

Digitale Planungsprozesse für die Bahnausrüstungstechnik – Barrieren und Ansätze

Digital planning processes of railway equipment technology – barriers and approaches

Benedikt Wenzel

Aktuell wird der Digitalisierung in Politik und Wirtschaft eine hohe Bedeutung beigemessen. So wird im Rahmen des Stufenplans der Bundesregierung die Einführung von BIM (Building Information Modelling) in der Bauprojektentwicklung gefördert. Anders als bei Building Information Modelling konzentrieren sich in der Bahnausrüstungstechnik (z. B. Leit- und Sicherungstechnik, Oberleitung, Telekommunikation) die Entwicklungen zu digitalen Prozessen auf spezifische Anwendungsfälle innerhalb der Planungsphase und einzelner Gewerke. Darüber hinaus fällt auf, dass digitale Prozesse bis heute kaum angewendet werden.

1 Stand der Digitalisierung Bahnausrüstungstechnik

Aktuelle Treiber zur Digitalisierung in der Bahnausrüstungstechnik sind u. a. das Projekt PlanPro und die railML-Initiative.

1.1 Beispiel PlanPro

Die Entwicklung des PlanPro Formats konzentriert sich auf die Optimierung der Planungsprozesse für die Leit- und Sicherungstechnik der DB Netz AG [1]. Dazu rief die Deutsche Bahn einen zunächst geschlossenen Arbeitskreis ins Leben, bestehend aus Vertretern der Bahn, Wissenschaft, Ingenieurbüros und Industrie. Das seit 2014 veröffentlichte Ergebnis der Modellierung umfasst in erster Linie die Abbildung von Daten der Ausführungsplanung (Planteil 1) von Stellwerksanlagen. Ergänzungen im Hinblick auf weitere Schemata aus dem weiter gefassten Bereich der Leit- und Sicherungstechnik sind geplant (z. B. ETCS: European Train Control System). Im Auftrag der DB Netz AG werden derzeit rund um PlanPro unterstützende Werkzeuge entwickelt, u. a. zur Planung von der Leit- und Sicherungstechnik [2].

1.2 Beispiel railML

Die Entwicklung des railML [3] Formats wurde bereits 2002 am Fraunhofer Institut initiiert - zunächst mit dem Fokus des Datenaustauschs zwischen spezialisierten Softwarelösungen zur betrieblichen Simulation und Fahrplanerstellung. Mittlerweile bildet railML neben betrieblichen Informationen auch Infrastrukturdaten ab. Ein „Interlocking“-Schema zum Austausch von Objekten und Attributen der Leit- und Sicherungstechnik ist in Arbeit und wird auf europäischer Ebene entwickelt. Darüber hinaus wird aus der Zusammenarbeit der railML-Initiative mit dem von der UIC entwickelten Datenmodell RailTopoModel eine gegenseitige Kompatibilität angestrebt. Damit ist auch ein größerer Nutzerkreis in Europa zu erwarten.

1.3 Situation in der Praxis

Die Arbeiten zu PlanPro und railML stellen zusammen mit anderen, spezifischen Modellen bei Bahnen, Herstellern und Inge-

Currently, politics and business are placing great importance on digitisation. The multi-stage plan of the German Federal Government explicitly encourages the introduction of BIM (Building Information Modelling) for the management of construction projects. Unlike BIM, where railway equipment technology (such as signalling, electrification and telecommunication) is concerned, the development of digital processes is limited to specific application scenarios within the scope of the planning phase and to specific tasks. Strikingly, digital processes are seldom used today.

1 The state of digitisation in railway equipment technology

Current drivers for digitisation in railway equipment technologies are, among others, the PlanPro project and the railML initiative.

1.1 Example: PlanPro

The development of the PlanPro format is focused on the CCS (control, command, signalling) planning processes of DB Netz AG [1]. To this effect, Deutsche Bahn first launched a closed workgroup, which brought together rail operators, scientists, engineering firms and industry representatives. The results of the modelling, published in 2014, regard primarily the mapping of planning data for the basic design of interlocking systems. Further additions for other areas of the wider field of CCS engineering are planned (for example ETCS – European Train Control System). Commissioned by DB Netz AG, tools supporting PlanPro are currently being developed, among others, for the planning of signalling systems [2].

1.2 Example: railML

The development of the railML [3] format had already been launched back in 2002 at the Fraunhofer Institute - initially focusing on the data exchange between specialised software solutions for operational simulations and timetable scheduling. Meanwhile, railML not only maps operational data but infrastructure data too. An interlocking scheme for the exchange of objects and attributes of control command and signalling systems (CCS) is in progress and being developed at European level. Additionally, the collaboration with the railML Initiative aims to ensure mutual compatibility with RailTopoModel, the data model developed by UIC. It is expected that this will attract a larger user base in Europe.

1.3 Current situation

Together with other specific models used by railways, manufacturers and engineering firms, the work on PlanPro and railML

neurbüros wichtige Säulen zur Digitalisierung der Prozesse der Bahnausrüstungstechnik dar. In konkreten Projekten werden diese Formate bisher jedoch nur sehr vereinzelt angewendet.

Gleichzeitig wird ein hoher Druck in den Projekten zur Optimierung der Prozesse wahrgenommen. Der immer noch dominierende Austausch von Daten über Zeichnungen und Papier erfordert mehrfache manuelle Datenübertragungen mit entsprechendem Fehlerpotential. Nicht nur bei der Ersterstellung von Planungen und Projektierungen, sondern insbesondere bei der Verarbeitung von Änderungen multiplizieren sich die angesprochenen Effekte eines ineffizienten Datenmanagements. Das Resultat sind mangelnde Qualität sowie verlängerte Projektlaufzeiten mit den entsprechenden Kostenauswirkungen.

Der vorliegende Artikel identifiziert bestehende Barrieren auf dem Weg zu digitalen Planungsprozessen in der Bahnausrüstungstechnik. Auf Basis der gezogenen Schlussfolgerungen wird ein Ausblick auf die Aktivitäten zur phasen- und gewerkeübergreifenden Digitalisierung gegeben.

2 Barrieren der Digitalisierung

Grundvoraussetzung zur Digitalisierung ist die Entwicklung von Schnittstellen in Form von Datenmodellen, deren Objekte und Attribute für alle Beteiligten eindeutig definiert sind. Das Modell rückt dabei in den Mittelpunkt des Prozesses. Gewohnte Unterlagen, wie Pläne und Tabellen, stellen dann nur noch spezifische Repräsentationen des Modells dar.

Die Modellentwicklung ist u. a. dank der genannten Projekte weit vorangeschritten. Für die praktische Umsetzung modellzentrierter Prozesse sind jedoch noch weitere Faktoren von essentieller Bedeutung (Bild 1). Hierzu gehören:

- Verfügbarkeit digitaler Daten,
- Intelligente Werkzeuge,
- Berücksichtigung Faktor Mensch sowie
- Flexibilität und Erweiterbarkeit der Modelle und Werkzeuge.

2.1 Verfügbarkeit digitaler Daten

Unabdingbare Grundlage für die Digitalisierung ist die Verfügbarkeit digitaler Datenbestände, welche die Infrastruktur mit den Gleisen und Elementen beschreiben. Die Praxis zeigt, dass diese in den Projekten oft nicht gegeben sind. Demzufolge müssen noch zu häufig existierende Pläne, Tabellen und weitere Informationsquellen aufwändig digitalisiert werden, um die Planungs-Datenbank aufzubauen.

Neben der Verfügbarkeit ist die Aktualität und Genauigkeit der Daten essentiell. Moderne Zugbeeinflussungssysteme wie ETCS oder ZBS (Zugbeeinflussung S-Bahn Berlin) verschärfen diese Anforderungen zusätzlich, da deren Planung und Projektierung hinreichend genaue topologische Modelle der Strecke benötigen. Um die nötige Planungssicherheit zu erreichen, ist daher in der Regel zusätzlich ein Abgleich mit der Örtlichkeit erforderlich. Damit entsteht in jedem Einzelprojekt ein hoher Grundaufwand, welcher sich nicht nur als Barriere für einen digitalen Prozess, sondern auch als Fehlerquelle offenbart.

2.2 Intelligente Werkzeuge

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die Verfügbarkeit intelligenter Werkzeuge für die Erzeugung, Bearbeitung und Prüfung der digitalen Daten. Qualität und Akzeptanz der Werkzeuge entscheiden letztlich darüber, ob die Digitalisierung bei den Prozessbeteiligten als Vereinfachung oder als zusätzliche Komplexität wahrgenommen wird. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen für die Entwicklung solcher Softwarelösungen.

represents a major pillar for the digitisation of the processes in railway equipment technology. So far, however, these formats have only been used in specific isolated cases.

On the other hand, project managers are under pressure to optimise processes. The still-dominant exchange of data by way of drawings and hardcopy requires multiple manual and therefore error-prone data transfers. The effects of inefficient data management mentioned above do not only affect the initial creation of planning and project documents, but actually multiply when changes occur and need to be processed, resulting in poor quality and longer project run times with significant cost implications.

This article identifies existing barriers on the way to digital planning processes for railway equipment technology. Based on the conclusions reached, an outlook is provided on the activities for cross-phase and system-wide digitisation.

2 Barriers to digitisation

Digitisation requires the development of interfaces in the form of data models, the objects and attributes of which need to be clearly defined for all parties involved. The model takes centre stage in the process. Familiar documents such as plans and tables will only be specific representations of the model.

Amongst others, it is thanks to the projects referred to above that model development has considerably advanced. Still, there are other vital factors for the practical implementation of model-centric processes (fig. 1). These include:

- Availability of digital data
- Intelligent tools
- The human factor, and
- Flexibility and expandability of models and tools.

2.1 Availability of digital data

An essential element for digitising is the availability of digital data sets that describe the infrastructure with tracks and elements. Practice shows that this data is rarely available in the projects. Consequently, a still very large number of plans, tables and other sources of information need to be laboriously digitised in order to set up the planning database.

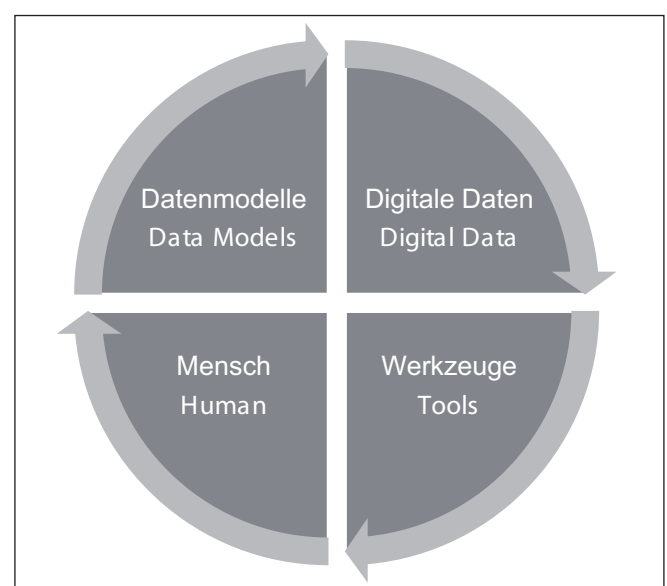


Bild 1: Entwicklungszyklus digitale Prozesse

Fig. 1: Cycle of development for digital processes

Zum einen müssen die Werkzeuge eine anwendungsfallbezogene Sicht auf den Datenbestand gewährleisten, welche die komplexen Strukturen und gegebenenfalls irrelevanten Inhalte kapseln. Zum anderen ist bereits bei der Entwicklung der Aspekt der Nutzbarkeit (Usability) mit hoher Priorität zu verfolgen. Dabei ist auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Kontrollierbarkeit und Transparenz auf der einen Seite, sowie Einfachheit und Übersichtlichkeit auf der anderen Seite zu achten. Auf diese Weise kann negativen Effekten durch mangelndes Vertrauen oder zu hohes Vertrauen in die Werkzeuge begegnet werden.

Mit modellzentrierten Prozessen ergeben sich neue Sichtweisen, die sich von den bisherigen Ein- und Ausgangsformaten lösen und dafür die optimale Unterstützung des Anwenders in den Vordergrund stellen. So ist z. B. fraglich, ob für alle Planungsaufgaben eine CAD-basierte Software-Lösung mit der Komplexität eines professionellen Zeichenwerkzeugs die optimale Lösung ist. Zwar werden im Zuge des Prozesses auch Plandarstellungen (derzeit hauptsächlich im DWG-Format) benötigt, nur sollte dies allein nicht die Bearbeitungsplattform bestimmen, sondern vielmehr die bestmögliche Unterstützung der Aufgaben des Anwenders (planen!).

Eine weitere Anforderung, die sich in erster Linie auf die formale, damit aber auch auf die Anwender-Akzeptanz von Werkzeugen auswirkt, ist deren qualifizierte Entwicklung. Mit Inkrafttreten der neuesten Ausgabe der EN 50128 [4] müssen auch Werkzeuge, die zur Spezifikation, Planung, Entwicklung, Verifikation oder Validierung sicherheitskritischer Systeme genutzt werden, nach bestimmten Vorgaben realisiert werden. Dazu wird das Werkzeug je nach Aufgabe in eine Toolklasse eingeordnet, womit spezifische Entwicklungsanforderungen verbunden sind.

2.3 Berücksichtigung Faktor Mensch

Neben den technisch geprägten Einflüssen ist letztlich der Mensch der entscheidende Faktor bei der erfolgreichen Umsetzung digitaler Prozesse. Signifikante Änderungen treffen häufig auf Widerstand, der durch technische Barrieren lediglich verstärkt wird.

Mentale Widerstände resultieren u. a. daraus, dass die Prozessbeteiligten bei der Neugestaltung nicht eingebunden werden. Wenn das Modell in den Vordergrund rückt, fällt dem Planer oder Zeichner zusätzlich die Rolle des Modellierers zu. Hierzu sind nicht nur geeignete Werkzeuge, sondern auch die Adaption von Prozessen und eine ausreichende Vorbereitung durch Schulungen erforderlich.

Für die erforderlichen Abstimmungen und zum Aufbau des Modells entsteht mehr Aufwand in frühen Leistungsphasen und in der Projektvorbereitung. In den Verträgen ist diese Aufwandsverlagerung zu berücksichtigen. Angemessene Änderungen der Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) sowie die Entwicklung neuer Vertragsmodelle werden sich nicht vermeiden lassen.

Auch formale Widerstände müssen überwunden werden. Einen geeigneten Entwicklungsprozess vorausgesetzt, lassen sich unter Verwendung digitaler Formate als akzeptierte Prüfgrundlage wesentliche Effizienzpotentiale mit toolgestützten Prüfungen realisieren. Insbesondere moderne Zugsicherungssysteme wie ETCS erfordern einen hohen Grad an Automatisierung, um vollständige Prüfabdeckungen überhaupt zu ermöglichen [5]. Digitale (z. B. CAD-Plan) oder auch analoge Repräsentationen (z. B. Papierplan) für die Planungs- und Prüfaufgaben können dabei auch weiterhin parallel angewendet werden, solange die eindeutige Zuordnung zum digitalen Modell erhalten bleibt (z. B. Signatur).

In addition to availability, another vital factor is the timeliness and accuracy of data. Modern train control systems such as ETCS or ZBS (Zugbeeinflussung S-Bahn Berlin) actually increase the requirements, as their planning and development need topological track models that are sufficiently accurate. To achieve a dependable planning data base, reconciliation with local conditions is usually necessary. This implies major basic efforts for every single project, which is not only a barrier to the digital process, but also a source of error.

2.2 Intelligent tools

Another important aspect is the availability of intelligent tools to create, edit and verify digital data. Both quality and acceptance of such tools will ultimately decide whether the stakeholders perceive digitisation as a simplification or as an additional complexity. This places enormous demands on the development of such software.

On the one hand, the tools, which encapsulate both complex structures and possibly irrelevant content, need to ensure a use-case-related view of the dataset. On the other hand, it is vital to address the usability aspect as a particularly high priority right from the design stage. Care must be taken to strike a balance between controllability and transparency on the one hand and simplicity and clarity on the other. This will make it possible to counter the negative effects caused by lack of confidence or overconfidence in the tools.

Model-centric processes afford new perspectives that disengage from the traditional input and output formats and focus on optimal support for the user. It is actually open to question whether a CAD-based software solution with the complexity of a professional drawing tool is the ideal solution for all planning tasks. While plan representations are needed in the course of the process (at present mainly in DWG format), this alone should not determine the processing platform, but rather provide the best possible support for the user's tasks (i. e. planning!).

Another requirement, which primarily affects formal acceptance and therefore user acceptance of the tools, is the qualified development of such tools. With the entry into force of the latest edition of EN 50128 [4], tools used for specification, design, development, verification and validation of safety-critical systems must be developed according to specified requirements. For this purpose, the tool is classified by function into a tool class, which implies specific development requirements.

2.3 The human factor

Apart from influences of a technical nature, the human factor is ultimately decisive for the successful implementation of digital processes. Significant changes often meet with resistance, which is only compounded by technical barriers.

Mental resistance often results from the failure to involve stakeholders in the restructuring. If the model takes centre stage, planners or draftsmen must additionally undertake the modelling. This not only calls for suitable tools, but also requires adaptation of processes and adequate preparation by way of training and education.

Necessary adjustments and model creation require more effort in the early performance phases and project preparation. Contracts need to take such redeployment of time and cost into account. It will not be possible to avoid appropriate amendments to HOAI (Fee Structure for Architects and Engineers) and the development of new contract templates.

2.4 Flexibilität und Erweiterbarkeit der Modelle und Werkzeuge

Nicht nur die beteiligten Personen, sondern auch die Werkzeuge und Modelle müssen für das Gelingen digitaler Prozesse einen gewissen Grad an Flexibilität aufbringen. Die Praxis zeigt, dass sich Projektspezifika sowie Änderungen der technischen oder formalen Rahmenbedingungen nicht vermeiden lassen. Insbesondere vor dem Hintergrund neu eingeführter Systeme und der damit erforderlichen Weiterentwicklungen der Prozesse ist ein ein geschwungener Zustand nicht in Sicht. Aktuell lässt sich feststellen, dass die Bereitstellung angepasster Werkzeuge und Erweiterungen der Datenmodelle mit der Entwicklung der Systeme der Bahnausrüstungstechnik (z. B. ETCS) nicht mithalten können.

Die erforderliche Flexibilität der Datenmodelle steht offensichtlich im Widerspruch zur angestrebten vollständigen Standardisierung. Aus diesem Grund sollte ein Datenmodell zum Informationsaustausch zwar über einen stabil definierten Kern verfügen, aber dennoch Ergänzungen in der praktischen Anwendung zulassen. In der Regel basieren die Formate auf XML-Strukturen, die sich für die technische Abbildung dieses Kompromisses an Kontinuität und Erweiterbarkeit sehr gut eignen.

Indem Raum für projektspezifische Anpassungen gewährt wird, verschwindet zudem der Zwang nach einer initialen vollständigen Abbildung aller potentiellen Daten im Modell. Das Modell kann dann projektbegleitend über den stabilen Kern hinaus weiterwachsen und praxisorientiert reifen. Letztlich stellt sich die generelle Frage, ob eine vollständige Abdeckung aller Informationen in einem Datenmodell überhaupt möglich und erforderlich ist. Das Pareto-Prinzip scheint auch hier zumindest insofern zu gelten, dass die Modellierung der letzten 20 % im Sinne einer vollständigen Abbildung aller Spezialfälle mindestens 80 % des gesamten Zeitaufwands erfordert.

Die Erweiterbarkeit und Anpassbarkeit der an das Datenmodell angekoppelten Werkzeuge lässt sich nur über qualifizierte Prozesse zur Softwareentwicklung mit geeigneten Architekturen realisieren.

Flexible Formate und Tools stehen im Übrigen nicht im Widerspruch zum sicherheitskritischen Anwendungsfeld der Leit- und Sicherungstechnik, solange die o.g. Qualitätsansprüche in der Software- und Formatentwicklung erfüllt werden. Zudem sind nicht nur die Dateninhalte, sondern auch die Konsistenz- und Plausibilitätsprüfungen der Modelle entsprechend zu erweitern. Für Daten, die mittels alternativer digitaler (oder analoger) Wege am Modell vorbei ausgetauscht werden, gelten die bisherigen Qualitätssicherungsmaßnahmen.

3 Fazit

Die technischen Grundlagen zur Digitalisierung der Planungsprozesse sind weitgehend geschaffen. Es existieren Modelle für eine Reihe von Anwendungsfällen, wenn auch nicht für alle Gewerke und Phasen. Einige der noch zu beseitigenden Barrieren wurden analysiert, verbunden mit folgenden Schlussfolgerungen:

- Schaffung einer vertrauenswürdigen digitalen Datenbasis durch effiziente Methoden der Bestandsdatenaufbereitung sowie der Datenaufnahme, um digitale Prozesse zum Leben zu bringen und von Projektbeginn an Medienbrüche zu verhindern.
- Akzeptierte und nachhaltige Software-Lösungen durch professionelle Entwicklungsprozesse mit den nach Toolklasse geforderten Maßnahmen sowie Software-Architekturen, die auf zukünftige Anpassungen ausgelegt sind.

Even formal resistance will need to be overcome. As long as there is a suitable development process, the use of digital formats as an accepted test tool affords significant efficiency potential in tool-based verification and validation. In particular, modern train control systems such as ETCS require a high degree of automation to even allow complete test coverage [5]. Digital (such as CAD plan) or analogue representations (such as hard-copy plans) for planning and validation tasks may continue to be used in parallel, provided the unique assignment to the digital model is ensured (for instance signature).

2.4 Flexibility and expandability of models and tools

Not only stakeholders, but tools and models too need a certain degree of flexibility to ensure the success of digital processes. Practice shows that it is impossible to avoid project specifics and changes in the technical or formal framework. Especially in light of newly introduced systems and the necessary enhancement of the processes, there is little prospect of a stable state of conditions. Currently, it can be said that the provision of custom tools and expansions of data models is unable to keep up with the development of railway equipment technology (like ETCS).

The necessary flexibility of data models appears to clash with the objective of full standardisation. For this reason, a data model for information exchange ought indeed to have a stable defined core, but still allow amendments derived from its practical application. In general, formats are based on XML structures, that are very suitable for the technical representation of this compromise of continuity and expandability.

Allowing project-specific adaptations also suppresses the pressure of an initial full mapping of all potential data in the model. Thus, the model can grow in parallel with the project, expand its stable core and mature in line with practical requirements. Ultimately, this raises the general question of whether a 100 % coverage of all information in a data model is even possible and actually necessary. Seemingly, the Pareto Principle applies here too, insofar as the modelling of the final 20 % in terms of a complete mapping of all special cases requires at least 80 % of the total effort spent.

Expandability and adaptability of the tools coupled to the data model can only be implemented by way of qualified processes for the development of software with appropriate architectures.

Otherwise, flexible formats and tools are not contrary to the safety-critical field of CCS as long as the quality requirements referred to above for software and model development are complied with. Moreover, not only data content, but also consistency and plausibility checks of the models need to be expanded accordingly. Data that is exchanged by means of alternative digital (or analogue) ways outside the model is subject to existing quality assurance measures.

3 Conclusions

The technical bases for the digitisation of the planning processes are largely in place. There are models available for a number of applications, yet not for all trades and phases. Some of the barriers still to be eliminated were analysed and led to following conclusions:

- Creation of a reliable digital data base using efficient methods of inventory data preparation and data acquisition, in order to implement digital processes and prevent media discontinuities from the very beginning of the project.
- Accepted and sustainable software solutions by means of professional development processes including the measures re-

- Nicht das Eingangs- oder Ausgangsformat, sondern die optimale Aufgabenunterstützung und Nutzbarkeit (Usability) sollte bei der Konzeption von Werkzeugen im Vordergrund stehen. Der modellzentrierte Prozess erlaubt hier neue Sichten und Freiheiten, die genutzt werden sollten.
- Die Digitalisierung ist mit vielen Chancen, aber auch neuen Anforderungen an alle Prozessbeteiligten verbunden. Nur die ausreichende Vorbereitung durch Schulung sowie die Einbeziehung aller Betroffenen in die Entwicklung – nach Möglichkeit von Beginn an in einem offenen Dialog – kann eine weiträumige Akzeptanz bewirken.
- Ein vollständiges, generisch gültiges Datenmodell ist aufgrund der fortwährenden Entwicklung der Systeme und formalen Grundlagen nicht realistisch. Stattdessen sollten die Modelle erweiterbar sein und die Weiterentwicklung in der Praxis unterstützen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass digitale Planungsprozesse nicht nur aus verbundenen Werkzeugketten bestehen. Die Qualität der Werkzeuge, die Verfügbarkeit von Daten sowie die frühzeitige Einbeziehung der Prozessbeteiligten entscheiden letztlich über Erfolg und Nutzen der Digitalisierung.

4 Ausblick

Die wesentlichen Vorteile digitaler Prozesse offenbaren sich erst bei deren gewerkeübergreifenden Anwendung, im besten Fall über die Phasen Planen, Bauen und Betreiben hinweg. Für ein effizientes Änderungsmanagement sollten dabei alle Gewerke miteinander synchronisiert werden.

Projekte wie NeuPro spezifizieren bereits gewerkeübergreifend: Leit- und Sicherungstechnik, 50 Hz-Energieversorgung und Telekommunikation. Dieses Konzept, erweitert um Oberleitung und Kabelmanagement, gilt es auf die digitalen Prozesse der Bahnausrüstungstechnik zu übertragen.

Lohnenswert erscheint hierbei der Blick zur Bauindustrie, welche mit „Building Information Modelling“ (BIM) speziell im Hochbau auf eine längere Geschichte zur Digitalisierung mit entsprechenden Erfahrungswerten zurückblickt. Im Rahmen des BIM-Stufenplans der Bundesregierung [6] und mehrerer Pilotprojekte wird die BIM-Methodik auch im Bahnbereich z. B. für den Rastatter Tunnel im Projekt Karlsruhe-Basel erprobt.

Diese Erkenntnisse sollten, unter Beachtung der Spezifika der Domäne Bahnausrüstungstechnik (wie z. B. die hohe Bedeutung schematischer Plandarstellungen), in die weitere Entwicklung einbezogen werden. Hierzu gehören beispielsweise

- der Umgang mit Projektspezifika durch eine entsprechende Flexibilität im Austauschformat (IFC),
- das ausdefinierte Rollenmodell unter Berücksichtigung neuer Anforderungen aller Projektbeteiligten (vom Projektleiter bis zum Zeichner),
- an die Aufwandsverlagerung angepasste Vertragsmuster sowie
- die Synchronisationskonzepte im Projektverlauf über alle Gewerke hinweg.

Das Building Information Modelling liefert dazu wichtige Impulse und wird, wie aktuelle Pilotprojekte und der Stufenplan zeigen, eine zukünftige Plattform für den angestrebten gewerkeübergreifenden Datenaustausch darstellen. Aus diesem Grund ist die Integration der Bahnausrüstungstechnik in die Weiterentwicklung von Building Information Modelling anzustreben.

Im Rahmen eines Pilotprojektes konzipiert SIGNON erste Ansätze zur Anwendung von Building Information Modelling in der Bahnausrüstungstechnik und entwickelt Werkzeuge zur Unterstützung der Digitalisierung (z. B. Tablet App zur digitalen Datenerfassung). ■

quired by respective tool class as well as software architectures designed for future adjustments.

- The tool design ought to focus on optimal task support and usability instead on input and output formats. Model-centric processes allow new perspectives and opportunities that need to be seized.
- Digitisation offers many opportunities but also places new demands on all stakeholders. Only sufficient preparation with training and involvement of all stakeholders in the development – if possible from the very beginning and in open dialogue – will allow for wide acceptance.
- Any full and generally valid data model is not realistic due to the ongoing development of systems and formal requirements. Instead, models need to be expandable and must support enhancements based on practical experience.

In summary, it can be ascertained that digital planning processes do not consist only of connected tool chains. Tool quality, data availability and early involvement of stakeholders will ultimately determine the success and benefits of digitisation.

4 Outlook

The main advantages of digital processes only become apparent after their multi-trade application, at best during the planning, construction and operation phases. For efficient change management all trades should be synchronised.

Projects like NeuPro already specify application across the trades for signalling, 50 Hz and telecommunications. This concept, expanded to include contact line and cable management, needs to be applied to the digital processes in railway equipment technology.

In this context, it worthwhile taking a look at the civil engineering industry, which, due to its “Building Information Modelling” (BIM) specifically in superstructure works, looks back on a longer history of digitisation and relevant experience. Within the scope of the BIM implementation plan by the Federal Government [6] and several pilot projects, the BIM methodology is currently being tested in the railway sector, for instance for the Rastatt tunnel of the Karlsruhe-Basel project.

These findings ought, while taking into account the specifics of the railway equipment technology field (such as the great importance of schematic plans), to be used in further developments. These include, for example:

- Handling of project specifics using an exchange format (IFC) with appropriate flexibility
- The fully defined role model taking into account any new requirements on all stakeholders (from project manager to draftsman)
- Contract templates adapted to the redeployment of time and cost
- Synchronisation concepts during project implementation covering all trades.

BIM is an important driver and, as shown by current pilot projects and by the multi-stage plan of the German Federal Government, represents a future platform for the desired cross-system data exchange. For this reason, railway equipment technologies should be integrated into the further development of BIM.

As part of a pilot project SIGNON is conceptualizing the first steps towards the application of BIM in railway equipment technology and developing tools to support digitisation (such as a tablet app for digital data acquisition). ■

LITERATUR | LITERATURE

- [1] Brödel, R., Klaus, C., Buder, J.: Neue Werkzeuge in der LST-Planung mit PlanPro - Die PlanPro-Systemarchitektur als Grundlage eines Planungsprozesses mit durchgängiger elektronischer Datenerhaltung; EI-Eisenbahningenieur, 07/2015
- [2] Wenzel, B., Wolf, A., Uminski, V.: Eine durchgehende Werkzeugkette für Messung und Planung von ETCS - Umsetzung am Beispiel von ProSig und SAT.engine im Kontext ETCS; EI-Eisenbahningenieur, 09/2015
- [3] www.railml.org, 09.05.2016 um 08:00
- [4] DIN: Bahnanwendungen – Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme – Software für Eisenbahnsteuerungs- und Überwachungssysteme, Deutsche Fassung EN 50128:2011
- [5] Koch, G., Schütte, J., Wenzel, B.: SAT.valid: Tool-gestützte Prüfung und Validierung von ETCS-Streckenausrüstungen; SIGNAL + DRAHT (106) 3/2014
- [6] <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/digitales-bauen.html>, 09.05.2016 um 08:00

AUTOREN | AUTHORS**Dr.-Ing. Benedikt Wenzel**

Fachgruppenleiter Safety Engineering & Consulting /
Team leader Safety Engineering & Consulting
SIGNON Deutschland GmbH
Anschrift/Address: Schützenstraße 15-17, D-10117 Berlin
E-Mail: benedikt.wenzel@signon-group.com