

I – SR40

# Zusammenfassung Prozesse & Features

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen, ausdrücklichen Genehmigung.

# Inhaltsverzeichnis

I – SR40 .....	0
Inhaltsverzeichnis .....	1
Inhalt und Zweck des Dokuments.....	2
Beschreibung der Features.....	4
Flotte bereitstellen .....	5
Anlagen bereitstellen.....	5
Dimensionierung .....	4
Kapazitäten zuteilen .....	5
Produktion vorbereiten .....	7
Produzieren .....	8
Überwachen & steuern.....	10
Nachbearbeitung .....	11

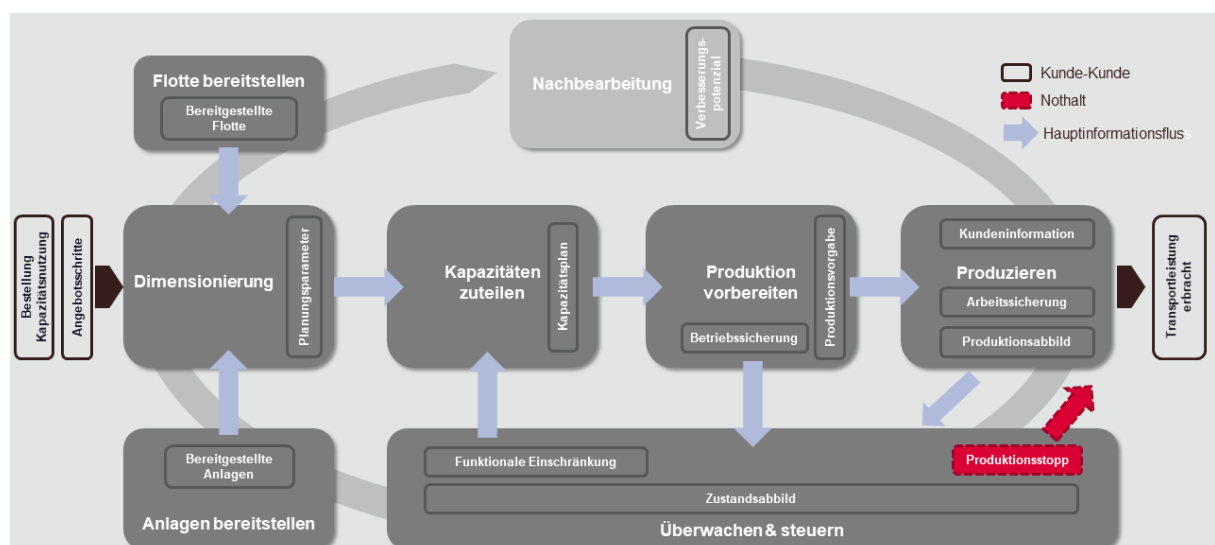
# Inhalt und Zweck des Dokuments

Dieses Dokument fasst den Stand der Features und End-to-End Prozesse bis Level 2 von smartrail 4.0 (SR40) mit Stand September 2018 zusammen. Die End-to-End Prozesse und die zugehörigen Features (Anforderungen) sind, neben der Facharchitektur, Teil des Zielbildes von SR40. Das Zielbild stellt den Bahnbetrieb nach Vollendung des SR40 Programmes dar. Daraus ergeben sich die Rahmenbedingungen und Anforderungen an das SR40 System, die für den zukünftigen Bahnbetrieb erfüllt sein müssen. Die SR40 End-to-End Prozesse werden in verschiedenen Detaillierungsgraden (Levels) abgebildet. Im Folgenden wird der Zusammenhang zwischen Prozess und Features erläutert.

Der Level 1 Prozess (**Abbildung 1**) bildet die zukünftigen Hauptprozessschritte der Branche nach der Umsetzung von SR40 ab. Dieser Prozess beschreibt die Haupttätigkeiten von der Dimensionierung über die Planung des Angebotes, bis hin zur erbrachten Transportleistung. Jeder Prozessschritt hat als Ergebnis ein oder mehrere Lieferobjekte, die wiederum Grundlage für den nächsten Prozessschritt sind. Zum Beispiel ergeben sich, aus der Dimensionierung des Angebots, die Planungsparameter für die Erstellung des Kapazitätsplans. In Tabelle 1 sind diese jeweiligen Lieferobjekte genauer beschrieben.

Heute werden die meisten dieser Prozessschritte manuell und mit viel Aufwand bearbeitet. Mit SR40 wird dieser Prozess flexibler und es können jederzeit, aufgrund der aktuellen Situation im Bahnbetrieb, und mit wenig Aufwand Anpassungen vorgenommen werden. Um dies zu ermöglichen, ist der Kapazitätsplan zentraler Bestand des digitalisierten Bahnbetriebs. Im Kapazitätsplan sind alle geplanten und von den EVU und ISB bestellten Kapazitätsnutzungen (Fahrten, Intervalle und Abstellungen) in jedem Zeithorizont enthalten. Aus dem Kapazitätsplan wird, kurz vor der zu erbringenden Leistung, die Produktionsvorgabe mit allen benötigten Angaben zur Umsetzung der geplanten Leistung zur Verfügung gestellt. Der Kapazitätsplan wird, bei Bedarf, von einem Algorithmus neu berechnet und angepasst - und dies in wenigen Sekunden. Somit kann im Störfall mit geringem Zeitverlust wieder ein neu geplanter, zuverlässiger und optimierter Ablauf für alle betroffenen Leistungen erreicht werden. Besteht z.B. im Bahnsystem eine funktionale Einschränkung von benötigten Anlagen, Fahrzeugen oder Systemen, wie eine Weichenstörung, wird eine Neuberechnung des Kapazitätsplans und somit eine neue, auf die Situation optimierte Produktionsvorgabe ausgelöst. Die Daten stehen unmittelbar zur Verfügung und der Kunde kann durch die betroffenen EVU schneller informiert werden.

Der Level 2 Prozess (**Abbildung 2**) wird weiter durch die Features detailliert. Die Features definieren, was das SR40 Gesamtsystem zukünftig aus Sicht Branche können muss, um jeden einzelnen Prozessschritt zu ermöglichen. Der Level 2 Prozess eignet sich als Grundlage zur Prüfung von sogenannten Anwendungsfällen (Use Cases). Ein solcher Anwendungsfall wäre beispielsweise eine Zugfahrt von Romanshorn nach Genf mit einer Weichenstörung in Bern. Beim Durcharbeiten der einzelnen Prozessschritte werden die Anforderungen an das SR40 System sichtbar und können genau spezifiziert werden. Noch detailliertere Prozesse (Level 3&4) ermöglichen dann die genaue Definition der Anforderungen von SR40 an die zugehörigen IT Systeme.

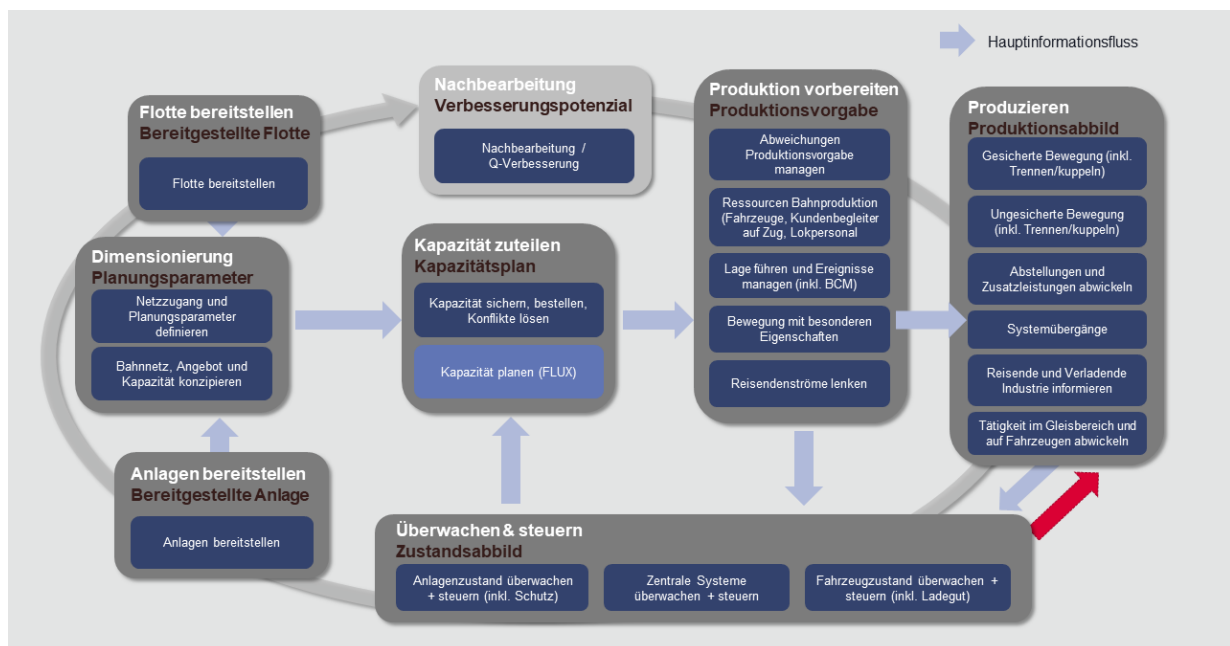


**Abbildung 1** Level 1 End-to-End Prozess. Dargestellt ist der Hauptinformationsfluss von Dimensionierung über Planung bis zur Umsetzung. Viele Prozessschritte sind iterativ, z.B. die Dimensionierung kann mehrfach aufgrund neuer Informationen durchgeführt werden. Nach Erfüllung der Transportleistung ist der Prozess abgeschlossen. Der Gesamtprozess wird kontinuierlich überwacht und Verbesserungen am Gesamtprozess für z.B. bessere Prognosen angestossen.

**TABELLE 1** LIEFEROBJEKTE DER EINZELNEN PROZESSSCHRITTE MIT SR40.

Lieferobjekte	Beschreibung
Bereitgestellte Flotte	Die Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Fahrzeuge der EVU und ISB sind wichtige Planungsparameter. Sie bilden die Grundlage für den Kapazitätsplan und somit Planung des Bahnbetriebes.
Bereitgestellte Anlage	Die Lage und die Eigenschaften der zur Verfügung stehenden bahnrelevanten Anlagen (Gleise, Weichen, Bahnzugänge) sind wichtige Planungsparameter für die Kapazitätsplanung.
Planungsparameter	Mit den Planungsparametern (z.B. Netzzugangsparameter, Eigenschaften von Anlagen und Fahrzeugen) können die von der EVU bestellten funktionalen Angebotsbeschreibungen (z.B. Intercity im Halbstundentakt zwischen Bern und Zürich) realitätsnah im Kapazitätsplan berechnet werden.
Kapazitätsplan	Der Kapazitätsplan enthält alle bestellten Kapazitätsobjekte (Fahrten Intervalle, Abstellungen) über alle Zeithorizonte. Im Falle eines Konfliktes, wie Verspätungen, wird der Kapazitätsplan neu berechnet und aktualisiert. Somit liegt jederzeit ein geplanter Zustand vor und die Produktion kann optimiert durchgeführt werden.
Produktionsvorgabe	Die Produktionsvorgabe ist ein angereicherter Auszug des Kapazitätsplans und gibt konkrete Anweisungen zur unmittelbar anstehenden Umsetzung in der Produktion. In der Produktionsvorgabe sind die nötigen Ressourcen wie Fahrweg und Fahrzeug genau definiert. Kommt es zu Abweichungen in der Produktion, wird laufend ein neuer Kapazitätsplan berechnet, dies resultiert somit auch in einem Update der Produktionsvorgabe.
Betriebssicherung	Für ein Infrastrukturelement (Weiche, Gleis) wird ein Zustand definiert, welcher nur eine eingeschränkte Nutzungserlaubnis für Fahrten zulässt. Beispiele: Einschränkung Geschwindigkeit, Einschränkung Fahrtrichtung, Verbot Bewegung, etc.
Kundeninformation	Die für die Kundeninformation benötigten Daten werden laufend zur Verfügung gestellt und aktualisiert.
Arbeitssicherung	Während der Produktion werden Mitarbeitende im Gleisbereich durch betriebliche Massnahmen geschützt.
Produktionsabbild	Das Produktionsabbild wird laufend aktualisiert und repräsentiert den aktuellen Fortschritt der erbrachten Transportleistung. Dies dient u.a. zur genauen Verrechnung aller Leistungen.
Zustandsabbild	Das Zustandsabbild ist der IST Zustand aller zur Bahnproduktion benötigten Anlagen, Fahrzeuge und Systeme (z.B. Rechenzentrum).
Funktionale Einschränkung	Funktionale Einschränkungen sind Abweichungen des IST Zustandes vom geplanten SOLL Zustand von Anlagen, Fahrzeugen und Systemen. Die funktionalen Einschränkungen werden an den Kapazitätsplan weitergeleitet und lösen eine Neuberechnung aus.
Produktionsstopp	Bei funktionalen Einschränkungen, welche die Sicherheit gefährden (z.B. Naturereignisse wie Lawinen) wird die Produktion umgehend gestoppt.
Verbesserungspotenzial	Im gesamten SR40 Scope werden laufend Abweichungen ausgewertet, analysiert und Verbesserungen der Bahnproduktion angestossen.





**Abbildung 2** Level 2 End-to-End Prozess mit Features (dunkelblaue Kästen). Die Features beschreiben die Fähigkeiten, die das Gesamtsystem erfüllen muss.

## Beschreibung der Features

Im Folgenden sind die wichtigsten Eigenschaften der einzelnen Prozessschritte und Aufgaben jedes Features aus dem End-to-End Prozess (Abbildung 2) zusammengefasst. Die Features definieren die Anforderungen an SR40, und ermöglichen das Scoping (die Verortung der Anforderung) der SR40 Aktivitäten auf einzelne Geschäftsfähigkeiten im Gesamtsystem Bahn. Eine Geschäftsfähigkeit beschreibt, was ein Unternehmen kann oder können muss, um seine Ziele und Ergebnisse zu erreichen. So ist z.B. die Fahrplanerstellung im Scope von SR40, der Ticketverkauf aber nicht, obwohl er eine Geschäftsfähigkeit der Branche ist. Auf diese Weise können wichtige Schnittstellen zu SR40 und Akteure im Gesamtsystem identifiziert werden.

### Dimensionierung

In diesem Prozessschritt werden langfristig die Weichen für die zukünftige Bahnproduktion gestellt und das Angebot dimensioniert. Basierend auf den vorgesehenen Angebotsentwicklungen der EVU werden Infrastrukturausbauten und Fahrzeugbeschaffungen geplant und realisiert. SR40 bietet die Möglichkeit, dass EVU die Auswirkungen von zukünftigen Änderungen im Bahnnetz schnell anhand von Szenarien berechnen und ihre Wirksamkeit überprüfen lassen können.

### Netzzugang und Planungsparameter definieren

Mit SR40 gibt es zwei Arten von *Planungsparameter*, *technische* (Geschwindigkeiten, Lichtraumprofil, max. Zuglängen, Einstiegshöhe, etc.) und *betriebliche* (Pünktlichkeitsziele, Energieleistungsbänder, Kapazitätsauslastung, Nachfrage, Stabilität, Wirtschaftlichkeit, etc.).

Diese Parameter geben die Rahmenbedingungen für die nachfolgende Kapazitätsplanung vor und können situativ tages- und auch streckenweise angepasst werden (z.B. Sonderzüge an Karfreitag in Richtung Tessin). Wichtig ist, dass diese Parameter zwischen Planung und Produktion stringent sind. Vorgaben des Netzzuganges und der Betriebsbewilligung müssten berücksichtigt und notwendige betriebliche Reserven beinhaltet sein. Durch die Möglichkeit, zukünftig mit geringem Aufwand die Auswirkungen von neuen Planungsparametern auf das Gesamtsystem per Simulation zu testen, kann eine Qualitätssteigerung in der Produktion und mehr Transparenz für Partner, Kunden und die EVU erreicht werden.



## Bahnnetz, Angebot und Kapazität konzipieren

Mit SR40 wird die Konzipierung des Bahnnetzes, des Angebots und der Kapazitäten stark optimiert. Dies geschieht unter Berücksichtigung der Kosten und mit dem Ziel, Fehlinvestitionen in Erweiterungsbauten frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden.

Mit den bekannten, langfristigen und strategischen Vorgaben werden die gewünschten Kapazitäten für Fahrten, Abstellungen und Einschränkungen im aktuellen und/oder im geplanten Netz berechnet. Ausserdem wird deren Machbarkeit bestätigt bzw. Kapazitätsengpässe ermittelt. Sind die Angebotskonzepte verbindlich bestätigt, führt dies zur Auslösung der vorgeschlagenen Infrastrukturoptimierungen oder/und Flottenbeschaffungen durch die Besteller, sofern diese entweder aus Kosten-/Nutzensicht sinnvoll sind oder aus übergeordneten Gründen (z.B. Personensicherheit) erforderlich werden.

### Flotte bereitstellen

In diesem Prozessschritt wird sichergestellt, dass die Daten zu Eigenschaften, Verfügbarkeit und Fähigkeiten der Flotte für das Angebot bekannt sind. Somit sind die Eigenschaften der Flotte wichtige Planungsparameter zur Dimensionierung und Planung des Angebots. Konkret können nur Angebote geplant und umgesetzt werden, wenn auch die entsprechende Flotte der EVU vor Ort zur Verfügung steht. Damit das Fahrzeug einen SR40 Bereich befahren kann, muss dieses auch die dazu benötigten technischen Anforderungen erfüllen.



## Flotte bereitstellen

Mit SR40 kann ein Fahrzeug, welches im SR40 Bereich fährt, jederzeit lokalisiert werden. Die SR40 kompatiblen Fahrzeuge besitzen aber auch die Fähigkeit, ausserhalb des SR40 Netzes zu verkehren. Die Flotte als zentraler Bestandteil eines automatisierten Bahnbetriebes benötigt nach aktuellem Stand auf einer SR40 Strecke in Zukunft folgende Fähigkeiten: ETCS Level 3 oder höher, Ortung der Zugspitze (virtuelle Balise) und Sicherstellung der Lokalisierung des Zuges, Zugintegrität/sichere Zuglänge, einen Autopilot für Zugführung (Automatic Train Operation: Grade of Automation 2), ein Endgerät SR40 für sicheres Rangieren und eine Übertragungstechnologie (Data und Voice) basierend auf FRMCS statt wie heute GSM-R.

Des Weiteren wird durch SR40 eine Weiterentwicklung der Fahrzeugarchitektur (insbesondere Onboard Unit) mit standardisierten Schnittstellen zusammen mit der Branche angestrebt. Dadurch soll jedes System autonom weiterentwickelt und zugelassen, Upgrades kostengünstig eingebaut, sowie Updates geladen und zeitgerecht aktiviert werden können.

### Anlagen bereitstellen

In diesem Prozessschritt wird sichergestellt, dass die Daten zu Eigenschaften, Verfügbarkeit und Fähigkeiten der Bahnanlagen bekannt sind. Somit sind die Eigenschaften der Anlagen wichtige Planungsparameter zur Dimensionierung und Planung des Angebots. Durch die metergenaue Lokalisierung sämtlicher Züge und weiterer schienengebundener Objekte in Echtzeit, kann die Anzahl der benötigten Aussenanlagen um bis zu 70% reduziert werden. Übrig bleiben einzig die Weichen, Bahnübergänge und Ortungsbalisen.



## Anlagen bereitstellen

Mit SR40 werden zur Planung jederzeit aktuelle Angaben zur Funktionalität, Einschränkungen und geplanten Veränderungen von Anlagen benötigt. Es wird die Trennung der Lifecycle von SA-Innen- und Aussenanlagen aufgrund der unterschiedlichen Lebensdauern angestrebt. Die Migration von den bestehenden auf die neuen Stellwerke (bis zu 50 Anlagen pro Umstellung) soll rasch, grossräumig und in Etappen durchgeführt werden. Andere für die Bahnproduktion notwendige Anlagen müssen an die SR40-Systeme angebunden werden können.

Das Anlagenlayout (u.a. Anzahl Gleise, Gleislängen, Anzahl und Position der Weichen und Perronzugänge) ist dabei unabhängig von Betriebsprozessen. Nicht zu SR40 gehören Grossunterhalt, Bauprojekte, operatives und strategischen Anlagenmanagement oder die Umsetzung von Smart Maintenance und BIM.

### Kapazitäten zuteilen

In diesem Prozessschritt werden die Kapazitäten der bestellten Angebote/Nutzungen zugeteilt und gegebenenfalls Kapazitätsengpässe gelöst. Neben den Angeboten aus der Transportleistung werden auch Kapazitäten für Abstellungen, Intervalle und Gleissperrungen berücksichtigt. Die Verteilung der Kapazitäten wird laufend optimiert.



## Kapazität sichern, bestellen, Konflikte lösen

Mit SR40 wird ein einheitlicher Bestellprozess für Fahrten, Abstellungen, Zusatzleistungen und Einschränkungen erstellt.

Die Kapazitäten für Bewegungen (heute Zug- und Rangierfahrten), Abstellungen, Einschränkungen und Zusatzleistungen werden zukünftig in allen Zeithorizonten als funktionale Angebotsbeschreibung (frühester Abfahrtszeitpunkt, späteste Ankunftszeit und Anschlüsse) durch die EVU und ISB bestellt, statt wie heute minutengenau. Werden die Kapazitätszuteilungen vom Besteller nicht akzeptiert, wird ein Alternativvorschlag erstellt. Kann ein Angebot unter Einhaltung der Eckwerte der funktionalen Angebotsbeschreibung nicht erstellt werden, werden ein oder mehrere Alternativvorschläge erstellt und dem Besteller inklusive einer Begründung, weshalb seine Bestellung nicht wie gewünscht umsetzbar ist, unterbreitet. Kann ein Angebot unter Einhaltung der Eckwerte der funktionalen Angebotsbeschreibung erstellt werden, geht das Angebot zum Besteller. Bestellkonflikte sollen mit SR40 systemunterstützt weitestgehend automatisch durch die künftige Trassen-Vergabe-Stelle gelöst werden können.



## Kapazität planen

Mit SR40 ist der Kapazitätsplan das zentrale Kernstück im Dreieck von Transportleistung, Flottenbereitstellung und Bahnnetzbereitstellung. Aus der Kapazitätsplanung werden die Vorgaben abgeleitet, die von den Partnern berücksichtigt werden müssen, damit sie die Kapazitäten für sich nutzen können.

Mit SR40 werden sämtliche bestellte Fahrten (gesicherte und ungesicherte Bewegungen), Kapazitätseinschränkungen und Abstellungen sowie Zusatzleistungen in einem für alle Zeithorizonte gültigen Kapazitätsplan abgebildet. Dieser Kapazitätsplan ist flexibler als der heutige Fahrplan und wird laufend durch einen Algorithmus optimiert. Dabei sind die Sicherung von Anschlüssen und höhere Pünktlichkeit von Kunden zentrale Elemente. Unmittelbar vor der Durchführung der Transportleistung wird der Kapazitätsplan an die Kapazitätssteuerung übergeben. Dort werden dem ausführenden Unternehmen die für die Produktion relevanten Informationen anhand der Produktionsvorgabe zur Verfügung gestellt.

Das System soll auch die Möglichkeiten für Betriebssimulationen in allen Fristigkeiten bieten, z.B. für Ausbauschnitte (strategisch), Baufahrplan (konzeptionell) bis hin zu kurzfristigen, geplanten Anlageneinschränkungen. Ohne vorhergehende Planung werden daher zukünftig keine Kapazitätsnutzungen mehr durchgeführt.

## Produktion vorbereiten

In diesem Prozessschritt wird der Kapazitätsplan mit weiteren Informationen der EVU für die Produktionsvorgabe angereichert. Dazu gehören Ressourcen namens- und wagenscharf, sowie besondere Eigenschaften der Fahrzeuge oder Ladung. Abweichungen vom normalen Betrieb werden hier berücksichtigt und, falls nötig, Massnahmen ergriffen. SR40 stellt die nötigen Informationen in Echtzeit zur Verfügung, um die Kunden am Bahnhof zum richtigen Ausgangspunkt zu lenken und so einen reibungslosen Ablauf beim Ein-, Aus- und Umsteigen zu gewährleisten.



### Abweichungen Produktionsvorgabe managen

Mit SR40 werden die verschiedenen Abweichungen im Bahnbetrieb in *drei Kategorien* unterteilt: *unkritische*, *betriebliche* sowie *kommerzielle*. Bei unkritischen Abweichungen handelt es sich um Anpassungen einer gesicherten Bewegung, die keinen Einfluss auf den Bahnbetrieb oder die Erbringung des Angebots haben. Betriebliche Abweichungen beeinflussen die Kapazitätsplanung und haben eine Neuplanung im Betrieb zur Folge, ohne dass der Kunde betroffen ist. Kommerzielle Abweichungen bedeuten eine so grosse Zeitabweichung vom Produktionsplan, dass die bestellte funktionale Angebotsbeschreibung angepasst werden muss und dies z.B. dazu führt, dass Anschlüsse für Kunden nicht eingehalten werden können.

Mit SR40 wird die Behandlung von Abweichungen weitestgehend automatisiert und mit möglichst wenig Auswirkungen für die Kunden, ein neu geplanter Zustand erreicht. Dieser automatisierte Umgang ermöglicht es, manuelles Disponieren zu vermeiden und die Chaosphasen-Dauer zu verringern, da ständig ein geplanter Zustand zur Verfügung steht.



### Ressourcen Bahnproduktion (alle an der Bahnproduktion Beteiligten)

Mit SR40 entsteht eine standardisierte Schnittstelle (bi-direktional) zu den Planungssystemen für Ressourcen der EVU, die an der Bahnproduktion beteiligt sind (z.B. Fahrzeuge, Fahrpersonal, Rangierpersonal, Betriebspersonal, Interventionspersonal usw.). Dies beinhaltet u.a. die Bereitstellung von Daten zur Sicherstellung und Optimierung der Kapazitätsplanung, des Ressourceneinsatzes und Bereitschaftsmeldungen (Fahrbereitschaft des Zuges, Arbeitsbereitschaft der Arbeitsstelle).



### Lage führen und Ereignisse managen

Mit SR40 werden manuelle Arbeiten, in den Betriebszentralen sowie bei der Intervention, soweit möglich und sinnvoll, automatisiert. Dank der Planung entsprechender Massnahmen für den Ereignisfall im Vorfeld und der Hinterlegung von Daten im System, kann die Bahnproduktion optimiert abgewickelt werden. Diese automatisierten Prozesse verkürzen die Reaktionsdauer und Chaosphase. Die Durchgängigkeit in der Planung und Produktion wird auch im Störfall beibehalten und die Auswirkungen auf das Gesamtnetz werden berücksichtigt und abgeschwächt (jederzeit optimierter Kapazitätsplan). Alle beteiligten Partner verfügen jederzeit und ohne zeitliche Verzögerung über die notwendigen Angaben. Sicherheits- und Interventionskräfte profitieren von Informationen für den Personal- und Mitteleinsatz.



### Bewegung mit besonderen Eigenschaften

Mit SR40 werden jederzeit Daten zur aktuellen Anlagentopologie, Profilgrössen aller Züge sowie sonstige besondere Eigenschaften (z.B. besondere Lichtraumprofile oder Ladungen auf Güterwägen) zentral im System für alle Beteiligten zur Verfügung stehen. Diese Daten werden im Kapazitätsplan in Kombination mit den anlagebedingten Einschränkungen, sowie allfälligen Arbeiten im Gleisbereich berücksichtigt. Dieses Feature verbessert dadurch die Abwicklung von aussergewöhnlichen Sendungen, Züge mit besonderen Eigenschaften und den Umgang mit nutzbaren Perronlängen.





## Reisendenströme lenken

Mit den schnell zur Verfügung stehenden Daten aus dem SR40 System, ergeben sich für die Betreiber neue Möglichkeiten zur Kundenlenkung am Bahnhof, bei der sichergestellt wird, dass der Fahrgast im Bahnhof optimal gelenkt wird. Die Kundinnen und Kunden können frühzeitig über Störungen im Bahnhof beim Anschlusswechsel informiert und dementsprechend zum nächsten Anschlusspunkt geleitet werden. Eine gute Kundenlenkung aufgrund der Daten ermöglicht zudem eine bessere Verteilung der Kunden auf dem Perron zur Steuerung der Auslastung in den Fahrzeugabteilen. All dies führt zu einer erhöhten Kundenzufriedenheit, reduzierter Abfahrvarianz und höherer Sicherheit auf dem Perron, durch Vermeidung kritischer Längszirkulationen.

Das SR40 System liefert dazu die notwendigen Echtzeitdaten zur optimierten Kundenlenkung. Es werden Daten aus ISB, wie Echtzeit Fahrinformationsdaten (Ankunftszeit / Abfahrzeit / Verspätungen / Informationen zu Anschlüssen), Gleis mit Sektoren, Bahnhofteile und Daten der EVU, wie effektive Anzahl Reisende, Verteilung im Zug, Transportkette der Reisenden, Spezialbedürfnisse (Reservationen, Gruppen, Personen mit eingeschränkter Mobilität) im SR40 System verarbeitet.

### Produzieren

In diesem Prozessschritt werden alle geplanten Leistungen aus dem Kapazitätsplan gemäss Produktionsvorgabe umgesetzt. Dazu gehören neben gesicherten und ungesicherten Bewegungen, Abstellungen, Zusatzleistungen und Tätigkeiten im Gleisbereich. Systemübergänge, z.B. bei Grenzübertritt, aus und ins SR40 System, müssen möglich sein. Genaue Betriebsdaten und Prognosen im Störfall ermöglichen eine zeitnahe und verlässliche Kundeninformation.



## Gesicherte Bewegung (inkl. Trennen/kuppeln)

Mit SR40 wird nicht mehr zwischen Zug- und Rangierfahrt unterschieden, sondern neu von einer gesicherten Bewegung gesprochen. Innerhalb von SR40 wird eine «gesicherte Bewegung» voll durch ein Sicherungssystem überwacht und zusätzlich durch eine genaue und sichere Lokalisierung geschützt. Die gesicherte Bewegung beinhaltet sowohl automatisches (GoA 2\*) als auch manuelles Fahren und Anhalten eines Fahrzeuges. Die Bewegung wird jederzeit kontrolliert und kann bei Bedarf sofort gestoppt werden. Der Wechsel von der manuellen zur automatischen Fahrweise kann sowohl während der Fahrt als auch im Stillstand erfolgen.

Der Produktionsplan und die genauen Halteorte werden gemäss Vorgaben eingehalten. Dank dichterem Fahren von Zügen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des vorderen Fahrzeuges (Moving Block), können kürzere Zugfolgezeiten erreicht werden. Zudem ermöglicht die Produktionsvorgabe auch eine optimierte, energieeffiziente Fahrweise. Mit automatischer Kupplung ausgerüstete Fahrzeuge werden im Stillstand automatisch gekuppelt oder entkuppelt.

\*GoA steht für Grade of Automatisation. Dabei gibt es 5 Stufen: GoA 0 ist manuell und ungesichert, GoA1 ist manuell und gesichert (Zugsicherung wie ETCS), GoA 2 mit Autopiloten und gesichert (ETCS). GoA3/4 stehen für vollautonome Fahrt mit oder ohne Zugbegleitung im Fahrzeug ausserhalb des Führerstandes.



## Ungesicherte Bewegung (inkl. Trennen/kuppeln)

Bei einer «ungesicherten Bewegung» fehlt die strecken- oder fahrzeugseitige Zugsicherung und/oder die Lokalisierung durch das SR40 System. Je nach Ausrüstungszustand der Fahrzeuge und Infrastruktur ergeben sich drei mögliche Betriebszustände, nicht lokalisiert und nicht gesichert, lokalisiert und nicht gesichert, nicht lokalisiert und gesichert (d.h. gesicherter Bereich ist geschützt durch Flankenschutz oder Eingriff auf Fahrzeuge).

Eine «ungesicherte Bewegung» muss im SR40 System auch weiterhin möglich sein, um damit unnötige Kosten und Einschränkungen zu vermeiden, da nicht überall der Ersatz von z.B. Handweichen finanziell sinnvoll ist. Die Sicherheitsverantwortung wird dabei an die «ungesicherte Bewegung», bzw. das Fahrpersonal vor Ort delegiert. Die Planung der Bewegung erfolgt vor Ort, die Steuerung des Fahrzeuges im ungesicherten Bereich manuell. Die Ausfahrt aus bzw. Einfahrt in einen gesicherten Bereich von SR 40 wird über den Check-in und Check-out Prozess an der Systemgrenze sichergestellt.



## Abstellungen und Zusatzleistungen abwickeln

Mit SR40 sind die Standorte des Rollmaterials durch die Lokalisierung und Planung jederzeit bekannt. Alle Abstellungen sind zukünftig geplant und werden im Gesamtsystem optimiert ausgeführt. Dadurch, dass die Abstellorte genau bekannt sind und entsprechend der gewünschten Dienstleistungen geplant werden können, können die EVU die Wege für das Personal optimieren. Dadurch, dass auch Abstellungen und Zusatzleistungen künftig im SR40 System geplant und bestellt werden, können diese genauer verrechnet werden. Im Störfall (z.B. anderer Abstellort notwendig) können die EVU frühzeitig über Änderungen informiert und Zusatzleistungen umgeplant werden.



## Systemübergänge

Auch mit SR40 wird es weiterhin Systemübergänge (Eintritt/Austritt in/aus SR40 Sicherungsanlagen, Wechsel zwischen optischer und ETCS Signalisierung, usw.) geben und das System muss dies unterstützen. Gerade während der SR40 Migrationszeit werden Fahrzeuge sowohl im SR40 Bereich als auch ausserhalb eingesetzt werden. Auch in ferner Zukunft wird es ungesicherte Bereiche geben (z.B. Rangiergleise mit Handweichenzone), die eine An- und Abmeldung ins SR40 System bei Ein- und Ausfahrt erfordern. Der CheckIn/CheckOut von Bewegungsobjekten am Systemübergang erfolgt während der Fahrt oder im Stillstand. Beim Einfahren in ein SR40 Gebiet muss geprüft werden, ob das Fahrzeug die SR40 Vorgaben zum Netzzugang erfüllt.

Bei den Anlageübergängen müssen folgende Funktionen vollautomatisch beherrscht werden: Netzübergänge, Schmalspur/Normalspur, Fahrstromänderungen und Umspurungen. Die Anlage kann «voll gesichert», «teilweise gesichert», oder «nicht gesichert» sein, beziehungsweise sich in Übergang zwischen diesen Zuständen befinden.



## Reisende und verladende Industrie informieren

Mit SR40 werden die erforderlichen Daten (Angebotskommunikation im Regel-, Abweichungs- und Ereignisfall über alle Zeithorizonte) für die Kundeninformation in konsolidierter und standardisierter Form bereitgestellt. Im Störfall kann für die Partner eine genauere Prognose zum aktualisierten Fahrplan zur Verfügung gestellt und somit im Ereignisfall eine höhere Verlässlichkeit erreicht werden. Ausserdem ermöglicht die Bereitstellung der Daten in Echtzeit durch das SR40 System den EVU eine allgemein raschere, präzisere und personalisierte Kundeninformation.



## Tätigkeit im Gleisbereich und auf Fahrzeugen abwickeln

Mit SR40 kann die Planung und Effizienz der Arbeiten im Gleisbereich und der Schutz für Mitarbeitende während ihrem Aufenthalt im Gleisbereich durch automatisierte Warnprozesse erhöht werden. Wird für die sichere Ausführung zusätzlich eine Arbeitssicherung benötigt, wird die entsprechende Massnahme im neuen Traffic Management System hinterlegt und vor Beginn der Arbeiten durch den Mitarbeitenden draussen im Gleisfeld über ein mobiles Endgerät aktiviert. Nach Abschluss der Arbeiten wird durch den Mitarbeitenden im Gleisfeld die entsprechende Massnahme wieder deaktiviert. Mögliche Formen der Arbeitssicherung sind z.B. eine Einschränkung des Fahrwegs oder der Geschwindigkeit, ein Verbot für die Umstellung eines Elements (z.B. Weiche) oder ein absolutes Befahrungsverbot.

Mitarbeitenden soll es ausserdem ermöglicht werden, bei einem Störfall direkt vor Ort aktualisierte Prognosen betreffend Wiederverfügbarkeit von Anlagen und Fahrzeugen zu erfassen. Dies betrifft Arbeiten im Gefahrenbereich sowie ausserhalb des Gefahrenbereichs (z.B. auf dem Fahrzeug).

### Überwachen & steuern

Im SR40 System muss der Zustand aller für die Produktion relevanten Fahrzeuge, Anlagen und Systeme jederzeit bekannt sein. Eine funktionale Einschränkung muss an das SR40 System vom Personal oder durch automatisierte Überwachung einzelner Komponenten (z.B. Sensoren) zurückgemeldet werden. Bei unmittelbarer Gefahr, z.B. Naturereignisse wie Lawinen, kann für einen definierten Bereich ein sofortiger Produktionsstopp ausgelöst werden.



## Anlagenzustand überwachen und steuern (inkl. Schutz)

Mit SR40 muss der Zustand der Anlagen sowie der übrigen für die Bahnproduktion relevanten Infrastrukturanlagen mit geeigneter Diagnostik und / oder Sensoren überwacht werden. Dies beinhaltet die frühzeitige Erkennung von Teilverfügbarkeiten, sicherheitskritischen Zuständen und die automatische Klassifizierung von Abweichungen vom Soll- Zustand. Auch dazu gehört die Erstellung von Prognosen zur benötigten Zeit zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes. Mit SR40 werden festgestellte betriebsbehindernde Anlagenstörungen als funktionale Einschränkungen übermittelt und lösen gegebenenfalls eine Neuberechnung des Kapazitätsplan aus. Die Verfügbarkeit der SR40-Anlagen wird durch eine laufende Überwachung erhöht, da potenzielle Anlagenstörungen frühzeitig erkannt und verhindert werden. Dies reduziert die Betriebskosten. Die SR40- Anlagen müssen ausserdem sowohl automatisch wie auch manuell angesteuert werden können. Der Warnprozess für Arbeiten und Aufenthalte im Gleisbereich soll mit möglichst hohem Automatisierungsgrad im System erfolgen.



## Systeme überwachen und steuern

Mit SR40 muss der Zustand der zukünftig vorhandenen IT Systeme (Rechenzentren mit Hardware und Software) für die Bahnproduktion (z.B. neu, ES, GLAT Server, etc.) mit geeigneter Diagnostik und / oder Sensoren überwacht und gesteuert werden. Mit SR40 werden festgestellte betriebsbehindernde Systemstörungen als funktionale Einschränkungen übermittelt. Gegebenenfalls löst dies eine Neuberechnung des Kapazitätsplans aus.

Dies beinhaltet zwingend die Überwachung gemäss RAMS Vorgaben, die laufende Abbildung der Betriebszustände und der Verfügbarkeit der technischen Systeme. Ausserdem erfordert dies eine automatisierte Meldung bei definierten Abweichungen des Sollzustandes. Das System muss zudem gegen Cyberangriffe gesichert sein und Massnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit bei sicherheitskritischen Zuständen initiieren. Für einen reibungslosen Betrieb muss das System Incidents erkennen und klassifizieren, damit die Serviceleistung schnell wiederhergestellt werden kann. Die Systeme benötigen zudem Rückfallebenen vom technischen System ohne Einbezug des Menschen und die Anzahl der nicht automatisierten Vorgänge zur Wiederherstellung des Notbetriebs müssen minimiert werden.



## Fahrzeugzustand überwachen und steuern (inkl. Ladegut)

Mit SR40 muss der Zustand der Fahrzeuge mit geeigneter Diagnostik und / oder Sensoren überwacht werden. Mit SR40 werden fahrzeugseitig festgestellte betriebsbehindernde Fahrzeugstörungen als funktionale Einschränkungen übermittelt. Dies geschieht entweder durch den Lokführer oder Diagnosesysteme. Gegebenenfalls löst dies eine Neuberechnung des Kapazitätsplans aus. Dies beinhaltet die Klassifizierung von Einschränkungen und Erstellung von Prognosen zum benötigten Zeitrahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes. Letzteres erfolgt aufgrund von Erfahrungswerten. Die Daten aus der Überwachung dienen zudem zur Abschätzung der Verzögerungen in der aktuellen Betriebslage und können für Fahrplanweisungen in der Produktionsvorgabe für nachfolgende Züge verwendet werden.

## Nachbearbeitung



### Nachbearbeitung/ Q-Verbesserung

Dieses SR40 Feature analysiert die Abläufe der gesamten Bahnproduktion. In jedem Prozessschritt werden Abweichungen und Qualitätsmängel automatisch detektiert, ausgewertet, dokumentiert und Verbesserungen angestoßen. Abweichungen werden auf den Verursacher zugeschrieben. Trends und Muster in der Bahnproduktion (Planung, Fahrzeuge, Anlagen, Systeme) werden erkannt. Die Erkenntnisse fließen an alle beteiligten Partner der Bahnproduktion zurück, so dass Massnahmen generiert und die Abläufe rasch verbessert werden können.