

Building Information Modeling in der Planung der Leit- und Sicherungstechnik

Building Information Modeling in railway signalling and safety system planning

Silja Beck | Turgay Türker | Volker Uminski

Building Information Modeling (BIM) ist spätestens mit den 13 Pilotprojekten des BMVI [1, 2] ab 2017 als Standardisierungsinitiative und künftige Arbeits- bzw. Projektmethode im Schienenverkehr der Deutschen Bahn AG (DB) angekommen. Insbesondere im Bereich der bahnseitigen Verkehrsstationen ist BIM seither ein fester Bestandteil aller Infrastrukturprojekte [3]. In den anderen Leistungsbereichen, wie die der Leit- und Sicherungstechnik (LST), sieht das Vorhaben aus einiger „Flughöhe“ betrachtet schon recht geordnet aus. Bewegt man sich jedoch auf der operativen, mithin planerischen Ebene, „dicht über dem Boden der Tatsachen“, so zeigt sich die Situation noch weniger strukturiert und schlüssig, als die vielen PowerPoint-Folien zu diesem Thema vermuten lassen.

1 Vom Credo zum Procedere

Fachleute aller Gewerke, die sich an Planung, Bau und Betrieb eines Infrastrukturprojektes der DB beteiligen, sind seit einiger Zeit mit der Herausforderung konfrontiert, aus den erklärten BIM-Strategien nun operativ anwendbare Maßnahmen zu entwickeln. Dabei werden sie von drei zentralen Fragen geleitet:

- Mit welchen Geschäfts- bzw. Planungsprozessen können und sollen die Vorgaben erreicht werden?
- Welche Softwaresysteme kommen zum Einsatz, um die notwendigen Prozesse zu unterstützen und die geforderten Fachdaten bzw. Fachobjekte zu generieren?
- Wie und mittels welcher Schnittstellenformate werden die intendierten gewerke-, firmen- und prozessübergreifenden Datenströme praktisch realisiert?

Entlang dieser Fragestellung hat auch das Entwicklungsteam der Planungssoftware ProSig [4] der WSP Infrastructure Engineering GmbH einige Lösungsansätze für die LST erarbeitet, die im Folgenden näher beschrieben werden.

2 Objektlieferanten und Objektsammler

Um die von ProSig erarbeiteten Ansätze besser einordnen zu können, sei hier der grobe Ordnungsrahmen erwähnt, der sich derzeit für die technisch-prozessualen Softwaresysteme abzeichnet. Zum einen sind es die Softwaresysteme zur Planungsunterstützung in den jeweiligen Gewerken, die als „Objektlieferanten“ die fachlichen Objekte mit all ihren relevanten Daten zur Verfügung stellen können. Zum anderen übernehmen „Objektsammler“ die gleichzeitige und gesamtheitliche Darstellung der Gewerkeobjekte in einem gemeinsamen 3D-Raum. Diese fachlich übergeordneten und zumeist generischen 3D-Räume (z. B. Autodesk Navis-

Since the launch of 13 pilot projects which were co-sponsored by the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure [1, 2] in 2017, Building Information Modeling (BIM) has been introduced as a standardisation initiative and a future working and design method for railway transportation at Deutsche Bahn AG (DB). BIM has especially become the standard in infrastructure projects involving railway stations [3]. In other fields, such as railway signalling and safety systems (RSS), this process seems to be well organised, when viewed from above. Once back down on earth, however, the situation appears less structured and conclusive at the operative planning level than a multitude of PowerPoint slides about this topic might suggest.

1 From credo to procedure

For some time now, specialists from all the subsections which are involved in the planning, building and operation of infrastructure projects at DB have been challenged to develop practical and employable measures to enforce the declared BIM strategies. They have been guided by three central questions:

- Which business and planning processes can be and should be used to meet the requirements?
- Which software systems will be applied in order to support the necessary processes and to generate the required specialist data and specialist objects?
- How and using which interface formats will the intended data streams across the subsections, companies and processes be realised in practice?

The development team for the ProSig planning software system [4] has come up with some approaches for RSS, which are described below, while keeping these questions in mind.

2 Object suppliers and object collectors

The general framework for the existing technical and process-related software systems is explained here in order to allow for a better understanding of the approaches developed by ProSig. On the one hand, there are software systems to support the planning of particular subsections, which can provide the specialist objects with all the relevant data as “object suppliers”. On the other hand, “object collectors” enable the simultaneous and holistic representation of all the subsections’ objects in a 3D environment. These superordinate and mostly generic 3D environments (i. e. Autodesk Navisworks) allow for the planning of

works) ermöglichen insbesondere die bautechnische, mengenmäßige und zeitliche Bewertung der Planung innerhalb eines Infrastrukturprojektes. Die „Objektsammler“ wiederum sind Auslöser für notwendige Planungsanpassungen in den Softwaresystemen der Gewerke und zudem Datenquelle für die nachgelagerten Systeme des kaufmännischen Controllings, der Instandhaltung und des operativen Betriebes.

Der allumfassende und zentrale „Objektsammler“ im Kontext BIM ist der intendierte „Digitale Zwilling“ für die vollständige und realitätsnahe Abbildung des Schienennetzes. Jedoch ist das ein technisch und organisatorisch sehr ambitioniertes Vorhaben im Kontext „Big Data“ mit der latenten Gefahr, an der „Komplexitätsklippe“ zu zerschellen.

Zur BIM-konformen Abwicklung der Projekte wird man zunächst auf singuläre Datenströme zurückgreifen, wie sie zwischen zwei oder mehr benachbarten Softwaresystemen realistisch möglich sind. Sinnvoll und notwendig ist dafür ein einheitliches Übergabeformat, mit dem sich die verschiedenen Softwaresysteme datentechnisch verbinden können.

3 Übergang von 2D zu 3D

Basierend auf dem o. g. Ansatz wurde in Zusammenarbeit mit DB Engineering & Consulting eine prototypische Anwendung namens „LST2BIM“ entwickelt, um automatisiert die 2D-Fachobjekte eines ProSig-Projektes in 3D-Objekte für die Räume der „Objektsammler“ zu überführen.

Im Kontext der LST verfolgt ProSig dabei einen flexiblen Ansatz (Bild 1). Die Informationen in einem ProSig-Planungsprojekt werden zunächst auf zwei wesentliche Datenströme mit unterschiedlichen Formaten aufgeteilt: Zum einen die LST-fachlichen Daten über die bereits eingeführte PlanPro-Datenschnittstelle [5] der DB Netz [6]. Zum anderen die bautechnischen Daten der Objekte über das 3D-native Austauschformat IFC [7], das jedoch inhaltlich noch nicht verbindlich für die LST definiert ist.

In einem nächsten Schritt können diese Datenströme miteinander kombiniert bzw. verknüpft werden, um den Informationsbedarf der jeweiligen Zielsysteme zu decken.

Derzeit stehen nach dem Export aus ProSig konkret zwei Datencontainer zur Verfügung: Die PlanPro-XML-Datei mit allen fachli-

an infrastructure project to be assessed with regard to the civil construction, the quantities and the schedule. The “object collectors” trigger any necessary planning adjustments in the specific software systems of the subsections. They also serve as a data source for subsequent systems such as financial controlling, maintenance and operations.

The overall and central “object collector” within the context of BIM is the intended “Digital Twin” for the complete and realistic representation of the railway network. However, this is a very ambitious big data project from a technical and organisational point of view; it involves the latent risk of falling into the trap of complexity.

When realising a project using the BIM method, singular data streams will initially be used between two or more neighbouring software systems as realistically as possible. It is therefore reasonable and necessary to have a standardised interface format in order to be able to connect the various software systems and enable the transfer of data.

3 The transition from 2D to 3D

A prototype application called “LST2BIM” has been developed in collaboration with DB Engineering & Consulting on the basis of the aforementioned approach. This application aims to automatically convert the 2D objects of a ProSig project into 3D objects for the virtual environments of the “object collectors”.

ProSig seeks a flexible approach within the context of RSS (fig. 1). The information from a ProSig planning project is divided into two essential data streams with different file formats: firstly into RSS-related data using the already introduced PlanPro interface [5] from DB Netz [6] and secondly into the structural information of the objects by means of the IFC 3D exchange format [7], which does not yet comprise any compulsory definitions for RSS.

The data streams can be combined or linked in the next step in order to provide the information required by the given target system. Currently, two data sets are available after the export from ProSig: the PlanPro file in the XML format containing all the functional

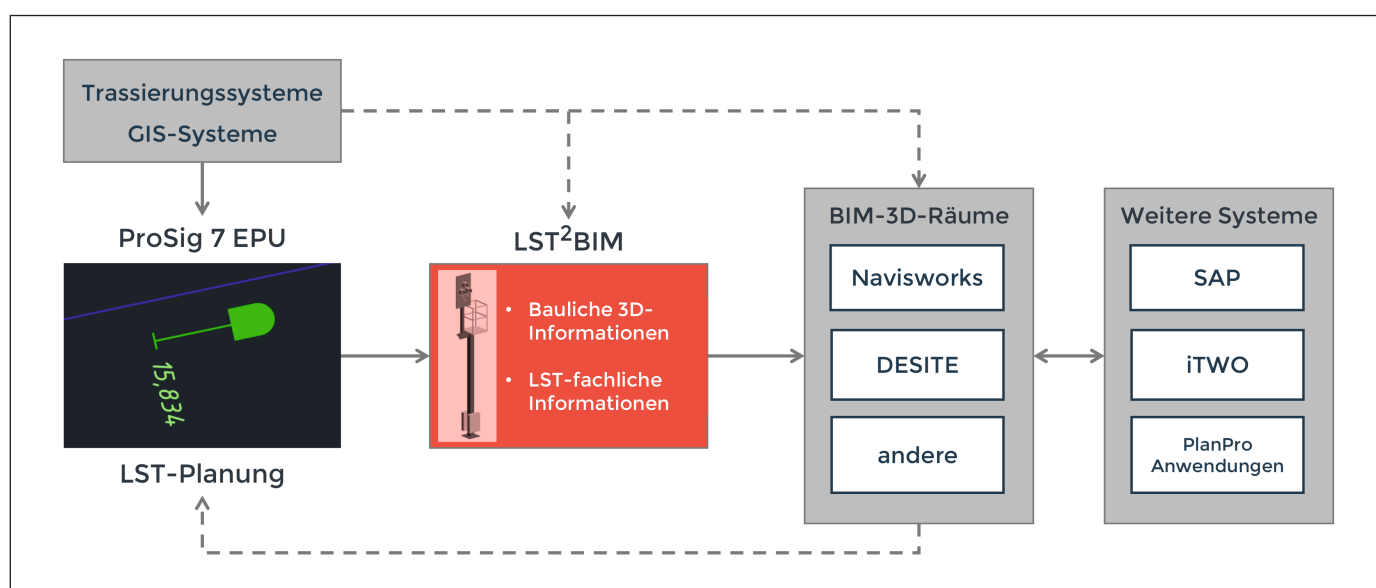


Bild 1: BIM-Kontext aus der Perspektive der LST-Planung

Fig. 1: The BIM context from the perspective of the planning of signalling and safety systems

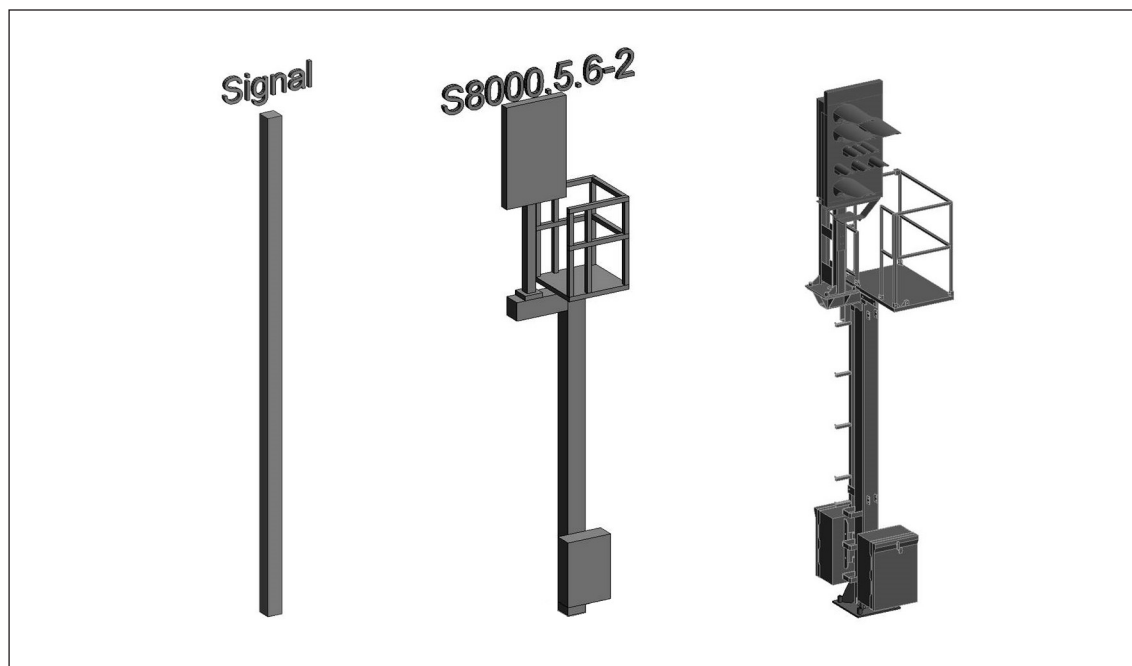


Bild 2: Die aktuell drei Level of Detail in LST2BIM am Beispiel eines Signals

Fig. 2: The three Levels of Detail in LST2BIM showing a signal as an example

chen und logischen Informationen des geplanten Stellwerkes und (prototypisch) eine IFC-Datei mit den zugehörigen 3D-Objekten der Streckenausrüstung, die über eine eindeutige Nummer (GUID) mit den PlanPro-Daten referenziert sind. Diese Daten können dann von den Zielsystemen importiert, visualisiert und weiter verarbeitet werden.

Da je nach Anwendungsfall der Informationsbedarf recht unterschiedlich ist, wird bei den baulichen 3D-Objekten nach dem Grad der Detaillierung (Level of Detail, LOD) unterschieden. In ProSig bzw. LST2BIM besteht der LOD derzeit aus drei Abstufungen (Bild 2):

1. Platzhalter: Sehr grobe Darstellung, wenn es nur auf die „Existenz“ ankommt
2. Qualifizierter Dummy: Mit entsprechender Nummer der Regelzeichnung und dem ungefähren Aussehen des Objekts
3. Regelzeichnung: Realitätsnahe Darstellung bzw. Detaillierung laut Regelzeichnung

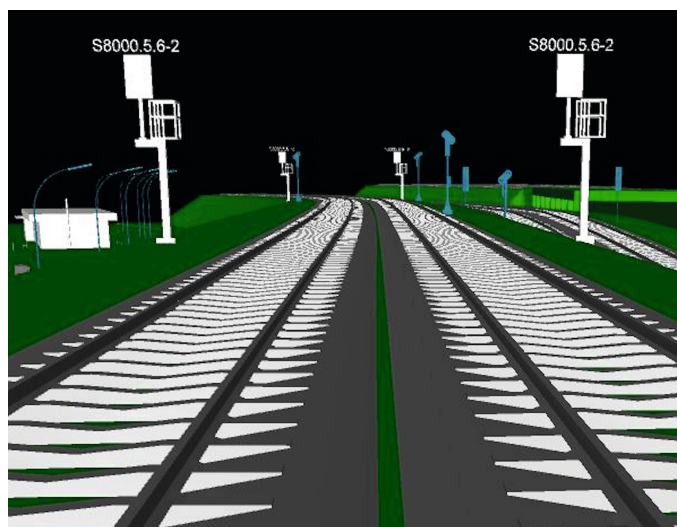


Bild 3: Mit LST2BIM erzeugte Signal-Dummys

Fig. 3: Signal dummies generated by LST2BIM

Quelle/Source: DB E&C

and logical information about the planned interlocking station and (as a prototype) a file in the IFC format comprising the associated 3D objects of the lineside equipment, which are referenced in the PlanPro data by means of a unique identifier (GUID). The target systems can subsequently import, visualise and process the data.

The amount of required information varies depending on the use case, so the structural 3D objects differ in their level of detail (LOD). The LOD in ProSig or LST2BIM consists of three grades (fig. 2):

1. the placeholder: a very rough representation, if only information about the object's existence is required
2. a qualified dummy object: with the corresponding number of the standard drawing and the approximated appearance of the object
3. a standard drawing: a realistic representation or details according to the standard drawing

The signals on the Gutleuthof branch (Abzweig Gutleuthof) in the Frankfurt am Main node have been inserted into a 3D environment which already contains existing objects in a first test project within the framework of the aforementioned BIM pilot projects (fig. 3). The "LST2Unreal" application is a recent development based on LST2BIM. The lineside equipment objects have been transferred into the interactive 3D environment of the Unreal Engine [8]. The user can look at the objects and "fly through" the 3D environment (fig. 4). As such, the planning activities are supported using game development methods and the user benefits from a 3D visualisation which offers a fast and (in the case of the Unreal Engine) cost-efficient check of the planning results (fig. 4).

4 BIM starts with as-is data

The question of reliable as-is data arises constantly, even when planning without the BIM method. If the site information is not as exact as possible, the planning of the lineside equipment will only be preliminary or approximated. The planning of signalling and safety systems requires the exact track layout and the corresponding path data (the chainage axes, gradient and cant) for a valid as-is layout plan, which the planning of the lineside equipment is based on.

The requirements concerning this base data increase even further within the context of BIM, because all 3D objects must

Bild 4: Ausschnitt im ProSig Lageplan und entsprechend in „LST2Unreal“ mit Objekt-Dummys verschiedener LOD

Fig. 4: A detail of a ProSig layout plan and the corresponding view in „LST2Unreal“ showing object dummys in various LOD



In einem ersten Testprojekt im Rahmen der o. g. BIM-Pilotprojekte wurden die Signale des Abzweigs Gutleuthof im Knoten Frankfurt am Main in einen 3D-Raum eingefügt, in dem bereits Bestandsobjekte enthalten waren (Bild 3).

Eine aktuelle Forschungsentwicklung basierend auf LST2BIM ist die Anwendung „LST2Unreal“. Die Objekte der Streckenausrüstung werden in einen interaktiven 3D-Raum der Unreal Engine [8] überführt, der vom Anwender betrachtet und „durchflogen“ werden kann (Bild 4). Damit wird die Fachplanung durch die Methoden der Spieleentwicklung unterstützt und der Anwender erhält eine 3D-Visualisierung, die ihm eine zügige und – im Falle der Unreal Engine – kostengünstige Kontrolle der Planungsergebnisse ermöglicht (Bild 4).

have an accurate position and a sufficiently precise extent for the subsequent combination of subsections, especially in order to allow for structural evaluation, e. g. collision detection. It is therefore advisable to employ exact 3D information for the preparation of as-is plans in addition to the usual data sources which are more optimised for 2D use.

A reliable and feasible method involves recording a point cloud using laser scanning. This essentially allows the following planning procedure:

1. The track layout is generated from the 3D point cloud with ProSig support and, if applicable, the positions of any existing objects are determined.

GANZHEITLICH DIGITAL PLANEN UND REALISIEREN

Wir gestalten die Digitalisierung in der Baubranche und bieten folgende BIM-Leistungen an:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| ■ BIM-Management / BIM-Koordination | ■ BIM-Vermessung |
| ■ BIM-Beratung | ■ 3D-Laserscanning |
| ■ BIM-Planung 3D, 4D, 5D | ■ Visualisierung AR, VR |

Vössing Ingenieurgesellschaft mbH

14 Standorte in Deutschland sowie Standorte in China, Katar, Österreich, Polen und Slowenien

info@voessing.de
www.voessing.de

BERATUNG | PROJEKTMANAGEMENT | PLANUNG | BAUÜBERWACHUNG



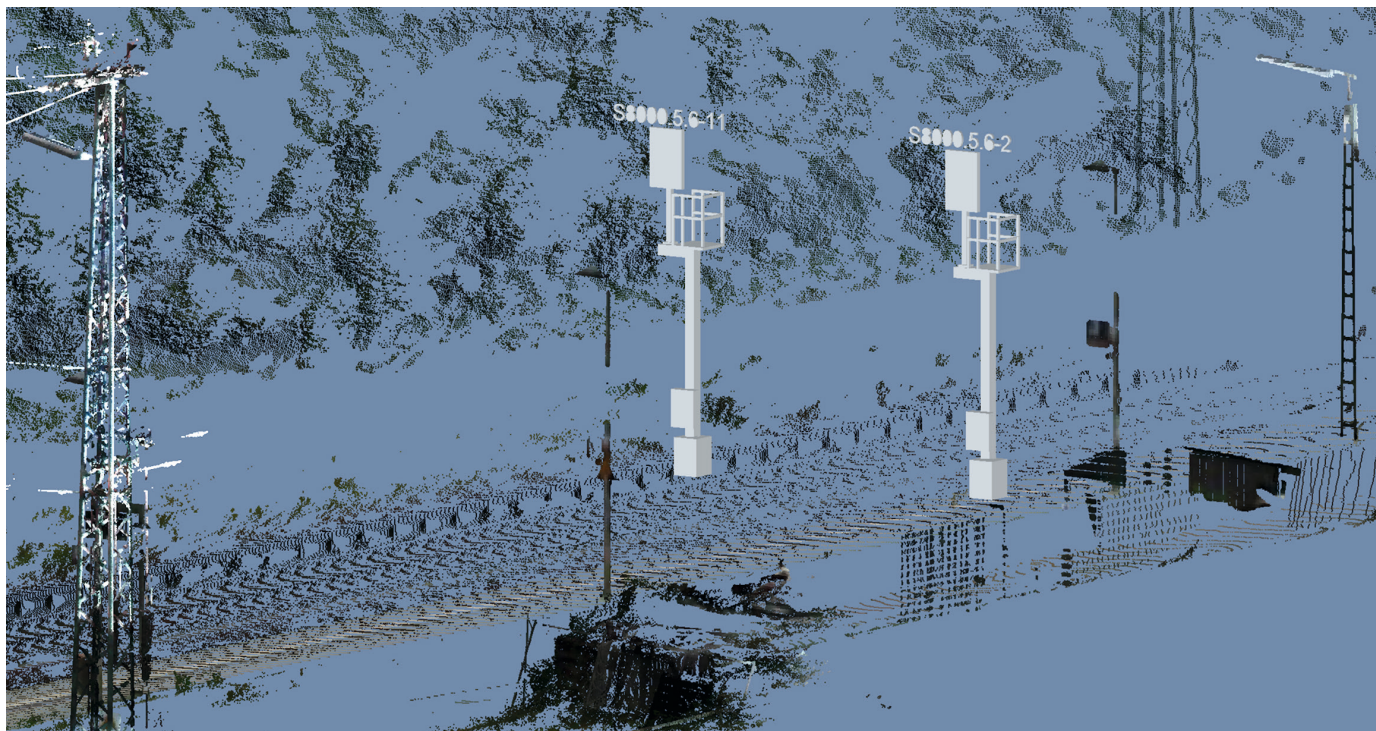


Bild 5: Darstellung der geplanten Signale in der Punktwolke

Fig. 5: The representation of the planned signals in the point cloud

Quelle Punktwolke/source point cloud: Steuernagel Ingenieure GmbH

4 BIM beginnt mit B wie Bestand

Immer wieder stellt sich – auch bei der Planung ohne BIM-Methodik – die Frage nach verlässlichen Ausgangsdaten. Ohne möglichst exakte Geländeinformationen ist die Ausrüstungsplanung immer nur vorläufig oder näherungsweise.

Auch für die LST-Planung ist die genaue Gleislage mit den entsprechenden Trassendaten (Kilometrierungsachsen, Neigungen, Überhöhungen) die Voraussetzung für einen validen Bestandsplan, auf dem die Planung der Streckenausrüstung erfolgen kann. Im Kontext von BIM steigen die Anforderungen an diese Datengrundlage noch weiter, da für die spätere Zusammenführung der Gewerke alle 3D-Objekte die exakte Position und hinreichend genaue Ausdehnung in der virtuellen Welt haben müssen, um insbesondere eine bautechnische Beurteilung wie die Kollisionsprüfung durchführen zu können.

Insofern ist es ratsam, neben den bisherigen und eher für 2D optimierten Informationsquellen nun auch genaue 3D-Informationen für die Erstellung des Bestandsplanes heranzuziehen.

Eine verlässliche und praktikable Methode ist das Aufnehmen einer Punktwolke mittels Laserscanner. Damit ist im Wesentlichen der folgende Planungsprozess möglich:

1. Aus der 3D-Punktwolke wird die Gleislage mit ProSig-Unterstützung erstellt und werden ggf. die Positionen von Bestandsobjekten ermittelt.
2. Im ProSig-Projekt wird anhand dieser Informationen ein Bestandsplan erstellt.
3. Planung der Streckenausrüstung in den notwendigen Bauzuständen.
4. Mit LST2BIM werden die Objekte aus dem ProSig-Projekt exportiert und für die Planungskontrolle in der 3D-Punktwolke des Bestands dargestellt.

Bild 5 zeigt das Ergebnis am Beispiel eines kleinen Bahnhofs, für den zwei Signale geplant worden sind.

2. The as-is plan is prepared in the ProSig project using this information.
3. The planning of the lineside equipment in the necessary construction stages.
4. LST2BIM exports the objects from the ProSig project, which are then displayed in the 3D point cloud for control purposes.

Fig. 5 shows the result using the example of a small station for which two signals have been planned.

5 Conclusion and outlook

Even though BIM has only just started in railway infrastructure, some developments have been made within the subsections, which have proved to be both practical and BIM-compliant. Whether they remain individual solutions or BIM becomes the overarching frame of action depends strongly on how much change the German railway sector will or can allow.

In any case, this and other comparable standardisation initiatives have propelled innovation, which has had a significant impact on conventional engineering services such as those used in RSS.

The ProSig software system has also benefitted from this: the current versions have been much more adapted to support the proposed and data-driven processes than the classic “drawing-driven” versions could ever have been.

In addition, further developments within the context of BIM have become possible, especially:

- round-trip planning using two or more involved software systems.
- the integration of these software systems into a common data environment (CDE).
- comprehensive (including all the subsections) BIM and 3D coordination working directly on the Digital Twin.

5 Fazit und Ausblick

Auch wenn BIM in der Bahninfrastruktur noch vergleichsweise am Anfang steht, so ist in den Gewerken schon einiges passiert, was sowohl praxis- als auch BIM-tauglich ist.

Ob das am Ende eher Einzelmaßnahmen bleiben oder BIM tatsächlich zum allüberspannenden Handlungsrahmen wird, hängt stark davon ab, wie viel Veränderung das deutsche Eisenbahnwesen tatsächlich zulassen kann oder will.

Jedenfalls ist durch diese und vergleichbare Standardisierungsinitiativen ein Innovationsdruck entstanden, der sich deutlich auf die klassischen Ingenieursleistungen, wie die in der LST, auswirkt. Davon hat auch die Software ProSig profitiert: Die neuesten Versionen sind um einiges mehr in der Lage, die intendierten und „datengetriebenen“ Prozesse zu unterstützen, als es die klassischen „zeichnungsgesteuerten“ Versionen jemals gekonnt hätten.

Dadurch werden auch weiterführende Entwicklungen im Kontext BIM möglich, insbesondere:

- Planungskreisläufe (Round-Trips) mit zwei oder mehr beteiligten Softwaresystemen.
- Einbettung dieser Softwaresysteme in eine umfassende Arbeitsplattform (CDE).
- Gewerkeübergreifende „BIM/ 3D Koordination“ direkt auf dem Digitalen Zwilling.

Derzeit wird die neuste Version „ProSig 7 EPU“ bei der DB eingeführt. In Gesprächen und Diskussionen stößt man auch immer wieder auf Skepsis, ob der ganze „Simsala-BIM“ wirklich notwendig oder zielführend ist.

Außer mit den genannten Sachargumenten kann man den Bedenken mit einer bildlich sehr passenden Frage begegnen:

Hat sich im 19. Jahrhundert ein völlig neues Transport- und Postwesen entwickelt, weil die Menschen die Postkutsche satt hatten, oder weil am 27. September 1825 die erste Eisenbahnstrecke der Welt eingeweiht wurde? Schwer zu sagen – vermutlich beides. ■

The newest version, „ProSig 7 EPU“, is currently being introduced at Deutsche Bahn. In conversations and discussions, one is commonly confronted with scepticism as to whether BIM is really necessary and will yield the intended results or whether it is just some kind of hocus-pocus.

In addition to the stated arguments, these objections can also be met with a figuratively fitting question:

Did a totally new transport and postal system emerge in the 19th century, because people were weary of the stagecoach or because the world's first railway line was inaugurated on 27th September 1825? It's hard to say – probably both. ■

AUTOREN | AUTHORS

Dr.-Ing. Silja Beck

Softwareentwicklerin ProSig

E-Mail: silja.beck@wsp.com

Dipl.-Inf. Turgay Türker

Softwareentwickler ProSig

E-Mail: turgay.tuerker@wsp.com

Dipl.-Wirt.-Inf. (FH) Volker Uminski

Leiter Softwareentwicklung ProSig

E-Mail: volker.uminski@wsp.com

Alle Autoren / all authors:

WSP Infrastructure Engineering GmbH

Anschrift / Address: Alte Salzdahlumer Str. 203, D-38124 Braunschweig

NEXTRAIL
THE RAILWAY EXPERTS

LITERATUR | LITERATURE

[1] Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur, Pressemitteilung 159/2016, „Minister Dobrindt: Neue Pilotprojekte für digitales Planen und Bauen bei der Schiene“, 5.10.2016, URL:

<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/159-dobrindt-grube-bim.html>, 20.06.2019 um 13:05 Uhr

[2] Bahn Manager Magazin, 30.04.2019: „>>BIM4RAIL<< ERGEBNISSE DER DB BIM-PILOTPROJEKTE“, 30.04.2019, <https://www.bahn-manager.de/bim-4rail/>, 20.06.2019 um 14:17 Uhr

[3] Falke, S.: Praxisbericht zum BIM-Piloten Pinneberg der DB Station&Service AG, EI 06/2019

[4] Webpage ProSig: www.prosig.de, 20.06.2019 um 13:15 Uhr

[5] Maschek, U.; Klaus, C.; Gerke, C.; Uminski, V.; Girke, K.-J.: PlanPro – Durchgängige elektronische Datenhaltung im ESTW-Planungsprozess, SIGNAL+DRAHT (104) 9/2012

Klaus, C.; Buder, J.; Brödel, R.: Neue Werkzeuge in der LST-Planung mit PlanPro, EI – DER EISENBAHNINGENIEUR 7/2015

[6] Webpage PlanPro bei DB Netze: <https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/unternehmen/dienstleister/PlanPro>, 20.06.2019 um 13:33 Uhr

[7] Webpage Industry Foundation Classes (IFC) bei buildingSMART: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>, 20.06.2019 um 14:39 Uhr

[8] Webpage Unreal Engine: <https://www.unrealengine.com/en-US>, 20.06.2019 um 13:39 Uhr



Berlin | Braunschweig | Frankfurt/Main | München | nexttrail.com