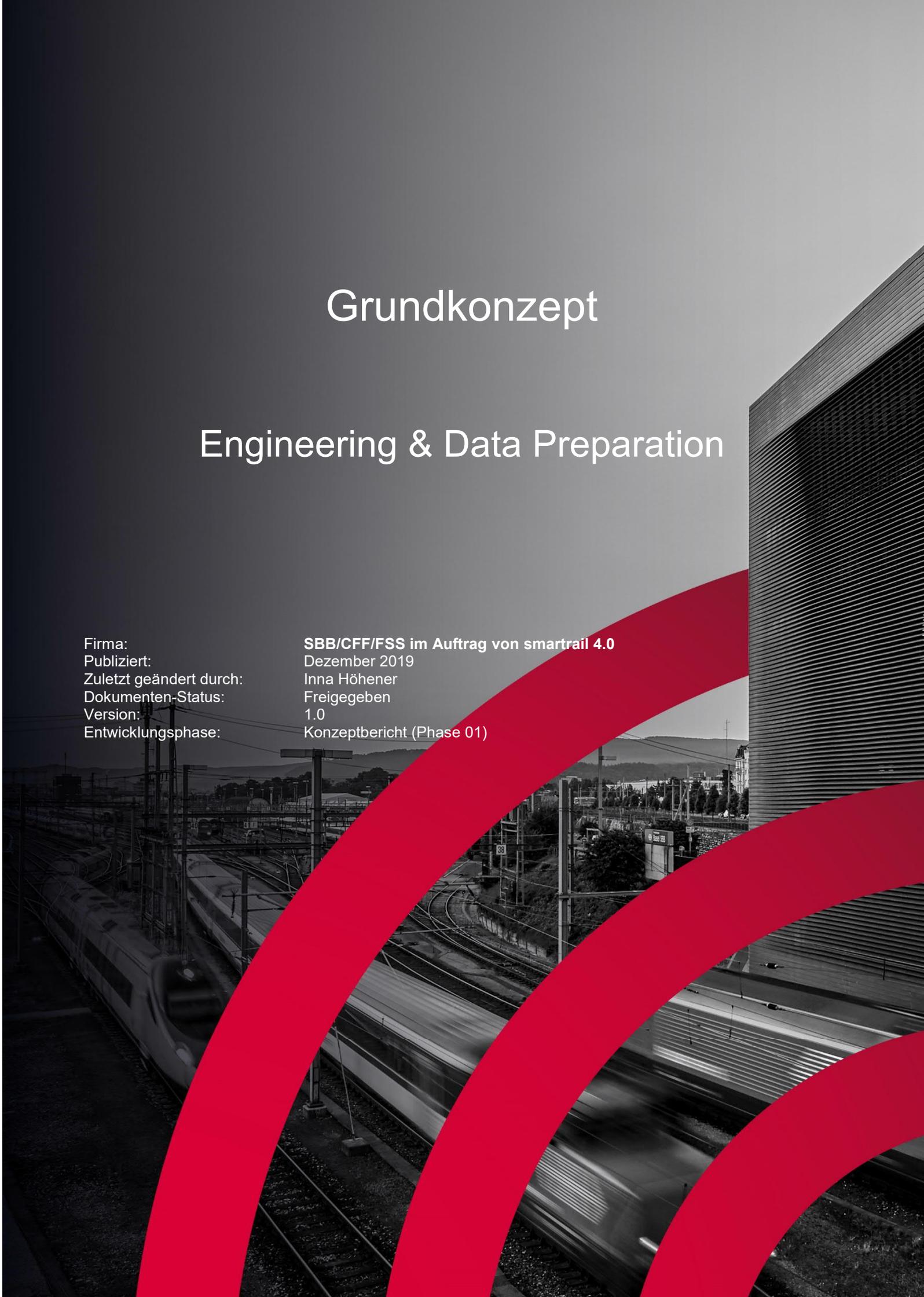


Grundkonzept

Engineering & Data Preparation

Firma: **SBB/CFF/FSS im Auftrag von smartrail 4.0**
Publiziert: **Dezember 2019**
Zuletzt geändert durch: **Inna Höhener**
Dokumenten-Status: **Freigegeben**
Version: **1.0**
Entwicklungsphase: **Konzeptbericht (Phase 01)**



Abstract

Für eine schnelle Migration von smartrail 4.0, sowie für die Reduktion der operativen Kosten im regulären Betrieb sind ein effizienter Projektierungs- und Inbetriebnahme-Prozess, vollständige und korrekte Projektierungsdaten für die Anlagen sowie ein möglichst hoher Automatisierungsgrad bei Engineering und Prüfung entscheidend. Für die sicherheitsrelevanten Anwendungen bei SR40 werden diese Herausforderungen im Rahmen vom Projekt **«Engineering & Data Preparation» (EDP)** verantwortet.

EDP ist eine *Toolkette*, welche eine teil-automatisierte Projektierung der Anlage und Digitalisierung der Prozesse ermöglichen soll. Eine Integration der Validierung der Topologie durch Topo4 in die gesamte Toolkette spielt dabei eine wichtige Rolle. Im Rahmen des *Service Clusters «Data Preparation»* bietet EDP eine Basis für die Überarbeitung und Bereitstellung der versionierten anlagespezifischen Projektierungs- und Konfigurationsdaten für die SR40-Teilsysteme.

Neue technologische Möglichkeiten und eine fundierte Überarbeitung des zukünftigen tool-unterstützten Prozesses im Rahmen vom Projekt EDP ermöglicht das *Business Process Reengineering*. Die zu erwartenden Ergebnisse sind eine Senkung der Projektierungskosten, die Erhöhung des Automatisierungsgrades in wirksamen kleinen Schritten, eine Steigerung der Effizienz der Projektabwicklung, und die Erhöhung der Qualität von Projektierungsergebnissen.

1. Änderungsnachweise

Version	Datum	Autor	Änderungshinweise
0.1	17.06.19	Steffen Jurtz	1. Entwurf
0.2	31.07.19	Steffen Jurtz	Einarbeitung internes Review
0.3	08.08.19	Inna Höhener	Einarbeitung weiterer Inhalte
0.9	04.09.19	Steffen Jurtz	Einarbeitung Review Programmleitung ES
1.0	02.12.19	Inna Höhener, Steffen Jurtz	Einarbeitung Rückmeldungen STASS AV

2. Verarbeitete Reviews

Reviewer	Datum	Link Review-Bericht / Verifikationsbericht	Verarbeitung abgeschlossen am/vom
D.Karbe	30.07.2019	Kommentare	31.07.19
I.Höhener	08.08.2019	Kommentare	09.08.19
S.Schmidt	28.08.2019	Kommentare	09.09.19
R.Germann U.Guggisberg T.Hollenstein P.von Rohr U.Flückiger	14.10.2019	STASS AV, informaler Review - Link	14.11.19
R.Bender R.Sidler R.Lochmatter S.Feuz D.Schwaller D.Zehr J.Föllner	06.11.2019	STASS AV, formaler Review - Link	2.12.2019

Achtung: Reviewbemerkungen werden grundsätzlich über Kommentare angebracht. Der Reviewverarbeiter beschreibt im Kommentar (Kommentar ergänzen), wie er mit dem Kommentar umgegangen ist. Kommentare werden nie gelöscht.

3. Freigegeben durch Autor, (Verifizierer), Projektleiter

Version	Datum	Freigebender	Unterschrift / Gez.
0.9	09.09.19	Steffen Schmidt	Freigabe für übergeordnete Reviews
1.0	02.12.19	Inna Höhener	Gez. I.Höhener / Freigabe für KB

Inhalt

1.	Änderungsnachweise	3
2.	Verarbeitete Reviews	3
3.	Freigegeben durch Autor, (Verifizierer), Projektleiter	3
1	Zusammenfassung	5
2	Ausgangslage und Aufgabenstellung	6
3	Ziele und Akzeptanzkriterien	8
3.1	Ziele	8
3.2	Akzeptanzkriterien	8
4	Konzept	9
4.1	EDP Scope und Konzept	9
4.1.1	Scope	9
4.1.2	EDP Module	9
4.2	Einbindung in die aktuellen Geschäftsprozesse (am Beispiel des derzeit gültigen SBB-Prozesses)	12
4.3	Akteure und Rollen	13
4.4	Projektierungsschritte	14
4.5	Projektierungsinhalte und angestrebter Automatisierungsgrad	15
4.5.1	Grundsätze der Projektierung	15
4.5.2	Prüfung der Projektierungsdaten	17
4.5.3	Automatisierungsgrad der Projektierung	18
5	Bewertung des Konzeptes	20
5.1	Bewertung der Zielerreichung	20
5.2	Bewertung der Machbarkeit	20
6	Offene Punkte	21
7	Verzeichnisse	21
7.1	Abkürzungen / Glossar-Referenz	21
7.2	Grafik-Verzeichnis	21
7.3	Tabellenverzeichnis	22

1 Zusammenfassung

Im Rollout von SR4.0 ist geplant, die Migration von ganzen Netzsegmenten mit bis zu 50 Stellwerken mit jeweils nur einer einzigen Inbetriebnahme durchzuführen, um den Projektierungsaufwand stark zu reduzieren, kostspielige Schnittstellen zu Altsystemen so gering wie möglich zu halten und um viele temporäre Bau- und Betriebsphasen zu vermeiden. Eine Voraussetzung für diese Migration ist es, dass ein möglichst automatisierter digitaler Planungs- und Projektierungsprozess in der Migrationsphase (Rollout) und im weiteren Lebenszyklus des regulären operativen Betriebs etabliert wird.

Hierfür wurde das Projekt Engineering Data Preparation (EDP) für die Projektierung der sicherheitsrelevanten SR40-Systeme aufgesetzt.

EDP ist ein durch die technischen Mittel (Toollandschaft) unterstützter Workflow (Projektierungs- und Inbetriebnahme-Prozess).

EDP umfasst aus funktionaler Sicht zwei Hauptaspekte:

- Die Anreicherung eines Topologiemodells (Knoten-Kanten-Modell als Ableitung aus topografischen Infrastrukturdaten) mit Infrastrukturobjekten und deren Eigenschaften, Erweiterung der bestehenden Topologie im Rahmen eines Bauprojektes, bzw. Ausbauten und Ersatz, synchronisiert in Bezug auf Zeit und Versionierung mit den geplanten Anpassungen der Anlagen.
- Die hardware-seitige Projektierung, bspw. Balisen, der OC-relevanten Objekte aus dem angereicherten Topologiemodell.

Die generierten Projektierungsdaten werden an das „APS Topo4“ (Topology for safe applications) übergeben. Topo4 prüft die Daten und stellt sie den sicherheitsrelevanten Abnehmersystemen, vor allem APS und OC, zur Verfügung. In Verbindung mit einem zugelassenen Projektierungs- und Prüfprozess stellt die Toolkette EDP/Topo4 Projektierungsdaten bereit, die für die sicherheitsrelevanten (SIL4-) Systeme geeignet sind.

EDP wird erfolgreich eingeführt sein, wenn:

- Der Prozess von der Projektierung bis zur Inbetriebnahme der relevanten SR40-Systeme digital abläuft (keine Medienbrüche).
- Die Engineering-Aufwendungen dank einem höheren Automatisierungsgrad, sowie regelbasierter Projektierung und Prüfung sich wesentlich reduzieren.
- Die Artefakte automatisch erzeugt werden können (als Repräsentation der Daten).
- Auch mit der Integration von neuen Technologien (z.B. ETCS L3, genaue Lokalisierung) ein spezifisches netzweites PGV auf der Basis der APS Anwendung ausreichend ist.

Nutzer des Systems sind Projektleiter, Planer/Projektierer, Prüfer, Aufsichtsbehörden sowie Monteure/Instandhalter.

Das System EDP besteht aus zwei Teilsystemen:

EDP-Config wird das zentrale Tool mit weiteren integrierten Komponenten, bzw. ihren Schnittstellen für die Abwicklung des Projektierungs- und Prüfprozesses sein.

EDP-Connect dient zur Projektierung und Konfiguration der Hard- bzw. Firmware der SR40-Systeme (OC, Balisen). EDP-Connect kann eine Adaption eines Standardtools aus dem Bereich Automatisierungstechnik/Anlagenbau (z.B. Kraftwerksanlagen, Pipeline-Bau) für SR40 sein.

Das vorliegende Konzept für EDP geht u.a. von der Projektierung von bestehenden Technologien (wie ETCS L2 mit Gleisfreimeldeeinrichtungen) auf den Erprobungsstrecken aus. EDP wurde jedoch so weit offen konzipiert, dass Integration der Projektierung von neuen Technologien (z.B. ETCS L3, genaue Lokalisierung) möglich ist und die damit verbundenen Verbesserungspotenziale ausgeschöpft werden können.

Die Machbarkeit des EDP-Konzeptes wird positiv eingeschätzt, da verschiedene Bahnen und Hersteller das EDP-Konzept in Teilaspekten in proprietären Produkten umgesetzt haben. Die Innovation des Projekts EDP besteht darin, dass ein durchgängig digitaler Projektierungsprozess durch eine modulare Toollandschaft (EDP/Topo4) und zu entwickelnde Automatisierungsschemata unterstützt wird, die sich an der abgestimmten RCA-Systemarchitektur ausrichtet.

2 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Um eine schnelle Migration zu akzeptablen Projektierungskosten zu ermöglichen, ist es eine Voraussetzung, dass die bisher dokumentationsaufwendige Projektierung der Sicherungsanlage erheblich automatisiert wird. Es soll auf einem Ansatz der Standardisierung und generischen Zulassungen bei der Projektierung sowie Technologie-Ausrüstungen der SR40-Strecken aufgesetzt werden. Die Einführung der neuen Generation der ETCS-Stellwerke (APS – Advanced Protection System) bietet die Chance einen digitalen Planungs- und Projektierungsprozess in der Migrationsphase (Rollout) und im weiteren Lebenszyklus zu etablieren. Die geometrische Sicherheitslogik und die um ca. 65% reduzierten Aussenanlagen sind die Grundlage für den vereinfachten Projektierungsaufwand. Hierfür wurde das Projekt «Engineering and Data Preparation» (EDP) im Programm «Elektronische Stellwerke» (ES) aufgesetzt. EDP ist eine Voraussetzung für den Betrieb von APS im Sinne der Bereitstellung einer Datengrundlage.

EDP ist für die hinreichend tool-gestützte Planung, Erstellung und Verwaltung der vollständigen, aktuellen und validierten Projektierungsdaten (Engineering Data, siehe Abbildung 1) für die sicherheitsrelevanten Abnehmer-Systeme (siehe Abbildung 1) erforderlich:

1. In Verbindung mit Topo4 und einem zugelassenen Engineering- und Prüfprozess stellt die Toolkette EDP und Topo4 Projektierungsdaten zur Verfügung, die für sicherheitsrelevante (SIL4-) Systeme geeignet sind (z.B. für APS, OC, GLAT). Ebenfalls unterstützt EDP die manuellen und automatischen regelbasierten Prüfprozesse.
2. TMS-PAS wird von EDP nach dem Projektierungsprozess die aktualisierten Topologiedaten zwecks Synchronisation erhalten (gemäss SR40-Architektur Stand Q4 2019 indirekt, über Vermittlung / Transformation durch TMS-Topo).

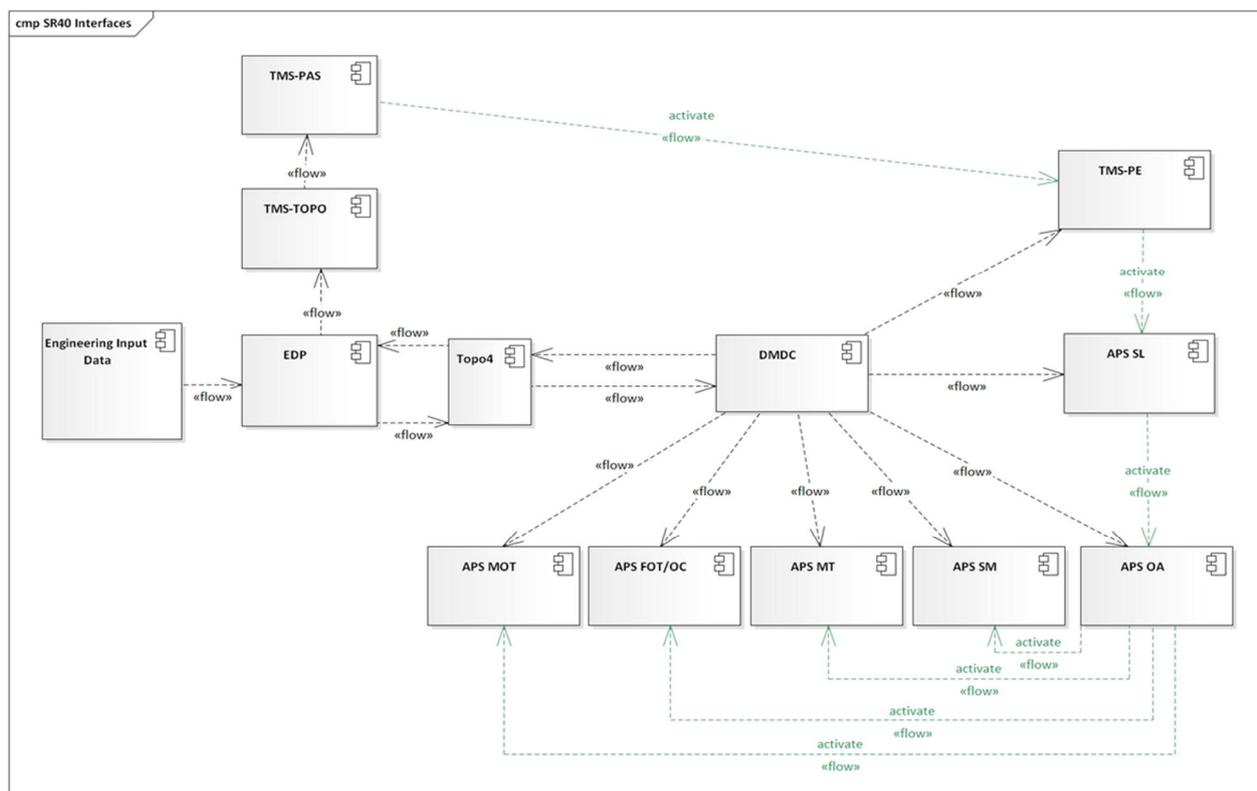


Abbildung 1: Aktueller Stand des Engineering Data-Flusses (schwarze Linien)

Zu der Anbindung weiterer Abnehmer-Systeme an das Service Cluster «Data Preparation» (EDP & Topo4), nämlich einer Scope-Erweiterung der Datenaufbereitung durch EDP für die nicht sicherheitsrelevanten Systeme der RCA- und/oder SR40-Architektur, liegt momentan kein Entscheid vor.

Weitere Systeme (bspw. TMS-PE, ATO) könnten als Bestandteil von RCA und nicht sichere Systeme von EDP mit den notwendigen Projektierungsdaten (z.B. Topo-Daten) versorgt werden. Somit wäre es gewährleistet, dass bspw. TMS-PE und APS mit den gleichen, validierten Daten arbeiten.

Diese Analysen sind ein Bestandteil der nächsten Projektphase, Spezifikationstiefe «Systemdefinition» im 2020. Eine aktuelle Datenflussskizze (mögliche Variante) ist in der Abbildung 1 dargestellt.

Darüber hinaus werden bidirektionale Schnittstellen mit weiteren Umsystemen (z.B. SAP, BIM etc.) aufgebaut, um einen Datenfluss mit aktuellen auf die jeweilige Projektphase bezogenen Daten zu gewährleisten.

Eine Möglichkeit eines digitalen Rückflusskanals der topografischen und topologischen Daten zu den Infrastruktur-Umsystemen wird über iTOP-Plattform geprüft.

Innerhalb der SR40-Systeme wird zwischen verschiedenen Datentypen unterschieden (siehe Abbildung 2). EDP und Topo4 importieren, generieren und ändern nur Engineering Data (Projektierungsdaten).

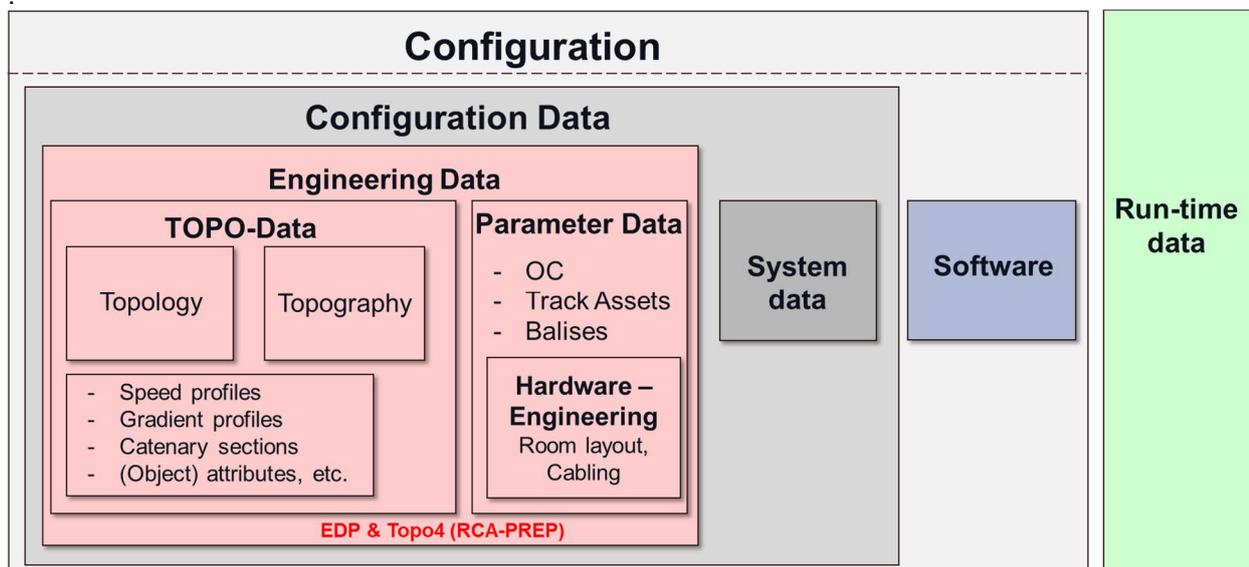


Abbildung 2 Datentypen und -cluster.

3 Ziele und Akzeptanzkriterien

3.1 Ziele

Das Projekt EDP ist in die Teilprojekte EDP-System und EDP-Prozess (benannt als Projektierungs- und Inbetriebnahme-Prozess) untergliedert.

Für das System (Tool) EDP sind folgende Hauptziele definiert:

- Effiziente, digitale Projektierung
 - Wirtschaftlichster Automatisierungsgrad
 - Etablierung und Nutzung von digitalen Schnittstellen zu den Umsystemen (SR40-Systemen, sowie auch bspw. BIM, S4/HANA, iTOP-Plattform)
 - Regelbasierte Projektierung von APS und OC
 - Bereitstellen von konsistenten datenbasierten Artefakten zu jedem Zeitpunkt des Projektierungsprozesses.
- Ermöglichen einer modularen Austauschbarkeit der Aussenanlage-Elemente
- Ermöglichen einer eindeutigen Versionierung und Historisierung für die parallele Projektierung und/oder Korrekturen.

Der Projektierungs- und Inbetriebnahme-Prozess verfolgt folgende Ziele:

- Optimierte Prozesse für schnellen Rollout und Anlagenänderungen und -erweiterungen.
 - Abstimmung von Prozessen im Bereich Bau, Rollout, Projektierung und Datenfluss
 - Phasenübergreifende Planung von Grobplanung (bspw. SBB Vorprojekt) bis IBN
 - Eine möglichst komplette Eliminierung von Medienbrüchen und Redundanzen.
 - Gemeinsam mit den Systemen EDP und Topo4 stellen die Prozesse sowie die Berücksichtigung der Normen EN 50126/-28/-29 sicher, dass die Projektierungsdaten für SIL4-Systeme geeignet sind.
 - Auch mit der Integration von neuen Technologien (z.B. ETCS L3, genaue Lokalisierung) ein spezifisches netzweites PGV auf der Basis der APS Anwendung ausreichend ist.

3.2 Akzeptanzkriterien

Die o.g. Ziele werden erreicht sein, wenn:

- Der Prozess von der Projektierung bis zur Inbetriebnahme der relevanten SR4.0-Systeme digital abläuft (keine Medienbrüche, maschinenlesbar und -verwertbar).
- Die Engineering-Aufwendungen dank einem höheren Automatisierungsgrad, sowie regelbasierter Projektierung und Prüfung sich um mindestens 50% reduzieren.
- Die Artefakte automatisch erzeugt werden können (als Repräsentation der Daten).
- Mit der Integration von neuen Technologien (z.B. ETCS L3, genaue Lokalisierung) ein spezifisches netzweites PGV auf der Basis der APS Anwendung ausreichend ist.

4 Konzept

4.1 EDP Scope und Konzept

4.1.1 Scope

EDP ist das Tool für die Erstellung der anlagenspezifischen Projektierungsdaten für die sicherheitsrelevanten SR40-Systeme (APS mit seinen Modulen/Sub-Systemen, OC mit Aussenanlagenelementen). In der Abbildung 3 sind die für EDP relevanten Systeme/Komponenten dargestellt. Alle von EDP und Topo4 versorgten Systeme besitzen ein einheitliches Topologie-Modell.

Mit einer voranschreitenden Migration von SR40 ist eine Erweiterung der Funktionalität von der Toolkette EDP/Topo4 auf TMS-Systeme oder weitere Systeme denkbar. Dies wird als Chance gesehen und kann zu einem späteren Zeitpunkt geprüft werden.

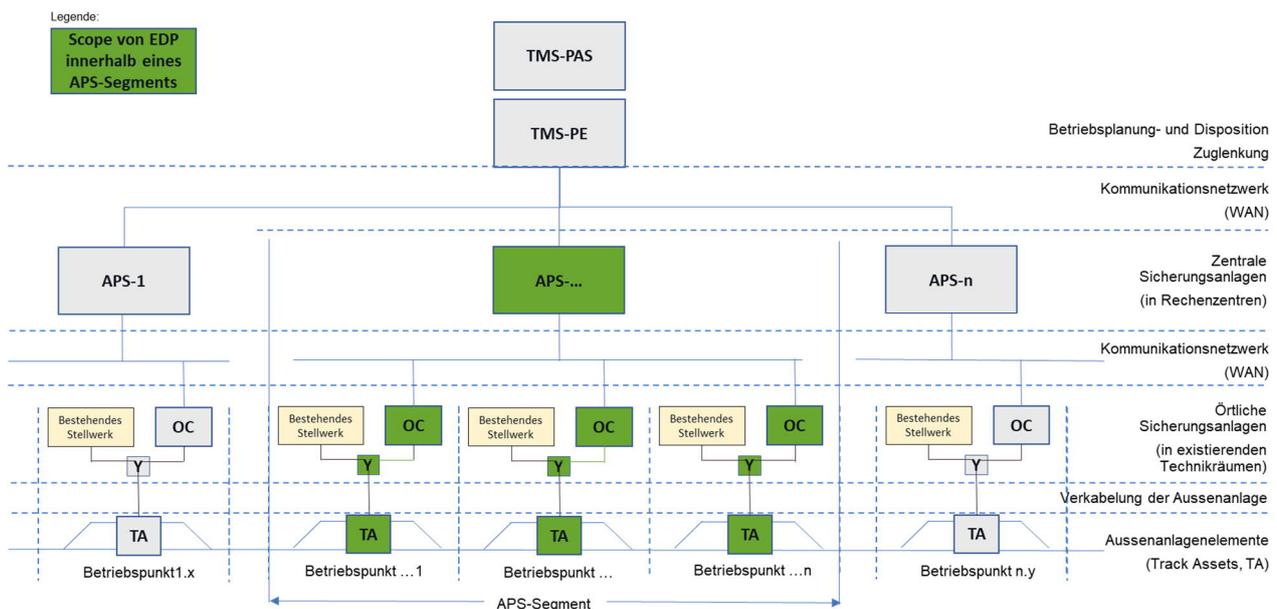


Abbildung 3 Darstellung der für EDP relevanten SR4.0-Systeme

Eine Abbildung der Varianten einer bspw. möglichen Netzdimensionierung (bei der SBB in der Projektphase Konzept- oder Objektstudie) ist im EDP nicht vorgesehen. EDP unterstützt die Abbildung (IST und SOLL) der Gleisnetztopologie und HW-Komponenten ab dem definitiven Projektauftrag nach dem Variantenentscheid.

4.1.2 EDP Module

Die Abbildung 4 stellt folgende Systeme der Projektierungslandschaft dar:

- EDP (rote Umrandung)
- Topo4 (Erfassung der Topologiedaten und prüfen der Projektierungsdaten) sowie
- den verbundenen Umsystemen.

EDP ist in folgende Module unterteilt (siehe Abbildung 4):

- EDP-Config: Zentrales Tool für SR40 mit weiteren integrierten Komponenten, bzw. ihren Schnittstellen für die Abwicklung des Projektierungs- und Prüfprozesses für die Zielsysteme
- EDP-Connect: Tool, welches in die EDP Umgebung integriert wird und primär zur Projektierung und Artefakterstellung für OC-Hardware genutzt wird.

Beide Module sollen unter einer einheitlichen Oberfläche durch den Nutzer (Ingenieur/Projektleiter, etc.) bedienbar sein. Die funktionale Trennung soll sicher stellen, dass die Daten-Projektierung (Topologie-Daten und Objektdaten in EDP-Config) und die Hardware-Projektierung je Anwender und Geschäftsmodell durch unterschiedliche Nutzer (Vertragsparteien) erfolgen kann.

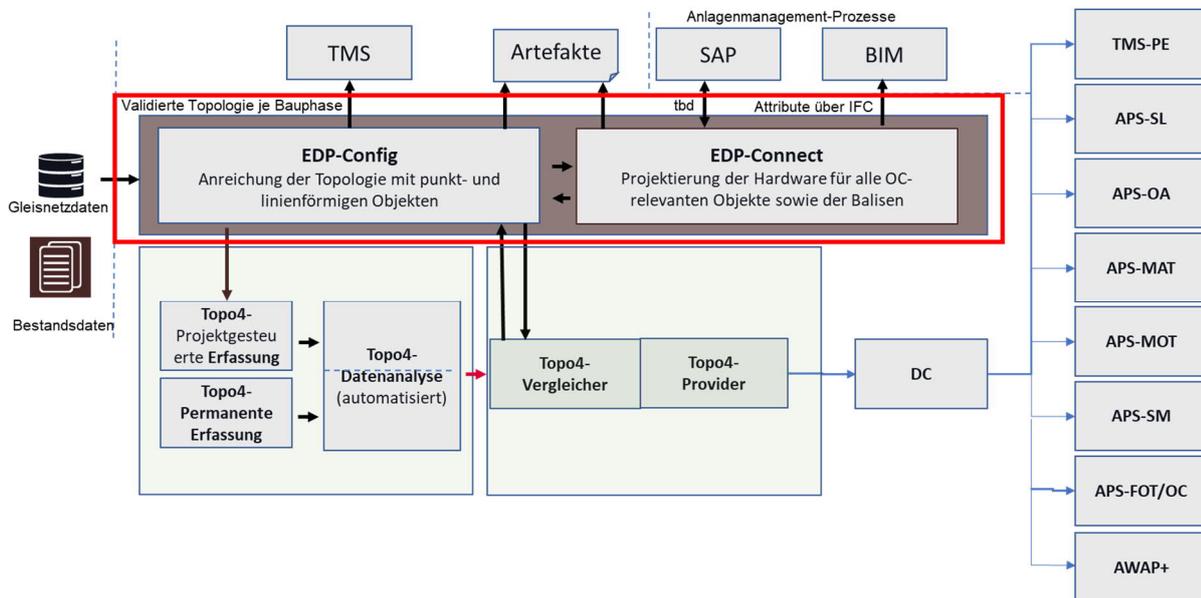


Abbildung 4: Module EDP und Topo4

Die gewählte Struktur der Toolkette EDP und Topo4 ist RCA-kompatibel und damit geeignet auch bei anderen Bahnen angewendet zu werden. Wesentliche Punkte, die an den jeweiligen Anwender angepasst werden müssen, sind

- Inhalt und eventuell Quelle der Gleisnetzdaten
- Ggf. Parameter in den Projektierungsregeln
- Format und Inhalte der Artefakte, die ausgegeben werden sollen.

Ein wichtiger Punkt in den weiteren Projektphasen (Spezifikation und Beschaffung) wird der Aspekt einer möglichen Produktifizierung sein.

4.1.2.1 Konzept EDP-Config

EDP-Config wird das zentrale Tool mit weiteren integrierten Komponenten, bzw. ihren Schnittstellen für die Abwicklung des Projektierungs- und Prüfprozesses sein.

Nutzer des EDP-Config-Moduls sind die Planungs- und Projektierungsabteilungen eines Infrastrukturbetreibers (z.B. bei der SBB: „Projekte Sicherungsanlagen und Zugbeeinflussung“ PJ-SAZ). Es kann die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass der Infrastrukturbetreiber die Projektierung an Dritte (bspw. Ingenieurbüros) vergibt. EDP-Config ist für die Projektierung eines APS-Segments in Bezug auf das Topologiemodell, die Objektverwaltung und die Datenhaltung der Master im Projektierungsprozess.

EDP-Config besitzt folgende Hauptaufgaben:

- Import der Bestandsdaten des Infrastrukturbetreibers, vor allem Topologie-Daten (Gleisnetzdaten), sowie geplanten Projekt- und Bauphasen,
- Projektierung der für SR40 relevanten Infrastrukturobjekte und deren Attribute im Zuge des Rollouts bzw. von Topologie-Anpassungen im Lebenszyklus.
- Erstellen der Artefakte einer versionierten Abbildung der relevanten Infrastruktur (Topologie angereichert mit weiteren Objekten, Geschwindigkeits- und Gradienten-Profilen).
- Im Zusammenwirken mit Topo4, Möglichkeiten einer toolgestützten Datenprüfung.

Die jeweiligen Objekte werden auf der Topologie (Knoten-Kanten-Modell BNT) verortet und erhalten u.a. eine absolute Geo-Koordinate. Die Objekte besitzen zum Teil funktionale/logische Beziehungen zueinander (z.B. Achszählsensoren zu Achszählabschnitten).

Folgende Hauptfunktionalitäten deckt EDP-Config in Projektierungsschritten ab:

- Import der Bestands-Topologiedaten (im Rollout) bzw. der SOLL-Topologiedaten bei Anlagenveränderungen aus digitalen Quellen (z.B. bei der SBB: iTOP, bzw. DfA/UNO).
- Manuelles Anreichern der übernommenen Bestandsobjekte (im Rollout) mit Eigenschaften (Attributen).
- Manuelles Ändern/Hinzufügen/Löschen von Objekten bei Substanzerhalt, Erweiterungen, Ausbauten.
- Regelbasiertes Projektieren von Objekten.
- Erzeugen von Artefakten (Pläne, Dokumente, Berichte) als Repräsentation der Datenbank.
- Verwalten von Bauphasen.
- Verwalten von Rollen mit entsprechenden Rechten und Sichten.
- Haltung (Persistierung) der Projektierungsdaten pro APS-Segment und Bauphase

4.1.2.2 Konzept EDP-Connect

EDP-Connect wird ein Tool für die Projektierung und Konfiguration der Hard- bzw. Firmware der SR40-Systeme (OC, Balisen) sein.

Das EDP-Connect-Modul kann von den Planungs- und Projektierungsabteilungen des Infrastrukturbetreibers (z.B. bei der SBB: „Projekte Sicherungsanlagen und Zugbeeinflussung“ PJ-SAZ) und/oder von Dritten (z.B. Ingenieurbüros und Lieferanten) genutzt werden. Damit ist eine Projektierung einzelner Baulose auf einer Datengrundlage (aus EDP-Config) möglich. EDP-Connect bezieht die Basis-Daten der zu projektierenden Objekte von EDP-Config und reichert diese mit bspw. OC- spezifischen Attributen an.

EDP-Connect besitzt folgende Hauptaufgaben:

- Projektieren und Konfigurieren aller OC-Hardwarekomponenten, Aussenanlagen-Komponenten (Trackside Assets), sowie der Balisen
- Erstellen der Artefakte für die Montage, Inbetriebnahme (IBN) und Instandhaltung (IH)

Folgende Hauptfunktionalitäten deckt EDP-Connect ab:

- Projektieren von Trackside Assets (z.B. Weichenantrieben, Sensoren, Balisen)
- Platzieren von Schaltschränken in vorgegebenen Grundrissen
- Belegen der Schaltschränke mit OC-Modulen
- Erzeugen anlagenspezifischer Gerätekonfigurationen (auch regelbasiert)
- Innenraumverkabelung zwischen Schaltschrank und Kabelabschlussgestell projektieren.
- Aussenverkabelung der TA (inkl. der Kabelverteilerbelegung)
- Erstellen von Artefakten für Montage, IBN und Instandhaltung
- Export von Asset Data an SAP und BIM-Systeme

Die Legacy-Systeme der Gleisfreimeldung (z.B. Achszählsysteme) und Bahnübergangsanlagen (z.B. BA8-Anlagen), die bis zur Erreichung des SR40-Zielbildes noch eingesetzt werden, werden in EDP hardware-seitig nicht projektiert (keine Neu-/Um-Projektierung). Sollten die Systeme neu installiert werden, wird die hardware-seitige Projektierung von den jeweiligen Lieferanten vorgenommen. Die für die SR40-Logik relevanten Systeme werden ausschließlich als Objekte (in die Topo-Daten) von EDP aufgenommen, um Vollständigkeit und Aktualität des Abbilds einer Anlage aufrechtzuerhalten (zwecks Inventarisierung, Schnittstellen zum Asset-Management, SAP, BIM). Die logische/funktionale Projektierung der Objekte (GFM-Abschnitt und Bahnübergang) mit dem Bezug auf das Topologiemodell erfolgt in EDP.

4.2 Einbindung in die aktuellen Geschäftsprozesse (am Beispiel des derzeit gültigen SBB-Prozesses)

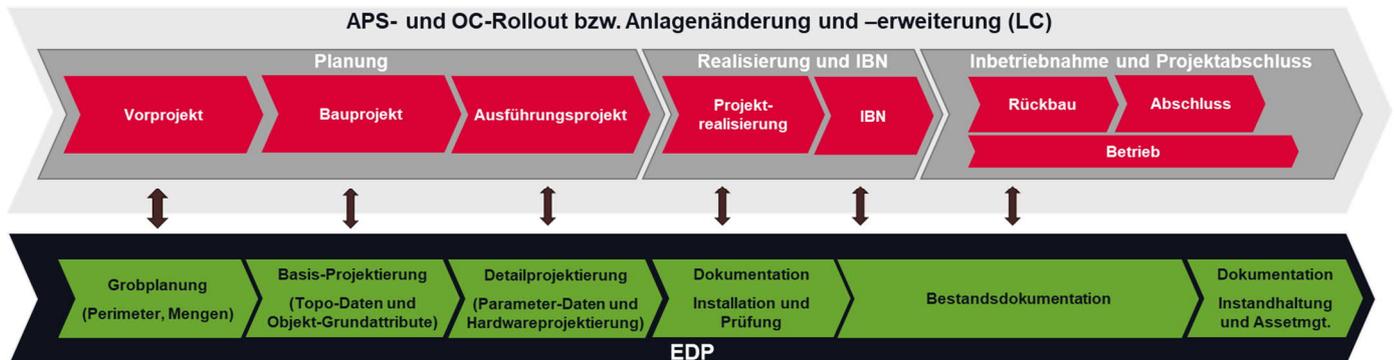


Abbildung 5 Einbindung von EDP am Beispiel des SBB-Geschäftsprozesses - Anlagenbau

EDP unterstützt die Prozesse in der Migrationsphase (APS-Rollout) sowie des Anlagenmanagements (Substanzerhalt und Anlagenerweiterung). Darüber hinaus werden weitere Umsysteme (z.B. SAP, BIM etc.) mit aktuellen (bezogen auf die jeweilige Projektphase) Daten versorgt.

Mit der Einführung von APS/OC werden die Interdependenzen zwischen den Fachbereichen Oberbau/Bautechnologie wesentlich verringert. Somit kann die Einbindung der SA-Projektierung später und auf der für den Oberbau geeignetsten Variante aufsetzen (stabiler Projektauftrag). Die Gründe dafür sind:

- Die heutige Stellwerkslogik besitzt vergleichsweise große Restriktionen (fest projektierte Fahrstrassen, definierte Durchrutschwege, feste Blockteilung, Streckengeschwindigkeit in Abhängigkeit von Vorsignaldistanzen), welche unmittelbare Auswirkungen auf die signalisierte Geschwindigkeit und damit auf die Kapazität haben. APS mit seiner geometrischen Sicherheitslogik errechnet die Risikopuffer (keine festen Durchrutschwege notwendig) und die zulässige Geschwindigkeit je Zugreihe (Train Category) für jede Position auf dem Gleisnetz. Die aus Sicht des Oberbaus und der Betriebsplanung optimale Gleisnetzkonfiguration kann von APS verarbeitet werden, ohne dass es Interdependenzen gibt.
- Änderungen in der Topologie (z.B. Verschieben von Weichenlagen) nach dem Start der Projektierung können auf Grund des hohen Automatisierungsgrades leichter verarbeitet werden.
- Bei dichten und komplexen Gleistopografien verursacht heute die regelkonforme Aufstellung von Aussensignalen hohe Aufwendungen (z.B. durch Planung und Montage von Signalbrücken). Diese Aufwände, die zum Teil mit Bauzeitverlängerungen verbunden sind, entfallen bei smartrail 4.0.

Im Einzelnen unterstützt EDP die heute gültigen Projektphasen (siehe Abbildung 5), wie folgt:

Projektphase	Input für EDP	Hauptaktivität in EDP (siehe auch 4.5 bis 5)	Output EDP
Grobplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Projektauftrag • Geplante und bestehende Gleisnetzdaten der Infrastruktur Öko-Systeme (z.B. DfA/TopoRail, iTOP) • Projekt-Perimeter 	<ul style="list-style-type: none"> • Import des Soll-Gleisnetzes der geplanten Bauphasen • Erzeugen eines Mengengerüstes (Aussenanlage AA, OC-Bedarf) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengengerüst (AA, OC-Bedarf) • Artefakte (Übersichtpläne)
Bauprojekt	<ul style="list-style-type: none"> • EDP-Daten aus Vorplanung • Im Rollout: Von Topo4 erfasste und verifizierte TOPO-Daten • Projektierungsregeln 	<ul style="list-style-type: none"> • Projektierung der Topologie • Funktionale Projektierung der AA 	<ul style="list-style-type: none"> • Geprüfte Projektierungsdaten • Eingangsdaten für Hardwareprojektierung /Materialisierung (in EDP-Connect) • Genehmigungs-Dossier falls notwendig (z.B.: in der Schweiz das PGV)

Projektphase	Input für EDP	Hauptaktivität in EDP (siehe auch 4.5 bis 5)	Output EDP
	<ul style="list-style-type: none"> • Angaben aus anderen Fachbereichen • Betriebliche Vorgaben 	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützen Validierung (Quality Gate 1 - Topologie) • Versionierung 	
Ausführungsprojekt	<ul style="list-style-type: none"> • EDP-Daten aus Bauprojekt • Gebäudedaten für OC-Installation 	<ul style="list-style-type: none"> • Projektierung OC (Hardware, Parameter-Daten) • Artefakte für Anlagenmontage erstellen • Vollständige Prüfung der Projektierungsdaten im Zusammenwirken mit Topo4 	<ul style="list-style-type: none"> • Validierte Projektierungsdaten (über Topo4) • Bestellunterlagen Hardware • Montageunterlagen
Projektrealisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Anfragen von der Projektleitung und der Montage 	<ul style="list-style-type: none"> • Bereitstellen von Artefakten • Notwendige Korrekturen von Projektierungsdaten • Montagebetreuung 	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützungsleistungen • Korrigierte, validierte Projektierungsdaten (bei Bedarf) • Montageunterlagen • IBN-Dossier mit den relevanten Projektierungsdaten
Inbetriebnahme	Inputs kommen über Topo4: <ul style="list-style-type: none"> • Protokolle der validierten Montage der AA • Korrekturen von Einbauorten Sonstige Inputs: <ul style="list-style-type: none"> • Korrekturen aus Tests 	<ul style="list-style-type: none"> • Notwendige Korrekturen • Finale Prüfung der korrigierten Projektierungsdaten im Zusammenwirken mit Topo4 	<ul style="list-style-type: none"> • Validierte Projektierungsdaten (über Topo4)
Rückbau	<ul style="list-style-type: none"> • Revidierte Montageunterlagen 	<ul style="list-style-type: none"> • Einpflegen und Prüfen der Montageeinbesserungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Revidierte und validierte Bestandsdaten • Übergabe an Assetmanagement-System (z.B. SAP, BIM)
Projektabschluss	<ul style="list-style-type: none"> • Revidierte und validierte Bestandsdaten 	<ul style="list-style-type: none"> • Erzeugen der Anlagendokumentation • Archivierung der Daten 	<ul style="list-style-type: none"> • Anlagendokumentation

Tabelle 1: EDP-Unterstützung in den Projektphasen (am Beispiel SBB)

Die geometrische Sicherheitslogik muss immer das aktuelle Abbild der Topologie kennen. Somit sind auch die provisorischen Bauzustände (bspw. eine Übergangs-Bauphase) und Bauobjekte (bspw. eine Bauweiche) für die auf die Abnehmersysteme zu verteilenden Konfigurationsdaten (inkl. Projektierungsdaten der Topologie und Parameterdaten der HW) relevant, sofern dieser Streckenabschnitt durch APS überwacht wird. Die provisorischen Bauzustände/-elemente werden in der Regel als Bestandteil eines (Gross-)Projektes gehandhabt.

4.3 Akteure und Rollen

EDP deckt den gesamten Projektierungsprozess für die Einführung und den Lebenszyklus eines APS-Segments ab. Dies bedeutet, dass EDP bzw. Topo4 die „Masterdatenhaltung“ für den jeweiligen APS-Bereich übernehmen kann.

Folgende Nutzer sind vorgesehen:

Ingenieur/Projektleiter: Der Ingenieur als Akteur kann verschiedene Rollen im SR40 Umfeld repräsentieren und muss für alle Projektierungstätigkeiten toolseitig unterstützt werden. Im Rahmen des Projektmanagements unterstützt EDP eine Versionierung der geplanten Bauphase samt dazugehöriger Objekte, das Anlagenmanagement und die Inventarisierung über die Schnittstellen zu SAP und BIM.

Prüfer: EDP stellt dem Prüfer alle prüfungsrelevanten Daten in den einzelnen Prüfschritten (Quality Gates) zur Verfügung. Die Übergabe der Daten soll grundsätzlich in digitaler Form ermöglicht werden und nur im Ausnahmefall über ausgegebene Artefakte erfolgen.

Sicherheits-/Aufsichtsbehörde: EDP stellt der Behörde alle prüfungsrelevanten Daten für das Genehmigungsverfahren zur Verfügung. Die Übergabe der Daten soll grundsätzlich in digitaler Form ermöglicht werden und nur im Ausnahmefall über ausgegebene Artefakte erfolgen.

Monteur und Instandhalter: Der Monteur und Instandhalter kann alle relevanten Pläne und Daten aus EDP beziehen. Hierzu kann z.B. die Ausgabe von Artefakten, wie dem Kabelplan, oder ein Input für den Eingriffsantrag gehören. Diese werden in EDP generiert.

Für weitere Nutzer während des Betriebs und zu jedem Zeitpunkt des Lebenszyklus wird jederzeit ein Zugriff auf die versionierten und/oder archivierten Projektierungsdaten der Anlage ermöglicht, bspw. Leserechte, Datenauszug in Form eines Artefakts.

4.4 Projektierungsschritte

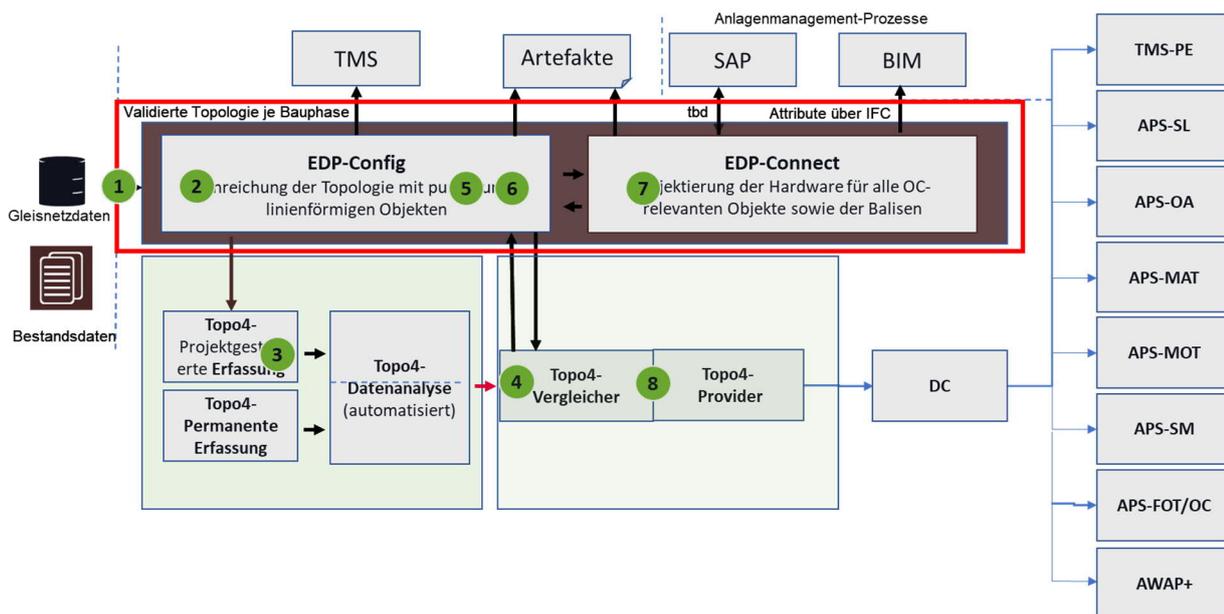


Abbildung 6: Darstellung der Projektierungsschritte in Bezug auf die EDP/Topo4-Architektur

Im Folgenden sind die groben Projektierungsschritte/Datenflüsse beschrieben (gemäss Abbildung 6):

- 1) Import der Bestandsdaten (Rollout von SR4.0) bzw. der geplanten Topologie-Änderungen (regulärer Betrieb) aus Infrastruktur-Datenbanken (bspw. bei der SBB: DfA/UNO, iTOP), in der die Daten der Trassierungs- und Oberbauplanung persistiert werden.
Es handelt sich hierbei um topologische Daten bzw. Objektdaten. Ein Adapter (aktuell BNT-Adapter) wandelt die topologischen Daten aus dem Bestand in ein SR40-Topologiemodell (Knoten-Kanten-Modell) um. An dieser Stelle werden die neuen UUIDs für die Streckenobjekte vergeben.
- 2) Aggregieren der Bestandsdaten
Hier findet eine Anreicherung der Topologischen Daten mit den Objektdaten statt. Damit ergibt sich z.B. ein Bezug zwischen Objekt (Eigenschaft) und Position (Knoten/Kante)
- 3) Bestandsdaten erfassen und analysieren (Schritt nur im Rollout erforderlich)
Die Bestandsdaten werden initial auf Übereinstimmung mit dem existierenden Gleisnetz überprüft. Hierzu wird ein spezielles Erfassungssystem verwendet, welches die erfassten Daten analysiert und aufbereitet (Topo4-Erfassung und -Datenanalyse).
- 4) Differenzen bearbeiten
Die von Topo4 erfassten Daten werden mit den in den Schritten 1 und 2 aggregierten Daten

verglichen und die ermittelten Differenzen in einer Liste ausgegeben. Die Differenzen werden in EDP-Config bearbeitet.

- 5) Projektieren der Daten (Infrastrukturdaten inkl. Topologie und Parameterdaten=Projektierungsdaten als Bestandteil der Konfiguration eines Systems)
Nach der Validierung und etwaigen Korrektur der Bestandsdaten dienen diese als Planungsbasis für den weiteren Projektierungsablauf. Hierbei werden die Eigenschaften (Attribute) der Topologie, der Objekte sowie der Aussenanlageelemente (auch Track Assets, TA) projiziert.
- 6) Ausschreibung und Vergabe der OC-Lieferung und Montage.
Ab diesem Zeitpunkt sind der Hersteller und der Typ des jeweiligen OC festgelegt.
- 7) Erstellung der Hardwareprojektierung in EDP-Connect
In EDP-Connect werden die jeweils zugelassenen, herstellereigenen OC-Komponenten anlagenspezifisch konfiguriert und hardwaremässig projiziert (Schrankbelegung, Verkabelung etc.). Gemäss Kapitel 4.1.2.2 kann dieser Projektierungsschritt mit EDP-Connect auch durch Dritte erfolgen.
- 8) Prüfen und Bereitstellen der Projektierungsdaten
Die von EDP erstellten Projektierungsdaten werden in Topo4 geprüft und die validierten Projektierungsdaten den Umsystemen bereitgestellt.

Der Prüf- und Inbetriebnahme-Prozess wird zu einem späteren Zeitpunkt behandelt.

4.5 Projektierungsinhalte und angestrebter Automatisierungsgrad

4.5.1 Grundsätze der Projektierung

Die Projektierung der SR4.0-Systeme umfasst aus funktionaler Sicht zwei Hauptaspekte:

1. Anreicherung eines Topologiemodells

Das Topologiemodell ist die abstrakte Abbildung des (geografischen) Gleisnetzes in einem Knoten-Kanten-Modell (z.B bei der SBB das BNT-Modell). Es bildet die Basis für die Projektierung (siehe Abbildung 7).

Das Topologiemodell wird mit:

- Infrastrukturobjekten und deren Eigenschaften angereichert,
- im Rahmen eines Bauprojektes erweitert oder angepasst bzw.
- Ausbauten und Ersatz von Infrastrukturobjekten angepasst.

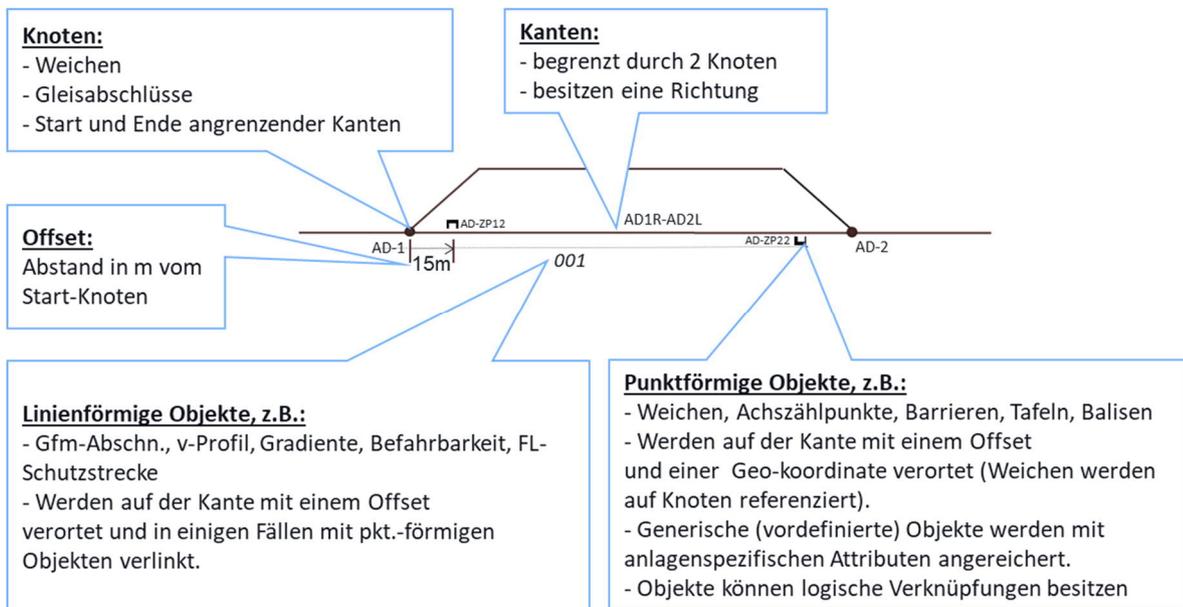


Abbildung 7 Prinzipdarstellung des Topologiemodells

Generell wird unterschieden zwischen:

- Linienförmigen Objekten, wie z.B.:
 - Befahrbarkeit von Weichen, Profilverhalten
 - ETCS-track conditions (wie non-stopping areas, Achslasten, etc.)
 - Fahrleitungs-Schutzstrecken, die für die ETCS-Projektierung relevant sind

und

- Punktförmigen Objekten, wie z.B.:
 - Weichen (Bauform, Anzahl WA, v-Profile)
 - Balisen (Funktions- und Ortungsbalisen)
 - Barrieren
 - Achszählpunkte, Isolierstöße (bei Lokalisierung über Gfm-Abschnitten)
 - Tafeln (Haltetafeln für ATO, ETCS-relevant)

Die Objekte werden auf der Topologie verortet (die Position wird durch einen Offset und einer Ausdehnung auf der jeweiligen Kante beschrieben) und besitzen auch funktionale Abhängigkeiten untereinander. Diese Abhängigkeiten bilden die betrieblichen Anforderungen ab, die nicht in der generischen Anwendung des APS implementiert werden können (z.B. Bildung von Gfm-Abschnitten aus mehreren Sensoren, Schutzobjekte).

In EDP werden die Objekttypen in separaten Layer projiziert (siehe Abbildung 8).

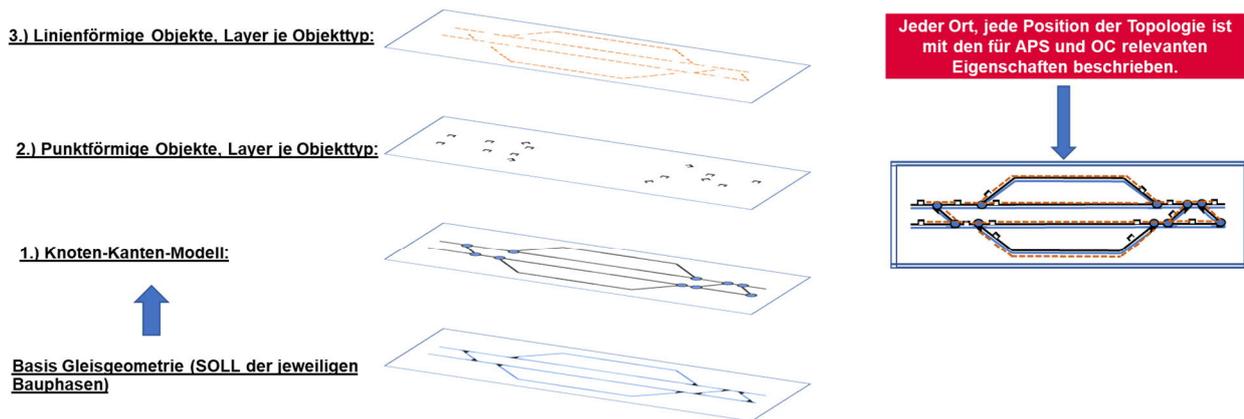


Abbildung 8 EDP Layer-Struktur

2. Hardware-seitige Projektierung

Die **hardware-seitige Projektierung** hat die Parametrisierung der OC sowie die Erstellung der Artefakte, die für die Montage und Inbetriebnahme der OC notwendig sind, zum Schwerpunkt.

Als Eingangsdaten dienen die in EDP-Config projizierten Objekte. Die Objekte besitzen bereits u.a. folgende wesentliche Attribute (Eigenschaften):

- Eindeutige ID (UUID)
- Zuordnung zu einem Betriebspunkt
- Zuordnung zu einem Aussenanlagenelment
- Position/Ausdehnung im Topologiemodell
- Typ von Objekt (z.B. bei dem Objekt Weiche: Bauform, Antriebstyp, Anzahl Prüfer etc.)
- Gültigkeit (Zuordnung zur Bauphase)
- Vorgesehener Lieferant für den OC

EDP verwaltet eine Bibliothek von zugelassenen Komponenten und deren Kompatibilitäten zueinander. Aus diesen Informationen werden u.a. folgende Aspekte projiziert:

- Belegung der OC-Schränke
- Innenraumverkabelung von/zu den Schränken und dem Kabelabschlussgestell
- Strombedarf
- OC-Parametrisierungs-Dateien (OC-Config)
- Belegung der Kabelverteiler in der Aussenanlage
- Kabeltypen

EDP erzeugt aus den projizierten Daten automatisch Artefakte u.a. für die Montage, wie z.B.

- Gleislagepläne
- Schrankbelegungspläne
- Kabelverteilerbelegungspläne
- Strombedarfsberechnungen
- Stücklisten

4.5.2 Prüfung der Projektierungsdaten

Die Toolkette EDP und Topo4 muss u.a. für die sicherheitsrelevanten SR4.0-Systeme geeignete (aktuelle und verlässliche/validierte) Projektierungsdaten zur Verfügung stellen. Die wesentlichen Mittel und Methoden, um dieses Ziel zu erreichen, sind:

- Beginn der Projektierung in EDP auf aktuellen durch Topo4 verifizierten Bestandsdaten
- Ein abgestimmter Projektierungs- und Inbetriebnahme-Prozess
- Die Aufnahme/Erfassung der installierten Aussenanlagen und deren Vergleich gegen die projektierten Daten durch Topo4.
- Automatisierte Prüfung der Daten durch Topo4
- Manuelle Prüfung/Validierung in EDP
- Manuelle Prüfung/Validierung nach Installation der OC und der Aussenanlagenelemente

Das Prinzip der Auswahl der Prüfverfahren ist in der Abbildung 9 dargestellt. Dabei gilt der Grundsatz, dass regelbasierte Projektierungen, die in EDP durchgeführt werden, in Topo4 regelbasiert geprüft werden (diversitär). Die Prüfung der Daten, unabhängig vom gewählten Prüfverfahren, wird in der Tollkette dokumentiert.

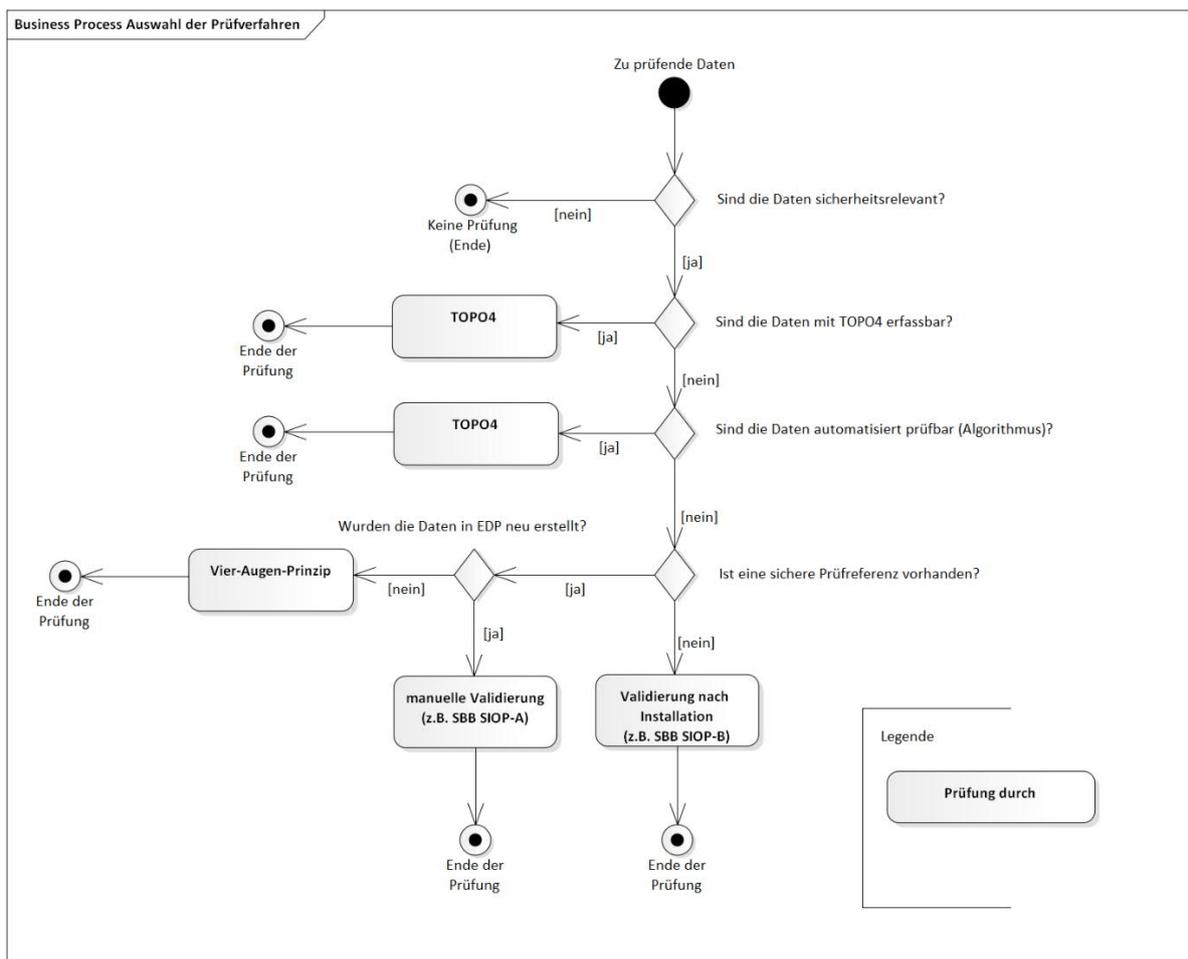


Abbildung 9 Auswahlprinzip der Prüfverfahren

4.5.3 Automatisierungsgrad der Projektierung

Der erreichbare Automatisierungsgrad in EDP hängt u.a. von folgenden Faktoren ab:

- Qualität der Eingangsdaten (Aktualität und Konsistenz über alle Fachbereiche)
- Grad der Berücksichtigung von betrieblichen Anforderungen in der generischen Anwendung des APS (z.B. welche logischen Abhängigkeiten zwischen Objekten werden von APS zur Laufzeit berechnet)
- Zu projektierendes Ausrüstungsszenario (ETCS L2+ oder ETCS L3, mit/ohne Gfm-Abschnitte etc.)

In der Tabelle 2 sind für ausgewählte Projektierungsinhalte die angestrebten Automatisierungsgrade für die geplanten IBN-Etappen

- Erprobungsstrecken, Projektierung 2023
- Einzelstrecken, Projektierung 2025
- Kernnetz, Projektierung 2027

dargestellt. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich im Zeitraum von 2023 bis 2027 folgende Randbedingungen bei der SBB und im Programm SR4.0 weiterentwickeln:

- Die Bestandsdaten werden ab 2025 schrittweise aus der neu implementierten Plattform iTOP (Nachfolger DfA/UNO) bezogen. Für die jeweiligen APS-Segmente können alle relevanten Daten fachbereichsübergreifend bezogen werden (z.B. Fahrleistungsstrecken, Restriktionen der Geschwindigkeiten, etc.)
- Die Lokalisierungstechnologie (GLAT) steht ab 2027 zur Verfügung (Entfall der GFM-Technik).
- Einsatz von ETCS L3.

Lfd. Nr.	Projektierungsschritt bzw. -aktivität	Kurzbeschreibung	Angestrebter Autom.-grad 2023 (Erprobungsstr.)	Angestrebter Autom.-grad 2025 (Einzelstrecken)	Angestrebter Autom.-grad 2027 (Kernnetz)
1	Import/Aggregieren Bestandsdaten	Import der Bestandsdaten (Rollout von SR4.0) bzw. der geplanten Topologie-Änderungen (regulärer Betrieb) aus Infrastruktur-Datenbanken (bspw. bei der SBB: DfA/UNO, iTOP), in der die Daten der Trassierungs- und Oberbauplanung persistiert werden.			
2	Geschwindigkeitsprofile	Geschwindigkeitssegmente, die in der Abfolge ein Geschwindigkeitsprofil bilden (z.B. ähnlich dem RADN bei der SBB). Im Ergebnis wird das Static-Speed-Profile gemäss der ETCS-Spezifikation (ETCS-SSP) in EDP ermittelt.			
3	Gradientenprofile	Das Gradientenprofil wird durch einen Algorithmus aus den Gleisnetzdaten ermittelt.			
4	Befahrbarkeiten	Bei Weichen und Bahnübergängen werden Befahrbarkeitssektionen projektiert (DPS).			
5	Balisenpositionen	Die Balsienpositionen und Attribute (z.B. Verlinkung, Funktionen) werden ermittelt.			
6	OC-Konfiguration	Die Parametrisierungs-daten für die OC, wie z.B. elektrische Anschlussleistung, Zeitverhalten der Aussenanlagenelemente, müssen projektiert werden.			

Tabelle 2 Angestrebter Automatisierungsgrad für ausgewählte Projektierungsinhalte

Legende: Einige Daten können ggf. aus digitalen Bestandsdaten übernommen werden. Für die Projektierung ist Fachwissen und eine manuelle Validierung notwendig.
 Daten können aus digitalen Bestandsdaten übernommen werden. Für die Projektierung ist Fachwissen und eine manuelle Validierung notwendig.
 Die Mehrzahl der Daten können aus digitalen Bestandsdaten übernommen werden. Für die verbleibende Projektierung ist Fachwissen und eine manuelle Validierung notwendig. Ein definierter Teil der Daten wird automatisch geprüft.
 Über 90% aller Daten können aus digitalen Bestandsdaten übernommen werden. Die Projektierung erfolgt regelbasiert und die Daten werden automatisch geprüft.

5 Bewertung des Konzeptes

5.1 Bewertung der Zielerreichung

Die Entwicklung des EDP-Systems (EDP-Config und -Connect) ist auf die Ausrüstungsvarianten, die auf den Erprobungsstrecken und den ersten SR40-Einzelstrecken zur Anwendung kommen, ausgelegt. Das vorliegende Konzept für EDP ist so ausgerichtet, dass u.a. von der Projektierung von bestehenden Technologien (wie ETCS L2 mit Gleisfreimeldeeinrichtungen) für die Funktionalität der geometrischen Sicherheitslogik für die Migrationsphase ausgegangen wird. EDP wurde jedoch soweit offen konzipiert, dass Integration der Projektierung von neuen Technologien (z.B. ETCS L3, genaue Lokalisierung) möglich ist und die damit verbundenen Verbesserungspotenziale ausgeschöpft werden können.

Mit den Aspekten aus dem oben beschriebenen Konzept, wie:

- Durchgängiger digitaler Projektierungsprozess (nach dem initialen Bestandsdatenimport und der Datenverifizierung)
- Regelbasierte Projektierung
- Automatische Artefakt-Erstellung
- Abgestimmter Datenfluss zwischen den SR40-Systemen

sind die o.g. Ziele erreichbar.

Vor dem Hintergrund der heutigen Haltung der Bestandsdaten (bei der SBB DfA und UNO) müssen nach dem Datenimport noch die Daten aus Plänen manuell aggregiert werden. Dies wird erhebliche Aufwendungen nach sich ziehen. Die Ressourcen für die Datenaggregation und -verifizierung müssen rechtzeitig vor dem Rollout bereitgestellt werden.

5.2 Bewertung der Machbarkeit

Das EDP-Konzept umfasst aus funktionaler Sicht zwei Hauptaspekte.

- 1.) Die Anreicherung eines Topologiemodells (Knoten-Kanten-Modell als Ableitung aus topografischen Infrastrukturdaten) mit Objekten und deren Eigenschaften sowie das Setzen logischer Verknüpfungen zwischen den Objekten untereinander und zum Topologiemodell. Erweiterung der bestehenden Topologie im Rahmen eines Bauprojektes, bzw. Ausbauten und Ersatz inklusive der Themen Versionierung und Historisierung (Bitemporalität).
- 2.) Die hardware-seitige Projektierung u.a. der OC-relevanten Objekte aus dem angereicherten Topologiemodell, Balisen

Die Aspekte wurden in gewissen Projekten/Produkten zum Teil bereits bei Bahnen und Herstellern umgesetzt. Beispiele hierfür sind:

- Pro-Sig bei der DB AG: Nach dem Import der Gleisnetzdaten werden die Planunterlagen (wie schematische Übersichtspläne, Signaltabellen etc.) für die nachfolgenden Projektphasen teilweise automatisch generiert.
- Hardware-Projektierung bei einem Hersteller aus der Domäne CCS mit einem Produkt aus dem Bereich der Industrieautomatisierung: Der Hersteller verwendet das Standard-Produkt COMOS für die Projektierung der Stellwerke (Schrankbelegung, Konfigurations-Daten für Stellteile etc.)
- APRO-SAZ bei der SBB: Hier wird die Projektierung der konventionellen Sicherungsanlagen auf Basis der Bestandsdaten des SBB-Systems DfA unterstützt (ohne Bitemporalität). Zwischen APRO-SAZ und EDP gibt es eine Schnittmenge in den Anforderungen an die Projektierung der Aussenanlagenelemente. Wesentliche Unterschiede sind:

- APRO-SAZ nutzt die DfA unmittelbar als Datenbasis (kein Apdapter für verschiedene Importdaten).
- Für die Bedienung ist die bei der SBB verwendete Umgebung von GTech vorgesehen.
- APRO-SAZ ist nicht RCA-kompatibel (z.B. in Bezug auf Topologiemodell, Objektattribute)
- APRO-SAZ auf die SBB-Prozesse abgestimmt

Die Innovation und Herausforderung im Projekt EDP ist es, einen durchgängigen digitalen Projektierungsprozess durch eine einheitliche, modulare Toollandschaft (EDP/Topo4) und zu entwickelnde Automatisierungsalgorithmen zu unterstützen, die sich an der abgestimmten RCA-Systemarchitektur ausrichtet.

6 Offene Punkte

Folgende Punkte sind in den weiteren Projektphasen zu klären:

- Konkrete Anforderungen/Anbindung von/an SAP
- Konkrete Anforderungen/Anbindung von/an BIM
- Nutzung des EDP-Tools durch die Aufsichtsbehörde
- Vollständige Anforderungen der Systeme APS und OC an EDP
- Scope von EDP in Bezug auf die nicht sicherheitsrelevanten SR40-Systeme.
- Projektierungsregeln APS, APS-MAT (ETCS) und OC
- Projektierung der Legacy-Bahnübergangsanlage nach dem Ba8-Standard
- Qualität der digital verfügbaren Bestandsdaten zum Zeitpunkt des Rollouts (z.B. Projektstatus des SBB-Projektes ITOP)
- Dokumentenmanagement in Bezug auf die Artefakte für die Instandhaltung
- Prüfen, inwiefern eine Systemvariante in Frage kommt, wo die Projektierung auf dem „weissen Blatt“ anfängt, sprich mit der Akquisition der Topologie durch Topo4 (ev. relevant für die Infrastrukturbetreiber, die keine bzw. keine verwendbaren Bestandsdaten haben)
- Persistierung der Konfigurationsdaten nach Projektabschluss
- Zulassungsprozess für den generischen Projektierungsprozess
- Scope/Leistungsabgrenzung Bahn/Lieferant

7 Verzeichnisse

7.1 Abkürzungen / Glossar-Referenz

Siehe SR40 Glossar: <https://trace.sbb.ch/polarion/#/project/library/workitems/definition>

7.2 Grafik-Verzeichnis

Abbildung 1: Aktueller Stand des Engineering Data-Flusses (schwarze Linien).....	6
Abbildung 2 Datentypen und -cluster.	7
Abbildung 3 Darstellung der für EDP relevanten SR4.0-Systeme	9
Abbildung 4: Module EDP und Topo4	10
Abbildung 5 Einbindung von EDP am Beispiel des SBB-Geschäftsprozesses - Anlagenbau	12
Abbildung 6: Darstellung der Projektierungsschritte in Bezug auf die EDP/Topo4-Architektur	14
Abbildung 7 Prinzipdarstellung des Topologiemodells	16
Abbildung 8 EDP Layer-Struktur	17
Abbildung 9 Auswahlprinzip der Prüfverfahren	18

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: EDP-Unterstützung in den Projektphasen (am Beispiel SBB)	13
Tabelle 2 Angestrebter Automatisierungsgrad für ausgewählte Projektierungsinhalte	19