

# Grundkonzept für den smartrail 4.0 Object Controller Öffentliche Kurzversion

Company: **SBB/CFF/FFS by order of smartrail 4.0**  
Confidentiality: **Public**  
Last modified: **18.12.2019 14:14**  
Last modified by: **ZEHNDER MARTIN (I-SR40-PMO-PLP)**  
Document status: **Editing / In Review / Released**  
Document number: **P0230-1526596073-46869**  
Version: **0.200**

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Ausgangslage und Aufgabenstellung</b> .....	<b>3</b>
2.1.	Ausgangslage .....	3
2.2.	Aufgabenstellung .....	4
2.3.	Ziele.....	4
<b>3.</b>	<b>Konzept</b> .....	<b>5</b>
3.1.	Anwendungsbereich, Kontext und Zweck des Systems .....	5
3.1.1.	APS Fixed Object Transactor (APS-FOT).....	5
3.1.2.	Object Controller (OC).....	5
3.2.	Umschaltkonzept .....	5
3.3.	OC Systemstruktur und Begriffe.....	6
3.3.1.	OC-Plattform .....	6
3.3.2.	Baukastensystem .....	7
3.3.3.	Gleichwertige Anforderungen für alle OC-Plattformen .....	8
3.4.	Umgebung des Systems .....	9
3.5.	Auswirkungen auf Mensch-Technik-Organisation / Gebrauchstauglichkeit.....	10
3.6.	«Industrialisierungsfähige» Büroprozesse.....	10

## Abbildungen

Abbildung 1: APS-FOT und OC in der Reference Command and Control System Architecture (RCA) Beta.1 .....	3
Abbildung 2: Schematische Darstellung OC und OC-Plattform .....	6
Abbildung 3: Multi-OC-Plattform .....	6
Abbildung 4: OC-Plattform mit logischen Komponenten als funktionale Bausteine und logischen und physikalischen Interfaces .....	7
Abbildung 5: Logische Komponenten als Systeme in Polarion.....	7
Abbildung 6: Von der funktionalen Spezifikation zu Produkten (beispielhaft) .....	8
Abbildung 7: Verwendung der logischen Elemente zur Prüfung der Anforderungserfüllung .....	8
Abbildung 10: Physische Umgebung von APS-FOT, OC-Plattform und Y-Klemmen.....	9
Abbildung 11: Standardprozess OC Rollout.....	10

## Glossar

s. separate Publikation des smartrail 4.0 Glossars.

# 1. Zusammenfassung

Im smartrail 4.0 Projekt «Object Controller» werden die Architekturblöcke «APS Fixed Object Transactor» (APS-FOT) und «Object Controller» (OC) zusammengefasst.

Der auf einer zentralen sicheren Rechenzentrumsplattform betriebene APS-FOT ist eine sichere (safe und secure) Softwareapplikation zur Protokollkonversion. Der OC erlaubt es dem Advanced Protection System APS, die Aussenanlagen zu steuern und er meldet dem APS den Aussenanlagenstatus sicher zurück. Er wird in Form von OC-Plattformen (z.B. 19"-Systeme) dezentral in Stellwerkräumen oder Kabinen installiert und betrieben.

## 2. Ausgangslage und Aufgabenstellung

### 2.1. Ausgangslage

- Ausgangspunkt sind die ab Migrationsbeginn bestehenden Stellwerke mit ihren bestehenden Aussenanlagen. Diese Stellwerke basieren hauptsächlich auf Relais-Technologie (z.B. Do67) oder auf Elektronik (z.B. ELEKTRA-2 oder SIMIS-W), nachfolgend Bestandsstellwerke (BS) genannt.
- Sie sollen durch das Advanced Protection System (APS SL, SM, OA) mit der Abstraktionsschicht APS Fixed Object Transactor (APS-FOT) und neue Stellteile = Object Controllern (OC) abgelöst werden.
- Die von der ERTMS User Group entwickelte und publizierte Reference Command and Control System Architecture (RCA) ist einzuhalten. Deren aktueller Stand ist Beta.1 (26.08.2019):

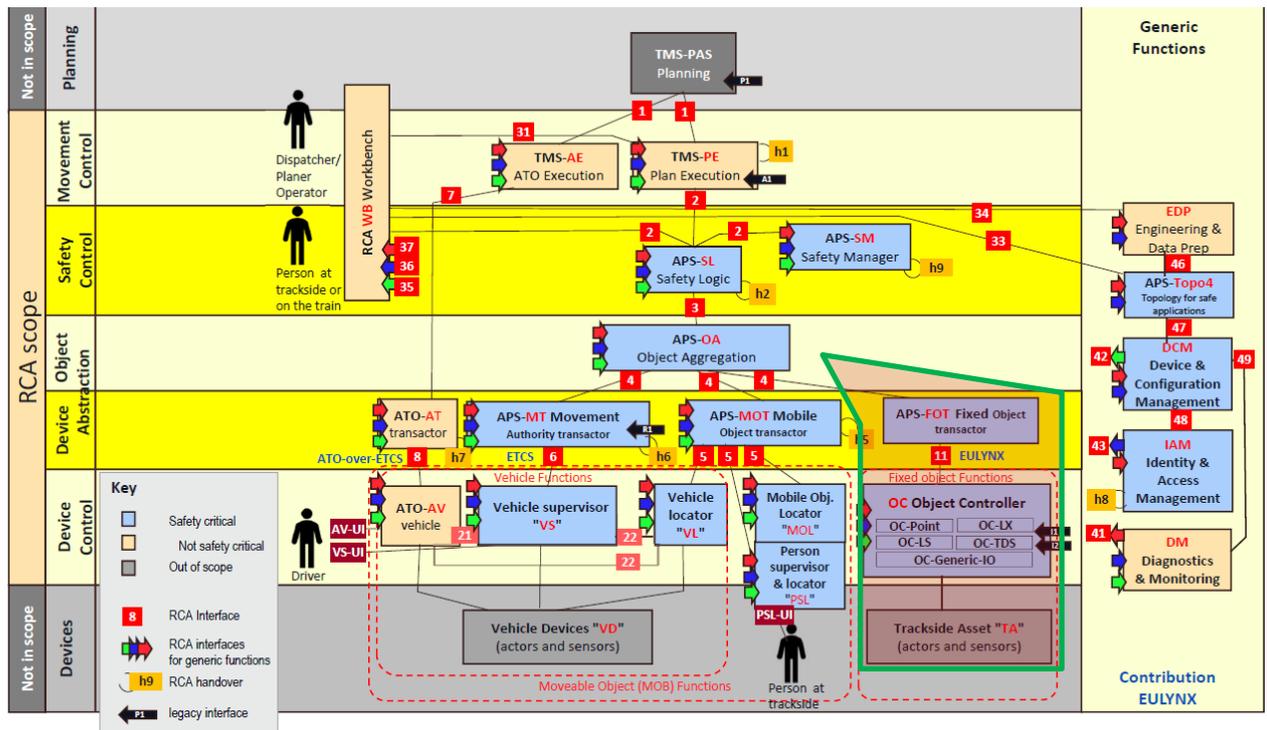


Abbildung 1: APS-FOT und OC in der Reference Command and Control System Architecture (RCA) Beta.1

- Das Realisierungsprojekt «OC» umfasst die RCA Blöcke APS-FOT und OC.
- Für das Interface 11 (Kommunikation zwischen dem APS-FOT und OC) ist der EULYNX Standard einzuhalten.
- Neben einigen apportionment requirements (ARQs) sind für den OC die subsystem requirements specifications des EULYNX Standards bindend. Aktuell gültig ist die EULYNX Baseline 3 Release 3. Der EULYNX Standard spezifiziert insbesondere das Interface 11, also die Kommunikation zwischen APS-FOT und OC. 2020 folgt die Baseline 4 in voraussichtlich 4 quartalsmässigen Releases. Smartrail 4.0 ist durch die SBB in EULYNX vertreten und gestaltet die Baseline 4 mit.
- Jede nach der Migration noch benötigte Aussenanlage muss von APS via OC kontrolliert werden können.
- Für eine rasche Migration von den Bestandsstellwerken auf APS/OC und um während der Migration die teuren und für den Lokführer anspruchsvollen ETCS Levelübergänge minimal zu halten, werden die Bestandsstellwerke nicht mehr einzeln in ihrem Life Cycle mittels komplexer Inbetriebnahmen ersetzt, sondern in Migrationssegmenten von bis zu 50 Stellwerken.
- Um diesen Bau- und Inbetriebnahmeprozess zu ermöglichen, müssen sowohl die Bestandesstellwerke als auch APS/OC umschaltbar an dieselbe Aussenanlage angeschlossen werden können. Auf der Erprobungsstrecke und in ersten Segmenten kann so für allfällige Tests verhältnismässig rasch zwischen Aussenanlagensteuerung durch das Bestandesstellwerk resp. APS um- und rückgeschaltet werden, so dass Vorbereitungsprozesse für die Inbetriebnahme mit geringerem Aufwand erfolgen können. Z.B. tagsüber Regelbetrieb mit dem Bestandesstellwerk, nachts Umschaltung auf APS für Integrationstests und Testfahren.
- Grundlage für die sicherheitskritischen Anwendungen in smartrail 4.0 ist eine sichere (im Sinne von aktuelle und korrekte) Topologie.
- Der OC Rollout ist der dominante Kostentreiber von smartrail 4.0. Projektierung, Plangenehmigung, Installation, Validierung und Inbetriebnahme der OC Plattformen soll somit so industrialisiert wie möglich geplant und durchgeführt werden.

## 2.2. Aufgabenstellung

- Anbindung der Aussenanlagen, die zum Zeitpunkt der Migration im entsprechenden Segment noch nötig sind, an APS. APS muss jede SA-Aussenanlage via OC kontrollieren können.
- CENELEC Phase 1 – 5 Dokumente für APS-FOT und OC erstellen.
- Prozess und Systeme für ein sicheres Um- und Rückschalten der Aussenanlagensteuerung zwischen Bestandesstellwerk und APS/OC definieren.
- Konzept und Prozesse für einen industrialisierten OC Rollout erstellen.

## 2.3. Ziele

- Schnelle und günstige netzweite industrialisierte Einführung der ETCS Führerstands-signalisierung (Auftrag des Eigners, Erhöhung der Sicherheit), aufwärtskompatibel zu ETCS L3 und zu neuen Lokalisierungstechnologien
- Trennung der Lebenszyklen von Innen- und Aussenanlagen
- Vereinheitlichung der Aussenanlagenanbindung
- Effizienter, industrialisierter OC Rollout
- Vereinfachung der Stellwerkprojektierung

## **3. Konzept**

### **3.1. Anwendungsbereich, Kontext und Zweck des Systems**

#### **3.1.1. APS Fixed Object Transactor (APS-FOT)**

Der APS-FOT ist eine Softwareapplikation, die wie die anderen APS Komponenten auf einer sicheren Rechenzentrumsplattform betrieben wird. Der APS-FOT agiert als Gateway, der das abstrakte, Drive Protection Section orientierte Interface 4 Protokoll des APS in aussenanlagen-typspezifische EULYNX SCI Interface Befehle übersetzt. Umgekehrt übersetzt er die EULYNX SCI Rückmeldungen des OC in abstrakte, Protection Section orientierte Befahrbarkeitsrückmeldungen für das APS.

#### **3.1.2. Object Controller (OC)**

Zweck von Object Controllern ist es, die Aussenanlagen, welche nach der Migration im entsprechenden Segment noch benötigt werden, an das APS anzubinden. Das APS kann diese Aussenanlagen somit via OC kontrollieren.

Die logischen RCA Komponenten OC-Point (Weichen-OC), OC-LX (Bahnübergangs-OC), OC-LS (Signal-OC), OC-TDS (Gleisfreimeldungs-OC) und OC-Generic-IO (OC mit generischen In- und Outputs für Spezialfunktionen) werden auf OC-Plattformen implementiert. OC-Plattformen werden bei genügend Platz in SA-Räumen parallel zum Bestandesstellwerk installiert und in Betrieb genommen, nach erfolgreicher Migration wird das Bestandesstellwerk im Nachgang zurückgebaut. Reicht der Platz in einem bestehenden SA-Raum nicht, werden die OC-Plattformen in einem Alternativraum oder Container installiert und in Betrieb genommen. Nach dem Rückbau des Bestandesstellwerks werden die OC in den SA-Raum gezügelt, sofern der Alternativraum nicht für einen nachhaltigen Betrieb der OCs geeignet ist oder nicht dafür zur Verfügung steht.

OC-Plattformen können auch in Kabinen in Gleisnähe installiert und betrieben werden. Fernziel ist es, die OC Funktion von den Lieferanten in deren noch verbleibende zukünftige Aussenanlagenprodukte integrieren zu lassen, also primär die OC-Point Funktion in zukünftige Weichen. Hierfür ist die Stromversorgung dieser verbleibenden zukünftigen Aussenanlagenprodukte noch zu lösen.

### **3.2. Umschaltkonzept**

Neben obigen Systemen ist das Umschalten der Aussenanlagensteuerung von Bestandesstellwerk auf OC und zurück sicherheitsrelevant. Im Vorfeld der Migration wird eine sog. «Y-Klemme» zwischen Bestandesstellwerk und Aussenanlage eingebaut. Dies erfolgt rückwirkungsfrei, so dass die bisherige Funktionalität und Zulassung der Bestandesstellwerke und deren Aussenanlagen unverändert bestehen bleibt und keine bedeutenden Safety Risiken entstehen. Die Y-Klemme erlaubt eine manuelle galvanische Umschaltung zwischen Bestandesstellwerk und OC pro Ader des Streckenkabels.

Neben der rein physischen Umschaltung der Aussenanlagen mittels Y-Klemme ist der über die direkt beteiligten Systeme orchestrierte Umschaltprozess zentral. Er wird in einem separaten Teilkonzept dokumentiert.

### 3.3. OC Systemstruktur und Begriffe

Der Begriff «Object Controller» steht als allgemeiner Überbegriff für die Steuerung von fixen Objekten in Bahnanlagen, also konkret von Aussenanlagen. Der Begriff steht primär für die Steuerungslogik. Daher wird der «Object Controller» in den RCA und smartrail 4.0 Architekturen als logische Komponente bezeichnet.

In der Industrie wird bei Steuerungen (Hardware) oft von Controllern gesprochen. Daher wird der Begriff Object Controller von Stakeholdern umgangssprachlich auch für die Object Controller Hardware verwendet.

#### 3.3.1. OC-Plattform

Damit die Mehrfachbedeutung von OC nicht zu unklaren Definitionen führt, wird für den Controller als Verbund aus Hard- und Software der Begriff «OC-Plattform» verwendet. Eine OC-Plattform bezeichnet generisch eine Menge von Hard- und Softwarekomponenten, welche die Object Controller Funktionalität implementieren.

Beschaffungstechnisch ist der Begriff OC-Plattform geeignet.

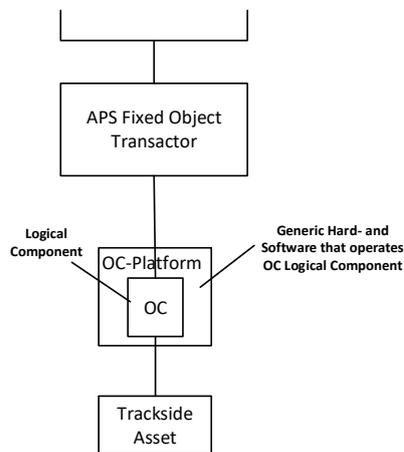


Abbildung 2: Schematische Darstellung OC und OC-Plattform

Ein Object Controller bedient immer genau eine Aussenanlage. Eine OC-Plattform kann 1-n logische OC Komponenten enthalten und daher ggf. mehrere Aussenanlagen steuern.

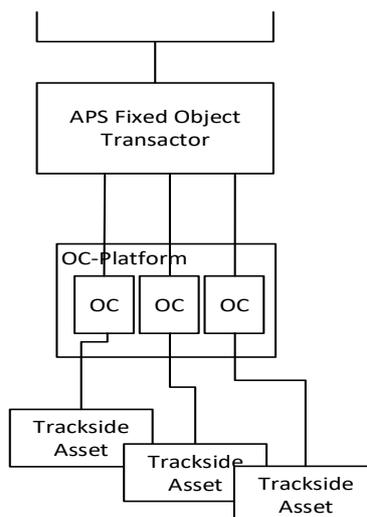


Abbildung 3: Multi-OC-Plattform

### 3.3.2. Baukastensystem

Wegen den vielen Möglichkeiten für Ausprägungen von OC-Plattformen macht es Sinn, dass die Gesamtfunktionalität nach funktionalen Modulen unterteilt wird. Somit können Anforderungen für Kommunikationsbeziehungen, Identitäten, Security, etc. möglichst konkret formuliert werden, ohne dass sie eine bestimmte Hard- und Software Architektur erzwingen.

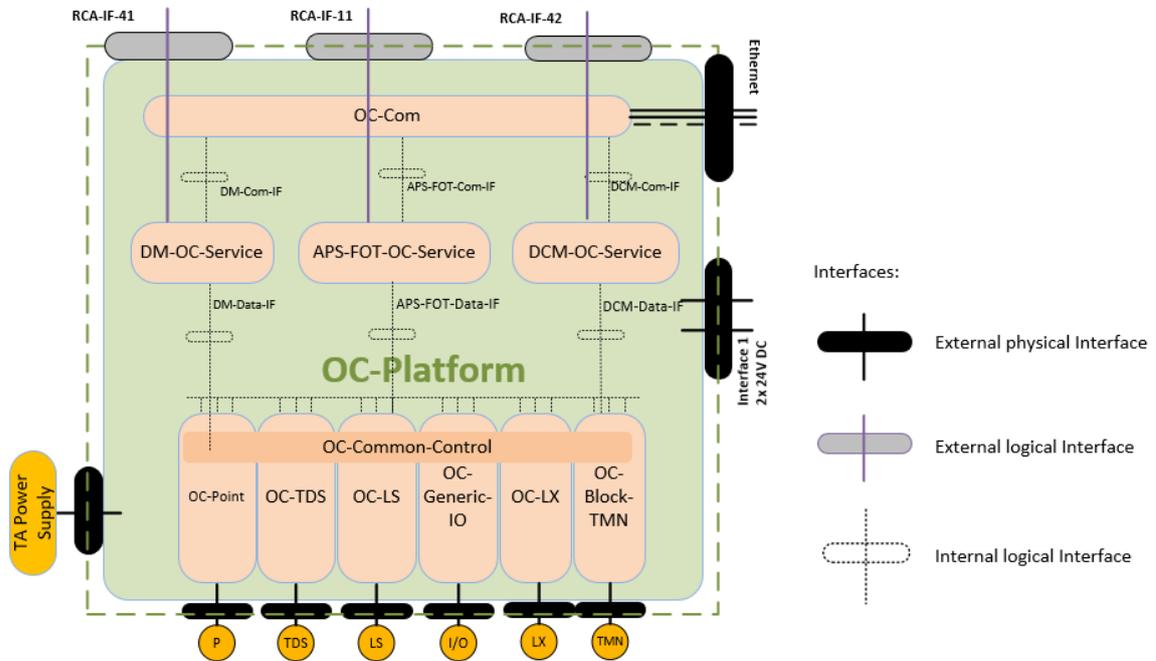


Abbildung 4: OC-Plattform mit logischen Komponenten als funktionale Bausteine und logischen und physischen Interfaces

Die funktionalen Module gelten als logische Komponenten. In dieser Granularität werden sie als Subsysteme behandelt und im Application Lifecycle Management Tool Polarion als eigenständige Projekte geführt.

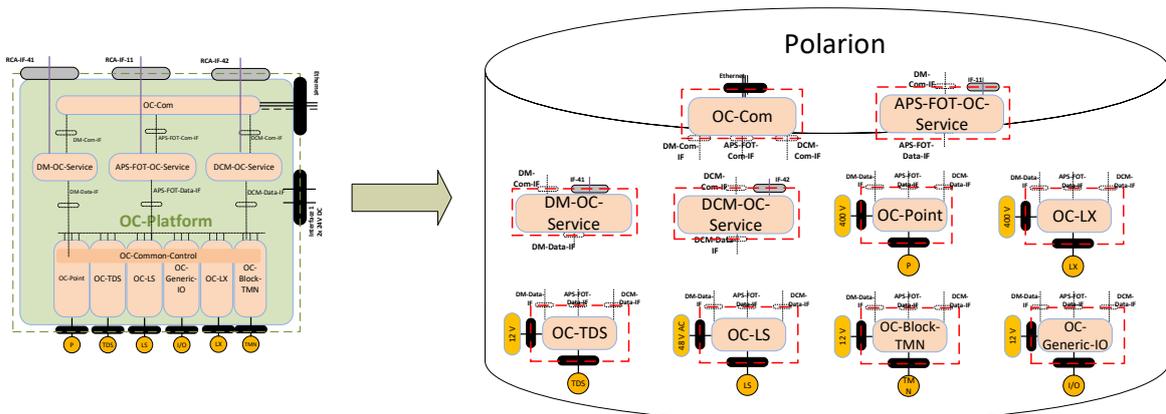


Abbildung 5: Logische Komponenten als Systeme in Polarion

Zudem wird die Grundlage auf passender Abstraktionsebene geschaffen, damit das Projekt OC gemäss Sourcing-Strategie ausschreiben und in die folgenden Schritte mit den qualifizierten Industriepartnern gehen kann.

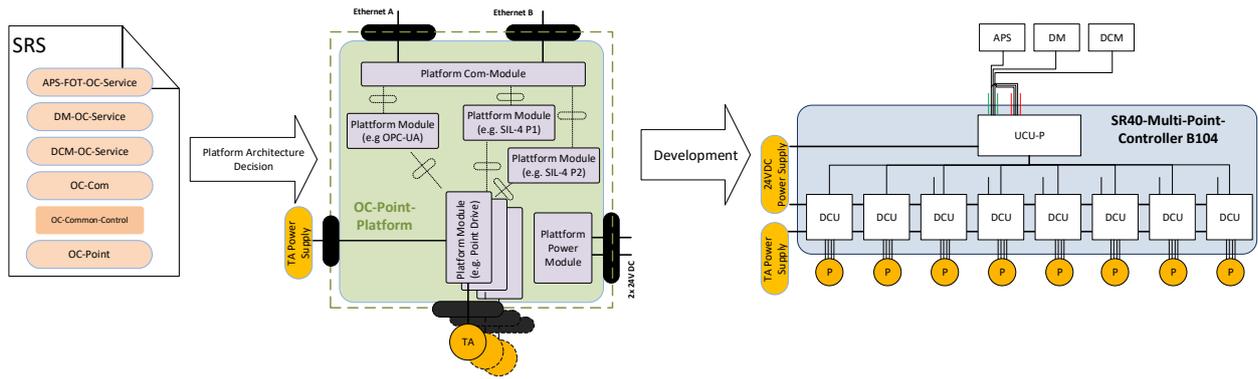


Abbildung 6: Von der funktionalen Spezifikation zu Produkten (beispielhaft)

Die Bewertung von Beschaffungsgegenständen wird erleichtert, weil Lösungen nach dem Vorhandensein und nach der Ausprägung der logischen Komponenten beurteilt werden können. Mit direktem Bezug auf die Konzepte, Systemdefinitionen und Anforderungen der logischen Elemente kann die Traceability durchgängig gestaltet werden.

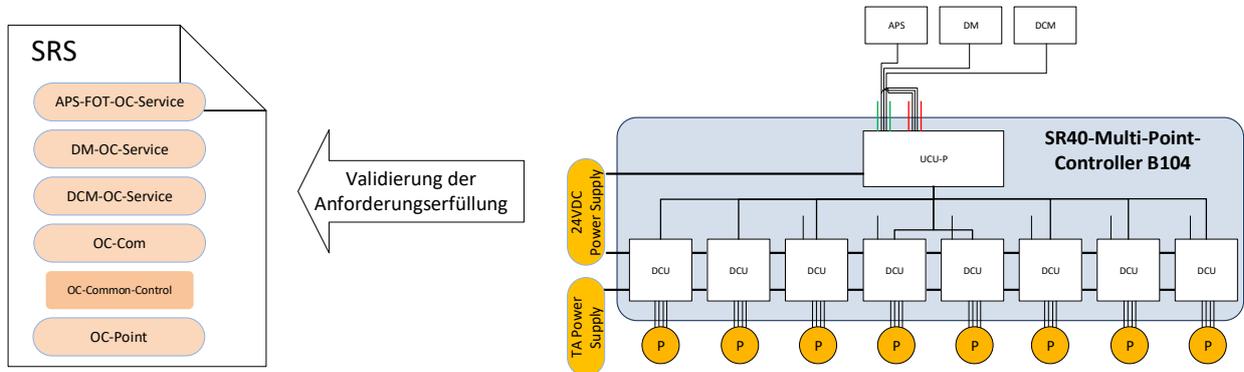


Abbildung 7: Verwendung der logischen Elemente zur Prüfung der Anforderungserfüllung

### 3.3.3. Gleichwertige Anforderungen für alle OC-Plattformen

Konzepte, Systemdefinitionen und Anforderungen sind so aufgebaut, dass sie für jede OC-Plattform gelten. Das Prinzip des Baukastensystems unterstützt diese Philosophie optimal. Lösungsvarianten können direkt und mit denselben Bewertungskriterien untereinander verglichen werden. Dadurch können auch die Multi-OC Plattformen im Kontext von smartrail 4.0 gleichwertig verglichen werden. Mankos werden nicht durch angepasste Anforderungen «subventioniert», sondern durch einen schwächeren Erfüllungsgrad explizit ausgewiesen.

### 3.4. Umgebung des Systems

**Architektonisch** sind der APS-FOT und der OC gemäss RCA in ihre Umsysteme eingebunden, s. Abbildung 1.

- Über das RCA Interface 4 kommuniziert die übergeordnete Instanz APS-OA via APS-FOT und OC mit den Aussenanlagen. Das Interface zwischen OC und Aussenanlagen (Trackside Assets) umfasst die bestehenden Schnittstellen der von smartrail 4.0 noch zu unterstützenden Aussenanlagen, z.B. die 4-Draht-Schnittstelle zu Weichen.
- Über das RCA Interface 41 werden Diagnose- und Monitoring-Informationen zwischen APS-FOT/OC und dem smartrail 4.0 Diagnostics and Monitoring System übertragen. Hauptzwecke:
  - Übertragung aller Ereignisinformationen, Logfiles, KPIs der angeschlossenen Systeme und deren allfälligen Managementsysteme, u.a. APS-FOT, OC und Aussenanlagen
  - Standardisierung der Ereignisinformationen, Logs, KPIs
  - Normalisierung der Ereignisinformationen
- Über das RCA Interface 42 wird die Konfiguration zwischen dem smartrail 4.0 Device & Configuration Management System und APS-FOT/OC übertragen. Hauptzweck ist eine Software- und Konfigurationsaktualisierung.
- RCA Interface 11 zwischen APS-FOT und OC: Mit dem Commitment der im EULYNX Konsortium vertretenen Bahnen zum EULYNX Standard und ersten Beschaffungen, die auf dem EULYNX Standard basieren, ist die Grundlage für eine Etablierung des Standards geschaffen. Smartrail 4.0 und der SBB Stellwerk- und Aussenanlagenowner I-AT-SAZ sind in den relevanten EULYNX Cluster Projects vertreten, um die smartrail 4.0 und SBB Interessen bei der Weiterentwicklung des Standards wahrzunehmen.

**Physisch** soll der APS-FOT als Software auf einer sicheren Rechenzentrumsplattform betrieben werden.

Die OC-Plattformen werden in Stellwerkräumen oder Kabinen in Gleisnähe betrieben. Fernziel ist das RCA Interface 11 über moderne, ggf. drahtlose Datenverbindungen, bis zur Aussenanlage zu führen und die OC Funktionalität von den Lieferanten in deren zukünftige Aussenanlagentypen integrieren zu lassen.

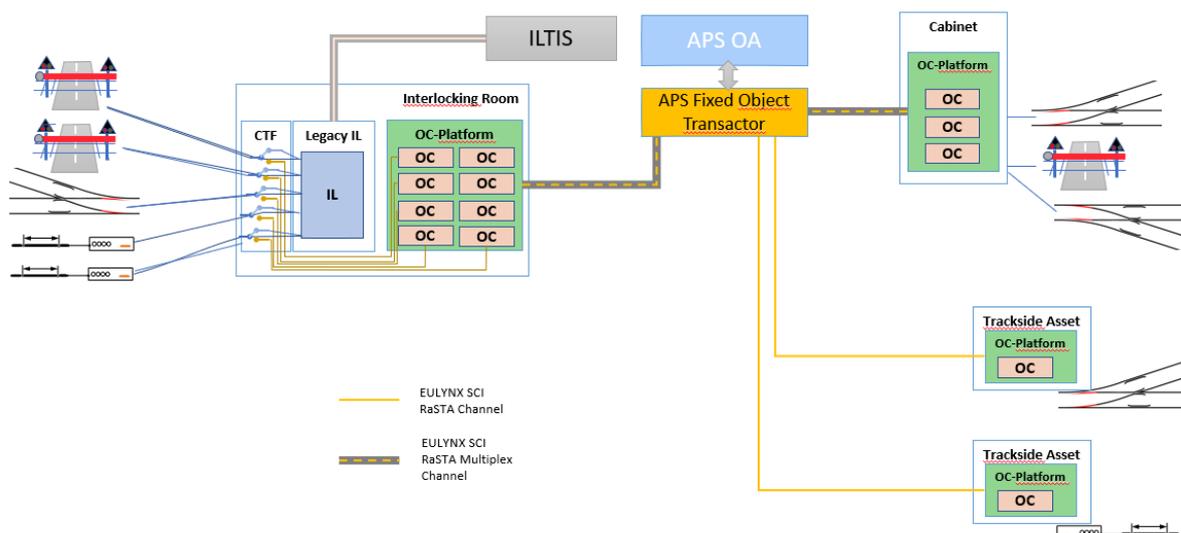


Abbildung 8: Physische Umgebung von APS-FOT, OC-Plattform und Y-Klemmen

### 3.5. Auswirkungen auf Mensch-Technik-Organisation / Gebrauchstauglichkeit

Vom Projekt OC und den daraus resultierenden Produkten sind die für deren technischen Betrieb und die Instandhaltung verantwortlichen Organisationseinheiten des Infrastrukturbetreibers betroffen. Eine Vielzahl heutiger Stellwerke mit ihren individuellen Stellteilen werden ersetzt durch ein APS und standardisierte OCs, welche produktmässig als unterschiedliche OC-Plattformen verschiedener Hersteller realisiert sind. Diese stellen umfassende Diagnose- und Managementfunktionen zur Verfügung. Der OC Aufbau wird modular sein und so Reparaturen vereinfachen. Dies vereinfacht die nötige Ausbildung des Betriebs- und Unterhaltspersonals und steigert dessen Effizienz. Als Gegeneffekt wird die Ausbildung des Betriebs- und Unterhaltspersonals aufwändiger, da es nicht nur eine OC-Plattform geben wird, sondern mehrere. Voraussichtlich wird der positive Effekt überwiegen.

Für die SA Monteure wird neu sein, dass sie im Vergleich zu heute weniger Anlagen kennen müssen, primär Weichen und Barrieren. Dafür brauchen sie Wissen in neuen OC Technologien und ICT. Die SA Monteure werden den OC und die Aussenanlagen für deren Installation, Prüfung und Reparatur nach neuen Prozessen manipulieren können. Im Gleisbereich werden sie dank konsistent in TMS geplanter Intervention sicherer arbeiten. Nachteilig ist, dass die Zeit zwischen Installation der neuen Systeme (=Y-Klemmen und OC-Plattformen) und Rückbau des Bestandesstellwerks pro SA Standort länger sein wird als heute, da erstere in gewissen Segmenten lange vor deren Inbetriebnahme installiert werden müssen.

### 3.6. «Industrialisierungsfähige» Büroprozesse

Um eine hohe Effizienz mit smartrail 4.0 zu erreichen, sind eine möglichst hoch automatisierte Projektierung durch EDP (Engineering & Data Preparation) und standardisierte Prozesse für den zukünftigen gesamten Projektablauf zentral.

Der Standardprozess für die einzelnen OC Rollout Projekte setzt sich aus 20 Teilschritten zusammen. Diese Teilschritte basieren auf dem Hauptprozess des Zielbildes Bahnnetzbereitstellung (PLA von I-PJ und Prozesse Infrastruktur 2.0) und der Detaillierung von EDP. Sie spiegeln die Aufgaben für den OC Rollout wider.

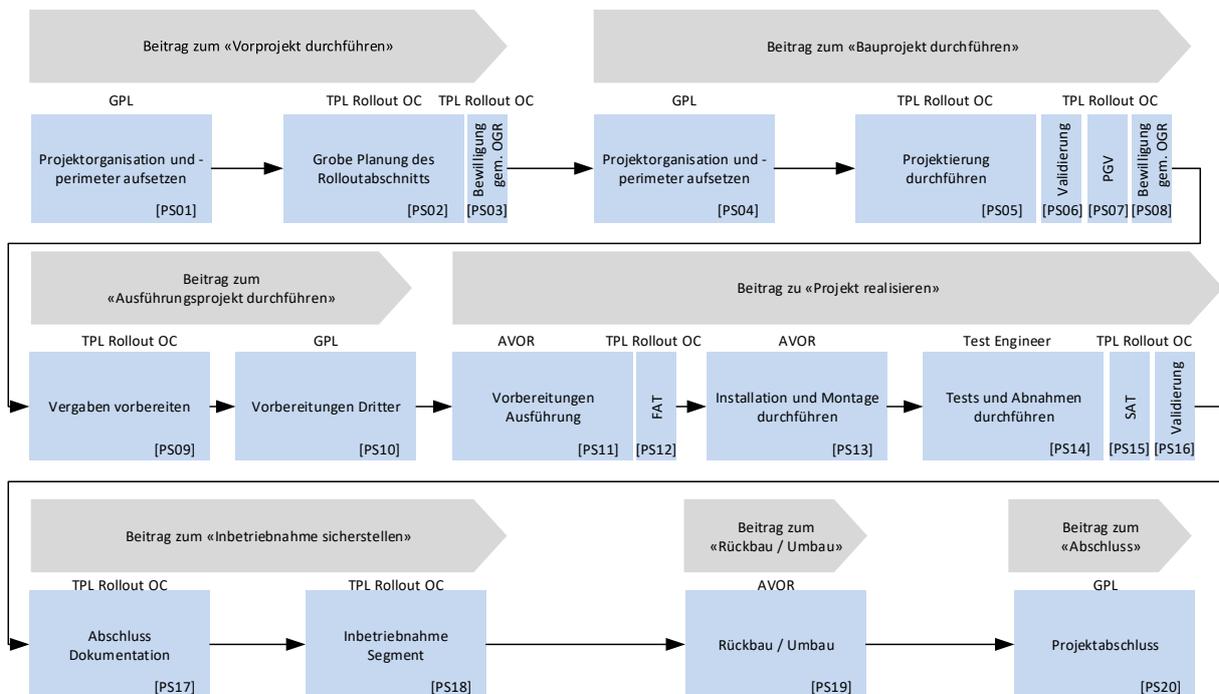


Abbildung 9: Standardprozess OC Rollout