

Fachkonzept Kapazitätsplanung


Autor(en) Team AFO-PAS
Status Freigegeben für Verifikation im Rahmen Flux One (Helper)
Version Version 1.0
Letzte Änderung 13. September 2019
Letzte Änderung durch
Ablage eSpace TMS


Version und Status

Version	St.*	Datum	Name	Änderung / Bemerkung
0.7	1	01.12.2017	AFO-PAS	Erstellung/Zusammentragen
0.8	1	20.03.2018	AFO-PAS	Anpassung von Begriffen (Deutsch statt Englisch)
1.0	3	30.5.2018	AFO-PAS	Schlussversion als Basis für die Verifikation in Flux One (Helper)

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

Status der einzelnen Kapitel

 = erledigt

 = in Arbeit

Kapitel	In Erarbeitung	Review AFO-Team	Review CPO	Freigegeben
1. Einleitung				
2. Übersicht zukünftiges Planungsmodell				
3. Übersicht aus Sicht Kapazitätsplanung				
4. Geschäftsobjekte				
5. Stakeholder / Anspruchsgruppen				
6. Risiken der Kapazitätsplanung				
7. Begriffe				
8. Granularität der Topologie				

Inhalt

1. Einleitung	3
1.1. <i>Ziel und Zweck des Dokuments</i>	3
1.2. <i>Ausgangslage</i>	3
1.3. <i>Ziele der automatischen Kapazitätsplanung</i>	3
1.4. <i>Weiterführende Fachkonzepte</i>	4
2. Übersicht künftiges Planungsmodell über alle Zeithorizonte (strategisch, konzeptionell, kurzfristig).....	5
2.1. <i>Beschreibung</i>	6
2.2. <i>Erklärung einzelne Planungsschritte</i>	6
3. Übersicht aus Sicht Kapazitätsplanung	8
3.1. <i>Datenflüsse in der Transportleistung</i>	8
3.2. <i>Datenflüsse in der Kapazitätsbereitstellung</i>	9
3.3. <i>Datenflüsse in der Bahnnetzbereitstellung</i>	11
4. Geschäftsobjekte	12
5. Stakeholder/Anspruchsgruppen	13
5.1.1. <i>Steuerung Kapazitätsnutzung</i>	13
5.1.2. <i>Kundeninformation</i>	14
5.1.3. <i>Ressourcensteuerung</i>	14
5.1.4. <i>Angebotsplanung</i>	15
6. Risiken der Kapazitätsplanung	16
7. Begriffe	18
8. Granularität der Topologie	23
8.1. <i>Mikroskopische Topologie</i>	24
8.2. <i>MesoPlus Topologie</i>	24
8.3. <i>Mesoskopische Topologie</i>	25
8.4. <i>Makroskopische Topologie</i>	25
8.5. <i>Verkehrsnetz</i>	26

1. Einleitung

1.1. Ziel und Zweck des Dokuments

Das Dokument «Fachkonzept Kapazitätsplanung» enthält die Fachbeschreibung von TMS-PAS aus Sicht Kapazitätsplanung. Es dient als Input für die weitere Entwicklung der Kapazitätsplanung im Rahmen von TMS-PAS und als Diskussionsgrundlage für das Partnermanagement (Bestellprozess, BAV, ...) und die Steuerung (Produktionsvorgaben, ...).

1.2. Ausgangslage

Die Fahrplanplanung ist heute geprägt vom Expertenwissen der Planer. Die Erstellung des Fahrplans erfolgt mit IT-Systemen, welche weder eine Automatisierung noch eine Qualitätskontrolle oder Konflikterkennung beinhalten. Die Planer verbringen einen grossen Teil ihrer Zeit damit, im Fahrplangefüge visuell potenzielle Konflikte oder kritische Situationen zu suchen und diese dann unter Anwendung der bestehenden Planungsgrundlagen zu lösen. Diese rein manuelle Planung führt dazu, dass zwei identische Fahrplansituationen je nach Planer unterschiedlich beurteilt werden können.

Die historisch gewachsene Planungsmethode sieht vor, dass alle Züge im Personenverkehr, welche in einen Takt eingebunden sind, über ein Fahrplanjahr die identischen Fahr- und Reservezeiten haben. In der Hauptverkehrszeit wird jeder dieser Züge etwas verspätet, in der Nebenverkehrszeit dafür etwas vorzeitig verkehren. Ausserdem können Züge, deren Abfahrts- und Ankunftszeiten an die Kunden kommuniziert wurden, heute betrieblich nicht mehr mit vernünftigem Aufwand angepasst werden.

Diese Umstände machen das Fahrplankonstrukt extrem unflexibel. Auf geplante und ungeplante Abweichungen – z.B. wegen Bauarbeiten oder Störungen – kann kaum reagiert werden, ohne dass es zu Verspätungen und Brüchen in der Transportkette kommt. Von den jährlich 5500 Intervaldossiers mit Auswirkungen auf den Zugverkehr werden nur 150, also weniger als 3 Prozent, vollständig austrassiert. Eine konsistente und rechtzeitige Kundeninformation ist aufgrund dieser Umstände kaum sicherzustellen.

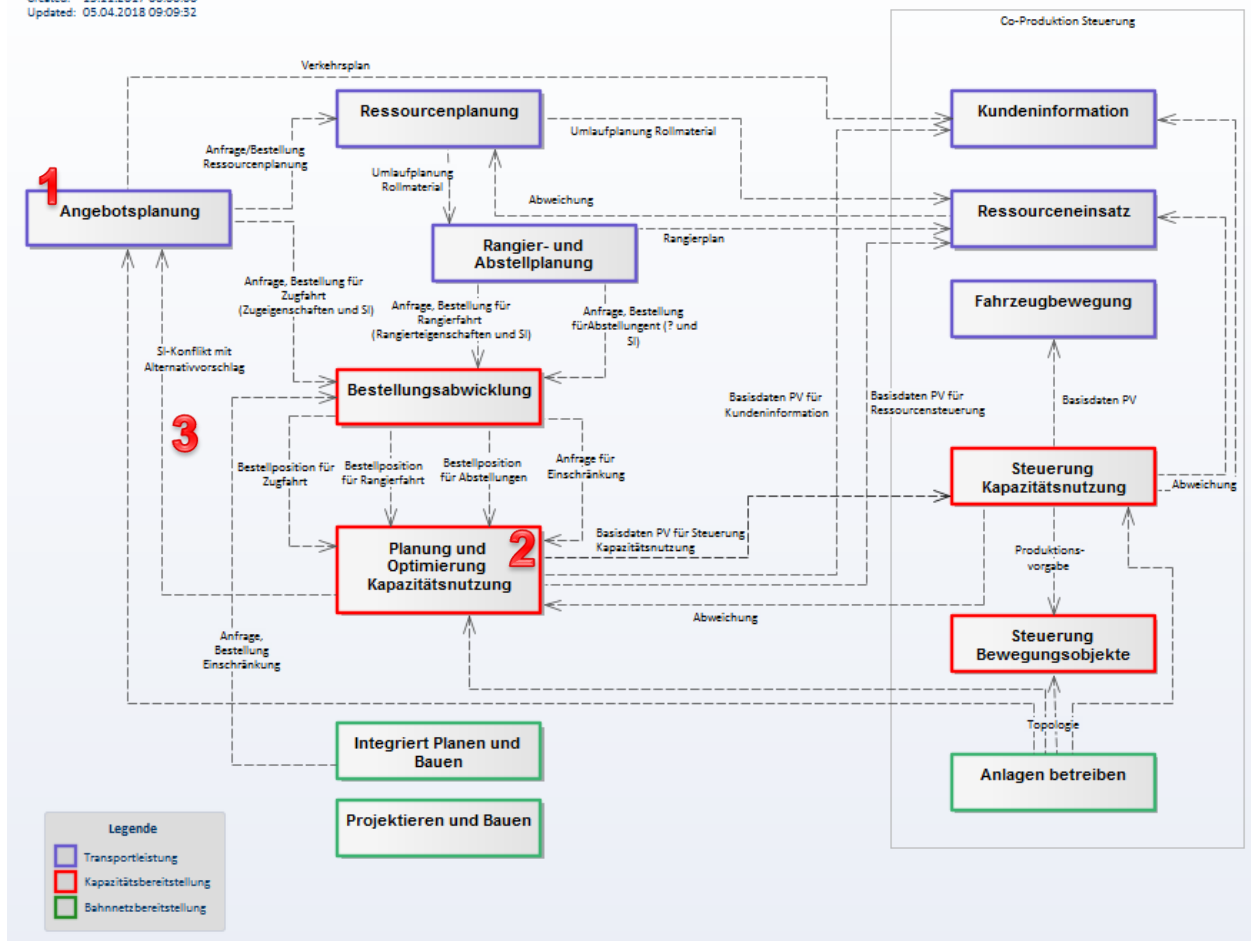
Die Automatisierung ist ein wesentlicher Treiber des technischen Fortschritts in der Fahrplanplanung (Industrialisierung und Digitalisierung Fahrplan). Bestandteile sind die automatische Suche und Einplanung neuer Fahrten oder die automatische Umplanung von Fahrten, welche von nur beschränkt nutzbaren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

1.3. Ziele der automatischen Kapazitätsplanung

- Hochautomatisierte, integrierte Kapazitätsplanung über alle Zeithorizonte sowie Abstimmung aller Kapazitätsobjekte (Zug- und Rangierfahrten, Abstellungen) mit Berücksichtigung von Kapazitätseinschränkungen (Sperrungen, Langsamfahrstellen).
- Verlässliche Basisleistung (stabiler und pünktlicher Fahrplan) durch eine realitätsnahe Erstellung eines Produktionsplans mit Berücksichtigung sämtlicher bekannter Einflussfaktoren (z.B. Baustellen, Wetter, Kundenströme in der HVZ).
- Einhaltung der Kundenversprechen gemäss den mit den EVUs vereinbarten funktionalen Angebotsbeschreibungen.
- Senkung der Herstellungskosten eines Fahrplans durch eine Automatisierung personalintensiver Prozesse in der Kapazitätsplanung.
- Erhöhung der Netznutzungseffizienz mit Berücksichtigung der Vorgaben zu Pünktlichkeit und Stabilität.
- Erhöhung der Flexibilität in der Kapazitätsplanung, so dass zusätzlicher Kapazitätsgewinn für nachfrageorientierte Bedarfe realisiert werden kann.
- Transparente Flexibilität in der Kapazitätsplanung d.h. Kapazitätsreserven transparent machen, so dass diese für die Betriebssteuerung nutzbar sind (für die Feinsteuerung der Züge)

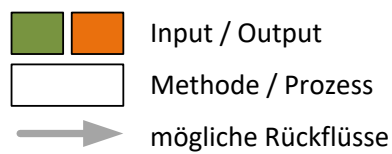
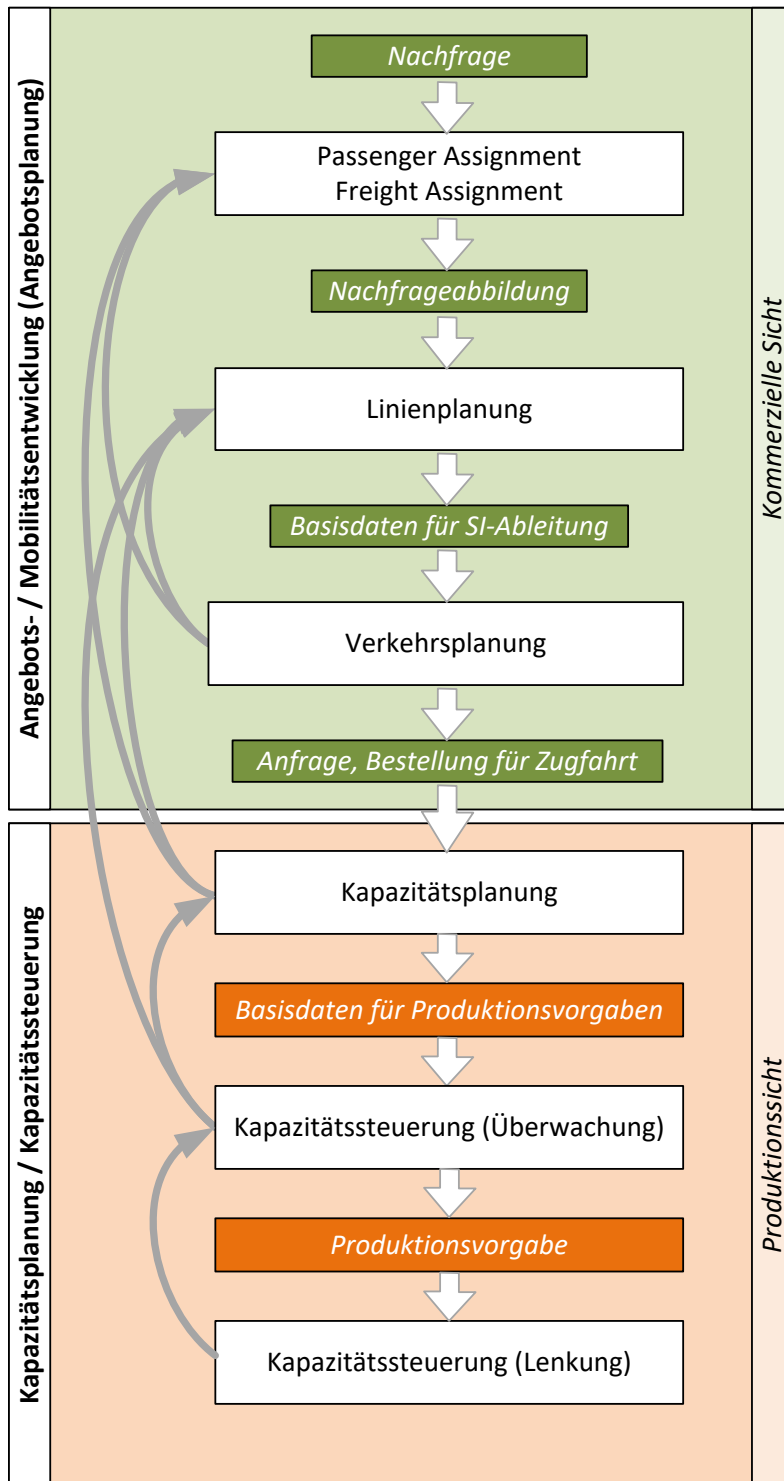
1.4. Weiterführende Fachkonzepte

Name: Uebersicht_aus_Sicht_Kapazitätsplanung
 Author: AFO PAS
 Version: 1.0
 Created: 13.11.2017 00:00:00
 Updated: 05.04.2018 09:09:52



1. [Fachkonzept Angebotsplanung](#): zeigt auf, wie methodisch auf der Basis der Nachfrage des Marktes eine Angebotsplanung erstellt wird. Es beinhaltet die Modellierung der dazu notwendigen Tätigkeiten und Informationen wie auch die Einbettung in den Gesamtplanungsprozess (Planungsmodell).
2. [Fachkonzept Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung](#)
3. [Fachkonzept Relaxierung](#): zeigt auf, wie die Ausdünnung des Angebotes auf Grund von eingeschränkter (geplanter/ungeplanter) Kapazität vorgenommen wird.

2. Übersicht künftiges Planungsmodell über alle Zeithorizonte (strategisch, konzeptionell, kurzfristig).



2.1. Beschreibung

Mit Hilfe der Angebots-/Mobilitätsentwicklung (Angebotsplanung) werden die kommerziellen Aspekte innerhalb des Planungsmodells abgedeckt. Die Kapazitätsbereitstellung betrachtet die Kapazitätsanforderung aus Produktionssicht.

Die einzelnen Schritte laufen nicht vollständig sequentiell ab. Von den nachgelagerten Phasen sind Rückflüsse (graue Verbindungen) notwendig und vorgesehen.

2.2. Erklärung einzelne Planungsschritte

Passenger-/Freight Assignment

Im «Passenger/Freight Assignment» wird anhand einer Quell-/Zielmatrix die Nachfrage nach einer Transportleistung sowohl für Reisende als auch für Güter pro Kante abgebildet.

Linienplanung

Bezeichnet die Methode und den Prozess zur Erstellung des Linienplanes und des Linienkonzeptes. Das Linienkonzept beschreibt die Linien mit Ausgangspunkt, Endpunkt, kommerziellen Halten, Frequenzen (Periodizität, Takt), Reisezeit und Bezeichnung jeder Linie. Beschrieben werden teilweise auch Angaben zur Häufigkeit der Bedienung (Taktfrequenz und Verkehrsperioden). Es umfasst optional auch explizite Koppelungen von Linien (Separation, Connections).

Verkehrsplanung

In der Verkehrsplanung werden auf Basis des Linienplanes und des Linienkonzeptes die SI für Zugfahrten und die geforderten Zugeigenschaften abgeleitet. Aus den SI und den geforderten Zugeigenschaften werden die Zugfahrten als kommerzielle Bänder im Verkehrsplan angelegt und jeder Zugfahrt eine eindeutige ZugID zugeordnet.

Als Resultat der Verkehrsplanung wird einerseits eine Anfrage oder Bestellung zuhanden der Kapazitätsplanung und andererseits zuhanden der Ressourcenplanung erstellt.

Einer aus Sicht Kapazität geprüfter Verkehrsplan dient als Kommunikationsbasis gegenüber den Kunden.

Kapazitätsplanung

Die Anfragen und Bestellungen für Zug-, Rangierfahrten, Abstellungen und Einschränkungen werden durch die Bestellabwicklung als Bestellposition an die Kapazitätsplanung übergeben. Daraus leitet die Kapazitätsplanung die Kapazitätsobjekte und deren Kapazitätsbedarf ab und plant sie im Kapazitätsplan ein. Jedem Kapazitätsobjekt wird eine eindeutige ID zugeordnet.

Die Kapazitätsobjekte werden auf ihre Produzierbarkeit geprüft und der Kapazitätsplan laufend optimiert. Aus dem Kapazitätsplan werden die Basisdaten für die Produktionsvorgaben erstellt und an die Kapazitätssteuerung (Überwachung) übergeben.

Kapazitätssteuerung (Überwachung)

Die Kapazitätssteuerung (Überwachung) erstellt mit den Informationen aus dem Kapazitätsplan (Basisdaten für die Produktionsvorgaben) die Produktionsvorgaben für die Kapazitätssteuerung (Lenkung) und die Fahrzeugführung.

Die Kapazitätssteuerung (Überwachung) wickelt den Verkehr in enger Abstimmung mit den Partnern der Co-Produktion ab. Zusätzlich überwacht sie die Abwicklung und erkennt Abweichungen vom Kapazitätsplan. Die Planabweichungen werden bewertet und kritische Abweichungen zwecks Konfliktlösung an die Kapazitätsplanung (zurück) übergeben.

Kapazitätssteuerung (Lenkung)

Die Lenkung erhält für jedes Bewegungsobjekt eine Produktionsvorgabe. Die Aufgabe der Lenkung ist es sicherzustellen, dass die Bewegungsobjekte gemäss Produktionsvorgabe rechtzeitig entsprechende Bewegungserlaubnisse (Movement Authorities) erhalten und sich so kontinuierlich im Gleisnetz fortbewegen können.

Die Lenkung hat das Ziel, die erhaltene Produktionsvorgabe in eine für das Stellwerk verständliche Sprache zu übersetzen.

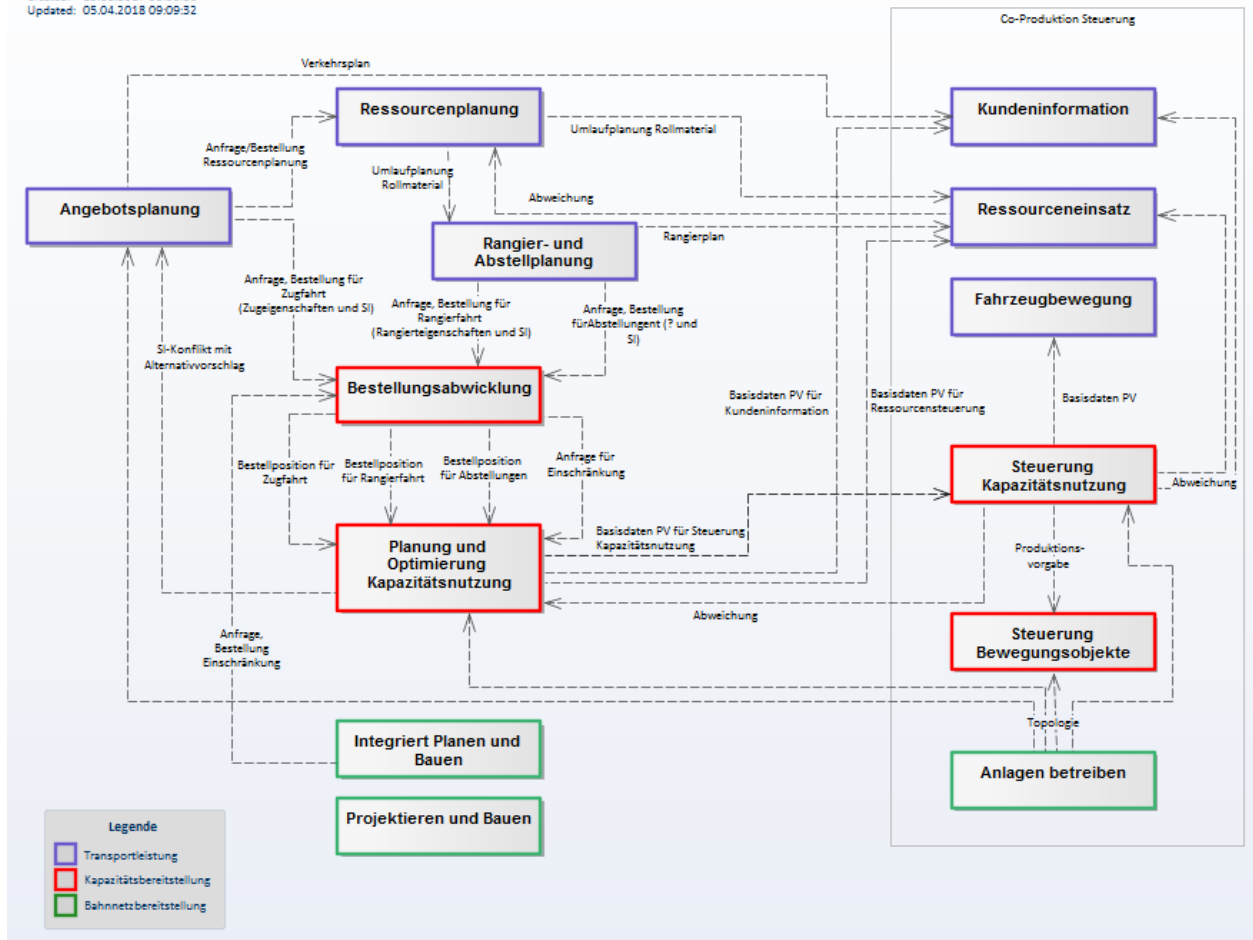
Dazu überwacht die Lenkung ständig das Betriebsabbild, um den korrekten Zeitpunkt und Ausprägung einer Lenkanfrage bestimmen zu können.

Die Lenkung muss sich dabei strikt an die Produktionsvorgabe halten und darf keine Optimierungen bzgl. Zeit und Weg vornehmen.

NOTE: Mit einer Lenkanfrage kann beim Stellwerk eine Movement Authority für einen konkretes Bewegungsobjekt angefragt werden, ein Infrastrukturelemente beeinflusst werden oder Gefahrenbereiche (Einschränkungen,...) angefragt werden.

3. Übersicht aus Sicht Kapazitätsplanung

Name: Uebersicht_aus_Sicht_Kapazitätsplanung
 Author: AFO PAS
 Version: 1.0
 Created: 13.11.2017 00:00:00
 Updated: 05.04.2018 09:09:32



3.1. Datenflüsse in der Transportleistung

Datenfluss	Ort	Beschreibung
Verkehrsplan	Angebotsplanung → Kundeninformation	Der Verkehrsplan umfasst alle SI für Zugfahrten und deren zeitliche Verortung als kommerzielle Bänder. Auf Basis des kapazitätsgeprüften Verkehrsplans werden die kommerziellen Aspekte an die Kundeninformation zur Ausgabe zur Verfügung gestellt.
Anfrage/Bestellung Ressourcenplanung	Angebotsplanung → Ressourcenplanung	Aus der Angebotsplanung werden die Zugfahrten mit Zugeigenschaften und Service Intention an die Ressourcenplanung übergeben, damit darauf basierend eine Umlaufplanung erstellt werden kann.
Anfrage/Bestellung für Zugfahrt (Zugeigenschaften und SI)	Angebotsplanung → Bestellabwicklung	Für eine oder mehrere Zugfahrten wird eine Anfrage oder eine Bestellung ausgelöst. Dabei wird die Zugfahrt mit den Zugeigenschaften und den Service Intention an die Bestellabwicklung übergeben.

Datenfluss	Ort	Beschreibung
Umlaufplanung Rollmaterial	Ressourcenplanung → Rangier- und Abstellplanung → Ressourcensteuerung	Die Umlaufplanung Rollmaterial enthält alle Umläufe. Ein Umlauf ist die Verplanung von einem oder mehreren Triebfahrzeugen oder Wagen (Gruppen), welche für einen oder eine Serie von Einsätzen während n Tagen eingesetzt werden. Der Umlauf beinhaltet auch das Stillager und die geplanten Unterhaltsleistungen der Fahrzeuge.
Anfrage/Bestellung für Rangierfahrt (Rangiereigenschaften und SI)	Rangier- und Abstellplanung → Bestellabwicklung	Basierend auf dem Rangierplan wird eine Anfrage oder eine Bestellung für eine Rangierfahrt inkl. der Rangiereigenschaften und der Service Intention erstellt und an die Bestellabwicklung übergeben.
Anfrage/Bestellung für Abstellung (Abstelleigenschaften und SI)	Rangier- und Abstellplanung → Bestellabwicklung	Basierend auf dem Abstell- und Rangierplan wird eine Anfrage oder eine Bestellung für eine Abstellung inkl. der Service Intention erstellt und an die Bestellabwicklung übergeben.
Rangierplan	Rangier- und Abstellplanung → Ressourcensteuerung	Der Rangierplan enthält alle geplanten Rangierfahrten, also alle Fahrzeugbewegungen im Bahnhof, Abstellbereichen und auf der Strecke, die nicht als Zugfahrten ausgeführt werden können.
Abweichung	Ressourcensteuerung → Ressourcenplanung	Im Falle einer Abweichung bei den Ressourcen wird die Abweichung selber als auch die Beteiligten Ressourcen an die Ressourcenplanung zur Neuplanung zurückgegeben.

3.2. Datenflüsse in der Kapazitätsbereitstellung

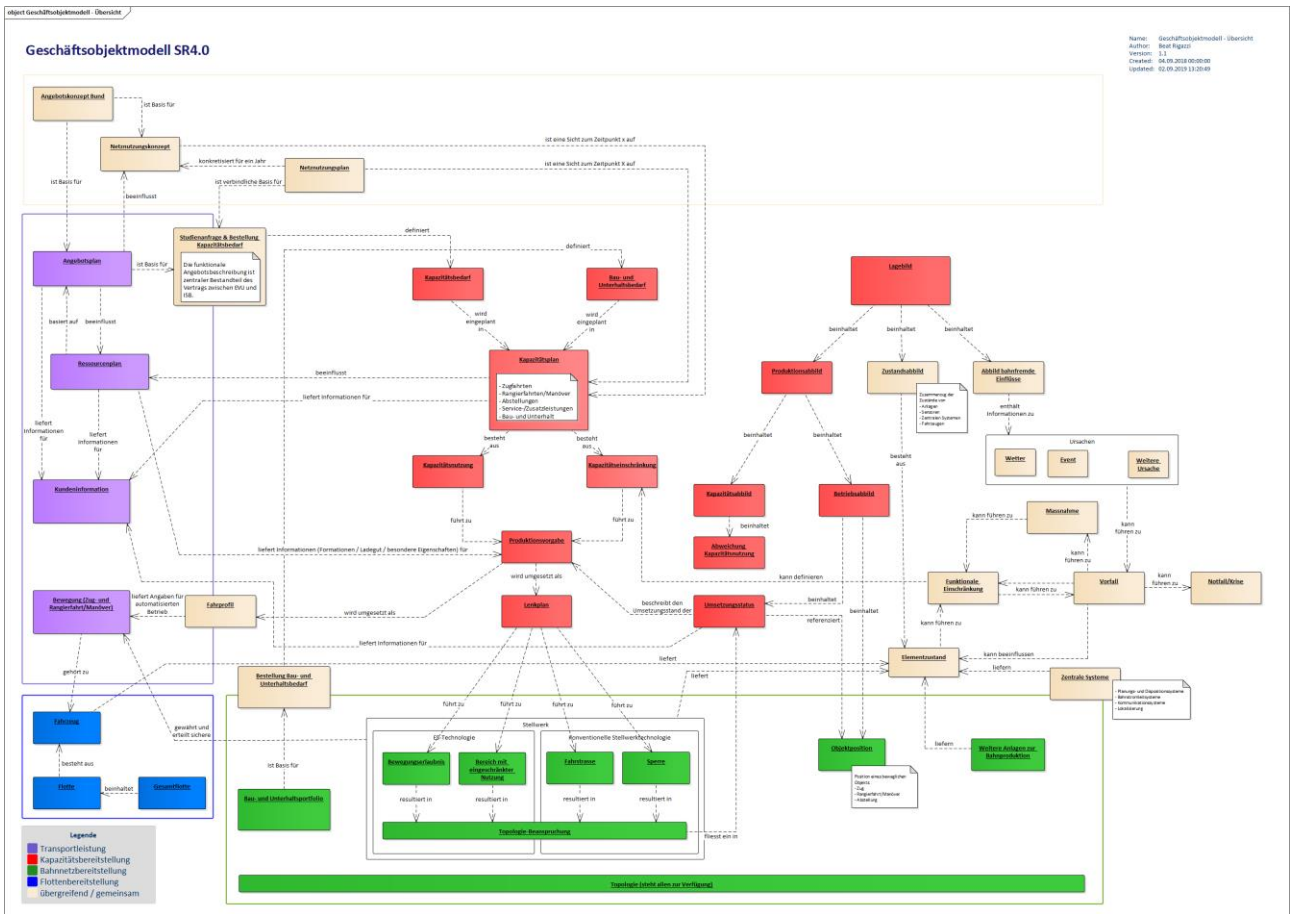
Datenfluss	Ort	Beschreibung
Bestellposition für Zugfahrt (Zugeigenschaften und SI)	Bestellabwicklung → Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung	In der Bestellabwicklung wird die Bestellposition erstellt, der neben der Zugfahrt auch Bestellinformationen wie beispielsweise die Bestellposition ID enthält. Die Bestellposition für Zugfahrt wird dann an die Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung übergeben um eine Kapazitätsprüfung durchzuführen.
Bestellposition für Rangierfahrt (Rangiereigenschaften und SI)	Bestellabwicklung → Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung	In der Bestellabwicklung wird die Bestellposition erstellt, der neben der Rangierfahrt auch Bestellinformationen wie beispielsweise die Bestellposition ID enthält. Die Bestellposition für Rangierfahrt wird dann an die Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung übergeben um eine Kapazitätsprüfung durchzuführen.

Datenfluss	Ort	Beschreibung
Bestellposition für Abstellung (Eigenschaften und SI)	Bestellabwicklung → Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung	In der Bestellabwicklung wird die Bestellposition erstellt, der neben der Abstellung auch Bestellinformationen wie beispielsweise die Bestellposition ID enthält. Die Bestellposition für Abstellung wird dann an die Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung übergeben um eine Kapazitätsprüfung durchzuführen.
Anfrage für Einschränkung	Bestellabwicklung → Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung	In der Bestellabwicklung wird die Anfrage erstellt, der neben der Einschränkung auch Bestellinformationen enthält. Die Anfrage für Einschränkungen wird dann an die Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung übergeben um eine Kapazitätsprüfung durchzuführen.
Basisdaten PV für Kundeninformation und Lenkung	Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung → Kundeninformation	Die Basisdaten für die Produktionsvorgabe umfassen alle für den Empfänger je Kapazitätsobjekt relevanten zeit- und ortsspezifischen Vorgaben (inkl. Toleranzwerte). Zusätzlich enthalten sind Informationen wie: <ul style="list-style-type: none"> • fahrtübergreifende Bedingungen • Haltezweck
Basisdaten PV für Ressourcensteuerung	Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung → Ressourcensteuerung	
Basisdaten PV für Überwachung Kapazitätssteuerung	Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung → Steuerung Kapazitätsnutzung	
Basisdaten PV für Fahrzeugführung	Steuerung Kapazitätsnutzung → Fahrzeugbewegung	
Produktionsvorgabe	Steuerung Kapazitätsnutzung → Steuerung Bewegungsobjekte	
Abweichung	Steuerung Kapazitätsnutzung → Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung → Kundeninformation → Ressourcensteuerung	Festgestellte Abweichungen die den Toleranzwert aus der Produktionsvorgabe verletzen, werden mit den zu berücksichtigenden Planungsprämissen an die Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung zur Neuplanung übergeben. Weiter wird die Abweichung der Ressourcensteuerung und der Kundeninformation und Lenkung als Information zur Verfügung gestellt.
SI-Konflikt mit Alternativvorschlag	Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung → Angebotsplanung	Im Falle einer Abweichung und wenn die Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung keine Lösung unter Berücksichtigung der Service Intention findet, wird der Konflikt mit einem Alternativvorschlag an die Angebotsplanung zurückgegeben und bedingt eine Anpassung der Service Intention.

3.3. Datenflüsse in der Bahnnetzbereitstellung

Datenfluss	Ort	Beschreibung
Anfrage/ Bestellung Einschränkung	Integrierte Planung und Beauftragung/Projektieren und Bauen → Bestellabwicklung	Basierend auf dem Bau- und Projektplanung wird eine Anfrage oder eine Bestellung für eine Einschränkung erstellt und an die Bestellabwicklung übergeben.
Topologie	Anlage betreiben → Angebotsplanung → Planung und Optimierung Kapazitätsnutzung → Steuerung Kapazitätsnutzung → Steuerung Bewegungsobjekte	Jeder Planungsschritt benötigt die Topologie in der richtigen Granularität und dem richtigen Planungsstand.

4. Geschäftsobjekte



Die relevanten Geschäftsobjekte sind im Geschäftsobjektmodell SR40 in Polarion dokumentiert und beschrieben. [Link zu Polarion](#)

5. Stakeholder/Anspruchsgruppen

5.1.1. Steuerung Kapazitätsnutzung

Anspruchsgruppe	Bedürfnisse	Produkteigenschaften
Steuert die Kapazitäten anhand der Planungsvorgaben und bildet diese ab. Beispielsweise RCS	Fahrweg genaue Fahrdaten	X Sekunden vor Abfahrt des Zuges muss der Fahrweg (beinhaltet Fahrstrassenabfolge mit Gleis und Weiche) im System vorhanden sein. Dies setzt eine identische sowie detailreiche (Mikrosicht) Topologie Grundlage zwischen Planung und Steuerung voraus.
	Zugreihenfolge (inkl. Kreuzungen & Überholungen)	X Sekunden vor Abfahrt des Zuges muss die betriebliche Verkehrszeit am entsprechenden Punkt auf der Topologie mit zeitlicher Abfolge sowie Prioritätsregelung der Fahrten (Fahrplan) bekannt sein. Dies setzt eine konfliktgelöste Koordination der Fahrten voraus.
	Anschlüsse	Bei Ankunft des Zuges müssen die abwartenden Übergangsverbindungen bekannt sein. Dies setzt voraus, dass im Personenverkehr Wartefristen sowie Umsteigezeiten definiert und berücksichtigt werden (heutiges Z505). Anschlüssen von Güterzügen werden im ZIS (Zugs Informations System) in Form von Transportketten definiert.
	Fahrzeitreserven gemäss Kapazitätsband	Während der Zugfahrt muss der entsprechende Handlungsspielraum innerhalb des Kapazitätsbandes bekannt sein. Dies bedingt eine Übermittlung und Visualisierung im entsprechenden Kapazitätssteuerungssystem.
	Kapazitätsparameter	X Stunden vor der Abfahrt des Zuges müssen die Kapazitätsparameter bekannt sein. Dies setze eine Planung mit folgenden Parametern voraus: Geschwindigkeitsprofil, Last, Bremsverhältnis, Lichtraumprofil, Haltepolitik, Debicod,...
	Rangierfahrten (Fahrzeugbewegung)	X Sekunden vor Abfahrt des Zuges müssen die Fahrzeugbewegungen bekannt sein. Dies setzt voraus, dass die entsprechende Umlaufplanung bekannt ist.

5.1.2. Kundeninformation

Anspruchsgruppe	Bedürfnisse	Produkteigenschaften
Informiert und lenkt die Kunden des Personenverkehrs mittels akustischer und visueller Informationsmittel	Abfahrts-/Ankunftszeit	X Minuten vor Abfahrt/Ankunft im Ausgabebahnhof muss die kommerzielle Verkehrszeit bekannt sein.
	Gleisbenützung	X Minuten vor Abfahrt/Ankunft im Ausgabebahnhof muss die Gleisbenützung im Bahnhof bekannt sein.
	Anschlüsse	Bei Ankunft des Zuges müssen die abwartenden Umsteigeverbindungen bekannt sein. Dies setzt voraus, dass im Personenverkehr Wartezeiten sowie Umsteigezeiten definiert und berücksichtigt werden (heutiges Z505).

5.1.3. Ressourcensteuerung

Anspruchsgruppe	Bedürfnisse	Produkteigenschaften
Steuert und überwacht den Einsatz von Ressourcen (z.B. Lokführer & Rollmaterial). Beispielsweise P-OP im Konzern SBB	Zu befahrende Strecke (Fahrweg)	X Stunden vor Abfahrt des Zuges muss die zu befahrende Strecke bekannt sein. Dies setzt eine streckengenaue Planung voraus.
	Fahrzeiten	X Stunden vor Abfahrt des Zuges müssen die Fahrzeiten bekannt sein. Dies setzt eine zeitgenaue Planung voraus.
	Kapazitätsparameter	X Stunden vor der Abfahrt des Zuges müssen die Kapazitätsparameter bekannt sein. Dies setzt eine Planung mit folgenden Parametern voraus: Geschwindigkeitsprofil, Last, Bremsverhältnis, Lichtraumprofil, Haltepolitik, ...

5.1.4. Angebotsplanung



Anspruchsgruppe	Bedürfnisse	Produkteigenschaften
Erstellt anhand der vorgegebenen Kapazitäten das Angebot. Beispielsweise als EVU.	Fahrbare Kapazität	Der Zeithorizont des Angebotes bestimmt die Fristigkeit in der die Information benötigt wird. Diese enthält ein definiertes Kapazitätsband mit Verkehrszeiten und Strecke.
	Alternative Kapazität	Der Zeithorizont des Angebotes bestimmt die Fristigkeit, in der die Information benötigt wird. Kann das gewünschte Angebot nicht produziert werden, ist ein alternatives Angebot, welches dem gewünschten Angebot am nächsten kommt nötig.
	Optimierungspotenzial der Kapazität	Bei Bedarf werden Optimierungsvorschläge bezüglich Kapazitätsnutzung vorgeschlagen. Beispielsweise geänderte Verkehrszeiten oder Streckenverläufe welche zu einer Fahrzeitbeschleunigung oder Kapazitätssteigerung führen.

6. Risiken der Kapazitätsplanung

Bemerkung: aktuell sind hier die Risiken aus dem Fachkonzept Angebotsplanung aufgeführt.

	Eintretens- wahrscheinlichkeit	Risikopotential nach Konzernmatrix					
>85-100%	sehr gross	16	26	36	46	56	66
>70-85%	gross	15	25	35	45	55	65
>50-70%	mittel gross	14	24	34	44	54	64
>30-50%	mittel	13	23	33	43	53	63
>10-30%	klein	12	22	32	42	52	62
0-10%	sehr klein	11	21	31	41	51	61
	Auswirkung	sehr klein	klein	mittel	mittel gross	gross	sehr gross

Abbildung 1: Risikoanalyse

Legende:  = Risikopotential brutto  = Risikopotential netto (inkl. Massnahmen)

Risikoübersicht	
① Dimensionierer der EVU akzeptieren das neue Planungsmodell nicht.	
Auswirkungen	Gesamtes Konstrukt der Kapazitätsplanung kann nicht wie gewünscht umgesetzt werden.
Massnahmen	Dimensionierer integrieren und vom (eigenen) Nutzen des Vorgehens überzeugen.
Ausmass	6
Eintrittswahrscheinlichkeit	4
② Erforderliche Datenquellen zum Thema Nachfrage (Quell-/Ziel Matrix) sind nicht vorhanden, oder haben nicht die ausreichende Qualität	
Auswirkungen	Automatisierung kann nicht wie gewünscht umgesetzt werden.
Massnahmen	Datenquellen müssen anhand der Anforderungen aus dem GK Linienplanung erweitert werden.
Ausmass	4
Eintrittswahrscheinlichkeit	3
③ Vorhandene Datenquellen zum Thema Nachfrage (Quell-/Ziel Matrix) werden nicht zur Verfügung gestellt	
Auswirkungen	Automatisierung kann nicht wie gewünscht umgesetzt werden.
Massnahmen	Die Datenhoheit und Diskriminierungsfreiheit wird den Dimensionier garantiert.
Ausmass	4
Eintrittswahrscheinlichkeit	6

④ Das Resultat der Datenqualität aus den Linienplanung entspricht nicht den Erwartungen (SI können nicht in der nötigen Qualität abgeleitet werden)	
Auswirkungen	Grosser manueller Aufwand zur Generierung der Service Intention.
Massnahmen	Resultat möglichst früh mittels POC verifizieren und wenn nötig Verbesserungsmassnahmen auslösen.
Ausmass	3
Eintrittswahrscheinlichkeit	3
⑤ Komplexität des Algorithmus ist zu gross und führt zu keinen fachlich brauchbaren Resultaten	
Auswirkungen	Die Service Intention für die komplette Kapazitätsplanung müssen manuell erstellt werden.
Massnahmen	Algorithmus und dessen technische Machbarkeit (Performance) möglichst früh mittels POC verifizieren und wenn nötig Verbesserungsmassnahmen auslösen.
Ausmass	6
Eintrittswahrscheinlichkeit	3
⑥ Nutzen der Linienplanung wird vom Auftraggeber als zu gering eingeschätzt	
Auswirkungen	Gesamtes Konstrukt der Kapazitätsplanung kann nicht wie gewünscht umgesetzt werden.
Massnahmen	Auftraggeber muss vom Nutzen überzeugt und eng ins Projekt integriert werden
Ausmass	6
Eintrittswahrscheinlichkeit	2
⑦ Der Forschungsauftrag mit der ZHAW zum Thema „Service Intention Generierung und Relaxierung“ bringt nicht die notwendigen Resultate	
Auswirkungen	Durch fehlende Resultate kann die Machbarkeit nicht bewiesen werden und Projekt erleidet eine zeitliche Verzögerung.
Massnahmen	Zwischenresultate müssen regelmässig präsentiert und abgestimmt werden. Schwierigkeiten während der Umsetzung müssen rasch kommuniziert werden.
Ausmass	5
Eintrittswahrscheinlichkeit	4
⑧ Fachliches Know-how für die Detaillierung und Umsetzung der Linienplanung ist im Projekt nicht ausreichend vorhanden	
Auswirkungen	Zeitliche Verzögerung und grösserer Aufwand zur Realisierung.
Massnahmen	Zusätzliche Know-how Träger evaluieren und ins Projekt integrieren.
Ausmass	2
Eintrittswahrscheinlichkeit	5

Tabelle 1: Risikoübersicht

7. Begriffe

Begriff	Beschreibung
Abstellung ID	Die Abstellung ID ist die Identifikation einer Abstellung und wird zur Beginn der Planungsphase kreiert.
Angebotsplanung	Die Angebotsplanung umfasst die Planungsschritte «Passenger/Freight Assignment», «Linienplanung» und «Verkehrsplanung».
Bestelldossier ID	Die Bestelldossier ID ist die Dossier-Nummer und enthält eine oder mehrere Bestellpositionen
Bestellposition	Die Bestellposition enthält alle für die Kapazitätsplanung notwendigen Angaben, welche als Zugseigenschaften und SI definiert sind.
Betriebspunkt	Ein Betriebspunkt (BP) ist ein lokalisierbarer Bereich mit betrieblich und/oder kommerziell nutzbaren Anlagen (Bahnhöfe, Haltestellen, Abzweigungen, Spurwechsel). Jeder BP verfügt über eine Betriebspunktart, welche Auskunft über den Verwendungszweck des BP gibt. Betriebspunkte gibt es im gesamten öffentlichen Verkehr, auch bei nicht schienengebundenem (z.B. Bushaltestellen).
Bundesamt für Verkehr (BAV)	Das BAV ist als Aufsichtsbehörde zuständig für den öffentlichen Verkehr in der Schweiz (Eisenbahn, Seilbahn, Schifffahrt, Tram und Bus). Auch wesentliche Bereiche des Güterverkehrs fallen in den Verantwortungsbereich des BAV. Das BAV ist zuständig für Sicherheit, Finanzierung, Infrastrukturen sowie die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen des öffentlichen Verkehrs und des Güterverkehrs. ¹
Dienstfahrten einer ISB (IV)	Die Dienstfahrten beinhalten alle Fahrten, welche von einer Infrastrukturbetreiberin durchgeführt werden. (Unterhaltsfahrten, Bauzüge, etc.)
Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)	Gesellschaft, welche eine Zulassung zum Güter- oder Personentransport auf der Schiene mit eigenen Fahrzeug, und eigenem Personal hat. Die EVU hat einen oder mehrere Debitoren-code, die der Abrechnung der Infrastrukturbetreiberin dienen.
Fahrten	Rangier- und Zugfahrten von einem beliebigen Punkt zu einem beliebigen Punkt auf der Topologie.
Fahrzeitreserve	Die Fahrzeitreserve ist der Zuschlag, der zur technischen Fahrzeit addiert wird. Beispiel: Im Planungshorizont Jahresfahrplan gilt heute: 10% linear verteilte Reserve bei Güterzügen und 7% bei Personenverkehr. 2/3 der Fahrzeitreserve ist für Langsamfahrstellen reserviert, 1/3 für betriebliche Bedürfnisse.
Fernverkehr (FV)	Der Fernverkehr in der Schweiz besteht aus einem nationalen Liniennetz, das in der Fernverkehrskonzession im Sinne eines Mindestangebots definiert ist. Es besteht aus den Zugskategorien Inter- und Eurocity (IC und EC), Interregio (IR) und teilweise Regioexpress (RE). ²

¹ Quelle: <https://www.bav.admin.ch/bav/de/home.html>

² Quelle: Faktenblatt Fernverkehr und Konzessionierung <https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/das-bav/aufgaben-des-amtes/finanzierung/finanzierung-verkehr/personenverkehr/fernverkehr-fv.html>

Begriff	Beschreibung
Güterverkehr (GV)	Der Güterverkehr beinhaltet alle Fahrten (inkl. Leermaterial-, Lok und Rangierfahrten), welche der Beförderung von Gütern vorgesehen sind.
Hauptverkehrszeit (HVZ)	Die Hauptverkehrszeit (HVZ) definiert je ein Zeitintervall im Personenverkehr am Morgen und am Abend, in welchem besonders viele Reisende unterwegs sind. Für die Bahnproduktion gelten 6:30 bis 9:00 sowie 16:00 bis 19:00 Montag bis Freitag als Hauptverkehrszeiten.
Infrastruktur Betreiber (ISB)	Eisenbahnunternehmen, das eine Eisenbahninfrastruktur betreibt.
Kante	Die Kante ist ein Begriff aus dem mathematischen Gebiet der Topologie, genauer aus der Graphentheorie: Ein (mathematischer) Graph besteht aus Knoten (engl. node) und Kanten (engl. edge).
Kapazitätsnutzung	Die Kapazitätsnutzung ist eine Sicht auf den Kapazitätsplan und dessen Kapazitätsobjekte für einen bestimmten Zeitraum und einen bestimmten Ausschnitt der Topologie. Die festgelegte Kapazitätsnutzung wird zu einem bestimmten Zeitpunkt als Basisdaten für die Produktionsvorgabe an die Kapazitätssteuerung zur Verfügung gestellt.
Kapazitätsobjekte	Das Kapazitätsobjekt ist ein Oberbegriff für Kapazitätsreservierungen (Fahrten, Abstellungen) im Kapazitätsplan.
Kapazitätsplan	Der Kapazitätsplan zeigt die bestellte und eingeplante zeitliche und örtliche Reservation von Kapazität und beinhaltet die Gesamtmenge aller geplanten Kapazitätsobjekte (Fahrten und Abstellungen) über alle Zeithorizonte. Aus dem Kapazitätsplan können Kapazitätsverteilungen der einzelnen Netznutzungen inklusive Kapazitätskonflikte und Kapazitätsrisiken herausgelesen werden.
Kapazitätsplanung	Die Kapazitätsplanung ist ein Instrument zur Ermittlung des Kapazitätsangebots (maximale Anzahl Fahrten je Richtung) und des Kapazitätsbedarfs (auf Basis der SI), und zur Durchführung des Abgleiches zwischen Kapazitätsangebot und -bedarf. Die Kapazitätsplanung unterstützt die Planung über alle Zeithorizonte (strategisch, konzeptionell, kurzfristig).
Kapazitätssteuerung	Die Kapazitätssteuerung (Überwachung) erstellt mit den Informationen aus dem Kapazitätsplan die Produktionsvorgaben für die Kapazitätssteuerung (Lenkung) und die Fahrzeugführung.
Kundeninformation	Dies beinhaltet die Information an die Reisenden sowie die Information an die Güterverkehrskunden
Langsamfahrstelle (LFS)	Die Langsamfahrstelle ist eine Kapazitätseinschränkung, bei dem ein Streckennetzabschnitt (Langsamfahrstellenabschnitt) nur mit einer gegenüber der publizierten Streckengeschwindigkeit reduzierten Höchstgeschwindigkeit befahren werden darf. Diese Herabsetzung ist üblicherweise zeitlich begrenzt (z.B. vom 13.05.25 - 26.06.25, von jeweils 22:00 h - 06:00 h, erstmals 13./14.05 letztmals 25./26.06).

Begriff	Beschreibung
Linie	Eine Linie ist die Abfolge mehrerer Zugangspunkte (Knoten) und Kanten die durch ein Verkehrsmittel bedient wird. Eine Linie hat mindestens zwei Endhaltestellen (bei Ring-S-Bahnen ist Start und Ziel identisch). Sie kann dazwischen weitere Haltestellen aufweisen. Optional hat sie einen Zeitbezug.
Linienkonzept	Das Linienkonzept beschreibt die Linien mit Ausgangspunkt, Endpunkt, kommerziellen Halten, Frequenzen (Periodizität, Takt), Reisezeit und Bezeichnung jeder Linie. Beschrieben werden teilweise auch Angaben zur Häufigkeit der Bedienung (Taktfrequenz und Verkehrsperioden). Es umfasst optional auch explizite Koppelungen von Linien (Separation, Connections). Auf Basis des Linienkonzepts kann der Kapazitätsbedarf ermittelt und eine Abschätzung der Umsetzbarkeit im Kapazitätsplan vorgenommen werden
Linienplan	Ein Linienplan ist ein Topogramm von Linien des öffentlichen Verkehrs. Er zeigt die Menge an betriebenen Linien. Der Linienplan ist nicht der exakte Fahrplan, sondern es wird angenommen, dass der Fahrplan zyklisch ist. Es gibt unterschiedliche Formen, beispielsweise Gesamtnetz-, Fernverkehr-, Regionalverkehr-, Stadtlinienpläne und Linienpläne für den Güterverkehr. Die Linien auf den Plänen können schematisch oder topographisch dargestellt sein. Zur Unterscheidung einzelner Linien oder Verkehrsträger werden unterschiedliche Farbtöne verwendet. Anhand des Linienplans können Service Intention abgeleitet werden.
Linienplanung	Bezeichnet die Methode und den Prozess zur Erstellung des Linienplanes und des Linienkonzeptes.
Nachfrage	Bezeichnet den Wunsch der Käufer oder Kunden, bestimmte Waren oder Dienstleistungen zu bekommen. Im Kontext zur Linienplanung TMS ist die Dienstleistung die Transportleistung PV, GV und IV.
Nebenverkehrszeit (NVZ)	Die Nebenverkehrszeit (NVZ) definiert den Zeitintervall im Personenverkehr, in welchem die Auslastung der Reisezüge kleiner ist. Für die Bahnproduktion gilt dafür den Zeitraum ausserhalb 6:30 bis 9:00 sowie 16:00 bis 19:00 Montag bis Freitag.
Netznutzungsplan (NNP)	Der Netznutzungsplan (NNP) wird von SBB Infrastruktur im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr (BAV) erstellt. Der NNP bildet das Streckennetz der SBB (inkl. Turbo und STB), BLS und SOB ab. Die genehmigende Instanz ist das BAV. Dieser beschreibt die geplante Kapazitätsverteilung auf die Verkehrsarten Fernverkehr, Regionalverkehr, Güterverkehr und der weiteren Verkehrsarten (wie z.B. Autozüge)
Passenger/Freight Assignment (Strategische Dimensionierung der Transportleistung)	Im «Passenger/Freight Assignment» wird anhand einer Quell-/Zielmatrix die Nachfrage nach einer Transportleistung pro Kante abgebildet. Dazu werden die Nachfragewerte für alle Relationen auf die einzelnen Kanten verteilt und addiert.

Begriff	Beschreibung
Personenverkehr (PV)	Der Personenverkehr beinhaltet alle Fahrten (inkl. Leermaterial-, Lok- und Rangierfahrten), welche der Beförderung von Reisenden vorgesehen sind.
Produktionsvorgabe	Die Produktionsvorgabe ist der Umsetzungsauftrag für die Produktionsdurchführung für alle Kapazitätsobjekte wie Zugfahrten, Rangierfahrten, Intervalle und Abstellung.
Quell-/Zielmatrix	Die Quell-/Ziel-Matrix beinhaltet die Nachfrage der Reisenden oder Gütertransportvolumen. Diese Matrix zeigt wie viele Personen oder Güter je Relation zwischen den Zugangspunkten (von A nach B, von A nach C usw.) transportiert werden wollen.
Rangierfahrt ID	Die Rangierfahrt ID ist die Identifikation der Rangierfahrt und wird zur Beginn der Planungsphase kreiert.
Regionalverkehr (RV)	Der Personenverkehr innerhalb einer Region, einschliesslich der Groberschliessung von Ortschaften, sowie der Personenverkehr mit benachbarten, auch ausländischen Regionen; ³
Relaxierung	Die Relaxierung bezeichnet die Anpassung des Angebotes auf Grund von eingeschränkter (geplant/ungeplant) Kapazität. Dies kann durch die Anpassung des Linienkonzeptes, das Ausdünnen des Angebotes oder durch die Anpassung der SI (zB geänderte Verkehrszeiten, Anschlüsse) mittels eines Regelwerks oder manuell erfolgen.
Ressourcenplanung	Die Ressourcenplanung beinhaltet die Ausarbeitung eines Umlaufplanes des Rollmaterials sowie die Personalplanung des EVU (zB Lokpersonal, Zugbegleitpersonal, etc.)
Ressourcensteuerung	Die Ressourcensteuerung steuert und überwacht den Einsatz von Ressourcen (z.B. Lokführer & Rollmaterial)
Service Intention (SI)	Service Intentions sind Anforderungen aus Angebotsplanung an die Kapazitätsplanung. Zusammen mit weiteren Informationen aus der Verkehrs-, Umlauf- und Rangierplanung (wie z.B. Zugeigenschaften) bilden sie die Basis für die Planung des Kapazitätsbedarfs. Sie können im Rahmen des strategischen oder konzeptionellen Planungsprozesses entstehen oder werden kurzfristig definiert.
Tag Typ	Als Tag Typ werden Wochentage innerhalb der Gültigkeitsdauer beschrieben (Beispiel: Verkehrt von 1.10.25 bis 11.11.25 jeden Mittwoch und Donnerstag ohne allgemeine Feiertage)
Topogramm	Ein Topogramm ist eine stark vereinfachte und schematisierte kartografische Darstellung. Beispiele für Topogramme sind Liniennetzpläne des öffentlichen Nahverkehrs oder Anfahrtsübersichten. Topogramme sollen leicht erfassbar sein und nur über Inhaltselemente verfügen, die tatsächlich für den jeweiligen Zweck von Bedeutung sind. Topogramme sind meist nicht massstäblich, zeigen nur einzelne Elemente lagerichtig, andere sind entsprechend ihrer Lagebeziehung zueinander (Topologie) abgebildet.

³ Quelle: Verordnung über die Abgeltung des regionalen Personenverkehrs (ARPV); Kapitel 1; Ziffer 4
<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20091715/index.html>

Begriff	Beschreibung
Topologiemodell	Das Topologiemodell ist eine fachliche Formalisierung der Topologieelemente über die verschiedenen Granularitätsebenen. Damit ist es möglich, je nach Aufgabestellung in der Angebots- oder Kapazitätsplanung auf verschiedenen Topologieebenen zu planen und die Planergebnisse trotzdem zu «verbinden» also navigierbar zu machen.
Transportkette	Die Transportkette beschreibt die Verknüpfung von Beförderungs- und Transportvorgängen und ist ein wichtiges Merkmal des Angebots.
Umlaufplanung	Die Umlaufplanung ist die Verplanung von einem oder mehreren Triebfahrzeugen oder Wagen (Gruppen), welche für einen oder eine Serie von Einsätzen während n Tagen eingesetzt werden. Der Umlauf beinhaltet auch das Stilllager und die geplanten Unterhaltsleistungen der Fahrzeuge.
Verkehrsplan	Der Verkehrsplan umfasst alle SI für Zugfahrten und deren zeitliche Verortung als kommerzielle Bänder. Ein kapazitätsgeprüfter Verkehrsplan dient als Kommunikationsbasis zwischen ISB und EVU. Aus dem Verkehrsplan wird einerseits eine Anfrage oder Bestellung zuhanden der Kapazitätsplanung und andererseits zuhanden der Ressourcenplanung erstellt. Er zeigt auch die gegenüber dem Kunden kommunizierbaren bzw. kommunizierten Zeiten.
Verkehrsplanung	Die Verkehrsplanung ist ein Instrument zur Ermittlung des Verkehrsplans. Dieser wird auf Basis des Linienkonzeptes und des Linienplans die SI für Zugfahrten und die geforderten Zugeigenschaften abgeleitet. Aus den SI und den geforderten Zugeigenschaften werden die Zugfahrten als kommerzielle Bänder im Verkehrsplan angelegt und jeder Zugfahrt eine eindeutige Zug ID zugeordnet.
Zugangspunkt (Verkehrspunkt DiDok)	Ein Zugangspunkt ist ein Betriebspunkt auf dem Verkehrsnetz, welcher eine kommerzielle Nutzung für den Personen- und/oder für den Güterverkehr erlaubt. Ein Zugangspunkt kann bestimmte Attribute ausweisen, welche den Nutzen definieren.
Zugfahrt	Die Zugfahrt stellt die Transportleistung dar welche den Kunden zur Verfügung gestellt werden soll. Das Objekt Zugfahrten entsteht als Resultat aus der Verkehrsplanung (Zug ID).
Zug ID	Die Zug ID ist die Identifikation der Zugfahrt wird zur Beginn der Planungsphase kreiert. Die Zug ID entspricht nicht der heutigen Zugnummer.

8. Granularität der Topologie

Die Topologie ist ein Ordnungssystem, das die physischen und logischen Anlageelemente des Bahnnetzes als logischen Graph navigierbar macht.

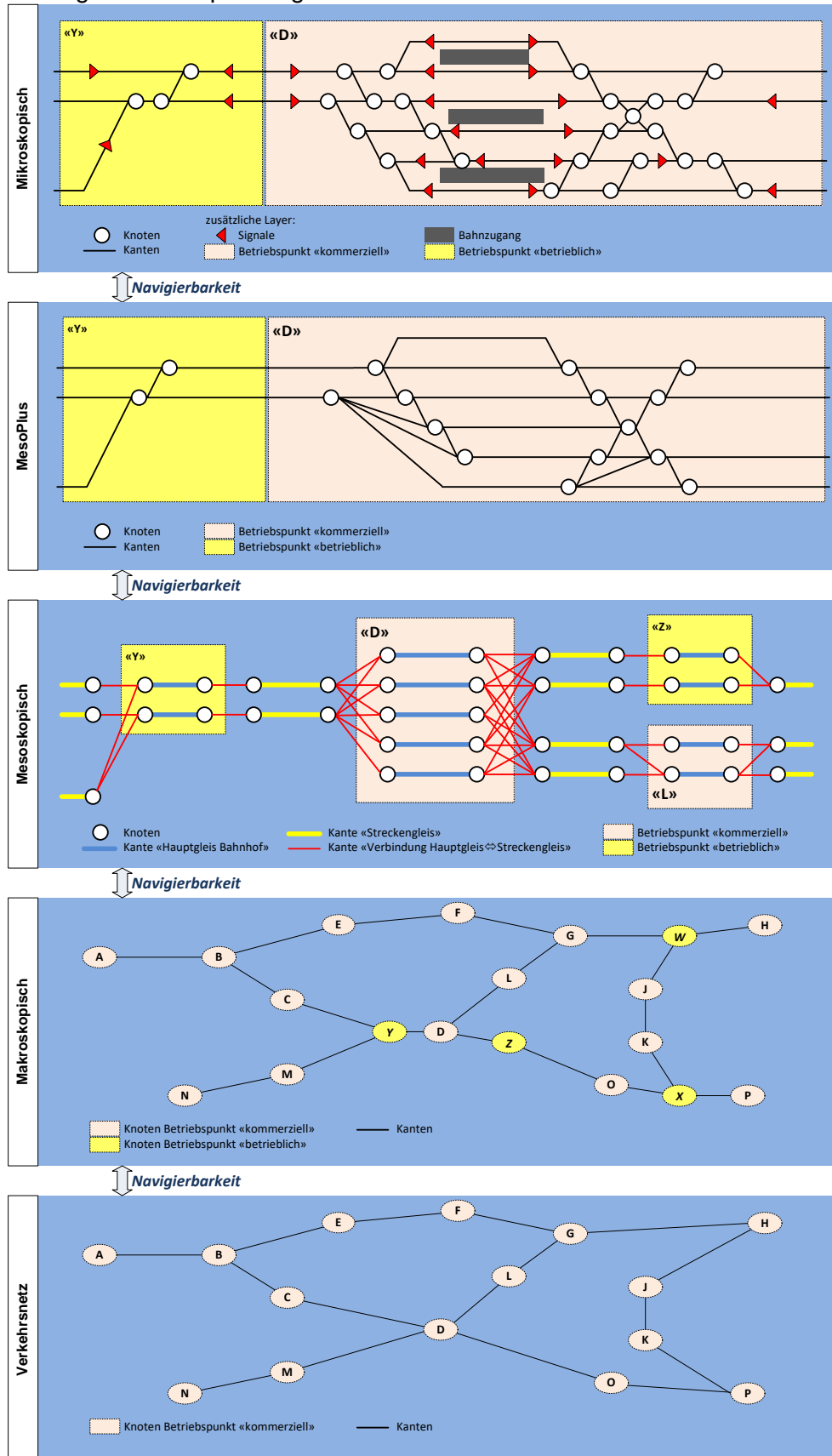


Abbildung 2: Topologiemodell

Der Abstraktionsgrad beschreibt die Granularität der Topologie. Sie wird in den folgenden Granularitätsgraden unterschieden:

8.1. Mikroskopische Topologie

In der Granularität «mikroskopisch» wird das Gleisnetz auf der höchstmöglichen, mit den aktuellsten zur Verfügung stehenden Daten abgebildet. In dieser Granularität stehen alle Elemente (Signale, Ausschlüsse, etc.) zur Verfügung. In dieser Topologiegranularität können weitere stellwerkbezogene Abhängigkeiten, wie z.B. Signal-Tiefhaltungen, abgebildet werden.

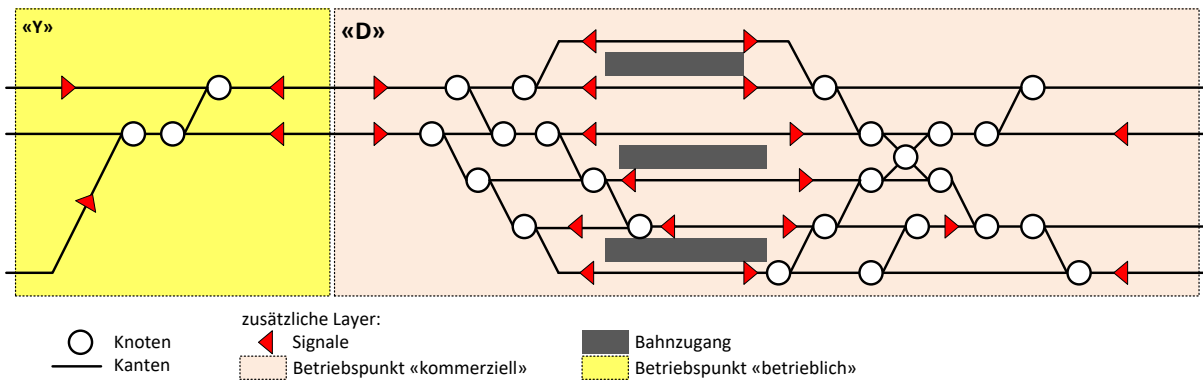


Abbildung 3: Beispiel für mikroskopische Topologie

8.2. MesoPlus Topologie

In der Granularität «MesoPlus» wird die mikroskopische Topologie soweit abstrahiert, dass nur noch diejenigen Knoten und Kanten vorhanden sind, welche für die Planung (unabhängig vom Zeithorizont) notwendig sind. Einzelne Gleise können mit Attributen (z.B. «Perrongleis») versehen werden. Zusätzlich können Knoten eingefügt werden, um topologiebezogene Ausschlüsse (z.B. keine gleichzeitigen Einfahrmöglichkeit) abzubilden.

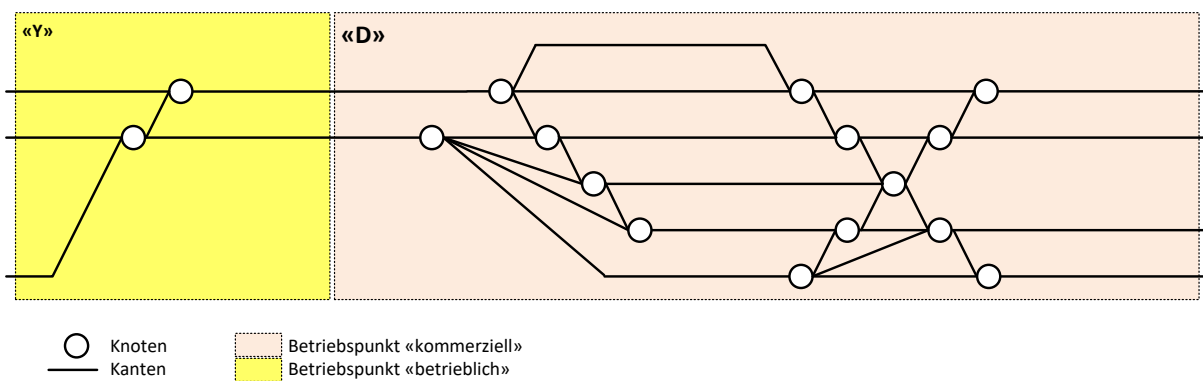


Abbildung 4: Beispiel für Betriebspunkt mit "MesoPlus"-Topologie

8.3. Mesoskopische Topologie

Die «mesoskopische» Topologie unterscheidet sich grundlegend von den Granularitäten «Mikro» und «MesoPlus», da hier alle Gleise in den Betriebspunkten und auf der Strecke als einzelne Kanten mit zwei Knoten abgebildet werden. Die möglichen Fahrwege zwischen der Strecken- und Betriebspunkt-Gleisen werden mittels Verbindungs-Kanten grob abgebildet. Es kann allerdings nicht (bzw. nur über eine Ausschluss-Matrix) abgeleitet werden, welche Fahrten gleichzeitig möglich sind.

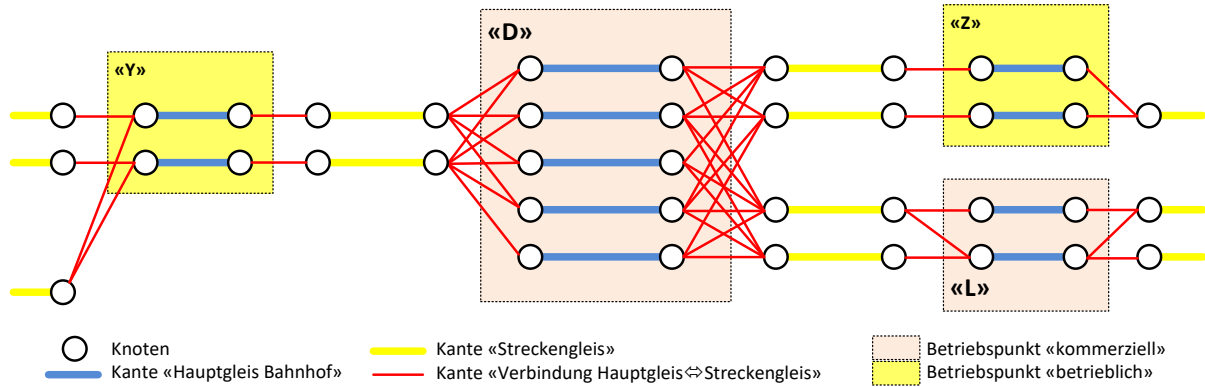
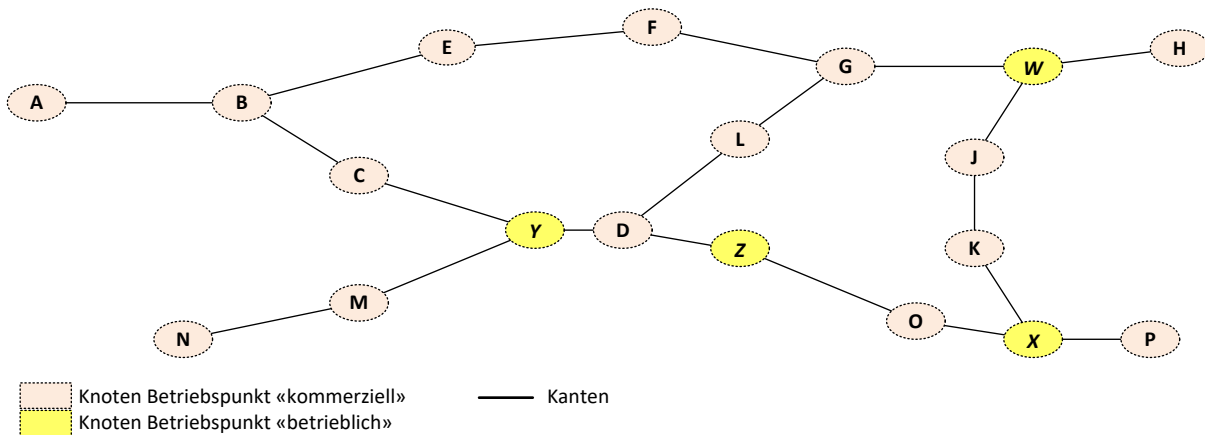


Abbildung 5: Beispiel für mesoskopische Topologie

8.4. Makroskopische Topologie

In der «makroskopischen» Topologie werden die Betriebspunkte zu Knoten zusammengefasst, und zwischen den einzelnen Knoten werden die Strecken als Kanten abgebildet. In dieser Granularität sind also weder die Anzahl Strecken- noch Bahnhofs-gleise bekannt. Sie kann für eine grobe Abschätzung der Machbarkeit jedoch angewendet werden.



8.5. Verkehrsnetz

Das «Verkehrsnetz» zeigt die kommerziell verfügbaren *Zugangspunkte* (Personen- und Güter-/Rangierbahnhöfe) als Knoten, und die dazwischen liegenden Strecken als Kanten auf. Im Gegensatz zur «makroskopischen» Topologie werden keine rein betrieblichen Betriebspunkte abgebildet. Ein Verkehrsnetz kann beliebig abstrahiert werden (Beispiel: der Abschnitt Zürich – Winterthur kann als Verkehrsnetz mit zwei Knoten und einer Strecke abgebildet werden, obwohl es dazwischen weitere Zugangspunkte und unterschiedliche Strecken gibt). Damit lassen sich auf einer bestehenden Topologie unterschiedliche Verkehrsnetze (z.B. «Fernverkehr», «S-Bahn Bern», «Güterverkehr WLW») abbilden.

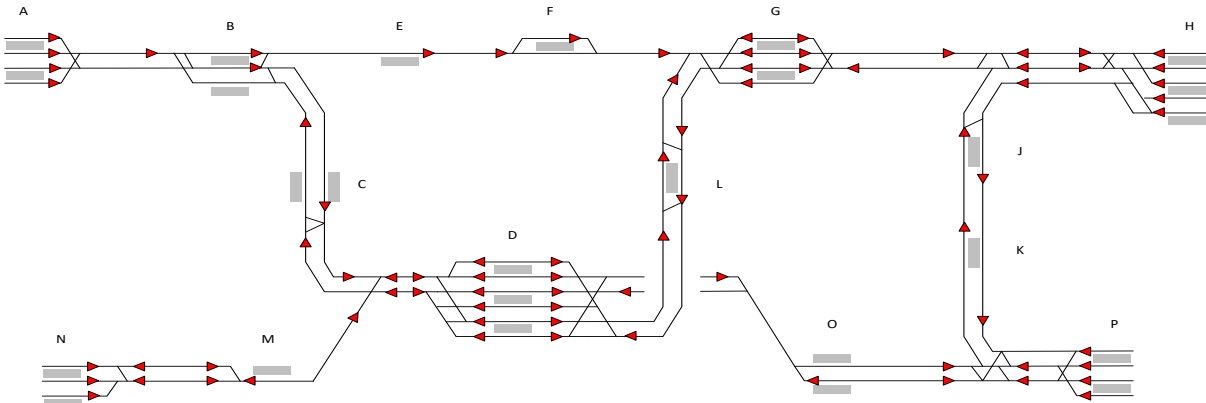


Abbildung 7: Beispiel für ein Verkehrsnetz