

Auf dem Weg zu verlässlichen Topologiedaten

On the path to reliable topological data

Nicole Grundmann | Benedikt Wenzel

Topologiedaten nehmen bei der Projektierung von digitalen Systemen der Leit- und Sicherungstechnik (LST) eine zentrale Rolle ein. Topo4, als Teilprojekt im Programm smartrail 4.0 der Schweizer Bahnbranche, ist für die Prüfung der Projektierungsdaten verantwortlich. Der konzipierte Prüfprozess sowie die Ansätze zur Erlangung einer Akzeptanz werden vorgestellt.

1 Einführung

Das Branchenprogramm smartrail 4.0 der Schweizer Bahnbranche beabsichtigt die Entwicklung einer neuen Architektur zur Steuerung und Sicherung des Zugverkehrs [1]. In Abstimmung mit der Reference CCS Architecture (RCA, Arbeiten der ERTMS User Group und EULYNX) sollen folgende neuen streckenseitigen Systeme zur Entwicklung gebracht werden:

- APS: das Advanced Protection System, welches die Funktionalität der heutigen Systeme Stellwerk und ETCS-Zentrale (RBC) vereint sowie das streckenseitige System zur Unterstützung der Lokalisierung der Fahrzeuge (und Personen) beinhaltet
- TMS: das Traffic Management System, welches die Planung, Steuerung und Optimierung des Bahnverkehrs unter Berücksichtigung der Echtzeitsituation und Erlangung eines hohen Automatisierungsgrades abbildet (im RCA-Kontext liegt der Fokus auf Zuglenkung)
- OC: die Object Controller, welche die bidirektionale Kommunikation mit den spezifischen Außenelementen übernehmen, wobei auch mit der neuen Stellwerksarchitektur eine EULYNX-Konformität an den Schnittstellen angestrebt wird.

Begleitend zu diesen Systemen werden sogenannte generische Querschnittsfunktionen als Teil der RCA-Architektur bereitgestellt. Hierzu gehören u. a. diese Teilsysteme:

- EDP (Engineering and Data Preparation) zur teilautomatisierten Generierung der Projektierungsdaten und zum Management von Anlagendaten
- Topo4 (Topology for safe applications) zur Erfassung und Prüfung der sicherheitsrelevanten Projektierungsdaten
- DCM (Device & Configuration Management) zur synchronisierten Verteilung der Daten an die Zielsysteme.

2 Topo4

Im Fokus dieses Beitrags steht das Teilsystem Topo4, welches im Zusammenspiel mit den umgebenden Teilsystemen (Bild 1) die Bereitstellung der Projektierungsdaten zum Ziel hat. Topo4 dient dabei als Prüfinstanz für die Projektierungsdaten aus EDP. Bei erfolgreicher Prüfung erfolgt eine Bereitstellung der validierten Projektierungsdaten durch Topo4 an die Zielsysteme über das Teilsystem DCM.

EDP wird als nicht sicherheitsrelevantes Tool entwickelt. Die Sicherstellung der Eignung der Projektierungsdaten durch übergreifende Prozesse und Prüfungen liegt bei Topo4.

Topological data plays a central role in the engineering of digital control and signalling systems. Topo4 is responsible for the validation of engineering data as a subproject of the Swiss rail sector's smartrail 4.0 program. The designed validation process and the approaches to achieving acceptance are presented here.

1 Introduction

The Swiss rail sector's smartrail 4.0 program is aimed at developing a new system architecture for controlling and ensuring the safety of rail traffic [1]. The following new trackside systems are to be developed in agreement with the Reference CCS Architecture (RCA, the work of the ERTMS user group and EULYNX):

- APS: the Advanced Protection System, which unifies the functionality of the present interlocking and ETCS radio block centre (RBC) systems and which contains the trackside system for the localisation of vehicles (and people)
- TMS: the Traffic Management System, which provides a representation of the planning, control and optimisation of rail traffic, while taking into consideration the real-time rail traffic situation and the attainment of a greater degree of automation (within the context of the RCA, the focus is on plan execution)
- OC: the object controllers, which are responsible for the bidirectional communication with specific external elements, while the new interlocking architecture aims to achieve EULYNX conformity across the interfaces.

The RCA architecture will also introduce subsystems which perform cross functions. These include the following subsystems, among others:

- EDP (Engineering and Data Preparation) for the partially automated generation of engineering data and for the management of installation data
- Topo4 (Topology for safe applications) for the acquisition and validation of safety-related engineering data
- DCM (Device & Configuration Management) for the synchronised distribution of data to target systems

2 Topo4

The focus of this article is the Topo4 subsystem which, together with the surrounding subsystems (fig. 1) is intended for use during the preparation of engineering data. Topo4 therefore serves as a checking facility for the engineering data from EDP. Topo4 makes the validated engineering data available to the target systems via the DCM subsystem after the completion of a successful check.

EDP is being developed as a non-safety-related tool. Topo4 ensures the suitability of the engineering data by means of comprehensive and integrated processes and checks.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für NEXTRAIL GmbH /
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten
 genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020

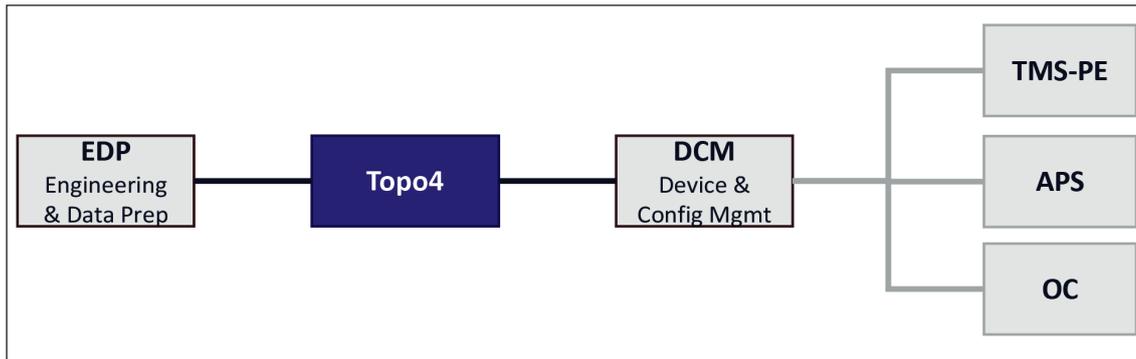


Bild 1: Einordnung von Topo4 in die Architektur
 Fig. 1: The integration of Topo4 into the system architecture

3 Prüfgegenstand Projektierungsdaten

Die Projektierungsdaten setzen sich aus Daten zur Konfiguration von Software (insbesondere APS, TMS-Plan Execution (PE)) und Hardware (OC) der betrachteten Systeme zusammen. Die Konfiguration des APS wird geprägt durch eine geometrische Sicherungslogik. Hierbei werden sämtliche sicherheitsrelevanten Entscheidungen in Echtzeit auf Basis der Topologie und des Betriebsabbilds abgeleitet. Eine bisher übliche fixe Vorkonfiguration im Sinne von Signalkonzepten oder Fahrstraßentabellen entfällt – zugunsten einer adaptiven Reaktion auf die Realsituation, aber auch zur Minimierung des Aufwands bei Projektierung und Prüfung. Statt der Generierung der bisher benötigten Artefakte steht die direkte Lieferung der spezifischen Topologie im Vordergrund der Projektierung. Die Topologie muss dabei insbesondere für die Anwendung der Lokalisierung auch topographische Merkmale im Sinne des Gleisverlaufs inkl. Gradienten und Überhöhung enthalten. Weitere wesentliche Projektierungselemente sind das statische Geschwindigkeitsprofil sowie allfällige Streckeneigenschaften (wie Wirbelstrombremsverbot oder Schutzstrecken). All diese Informationen mit Ortsbezug werden im weiteren Verlauf unter dem Begriff Topologiedaten zusammengefasst. Für die Ansteuerung der Außenanlagen mittels OC werden die Topologiedaten ergänzt um sogenannte Parameterdaten zur Konfiguration der Hardware. Der Fokus dieses Beitrags liegt auf den Topologiedaten. Die vorgestellten Methoden finden auch für die Parameterdaten Anwendung.

4 Verlässliche Daten

Verlässliche Daten sind Daten, die zur Verwendung in Systemfunktionen mit SIL4-Klassifikation erforderlich sind. Sie sind Konfigurationsdaten für SIL4-Funktionen, deren Fehlerhaftigkeit zu einem sicherheitsrelevanten Ausfall des betrachteten Systems führt. Verlässlichkeit wird in diesem Zusammenhang mit folgenden Eigenschaften untersetzt:

- Vollständigkeit: Alle Gleise und Elemente innerhalb des Projektscopes sind vorhanden und alle Attribute sind befüllt
- Genauigkeit:
 - Fachliche Genauigkeit: die projektierten Daten sind korrekt im Sinne von regelkonform und mit der Realität übereinstimmend (z. B. korrekter Elementtyp)
 - Messgenauigkeit: die projektierten Ortsinformationen (z. B. Distanzen) liegen mit einer definierten Präzision (Signifikanz) innerhalb einer spezifizierten Toleranz (z. B. +/-1 m)
- Aktualität: Die Daten bilden die aktuell gültige Situation ab. Diese Eigenschaften gilt es durch den Topo4-Prüfprozess sicherzustellen.

3 Validated engineering data

Engineering data consists of data used to configure the software (especially APS, TMS plan execution (PE)) and the hardware (OC). The APS configuration is characterised by a geometric safety logic. This means that all safety-related decisions are derived on the basis of the topology and the operational situation in real-time. Fixed pre-configurations involving signals or route tables, which have been the standard practice to date, will be abandoned in favour of a system able to react adaptively to the current situation and minimise the engineering and testing expenses. The direct provision of the specific topology is now the focus of engineering instead of having to generate those artefacts which have been needed to date. In order for this to be achieved, and particularly in the case of localisation, the topology must also contain topographic features as they pertain to the curvature of the tracks, including the gradient and camber. Other significant engineering elements include the static speed profile and possible track conditions (such as neutral sections or prohibitions on using eddy current brakes). All this site-related information is hereafter referred to using the term topological data. The topological data is supplemented with parameter data for hardware configuration in order to control trackside equipment through the OC. The focus of this article is the topological data. However, the presented methods are also used for the parameter data.

4 Reliable data

Reliable data refers to those kinds of data which are required for the use of system functions with the SIL4 classification. Configuration data for SIL4 functions, which, if erroneous, leads to a safety-related failure in the system under consideration. Within this context, reliability is characterised as follows:

- Completeness: All the tracks and elements within the scope of the project have been detected and all the attributes have been populated
- Accuracy:
 - Technical accuracy: the engineered data is correct in the sense that it conforms to the rules and to reality (i. e. the correct element type)
 - Measurement accuracy: the location data (i. e. distances) has a defined degree of precision (significance) within a specified tolerance (i. e. +/-1 m)
- Currentness: the data accurately represents the current situation. The Topo4 checking process ensures that the data features these properties.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für NEXTRAIL GmbH /
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten
 genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020

5 Topo4 Prüfprozess

Um die Aktualität sicherzustellen, ist ein hoch effizienter Prozess der Projektierung und Prüfung mit minimalen Durchlaufzeiten gefordert. Topo4 leistet mit einem maximalen Automatisierungsgrad im Prüfprozess einen entscheidenden Beitrag dazu. Daraus resultiert eine maximale Prüfabdeckung ohne aufwendige Abnahmefahrten auf der Strecke.

Um die Genauigkeit und Vollständigkeit der Projektierung zu bestätigen, unterscheidet Topo4 zwei Prüfarten:

1. Übereinstimmung der Projektierung mit der Realität
2. Regelprüfungen

5.1 Übereinstimmung der Projektierung mit der Realität

Zur Erreichung dieses Prüfziels ist in Topo4 ein eigenes Modul zur Infrastrukturdatenerfassung integriert. Das Erfassungsmodul „Topo4 Acquisition“ lässt eine breite Auswahl an Methoden zur Aufnahme von Infrastrukturdaten zu. In Abhängigkeit von der spezifischen Projektsituation reicht das Spektrum von punktuellen, statischen Aufnahmen bis hin zu dynamischen Erfassungen ganzer Korridore mittels entsprechend ausgerüsteter Triebfahrzeuge. Letztlich wird die effiziente Methodenwahl auch durch die Mitarbeit bei der Anforderungsentwicklung der Zielsysteme beeinflusst. Auf diese Weise werden unbegründete und unpraktikable Maximalanforderungen (z. B. 1 cm Genauigkeit) vermieden und gemeinsam Werte vereinbart, die effiziente Methoden und Prozesse auch im Sinne der Aktualität zulassen. Das Analysemodul „Topo4 Analyzer“ dient als Brücke von der Erfassung zur Validierung und übernimmt die (teil)automatisierte Interpretation der Messdaten sowie die Ableitung der Gleistopologie als Basis für die Prüfung der erfassten gegen die projektierten Topologiedaten.

Nach der Aufnahme und Analyse wird die neu erfasste Topologie der projektierten Topologie im Modul „Topo4 Validation“ automatisiert gegenübergestellt. Ein Bericht mit den Differenzen wird an die Projektierung (EDP) zur Auflösung übergeben. Die Prüfung durch Topo4 und Anpassung in EDP wird dabei solange wiederholt, bis alle relevanten Abweichungen beseitigt sind.

Diese Prüfung bezieht sich auf sämtliche Datenanteile, welche mittels Sensorik erfassbar sind. Dies betrifft die Gleisachsen inkl. Radien, Gradienten und Überhöhung sowie streckenseitige Elemente (Assets) wie Tunnel, Signale, Weichen, Balisen, Achszähler. Demzufolge erlaubt diese Prüfung die Bestätigung der Topologie inkl. topographischer Informationen sowie der Streckenelemente (Anzahl, Typ, Position). Da es sich bei Topo4 um kein Echtzeitsystem handelt, sind Messwiederholungen und optimierende Maßnahmen im Post Processing (z. B. ein Abgleich mit Passpunkten) möglich, bis die geforderte Genauigkeit und Vollständigkeit erreicht wird.

5.2 Regelprüfungen

Darüber hinaus sieht Topo4 innerhalb des Validierungsmoduls eine automatisierte Regelprüfung vor. Basis für die formalen Prüfregeln sind die Projektierungsregeln, deren Einhaltung zu bestätigen ist (z. B. Abstand von Balisengruppen, Inhalt der Balisentelegramme). Nicht alle Informationen lassen eine automatisierte Prüfung zu, da entweder die Informationsbasis zur Entscheidung fehlt oder zu viele Ausnahmen und Sonderfälle bestehen. Diese Datenanteile benötigen daher weiterhin einen manuellen Prüfprozess.

Bild 2 fasst den Prüfprozess, bestehend aus dem Vergleich der Topologiedaten sowie der Regelprüfung, zusammen. Nach Abschluss des Prozesses werden die validierten Projektierungsdaten durch Topo4 in die geforderten Strukturen der Zielsysteme transformiert

5 The Topo4 validation process

A highly efficient process of engineering and validation with minimal processing time is required to ensure that everything is up-to-date. Topo4 makes a decisive contribution to the fulfilment of this requirement with its highly automated validation process. This results in maximum coverage of the checks without the need for any time-consuming acceptance runs on the track.

Topo4 distinguishes between two kinds of checks in order to confirm the accuracy and completeness of the engineering data:

1. the correspondence between the engineering and reality
2. rule-based checks

5.1 The correspondence between the engineering and reality

Topo4 has its own integrated infrastructure data acquisition module to enable it to achieve this testing target. The “Topo4 Acquisition” data acquisition module provides a broad range of methods for gathering infrastructure information. Depending on the specific project situation, the spectrum ranges from individual, static recordings to the dynamic surveying of entire corridors using specially equipped trains. Ultimately, efficient method selection is influenced by participation in the development of the target system requirements (i.e. APS). In this manner, unfounded and impractical maximum requirements (such as an accuracy of 1 cm) are avoided and values which permit up-to-date and efficient methods and processes are jointly agreed upon. The “Topo4 Analyzer” analysis module serves as a bridge between data acquisition and validation and takes the (partly) automated interpretation of measured data and the derivation of track topology as the basis for checking the recorded data against the engineered topological data.

Following the recording and analysis, the newly created topology is automatically compared with the engineered topology in the “Topo4 validation” module. A report on the differences is transferred to engineering (EDP) for resolution and adjustment. The checks by Topo4 and the adjustments in EDP are repeated in this process until all the relevant deviations have been eliminated.

This check concerns all the data which can be recorded using sensors. This includes the track axis, including the curvature, gradient and camber, as well as the trackside elements (assets) such as tunnels, signals, points, electronic signposts and axle counters. As a consequence, this check allows the confirmation of the topology, including topographic information and wayside elements (the amount, type and position). As Topo4 is not a real-time system, repetitions of measurements and optimising measures are possible during post-processing (i.e. comparison with ground control points) until the required degree of precision and completeness has been obtained.

5.2 Rule-based checks

Topo4 also provides for an automated rule-based check within the validation module. The engineering rules form the basis for the formal validation rules which must be confirmed as having been complied with (i.e. the distance between groups of electronic signposts, the content of the electronic signpost telegram). Not all information can be checked automatically as either the information required as the basis for the decision-making is missing or because there are too many exceptions and special cases. These data elements therefore still require an additional manual checking process.

Fig. 2 summarises the checking process, which consists of a comparison of the topological data and the rule-based check. Following the completion of the checking process, Topo4 transforms the validated engineering data into the structures required by the target systems and then makes them available via the DCM. The correct implemen-

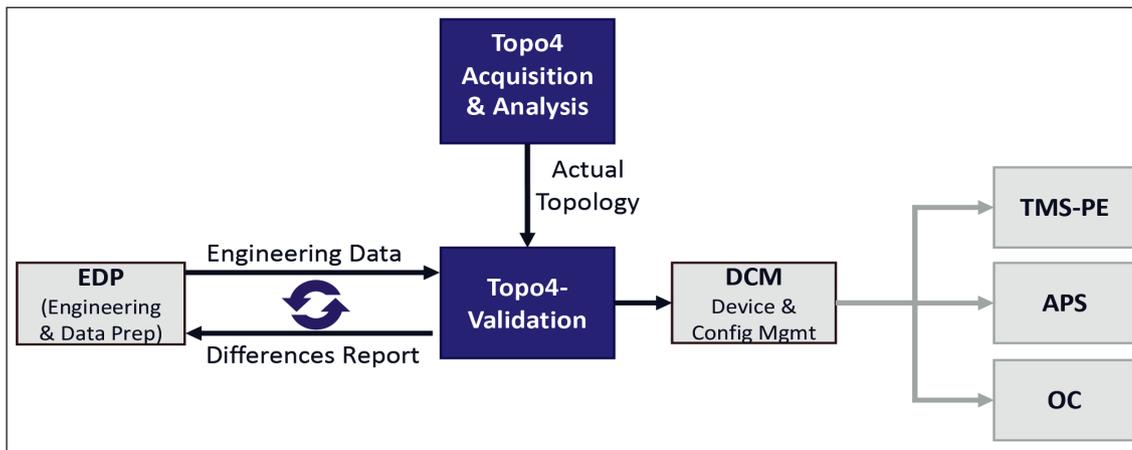


Bild 2: Topo4-Prüfprozess
 Fig. 2: The Topo4 checking process

und anschließend über DCM bereitgestellt. Die korrekte Umsetzung der Prozesse bei der Datenerhebung und -prüfung im laufenden Betrieb ist durch eine geeignete Schnittstelle zur Data Governance sicherzustellen.

6 Akzeptanz

Damit der Prozess zur Generierung und Prüfung der validierten Projektierungsdaten unter Nutzung der Tool-Kette rund um Topo4 eine Akzeptanz erfährt, muss eine geeignete Argumentation entwickelt werden.

Grundsätzlich besteht die Annahme, dass fehlerhafte Projektierungsdaten zu systematischen Fehlern im Zielsystem (z.B. APS) führen. Dabei hängt die tatsächliche Kritikalität von der Sicherheitsrelevanz der betroffenen Systemfunktion ab. Die Ableitung eines quantitativen Sicherheitsziels in Form einer tolerierbaren Gefährdungsrate ist somit nicht sinnvoll anwendbar. Stattdessen müssen hinreichend Maßnahmen ergriffen werden, um sämtliche relevanten Fehler mithilfe der Tool-Kette zu offenbaren. Dies wird auf der einen Seite mit umfassenden „Impact-Analysen“ zur Einstufung der Relevanz von Datenfehlern auf Attributebene sowie auf der anderen Seite mit FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) über den gesamten Projektierungs- und Prüfprozess hinweg methodisch aufgearbeitet. Im Anschluss ergeben sich neben den prozessualen Maßnahmen mit entsprechender Tool-Unterstützung auch quantitative Anforderungen (fachliche Genauigkeit, Messgenauigkeit) an die Qualität der erfassten Infrastrukturdaten (s.o.).

Generell gilt es die Prozesskette so zu qualifizieren, dass ihr ein begründetes Vertrauen entgegengebracht werden kann. Da, wie bereits erwähnt, innerhalb der Projektierung keine sicherheitsrelevante Tool-Entwicklung vorgesehen ist, kann die Sicherheit ausschließlich durch einen akzeptierten, übergreifenden Prozess mit Unterstützung durch Topo4 gewährleistet werden. Es handelt sich sowohl bei EDP als auch Topo4 nicht um Produktivsysteme (wie z. B. APS), sondern um prozessunterstützende Tools, welche gemäß Normenlage separat behandelt werden.

Kapitel 6.3 der Norm EN50129:2018 [2] unterscheidet zwei Kategorien von Tools, wonach der hier betrachtete Tool-Verbund der Kategorie 1 zugewiesen werden muss, da eventuelle Fehler eine direkte Sicherheitsauswirkung besitzen. Bezüglich der Argumentation lässt die EN50129:2018 unterschiedliche Strategien zu, wobei in diesem Kontext folgende zwei Risikoakzeptanzkriterien von Relevanz sind:

- Anerkannte Regeln der Technik / Code of Practice
 - Mindestens gleiche Sicherheit wie das abgelöste Referenzsystem
- Beide Argumentationsansätze werden für den konkreten Anwendungsfall kurz skizziert.

tation of the processes for data collection and verification during operations must be ensured via a suitable interface to data governance.

6 Acceptance

Suitable lines of argument need to be developed to ensure the acceptance of the process for the generation and verification of the validated engineering data using the tool chain centred on Topo4. A fundamental assumption involves the fact that incorrect engineering data can result in systematic errors in the target systems (i. e. APS). The actual degree of criticality depends on the relevance of the affected system function to matters of safety. The derivation of a quantitative safety objective in the form of a tolerable hazard rate can therefore not be sensibly applied. Instead, adequate measures need to be taken in order to ensure that the tool chain is used to reveal all the relevant errors. This is processed methodically, firstly by means of comprehensive “impact analyses” for the classification of the relevance of any data errors at the attribute level and secondly using FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) throughout the entire engineering and validation process. Subsequently, and in addition to the process-related measures with appropriate support tools, there are also quantitative requirements (technical accuracy, measurement accuracy) regarding the quality of the recorded infrastructure data (see above).

In general, the process chain has to be developed in such a way so that it can be trusted with confidence. As already mentioned, no safety-related tool development is envisaged within engineering, so it is only possible to guarantee safety by means of an accepted, overarching process supported by Topo4. EDP and Topo4 are not productive systems (such as APS, for example), but rather process-supporting tools which are dealt with separately and in accordance with the standards.

Chapter 6.3 of the EN50129:2018 [2] standard distinguishes between two categories of tools. According to this, the set of tools considered here must be assigned to category 1, as any errors have immediate implications for safety. EN50129:2018 permits various strategies with regard to the line of argumentation to be taken, while the following two risk acceptance criteria are relevant in this context:

- the Code of Practice
- a level of safety which is at least equivalent to that of the reference system being replaced

Both lines of argument have been briefly sketched out here using concrete situations.

6.1 Argumentation „Anerkannte Regeln der Technik“

Bezüglich der Argumentation „Anerkannte Regeln der Technik“ passen mehrere Strategien der EN50129:2018 auf die vorgestellte Tool-Kette:

- Diversität der Werkzeuge, z. B. das Modul „Topo4 Validation“ vergleicht die unabhängig voneinander entstandenen Daten aus der Projektierung (EDP) und der Erfassung (Topo4), oder das Modul führt eine regelbasierte Prüfung der Projektierungsdaten (unabhängig von EDP) durch
- Erprobung der Werkzeuge durch Analyse und Test, z. B. durch die Zertifizierung des Moduls „Topo4 Validation“
- Verifikation der Werkzeugergebnisse, z. B. die manuelle Prüfung mit gewohnten Prozessen der verbleibenden Projektierungsdaten aus EDP, die nicht automatisiert mit Topo4 prüfbar sind
- Betriebsbewährung der Werkzeuge, z. B. Anwendung der Tool-Kette parallel mit bestehenden Prüfmitteln auf den Erprobungsstrecken oder die langfristige Qualifikation der automatisierten Interpretation im Schattenbetrieb.

6.2 Argumentation „Mindestens gleiche Sicherheit“

Wie bereits herausgestellt, sind die zu projektierenden und zu prüfenden Daten vergleichbar mit heutigen Systemen. Im Wesentlichen handelt es sich um eine Topologie, wie sie bereits für ETCS benötigt wird, erweitert um zusätzliche Streckeneigenschaften für die APS/TMS-PE-Funktionalität sowie den OC-Parameterdaten. Die bestehenden Projektierungs- und Prüfprozesse für ETCS können somit durchaus als Referenzsystem herangezogen werden. Aufgrund der kompatiblen Anforderungen bei den zugrunde liegenden Infrastrukturdaten kann dies grundsätzlich auch auf die heutigen Mittel und Wege zur Datenbereitstellung bezogen werden. Im Ergebnis kann mit der vorgestellten Tool-Kette aufgrund des durchgehend digitalen Prozesses und des durch Automatisierung und Integration erreichten Prüfabdeckungsgrads von einer Verbesserung der heutigen Prozesse ausgegangen werden.

7 Fazit

Die Entwicklung einer vollständig neuen CCS-Architektur (Control, Command, Signalling) bietet die Chance zur Reduktion der Projektierungs- und Prüfaufwände. Die Prozesse und Tools gilt es dabei grundlegend neu zu gestalten, um das Optimierungspotenzial auszuschöpfen und eine maximale Digitalisierung und Automatisierung zu erlangen. Es wurde dargestellt, welchen Beitrag Topo4 in Zusammenarbeit mit den umgebenden Akteuren leisten kann und welche Argumentationspfade für die Akzeptanz der resultierenden Daten möglich sind. Entscheidend neben der hier fokussierten Tool-Entwicklung ist die Einbettung in einen zielgerichteten Prozess sowie die Findung eines guten Wegs für das kooperative Zusammenspiel von Mensch und automatisierten Tools. Zudem ist die intendierte Anwendung der sicherheitsrelevanten Prozesse im laufenden Betrieb durch eine entsprechend ausgeprägte Schnittstelle zur Data Governance in der Organisation zu gewährleisten. ■

LITERATUR | LITERATURE

- [1] <http://www.smartrail40.ch/>, 07.02.2020 um 15:00 Uhr
 [2] CENELEC EN 50129:2018, Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signaling

6.1 Argument: “the Code of Practice”

Several EN50129:2018 strategies suit the presented tool chain with regard to the “recognised technical rules” argument:

- Tool diversity, i. e. the “Topo4 Validation” module compares the independently generated data from engineering (EDP) with that from surveying (Topo4) or the module performs a rule-based check of the engineering data (independently of EDP)
- Tool proven by analysis and testing, i. e. through certification by the “Topo4 Validation” module
- Verification of tool output, i. e. using established processes in order to manually check the remaining EDP-derived engineering data which cannot be checked automatically using Topo4
- Tool proven in use, i. e. the use of the tool chain alongside existing test equipment on the test tracks or the long-term adaptation of the automated interpretation in shadow mode.

6.2 Argument: “At least an equivalent level of safety”

As already pointed out, the data to be engineered and checked is comparable with existing systems. Essentially, this is a topology like that already required for ETCS, but expanded to include additional track characteristics for the APS/TMS-PE functionality and OC parameter data. The existing engineering and testing processes for ETCS can thus be used as a reference system. Due to the compatibility of the requirements for the underlying infrastructure data, this can basically also be related to today’s methods and pathways for data provision. As a result, the tool chain presented here can be expected to improve current processes thanks to the end-to-end digital process and the level of test coverage achieved by means of automation and integration.

7 Conclusion

The development of an entirely new CCS architecture (Control, Command, Signalling) offers an opportunity to reduce the expenses involved in engineering and validation. The processes and tools require a fundamental redesign in order to make the best of their potential for optimisation and to achieve the maximum degree of digitalisation and automation. The contribution that Topo4 can make in cooperation with the surrounding actors has been demonstrated, as have the possible lines of argumentation for the acceptance of the resulting data. A decisive factor, in addition to the tool development which has formed the focus here, is the establishment of a target-oriented process as well as the identification of an optimal way of achieving cooperative interaction between the user and the automated tools. In addition, the intended application of the safety-related processes during day-to-day operations must be ensured by means of an appropriately developed interface for data governance within the organisation. ■

AUTOREN | AUTHORS

Dr.-Ing. Benedikt Wenzel
 Designer Topo4
 NEXTRAIL GmbH
 Anschrift/Address: Schlüterstr. 39, D-10629 Berlin
 E-Mail: benedikt.wenzel@nextrail.com

Nicole Grundmann
 Projektleiterin / Project Manager Topo4
 SBB AG
 Anschrift/Address: Hilferkerstrasse 3, CH-3000 Bern 65
 E-Mail: nicole.grundmann@sbb.ch