

# Grundkonzept

## APS Sicherheitskritische Topologie für sichere Anwendungen – Topo4

Firma:	<b>SBB</b>
Vertraulichkeit:	Intern
Zuletzt geändert:	26.11.2019 08:24
Zuletzt geändert durch:	GRUNDMANN NICOLE (I-SR40-PMO-PLP)
Dokumenten-Status:	Freigegeben
Version:	1.2
Dateiname:	topo4_bcon_grundkonzept.docx

### Abstract

Das Teilprojekt Topo4 versorgt die sicherheitskritischen Anwendungen im Gesamtprogramm SR40 mit verlässlichen Topologiedaten. Topo4 erfasst im Gleisfeld Infrastrukturdaten auf Basis von Punktwolken, die zum Beispiel mittels LiDAR-Technik (Laser Scanning) gewonnen werden. Aus diesen Datengrundlagen werden die relevanten Gleisanlagen extrahiert und bezüglich ihrer Position in der Topologie verortet, wobei hier ein hoher Automatisierungsgrad angestrebt wird um die Betriebskosten zu senken und einen schnellen Rollout zu unterstützen. Die Bestandsdaten und Projektierungsdaten werden gegen diese neu aufgenommenen Daten validiert und so die Datenqualität sichergestellt. Die ermittelten Abweichungen werden EDP zur Korrektur weitergegeben. Für nicht automatisiert erfassbare Daten stellt die Topo4-Validierung sicher, dass nur Daten für die Abnehmersysteme bereitgestellt werden, welche die Regel- und die SIOP-Prüfungen durchlaufen haben. Mit der Bereitstellung der Datenpakete, welche den Anforderungen der Abnehmersysteme genügen, kommt der Topo4-Prozess zum Abschluss.

## 1. Änderungsnachweise

Version	Datum	Autor	Änderungshinweise
0.1	25.06.19	Nicole Grundmann	Dokumenterstellung
0.2	11.07.19	Nicole Grundmann	Gesamtüberarbeitung
1.0	15.07.19	Nicole Grundmann	Einarbeitung der Kommentare
1.2	12.11.19	Nicole Grundmann	Kommentare aus formalen STASS Review eingearbeitet

## 2. Verarbeitete Reviews

Reviewer	Datum	Link Review-Bericht / Verifikationsbericht	Verarbeitung abgeschlossen am/vom
Benedikt Wenzel	26.06.2019	Kommentare	11.07.2019/Nicole Grundmann
Benedikt Wenzel	14.07.2019	Kommentare	15.07.2019/Nicole Grundmann
Steffen Schmidt	08.10.2019	Kommentare	09.10.2019/Nicole Grundmann
Reto Germann, Urs Flückiger, Daniel Schnetzer, Matthias Steinmann, Stefan Feuz	07.11.2019	<a href="#">Formales Review</a>	07.11.2019/Nicole Grundmann

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.
1.0	15.07.2019	Nicole Grundmann	Nicole Grundmann
1.1	09.10.2019	Nicole Grundmann	Nicole Grundmann
1.2	12.11.19	Nicole Grundmann	Nicole Grundmann



## Inhalt

1. Änderungsnachweise	2
2. Verarbeitete Reviews	2
3. Freigegeben durch Autor, (Verifizierer), Projektleiter	2
1 Zusammenfassung	5
2 Ausgangslage und Aufgabenstellung	5
3 Ziele und Akzeptanzkriterien	5
4 Ableitung des Konzeptes	6
5 Bewertung des Konzeptes (mit Alternativen)	11
5.1 Bewertung der Zielerreichung	11
5.2 Bewertung der Machbarkeit	12
5.3 Bewertung der Wirtschaftlichkeit	12
6 Offene Punkte	13
4. Verzeichnisse	13
4.1. Glossar / Glossar-Referenz	13
4.2. Grafik-Verzeichnis	13
4.3. Tabellenverzeichnis	13
4.4. Quellen / Referenzen	13

## 1 Zusammenfassung

Mit der Topo4-Toolkette soll eine aktuelle und verlässliche Topologie des Gleisnetzes, welche die relevanten Infrastrukturelemente enthält, erstellt werden. Ausserdem stellt Topo4 die OC-Konfigurationsdaten, welche in EDP (Engineering and Data Preparation) projektiert werden zur Verteilung bereit. Mit der Aufnahme von Punktwolken (z. B. mittels LiDAR oder photogrammetrischen Methoden) des Gleisnetzes und der dazu gehörenden Infrastruktur-Objekten schafft Topo4 die Datengrundlage für die Erfassung der sicht- und kategorisierbaren Bahn-Infrastruktur. Gegen diese so erfassten, aktuellen Daten, können die Bestandsdaten, welche von EDP als Projektierungsgrundlage verwendet werden, getestet und angepasst (durch EDP) werden. Darüber hinaus wird das Verfahren für die Abnahme der finalen Projektierung (und ggf. Zwischenschritte) angewandt. Topo4 stellt sicher, dass nur geprüfte Daten zur Verteilung bereitgestellt werden. Die Prüfungen sind:

- der Vergleich gegen aktuellste Aufnahmen, welcher durch Topo4 selbst vorgenommen wird (Projektierung vs. Realität)
- (Automatisierter) Vergleich gegen die Projektierungsregeln (z. B. für Abstände der Balisengruppen) sowie die
- restliche, minimale Prüfungen (SBB: SIOP) im Projektierungs- und Bauprozess (z. B. für Geschwindigkeiten)

Die Abnehmersysteme stellen an Topo4 ihre Anforderungen für die Bereitstellung der Datenpakete. Die Verteilung der Datenpakete wird von DCM vorgenommen.

## 2 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Die Erfassung, Prüfung und Nachführung von Topologiedaten ist heute ein sehr aufwendiger Prozess für die ETCS Level 2 Projekte, da dieses auf manuellen Prozessen beruht. Topo4 soll aktuelle und ausreichend verlässliche Topo4 Daten für SR40 erheben, prüfen und bereitstellen. Auch heute werden in verschiedenen Bereichen der SBB Topologiedaten erfasst und gepflegt. Die Prozesse hinter der Erhebung dieser Daten verhindern jedoch, dass sie zeitnah und in der nötigen Qualität zur Verfügung gestellt werden können. Gerade die Bereitstellung von aktuellsten Topologiedaten ist jedoch für die mit smartrail 4.0 angestrebte um den Faktor 10 verkürzte Rolloutzeit eines der zentralen Ziele von Topo4. Da bei den Partnerbahnen unterschiedliche Ausgangslagen in Bezug auf vorhandene Daten, (Projektierungs-)Tools und Prozesse vorliegen, müssen mit ihnen individuell Einsatzmöglichkeiten der PREP-Toolkette erarbeitet werden.

## 3 Ziele und Akzeptanzkriterien

Die stets aktuellen und verlässlichen Infrastruktur-Daten welche Topo4 erhebt, sind für effiziente Projektierungsprozesse, die durch das Projekt EDP (Engineering and Data Preparation) realisiert werden sollen, eine Grundlage. Topo4 stellt sicher, dass die als Planungsgrundlagen verwendeten Daten auch der tatsächlichen Infrastruktur im Bereich des Projektierungsperimeters entsprechen. Wird auf einer ungenügenden Datengrundlage projektiert, hat dies erhebliche Kosten und Verzögerungen zur Folge. Dies trifft sowohl auf die Rollout-Phase als auch auf sämtliche Anpassungen nach dem Rollout zu.

Topo4 strebt einen hohen Automatisierungsgrad bei der Erfassung und Anpassung der Daten im sichtbaren Infrastrukturbereich an. Dadurch wird sichergestellt, dass die Datenerfassung effizient durchgeführt werden kann. Dies unterstützt auch den schnellen Rollout. Durch den Ansatz der wirtschaftlich und technisch sinnvollen Automatisierung mit einer hinreichenden Verlässlichkeit trägt

Topo4 zu einer erheblichen Reduktion des Einflusses menschlicher Fehler und Prozesse bei und ermöglicht eine schnelle Verarbeitung von relevanten Topologieänderungen für deren Berücksichtigung in der Überwachung in APS und den anderen Umsystemen.

Aktuelle, verlässliche Topologiedaten stiften allen Beteiligten einen grossen Nutzen, z. B. für bereits existierende ETCS Implementierungen. Können die Prozesse so angepasst werden, dass die Aktualität garantiert werden kann und wird gleichzeitig die Korrektheit sichergestellt, können heutige Schwachstellen und der hohe Aufwand auch unabhängig von smartrail 4.0 entschärft werden. Damit werden die Topologiedaten in ihrem vollen Umfang und zum Nutzen aller in Wert gesetzt.

Innerhalb von smartrail 4.0 wird die Topologie die genaue Ortung (Projekt GLAT, streckenseitiges System MOT) massgeblich unterstützen. Das Ergebnis von Topo4 dient somit als weiterer Sensor und gleichzeitig der Übersetzung zwischen absoluter Ortungsposition und der Position in der Topologie. Weitere Stakeholder, die von aktuellen Topo4 Daten profitieren, sind TMS-PE (Plan Execution) und TMS-PAS (Lenkung). Indirekt profitiert auch OC, indem EDP mit korrekten, aktuellen Daten arbeitet und die OC Ausrüstung zielgerichtet projiziert sowie eine Verknüpfung mit APS möglich wird (APS-(F)OT).

Die Ziele des Projektes Topo4 sind erreicht wenn:

- Der Erfassungsaufwand und den Einsatz optimierter Erfassungsmethoden sich durch die Implementierung der wirtschaftlich sinnvollen Automatisierungsschritte verringert hat.
- Die Prüfungen in mindestens der heutigen Qualität entsprechend sichergestellt werden.
- Der Prüfaufwand sich auf ein wirtschaftlich sinnvolles Minimum reduziert, d. h. alle gewinnbringend automatisierbaren Schritte gegangen wurden.
- Im Life Cycle – im Rollout, im Projekt, im Betrieb – keine Risiken bestehen durch inaktuelle Topologiedaten.
- Die von den SR40-Produktivsystemen benötigten Datenpakete in den gewünschten Zusammenstellungen bereitgestellt werden.

## 4 Konzept

### 4.1 Definitionen

#### 4.1.1 Daten in Topo4

Die in Topo4 erfassten und / oder von EDP erhaltenen, geprüften und bereitgestellten Daten werden als *Validated Engineering Data (VED)* bezeichnet. Sie setzen sich zusammen aus *Configuration* und *TOPO* (Abbildung 1). *Configuration* bezeichnet Daten, welche nicht an die Topologie gebunden sind und zur Vervollständigung der Projektierungsdaten erforderlich sind, wie z. B. Stellstrom eines Weichenmotors im OC. *TOPO* umfasst topologische und topografische Informationen des Gleisnetzes. Sie werden im Knoten-Kanten-Modell abgebildet und enthalten mittels sog. Gleispunkte

auch den Gleisverlauf (Radien, Gradienten, Überhöhung), das Geschwindigkeitsprofil sowie weitere Streckeneigenschaften.

Grundsätzlich bildet TOPO das Gleisnetz und die zugehörigen, darauf referenzierten Infrastrukturobjekte ab. Merkmale wie die Spurmittellinie, der Gradient, der Radius, die Schienenüberhöhung und die erlaubten Maximalgeschwindigkeiten werden den Gleisen zugewiesen.

#### 4.1.2 Prüfung in Topo4

Die unterschiedlichen Daten erfahren entweder durch EDP oder durch Topo4 verschiedene Prüfungen. Diese werden in Topo4 entweder ausgeführt, z. B. der Datenvergleich des Gleisnetzes oder die Prüfung der Einhaltung der Projektierungsregeln, oder bestätigt, wenn die Prüfung nicht in Topo4 durchgeführt wurde, z. B. papierbasierte SIOP-Prüfungen.

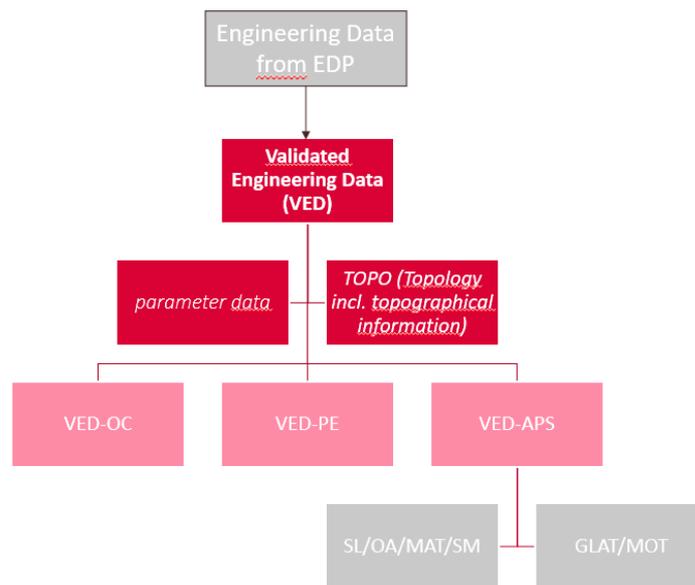


Abbildung 1: Datenbezeichnungen in Topo4

## 4.2 Annahmen

- Sicherheitsrelevante Daten:  
Topo4 stellt in erster Linie sicherheitsrelevante Daten zur Verfügung. Synergien mit nicht sicherheitsrelevanten Systemen sind denkbar und können fachlich Sinn ergeben.
- Keine Messung ohne Toleranz:  
Topo4 führt keine Messung ohne Toleranz aus. Die Genauigkeitsanforderungen, welche die Produktivsysteme an die Daten stellen, werden unter Berücksichtigung von Sicherheit, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit bestimmt.
- Sicherstellung der Einhaltung der definierten Prozesse:  
Die SR40 Data Governance stellt sicher, dass die definierten Prozesse im Bereich der Erfassung und Prüfung eingehalten werden.
- Aktivierung durch EDP:  
Die Topo4-Toolkette wird durch EDP aktiviert. EDP gibt Anweisung zu den zu erfassenden, zu prüfenden und bereitzustellenden Streckenabschnitten. Werden in der Prüfung nicht

tolerierbare Abweichungen festgestellt, erhält EDP eine Rückmeldung mit Anweisung zur Korrektur.

- Prüfungen ausserhalb Topo4:  
Nicht alle Prüfungen können von Topo4 durchgeführt werden (bei der SBB: SIOP). Hier werden weiterhin die bereits heute existierenden, zugelassenen Prüfprozesse angewendet. Topo4 stellt in diesen Fällen lediglich sicher, dass diese Prozesse für die zu validierenden Daten stattgefunden haben.
- Datenverteilung:  
Die Datenverteilung wird von dem System DC (Device and Configuration Management) übernommen, Topo4 selbst nimmt keine Verteilung von Daten vor (Detaildatenfluss noch in Klärung).
- Gleisnetzdaten:  
Die vorliegenden Gleisnetzdaten sollen in Wert gesetzt und über EDP bezogen werden. Sie werden von Topo4 mit den erfassten Daten verglichen und so ihre Aktualität sichergestellt. In jedem Fall sollen die verfügbaren Korrekturpunkte (Control Points) auf diesem Weg bezogen und für die Messung genutzt werden können.

### 4.3 Topo4-Module

Eine Toolkette, bestehend aus den Tools Datenerhebung, Datenprüfung und Datenbereitstellung soll für die Erfüllung der genannten Aufgaben entwickelt werden. Hierzu gehören auch prozesuale Abstimmungen mit EDP und P&A, insbesondere für die neu aufgesetzten Prüfprozesse und die Verankerung von Topo4 in den Projektierungs- und Bauprozessen.

Die Toolkette Topo4 soll aus folgenden Modulen bestehen (Abbildung 2, rot umrandet):

- Topo4-Erfassung 1
- Topo4-Datenanalyse 2
- Topo4-Vergleicher 3
- Topo4-Provider 4

Informationen und Daten aus verschiedenen Quellen weisen unterschiedliche Durchlaufwege durch die Topo4-Teilsysteme auf. Nur die Validierung und Bereitstellung wird von allen Daten durchlaufen.

#### 4.3.1 Topo4-Erfassung

Das Modul Topo4-Erfassung besteht aus zwei Teilen. Die projektgesteuerte Erfassung besteht aus Hard- und Software für die Aufnahme von Punktwolke Daten durch Befahrung, Begehung oder Befliegung. Die Aufnahmesensoren (Laser Scanner, Kameras und evt. weitere) werden ergänzt mit Positionierungsausrüstungen (Inertial-Navigationssysteme mit GNSS- und Odometrieunterstützung). Die permanente Erfassung dient dem Datenunterhalt nach Abschluss des Projekts und in allen

Bereichen (Erprobungsstrecken, isolierte Einzelsegmente, Kernnetz), in welchen bereits Erfassungen gemacht wurden.

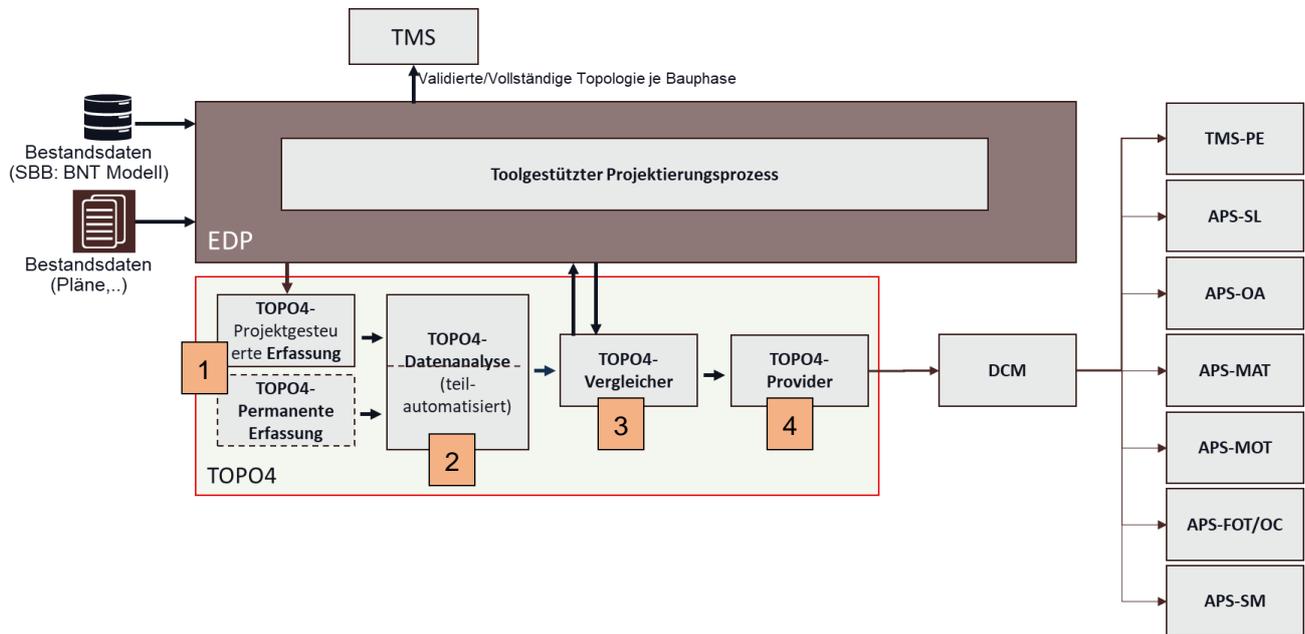


Abbildung 2: Die Topo4-Module im Zusammenspiel mit Bestandsdaten, EDP, DCM und Produktivsystemen

Da Topo4 selbst nur die sichtbaren Objekte sicher erfassen kann, werden weitere Objekte wie auch Eigenschaften auf anderen Datengrundlagen und mit weiteren Methoden erzeugt und geprüft (siehe Kapitel 4.3.3) werden. Dies kann auch ausserhalb von Topo4, bzw. SR40 geschehen.

#### 4.3.2 Modul Topo4-Datenanalyse

Das Modul Topo4-Datenanalyse wird die sichtbaren und identifizier- und klassifizierbaren Infrastrukturobjekte aus den aufgenommenen Punktwolke Daten identifizieren und klassifizieren (z .B. Balise, Weichen). So wird einerseits das Knoten-Kanten-Modell erstellt. Andererseits sollen weitere Objekte durch Interpretation der Punktwolke Daten auf dem Knoten-Kanten-Modell referenziert werden. Diese automatische Gleis- und Objekterkennung soll manuellen Erfassungsaufwand und die damit einhergehende Fehleranfälligkeit reduzieren.

#### 4.3.3 Modul Topo4-Vergleicher

Das Modul Topo4-Vergleicher gleicht erfasste Daten mit den Projektierungsdaten aus EDP ab und veranlasst EDP Anpassungen an den Projektierungsdaten (oder der Montage) vorzunehmen. Ausserdem prüft das Modul, ob alle restlichen Prüfungen, welche ausserhalb des Topo4-Vergleichs stattfinden (z. B. bei SBB: SIOP), durchgeführt wurden, sodass keine ungeprüften sicherheitsrelevanten Daten zu den sicherheitsrelevanten Systemen gelangt.

Der Vergleich der Bestandsdaten und der durch Topo4 erfassten Daten soll über eine Verknüpfung der erfassbaren Merkmale geschehen. Der Vergleich generiert als Output die relevanten Differenzen,

inkl. Regelverletzungen, und sendet Feedback an EDP, wo es analysiert, beurteilt und dann die Korrekturen vorgenommen werden sollen.

#### 4.3.4 Modul Topo4-Provider

Das Modul Topo4-Provider stellt die Datenpakete den SR40-Produktivsystemen in den geforderten Zusammenstellungen bereit. Dabei ist die Sicherstellung der Datenintegrität von zentraler Bedeutung. Sie werden von DCM abgeholt und an die Abnehmersysteme verteilt.

### 4.4 Anwendungsfälle

#### 4.4.1 Aktualisierung der Bestandsdaten

Mit dem Start eines Projektes wird Topo4 den durch EDP zu projektierenden Streckenabschnitt erfassen und die Bestandsdaten durch den Vergleich und die folgende Anpassung aktualisieren.

#### 4.4.2 Validierung bei Projektende

Bei der Abnahme, bzw. Inbetriebnahme als letzter Schritt einer Projektierung validiert Topo4 die projektierten Infrastruktur-Daten erneut, indem eine Erfassung vor Ort stattfindet (Punktwolke, siehe Kapitel 4.3.1). Es ist denkbar, dass nicht exakt so gebaut wie projektiert wurde, es gibt Toleranzen und Freiheitsgrade für die Montage. Ist eine Befahrung nicht in nützlicher Frist möglich, sollen für die Validierung der Topologie vor Ort Möglichkeiten gefunden werden. Dies kann beispielsweise durch eine visuelle Prüfung mit Freigabe der Daten erfolgen.

#### 4.4.3 Bereitstellung validierte Projektierungsdaten

Sämtliche sicherheitsrelevanten SR40-Systeme sind auf verlässliche Projektierungsdaten angewiesen. Topo4 stellt sicher, dass diese in der gewünschten Zusammenstellung für sie bereitgestellt und die Datenintegrität gewährleistet ist.

Topo4 soll die sicherheitsrelevanten Infrastruktur-Objekte erfassen. Ob ein Objekt sicherheitsrelevant ist wird aus der PHA (preliminary hazard analysis) bzw. Risikoanalyse in Zusammenarbeit mit den Abnehmersystemen ersichtlich. Topo4 stellt die Klassifizierung von erkennbaren Objekten (z. B. Signale, Balisen, Weichentyp etc.) in Objekttypen sicher. Die sicherheitsrelevanten Positionsinformationen (Koordinaten und Distanz) werden von Topo4 erhoben. Sicherheitsrelevante Attribute, die von Topo4 nicht erfasst werden können, sollen im Rahmen der bereits heute existierenden Prüf-Prozesse ausserhalb von Topo4 bewertet werden. Die SR40 Data Governance Prozesse dienen dabei als weiteres Instrument, um die Einhaltung der definierten Prozesse und Datenflüsse im Betrieb zu überwachen.

Änderungen in der Topologie werden von EDP im Rahmen des EDP-Prozesses angestossen. Der Synchronisations-Prozess zwischen EDP und Topo4 stellt sicher, dass keine Änderungen unbemerkt

bleiben. Der Aktualisierungsprozesse der Topologie und der sicherheitsrelevanten Objekte kann auch von der Instandhaltung ausgelöst werden.

Topo4 berücksichtigt keine ausserordentlichen Umwelt-Ereignisse mit Auswirkung auf das Bahnnetz. Absichtlich herbeigeführte Schäden an der Infrastruktur liegen ebenfalls ausserhalb des Topo4-Scopes.

## 5 Bewertung des Konzeptes (mit Alternativen)

### 5.1 Bewertung der Zielerreichung

Die automatisierte Erfassung der Infrastrukturdaten wird in vier Schritten optimiert. Im Projekt werden vier Levels unterschieden. Sie ermöglichen es, Zwischenziele zu erreichen und so den Nutzen von Topo4 kontinuierlich zu steigern. Die ersten beiden Levels weisen noch einen tiefen Automatisierungsgrad auf. Mit jedem Level nimmt der Automatisierungsgrad zu.

#### Level 1:

Initiale Erfassung der Infrastruktur als Basis für Bestandsdatenprüfung sowie Training und Qualifikation der Algorithmen (Objekterkennung und Prüfalgorithmen) von Topo4. Training und Qualifikation sollen im Shadow Mode während des laufenden Betriebes laufen. Der manuelle Aufwand für dieses erste Level wird hoch eingeschätzt.

#### Level 2:

Wiederholte Aufnahmen der Infrastruktur für die Feststellung von Veränderungen um die Datenqualität zu erhöhen. Sie dienen ebenfalls der Datenversorgung für das Engineering durch EDP während des Rollouts und der Migration. Nach wie vor werden hohe manuelle Aufwände anfallen.

#### Level 3:

Wiederholte Infrastruktur-Aufnahmen von Abschnitten um die Datenqualität durch Erhöhung der automatischen Objekterkennungsrate weiter zu verbessern und damit die sicherheitskritischen SR40-Anwendungen zu versorgen. Die manuellen Aufwände reduzieren sich und ein immer grösserer Teil der Informationen wird automatisch analysiert (Datenanalyse). Manuelle Aufwände fallen immer noch an, jedoch in reduziertem Ausmass.

#### Level 4:

Kontinuierliche Aufnahme der Infrastruktur-Daten mit maximaler Automatisierungsrate. Die TOPO Daten stehen aktuell und mit der von den sicherheitskritischen Abnehmer-Systemen geforderten Qualität zur Verfügung. Level 4 wird als optional eingestuft.

Topo4 sieht sich einigen Herausforderungen gegenüber. Der Automatisierungsgrad soll so hoch wie möglich und sinnvoll sein. Der Schritt von Level 3 zu Level 4 zeigt auf, dass es im Verlauf der Arbeit eine wiederkehrende Beurteilung braucht, die aufzeigt, welcher Aufwand für ein weiteres Vorantreiben des Automatisierungsgrades noch sinnvoll ist. Weiter wird Topo4 sich mit den bestehenden Prozessen im Bereich der Topologie auseinandersetzen. Zum jetzigen Zeitpunkt (November 2019) ist nicht klar, wie die Versorgung von SR40 bezüglich Topologiedaten von ausserhalb des Programms

aussehen wird und ob Datenrückflüsse in Bestandsysteme stattfinden sollen. Abklärungen hierzu sind am Laufen.

## 5.2 Bewertung der Machbarkeit

Eine Marktanalyse hat gezeigt, dass das Angebot an Hardware für die Datenaufnahme breit ist und die angestrebten Aufnahme-Kriterien erfüllt werden können. Die relevanten Entwicklungen für Topo4 müssen im Bereich der Interpretation der Messdaten stattfinden.

Der angestrebte hohe Automatisierungsgrad setzt voraus, dass die tatsächliche Verbesserung der Erkennungsrate den hohen Aufwand für Training und Qualifizierung rechtfertigt. Es wurde ein PoC zur automatisierten Analyse der Messdaten durchgeführt. Die generell Machbarkeit und der Nutzen dieser Entwicklung konnte für die relevanten Aspekte gezeigt werden.

Um die von den Abnehmer-Systemen geforderte Datenqualität in den Bereichen Verlässlichkeit und Verfügbarkeit sicherstellen zu können, sind Veränderungen der Prozesse nötig. Sie werden Auswirkungen im Betrieb mit sich bringen, deren Einführung es zu begleiten gilt.

Die Zulassungsfähigkeit des toolgestützten Prozesses für die erfassbaren Infrastruktur-Daten soll durch ein stufenweises Vorgehen gesichert werden.

## 5.3 Bewertung der Wirtschaftlichkeit

Der Wert der Topo4 Daten wird durch die schrittweise Zulassung und eine breite Nutzergruppe gesteigert.

Mit dem angestrebten hohen Automatisierungsgrad sollen die Betriebskosten gesenkt werden.

Durch die Optimierung der Prozesse im Bereich der Datenerfassung und Prüfungen sollen Effizienzsteigerungen gemeinsam mit EDP über den gesamten Projektierungsprozess erreicht werden. Das System soll so schlank wie möglich gehalten werden und sich auf die Kernaufgabe konzentrieren: Das Bereitstellen der benötigten sicherheitsrelevanten Daten für die sicherheitsrelevanten SR40-Systeme.

Im Ergebnis können den erwarteten Kosten durch Topo4 mehrere positive Effekte sowohl quantitativer als auch qualitativer Art gegenübergestellt werden. Insgesamt lassen sich mit Topo4 die

entscheidenden Beiträge für einen schnellen Rollout und den Betrieb der sicherheitsrelevanten Systeme aus der smart rail 4.0 Architektur wirtschaftlich sinnvoll mit Topo4 realisieren.

## 6 Offene Punkte

Zum heutigen Zeitpunkt gibt es noch folgende offene Punkte (Liste nicht abschliessend):

- Die Positionierung in Tunnels und auf Abschnitten, die schlechten Satellitenempfang aufweisen sind auf die verfügbaren Kontrollpunkte angewiesen für eine Korrektur der Messungen. Weitere Untersuchungen zu dieser Thematik sind angedacht.
- Objektkatalog mit Attributen vertiefen (Ausschreibungsreife).
- Eine Übersicht zum (Topologie-)Datenfluss in SR40 ist von Seiten der Architektur in Zusammenarbeit mit den Projekten angedacht
- Versorgung mit Infrastrukturdaten aus den Bestandsystemen
- Datenfluss EDP – Topo4 vertiefen
- Einbettung in die Data Governance SR40
- Anforderungen Partnerbahnen und mögliche Auswirkungen auf ihre Prozesse

## 7 Verzeichnisse

### 7.1 Glossar / Glossar-Referenz

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

### 7.2 Grafik-Verzeichnis

Abbildung 1: Datenbezeichnungen in Topo4	7
Abbildung 2: Die Topo4-Module im Zusammenspiel mit Bestandsdaten, EDP, DCM und Produktivsystemen	9

### 7.3 Tabellenverzeichnis

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.

### 7.4 Quellen / Referenzen

Referenz
[1] <a href="#">Topo4 Functional Concept</a>