegebenenfalls“ abschalten (Kommission: 2040).

- Betrieblichen Anforderungen: Der Zielwert für die mittlere Grenzaufenthaltszeit grenzüberschreitender Güterzüge soll auf 0:25 Stunden erhöht (Kommission: 0:15 Stunden), die Zielquote für deren 30-Minuten-Pünktlichkeit auf 75 % (Kommission: 90 %) gesenkt werden.

Für die Mitgliedstaaten ergeben sich durch den Kompromissvorschlag Erleichterungen. Die vorliegende Ausgabe befasst sich im Schwerpunkt mit dem Thema präventive und zustandsbasierte Instandhaltung sowie einer Digitalisierungsstrategie für Regionalbahnen. Wir wünschen Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, neue und bleibende Erkenntnisse beim Lesen von SIGNAL+DRAHT.

Dear readers,

The EU Member States softened the TEN-T proposal of the EU Commission. The result is that the TEN-T infrastructure, in some cases, is only required to meet lower standards than proposed by the EU Commission.

On 5 December 2022, the Council of Transport Ministers agreed with the view of the Member States for the amendment of the Trans-European Transport Network (TEN-T). This differs from the Council's compromise proposal of 11 November 2022, among other things, with regard to provisions on:

- ERTMS: radio-based ERTMS (level 2/3) is to be mandatory from 2030 (Commission: 2025) for new lines or when upgrading the signalling system on existing lines. The member states do not want to switch off the national Class B systems before 2050 "unless it was necessary" (Commission: 2040).

- Operational requirements: the target for the average stopping time for cross-border freight trains is to be increased to 0:25 hours (Commission: 0:15 hours), the target for their 30-minute punctuality is to be reduced to 75 % (Commission: 90 %).

For the Member States, the compromise proposal results in a certain easing of requirements. This issue of SIGNAL+DRAHT focuses on preventive and condition-based maintenance, as well as a digitalisation strategy for regional railways. We wish all our readers new and lasting insights while reading SIGNAL+DRAHT.

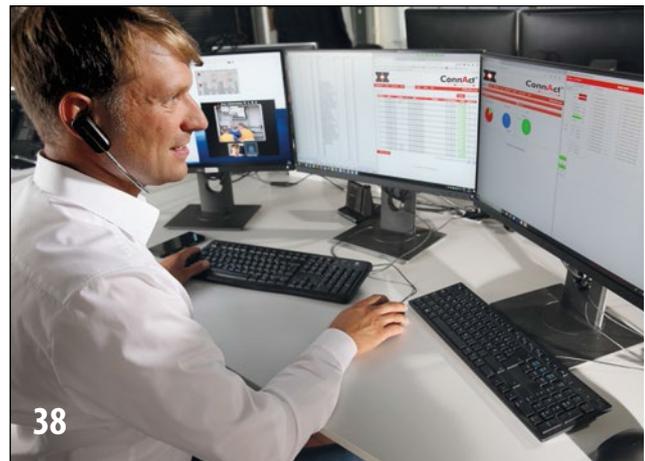
August Zierl

Reinhold Hundt

Chefredakteure | Advising Chief Editors



14



38

Internationaler Fachbeirat

Klaus Altehave, Signon Deutschland GmbH, Berlin | Bernhard Appel, GTS Austria GmbH, Wien | Helmut Liebming, Voestalpine Signaling Siershahn GmbH, Siershahn | Tilo Brandis, Pintsch GmbH, Dinslaken | Dr.-Ing. Thorsten Büker, VIA Consulting & Development GmbH, Aachen | Aleš Cipris, SZ, Prag | Alessandro de Grazia, Hitachi Rail STS Deutschland GmbH, München | Valentin Doytchev, Bulgarische Staatsbahnen, NRIC, Sofia | André Feltz, SN CFL, Luxemburg | Thomas Gehringer, Eisenbahn-Bundesamt, Bonn | Reto Germann, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern | Dr. Carsten Green, Rail Expert Consult GmbH, Wien | Aki Härkönen, Finnish Transport Infrastructure Agency, Helsinki | Ronald Helder, ProRail, Utrecht | Steffen Henning, Scheidt & Bachmann System Technik GmbH, Kiel | Andreas Hinterschweiger, Westermo Data Communications GmbH, Waghäusel | Dr. István Hrivnák, Tran-SYS Ltd., Budapest | Dirk Isola, ipw Ingenieurgesellschaft, Braunschweig | Steffen Jurtz, Nextrail GmbH, Berlin | Johannes Köbler, Bayerische Kabelwerke AG, Roth | Branko Korbar, Kroatische Eisenbahnen (HŽ), Zagreb | Dr.-Ing. Rolf-Dieter Krächter, VDB Service GmbH, Berlin | Johannes Kreinbacher, Voestalpine Signaling Zeltweg GmbH, Zeltweg | Andreas Langer, ICS Informatik Consulting Systems GmbH, Stuttgart | Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer, DLR e.V., Institut für Verkehrssystemtechnik, Braunschweig | Dr.-Ing. Michael Lenders, Scheidt & Bachmann GmbH, Mönchengladbach | Dr.-Ing. Matthias Martin, Siemens Mobility AG, Wallisellen | Andreas Medek, Siemens Mobility Austria GmbH, Wien | Dr.-Ing. Daria Menzel, CERRS Kompetenzzentrum Bahnsicherungstechnik GmbH, Dresden | Michael Mikulandra, Kontron Transportation Austria AG, Wien | Dr. Oleg Nasedkin, Petersburger Staatl. Universität für Eisenbahnverkehr/Signaltechnik, St. Petersburg | László Pósalaki, MÁV ZRT,

MUSTER



03 Lars Schnieder
Auf ein Wort: Technologie zum Vertrauen
Statement: Technology to trust

06 Vasco Paul Kolmorgen | Christian Rahmig | Jörg von Lingen | Milan Wölke
Die Digitalisierungsstrategie des BMDV für Regionalbahnen
The Federal Ministry of Transport's digitalisation strategy for regional railways

14 Christian Frank
Durchgängig digital planen in der Leit- und Sicherungstechnik
Continuous digital planning in control command and signalling

HU-Budapest | **NN**, European Union Agency for Railways, Valenciennes | **NN**, UIC, Paris | **Michael Osterkamp**, Progress Rail Inspection & Information Systems GmbH, Bad Dürkheim | **PhD. Marek Pawlik**, Railway Research Institute, Warschau | **Frank Peters**, Zöllner Signal GmbH, Kiel | **Jan Richard**, TÜV Süd Schweiz AG, Zürich | **Marián Roman**, Eisenbahnen der Slowakischen Republik (ŽSR), Bratislava | **Dr. Guido Rumpel**, Siemens Mobility GmbH, Braunschweig | **Christian Sagmeister**, ÖBB-Infrastruktur AG, Wien | **Christian Schmidt**, Hanning & Kahl GmbH & Co KG, Oerlinghausen | **Dr.-Ing. Lars Schnieder**, ESE Engineering und Software Entwicklung GmbH, Braunschweig | **Dr. Robert Schönauer**, Assessment Expert Services GmbH, A-Wien | **Kerstin Schreiber**, Funkwerk Systems GmbH, Kölleda | **Max Schubert**, INCYDE industrial cyber defense GmbH, Frankfurt/M. | **Christian Schunke-Mau**, Alstom Transport Deutschland GmbH, Berlin | **Ingo Schwarzer**, DB Systel GmbH, Frankfurt/M. | **Georg Sinnecker**, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V. (VDV), Köln | **Patrick Steinebach**, DB Netz AG, Frankfurt/M. | **Miroslav Stojkovic**, Serbische Eisenbahnen (ŽS), Belgrad | **Detlev K. Suchanek**, GRT Global Rail Academy and Media GmbH/PMC Media, Hamburg | **Michael Thiel**, Frauscher Sensor Technology Group, St. Marienkirchen | **Péter Tóth**, Prolan Group, Budakalász | **Prof. Dr.-Ing. Jochen Trinckauf**, Technische Universität, Dresden | **Patrick Trost**, Stadler Signalling Germany GmbH, Braunschweig | **Laurenz Trunner**, EBE Solutions, Wiener Neudorf | **Dominik Veit**, GTS Deutschland GmbH, Ditzingen | **Torsten Vogel**, PSI Transcom GmbH, Berlin | **Bernhard Wahl**, Obermeyer Infrastruktur GmbH & Co. KG, Köln | **Christian Weiß**, Dr. techn. Josef Zelisko Fabrik für Elektrotechnik und Maschinenbau Gesellschaft m.B.H., Mödling | **Peter Wigger**, TÜV Rheinland InterTraffic GmbH, Köln | **Anton Zahner**, HIMA Paul Hildebrandt GmbH, Brühl | **Thomas Zwick**, Wenzel Elektronik GmbH, Pinneberg

24 Lyllly Hernández | Basen | **Basen**
Schaltabschnittsgrenzen und Bahnübergänge schränken
Kapazitätseffekt von ETCS Level 2 ein
Section breaks and level crossings limit capacity increases
under ETCS Level 2

31 Jonathan Hecht | David Janecek | Holger Koriath
Entwicklung einer anlagenscharfen Nutzung der Infrastruktur
für netzweite Präventionsplanung
Development of asset-specific infrastructure use for network-wide
prevention planning

38 Jens Meinecke
Zustandsbasierte Instandhaltung in der Infrastruktur
mit dem System ConnAct
The condition-based maintenance of infrastructure
using the ConnAct system

45 Dirk Bödeker | Walter Schönswetter
Frühzeitige Fehlererkennung – Prädiktive Instandhaltung
für Stellwerke
Predictive failure recognition and maintenance for interlockings

53 Thorsten Neumann | Judith Heusel | Miguel del Alamo Ruiz | Daniela Narezo Guzmán | Susanne Reetz
Modellierung und Simulation atypischer Merkmale bei
Weichenstellstromkurven
Modelling and simulating the atypical features of
switch engine current curves

64 Gerhard Haipl | Roland F. Albert
22. Internationaler SIGNAL+DRAHT-Kongress
The 22nd International SIGNAL+DRAHT Congress

72 Kurzberichte | Newsflash
EurailJobs

74 Impressum | Imprint



Titelbild / Cover

Auch für die Infrastruktur sind prädiktive und zustandsbedingte Instandhaltung relevant.
Predictive and condition-based maintenance are also relevant for infrastructure.

Quelle / source: Pixabay



Eurailpress Fachartikelarchiv | Archive of specialist articles

Alle Fachartikel sind dauerhaft unter www.eurailpress.de/archiv/ hinterlegt. Achten Sie auf unsere mit dem Archivsymbol gekennzeichneten Themenlinks, die an ausgewählten Beiträgen im Heft zu finden sind und auf weitere relevante Inhalte verweisen.

All specialist articles are filed permanently at www.eurailpress.de/archiv/. Look out for our links to subjects flagged with the archive symbol. This is placed on selected contributions in each issue and draws attention to additional relevant contents.

Die Digitalisierungsstrategie des BMDV für Regionalbahnen

The Federal Ministry of Transport's digitalisation strategy for regional railways

Vasco Paul Kolmorgen | Christian Rahmig | Jörg von Lingen | Milan Wölke

Die Digitalisierung des Verkehrssystems Schiene nimmt weiter Fahrt auf. Eine zentrale Rolle nimmt dabei die Überführung der Gleisnetzinfrastruktur in ein digitales Abbild ebendieser Infrastruktur ein. Dieser Beitrag beschreibt, wie die Digitalisierung bei regionalen und kleinen Eisenbahninfrastrukturbetreibern (EIU) gelingt, welche Anwendungen von besonderem Interesse sind und wie sich das Forschungsprojekt „Indres“ den Grundlagen eines für unterschiedliche Zwecke geeigneten Infrastrukturdatenregisters widmet. Die vielfach verwendete Phrase vom „digitalen Zwilling“ des Bahnsystems wird hier am konkreten Beispiel mit Bedeutung gefüllt.

1 Infrastrukturdaten bei Regionalbahnen

Die Landschaft der EIU in Deutschland unterscheidet sich von anderen europäischen Ländern: Neben der DB Netz AG (und drei kleineren Töchtern) als staatseigene Infrastrukturbetreiber gibt es eine Vielzahl von landeseigenen, kommunalen und in Privateigentum befindlichen EIU, welche fast alle an das Netz der DB Netz AG anschließen.

Wichtigste Zielgruppe des Projektes Indres sind die Bahnen, welche durch teilweise bestellten SPNV und/oder regelmäßigen SGV eine Größe erreicht haben, in der die Infrastruktur nicht mehr als „one man show“ überwacht und betrieben werden kann und somit eine Vielzahl von heterogenen Datenstrukturen entstanden sind. Die Projektpartner Eisenbahnen und Verkehrsbetriebe Elbe-Weser GmbH (EVB) in Niedersachsen und RegioInfra Gesellschaft mbH & Co. KG (RIN) in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern sind hierfür gute Beispiele. In diesem Cluster der deutschen Infrastrukturbetreiber ist mit den beschränkten Mitteln des Forschungsprojektes der größte Effekt für den Schienensektor zu erzielen. Es ist zu erwarten, dass die Ergebnisse auch auf die anderen Bahnen ausstrahlen und somit einen Schub für das System Schiene insgesamt bringen werden.

2 Ansätze der Digitalisierung

Das vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) aufgesetzte Förderprogramm „Modernitätsfond“ (mFUND) hat die Digitalisierung im deutschen Verkehrssektor noch einmal beschleunigt. Zahlreiche Projekte zeugen von der rapide zunehmenden Bedeutung von Daten für die Entwicklung kostengünstiger, kundenangepasster und betrieblich optimierter Verkehrssysteme als Teil eines digitalisierten Gesellschaftssystems in Deutschland [3]. Der schienengebundene Verkehr hat hier einen besonders hohen Nachholbedarf, da über viele Jahrzehnte hinweg und auch heute noch

The digitalisation of the railway transport system is continuing to gain momentum. The transfer of track network infrastructure into a digital image of this very infrastructure is playing a central role in this. This article describes how digitalisation can be achieved by regional and small railway infrastructure operators, which applications are of particular interest and how the “Indres” research project is dedicated to the fundamentals of a multipurpose infrastructure data register. The much-used phrase of the “digital twin” of the railway system is given meaning here via specific examples.

1 Infrastructure data for regional railways

The landscape of railway infrastructure managers (IMs) in Germany is different to that of other European countries: in addition to state-owned infrastructure managers such as DB Netz AG and three smaller subsidiaries, there is also a large number of state-owned, municipal and privately owned IMs, almost all of which are connected to the DB Netz AG network.

The most important target group for the Indres project is those railways that have reached a size where their infrastructure can no longer be monitored and operated as a “one-man show” due in part to the amounts of local rail passenger transport and/or regular rail freight transport. Many heterogeneous data structures have been created as a consequence. The project partners Eisenbahnen und Verkehrsbetriebe Elbe-Weser GmbH (EVB) in Lower Saxony and RegioInfra Gesellschaft mbH & Co. KG (RIN) in Brandenburg and Mecklenburg-Western Pomerania are good examples of this. It is possible to substantially affect the rail sector within this cluster of German infrastructure managers using just the research project's limited resources. We expect the results to radiate out to the other railways and thus to provide a boost to the overall railway domain.

2 Approaches to digitalisation

The “Modernity Fund” (mFUND) funding program established by the Federal Ministry of Transport (BMDV) has once again accelerated the digitalisation of the German transport sector. Numerous projects can testify to the rapidly increasing importance of data in developing cost-effective, customised and operationally optimised transport systems as part of a digitalised societal system in Germany [3]. Railway transport has a high backlog in this regard, as the thinking, planning and actions have been performed in overly separate “silos” for

zu sehr in voneinander getrennten „Silos“ gedacht, geplant und gehandelt wird. Die Grenzen dieser segmentierten Welt zu überwinden und innovative Anwendungen im Sinne der Kunden des Bahnsystems zu erschaffen, ist ein zentrales Ziel der Digitalisierung des Schienenverkehrs [4]. Den Ausgangspunkt und zugleich die Voraussetzung für eine sich in unterschiedlichen Anwendungen zeigende Digitalisierung der Eisenbahnen bildet ein Datenmodell.

3 Modellierung der Eisenbahn-Infrastruktur

Die Schweizer Firma TraffIT Solutions führte im Auftrag der International Union of Railways (UIC) eine Machbarkeitsstudie für ein allgemeines Datenmodell zur Beschreibung von Eisenbahninfrastruktur durch. Die Resultate wurden 2013 auf der 24. railML.org Konferenz in Paris vorgestellt [5]. Ein zentrales Ergebnis besagt, dass ungefähr 95 % aller Elemente und Attribute der verschiedenen existierenden Datenmodelle, die von europäischen EIU verwendet werden, sich aufgrund ihrer Referenzen zum betriebenen Eisenbahnnetz sehr ähnlich sind. Die Machbarkeitsstudie postuliert zentrale Anforderungen an ein generisches Topologiemodell als Grundlage für die Digitalisierung der Eisenbahninfrastruktur:

- Das Modell muss skalierbar sein: Ein generischer Kern muss durch anwenderspezifische Themen erweitert werden können.
- Das Modell muss verschiedene Detaillierungsebenen unterstützen, und diese Ebenen müssen untereinander verlinkt sein.
- Je nach spezifischer Nutzeranwendung müssen relevante Informationen in der passenden Detaillierungsebene gespeichert werden können.

Basierend auf den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie, begannen die in der UIC Arbeitsgruppe ERIM (European Railway Infrastructure Masterplan) organisierten Infrastrukturbetreiber zusammen mit dem railML.org e.V. als verantwortlichen Trägerverein die Entwicklung eines generischen Datenmodells zur Beschreibung von Eisenbahninfrastruktur – das RailTopoModel (RTM). Im Jahr 2016 wurde der RTM-Ansatz durch railML.org als RTM-Version 1.0 veröffentlicht und durch die UIC als International Railway Solution IRS 30100 festgeschrieben [6]. Seit dem Ende des UIC-geführten Projekts im Jahr 2017 wird das RTM ab Version 1.2 ab Sommer 2018 durch die railML Organisation weitergeführt.

Die Grundlage für RTM ist ein mathematisches Graphenmodell. Es erlaubt die Modellierung der Topologie eines Eisenbahnnetzes beliebiger Komplexität in verschiedenen Detaillierungsebenen. Außerdem definiert RTM ein Konzept zur Verortung von Eisenbahninfrastrukturelementen des durch den Graphen beschriebenen Eisenbahnnetzes auf der Basis von generischen Anker-elementen in punktueller, linearer oder Netzwerkform.

Das RTM ist im XML-basierten Datenaustauschformat für Eisenbahndaten railML 3 implementiert und integriert. Wie schon im RTM, wurde railML 3.x auf Basis von UML-Klassendiagrammen unter Verwendung der Software Enterprise Architect entwickelt. Sowohl die railML-3-Schemadateien (XSD) als auch die entsprechende Dokumentation in einem Wiki [7] werden von UML ausgehend automatisch generiert und damit aktuell gehalten. Die jeweils aktuellen Versionen, railML 3.2 vom 26. April 2022 und RTM 1.4 vom 29. April 2022 stehen auf den Projektwebseiten [8, 9] zum kostenlosen Download bereit. Eine weltweit gültige formale Normierung konnte im September 2022 als Technischer Standard ISO/TS 4398:2022 im Projekt railDAX [10] abgeschlossen werden.

Neben railML existieren weitere Modelle und Formate, die auf unterschiedliche Anwendungen abzielen, wie z. B. Building Information Modeling (BIM) [11] und EULYNX [12]. Damit die Digitalisierung innovative Anwendungen mit einem hohen Kundennutzen hervor-

many decades and into the future. Overcoming the boundaries of this segmented world and creating innovative applications for the benefit of the rail system's customers is a central goal of rail transport digitalisation [4]. The starting point and prerequisite for railway digitalisation that shows itself in different applications is a data model.

3 Modelling of railway infrastructure

The Swiss company TraffIT Solutions has conducted a feasibility study for a general data model to describe the railway infrastructure on behalf of the International Union of Railways (UIC). The results were presented in 2013 at the 24th railML.org conference in Paris [5]. A key finding found that about 95 % of all the elements and attributes of the different existing data models used by European IMs are very similar, because they refer to the operated railway network. The feasibility study postulated the central requirements for a generic topology model as a basis for railway infrastructure digitalisation:

- the model should be scalable: there should be the option of extending a generic core with user-specific topics.
- the model should support different interlinked levels of detail.
- it should be possible to store relevant information at the appropriate level of detail depending on the specific user application.

The infrastructure managers organised in the UIC ERIM (European Railway Infrastructure Masterplan) working group and railML.org in its capacity as the responsible supporting association began developing a generic data model for describing railway infrastructure, i.e. the RailTopoModel (RTM), based on the feasibility study's results. In 2016, the RTM approach was published by railML.org as RTM version 1.0 and established by the UIC as International Railway Solution IRS 30100 [6]. Since the UIC-led project ended in 2017, the RTM has been continued from its 1.2 version by the railML organisation from the summer of 2018.

RTM is based on a mathematical graph model. This allows the topology of a railway network of any complexity to be modelled at different levels of detail. Furthermore, RTM defines a concept for locating railway network infrastructure elements described by the graph based on generic anchor elements in point, linear or network form.

RTM is implemented and integrated into the railML 3 XML-based data exchange format for railway data. Like RTM, railML 3.x has been developed on the basis of UML class diagrams using the Enterprise Architect modelling software. Both the railML 3 schema files (XSD) and the corresponding documentation in a wiki [7] are automatically generated from UML and thus kept up-to-date. The respective current versions, railML 3.2 from April 26, 2022 and RTM 1.4 from April 29, 2022 are available as a free download on the project websites [8, 9]. The globally valid formal standardisation could be completed in September 2022 as Technical Standard ISO/TS 4398:2022 in the railDAX project [10].

Other models and formats aimed at different applications, such as the Building Information Modeling (BIM) [11] and EULYNX [12], also exist in addition to railML. The integration of silo data and models is essential for digitalisation to produce innovative applications of high customer value. The replacement of existing and established models is not desirable in this regard, as these are often specialised and perfectly

MUSTER

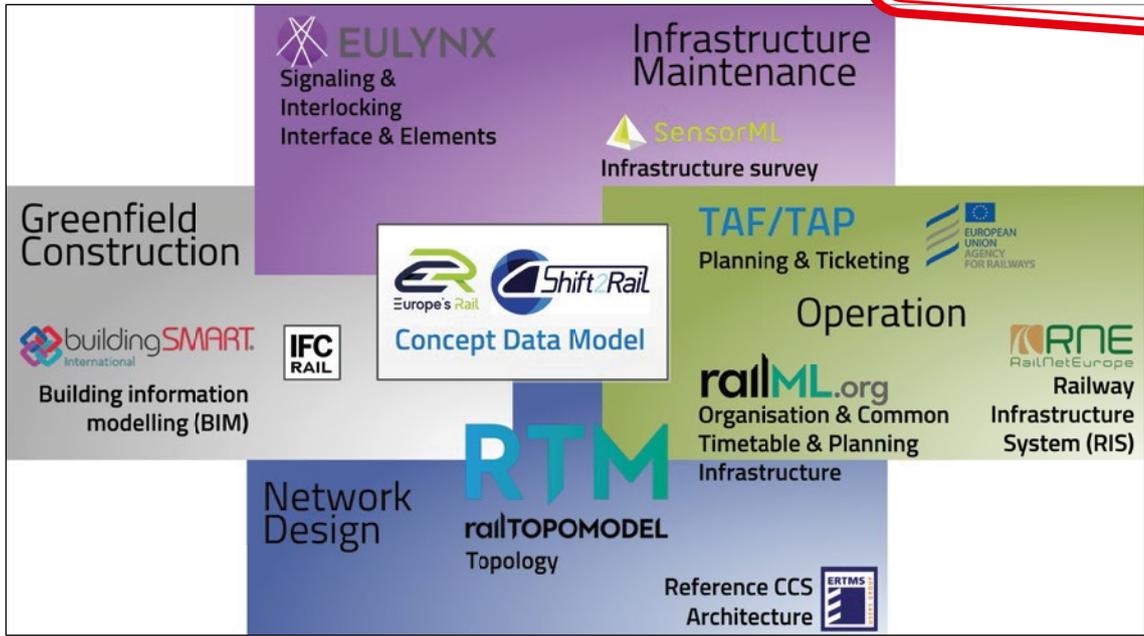


Bild 1: Verknüpfung

domänen-spezifischer Modelle durch ein generisches Kern-Datenmodell im Projekt LinX4Rail
 Fig. 1: Linking domain-specific models through a generic core data model in the LinX4Rail project

Quelle / Source: Autoren auf Basis LinX4Rail-Projekt / authors based on LinX4Rail project

bringen kann, müssen die verschiedenen Datenmodelle und Datensilos miteinander verbunden werden. Dabei möchte man existierende und etablierte Modelle nicht ersetzen, da diese oft spezialisiert und perfekt auf den jeweiligen Anwendungsfall angepasst sind. Damit dennoch eine datentechnische Durchbindung möglich ist, setzt man im von der EU geförderten Shift2Rail-Projekt LinX4Rail [13] auf einen ontologiebasierten Ansatz: Das Schienenverkehrssystem wird als konzeptionelles Datenmodell über Klassen, Objekte, Beziehungen und Daten als semantischer Graph beschrieben, der die domänenspezifischen Modelle zu einem föderierten Gesamtdatenmodell – dem digitalen Zwilling des Bahnsystems – „zusammenklebt“ [14]. Zusätzlich wird das RTM für dieses Forschungsprojekt abgeleitet und unter dem Namen RailSystemModel [15] projektspezifisch erweitert.

4 Modellierung der Leit- und Sicherungstechnik

Zuzüglich zu den rein physischen Eigenschaften der Infrastrukturelemente einer Eisenbahn haben sie funktionale Eigenschaften bzw. Verknüpfungen, die für den LST-Bereich (LST, Leit- und Sicherungstechnik) genutzt werden. Diese Eigenschaften werden im Teilschema Interlocking (IL) erfasst. Die Basiselemente im IL-Teilschema nehmen dabei Bezug auf die Elemente im Infrastruktur-Teilschema (IS). Mit der aktuellen Version von railML 3.2 lassen sich die meisten Elemente beschreiben, welche für die Planung einer sicherungstechnischen Logik benötigt werden. Zu diesen Hauptelementen gehören u.a. Gleisfreimeldeabschnitte, Signale und Fahrstraßen.

Ein wichtiger Punkt im LST-Bereich ist, dass jeder Infrastrukturbetreiber eigene spezifische Funktionen für seine Anlagen vorgibt. Für die betreiberunabhängige Nutzung von railML können deshalb spezifische Basisfunktionen wie Signalaspekte oder Fahrstraßenkategorien mit einer generischen Bedeutung klassifiziert werden, die übergreifend anwendbar sind.

Die sicherungstechnischen Elemente werden z.B. für die Fahrplanerstellung bzw. -überprüfung mittels Simulation benötigt. Hierfür werden zumindest rudimentäre Kenntnisse zu Signalen und Fahrstraßen mit den zugehörigen Prozesszeiten benötigt. Diese Basisinformationen wurden nachträglich in den vorherigen railML-Zweig

adapted to the respective use case. Nevertheless, the EU-funded LinX4Rail [13] Shift2Rail project uses an ontology-based approach to make data integration possible. The rail transport system is represented using a conceptual data model via classes, objects, relationships and data as a semantic graph that “glues” the domain-specific models together to form a federated, integrated data model - the digital twin of the railway system [14]. RTM is also being additionally derived for this research project and extended in a project-specific manner under the name RailSystemModel [15].

4 Modelling of Signalling and Interlocking

In addition to the purely physical properties of railway infrastructure elements, they also have functional properties or links that are used for the control and safety technology domain. These properties are part of the interlocking subschema. This subschema’s elements refer to the ones in the infrastructure subschema. The current version of railML 3.2 can be used to describe most of the elements required for planning the safety-related logic. These include clear track detection sections, signals and pre-set routes.

An important point in the control and safety technology domain involves the fact that each IM specifies its own specific functional requirements for its installations. Specific basic functions such as signal aspects or route categories can therefore be classified with a universally applicable meaning for the operator-independent use of railML.

Safety-related elements are required, for example, in timetable creation or verification through simulation. At least a rudimentary knowledge of the signals and routes with the associated processing times is required for this. This basic information was also implemented in the previous branch of railML (version 2.5) as a late addition. This was due to the fact that various commercial programs can already handle this version.

The focus in the current development branch of railML, i.e. from version 3.1 onwards, has been more on project planning for interlocking systems with regard to their functions. Data structures for the detailed storage of the safety-related proper-

der Version 2.5 implementiert, da mit dieser Version diverse kommerzielle Programme umgehen können.

Im aktuellen Entwicklungszweig von railML ab Version 3.1 stand mehr die Projektierung für Stellwerksanlagen bzgl. ihrer Funktionen im Mittelpunkt. Aufbauend auf dem radikal veränderten Infrastrukturmodell, wurden die Datenstrukturen für die detaillierte Hinterlegung der sicherungstechnischen Eigenschaften und Funktionen entwickelt. So können z.B. für eine Weiche die möglichen Umlaufzeiten, die Verknüpfung mit der Gleisfreimeldung oder evtl. Profilraumbelegungen angegeben werden. Für Fahrstraßen können die beteiligten Elemente, die Weichenlagen für die Festlegung des Fahrzeuges und der mögliche Durchrutschweg mit den erforderlichen Prozesszeiten angegeben werden.

Mit der Version 3.2 kam die Berücksichtigung einiger spezieller Belange für die Planung von Anlagen mit ERTMS. Diese Entwicklung wird in der nächsten Version von railML weiter ausgebaut werden. Ein Punkt der LST-Anlagen wird mit railML derzeit noch nicht abgedeckt: Die Hardwareprojektierung der Anlagen kann erst nach Definition des Anwendungsfalls durch Bahnen und Industrie modelliert werden. Eine entsprechende railML-Arbeitsgruppe existiert bereits und ist für interessierte Beitragende aus dem Sektor offen.

5 Digitalisierungskonzept

Eines der Ziele des Projekts Indres ist die Erstellung einer produktiv einsetzbaren Plattform für nichtbundeseigene Bahnen (NE-Bahnen) zur Verwaltung der eigenen Infrastrukturdaten mit verschiedensten Schnittstellen zu externen Partnern. Um später auf neue Anforderungen der Nutzer, also der Mitarbeiter der NE-Bahnen, schnell und flexibel reagieren zu können, wurde eine modulare Softwarearchitektur gewählt, die auf Microservices beruht. Zur Bedienung des Systems ist eine Oberfläche vorgesehen, die auf Webtechnologien beruht und über ein zentrales Log-in Zugriff auf die verschiedenen Funktionen des Systems erlaubt (SSO – Single Sign On). Die Nutzung von Webtechnologien für die Oberfläche dient wiederum der Möglichkeit, schnell und flexibel auf neue oder geänderte Anforderungen reagieren zu können.

ties and functions have been developed on the basis of the radically changed infrastructure model. For example, it is possible to specify the turnaround times, the connection with the clear track message or any possible profile space allocations for the railway switch. The route specification includes the related elements, the switch positions and the possible overlaps with the required process times.

The consideration of some concerns involving the planning of ERTMS installations arose with version 3.2. This will be further developed in the next version of railML. One aspect of control and safety technology installations is currently not yet covered by railML: i.e. the hardware project planning of the installations can only be modelled once the use case has been defined by the railways and the industry. A corresponding railML working group already exists and is open to interested contributors from the sector.

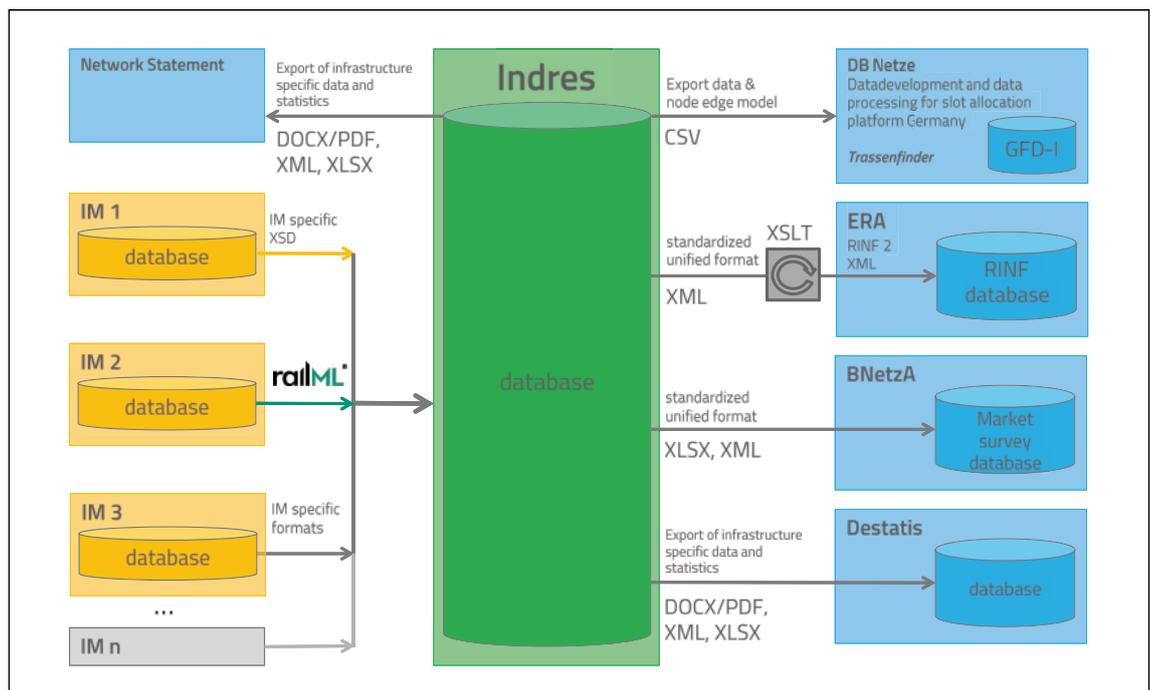
5 The digitalisation concept

One of the goals of the Indres project is to create a platform for non-federal railways that may be used to manage their infrastructure data with the widest possible variety of interfaces with external partners. A modular software architecture based on microservices was chosen in order to react quickly and flexibly to users' new requirements, i.e. the requirements of the employees at non-federal railways. The planned user interface is based on web technology and allows system access via a central login (SSO – Single Sign On). The use of web technologies for the user interface was chosen so as to allow quick and flexible reactions to any new or changed requirements.

The purpose of the system is to simplify the communication with the regulatory authorities and other institutions in the railway sector for non-federal railways or to make this possible at all. For example, the planned interface with DB Netz should make it possible to publish the non-federal railways' infrastructure in DB Netz's train path (slot) finder and to of-

Bild 2: Systemkonzept des Indres-Infrastrukturdaten-Registers

Fig. 2: The system concept for the Indres infrastructure data register
Quelle / Source: Arne Gerike; Bahnkonzept Dresden



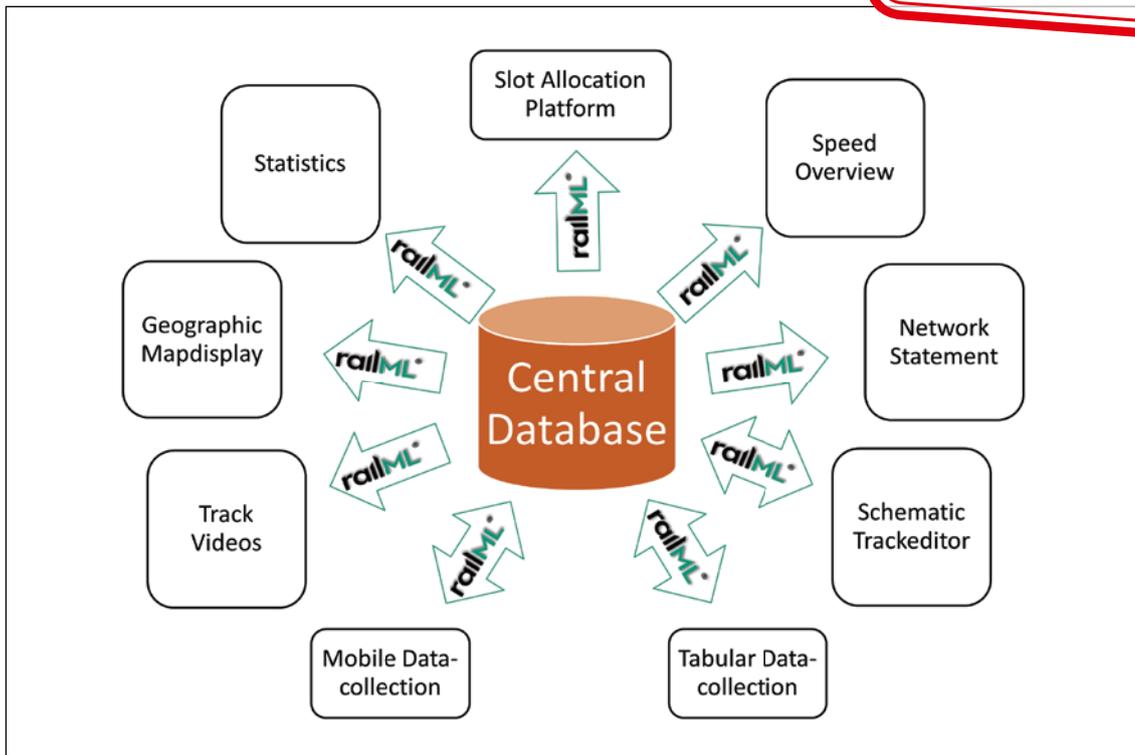


Bild 3: railML

Microservices

Fig. 3: railML

micro-services

Quelle / Source: Arne Gerike;
Bahnkonzept Dresden

Zweck des Systems ist es, die Kommunikation mit Regulierungsbehörden und anderen Institutionen im Bahnsektor für die NE-Bahnen zu vereinfachen bzw. überhaupt zu ermöglichen. Beispielsweise soll es über die vorgesehene Schnittstelle mit DB Netz möglich werden, die Infrastruktur der NE-Bahnen im Trassenfinder der DB Netz zu veröffentlichen und Trassen auf dieser Infrastruktur über diese Plattform anbieten zu können. Bisher ist dies mangels entsprechend digitalisierter Daten nicht möglich.

Da Infrastruktur Veränderungen unterworfen ist und kontinuierlich verbessert wird, ist es erforderlich, die einmal digitalisierte Infrastruktur auch nachbearbeiten zu können. Auch dieses Ziel wird durch das Softwaresystem Indres verfolgt. Einerseits ist es möglich, neue oder veränderte Strecken durch Messfahrten neu zu erfassen und die so gesammelten Daten via railML-Dokumenten einfach in das System zu überführen, andererseits ist ein tabellarischer Editor für Streckendaten sowie ein grafischer Editor für schematische Gleispläne vorgesehen. Wie bereits erwähnt, ist die Einbindung als Microservice konzipiert, wobei railML an der Schnittstelle zur zentralen Datenbank zum Einsatz kommt.

Die Nutzung von railML bietet hier den Vorteil, dass es sich um ein klar definiertes und dokumentiertes Format handelt und daher den sonst üblichen Abstimmungsaufwand für Schnittstellen minimiert. Weiterhin erlaubt die Nutzung eines Standards hier die parallele Implementierung der einzelnen Softwaremodule.

Die Modellierung der Struktur der zentralen Datenbank orientiert sich in erster Linie an den Ideen und dem Aufbau, die dem RTM zugrunde liegen. Die oben erwähnten Anforderungen an das RTM wurden ebenfalls für die Indres-Datenbank als gültig erkannt. Entsprechend stellte das RTM eine gute Basis für die Implementierung dar. Das Modell orientiert sich weiterhin zu großen Teilen an den Möglichkeiten der railML-2- und railML-3-Standards, vor allem bezüglich der Breite des Abbildungsraums für Infrastruktur. Des Weiteren wurden bei der noch nicht abgeschlossenen Modellierungsarbeit für die Datenbank die Schnittstelle zum DBN Trassenfinder analysiert und berücksichtigt sowie verschiedene railML Erweiterun-

fer train paths on this infrastructure via this platform. This has not been possible until now due to the lack of corresponding data digitalisation.

Given that infrastructure is subject to change and continuously undergoing improvements, the infrastructure has to be able to be reworked after its initial digitalisation, which is also a goal of the Indres software system. It is possible to record new or modified railway line data through survey runs and to transfer the data collected in this way into the system via railML documents on the one hand, while, on the other hand, a tabular editor for railway line data and a graphic editor for schematic track plans is also provided. As already mentioned, the integration of these modules has been designed as a micro-service, and uses railML at the interface to the central database.

The use of railML offers the following advantage: it is a clearly defined and documented format and minimises the otherwise usual coordination effort for interfaces. Furthermore, the standard usage allows parallel implementation of the individual software modules.

The central database modelling was primarily guided by the RTM structure and ideas. We found those RTM requirements to be valid for the Indres database. Accordingly, the RTM provided a good basis for implementation. The model is also oriented towards the railML-2 and railML-3 standards, especially concerning the breadth of the mapping space for the infrastructure. Furthermore, we also analysed the interface to the DBN train path (slot) finder and took it into account during the database modelling, which still is under development, as well as various railML extensions that are used by project partners, for example, to transmit specific data for the photogrammetric evaluation of survey videos.

It is worth mentioning that the modelling is not yet complete. There is also a plan to investigate the PlanPro-XML format that is widely used in the DB network environment in order to ensure that database data can be exported in this format.

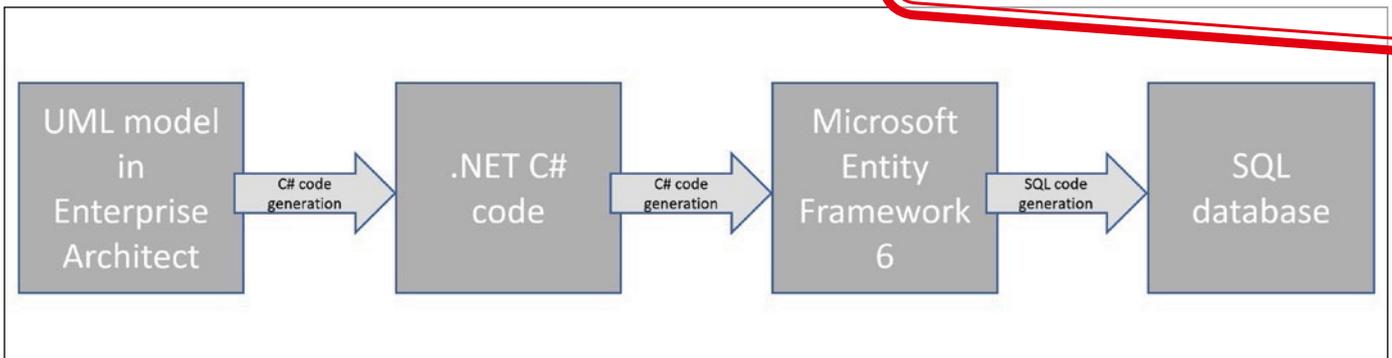


Bild 4: Prozess der Datenbankerstellung

Fig. 4: The database creation process

Quelle / Source: Milan Wölke; Bahnkonzept Dresden

gen, die von Projektpartnern eingesetzt werden, um beispielsweise spezifische Daten zur photogrammetrischen Auswertung von Streckenvideos zu übermitteln.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Modellierung damit aber noch nicht abgeschlossen ist. Es ist vorgesehen, auch das im DB-Netz-Umfeld verbreitete Datenformat PlanPro-XML zu untersuchen, um sicherzustellen, dass die in der Datenbank abgelegten Daten auch in diesem Format exportiert werden können. Eine wissenschaftliche Arbeit mit Fokus auf den Vergleich der Abbildung von Infrastruktur mit PlanPro-XML [16] und railML wird momentan an der TU Dresden erstellt.

Technisch erfolgt die Modellierung der Indres-Datenbankstrukturen, wie auch schon die des RTM oder railML3, mithilfe der Software Enterprise Architect. In diesem Werkzeug werden die Softwarestrukturen grafisch designt und mittels UML visualisiert. Enterprise Architect ist in der Lage, aus diesen Darstellungen kompilierbaren C#.NET Code zu generieren. Weiterhin ist es möglich, den so erzeugten Code nach Veränderung der Diagramme auch wieder zu aktualisieren.

Der generierte Quellcode wird genutzt, um mithilfe des Microsoft Entity Framework 6 (EF6) entsprechend der Code-First-Strategie Datenbankstrukturen zu erzeugen. Auch hier ist es möglich, bereits existierende Strukturen anzupassen bzw. komplexe Migrationskonzepte zu erstellen, um auch bereits bestehende Daten nach Strukturänderungen nicht zu verlieren.

Das beschriebene Verfahren wurde gewählt, um schnell und flexibel auf neue Anforderungen reagieren zu können sowie einen agilen Ansatz bei der Softwareerstellung zu unterstützen, wie er in einem Projekt mit zahlreichen Partnern, die jeweils Softwaremodule beisteuern, realistisch zu erwarten ist. Ein weiterer Vorteil dieses Vorgehens ist eine verbesserte Dokumentation und Übersicht der so generierten Strukturen, was bei der angestrebten langen Lebensdauer des Systems als zwingend erforderlich erachtet wird.

A scientific paper focussing on the comparison and mapping of infrastructure data represented with PlanPro-XML [16] and railML is currently under development at the Dresden TU.

Technically, the modelling of the Indres database, like RTM or railML3, is conducted using the Enterprise Architect software. Software structures are designed and visualised in this tool using UML. Enterprise Architect can generate compilable C#.NET code from these representations. Furthermore, it is also possible to update the code generated in this way after changing the diagrams.

The generated source code is used to create database structures with the aid of Microsoft Entity Framework 6 (EF6) following the code-first strategy. Here, too, it is possible to adapt existing structures or to create complex migration concepts so as not to lose any already existing data after structural changes.

We have chosen the described procedure to make it possible to react quickly and flexibly to any new requirements and to support an agile approach to software development, as can be realistically expected in a project with numerous partners contributing software modules. Another advantage of this approach lies in the improved documentation and overview of the structures generated in this way, which is considered to be imperative given the system's intended long service life.

6 An signalling planning use case for regional railways

The micro-services named in the previous chapter are intended to initiate digital data management at the regional railways and also to bring quick efficiency and accuracy gains to the railways' data-supplying areas through short-term improvements in the workflow. Databases live on daily use and continuous maintenance!

In the medium term, however, smaller and regional railways will also be confronted with problems that currently only con-

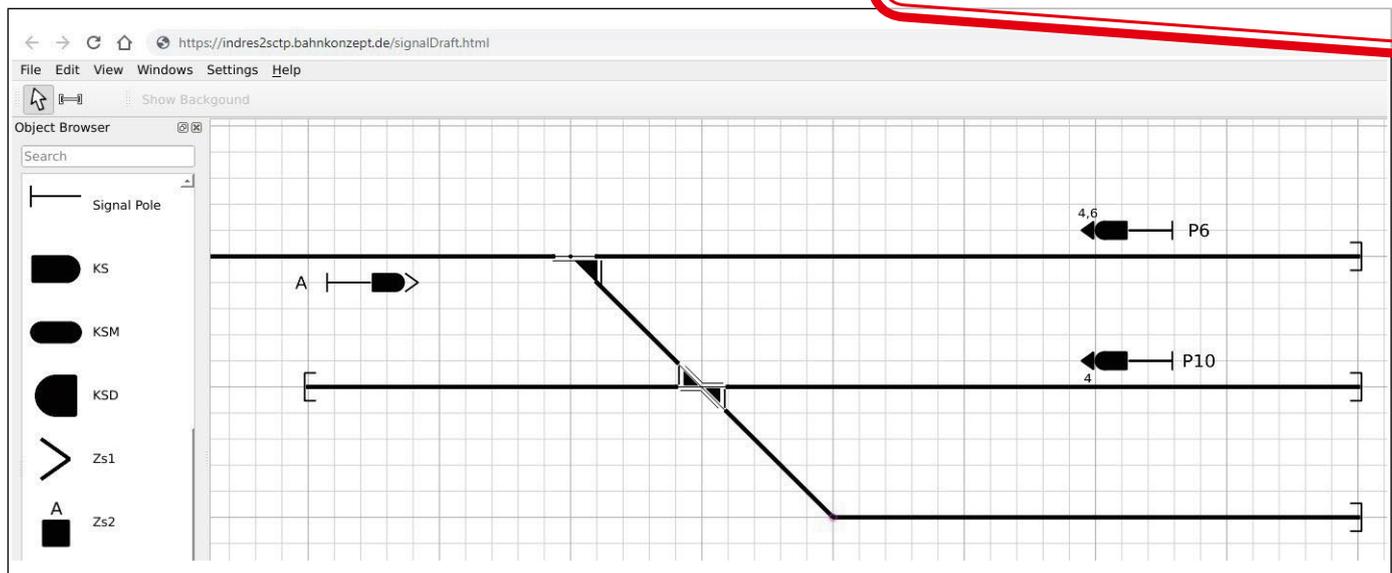


Bild 5: Modellierungswerkzeug für schematische Signalübersichtspläne mit integriertem railML-Export

Fig. 5: The modelling tool for schematic signal plans with integrated railML export

Quelle / Source: Vasco Paul Kolmorgen; Bahnkonzept Dresden

6 Anwendungsfall LST-Planung für Regionalbahnen

Die im vorigen Kapitel benannten Microservices sollen die digitale Datenhaltung bei den Regionalbahnen initiieren und durch kurzfristige Verbesserungen des Arbeitsablaufes auch Effizienz- und Genauigkeitsgewinne für die datenliefernden Bereiche der Bahnen bringen. Datenbanken leben von der täglichen Benutzung und andauernden Pflege!

Mittelfristig werden aber auch bei den kleineren und regional aufgestellten Bahnen Probleme in das Blickfeld rücken, welche momentan nur die „Großen“ wie die DB Netz oder andere Staatsbahnen beschäftigen: der Ersatz der teilweise überalterten, überwiegend gering zentralisierbaren und nicht interoperablen Signal- und Stellwerkstechnik. An vielen Stellen werden auch Personal-mangel, steigender Effizienzdruck und ausschließliche ETCS-Fahrgaugerüstung für einen erstmaligen Aufbau einer Stellwerkstechnik sorgen.

Auch auf diese Herausforderungen ist das vom BMDV initiierte Projekt Indres von Anfang an vorbereitet: Obwohl für die meisten gegenwärtigen Microservices eine tabellarische Eingabe von z. B. Signalstandorten und Gleisnutzlängen hinreichend wäre, wird im Projekt ein grafischer Gleisnetzeditor (Arbeitstitel: Indres2SCTP) entwickelt, der den Bahnen erlaubt, von vornherein alle Daten einer Betriebsstelle und des dazugehörigen Stellwerks (oder deren Umsetzung bei manuellen Verfahren wie Zugleitbetrieb) in intuitiver Art über eine Web-Oberfläche zu zeichnen und zu attribuieren. Damit kann z. B. das Betriebspersonal ohne umfangreiche Ausbildung über übliche Web-Browser den Gleisplan zeichnen, und der LST-Instandhalter ergänzt die Bestandsfahrstraßen eines Bahnhofs. Sobald eine Stellwerkserneuerung ansteht, kann die Betriebliche Aufgabenstellung und die Grundplanung (ähnlich PT 1 der DB Netz) über Indres2SCTP durch die Bahnen oder beauftragte Ingenieurbüros abgewickelt und der Signalbauindustrie übergeben werden. Dafür kommen Standard-Schnittstellen (gegenwärtig: railML 3.2; eine Erweiterung auf PlanPro-XML ist möglich) zum Einsatz, für Dokumentation und Drittanwendungen sind auch Ausgaben in üblichen Grafikformaten sowie PDF vorgesehen. Indres2SCTP soll nach Projektabschluss den interessierten Bahnen zur Verfügung gestellt werden.

cern the big players such as DB Netz or other state railways: the replacement of partly outdated signalling and interlocking technology, most of which is difficult to centralise and is not interoperable. In some places, a lack of personnel, increasing pressure on efficiency and ETCS-only vehicle equipment will also make it necessary to set up an interlocking technology for the first time.

The Indres project initiated by the German Ministry of Transport has been prepared for these challenges from the very beginning. Although a tabular input for, e.g., signal locations and track lengths would be sufficient for most of the currently available micro-services, a graphical track network editor (working title: Indres2SCTP) is currently being developed in the project. This will allow the railways to draw and attribute all the data for an operating point and the associated interlocking (or their implementation in the case of manual train control operating procedures) in an intuitive way using a web interface from the outset. Thus, the operating staff can draw the track plan using the usual web browsers without any extensive training, for example, and the signalling staff can then add the existing routes in a station. As soon as an interlocking renewal is due, the operating task definition and the basic planning (similar to the so-called “PT 1” at German DB Netz) can be handled by the railways or commissioned engineering companies using Indres2SCTP and handed over to the signalling industry. Standard interfaces (currently: railML 3.2; an extension to PlanPro-XML is possible) are used to further this goal; outputs in common graphic formats and PDF are also planned for any documentation and third-party applications. Indres2SCTP will be made available to interested railways once the project is complete.

7 Further use cases for digitalisation and outlook

In addition to the use cases described above, the Indres project also aims to “inspire” non-federally owned railways with small digitalisation solutions: for example, the Bahnkonzept project partner is currently developing a computer application that allows the creation of speed overviews (in Germany usually referred to as “Verzeichnis zulässiger Geschwindigkeiten” (VzG))

7 Weitere Anwendungsfälle für die Digitalisierung und Ausblick

Zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Anwendungsfällen soll das Projekt Indres die NE-Bahnen mit kleinen Lösungen für die Digitalisierung „begeistern“: So entsteht beim Projektpartner Bahnkonzept gegenwärtig eine Computeranwendung, welche die Erstellung von Geschwindigkeitsübersichten (in Deutschland üblicherweise als „Verzeichnis zulässiger Geschwindigkeiten“ (VzG) bezeichnet) aus der Indres-Datenbank über das Standardformat railML erlaubt. Die Verwendung von railML erlaubt dabei perspektivisch, auch andere Datenlieferanten oder auch über das DB-Netz-Format PlanPro-XML die Strecken der DB Netz anzubinden. Damit kann eine wichtige Grundlage für die Stellwerksplanung ohne fehlerbehaftete manuelle Prozesse aktuell gehalten werden.

Für Strecken oder Anschlussbahnen, für die Daten nicht durch digitale Planungssysteme oder eine sensorbasierte Streckendatenerfassung (wie z. B. das System GPSinfradat von Bahnkonzept [17]) vorliegen, arbeiten die Ingenieure und Programmierer des Projektes Indres an einer Aktualisierung eines Konverters für OpenStreetMap-Daten in das Industrieformat railML. Damit können auf einfache Weise (provisorische) Daten für die Erstellung attributierter Datenbanken gewonnen werden, die wiederum dann als Grundlage für Arbeiten an einem schematischen Gleisplaneditor dienen. Auf diese Weise können Planungen beschleunigt und kostengünstig gestaltet werden. Zusätzlich werden Nutzen außerhalb der LST-Planung, wie z. B. bei der digitalen Streckenkunde für Lokführer oder zum energiesparenden Fahren, angeboten. ■

AUTOREN | AUTHORS

Dipl.-Ing. Vasco Paul Kolmorgen

Projektleiter / *Project Manager*
Bahnkonzept GmbH Deutschland
Anschrift / *Address*: Altplauen 19h, 01187 D-Dresden
E-Mail: kolmorgen@bahnkonzept.de

Dipl.-Ing. Christian Rahmig

Projektleiter / *Project Manager*
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. / *German Aerospace Center*
Institut für Verkehrssystemtechnik / *Institute of Transportation Systems*
Anschrift / *Address*: Lilienthalplatz 8, D-Braunschweig
E-Mail: christian.rahmig@dlr.de

Dipl.-Inf. Milan Wölke

Entwickler Modelle / *Developer*
Bahnkonzept GmbH Deutschland
Anschrift / *Address*: Altplauen 19h, D-01187 D-Dresden
E-Mail: woelke@bahnkonzept.de

Dr.-Ing. Jörg von Lingen

Niederlassungsleiter / *Branch Manager*
Institut für Bahntechnik GmbH
Anschrift / *Address*: Wiener Straße 114/116, D-01219 Dresden
E-Mail: jvl@bahntechnik.de

from the Indres database using the standard railML format. In the future, railML will also allow the connection of other data suppliers or DB Netz routes via the DB Netz PlanPro-XML format. This means one can keep the basis for interlocking planning up to date without any error-prone manual processes.

The engineers and programmers at the Indres project are working on updating an application to convert OpenStreetMap data into the industry railML format for lines or connecting tracks, where data is not available through digital planning systems or sensor-based track data collection (such as the GPSinfradat system from Bahnkonzept [17]). This makes it easy to obtain (provisional) data and create attributed databases, which serve as the basis for working on a schematic track plan editor. In this way, planning can be accelerated and made more cost-effective. In addition, there are also benefits outside control and safety technology planning, such as digital route knowledge for train drivers or energy-saving driving. ■

LITERATUR | LITERATURE

- [1] BMDV mFUND: Infrastrukturdatenbank für regionale Eisenbahnstrecken (Indres); <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/indres.html>; letzter Zugriff: 31.08.2022
- [2] Kolmorgen, V. P.; Rahmig, C.; Ebendt, R.; Schubert, L. A.: Indres – Infrastrukturdatenregister für regionale Eisenbahnstrecken, EI – DER EISENBAHNINGENIEUR 2/2020, S. 6-9
- [3] BMDV: mFUND-Projekte; in: <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Digitales/mFund/Projekte/mfund-projekte.html>; letzter Zugriff: 09.09.2022
- [4] Rahmig, C. (2021): Expert Interview – Christian Rahmig of German Aerospace Center on railML and Digital Twins for the Railway Industry; <https://www.geonatives.org/?p=850>; letzter Zugriff: 09.09.2022
- [5] UIC: Rail TopoModel and railML® – The foundation for an universal Infrastructure Data Exchange Format. In: 24th railML.org Conference, Paris, 18.09.2013; http://documents.railml.org/events/slides/2013-09-17_uic_nissi-erim_presentation.pdf; letzter Zugriff: 01.11.2022
- [6] UIC: International Railway Solution IRS 30100 – RailTopoModel; 1st edition September 2016 (IRS 30100:2016)
- [7] Main Page – Willkommen im railML® 3-Wiki; <https://wiki3.railML.org/>; letzter Zugriff: 01.11.2022
- [8] railML.org: Official railML website; <https://www.railML.org/>; letzter Zugriff: 01.11.2022
- [9] Business objectives of the RailTopoModel; <https://www.railTopoModel.org/>; letzter Zugriff: 01.11.2022
- [10] ISO/TS 4398:2022 Intelligent transport systems – Guided transportation service planning data exchange; <https://www.iso.org/standard/79916.html>; letzter Zugriff: 01.11.2022
- [11] BIM Deutschland: Zentrum für die Digitalisierung des Bauwesens; <https://www.bimdeutschland.de/>; letzter Zugriff: 15.09.2022
- [12] EULYNX Data preparation model; <https://eulynx.eu/index.php/datasetprep>; letzter Zugriff: 15.09.2022
- [13] LinX4Rail Project Overview; https://projects.shift2rail.org/s2r_ipx_n.aspx?p=LINUX4RAIL; letzter Zugriff: 09.09.2022
- [14] Karlsson, M.; Wegele, S. (2017): Digitalisation - Toward seamless connectivity; in: Global Railway Review, Vol. 23, issue 05
- [15] RailSystemModel – A UIC Digital Modelling project for the operational railway; <https://rsm.uic.org/>; letzter Zugriff: 01.11.2022
- [16] PlanPro – Die Zukunft der LST-Planung ist digital; <https://www.dbnetze.com/planpro>; letzter Zugriff: 01.11.2022
- [17] Kolmorgen V.P.; Rahmig, C.; Sontag, C.: Digitale Bestandsinfrastrukturierung regionaler Bahnstrecken, EI – DER EISENBAHNINGENIEUR 4/2022, S. 10-13

Durchgängig digital planen in der Leit- und Sicherungstechnik

Continuous digital planning in control command and signalling

Christian Frank

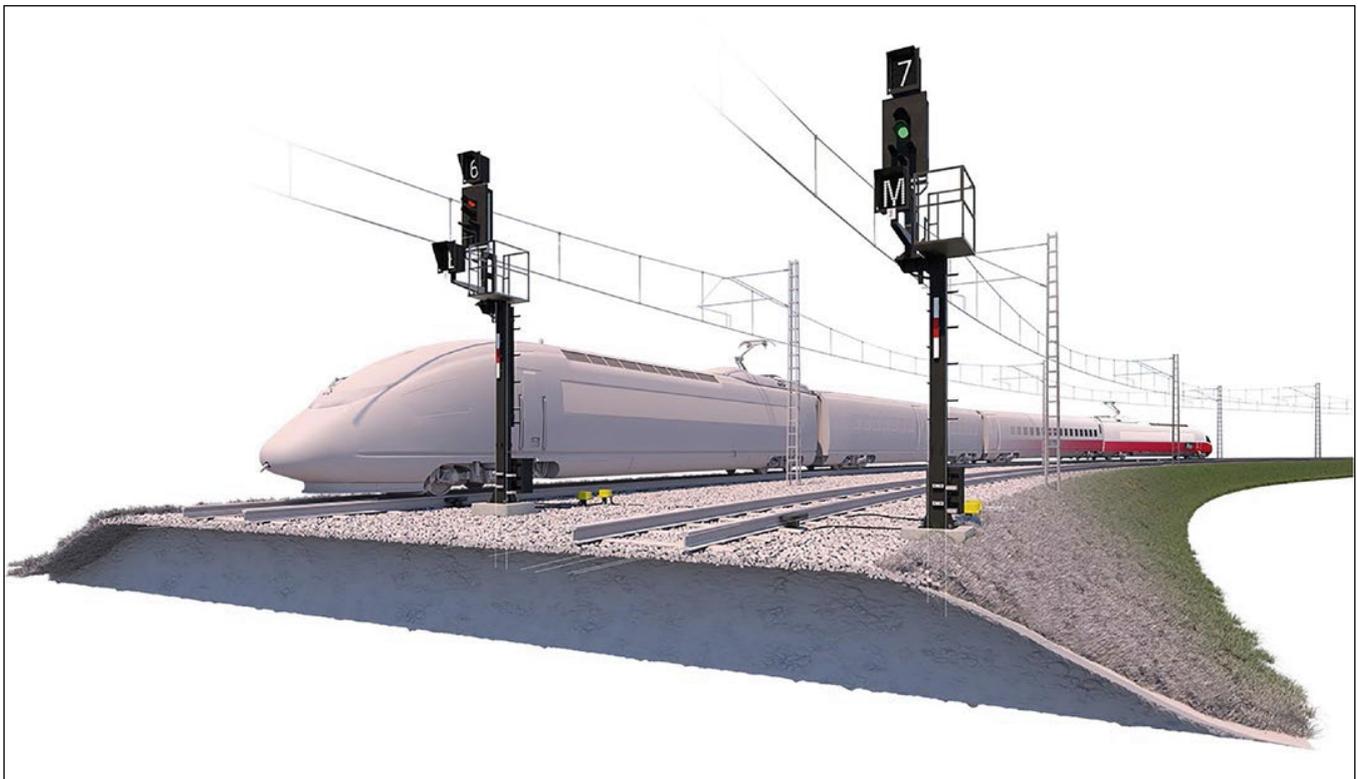


Bild 1: Mit der neuen Software ProVI LST können die Trassierung und die Leit- und Sicherungstechnik durchgängig digital geplant werden
 Figure 1: With the new software ProVI LST, routing and control command and signalling technology can be planned digitally from start to finish

Der Münchner Software-Anbieter ProVI ermöglicht die durchgängig digitale Planung ohne Schnittstellenverluste von der Trassierung bis zur Leit- und Sicherungstechnik (LST). Denn er ergänzte seine BIM-Lösung zur Planung von Verkehrsinfrastrukturen um das neue Modul ProVI LST. Im Rahmen einer Entwicklungskooperation mit DB Engineering & Consulting arbeitet ProVI an der Entwicklung der Software, die seit September 2022 offiziell erhältlich ist.

1 ProVI LST – leistungsstarkes Tool zur Leit- und Sicherungstechnikplanung

ProVI LST ist ein Aufsatz für ProVI Schiene sowie ProVI Schiene LT, der die Leit- und Sicherungstechnik in den Gesamtkontext der Planung integriert (Bild 1). Die in der Trassierung erzeugten Achsen, Gradienten, Weichen und Schnittstellen bilden die Basis für die LST-Planung.

The Munich-based software provider ProVI enables end-to-end digital planning without interface losses from routing to control command and signalling. The company added the new module ProVI LST to its BIM solution for planning transport infrastructure. As part of a development cooperation with DB Engineering & Consulting, ProVI is working on the development of the software, which has been officially available since September 2022.

1 ProVI LST – A powerful tool for control command and signalling planning

ProVI LST is an add-on for ProVI Rail as well as ProVI Rail LT that integrates control command and signalling into the overall planning context (Figure 1). The axes, gradients, switches and interfaces generated in the routing form the basis for the control

So können auch Funktionen wie etwa Auswertungen von Koordinaten oder Abständen mitgenutzt werden.

Alle Objekte, die für die Leit- und Sicherungstechnikplanung benötigt werden, kann der Planer mit dem Editor-Tool in ProVI LST definieren und bearbeiten. Außerdem ermöglicht es die Erzeugung der benötigten Ausgaben – sowohl Tabellenwerk und Lage- und Übersichtsplan für die konventionelle Planung als auch die PlanPro XML-Datei [1], die für die digitale Planung benötigt wird.

2 Sicherheit steht an erster Stelle

Das oberste Ziel in der LST-Planung lautet immer: Verhindern, dass zwei Züge zusammenstoßen. Die Strecke, die ein Zug auf dem Weg von A nach B zurücklegt, muss entsprechend geschützt werden. Bevor der Zug überhaupt losfahren darf, muss sichergestellt sein, dass sich auf dem Abschnitt, der befahren werden soll, nicht bereits ein anderer Zug befinden kann. Der Fahrweg von einem Signal zum nächsten, die Zugstraße, muss frei melden können, daher der Begriff Gleisfreimeldung. Unterwegs gibt es Weichen, für die sichergestellt werden muss, dass von der Seite kein anderer Zug die Strecke befahren kann – der sogenannte Flankenschutz. Für all diese Aktionen gibt es bestimmte Objekte, die der Planer definieren kann.

Typische Objekte für die Gleisfreimeldung sind beispielsweise Achszählpunkte, mit denen ermittelt wird, ob ein Streckenabschnitt frei ist und der nächste Zug einfahren kann. Eine weitere wichtige Funktion ist die Definition der Fahrstraßen, bei der festgelegt wird, welche Strecken auf welche Weise Flankenschutz bekommen. Auch die punktförmige Zugbeeinflussung (PZB) spielt eine wesentliche Rolle in der Leit- und Sicherungstechnikplanung. Dabei liegen z.B. Magnete im Gleisbett auf Höhe eines Signals. Wenn ein Zug trotz eines roten Signals weiterfährt, kann durch die Magneten eine Zwangsbremmung initiiert werden. So gibt es zahlreiche Mechanismen in, mit denen Leit- und Sicherungstechnikplaner die Sicherheit erhöhen und Risiken minimieren können.

3 Starke Entwicklungskooperation mit DB Engineering & Consulting

DB Engineering & Consulting (DB E&C), bereits seit vielen Jahren zufriedener ProVI Kunde, kam 2020 auf den Münchner Softwareanbieter zu mit dem Wunsch nach einer völlig neuen Lösung zur Leit- und Sicherungstechnikplanung, die künftig den Standard in der Planung setzen soll. Ziel war es, die bestehenden Kapazitäten für die LST-Planung effizienter einzusetzen, um das deutlich steigende Arbeitsvolumen durch den ETCS-Flächenrollout in Deutschland beherrschen zu können.

Die Entwicklungskooperation begann im November 2020. Nach den ersten Sondierungsgesprächen und einem Kick-Off-Workshop entwarfen die Kooperationspartner ein Umsetzungskonzept und legten den Umfang der ersten Ausbaustufe sowie die Zeitachse fest. Während der gesamten Entwicklungszeit trafen sich die Projektpartner in zweiwöchentlichen Meetings und tauschten sich engmaschig aus. Dabei wurden jeweils der aktuelle Stand der Entwicklung besprochen sowie neue Ideen diskutiert und Fragen geklärt. Der Austausch ermöglichte es den Software-Entwicklern, bis ins Detail zu verstehen, wie die Leit- und Sicherungstechnikplanung funktioniert und das bestmögliche Tool dafür zu entwickeln. Im Dezember 2021 wurde die erste Beta-Version von ProVI LST fertiggestellt. Danach startete der quartalsweise Hochlauf zur Einführung, der Ende des Q2 2023 abgeschlossen sein wird. Seit September 2022 ist die erste Ausbaustufe des Tools offiziell auf dem freien Markt käuflich erwerbbar. Aktuell arbeitet der Münchner Software-Anbieter in Zusammenar-

command and signalling planning. In this way, functions such as evaluations of coordinates or distances can also be used.

The planner can define and edit all objects required for control command and signalling planning using the editor tool in ProVI LST. The tool also enables the generation of the required outputs – both tabular work and site and overview plans for conventional planning and the PlanPro XML file [1] required for digital planning.

2 Safety comes first

The top priority in control command and signalling planning is always to prevent two trains from colliding. The route that a train covers on its way from A to B must be suitably protected. Before the train is even allowed to set off, it must be ensured that there cannot already be another train on the section that is to be traversed. The route from one signal to the next, the train route, must be able to report clear, hence the term track clearance. If on the line, there are switches where it must be ensured that no other train can enter the track from the side –so-called “flank protection” must be provided. For all these actions, there are certain objects that the planner can define.

Typical objects for track clearance are, for example, axle counting points, which are used to determine whether a section of track is clear and the next train can enter. Another important function is the definition of routes, which determines which lines get flank protection and how. Point-based train control also plays an important role in control command and signalling planning. Here, for example, magnets are located in the track bed adjacent to a signal. If a train continues to move despite a red signal, the magnets can initiate emergency braking. Thus, there are numerous mechanisms that control command and signalling planners can use to increase safety and minimize risks.

3 Close cooperation in development work with DB Engineering & Consulting

DB Engineering & Consulting (DB E&C), already a satisfied ProVI customer for many years, approached the Munich-based software provider in 2020 with a request for a completely new solution for control command and signalling planning that would set the standard in planning in the future. The goal was to use the existing capacities for control command and signalling planning more efficiently in order to be able to manage the significantly increasing work volume due to the ETCS area rollout in Germany.

The development cooperation started in November 2020. After the initial exploratory talks and a kick-off workshop, the cooperation partners drew up an implementation plan and defined the scope of the first expansion stage as well as the time required. During the entire development period, the project partners met every two weeks and exchanged information on a regular basis. During these meetings, the current status of the development was discussed and new ideas and questions were clarified. The exchange enabled the software developers to understand in detail how control command and signalling planning works and to develop the best possible tool for it. In December 2021, the first beta version of ProVI LST was completed. After that, the quarterly ramp-up to launch started, which will be completed by the end of Q2 2023. Since September 2022, the first expansion stage of the tool has been officially available for purchase on the open market. The Munich-based software pro-

beit mit DB E&C an der zweiten Ausbaustufe, die unter anderem das European Train Control System (ETCS) enthalten soll.

Key Features der ersten Ausbaustufe:

- Bauzustände
- Gleisdaten
- Weichen
- Signale
- Gleisfreimeldung
- Schlüsselabhängigkeiten
- Nahbedienbereiche
- Flankenschutz
- Gefahrenpunkte/D-Wege
- Fahrstraßen
- Punktförmige Zugbeeinflussung
- Automatische Planungsunterstützung.

4 ProVI vereint zwei Welten

Was ProVI in seiner Trassierungslösung auszeichnet, findet sich nach Meinung der Anwender auch in ProVI LST wieder. Das Tool zeichnet sich durch seine Übersichtlichkeit und die intuitive Bedienung aus. Das CAD-Modell stellt dabei immer nur ein temporäres Abbild der Daten dar. Das Entscheidende ist das Datenmodell dahinter.

Die Oberfläche ist in der Regel immer gleich aufgebaut: Sie besteht einerseits aus einer Eingabemöglichkeit, wo der Anwender Tabellen wie die Signaltabelle sieht, andererseits wird aber auch der Lageplan im CAD angezeigt. Der Planer kann also sowohl in der Tabelle als auch in der Zeichnung Werte anpassen oder Objekte und deren Position verändern. Die Änderungen werden jeweils übernommen. Dadurch bringt das Trassierungstool beide Welten, die Tabellen und die visuelle Ansicht eines Projekts, in einer Benutzeroberfläche für die Eingabe zusammen.

vider is currently working in collaboration with DB E&C on the second expansion stage, which will include the European Train Control System (ETCS).

Key features of the first expansion stage:

- Building status
- Track data
- Switches
- Signals
- Track clear detection
- Key dependencies
- On-site operation areas
- Flank protection
- Peril points / overlaps
- Routes
- Point train control
- Automatic planning support.

4 ProVI combines two worlds

According to users, what distinguishes ProVI in its routing solution is also found in ProVI LST. The tool is characterized by its clarity and intuitive operation. The CAD model always represents only a temporary image of the data. The decisive factor is the data model behind it.

The user interface is generally structured in the same way: on one hand, it consists of an input option where the user sees tables such as the signal table, but on the other hand, the site plan is also displayed in CAD. The planner can therefore adjust values or change objects and their position both in the table and in the drawing. The changes are applied in each case. In this way, the routing tool brings both worlds, the tables and the visual view of a project, together in one user interface for input.

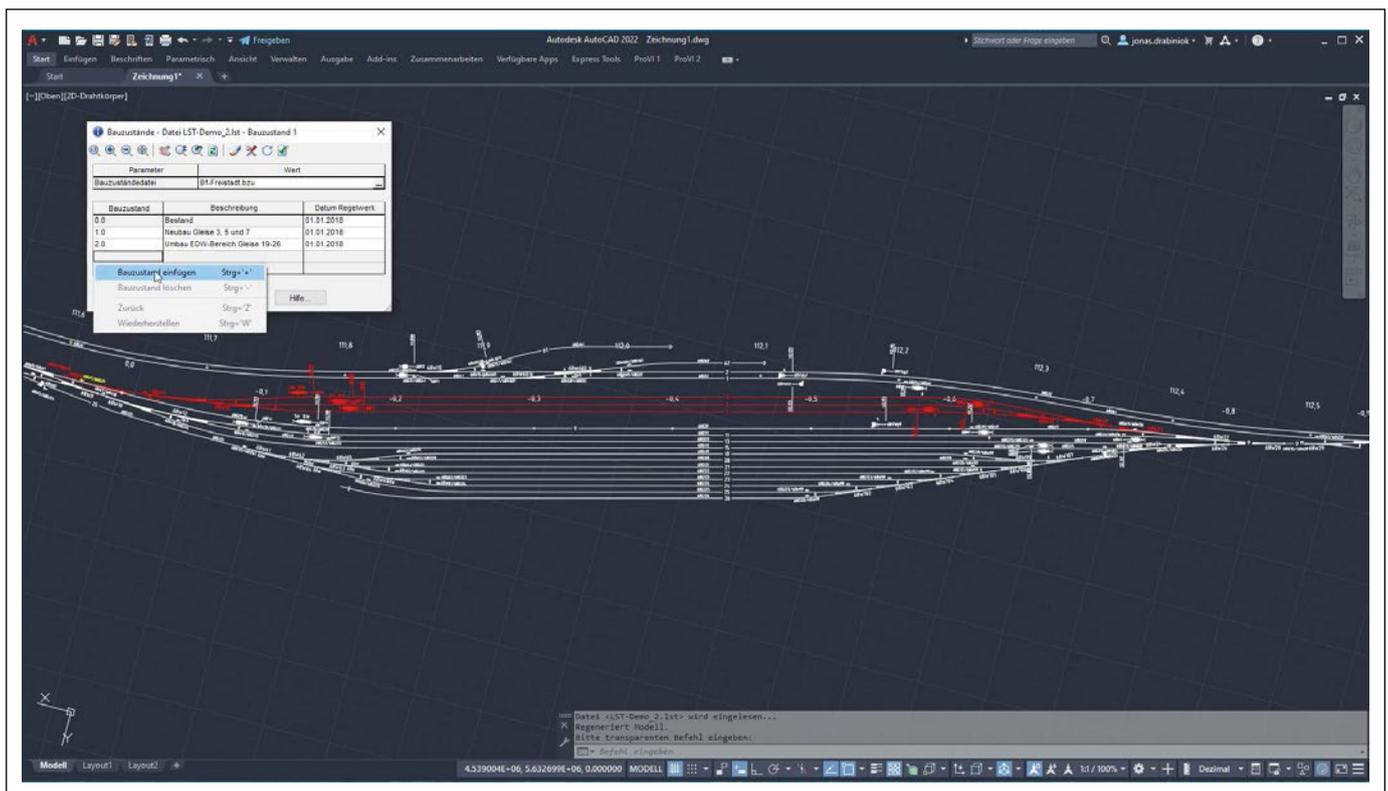


Bild 2: Die Bauzustände können über die gleichnamige Funktion angelegt und bearbeitet werden.

Fig. 2: The construction stages can be created and edited using the function of the same name.

MUSTER

5 Anlegen und Bearbeiten von LST-Objekten

Genauso wie die Produkte ProVI Schiene und ProVI Straße arbeitet auch das neue ProVI LST mit Datenbankobjekten. Dies bedeutet, dass sämtliche erzeugte Elemente – seien es Achsen, Gradienten, Entwässerungsschächte oder LST-Objekte – in einer Datenbank abgelegt werden und miteinander verknüpft sind. Die AutoCAD Zeichnung dient während der Bearbeitung der Objekte lediglich als Hilfe und stellt keine endgültige Zeichnungsausgabe dar.

5.1 Grundlage: Bauzustände und Trassierungsdaten

Die für die LST-Planung obligatorischen Bauzustände können über die gleichnamige Funktion in ProVI LST angelegt und bearbeitet werden (Bild 2). Ein Ergänzen von Bauzuständen, auch zwischen bereits vorhandenen, ist jederzeit möglich.

Neben den Bauzuständen bilden die Trassierungsdaten die zweite Grundlage. Diese können im Bereich „Gleisdaten“ eingelesen werden (Bild 3). Das Tool nutzt hierbei die im Projekt vorhandenen Daten. Diese kommen entweder aus der Verkehrsanlagenplanung oder aus importierten Bestandsdaten wie zum Beispiel den Gleisnetzdaten der DB oder anderen Quellen. Die in die LST-Datei eingelesenen Achsen werden Bauzuständen zugeordnet und im Weiteren mit LST-spezifischen Attributen versehen. So werden etwa Gleisbezeichnungen, Gleisarten oder Geschwindigkeitsprofile erstellt.

5.2 Signale

Signale werden über das Kontextmenü der Signaltabelle in ProVI LST angelegt und mithilfe eines Bezugspunktes platziert (Bild 4). Damit wird zwar die Grafik um ein Signalsymbol ergänzt, entscheidend ist jedoch, dass der Datenbank damit ein neues Element hinzugefügt wurde. Dieses kann nun oder im weiteren Planungsverlauf um Attribute ergänzt werden. Sollen das Objekt oder Teile des Objekts

5 Creating and editing control command and signalling objects

Just like the ProVI Rail and ProVI Road products, the new ProVI LST also works with database objects. This means that all elements created – be they axes, gradients, drainage shafts or control command and signalling objects – are stored in a database and are linked to each other. The AutoCAD drawing serves only as an aid during the editing of the objects and does not represent a final drawing output.

5.1 Basis: Construction stages and routing data

The construction stages required for control command and signalling planning can be created and edited using the function of the same name in ProVI LST (Figure 2). Construction stages can be added at any time, even between existing ones.

In addition to the construction stages, the second basis is the track data. This can be read in in the “track data” area (Figure 3). The tool uses the data available in the project. This comes either from the traffic facility planning or from imported inventory data such as the DB track network data or other sources. The axes imported into the control command and signalling file are assigned to construction stages and then given control command and signalling specific attributes. For example, track designations, track types or speed profiles are created.

5.2 Signals

Signals are created via the context menu of the signal table in ProVI LST and placed using a reference point (Figure 4). Although this adds a signal symbol to the graphic, the decisive factor is that a new element has thus been added to the database. Attributes can be added to this element now or in the fur-

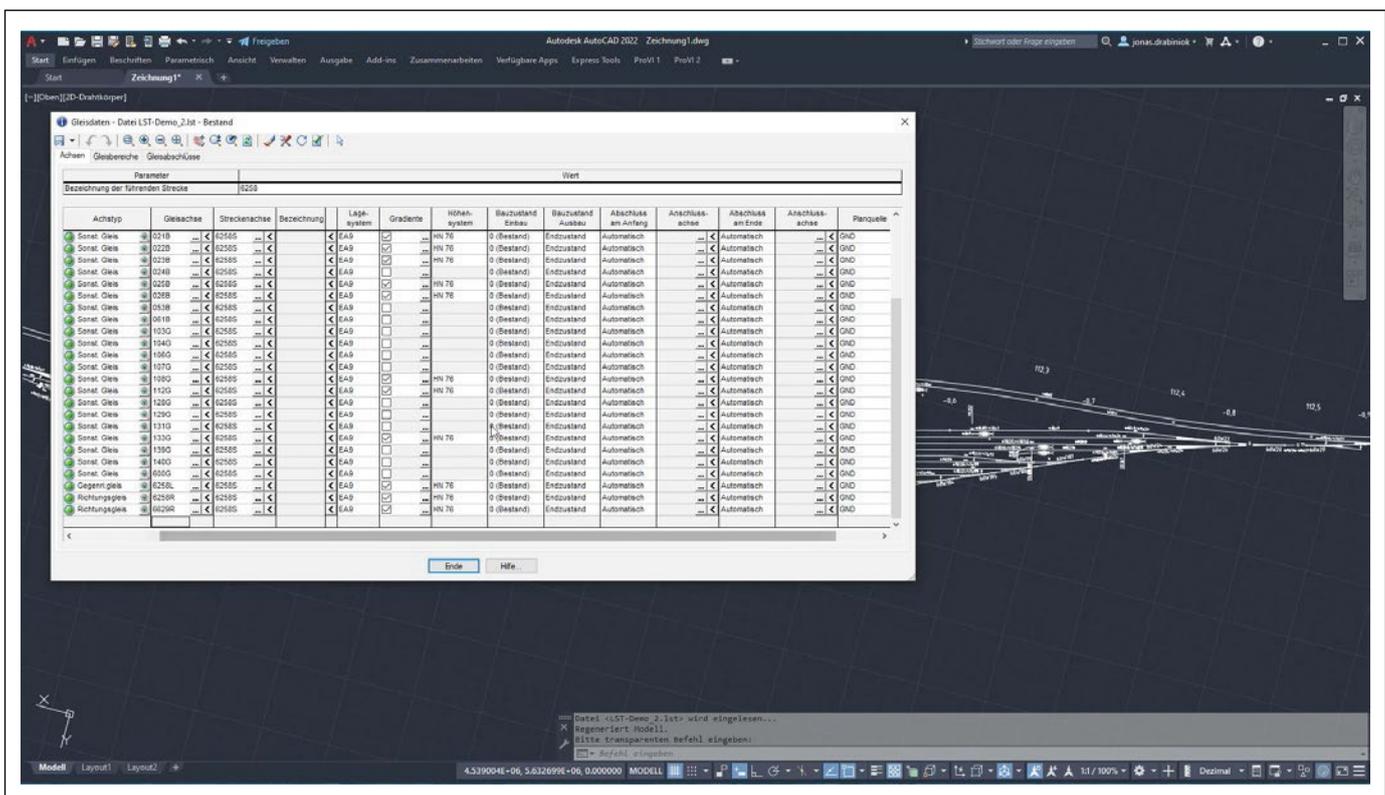


Bild 3: Die Trassierungsdaten können im Bereich „Gleisdaten“ eingelesen werden.

Fig. 3: The routing data can be read in the “track data” area.

MUSTER

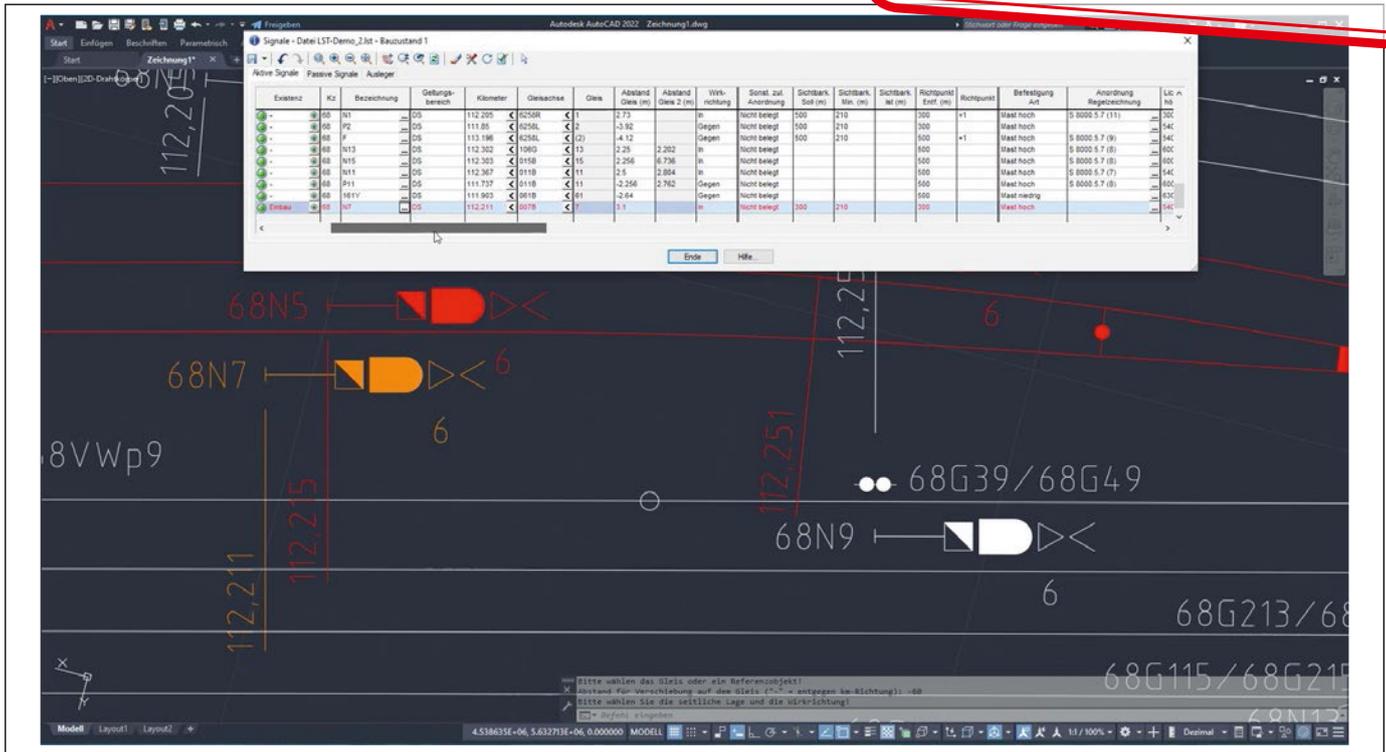


Bild 4: Signale werden über das Kontextmenü der Signaltabelle in ProVI LST angelegt.

Fig. 4: Signals are created via the context menu of the signal table in ProVI LST.

in späteren Bauzuständen geändert werden, so ist dies ebenso möglich. Sowohl in der Tabelle als auch in der Arbeitsansicht wird die Änderung sofort sichtbar.

ther course of planning. If the object or parts of the object are to be changed in later construction stages, this is also possible. The change is immediately visible in the table as well as in the working view.

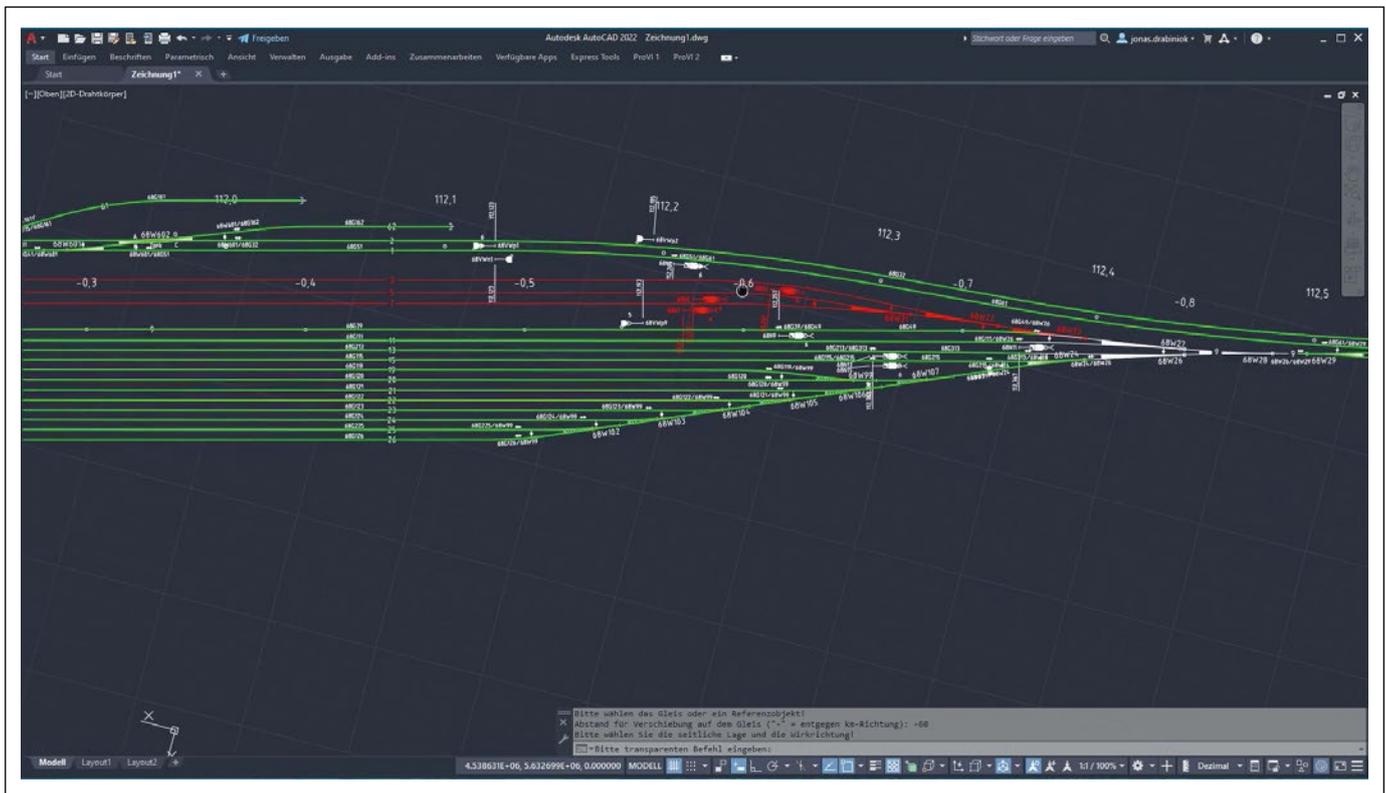


Bild 5: Grün markierte Gleisbereiche symbolisieren vorhandene Freimeldeabschnitte, inkorrekte Freimeldeabschnitte sind rot markiert.

Fig. 5: Track areas marked in green symbolize existing clearance sections, incorrect clearance sections are marked in red.

MUSTER

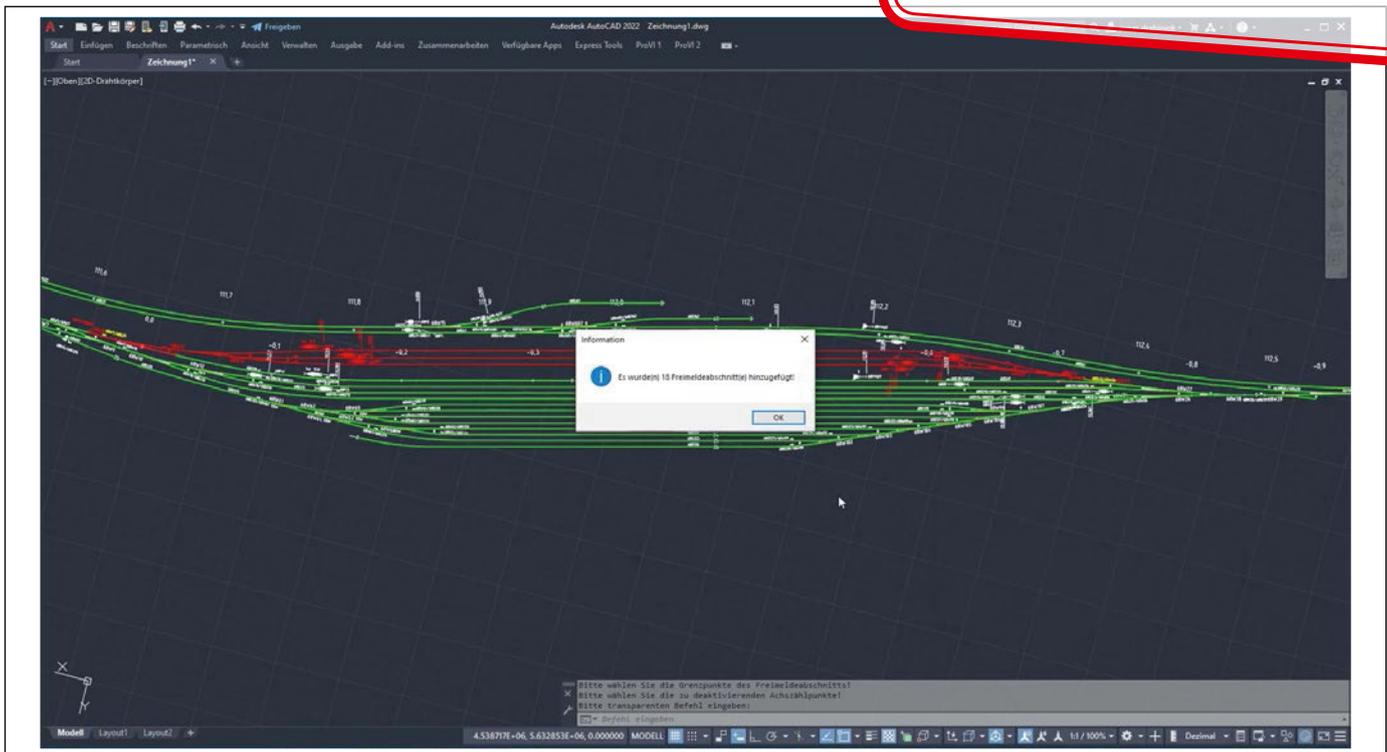


Bild 6: ProVI LST legt fehlende Freimeldeabschnitte automatisch an.

Fig. 6: ProVI LST automatically creates missing clearance sections.

5.3 Gleisfreimeldung

Eine weitere Funktionsgruppe ist die Gleisfreimeldung. Grün sichtbare Gleisbereiche symbolisieren vorhandene Freimeldeabschnitte. In der Grafik und Tabelle rot markiert sind Freimeldeabschnitte, die im aktuellen Bauzustand neu hinzugekommen sind (Bild 5).

Ähnlich den Achszählern können Freimeldeabschnitte analog durch die Auswahl von Grenzpunkten erzeugt werden. ProVI LST bietet hier einen Automatismus und legt die fehlenden Abschnitte automatisch an (Bild 6). Freimeldeabschnitte und Achszählpunkte können im Anschluss bezeichnet werden.

5.4 Fahrstraßen

Bei den Fahrstraßen ist ein Blick auf die Gefahrpunkte wichtig. Auch diese lassen sich automatisch an allen vorhandenen Einfahrsignalen platzieren. Im Gefahrpunktassistenten zeigt sich das Zusammenspiel zwischen Trassierungsdaten und LST-Elementen (Bild 7). Die angezeigte Geschwindigkeit wird beispielsweise aus den in der Achse hinterlegten Entwurfsgeschwindigkeiten übernommen. Die maßgebende Neigung wird aus den Gradienten-Daten und den für Fahr- und Bremsweg eingestellten Längen errechnet. Außerdem kann der Anwender die Anpassung der Signalposition an die erforderlichen Soll-Werte vornehmen.

5.5 Durchrutschwege

Des Weiteren werden die Durchrutschwege betrachtet. Mithilfe des D-Weg Assistenten kann ein aktives Signal ausgewählt werden. Damit bekommen Planer die in Wirkrichtung des Signals liegenden Achszählpunkte angezeigt und können verschiedene D-Wege projektieren. In der Grafik werden die für die unterschiedlichen Geschwindigkeiten gültigen Soll-Durchrutschweglängen durch Halbkreise dargestellt. Eine Optimierung des Signalstandortes ist hier ebenfalls möglich. Durchrutschwege werden wie alle Objekte in der Tabelle und der Grafik angezeigt.

5.3 Track clear detection

Another function group is the track clear detection. Track areas visible in green symbolize existing track clearance sections. In the graphic and the table, sections that have been newly added in the current state of construction are marked in red (Figure 5).

Similar to the axle counters, clearance sections can be generated analogously by selecting border points. ProVI LST offers an automatism here and creates the missing sections automatically (Figure 6). Clearance sections and axle counting points can then be designated.

5.4 Routes

For the routes, it is important to take a look at the peril points. These can also be placed automatically at all existing entry signals. The interaction between route data and control command and signalling elements is shown in the peril point assistant (Figure 7). The displayed speed, for example, is taken from the design speeds stored in the axis. The governing slope is calculated from the gradient data and the lengths set for travel and braking distance. In addition, the user can adjust the signal position to the required nominal values.

5.5 Overlaps

Furthermore, the overlaps are considered. An active signal can be selected with the help of the overlap assistant. This provides planners with the axle counting points in the direction of action of the signal and allows them to design different overlaps. In the graphic, the target overlap lengths valid for the different speeds are represented by semicircles. Optimization of the signal location is also possible here. Overlaps are displayed like all objects in the table and the graphic.

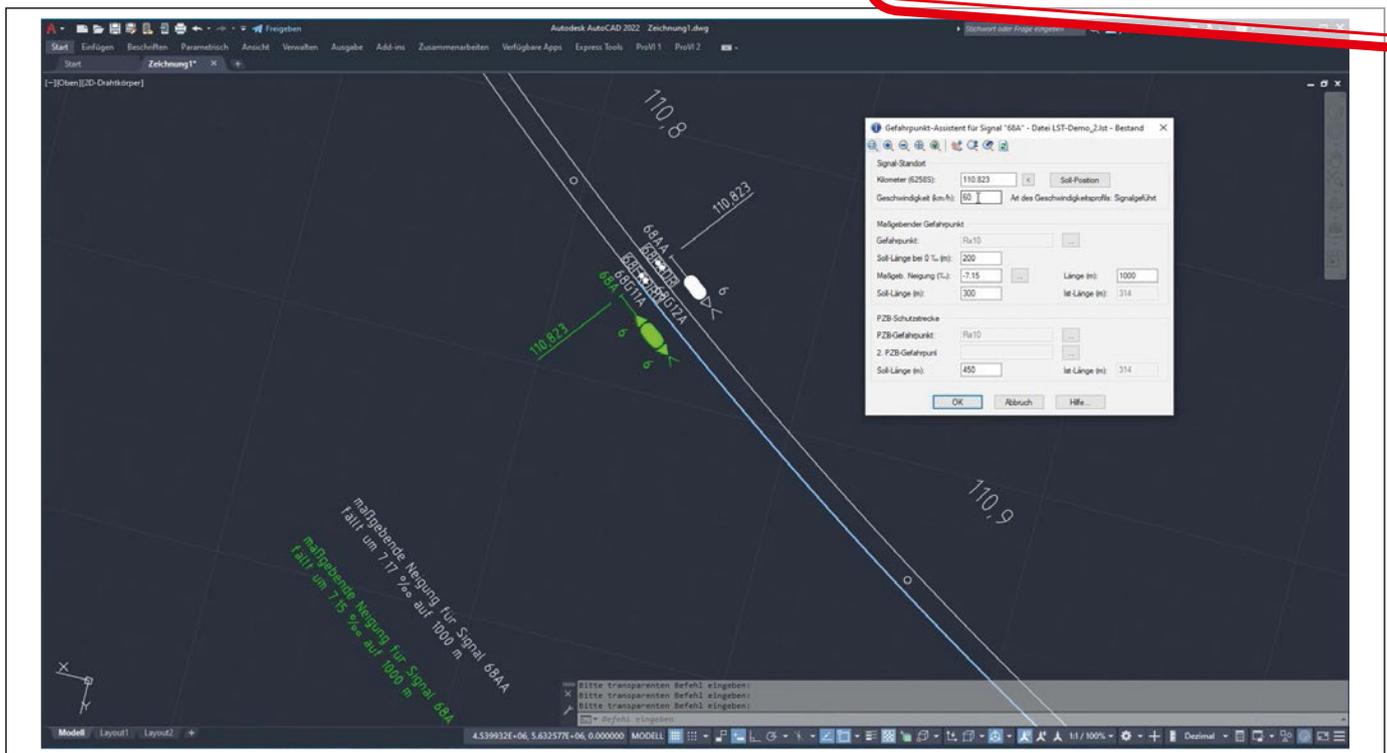


Bild 7: Im Gefahrpunktassistenten zeigt sich das Zusammenspiel zwischen Trassierungsdaten und LST-Elementen.

Fig. 7: The interaction between routing data and control command and signalling elements is shown in the peril point assistant.

5.6 Zugbeeinflussung

Eine weitere Funktion im ProVI LST Editor ist das Platzieren der Magnete für die Zugbeeinflussung. Auch hier greift auf Wunsch ein Automatismus, der Planern das händische Platzieren abnimmt.

5.7 Datenausgabe

Wird der Editor verlassen, wird auch die Grafik ausgeblendet, da es sich hierbei nur um eine Arbeitsansicht handelt. Nun können die erzeugten Daten ausgegeben werden. Neben dem Lageplan, welcher in der Darstellung in weiten Teilen der Arbeitsansicht entspricht, lässt sich auch ein Übersichtsplan generieren. Neben vielen weiteren Einstellungen, die für eine später wiederholte Zeichnungsausgabe genutzt werden können, lassen sich der aktuelle und der vorherige Bauzustand wählen, die im Plan miteinander verglichen werden sollen. Mit einem Klick auf „Zeichnen“ wird die Zeichnung generiert und kann zunächst überprüft werden. Das Verschieben und Optimieren der erzeugten Symbole und Beschriftungen kann der Planer direkt über den Zeichnungsgenerator vornehmen.

Die Änderungen werden auf Wunsch in der LST-Datei gespeichert und stehen so, wie die anderen Zeichnungseinstellungen, für eine wiederholte spätere Ausgabe zur Verfügung. Bei der Tabellenausgabe kann die Sortierung der Signale frei gewählt werden oder zum Beispiel nach der DB-Signalbezeichnung erfolgen. Nach Bestätigung wird eine Excel-Tabelle im XML-Format erzeugt. Die klassische Farbdarstellung findet sich auch hier wieder und muss nicht etwa händisch in Excel bearbeitet werden.

6 Automatisierung, wenn die Ausnahme die Regel ist

In der LST-Planung ist häufig die Ausnahme die Regel und es gibt selten den einen einheitlichen Weg. Trotzdem bietet ProVI LST dort, wo es geht, Automatismen an und das macht die Planung deutlich schneller. Die automatische Planungsunterstützung ist ein Allein-

5.6 Train control

Another function in the ProVI LST editor is the placement of magnets for train control. Here, too, an automatic function can be used to relieve planners of the task of manual placement.

5.7 Data output

If the editor is exited, the graphic is also hidden, since this is only a working view. Now the generated data can be output. In addition to the site plan, which corresponds to a large extent to the working view, an overview plan can also be generated. In addition to many other settings that can be used for a later repeated drawing output, the current and the previous construction status can be selected, which are to be compared with each other in the plan. With a click on “draw” the drawing is generated and can be checked first. The planner can move and optimize the generated symbols and labels directly via the drawing generator. If desired, the changes are saved in the control command and signalling file and are thus available, like the other drawing settings, for repeated output at a later time. For the table output, the sorting of the signals can be freely selected or, for example, according to the DB signal designation. After confirmation an Excel table in XML format is generated. The classic colour representation is also found here and does not have to be edited manually in Excel.

6 Automation when the exception is the rule

In control command and signalling planning, the exception is often the rule and there is seldom one uniform way. Nevertheless, ProVI LST offers automation wherever possible, and this makes planning significantly faster. The automatic planning support is a unique selling point of the module on the market. For example, if the planner removes a track that was connect-

MUSTER

stellungsmerkmal des Moduls auf dem Markt. Entfernt der Planer beispielsweise ein Gleis, das mit einem Signal verbunden war, wird auch das Signal automatisch entfernt. Ebenso erkennt das Tool, an welchen Stellen in aller Regel Standard-Achszählpunkte oder Gleismagnete eingebaut werden müssen. Weitere hilfreiche Automatismen finden sich unter anderem in der Fahrstraßenbildung, im Flankenschutz, bei der Erstellung des Signalübersichtsplans oder auf der Eingabeoberfläche.

6.1 Fahrstraßenbildung

Anwender werden in ProVI LST deutlich bei der Fahrstraßenbildung unterstützt. Ein intelligenter Fahrstraßenassistent sucht alle Kombinationen von Start- und Zielsignalen und ermittelt, ob es dazwischen Verbindungen gibt. Daraus wird ein automatischer Vorschlag mit allen denkbaren Fahrstraßen erzeugt. Diese Auswahl kann der Anwender im Anschluss noch anpassen und Fahrstraßen entfernen oder weitere hinzufügen. Gerade in größeren Projekten, in denen es mehrere hundert Fahrstraßen geben kann, bedeuten die Automatismen in ProVI LST für den Leit- und Sicherungstechnikplaner eine erhebliche Arbeitserleichterung und Zeitersparnis.

6.2 Flankenschutz

Eine Zugstraße, die eine Weiche enthält, kann auf einem Strang der Weiche befahren werden, während auf dem anderen Strang Flankenschutz gegeben sein muss. Flankenschutz wird zum Beispiel ermöglicht, indem eine Weiche in dem schutzsuchenden Strang so eingestellt ist, dass hier kein Zug einfahren kann, oder ein Signal auf Rot steht. Die Bestimmung, welches Objekt einer Fahrstraße Flankenschutz gibt, passiert in ProVI LST ebenfalls automatisch. Das Programm ermittelt für sämtliche vorhandene Weichen mögliche Flankenschutz gebende Elemente und listet diese auf. Eine Visualisierung in der Grafik ist ebenfalls möglich. Der Anwender erhält etwa einen Vorschlag für ein Signal oder eine Gleissperre, kann aber auch hier das schutzgebende Element im Nachhinein noch anpassen oder überschreiben. So muss er nicht für jede Fahrstraße einzeln entscheiden, sondern kann mit einem Knopfdruck für alle Weichen das plausibelste Flankenschutz-Element setzen lassen.

6.3 Signalübersichtsplan

Auch bei der Erstellung des Signalübersichtsplans unterstützt das Werkzeug durch integrierte Automatismen. Da die händische Erstellung eines Signalübersichtsplans schwierig und aufwändig ist, übernimmt ProVI LST dies in großen Teilen automatisch. Der Anwender hat dadurch nur noch einen geringen Nachbearbeitungsaufwand.

6.4 Intelligente Eingabeoberfläche

Die Eingabeoberfläche von ProVI LST ermöglicht es, Daten von mehreren Objekten im Handumdrehen gleichzeitig zu ändern. So können in einer Signaltabelle zum Beispiel Werte für alle oder mehrere Signale gleichzeitig geändert werden. Sollen etwa 50 Signale als Hauptsignal definiert werden, geht dies mit einem Klick und ohne für jedes Signal einzeln einen Wert verändern zu müssen.

7 Das Laden von Bestandsdaten

Das Werkzeug ermöglicht das einfache Laden von Bestandsdaten aus der Trassierung oder einer vorangegangenen LST-Planung. Wird die Trassierung bereits in ProVI erstellt, kann der Anwender basierend auf diesem Projekt, das Achsen, Gradienten und Weichen enthält, direkt die Leit- und Sicherungstechnik aufbauen. Für den Fall, dass die Trassierung nicht mit ProVI geplant wurde, ermöglicht ProVI LST auch den Import der Gleisnetzdaten der DB. Damit kann unver-

ed to a signal, the signal is also removed automatically. Likewise, the tool recognizes at which points standard counting points or track magnets usually have to be installed. Other helpful automatisms can be found, among other things, in the formation of routes, in the flank protection, in the creation of the signal overview plan or on the input interface.

6.1 Route creation

In ProVI LST, users are significantly supported in the creation of routes. An intelligent route assistant searches for all combinations of start and destination signals and determines whether there are any connections between them. From this, an automatic proposal is generated with all conceivable routes. The user can then adapt this selection and remove or add routes. Particularly in larger projects, in which there may be several hundred routes, the automatic functions in ProVI LST mean a considerable reduction in workload and time savings for the control command and signalling planner.

6.2 Flank protection

A train route containing a turnout can be driven on one line of the turnout, while flank protection must be provided on the other line. Flank protection is made possible, for example, by setting a turnout in the line requiring protection in such a way that no train can enter it, or by setting a signal to red. ProVI LST also automatically determines which object in a route provides flank protection. The program determines possible edge protection elements for all existing switches and lists them. Visualization in the graphic is also possible. The user receives a suggestion for a signal or a track barrier, for example, but can also adjust or overwrite the protective element afterwards. In this way, he does not have to decide individually for each route, but can have the most plausible flank protection element set for all switches at the push of a button.

6.3 Signal overview plan

The tool also supports the creation of the signal overview plan with integrated automatisms. Since the manual creation of a signal overview plan is difficult and time-consuming, ProVI LST does this automatically to a large extent. This means that the user only has to do a small amount of post-processing.

6.4 Intelligent input interface

The input interface of ProVI LST makes it possible to change data of several objects simultaneously in the blink of an eye. For example, values for all or several signals can be changed simultaneously in a signal table. If, for example, 50 signals are to be defined as the main signal, this can be done with a single click and without having to change a value for each signal individually.

7 Loading as-built data

The software makes it easy to load as-built data from the routing or from previous control command and signalling planning. If the routing has already been created in ProVI, the user can directly build the control command and signalling based on this project, which contains axes, gradients and switches. In case the routing has not been planned with ProVI, ProVI LST also allows the import of DB's track network data. This allows a control command and signalling file to be generated immediately that includes all axes and switches. Loading as-built data from a

zöglich eine LST-Datei erzeugt werden, die alle Achsen und Weichen beinhaltet. Auch das Laden von Bestandsdaten aus einem LST-Projekt, das mit einer anderen Software erstellt wurde, ist möglich. So kann beispielsweise die Access Datenbank von ProSig ausgelesen und so die LST-Daten in ProVI LST importiert werden.

8 Datenaustausch mit PlanPro

Das Datenmodell wurde unter Berücksichtigung des PlanPro Modells entwickelt. Die Systeme sind kompatibel und die Daten aus der LST-Planung können über ein Schnittstellenmodul im PlanPro Format als ZIP-Datei ausgegeben werden. Dabei kann der Anwender Bauzustände definieren und so einen Start- und Zielzustand übergeben. Mithilfe des „Werkzeugkoffers“ in PlanPro können erste Prüfungen wie Plausibilitätsprüfungen gemacht werden. Mögliche Planungsfehler werden hier bereits erkannt. Die PlanPro Daten gehen dann an einen Prüfer, der mithilfe des „Werkzeugkoffers“ weitere Prüfungen anstellen kann [2]. Schließlich werden die Daten an ein Signalbauunternehmen weitergegeben. Dieses kann auf Basis der PlanPro Datei beispielsweise erkennen, wo ein Signal mit welchen Attributen gesetzt werden soll. So wird eine durchgängige digitale Planung gewährleistet und Fehler, die sonst erst beim Bau erkennbar werden würden, lassen sich durch diesen Standard schon im Vorfeld identifizieren.

9 Durchgängig digital planen

Nachdem der LST-Planer seine Planung in ProVI LST abgeschlossen hat, übergibt er ein Modell an den Prüfer oder das Signalbauunternehmen. Diese können sich damit alle Pläne und Tabellen auf dem aktuellsten Stand anzeigen lassen. Werden keine Modelle, sondern nur Pläne und Tabellen übergeben, ist nicht sichergestellt, dass beide auf demselben Planungsstand basieren. So kann es vorkommen, dass eine Planungsänderung in der Tabelle nachgetragen, aber im Plan vergessen wurde. Bei dieser Trennung besteht die Gefahr, dass die Daten nicht zusammenpassen und Fehler entstehen. Durch die Nutzung von Modellen wird diese Fehlerquelle ausgeschlossen. Ebenso ist der Datenfluss innerhalb von ProVI durchgängig. Dank des neuen ProVI LST können nun Verkehrsanlagen- und Leit- und Sicherungstechnikplaner in derselben Datenbank arbeiten. Ändert der Trassierer etwas am Gleisverlauf, muss meist auch die Leit- und Sicherungstechnik umgeplant werden. Auch bei einer Neu-ausrüstung oder Umrüstung baut der LST-Planer auf den Daten des Verkehrsanlagenplaners auf. Dabei wird in Bauzuständen geplant. Mithilfe der gemeinsamen Datenbank werden in ProVI LST alle Änderungen automatisch übernommen. Auch wenn die Planer der unterschiedlichen Disziplinen in getrennten Datenbanken arbeiten wollen, bewegen sie sich dennoch beide in der ProVI-Welt und können ihre Daten schließlich ohne Schnittstellenverluste zusammenlegen. So werden Fehler minimiert und Kosten reduziert. ■

control command and signalling project created with other software is also possible. For example, the Access database can be read from ProSig and thus the control command and signalling data can be imported into ProVI LST.

8 Data exchange with PlanPro

The data model was developed with the PlanPro model in mind. The systems are compatible and the data from control command and signalling planning can be output as a ZIP file via an interface module in PlanPro format. The user can define construction states and thus transfer a start and target state. With the help of the “toolbox” in PlanPro, initial checks such as plausibility checks can be made. In this way possible planning errors can be detected. The PlanPro data is then sent to an inspector, who can perform further checks using the “toolbox” [2]. Finally, the data is passed on to a signal construction company. Based on the PlanPro file, this company can, for example, identify where a signal is to be placed and with what attributes. This ensures end-to-end digital planning, and errors that would otherwise only become apparent during construction can be identified in advance thanks to this standard.

9 Continuous digital planning

After the control command and signalling planner has completed his planning in ProVI LST, he transfers a model to the Inspector or the signal construction company. The latter can use it to display all plans and tables in their current status. If no models are transferred, but only plans and tables, it is not ensured that both are based on the same planning status. For example, it can happen that a planning change is subsequently entered in the table but forgotten in the plan. With this separation, there is a risk that the data will not match and errors will occur. By using models, this source of error is eliminated.

Likewise, the data flow within ProVI is consistent. Thanks to the new ProVI LST, traffic system planners and control command and signalling planners can now work in the same database. If the route planner makes changes to the track layout, the control command and signalling technology usually has to be redesigned as well. In the case of new equipment or retrofitting, the control command and signalling planner also builds on the data of the traffic system planner. Planning is carried out in construction stages. With the help of the common database, all changes are automatically adopted in ProVI LST. Even if the planners of the different disciplines want to work in separate databases, they both still move in the ProVI world and can finally merge their data without interface losses. This minimizes errors and reduces costs. ■

AUTOR | AUTHOR

M. Eng., Dipl.-Ing. (FH) Christian Frank

CEO

ProVI GmbH

Anschrift / Address: Garmischer Straße 21, D-81373 München

E-Mail: christian.frank@provi-cad.de

LITERATUR | LITERATURE

[1] Digital CCS engineering (PlanPro) paves the way for the “Digital Rail” program, SIGNAL+DRAHT, February 2020, Christoph Klaus

[2] New tools in control system planning and signalling with PlanPro SIGNAL+DRAHT, July 2015, Christoph Klaus, Jens Buder, Reiner Brödel