

Fachkonzept Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung

Autor(en)

Status In Arbeit
Version Version 0.4
Letzte Änderung 29. November 2019
Letzte Änderung durch
Ablage eSpace TMS

Version und Status

Version	St.*	Datum	Name	Änderung / Bemerkung
0.1	1	20.9.2017	Rafael Liechti	Initiale Erstellung des Dokuments
0.2	1	17.10.2017	Lea Bay	Überarbeitung des Inhaltsverzeichnis nach Kick-off-Workshop
0.3	1	20.12.2017	Howald, Wieland	Kapitel 1 und 2 überarbeitet
0.4	1	20.03.2018	Howald, Wild	Anpassung von Begriffen (Deutsch statt Englisch)

*Status: 1 = In Arbeit; 2 = Zur Prüfung; 3 = Freigegeben

Status der einzelnen Kapitel

 = erledigt
 = in Arbeit

Kapitel	In Erarbeitung	Review AFO-Team	Review PO	Freigegeben
1. Einleitung				
2. Modell «Service Intention»				
3. Regelwerk Kapazitätsplanung				
4. Konfliktmodell				
5. Topologie-Einschränkungen				
6. Visualisierung				
7. Geschäftsobjekte und Datenmodell				
8. Zeithorizonte in der Planung				

Inhalt

1.	Einleitung	3
1.1.	<i>Zweck des Dokuments</i>	3
1.2.	<i>Abgrenzungen</i>	3
1.3.	<i>Ausgangslage</i>	3
1.4.	<i>Ziele der Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung</i>	4
1.5.	<i>Sinn, Zweck und Nutzen der Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung</i>	4
2.	Modell «Service Intention»	5
2.1.	<i>Bezug zu den Sollprozessen</i>	5
2.2.	<i>Ableiten aus vorgelagerten Plänen</i>	7
2.3.	<i>Regelwerk für SI und unvollständige SI</i>	7
2.4.	<i>Plausibilisierung einer SI</i>	7
2.5.	<i>Datenflüsse (In- und Output)</i>	8
2.6.	<i>Abhängigkeiten zwischen Kapazitätsobjekten</i>	10
3.	Regelwerk Kapazitätsplanung	11
4.	Konfliktmodell	11
5.	Topologieeinschränkungen	11
6.	Visualisierung	11
6.1.	<i>Service Intention</i>	11
6.2.	<i>Konflikt</i>	11
7.	Geschäftsobjekt- und Datenmodell	11
7.1.	<i>Service Intention</i>	11
8.	Zeithorizonte in der Planung	13
8.1.	<i>Topologiemodell</i>	13
8.2.	<i>ÄvT</i>	13
8.3.	<i>Jahresfahrplan / Tagesfahrplan</i>	13
8.4.	<i>Trassenstatus (öffentlich, verständigt)</i>	13
9.	Quellverzeichnis	14
10.	Offene Punkte	14

1. Einleitung

1.1. Zweck des Dokuments

Das Dokument „Fachkonzept Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung“ enthält die fachliche Beschreibung zum Thema Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung. Es dient als Input für die weitere Entwicklung der Kapazitätsplanung im Rahmen von TMS-PAS und als Diskussionsgrundlage für das Partnermanagement (Bestellprozess, BAV, ...).

1.2. Abgrenzungen

Das Fachkonzept Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung umfasst nicht folgende Fragestellungen:

- Bestellprozess mit EVU
- Auswirkungen auf bestehende Gesetze
- Input aus der Produktion
- Rescheduling, Relaxierung des Angebotes
- Produktionssteuerung und -überwachung
- Kundeninformation
- Verteilung der Fahrplandaten
- Abrechnung

1.3. Ausgangslage

Die Automatisierung ist ein wesentlicher Treiber des technischen Fortschritts in der Fahrplanplanung (Industrialisierung und Digitalisierung Fahrplan). Bestandteile sind die automatische Suche und Einplanung neuer Fahrten oder die automatische Umplanung von Fahrten, welche von nur beschränkt nutzbaren Anlageelementen betroffen sind.

Voraussetzung für die Automatisierung ist nebst einem Planungsregelwerk ein Input, welcher maschinell gelesen und verarbeitet werden kann. Die SI und Fahrteigenschaften beschreiben ein von einer EVU bzw. ein vom Bund oder Kantonen gewünschtes Angebot in standardisierter Form.

Sie muss alle für die Kapazitätsplanung nötigen Angaben enthalten damit mit einem Planungsalgorithmus (wie beispielsweise dem PESP-Modell (Periodic Event Scheduling Problem)) automatisch eine Kapazitätsplan berechnet werden kann.

Mit den Service Intention soll zusätzlich eine grössere Flexibilität in der Planung ermöglicht werden. Im kommerziellen Verkehrsplan sind die Bedürfnisse an den Kapazitätsplan (unabhängig davon, von wem und für welchen Zeithorizont das Bedürfnis kommt) deshalb als Bandbreiten statt als zeitlich bereits Jahre im Voraus fest definierte und sekundengenau geplante Fahrten erfasst.

1.4. Ziele der Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung

- Schaffen der Voraussetzung zur Automatisierung des Planungsprozesses.
- Erhöhung der Flexibilität in der Kapazitätsplanung dank Qualitätsvorgaben und Toleranzwerten innerhalb der SI.
- Ermöglichen einer plantreuen Produktion durch die konsequente Trennung zwischen kommerziellen und betrieblichen Zeiten und einer optimalen Nutzung der Fahrzeitreserven.
- Erhöhung vom Handlungsspielraum in der Planung und der Produktion dank vereinbarten Prozesszeiten und Transparenz in der Ausschöpfung der zur Verfügung stehenden Reserve.
- Voraussetzung schaffen zur Erhöhung der Kapazitätsnutzung durch optimal geplante und gelenkte Fahrten, da nur noch marginale Fahrzeitreserven benötigt werden.

1.5. Sinn, Zweck und Nutzen der Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung

- Die Service Intention ist die Vereinbarung für ein gewünschtes Angebot zwischen einer EVU bzw. Bund, Kantonen und der Infrastruktur.
- Partner erhalten auf der Basis der Service Intention das Resultat der Machbarkeitsprüfung nach der Eingabe der Anfrage oder Bestellung innert kürzester Zeit.
- Voraussetzungen schaffen für eine hohe Verlässlichkeit des Angebots durch die automatisierte modularisierte Planung (HVZ/NVZ, Wochentag, Frequenz, Anforderungen P und G).
- Rasches finden der optimalen Lösung unter Berücksichtigung aller bekannten Einflüsse und Rahmenbedingungen für alle Beteiligten.
- Eine flexible, rasche Reaktion auf die Bedürfnisse der Besteller wird möglich. Bei Engpässen können sehr rasch Lösungen in Varianten erzeugt werden.
- Der Kapazitätsplan berücksichtigt alle bekannten Einschränkungen und bildet die Basis für eine konsistente Kundeninformation.
- Durch die konsequente Trennung der kommerziellen und betrieblichen Sicht wird erreicht, dass viele betrieblichen Anpassungen keine Auswirkungen mehr auf den kommerziellen Verkehrsplan haben (solange die SI nicht verletzt wird).

2. Modell «Service Intention»

2.1. Bezug zu den Sollprozessen

In diesem Kapitel soll der Bezug zu den E2E-Sollprozessen SR4.0 (EA-Sparx, Stand der Studie PPS2030) hergestellt werden. Die nachfolgenden Tabellen zeigen auf, für welche Aktivitäten SI benötigt werden..

2.1.1. E2E Prozess «[Strategische Kapazitätsnutzung festlegen](#)»

Aktivität Bezeichnung	Aktivität Beschreibung	Bezug zu SI
PM-PA01	Kapazitätsbedarf ermitteln	Innerhalb dieser Aktivität sollen die SI für Zugfahrten abgeleitet werden.
PM-PA02	Kapazitätsengpässe ermitteln	Für die Ausführung dieser Aktivität werden die abgeleiteten SI für Zugfahrten benötigt.
PM-PA03	Planungsauftrag anhand der Konzeptvarianten erstellen	Innerhalb dieser Aktivität werden die bereits bekannten SI für die festgelegten Konzeptvarianten evtl. angepasst und bestimmt.
KP-PA01	Konzeptvarianten entwickeln und planen	Innerhalb dieser Aktivität werden die Konzeptvarianten anhand der SI im strategischen Kapazitätsplan eingeplant.
PM-PA07	Planungsauftrag zum definitiven Referenzkonzept erstellen.	Innerhalb dieser Aktivität werden die bereits bekannten SI für das Referenzkonzept evtl. angepasst und bestimmt.
KP-PA03	Definitiver Entwurf zum Referenzkonzept erstellen	Innerhalb dieser Aktivität werden auf Basis der angepassten SI das Referenzkonzept erstellt.

Tabelle 1: Bezug zu «Strategische Kapazitätsnutzung festlegen»

2.1.2. E2E Prozess «[Konzeptionelle Kapazitätsnutzung festlegen](#)»

Aktivität Bezeichnung	Aktivität Beschreibung	Bezug zu SI
KPM-PA27	Angebotschritte erfassen	Innerhalb dieser Aktivität werden die SI für Zugfahrten abgeleitet und zusätzlich werden die SI für Rangierfahrten und Abstellungen festgelegt.
KPM-PA26	Bedarf an Kapazitätseinschränkungen Intervalle erfassen	Innerhalb dieser Aktivität sollen die SI für Kapazitätseinschränkungen festgelegt werden.
KPM-PA28	Bedarf Kapazitätsnutzung plausibilisieren	Innerhalb dieser Aktivität werden die SI auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüft.
KP-PA16	Bedarf Kapazitätsnutzung je Fahrplanjahr im Kapazitätsplan abbilden	Innerhalb dieser Aktivität wird je Fahrplanjahr der Kapazitätsbedarf aus den SI (Fahrten, Abstellungen und Intervalle) abgeleitet. Daraus entstehen Kapazitätsbänder, diese werden im Kapazitätsplan als Kapazitätsnutzung (Fahrten und Abstellungen) bzw. Kapazitätseinschränkung (Sperrungen und LFS) abgebildet.

PM-PA14	Lösungsszenarien entwickeln und Planung beauftragen	Innerhalb dieser Aktivität werden die bereits bekannten SI für die festgelegten Lösungsszenarien evtl. angepasst und bestimmt.
KP-PA04	Lösungsszenarien planen	Innerhalb dieser Aktivität werden die Lösungsszenarien anhand der SI im konzeptionellen Kapazitätsplan eingeplant.
PM-PA18	Konfliktlösungsvorschläge für Kapazitätsnutzung entwickeln	Innerhalb dieser Aktivität werden die bereits bekannten SI festgelegt, evtl. angepasst und evtl. neue dazu bestimmt.
KP-PA15:	Konfliktlösungsvorschläge für Kapazitätsnutzung planen	Innerhalb dieser Aktivität werden anhand der erhaltenen SI die Konfliktlösungsvorschläge bestimmt.

Tabelle 2: Bezug zu «Konzeptionelle Kapazitätsnutzung festlegen»

2.1.3. E2E Prozess «[Kapazitätsnutzung bestellen, planen und durchführen](#)»

Aktivität Bezeichnung	Aktivität Beschreibung	Bezug zu SI
KPM-PA61	Vorreservierte Kapazität buchen	Innerhalb dieser Aktivität kann der Besteller vorhandene SI anpassen, ergänzen, präzisieren und nicht vorhandene SI erfassen.
KPM-PA47	Bestellung für Kapazitätsnutzung erfassen, ändern oder stornieren	Innerhalb dieser Aktivität werden die Bestellungen für die Kapazitätsnutzung, welche nicht in der konzeptionellen Kapazitätsnutzung (NNP) bereits hinterlegt wurden, in Form von SI beschrieben. Zusätzlich können innerhalb dieser Aktivität bereits vorhandene SI angepasst oder storniert werden.
KPM-PA48	Buchung von vorreservierter Kapazität plausibilisieren	Innerhalb dieser Aktivität werden die SI auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüft.
KPM-PA62	Bestellung für Kapazitätsnutzung plausibilisieren	Innerhalb dieser Aktivität werden die SI auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüft.
KP-PA07	Kapazitätsnutzung planen, prüfen und optimieren	Innerhalb dieser Aktivität wird anhand der SI die Kapazitätsnutzung im Kapazitätsplan eingeplant.

Tabelle 3: Bezug zu «Kapazitätsnutzung bestellen, planen und durchführen»

2.2. Ableiten aus vorgelagerten Plänen

2.2.1. Mögliche Fragestellungen:

- Wann und in welcher Periodizität werden SI benötigt?
- Statusworkflow
- Braucht es Varianten
- SI für Einschränkungen?

2.3. Regelwerk für SI und unvollständige SI

Bezeichnung	Beschreibung

2.4. Plausibilisierung einer SI

2.5.5. Elemente Basisdaten Produktionsvorgabe für die Steuerung Kapazitätsnutzung (heute NeTS>ZLD/RCS)

Bezeichnung	Beschreibung
Identifikation des Objekts	Identifikation des Kapazitätsobjekts, dieses hat einen Bezug zu einer Bestellposition und einem Bestelldossier und dadurch zu einer Zug ID oder Rangier ID oder Abstellung ID
Produktionszeit Abfahrt	Vorgabezeit zur Abfahrt einer Fahrt an einem x-beliebigen Punkt auf der Topologie.
Passierzeit an Fixpunkten	Vorgabezeit für eine Fahrt an einem Konflikt- oder x-beliebigen Punkt auf der Topologie (≠ Anstoss-punkte Sicherheitsanlagen).
Produktionszeit Ankunft	Vorgabezeit für die Ankunft einer Fahrt an einem x-beliebigen Punkt auf der Topologie.
Leitungsweg	Vorgabe über welche Topologieelemente die Fahrt stattfinden soll. (Aktuell gehen wir davon aus, dass die Topologieelemente dazu auf einer Meso+ Ebene zur Verfügung stehen.)
Haltezeit	Grund für einen eingeplanten Aufenthalt an einem x-beliebigen Punkt auf der Topologie.
Fahrtübergreifende Bedingungen	Abhängigkeiten zwischen Fahrten (z.B. Umsteigebeziehungen, Personaleinsatzabhängigkeiten, Rollmaterial, Verknüpfung von Linien etc.)
Zeitliche Trigger	Vorgabezeit für Fahrbereitschaftsmeldung, Meldung Arbeiten beendet etc.
Toleranzwerte (Kapazitätsbänder)	Zeitliche Reservation innerhalb dieser die Kapazitätsnutzung produziert werden soll.

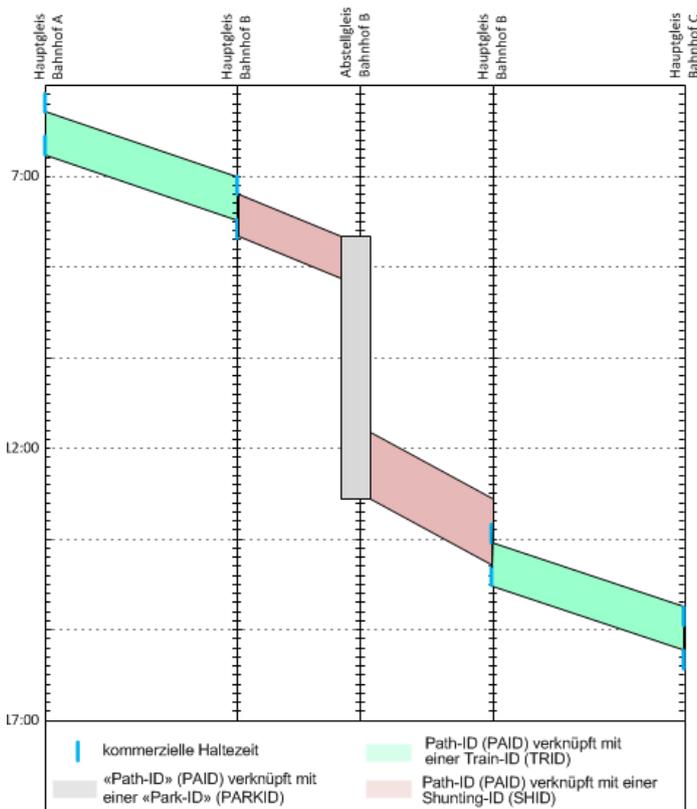
Beispiel für Basisdaten Produktionsvorgabe siehe [hier](#).

2.5.6. Elemente Basisdaten Planungsvorgaben für die Ressourcensteuerung

2.5.7. Elemente Basisdaten Planungsvorgaben für die Kundeninformation

2.6. Abhängigkeiten zwischen Kapazitätsobjekten

2.6.1. über SI verknüpfte Kapazitätsobjekte



Die verschiedenen Kapazitätsobjekte stehen durch die physisch eingesetzten Fahrzeuge in Abhängigkeit die sich über die ganze Lebensdauer von einem oder mehreren Fahrzeugen hinziehen (Instandsetzung bis Verschrottung).

Die Bestellpositionen für Zugfahrten beinhalten immer zum Start eine kommerzielle Haltezeit zum Einsteigen der Reisenden und am Ende eine kommerzielle Haltezeit zum Aussteigen. Es gibt daher keine direkte Übergänge zwischen Zug- und Rangierfahrt.

Die Beziehung zwischen den verschiedenen Kapazitätsobjekten wird auf Basis der Umlaufplanung in den SI mit Hilfe des Elements fahrtübergreifende Beziehungen als «Connection» abgebildet. Die Connections werden in der Ressourcenplanung und der Rangier- und Abstellplanung definiert.

2.6.2. Umgang mit nicht verknüpften Kapazitätsobjekten

Wir gehen heute davon aus, dass Connections je nach Planungshorizont nicht immer vollständig vorhanden sein werden. Vor allem Informationen aus der Umlaufplanung werden nicht immer zum benötigten Zeitpunkt zur Verfügung stehen. Trotzdem muss es möglich sein, jederzeit eine Kapazitätsprüfung für die Zugfahrten durchzuführen.

Eine Aussage zu den Kapazitätsnutzung auf den Strecken ist möglich ohne Connections zu kennen. In den Knoten sieht es anders aus. Da sind die Connections an Start- und Endpunkten essentiell für eine Kapazitätsprüfung.

Lösungsansätze für den Umgang mit unvollständigen Connections an Start- und Endpunkten bei denen keine Umläufe bekannt sind:

Variante 1 – Standardwerte pro Hauptgleis und Ort

Pro Ort wird eine maximale Aufenthaltsdauer auf einem Hauptgleis definiert. Nach Ablauf dieser Zeit ist das Kapazitätsobjekt in der Planung nicht mehr vorhanden (schwarzes Loch). In dieser Variante werden nur die Hauptgleise in den Knoten berücksichtigt.

Resultat: Ermöglicht eine Kapazitätsprüfung für die Hauptgleise.

Variante 2 - Generische Umläufe ableiten:

Die generischen Umläufe sollen mit Hilfe von Elementen aus der Bestellposition mittels Regelwerk abgeleitet werden. Mögliche Elemente sind beispielsweise Linienbezeichnung, Produkttyp und Zugsfamilie. Aufgrund der abgeleiteten Connections sollen Kapazitätsobjekte für Abstellungen (Park-ID) erzeugt und die Kapazitätsprüfung der Hauptgleise gemacht werden.

Werden keine Kapazitätskonflikte festgestellt, dann ist Hauptgleisbelegung aus Sicht Kapazität möglich. Werden Kapazitätskonflikte festgestellt, kann die in der Variante 1 erwähnte Aufenthaltsdauer zur Konfliktlösung beigezogen werden.

Resultat: Ermöglicht eine realitätsnähere Kapazitätsprüfung für die Hauptgleise als in Variante eins.

Variante 3 – Effektiv geplante Umläufe bekannt

Auf Basis der Connections in der Bestellposition für Zugfahrten kann die Kapazitätsprüfung der Hauptgleise durchgeführt werden. Werden keine Kapazitätskonflikte festgestellt, dann ist Hauptgleisbelegung aus Sicht Kapazität möglich. Werden Kapazitätskonflikte festgestellt, kann die in der Variante 1 erwähnte Aufenthaltsdauer zur Konfliktlösung beigezogen werden.

Resultat: Ermöglicht eine realitätsnähere Kapazitätsprüfung für die Hauptgleise als in Variante zwei.

Variante 4 – Erweiterung Variante 1a

Für jede Bestellposition, zu der noch keine Connection vorhanden ist, wird automatisch ein Kapazitätsobjekt Rangierfahrt und ein Kapazitätsobjekt Abstellung eingeplant. Nach einer Mindesthaltezeit wird jeder Zug ohne Umlauf in das Abstellgleis rangiert.

Ist das Abstellgleis ausgelastet, kann die Bestellposition ohne Connection nicht realisiert werden.

2.6.3. Anschlüsse

Anschlüsse sind Teil der Angebotsplanung und beschreiben Abhängigkeiten zwischen den Zugfahrten. Ein Anschluss kann an jedem Zugangspunkt als Element der SI definiert sein.

3. Regelwerk Kapazitätsplanung

4. Konfliktmodell

5. Topologieeinschränkungen

6. Visualisierung

6.1. Service Intention

Beispiele mit verschiedenen Zugkategorien (Regio, P-FV, G, ...)

6.2. Konflikt

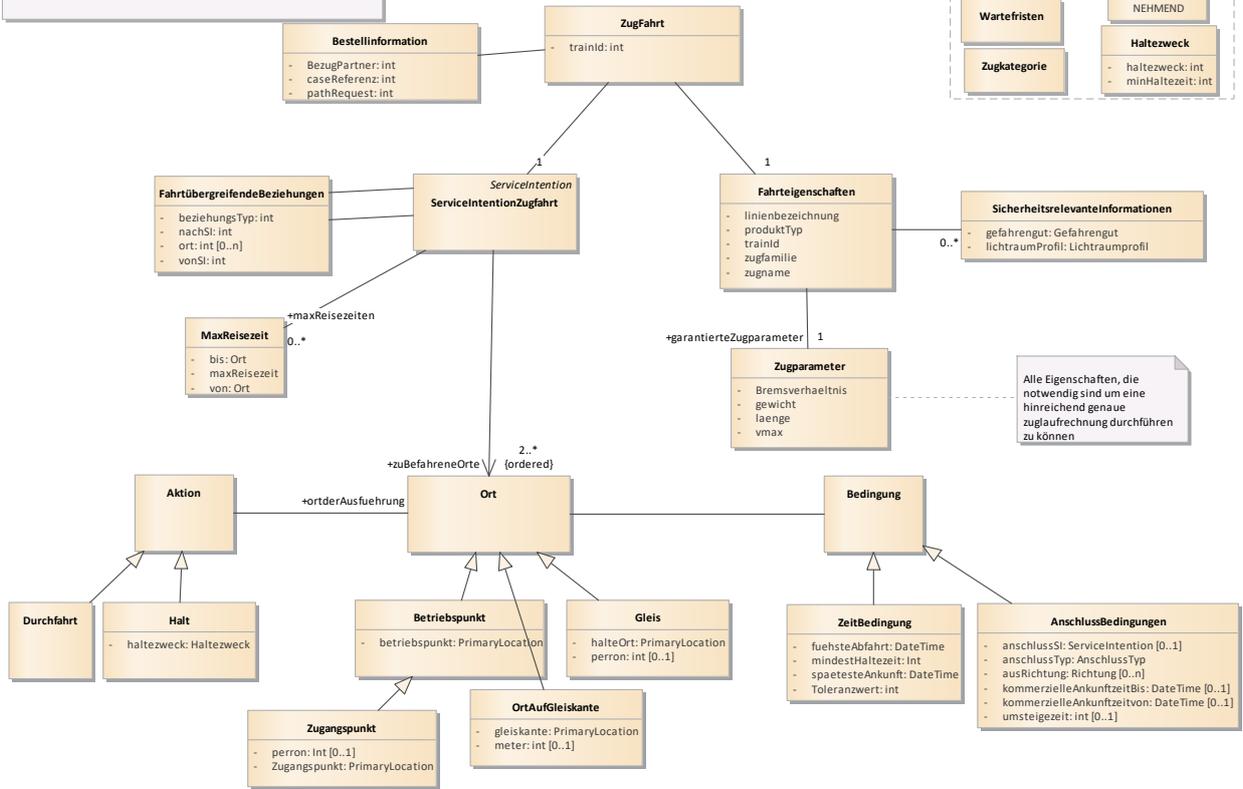
7. Geschäftsobjekt- und Datenmodell

7.1. Service Intention

Annahme:

In einer SI muss keine Bezug zu einer Verkehrsperiode angegeben werden. Jeder Zug wird innerhalb seines Bandes für jeden Tag individuell ausgeplant.

Sollen die Züge einen Takt einhalten, dann ist das Band der Züge entsprechend des Takts zu wählen.



- 8. Zeithorizonte in der Planung**
- 8.1. Topologiemodell**
- 8.2. ÄvT**
- 8.3. Jahresfahrplan / Tagesfahrplan**
- 8.4. Trassenstatus (öffentlich, verständigt)**

9. Quellverzeichnis

Ergebnisdokument Zukunft Fahrplanplanung 2025 V1.0 vom 1. April 2016

Ergebnisdokument TargetOperatingModel «TraPla2025» V1.0 vom 27. September 2016

Ergebnisdokument Zielarchitektur «PPS2030» V0.5 vom 30. März 2017

10. Offene Punkte

- Gibt es Tools/Anwendungen, die bereits mit Service Intention arbeiten?

Fragen an die Facharchitektur

- Wo wird die Prognose überall berechnet? In der Kapazitätsplanung UND in der Kapazitätssteuerung?
 - Welcher Funktionsumfang ist in Kapasteuerung enthalten?
 - Wieviel darf die Steuerung disponieren, ohne Rücksprache mit der Kapazitätsplanung führen zu müssen. Gibt es eine Art Toleranzwerte, die die KP an die KS übergibt. Und erst wenn die Toleranzwerte überschritten sind fragt die KS bei der KP an.
- Wer liefert Basisdaten (PV) an ATO
- Wird es eine Co-Produktionssteuerung geben, die zwischen EVU ISB und 3rd vermittelt.
- Unterscheidung Fahrzeugführung und Ressourcensteuerung
- Fall ICE Zürich: bei initialer Ableitung SI weiss Angebotsplaner weder Anschlüsse noch Umläufe. Idee: defaultmässige Rückstellung in „schwarzes Loch plus“ (Summe aller Abstell-Meter pro Betriebspunkt)