

Digitaler Streckenatlas: Das Fundament der digitalen Bahn

A digital railway atlas:
the foundation of the digital railway

Thomas Langkamm

Papierberge gibt es in den meisten Verkehrsunternehmen schon lange nicht mehr. Wer heute von Digitalisierung spricht, meint die schrittweise Vernetzung der vormals eigenständigen und inzwischen digitalisierten Prozesse zu einem integrierten und hoch effizienten Gesamtsystem. Damit dies gelingt, benötigen die Verkehrsunternehmen u. a. detaillierte und vollständige Streckendaten für alle Abnehmer – eine Art digitalen Streckenatlas.

Die Weiterentwicklung des Schienenverkehrs der letzten Jahre ist geprägt von Digitalisierung. Die bloße Automatisierung von vormals manuellen und papierhaften Prozessen ist damit aber nur noch selten gemeint. Vielmehr geht es darum, die vielen verschiedenen – zuvor autonomen und inzwischen digitalisierten – Bereiche lückenlos miteinander zu vernetzen. Denn ihr nahtloses Zusammenspiel im Sinne der „digitalen Bahn“ eröffnet weitere erhebliche Potenziale. Dazu zählen z. B. eine verbesserte Pünktlichkeit, energieoptimiertes Fahren oder optimal genutzte Zugflotten.

Ähnlich wie das „Building Information Modeling“ in der Baubranche von Anfang an nicht nur den Bau, sondern auch die spätere Bewirtschaftung von Gebäuden integriert plant, bedarf es daher auch im Bahnbetrieb einer vollständigen Datenerfassung und vernetzten Planung für alle beteiligten Abteilungen. Zwar machen die erheblich höhere Komplexität und heterogeneren Anforderungen im Vergleich zum Bauwesen diesen Prozess deutlich umfangreicher, das Ziel der Erstellung eines digitalen Streckenatlases ist aber dasselbe: Vermeidung der aufwendigen und fehleranfälligen, doppelten Datenpflege in verschiedenen Einzelprojekten sowie Berücksichtigung der angestrebten Synergien möglichst früh im Planungsprozess.

1 Vernetzung macht den Unterschied

Durch die Verknüpfung von modernen Stellwerken und neuer Sicherungstechnik können Verkehrsunternehmen z. B. fortschrittliche Zugbeeinflussungssysteme (European Train Control System, ETCS) einsetzen, die schnell und effizient auf Ressourcenkonflikte reagieren. Sie erkennen nicht nur technische Defekte oder Verspätungen, sondern bewerten auch ihre Auswirkungen. Teilautonome Betriebsabläufe in ersten ATO (Automatic Train Operation)-Projekten in der Umsetzung erfordern ebenfalls eine digitale Modellierung der gesamten Infrastruktur.

Die Qualität im Betriebsablauf lässt sich ebenfalls durch Vernetzung und Integration aller Bereiche über (möglichst standardisierte) Schnittstellen massiv verbessern. Die enge Verzahnung

Most transport companies have not had to deal with mountains of paperwork for some time now. When we talk about digitalisation today, we mean the step-by-step networking of formerly autonomous and now digitalised processes into an integrated and highly efficient overall system. In order to be successful, transport companies need, amongst other things, detailed and complete route data from all their consumers, in other words a kind of digital railway atlas.

The recent progress in rail transport has been characterised by digitalisation. This does not mean the mere automation of previously manual and paper-based processes. The actual task at hand is to fully network the many different areas that were previously independent and have now been digitalised. The main reason for doing so: their seamless interaction in the sense of a “digital railway” opens up considerably more potential. For example, improved punctuality, energy-optimised driving or an optimal train fleet schedule.

Thorough data collection and collaborative planning across all departments will be required in railway operations, similar to the “Building Information Modelling” used in the construction industry, which takes a comprehensive approach from the outset and not only plans the construction, but also the subsequent management of the project components. The railway system is significantly more complex and has more diverse requirements, which makes this project more extensive compared to the building industry, but the goal of creating a digital railway atlas remains the same: to avoid having to maintain complex and error-prone duplicate data from various individual projects, as well as striving to realise synergies as early as possible in the planning.

1 Cross linking makes all the difference

Linking modern interlocking systems and new safety technology makes it possible for railway companies to use advanced train control systems (ETCS) that react quickly and efficiently to resource conflicts, to name just one example. They not only detect technical defects or delays, but also analyse their downstream effects. The partially autonomous operations in the first ATO (Automatic Train Operation) implementation projects also require digital modelling of the entire infrastructure.

Cross linking and integrating all the areas via interfaces (that have been as standardised as possible) will massively improve the quality of the operating process. The close integration of workshop planning, vehicle scheduling and error management in the timetable will lead to the more efficient utilisation of

von Werkstattplanung, Fahrzeugdisposition und Störungsmanagement im Fahrplan führt z.B. zu einer gleichmäßigeren Auslastung der Werkstatt, reduziert Aufwände bei der Fahrzeugzuführung und sorgt für eine höhere Fahrzeugverfügbarkeit in der Disposition.

Der Softwaremarkt bietet hierfür bereits vollständige vernetzte Systeme. PSItraffic des Berliner Softwareherstellers PSI Transcom integriert bspw. Fahrzeug- und Werkstattdisposition mit einem Train Control System (TCS) oder Zuglenksystem, das Züge vollautomatisch lenkt und Konflikte auf (Teil-) Fahrstraßenebene ermittelt. Selbst Lösungen für Konflikte, z. B. bei veränderter Zugreihenfolge oder notwendiger Umfahrung von gesperrten Gleisen, können errechnet und per Knopfdruck aktiviert werden. Weil das System auch alle Folgefahrten, Anschlüsse und Werkstattbestellungen berücksichtigt, müssen Fahrdienstleiter und Disponenten im Konfliktfall nur noch mit einem Mausklick die gewünschte Lösung auswählen, was eine erhebliche Entlastung bedeutet.

2 Daten liefern die Basis für verlässliche „Antworten“

Plant ein Verkehrsunternehmen den Neubau eines Stellwerks, die Erstellung einer digitalen Fernsteuerung, die Einführung eines automatischen Fahrbetriebs oder die Modernisierung der Zuglenkung, genügt es aber nicht, wenn – wie in der Vergangenheit – nur Informationen zum Schienennetz und zu den Signalpositionen vorliegen. Wer von den Vorteilen der Digitalisierung und Vernetzung aller Systeme profitieren will, benötigt als Basis die gesamte Projektierung in elektronischer Form. Dazu zählen auch Daten, die oftmals tief in der Stellwerksprojektierung versteckt sind, z. B. Durchrutschwege, Flankenschutz sowie die sich daraus ergebenden Fahrstraßenausschlüsse. Zudem müssen auch alle Informationen aus flankierenden Fremdsystemen miteinfließen. Welche Daten das Gesamtsystem benötigt und in ihren Abhängigkeiten berücksichtigen muss, zeigen allein die folgenden Fragen, die ein durchgängiges System kontinuierlich „beantworten“ muss:

- Wann kann eine Fahrstraße gestellt werden, ohne andere Züge zu behindern?
- Wird der gerade eingefahrene Zug rechtzeitig wieder abfahren, um die Strecke für den nächsten Zug freizugeben?
- Welche Umfahrungen sind bei verspätungsbedingten Konflikten möglich und sinnvoll?
- Unter welchen Bedingungen wird die Zugreihenfolge geändert, wenn teils verspätete Züge von verschiedenen Linien auf eine gemeinsam genutzte Strecke einfahren?
- Wo befinden sich Gefahrenstellen, an denen ggf. langsamer gefahren werden muss?
- Welche Beschleunigung ist – unter Berücksichtigung der Gleisplangeometrie wie Steigungen und Kurvenradien – optimal, um die Ankunftszeit bei minimalem Energieverbrauch einzuhalten?
- Welche Anschlüsse sollen gehalten werden, wie viel Spielraum gibt es dafür, und welche Umsteigezeiten sind erforderlich?
- Wann muss ein Halt um einige Sekunden verlängert werden, um einen Anschluss bei einem leicht verspäteten Zubringer zu halten?

3 Überraschungen sind vorprogrammiert

Zu Beginn der technischen Modernisierung muss also die digitale (Neu-)Erfassung der gesamten Infrastruktur stehen, die meist nicht in der notwendigen Detaillierung (elektronisch) vorliegt. Die Aufwände für die Aufarbeitung der Infrastruktur sind nicht zu unterschätzen. Nicht selten führen sie bereits zu Beginn von Mo-

workshops, reduce costs for vehicle transfers and ensure higher vehicle availability for scheduling.

The software market already offers commercially available networked systems just for this purpose. PSItraffic from the Berlin-based software manufacturer PSI Transcom integrates vehicle and workshop scheduling with a train control system (TCS) or a fully automated train driving system which detects conflicts at the (partial) route level. Even conflict resolution, e.g. in the event of a changed train sequence or a necessary rerouting because of blocked tracks, can be calculated and activated with the push of a button. The fact that the system also considers all the subsequent trips, connections and workshop orders means that the train controllers and dispatchers only have to select the desired solution with a mouse click in the event of a conflict, which provides them with considerable relief.

2 Data provides the basis for reliable “answers”

If a carrier plans to build a new interlocking system, create a digital remote-control system, introduce automatic train operation (ATO) or modernise the train control system, it is no longer enough to only have information on the railway network and the signal positions. The entire project database will be required in an electronic form, if it is to benefit from the advantages of digitalisation and the networking of all the systems. This also includes data that is often hidden deep in the interlocking system design, e.g. signal overlap sections, flank protection and the resulting incompatibility between routes. In addition, all the information from third-party flanking systems must also be included. An end-to-end system must continuously “answer” the following questions, as they show which data the overall system needs, and must take in all the dependencies into account:

- When can an interlocking route be established without hindering the other trains?
- Will the arriving train leave in time to clear the route for the next train?
- Which alternative routes are possible and advisable in the event of any conflicts caused by delays?
- Under what conditions will the order of the trains be changed, if some of the trains arrive late from different lines and share the same route?
- Where are the hazardous areas that may need to be driven at a slower speed?
- When taking into account the track layout geometry such as gradients and curve radii, which acceleration is optimal in order to maintain the arrival time with the least energy consumption?
- Which connections have to be maintained, how much room is there for manoeuvring and what transfer times are required?
- When does a stop need to be extended by a few seconds in order to accommodate a connection in the case of a slightly delayed feeder line?

3 Surprises are bound to occur

A (new) digital model of the entire infrastructure is necessary at the beginning of the technical upgrades, as the current one is probably not (electronically) available in the necessary detail. The costs of recapturing the infrastructure electronically should not be underestimated. This may often lead to delays and cost increases right from the start of a modernisation project: The

dernisierungsprojekten zu Verzögerungen und Kostensteigerungen: Gibt es überhaupt aktuelle Gleispläne, in denen alle später veränderten oder modernisierten Infrastrukturelemente vermerkt sind? Sind die Daten zu Kurvenradien und Steigungen detailliert genug? Sind die Bedingungen zur Stellung von Fahrstraßen (Durchrutschwege, ggf. in verschiedenen Varianten, mit entsprechendem Flankenschutz) dokumentiert? Und sind all diese Daten fehlerfrei? Insbesondere bei großen Gleisnetzen sind meist etliche Monate oder sogar Jahre zur Erfassung und Konsolidierung aller Gleisplandaten notwendig. Denn die relevanten Informationen sind über zahlreiche Quellen wie Gleispläne, Stellwerkprojektierung, Projektierung der Leitsysteme, Geo-Informationssysteme, Fahrplan- und Anschlusssicherung sowie Fahrgastinformation verteilt. Hinzu kommt, dass sie sich oft zum Teil widersprechen, sodass zunächst eine Konsolidierung und Prüfung erfolgen muss.

4 Auf dem Weg zur digitalen Bahn

Dennoch ist es lohnenswert diesen Schritt zu gehen, zumal sich mit einer strukturierten Herangehensweise Überraschungen vermeiden lassen. Am Anfang dieses Prozesses steht typischerweise die Erfassung der technischen Infrastruktur auf Basis der Gleisplanunterlagen. Anschließend werden die Stellwerksdaten (Fahrstraßen, Zeitverhalten) integriert und geprüft. Die Definition der makroskopischen Netzelemente – von Bahnsteiggleisen und Haltepositionen als Basis externer Fahrplan- und Fahrgastsysteme sowie Anschlusssicherung – verknüpfen das Schienennetz mit den Softwarekomponenten, die eine weniger detaillierte Netzmodellierung verwenden. Das Hinterlegen von Regel- und Alternativfahrwegen erlaubt ein automatisches Routing sogar bei Störungen. Oft erfolgt im letzten Schritt eine Anreicherung durch weitere externe Daten, z.B. GPS-Koordinaten und Fangbereiche für Bahnhöfe/Gebiete. Diese ermöglichen die Positions- und Geschwindigkeitsbestimmung von Zügen innerhalb eines Gleisabschnitts, wodurch das TCS präzise Positionsinformationen ohne aufwendige Schnittstellen zur On-Board-Technik erhält. Im Ergebnis liegen alle erfassten Daten konsolidiert und elektronisch vor. Verkehrsunternehmen schaffen damit nicht nur die Basis für ein aktuelles Modernisierungsprojekt, sondern verfügen über ein zuverlässiges Fundament für weiterführende Schritte auf dem Weg zur digitalen Bahn. Wurde z.B. das Streckennetz für eine Ablösung eines alten Stellwerks erfasst, enthält es auch nahezu alle Daten, die ein TCS- oder ATO-System benötigen. Zudem lassen sich leicht Daten für alle anzuschließenden Systeme, bspw. Datendreh scheiben, extrahieren, die auf weniger detaillierten Netzmodellen arbeiten.

5 Rahmenbedingungen für die erfolgreiche Datenaufnahme

Für eine reibungslose Digitalisierung des Netzes haben sich folgende Rahmenbedingungen bewährt:

1. Datenerfassung im Standardformat

Die Datenerfassung sollte auf einem verbreiteten Standardformat wie railML oder EULYNX erfolgen. Die Verwendung eines ausgereiften Standards sorgt dafür, dass die Daten vollständig und widerspruchsfrei in einem gut dokumentierten Format vorliegen. Dies stellt die Wiederverwertbarkeit für Nachfolgeprojekte sicher: Denn auch für den Fall, dass später zu integrierende Software diesen Standard nicht unterstützt, ist eine Konvertierung in das jeweils gewünschte Format kostengünstig und leicht möglich. Für die ein oder andere Konvertierung stehen zudem schon Softwarelösungen zur Verfügung.

question is: are there any current track plans that capture all the infrastructure elements that have subsequently been changed or modernised? Is the curve radii and slope data detailed enough? Are the preconditions for the availability of interlocking routes (signal overlap sections, possibly in different variants, with corresponding flank protection) documented? And are all these data sources error-free? Several months or even years are usually required to collect and consolidate all the track layout plan data, in particular for large track networks. This is the case because the relevant information may be distributed throughout numerous sources such as track layout plans, the interlocking system design, train control system configurations, geo-information systems, timetable and connection protection, as well as passenger information. In addition, they often contradict each other in parts, so that consolidation and examination must first take place.

4 Towards a digital railway

Nevertheless, it is worth working through this phase, especially since a structured approach will invariably avoid any surprises down the line. The process typically begins with recording the technical infrastructure on the basis of the track plan documents. The interlocking data (interlocking routes, processing delays) is then integrated and checked. The definition of any macroscopic network elements – from platform tracks and stopping positions as the basis of external timetable and passenger systems as well as dynamic schedule synchronisation – links the railway network with the software components that use less detailed network modelling. Defining the standards for possible travel routes as well as alternative routes facilitates the automatic routing, even in the event of a disruption. More details are often added during the last phase from more external data, e.g. the GPS coordinates and the pull-in ranges for stations / regions. They make it possible to determine the position and speed of trains on a track section and the TCS receives the precise position information without any complex interfaces to the on-board technology.

As a result, all the collected data is available electronically and in consolidated form. This way railway companies can prepare for modernisation and will also have a reliable foundation for any further steps on the way to the digital railway. For example, if a route network has been digitally established to replace an outdated interlocking system, it also contains almost all the data that a TCS or ATO system will require. Data for all the interconnected systems, such as data hubs that work on less detailed network models, can also be extracted.

5 The framework conditions for successful data acquisition

The following framework conditions have proven themselves to be useful for the smooth digitalisation of a network:

1. Data collection in a standard format

The data collection should be based on a common standard format such as railML or EULYNX. Using a mature standard ensures that the data is complete and consistent and in a well-documented format. This ensures its reusability for later projects, because the conversion to the desired format can be cost-effective and easily possible, even if the software that is to be integrated at a later date does not support this standard. In addition, software solutions are already available for some conversions.

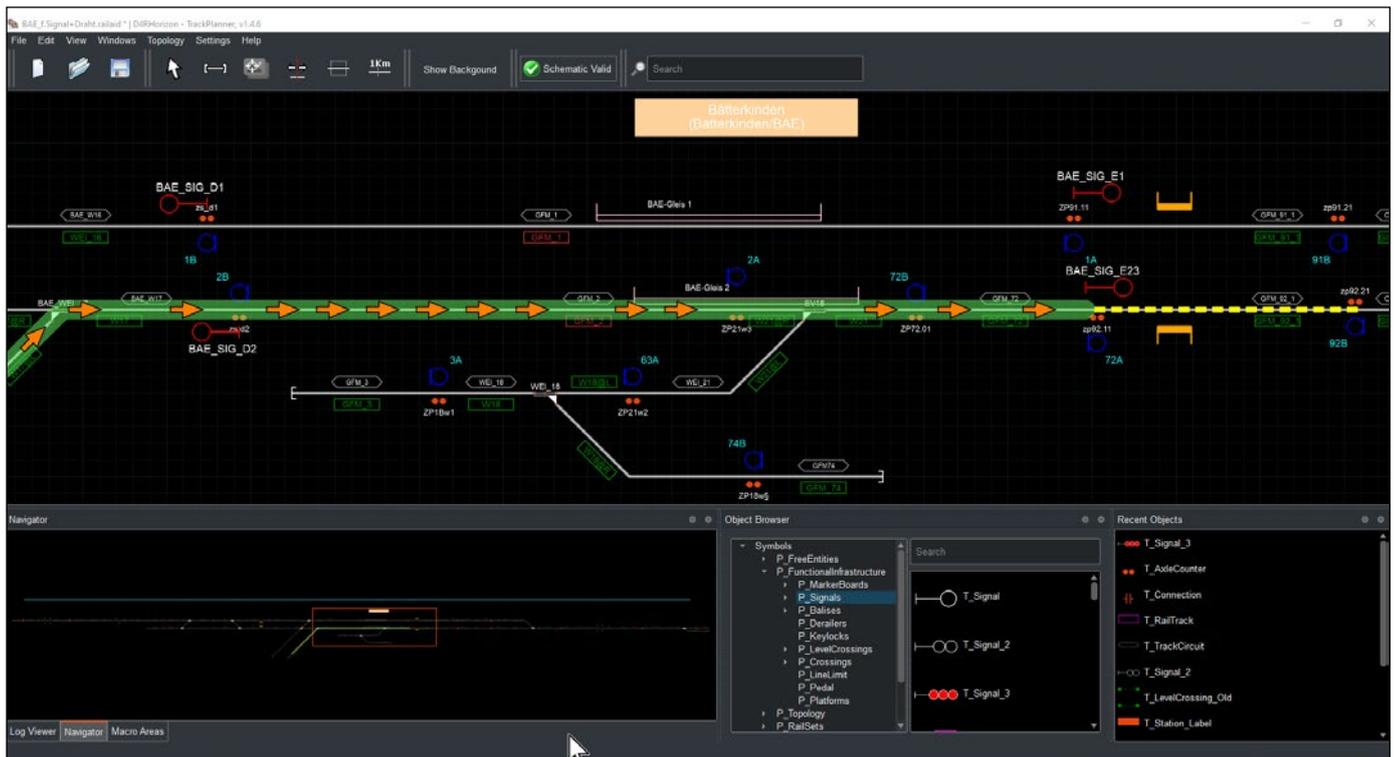


Bild 1: Bild eines Gleisplans per NEAT

Fig. 1: Picture of a track plan per NEAT

Quelle / Source: NEAT

2. Datenerfassung via grafischem Editor

Der Einsatz eines komfortablen grafischen Editors macht die Erfassung weniger fehleranfällig. Anders als bei der Arbeit mit Excel-Tabellen, in denen mitunter bereits vollständige Daten wie Gleisabschnitte, Weichen- und Signaltabellen vorliegen, lassen sich mithilfe eines grafischen Programms Inkonsistenzen zwischen den verschiedenen Datenquellen deutlich zuverlässiger und erheblich schneller identifizieren. Hier gilt das bekannte Bonmot „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“: Zeigt der Editor die projektierte Fahrstraße mit Durchrutschweg und Flankenschutz an, so sieht der Bearbeiter sofort, wenn sich dabei ein grober Fehler eingeschlichen hat. (Bild 1)

In diesem Kontext raten Experten auf einen eigens für Gleispläne konzipierten Editor zu setzen, der generischen CAD-Zeichenprogrammen deutlich überlegen ist. So ist z.B. die Darstellung einer Fahrstraße in mehreren Varianten (verschiedene Durchrutschwege mit entsprechend verschiedenen Flankenschutzbedingungen) sowie inklusive zahlreicher Detailinformationen (Auflösegruppen oder zusätzliche Stellbedingungen) nur in spezialisierten Grafikprogrammen mit vernünftigem Aufwand handhabbar. Idealerweise bietet ein solcher Editor auch Simulationswerkzeuge, mit denen sich die Stellwerksprojektierung praxisnah überprüfen lässt. Einen weiteren Vorteil bilden die vielen verschiedenen Sichten auf das Netz, etwa die Aufteilung in Isolierabschnitte, Bahnhofsbereiche, Stellwerksbereiche, makroskopische Gleise oder Gleisbereiche mit spezialisierter Nutzungsarten. All diese Strukturen basieren auf demselben Gleisnetz, lassen sich aber aufgrund der Vielfalt der Informationen nicht in einer einzelnen Darstellung integrieren. Optimal ist folglich ein Editor, der immer konsistente Daten erstellt (ein Isolierabschnitt endet an einem Isolierstoß, ein Achszählerabschnitt an einem Achszähler usw.) und es erlaubt, diese verschiedenen Informationen bei Bedarf ein- und auszublenden.

2. Data collection using a graphical editor

The use of a convenient graphical editor makes the data collection less prone to errors. Unlike when working with Excel spreadsheets, which sometimes already contain complete data such as track sections, switch and signal tables, a graphical program can be used to identify any inconsistencies between the various data sources much more reliably and much more quickly. The well-known bon mot “A picture says more than a thousand words” applies here. If the editor displays the configured route with a signal overlap section and flank protection, the user can immediately see, if a significant error has crept in. (Fig. 1)

For this reason, experts recommend using an editor specially designed for track layout plans, which is clearly superior to a generic CAD drawing program. For example, only specialised graphics programs can handle the representation of several route versions (different signal overlap sections with correspondingly different flank protection conditions) as well as all the detailed information included (release groups or additional signal conditions) at a reasonable cost. Ideally, such an editor also offers simulation tools that can check the interlocking configuration realistically in practice. Another advantage lies in the many different network views, for example the segmentation into track vacancy detection sections, station areas, interlocking areas, macroscopic tracks or track areas for specialised uses. All these structures are based on the same track network, but cannot be integrated into a single representation due to the vastness of the varied pieces of information. Consequently, an editor with consistent data output is an optimal approach (a track vacancy detection section ends at an insulating joint, an axle counter section at an axle counter, etc.) and makes it possible to show and hide the various pieces of information as needed.

3. Maßgeschneiderte Sichten auf das Streckennetz

Immer wieder unterschätzt wird die Aufgabe, die verschiedenen Sichten und Detailstufen der verknüpften Systeme zu integrieren. Daher ist bereits früh im Prozess zu klären, welche Datenquellen bei der Netzerfassung integriert werden, welche Abnehmer es für die Daten gibt und worin sich die entsprechenden Datenmodelle unterscheiden. Die Erfassung des Gleisnetzes sollte immer im größtmöglichen Detailgrad erfolgen, auch wenn verschiedene Abnehmer ggf. stark abweichende Sichten definieren, die das Netz in der gewünschten, meist weniger detaillierten Form darstellen. Ein einzelner Gleisplan muss z. B. folgende Sichten erzeugen:

a. Verknüpfung von Fahrplan und Stellwerk

Fahrplansysteme kennen oftmals nur eine „makroskopische“ Topologie des Netzes – Stationsgleise und die sich aus den Linienfahrten ergebenden Fahrmöglichkeiten. Für die Zuglenkung müssen diese Vorgaben in eine detaillierte Gleisplantopologie überführt werden: Soll bspw. ein Zug von einem Bahnsteig zum nächsten Bahnhof geleitet werden, muss das Zuglenksystem dieser Vorgabe (Gleis 1 im aktuellen Bahnhof nach Gleis 3 im benachbarten Bahnhof) eine Abfolge von Fahrstraßen zuweisen, die zudem keine Konflikte mit anderen Zügen oder Streckensperrungen erzeugt.

b. Integration von Zuglenkung und Stellwerk

Obacht ist auch bei der Topologie von Zuglenksystemen geboten. Oftmals wird sie mit der Stellwerksicht gleichgesetzt, der sie aber nicht immer entspricht: So zerfallen Gleisabschnitte häufig in mehrere Teile, in denen sich meh-

3. Customised route network views

The scope of the integration task for the different views and detail levels of the interconnected systems is frequently underestimated. It is therefore necessary to clarify which data sources will be integrated into the network data collection, who the data consumers are and how the corresponding data models may differ and to do so early in the process. The data collection for the track network should be as detailed as possible, even if different consumers define strongly differing views, possibly representing the network in their desired, usually less detailed form. An individual track diagram must, for example, generate the following views:

a. A cross linking timetable and interlocking system

Timetable systems often only have a “macroscopic” outline of the network – station tracks and the route options resulting from regular lines. To control the train, these specifications must be transferred into a detailed track diagram model: If, for example, a train is to be directed from one platform to the next station, the train control system must assign this specification (track 1 in the current station to track 3 in the adjacent station) and it must do this via a sequence of routes that will not cause any conflicts with the other trains or route closures.

b. The integration of the train driving and interlocking systems

Take special care when designing the train control system topology. It is often equated with the interlocking system view, but it does not always correspond to it. Track sections are often divided into several parts where more than



Bild 2: Zug vom Regionalverkehr Bern-Solothurn

Fig. 2: Train from Regional Transport Bern-Solothurn

Quelle / Source: PSI Transcom GmbH

rere Züge befinden können, z.B. bei geteilten Bahnsteiggleisen oder für permissives Fahren. Ähnliches gilt für Abstellanlagen, die nach klassischer Bauweise noch ohne Achszähler oder Isolierstöße gebaut sind (Bild 2).

c. Integration funkbasierter Ortungssysteme

In einen vollständigen digitalen Streckenatlas gehören zudem alle Daten funkbasierter Ortungssysteme – einschließlich GPS. Diese arbeiten mit räumlichen Koordinaten, die auf Gleisabschnitte, z. B. Bahnhofsbereiche abgebildet werden müssen.

d. Akkurate Erfassung aller Signalpositionen

Auch Systeme, die prinzipiell mit Daten von gleicher Detailtiefe arbeiten, basieren auf unterschiedlichen Logiken. So kennt das Stellwerk bspw. Abschnitte, die durch Isolierstöße oder Achszähler getrennt und deren Grenzen durch davorstehende Signale gesichert sind. Überfährt ein Zug ein Signal, dann befindet er sich aus Sicht des Stellwerks bereits in dem nächsten Abschnitt, obwohl das Signal tatsächlich einige Meter vor der Abschnittgrenze steht. Das Gleisplanmodell muss deshalb für einige Objekte neben der wirklichen Position in der Lage sein, „virtuelle“, abnehmerspezifische Positionen zu verwalten.

6 Vollintegrierte Planung im Bahnwesen wird greifbar

Durch die rasante technologische Entwicklung der letzten Jahre sind alle benötigten Softwarelösungen sowie Standards für einen zuverlässigen und sicheren Datenaustausch verfügbar. Auch wenn die letzten Details noch nicht geklärt sind, kann mithilfe eines digitalen Streckenatlases das Fundament für die durchgängige, vollintegrierte Planung im Bahnwesen schon heute gelegt werden. Wer hierbei einer strukturierten Herangehensweise folgt, hat zudem keine Überraschungen zu erwarten. ■

one train can be located, for example with divided platform tracks or in the case of defensive / permissive travel (stop, then proceed on sight). The same applies to holding yards which are still built to the classic design without any axle counters or insulating joints (fig. 2).

c. The integration of wireless position systems

A complete digital railway atlas also includes the data from any wireless positioning systems, including GPS. They work with spatial coordinates that must be mapped onto the track sections, e.g. in certain station areas.

d. Accurate detection of all the signalling positions

Systems that work in principle with data of the same depth of detail can still be based on different logic. For example, this applies to how the interlocking system recognises the sections separated by the insulating joints or axle counters and whose boundaries have been secured by preceding signals. If a train crosses a signal, the interlocking system already considers it to be in the next section, even though the signal is actually located a few meters in front of the section boundary. The track layout model must therefore be able to manage “virtual”, consumer-specific positions for some objects in addition to their actual positions.

6 Fully integrated planning in the railway sector is becoming tangible

All the required software solutions as well as the standards for reliable and secure data exchange are available today due to the rapid technological developments of recent years. Even if the last details have not yet been cleared, a digital railway atlas can already be used to lay the foundation for a comprehensive, fully integrated planning approach in the railway sector. Anyone who follows this structured system does not need to fear any unpleasant surprises. ■

AUTOR | AUTHOR

Thomas Langkamm
Projektleiter/Project Manager
PSI Transcom GmbH
Anschrift/Address: Dircksenstraße 42-44, D-10178 Berlin
E-Mail: tlangkamm@psi.de