

# Digitalisierung und Projektbeschleunigung als Systemlösung

## Digitalisation and project acceleration as a system solution

Volkmar Bachmann | Jochen Trinckauf

Die durchgängige digitale Datenhaltung ermöglicht die Beschleunigung sicherungstechnischer Projekte. Zahlreiche Untersuchungen dazu haben markante Erkenntnisse zu den betreffenden Sachverhalten geliefert. Nunmehr ist es geboten, aufbauend auf diesen Erkenntnissen Systemkonzepte zu definieren und in unmittelbarer Zukunft erste Anwendungen zu etablieren.

### 1 Vorhaben im deutschen Eisenbahnnetz

„Die DB gestaltet die Steuerung ihres Bahnbetriebs grundlegend um und stellt die Weichen für die Zukunft der Digitalen Leit- und Sicherungstechnik“, informierte die DB Netz AG am 13. Oktober 2023 über künftige Auftragsvergaben [1]. Für den Infrastrukturausbau des deutschen Eisenbahnnetzes im Sinne dieses Systemgedankens fordert das in der Branche der Leit- und Sicherungstechnik (LST) folgende Teilsysteme:

- Technik- und Betriebsstandort (TSO/BSO)
- Digitales Stellwerk (DSTW)
- European Train Control System (ETCS)
- Integriertes Leit- und Bediensystem (iLBS)

Unter der angenommenen Voraussetzung, dass diese Teilsysteme generisch entwickelt, erprobt und zugelassen sind, müssen die örtlich zu realisierenden Projekte planerisch und baurechtlich vorbereitet, durchgeführt und abgenommen werden [2]. Gegenwärtig bedeutet das für die Projekte einen erheblichen ingenieurtechnischen Personalaufwand und setzt spezielles fachtechnisches Wissen voraus. Der Gedanke ist naheliegend, die gesamten planerischen Aktivitäten im weitesten Sinne mittels elektronischer Datenverarbeitung zu rationalisieren und softwarebasierte Planungs- und Projektierungswerkzeuge zu entwickeln. Außerdem kann durch eine durchgehende digitale Datenhaltung vom Planer über den Systemlieferanten bis zum Betreiber an den Übergabeschnittstellen zwischen den Beteiligten der Projektphasen ein Medienbruch vermieden werden: Anstelle auf Papier gedruckter Planungs- und Projektierungsdaten werden die Daten in wohldefinierten Formaten elektronisch übersandt.

Erste wissenschaftliche Überlegungen hierzu sind vor mehr als 20 Jahren angestellt worden [3]. In weiteren Arbeiten wurden zahlreiche komplexe Sachverhalte ausführlich besprochen und praktikable Lösungsansätze vorgestellt [4, 5, 6, 7, 9]. Eine Vielfalt von Aktivitäten macht das Bemühen um eine branchenspezifische Digitalisierung deutlich [8].

Die zahlreichen Einzellösungen haben bereits gezeigt, dass Digitalisierung zur Projektbeschleunigung möglich ist. Die DB Netz AG (nach Redaktionsschluss: künftig DB InfraGO AG) hat es sich zur Aufgabe gemacht, in dem Projekt „Durchgängig Digitale Datenhaltung

End-to-end digital data storage enables the acceleration of security projects. Numerous studies have contributed to findings with regard to the given facts. Now, it is necessary to define a system concept based on these findings and to establish initial applications in the immediate future.

### 1 Projects in the German railway network

“DB is fundamentally redesigning the management of its rail operations and setting a course for the future of digital control and safety technology,” stated DB Netz AG on 13 October 2023 with regard to its future contract awards [1]. The infrastructure expansion of the German railway network under this system concept requires the following subsystems in the railway signalling and train control (LST) sector:

- a technical and operations site (TSO/BSO)
- a digital interlocking (DSTW)
- the European Train Control System (ETCS)
- an integrated control and operating system (iLBS)

Under the assumption that these subsystems have been generically developed, tested and approved, the projects that are to be implemented locally must then be prepared, implemented and approved in terms of the planning and building law [2]. At present, this means a considerable amount of engineering staff costs for projects and requires special technical knowledge. The obvious idea involves rationalising all the planning activities in the broadest sense using electronic data processing and developing software-based planning and project planning tools. In addition, end-to-end digital data storage from the planner to the system supplier and on to the operator can avoid any media discontinuity at the transfer interfaces between the participants during the project phases: instead of project planning data being printed on paper, the data is sent electronically in a well-defined format.

The first scientific considerations in this regard were made more than 20 years ago [3]. Further work has discussed numerous complex issues in detail and presented practicable solutions [4, 5, 6, 7, 9]. A variety of activities highlight the efforts aimed at achieving industry-specific digitalisation [8].

The numerous individual solutions have already shown that digitalisation can be used to speed up projects. DB Netz AG (after the editorial deadline: hereafter referred to as DB InfraGO AG) has set itself the task of making end-to-end, data-centric project documentation standard in the D3iP project planning process [11]. In addition, a system solution describ-

im Planungsprozess D3iP“ [11] die durchgängige datenzentrische Projektdokumentation zum Standard zu machen. Darüberhinaus werden in Zusammenarbeit mit CERSS und Nextrail kurzfristig Systemlösungen entwickelt, bei welchen Teile des D3iP-Verfahren beschrieben und erforderliche Festlegungen getroffen werden, um schließlich die ersten systemischen Anwendungen in praktischen Umgebungen zu erproben.

**2 Systemkonzept für datenzentrische sicherungstechnische Planungs- und Realisierungsphasen**

Fasst man die Ideen und Entwicklungsergebnisse der vorerwähnten Arbeiten zusammen, so ergibt sich ein vorläufiges Bild für den Systemgedanken. Aufgrund der Zusammensetzung und Interessenslagen der Beteiligten, wie Planer, Prüfsachverständige für Planung und Abnahme, Gutachter, Lieferanten, Systemhäuser, Aufsichtsorgane und schließlich Betreiber, ist es naheliegend, dem Betreiber der Infrastrukturanlagen die Hoheit und die Verantwortung für das Systemkonzept zu überlassen.

Anhand von Bild 1 lässt sich die Vorgehensweise auf der Grundlage einer durchgängigen digitalen Datenhaltung mit den nachfolgend beschriebenen Projektphasen wie folgt erklären:

Zentrales Element ist die Datenarchitektur und deren Plattform. Für sicherungstechnische Zwecke werden in erster Linie Trassierungsdaten und sicherungstechnische Bestandsdaten als Planungsvorbereitung benötigt. So wird die vermessungstechnische Erfassung der Gleise und des unmittelbaren Umfeldes (physische Elemente) mittels einer Zugbefahrung als gleisgebundene multisensorgestützte Bestandserfassung (MSS) bezeichnet. Ein besonderer Fokus der MSS liegt auf der Ableitung der tatsächlichen Bestandstrasse. Durch die Überführung in „Ist-Trasenelemente“ können Gleisnetzdaten (GND) erzeugt werden.

ing parts of the D3iP process and implementing the necessary specifications will be developed in cooperation with CERSS and Nextrail in the short term. The initial systemic applications will eventually be tested in practical environments.

**2 The system concept for data-centric security planning and implementation phases**

A preliminary picture of the system concept emerges when one summarises the ideas and development results of the aforementioned work. The composition and interests of the involved parties, such as the planners, planning and acceptance assessors, experts, suppliers, system houses, supervisory bodies and operators, mean that it is obvious that the sovereignty and responsibility for the system concept should be left to the operator of the infrastructure facilities.

Fig. 1 illustrates the procedure based on end-to-end digital data management with the project phases described below as follows:

The data architecture and its platform constitutes the central element. Routing data and as-built security data is primarily required as planning preparation for security purposes. For example, the surveying of the tracks and the immediate surroundings (physical elements) by means of a train inspection is referred to as track-bound multi-sensor-based inventory (MSS). The MSS especially focusses on deriving the actual existing route. Track network data (GND) can be generated by means of a transfer to the “actual route elements”.

A track-based inventory is helpful for LST planning if the planned route is not completely available in calculated form in the DB-specific DB-Ref system. This is the case for almost

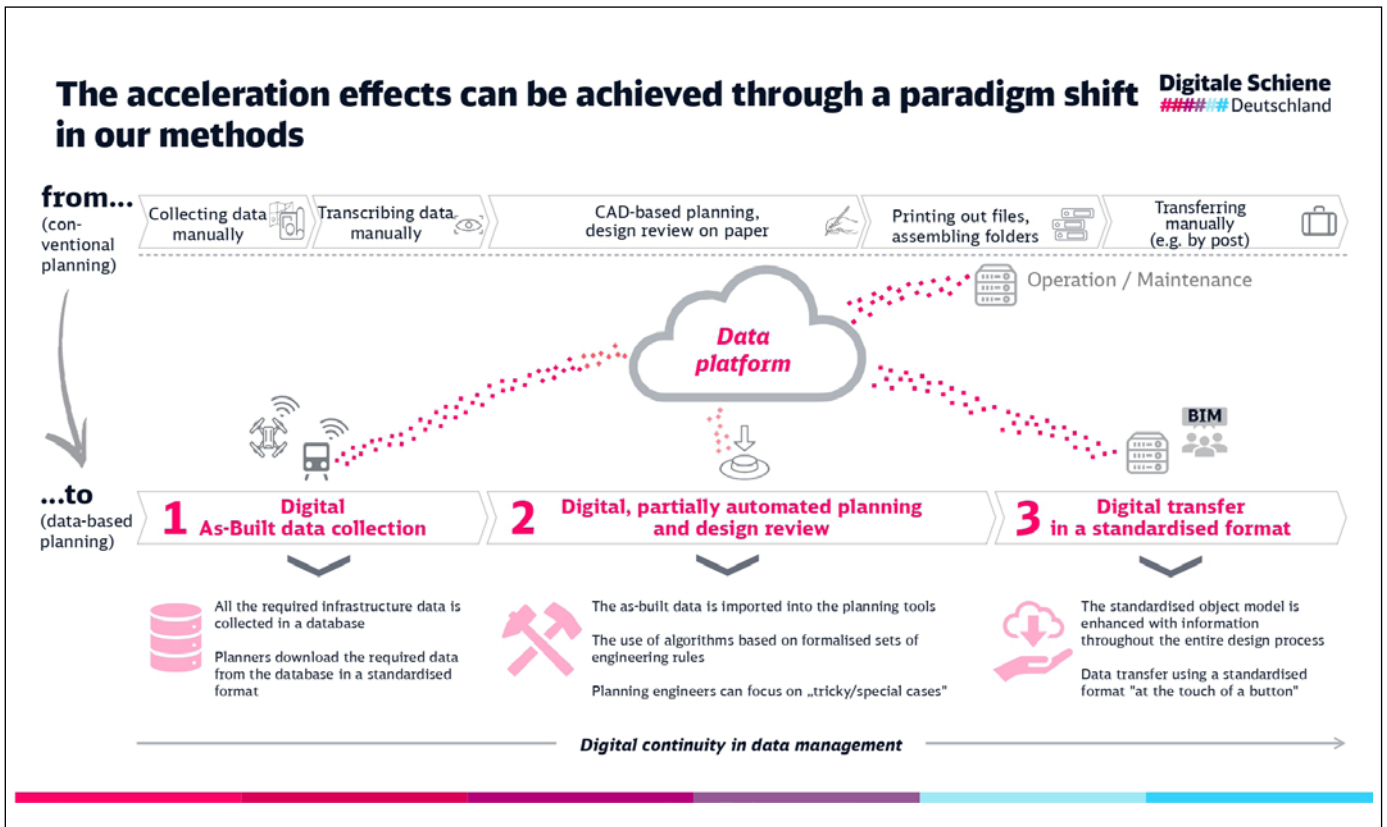


Bild 1: Paradigmenwechsel in der Planung

Fig. 1: Paradigm shift of planning

Eine gleisgebundene Bestandserfassung ist für LST-Planungen dann hilfreich, wenn die geplante Trasse nicht vollständig in gerechneter Form im DB-spezifischen System „DB-Ref“ vorliegt. Dies ist für so gut wie jedes ETCS-Projekt der Fall. In der Regel liegen in diesen Projekten die Soll-Trassen in gerechneter Form in verschiedenen geodätischen Systemen (z. B. Landesvermessungssystem) vor. Diese Daten werden bisher nach DB-Ref transformiert. Diese gleisgeometrische Voraussetzung der Bestandserhebung im Rahmen einer frühen Projektphase ist grundsätzlich unabhängig von der Projektdokumentationsmethode (CAD/papierorientiert und/oder datenzentrisch).

Außerdem werden die Daten der logischen sicherungstechnischen Informationen, d. h. die Bestandsdaten, benötigt. Diese können im Wesentlichen aus den gültigen Planunterlagen und teilweise aus der in Betrieb befindlichen Stellwerkslogik abgeleitet werden und müssen entsprechend datentechnisch verknüpft werden.

Bei digitaler LST-Planung sollen Planungsdaten mittels PlanPro Schnittstelle zwischen Planungs-, Simulations- und Projektierungswerkzeugen ausgetauscht werden. Um Inkonsistenzen zwischen (Teil-)Planungen zu vermeiden und die Passgenauigkeit zu vorhandenen Bestandsdaten sicherzustellen, ist eine zentrale Vorhaltung und Qualitätsprüfung erforderlich. Mit der LST-Planungsdatenbank wird eine entsprechende Fachanwendung für PlanPro-Daten geschaffen, die im Zusammenwirken mit der Plattform Digitales Projektmanagement (DDPM) das Konzept der durchgängig digitalen Datenhaltung umsetzt. Die LST-Planungsdatenbank beinhaltet neben der projekt- und datenbezogenen Planungsdatenhaltung auch eine Bestandsdatenhaltung sowie ein Planungsdatenarchiv und geht somit über den Leistungsumfang von Common Data Environment (CDE) im BIM-Kontext (Building Information Modeling) hinaus. Voraussetzung für die Erstellung einer digitalen datenzentrischen LST-Planung ist zukünftig eine entsprechende Projektinitialisierung in der LST-Planungsdatenbank, die auch die Festlegung des Planungs- und Betrachtungsbereichs beinhaltet. Sofern Bestandsdaten vorhanden sind, werden diese mit der Initialisierungsdatei an das LST-Planungswerkzeug übergeben.

Der im Ergebnis der Planung entstehende PlanPro-Export wird zunächst mithilfe des PlanPro-Werkzeugkoffers qualitätsgeprüft und anschließend in die LST-Planungsdatenbank importiert. Dort finden zusätzlich die Qualitätsprüfungen statt, die nur im Kontext des zentralen Datenbestandes durchführbar sind; beispielsweise

- Zulässigkeit der Änderungen in Bezug auf den gewählten Planungsbereich,
- Aktualität der Daten im Betrachtungsbereich,
- Verwendung des korrekten Ausgangszustands,
- Verwendung des korrekten Ausgabestands korrespondierender Untergewerke,
- Passfähigkeit gegenüber den Bestandsdaten.

Bei ausreichender Qualität können die Prüf- und Freigabeschritte folgen. Grundlage hierfür sind zunächst die auf PlanPro-Datenbasis generierten Pläne. Sofern aus der Fachprüfung Änderungen in der Planung und damit in den PlanPro-Daten resultieren, muss vom LST-Fachplaner eine neue Ausgabe der Planung geliefert werden, die die vorgenannten Prozessschritte erneut durchläuft.

In der LST-Planungsdatenbank werden die zu jedem Prüf- bzw. Freigabeschritt gehörigen Statusinformationen erfasst und zu den eingeleiteten PlanPro-Daten hinzugefügt. Vor Übergabe an den Lieferanten wird damit eine um die Statusinformationen erweiterte PlanPro-Datei erzeugt. Die PlanPro-Datei beinhaltet alle Informationen, die der Lieferant für die Materialisierung, Installation sowie Softwarekonfiguration benötigt. Die Authentizität der Fachdaten wird dabei über Prüfsummen nachgewiesen.

every ETCS project. As a rule, the target routes in these projects are available in various geodetic systems (e.g. the state surveying system) in a calculated form. To date, this data has been converted to DB-Ref. This track geometry prerequisite for the as-built survey within the context of an early project phase is basically independent of the project documentation method (CAD/paper-oriented and/or data-centric).

In addition, data from the logical security information, i.e. the inventory data, is required. This can essentially be derived from the valid planning documents and, in part, from the operating interlocking software and must be updated accordingly.

In the case of digital LST planning, the planning data has to be exchanged between the planning, simulation and project planning tools using the PlanPro interface. Central storage and quality control is required in order to avoid any inconsistencies between (partial) plans and to ensure that they are compatible with the existing as-built data. A corresponding specialist application for the PlanPro data that implements the end-to-end digital data storage concept in cooperation with the Digital Project Management Platform (DDPM) is created along with the LST planning database. In addition to the project and file-related planning data management, the LST planning database also includes as-built data storage and a planning data archive and thus goes beyond the scope of the Common Data Environment (CDE) services within the BIM (Building Information Modeling) context.

In the future, a corresponding project initialisation in the LST planning database, which also includes the definition of the planning and observation areas, will become a prerequisite for the creation of digital, data-centric LST planning. If the inventory data is available, it is transferred to the LST planning tool along with the initialisation file.

The resulting PlanPro export is initially quality checked using the PlanPro toolbox and is then imported into the LST planning database. Additional quality checks, which can only be implemented within the context of the central database, then take place there. For instance

- the admissibility of any changes in relation to the selected planning area,
- the currentness of the data in the area under consideration,
- the use of the correct initial state,
- the use of the correct output status for the corresponding sub-trades,
- the ability to fit the existing data.

If the quality is sufficient, the testing and approval steps can follow. The plans generated on the basis of PlanPro initially constitute the data basis for this. If the technical review results in any changes to the planning and thus to the PlanPro data, a new planning edition must be delivered by the LST planner and it will then pass through the aforementioned process steps once again.

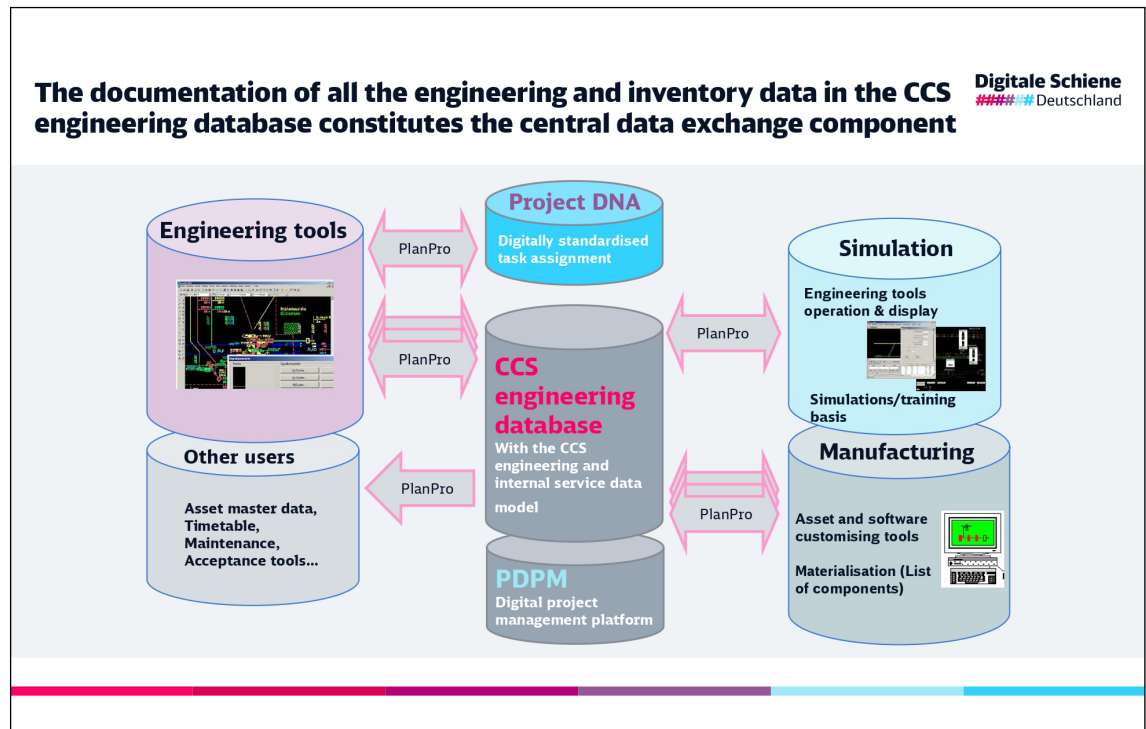
The status information associated with each inspection or release step is recorded in the LST planning database and added to the submitted PlanPro data. A PlanPro file is created with an extension that includes the status information prior to being submitted to the manufacturer. The PlanPro file contains all the information required by the manufacturer for the materialisation, installation and software configuration. The integrity of the technical data is verified using checksums.

The project planning and construction means that manufacturer-specific information can also be returned to DB Netz AG/DB InfraGo AG via the PlanPro interface. Any docu-



**Bild 2: LST-Planungsdatenbank**

Fig. 2: CCS engineering database



Im Ergebnis der Projektierung und Bauausführung können auch herstellereigene Informationen über die PlanPro-Schnittstelle an die DB Netz AG / DB InfraGo AG zurückgeliefert werden. Die dokumentierten baubedingten Abweichungen müssen von den LST-Fachplanern im Rahmen der Revision in die PlanPro-Daten eingearbeitet werden. Vor Abschluss eines Projekts (ggf. auch vor Abschluss einer Projektphase) werden die von den LST-Planern eingelieferten und qualitätsgeprüften Bestandsdaten von der Planungsdatenhaltung in die Bestandsdatenhaltung übergeführt und wird damit der Gesamtbestand aktualisiert. Mit vollständigem Abschluss eines Projektes werden alle Zwischenstände aufgelöst und in das Planungsarchiv verschoben.

### 3 Diskussion des Systemkonzepts

Es zeigt sich, dass sich an den grundsätzlichen Abläufen von Planung / Projektierung, unabhängiger Planprüfung und Abnahmeprüfung, wie sie branchenüblich und schließlich in der Verwaltungsvorschrift [2] festgeschrieben sind, zunächst nichts ändert. Jedoch werden im vorgestellten Systemkonzept Daten erzeugt und Daten verwaltet, für die sich Anforderungen ergeben:

- Datenstruktur und Datenverwaltung müssen in Verantwortung der DB Netz AG / DB InfraGo AG stehen. Das bedingt Schnittstellendefinitionen.
  - Der Zugriff auf Daten und Datenbank muss streng reglementiert werden.
  - Die Daten müssen manipulationssicher sein.
  - Den Daten muss ein rechtsverbindlicher Charakter zukommen.
- Bei der DB Netz AG / DB InfraGo AG ist für Planungszwecke bereits teilweise das System EPLASS [10] im Einsatz. Allerdings handelt es sich dabei um ein Dokumentenverwaltungssystem. Im Gegensatz dazu soll das hier vorgestellte Systemkonzept auf der Datenplattform unverwechselbar Daten verwalten. Das ermöglicht eine Automatisierung bzw. Teilautomatisierung der Prozesse, wie in diesem Beitrag noch gezeigt wird.
- Der Vielfalt und Kreativität von Planungswerkzeugen und -hilfsmitteln der PT 1-Planungsphase [8] steht die Festlegung auf eine be-

mentierten construction-related deviations must be incorporated into the PlanPro data by the LST planner as part of the review. Prior to the completion of a project (possibly also before the completion of a project phase), the quality-checked, as-built data submitted by the LST planner is transferred from the planning data storage to the as-built data storage, thereby updating the entire inventory. All the interim statuses are resolved and moved to the planning archive upon the completion of the project.

### 3 A discussion of the system concept

It is apparent that the basic planning, independent plan review and acceptance testing processes, as they customarily apply in the industry and have been stipulated in the administrative regulation [2], are not about to change for the time being. However, the presented system concept generates and manages data that is subject to some requirements:

- the data structure and data management must be the responsibility of DB Netz AG / DB InfraGo AG. This requires interface definitions.
- any access to the data and the databases must be strictly regulated.
- the data must be tamper-proof.
- the data must be considered legally binding.

DB Netz AG / DB InfraGo AG already partially uses the EPLASS [10] system for its planning purposes. However, this only involves a document management system. In contrast, the system concept presented here is intended to manage data on the data platform in a distinctive way. This enables the automation or partial automation of the processes, as this article has shown.

The diversity and creativity of the planning tools and aids in the PT 1 planning phase [8] do not preclude a commitment to a specific data structure. Adapter solutions mean that any already generated planning data can be transcribed to the

stimmte Datenstruktur nicht entgegen. Mittels Adapterlösungen können bereits erzeugte Planungsdaten auf die Datenstruktur der Datenplattform transkribiert werden. Die wettbewerblichen Systemlieferanten benutzen hausintern spezifische softwaregestützte Projektierungswerkzeuge in der PT 2-Phase. Dennoch können sie die PT 1-Daten der Datenplattform entnehmen und über Adapter in die eigenen Projektierungssysteme übertragen und die erzeugten PT 2-Projektierungsdaten dementsprechend zurückgeben. Für Bauausführung bzw. Montage sowie für die Abnahmeprüfung stehen nunmehr alle Daten auf der Datenplattform sofort und unmittelbar zur Verfügung und können ausgeleitet bzw. entsprechend verarbeitet werden.

#### 4 Automatisierung/Teilautomatisierung zur Projektbeschleunigung

Mit dem Systemkonzept für durchgängige digitale Datenhaltung und datenzentrische Projektdokumentation wird ein erhebliches Potenzial für Automatisierung aktiviert werden, um einzelne Projektphasen qualitätssteigernd und somit beschleunigt zu ermöglichen. Nachfolgend werden einige wesentliche Sachverhalte aufgeführt:

- Bereits branchenweit bekannt ist der Vorteil der Übergabe von Daten zwischen den Projektstufen. Damit können der Papierdruck und die erneute Dateneingabe in der nachfolgenden Projektphase ersetzt werden. Fehler bei der Dateneingabe sind dann ausgeschlossen.
- Planungs- und Projektierungsdaten (PT 1 und PT 2) können teilautomatisiert erzeugt werden. Die Verantwortung des zwingend erforderlichen Planers bzw. des Projektanten betrifft den verfahrensgemäßen Einsatz des jeweiligen Planungs- bzw. Projektierungswerkzeuges sowie die Entscheidung über optionale Alternativen und Spezialfälle.
- Prüftätigkeiten (Planprüfung, Abnahmeprüfung) können ebenfalls durch Teilautomatisierung unterstützt werden. Mithilfe von Prüfwerkzeugen kann die Richtigkeit der Datenstrukturen festgestellt werden. Der Prüfer trägt die Verantwortung für die richtige Anwendung sowie für Einzelfälle, die mit den Werkzeugen nicht abgebildet werden können.
- Die Übertragung von Planungs- und Projektierungsdaten in die Wirklichkeit sowie die Bestandsdatenerfassung werden automatisierungstechnisch ebenfalls unterstützt.

Beim Ablauf von wiederholbaren und regelbasierten Routinen kann Fachpersonal von zeitaufwendigen, ggf. eintönigen und schließlich fehleranfälligen Tätigkeiten entlastet werden. Die Abläufe beschleunigen sich, und die Prioritätensetzung der Fachexperten wird klar auf inhaltliche und technische Sachverhalte gelenkt.

#### 5 Regulatorische Voraussetzungen für Automatisierung

Für Automatisierung und Teilautomatisierung müssen Voraussetzungen geschaffen werden, die nicht zuletzt einen Paradigmenwechsel bedeuten:

- Planungs-, Projektierungs- und Prüfwerkzeuge haben die anerkannten Regeln der Technik abzubilden. Die für sicherungstechnische Planungen bedeutsamen Richtlinien der Modulgruppe 819 bedürfen einer algorithmierten Form, um davon ausgehend generische Software zu entwickeln.
- Es sind standardisierte Lageplanfälle zu entwickeln, um die hohe Anzahl von Besonderheiten und Ausnahmeregelungen zu reduzieren. Der Beispielbahnhof P-Hausen [11] ist ein guter Ansatz, welcher auf weitere Vereinfachungen untersucht werden sollte.

data platform's structure. Competing system suppliers use in-house specific, software-supported project planning tools in the PT 2 phase. Nevertheless, they can take the PT 1 data from the data platform and transfer it to their own project planning systems using adapters and return the generated PT 2 project planning data accordingly.

All the data on the data platform is now immediately available for construction, assembly or acceptance testing and can be channelled or processed accordingly.

#### 4 Automation / partial automation to accelerate projects

The system concept for end-to-end digital data storage and data-centric project documentation will activate considerable potential for automation that will enable increased quality in the individual project phases and will therefore accelerate them. Some of the key issues are listed below:

- The advantage of transferring data between project maturity phases is already known throughout the industry. This makes it possible to replace the paper printing and re-entry of data in the subsequent project phase. Any data entry errors will be eliminated.
- The planning data (PT 1 and PT 2) can be generated semi-automatically. The planners are responsible for applying the suitable planning tool. They have to make decisions in the case of any optional alternatives and special cases.
- Testing activities (design review, acceptance testing) can also be supported by partial automation. Assessment tools can be used to ascertain the correctness of the data structures. The inspector is responsible for the correct application, as well as for any individual cases that cannot be mapped with the tools.
- The transfer of planning data into reality, as well as the collection of as-built data is also supported in terms of automation.

When running repeatable and rule-based routines, specialists can be relieved of time-consuming, sometimes monotonous and ultimately error-prone activities. The processes are accelerated and the experts' priorities are clearly directed towards content and technical issues.

#### 5 The regulatory requirements for automation

Prerequisites must be created for automation and partial automation, which means a paradigm shift:

- The planning, engineering and testing tools must reflect the recognised technological rules. The Module Group 819 guidelines, which are important for safety planning, require an algorithmic form in order to enable generic software to be developed on this basis.
- Standardised track and signalling design examples must be developed and the large number of special features and exceptions must be reduced. The example of the P-hausen Station [11] involves a good approach that should be examined for further simplifications.
- An appropriate safety assessment must be carried out for the generics of any software-based tools. This is the only way of limiting the responsibility for the correct use of the tools to the inspectors.
- The parties involved in the various phases of the project must have concluded contractual arrangements of a binding nature with regard to the data and its transfer on the data platform.

- Für die Generik der softwarebasierten Werkzeuge muss eine geeignete Sicherheitsbetrachtung erfolgen. Nur so kann erreicht werden, dass die Verantwortung von Prüfern auf die richtige Anwendung der Werkzeuge eingegrenzt wird.
- Zwischen den Beteiligten in den verschiedenen Projektphasen muss vertraglich die Verbindlichkeit der Daten und deren Übergabe auf der Datenplattform geregelt werden.

## 6 Projekt teilautomatisierte datenzentrierte Abnahmeprüfung

Die DB Netz AG / DB InfraGO AG wird in einem ersten Projekt einen Teil des Systemkonzepts zur durchgängigen digitalen Datenhaltung zur praktischen Anwendung bringen. Dieses Vorhaben wird unter der Bezeichnung teilautomatisierte datenzentrierte Abnahmeprüfung geführt und verspricht ein schnell erreichbares Resultat mit einem Beschleunigungseffekt. Gegenstand des Projekts ist die Abnahmeprüfung von Balisen auf einer Strecke und in Bahnhöfen, die mit ETCS Level 2 ausgerüstet werden.

Die am Projekt Beteiligten haben sich auf sieben Arbeitspakete verständigt und verfolgen das Ziel, bis Ende 2024 einen ersten Durchlauf der Anwendung absolviert zu haben. Begünstigende Voraussetzung ist dabei, dass die Daten aus PT 1 und PT 2 bereits geprüft vorliegen. Die Schwerpunkte der Entwicklung liegen nun im Folgenden:

- Die Planungsdaten müssen in eine vermessungstechnisch geeignete Form gebracht werden, um die Montageorte für die Balisen relativ zu den Bezugspunkten bestimmen und später prüfen zu können. Bild 3 zeigt beispielhaft, wie das Einmessen auf der Basis georeferenzierter Verfahren praktiziert werden kann.
- Herstellerseitig müssen die Balisen programmiert und einer Werkprüfung unterzogen werden. Die montagefertige Balise wird äußerlich mit einem maschinenlesbaren Etikett versehen, das die Identifikationsnummer ausweist. Über die Identifikationsnum-

## 6 The semi-automated, data-centred acceptance testing project

DB Netz AG / DB InfraGO AG will implement part of the system concept for end-to-end digital data storage in a practical application in an initial project. This project is called semi-automated, data-centred acceptance testing and it promises quickly achievable results with an acceleration effect. The project involves the acceptance testing of balises on a line and in stations equipped with ETCS Level 2.

The individuals involved in the project have agreed on seven work packages and are pursuing the goal of having completed the first run of the application by the end of 2024. It is advantageous that the data from PT 1 and PT 2 has already been assessed. The development is now focusing on the following:

- The planning data must be converted into a form that is suitable for surveying in order to enable the determination of the balise installation positions relative to their reference points and so that the positions can be subsequently checked on site. Fig. 3 shows an example of how the calibration can be practiced using georeferenced methods.
- The manufacturers must program the balises and subject them to a factory test. The ready-to-install balise must be provided with an external, machine-readable label that shows an identification number. The identification number can be used to establish a reference to the data platform, in which the balise position and balise content are clearly stored.
- The proper installation of the balise is the responsibility of the qualified construction and installation company, which must confirm its compliance with the mechanical parameters using a measurement or test sheet, which is then also kept at the construction site as a data record.



**Bild 3: Bestimmung Einbauort Balise**

Fig. 3: Determination of installation location

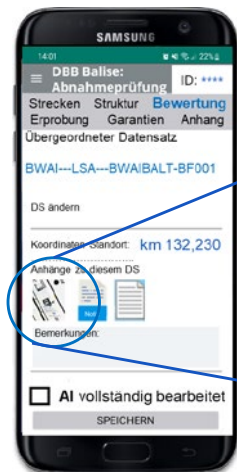
Quelle / Source: Norbert Apel



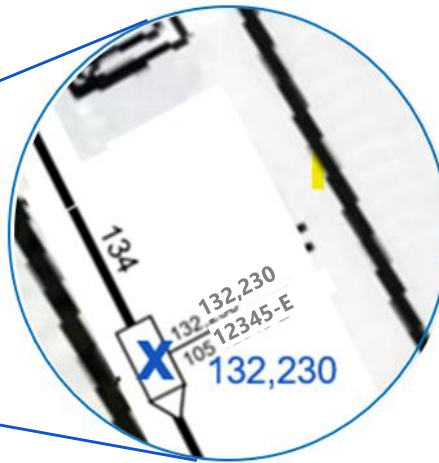
## Prüfung Einbauort Balise durch Prüfsachverständigen

### *Independent inspection of the balise location*

Datensatz nach  
Abschluss Bauüberwachung  
*Record after completion of  
construction supervision*



Lageplanausschnitt mit  
Standortkennzeichnung über GNSS  
*Site plan section with  
location marking via GNSS*



**Bild 4: Prüfung Einbauort Balise**

Fig. 4: Inspection of the balise location

Quelle / Source: Norbert Apel

mer kann der Bezug zur Datenplattform hergestellt werden, auf der eindeutig Balisenposition und Baliseninhalt gespeichert sind.

- Die ordnungsgemäße Montage der Balise obliegt dem qualifizierten Bau- und Montagebetrieb, der die Einhaltung der mechanischen Parameter auf einem Mess- oder Prüfblatt bestätigt, welches auch auf der Baustelle als Datensatz geführt wird.
- Bei einer auf die Montage folgenden Prüfung wird von einer sachkundigen Person unabhängig die Positionierung (georeferenziert) und gleichzeitig die Identität anhand des maschinenlesbaren Etiketts festgestellt. Bild 4 zeigt ein Beispiel.
- Die gesamte Datenverwaltung muss eindeutig und manipulationsicher gestaltet werden. Das erfordert auch eine sicherheitsbezogene Betrachtung. Die Eignung des Verfahrens muss in den Kontext der Verwaltungsvorschriften der Eisenbahnaufsicht [2] gestellt werden, und Einvernehmen ist herzustellen.
- Aus der notwendigerweise begleitenden Entwicklungsdokumentation wird der inhaltliche Kern eines Anwendungsregelwerks herausgefiltert. ■

- A qualified person will independently determine the positioning (georeferenced) during a subsequent inspection and at the same time will also ascertain the identity using the machine-readable label. Fig. 4 shows an example.
- All the data management must be unequivocal and tamper-proof. This also requires the consideration of security. The suitability of the procedure must be placed within the context of the administrative provisions of railway supervision [2] and an agreement must be reached.
- The core content for a set of application rules will be filtered from the necessarily accompanying development documentation. ■

#### LITERATUR | LITERATURE

- [1] <https://digitale-schiene-deutschland.de/de/aktuelles/bekanntmachung-tso>; retrieved on 30.10.2023
- [2] Verwaltungsvorschrift für die Bauaufsicht über Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnische Anlagen (VV BAU-STE); Gültig ab 15.07.2020
- [3] Maschek, U.: Datenmodell zur Planung von Stellwerken; TU Braunschweig: Dissertation 2001
- [4] Buder, J.: Neues Planungsverfahren für Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik auf Basis durchgängiger elektronischer Datenhaltung; TU Dresden: Dissertation 2017
- [5] Apel, N.: Teilautomatisierung der Bauüberwachung und Abnahmeprüfung von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik am Beispiel ETCS; TU Dresden: Dissertation 2023
- [6] Klaus, C.: Spezifikation eines Testwerkzeugs für die automatisierte Prüfung von LST-Planungsdaten im XML-Format; unveröffentlicht
- [7] Bachurina, D. (now: Menzel, D.): Untersuchungen zu einer neuen Generation der Bahnsicherungstechnik – Anforderungen und Technologie; TU Dresden: Dissertation 2018

## AUTOREN | AUTHORS

**Dr. Volkmar Bachmann**

DSD Projektportfolio, Leiter Planungen DSD Projekte /  
DSD Project Portfolio, Manager Planning DSD Projects  
DB InfraGO AG








Anschrift / Address: Großer Brockhaus 5, D-04103 Leipzig  
E-Mail: volkmar.bachmann@deutschebahn.com

**Prof. Dr.-Ing. Jochen Trinckauf**

c/o CERSS Kompetenzzentrum Bahnsicherungstechnik GmbH  
Anschrift / Address: Bernhardstraße 77, D-01187 Dresden  
E-Mail: jochen.trinckauf@cerss.com

- [8] Sicherungstechnische Fachtagung an der TU Dresden 2022; <https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ibv/vst/die-professur/ftag/2022>
- [9] Oetting, A.; Bachmann, V.: Digitale teilautomatisierte ETCS L2 Planungsprozesse für Kapazitätsgewinne ab 2025; Fulda: 23. Internationaler SIGNAL+DRAHT-Kongress 2023
- [10] <https://www.eplass.de/eplass-gmbh/über-eplass.html>
- [11] Vereinbarung zur Finanzierung von Beschleunigungsmaßnahmen im Rahmen der digitalen Schiene. Finanzierungsvereinbarung F 21 Q 0773 vom Dezember 2021 (<https://bit.ly/3YZ13DD>)
- [12] Kretschmer, E.: Kretschmer, E.: Regelbasierte digitale ETCS-Planung. Beitrag zur Digital Rail Summer School, Juni 2022 (<https://bit.ly/3PJfGru>)
- [13] Klaus, C.: Die digitale LST-Planung (PlanPro) als Wegbereiter der Digitalen Schiene, SIGNAL+DRAHT 1+2/2020 (<https://bit.ly/44tcvbu>)
- [14] Bachmann, V.; Lehmann Ibáñez, P.; Oetting, A.; Pejic, M.; Üyümez, B.; Vogel, S.: Teilautomatisierte ETCS L2-Planprüfung durch Formalisierung des Regelwerks, DER EISENBAHNINGENIEUR 8/2022 (<https://bit.ly/46b9iP2>)
- [15] Lübs, J. O.; Klaus, C.; Maschek, U., Trenchel, D.: Erkenntnisse aus erster prototypischer Planung für ETCS Level 2, DER EISENBAHNINGENIEUR 1/2022 (<https://bit.ly/3LEgtHP>)
- [16] Freiin von Arnim, G.: Bf Scheibenberg: Erstellung einer digitalen LST-Planung in PlanPro und ProSig 7. (<https://bit.ly/453ful1>). Foliensatz vom 28. September 2021
- [17] Frank, C.: Durchgängig digital planen in der Leit- und Sicherungstechnik, SIGNAL+DRAHT 1+2/2023 (<https://bit.ly/3PR7qpn>)
- [18] Hellmann, F.-L.: Digitale Geodatenerfassung, Kurzvorstellung, DB Bahnbau Gruppe, I.BVA 2, Stand 03.08.2022, unveröffentlicht

## CERSS Kompetenzzentrum Bahnsicherungstechnik Ingenieur- und Forschungsdienstleistungen für Bahnsysteme

-  Systemlösungen  
Bahnsicherungstechnik
-  Risiko- und Sicherheitsanalysen
-  Beratung und Entwicklung
-  Gutachten
-  Zertifizierungen
-  Weiterbildung
-  Inspektionsstelle CKBIS

cerss.com



CERSS

