

TMS - gestern - heute - morgen

Bernhard Rytz, bry@sbb.ch
21.08.2024



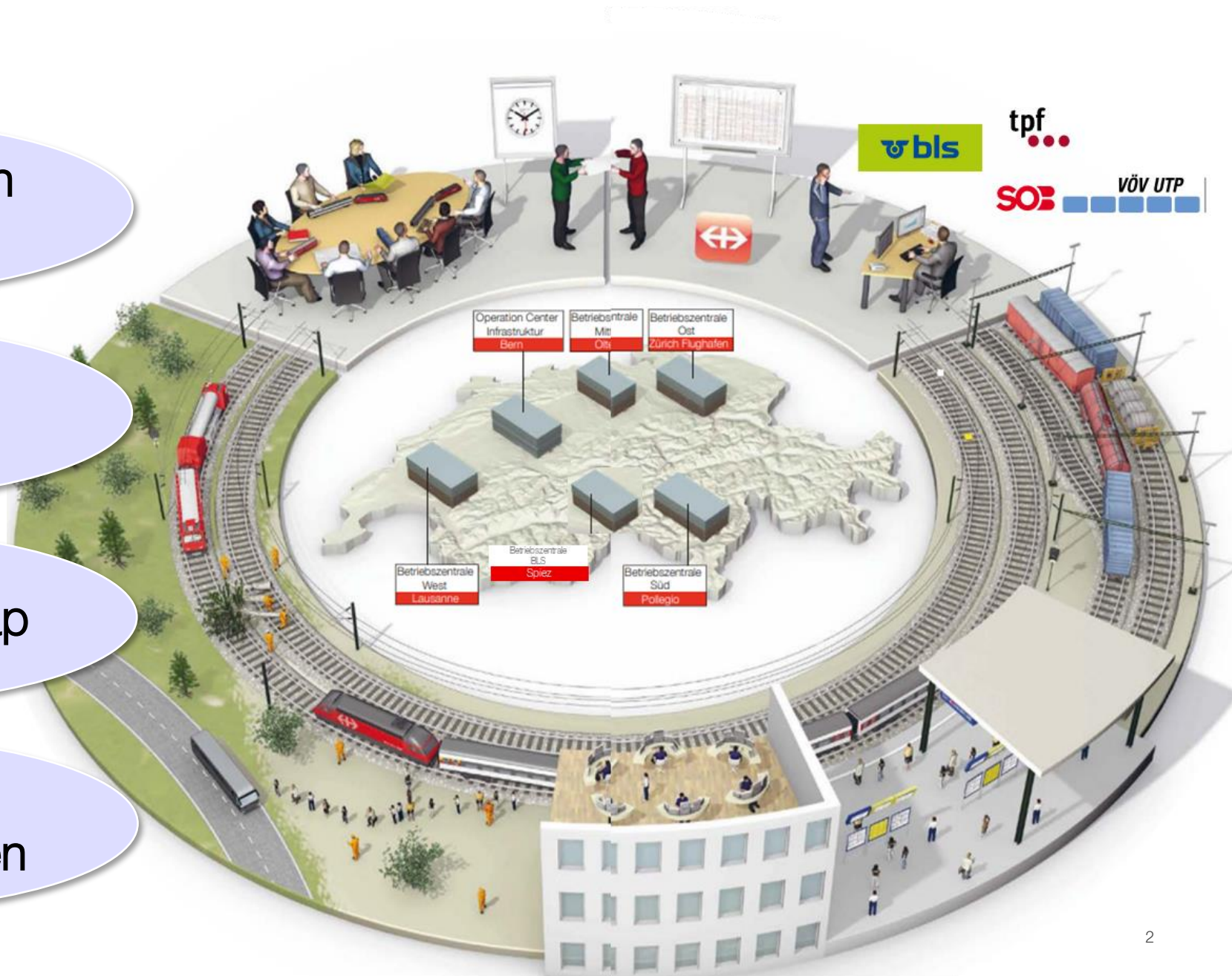
Agenda

Trassenproduktion
und TMS

Bisherige
Entwicklung

Ausblick, Roadmap

Chancen und
Herausforderungen





Trassenproduktion und TMS

- Um was geht es?
- Warum relevant?

Damit die Bahn rollt müssen Bahnproduktion und Trassenproduktion eng zusammenwirken.

Bahnproduktion
Personen- und
Güterverkehr (EVU)



Zugpersonal



Rollmaterial

Planen

Durch-
führen

Informieren
/Auswerten



Trassenproduktion
Infrastruktur (ISB)



Trassen
Abstellungen
Rangieren



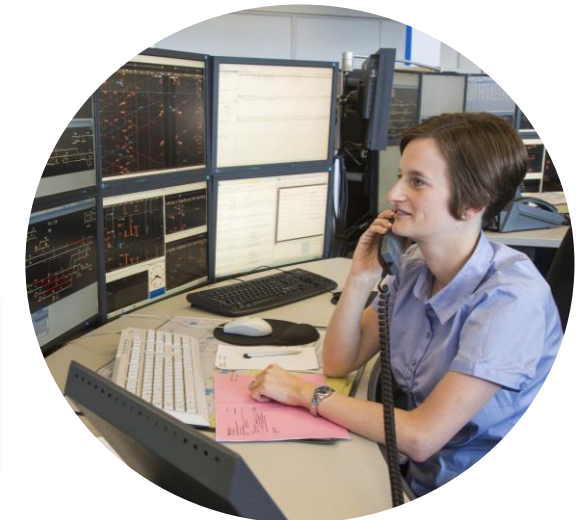
Baustellen

Planen

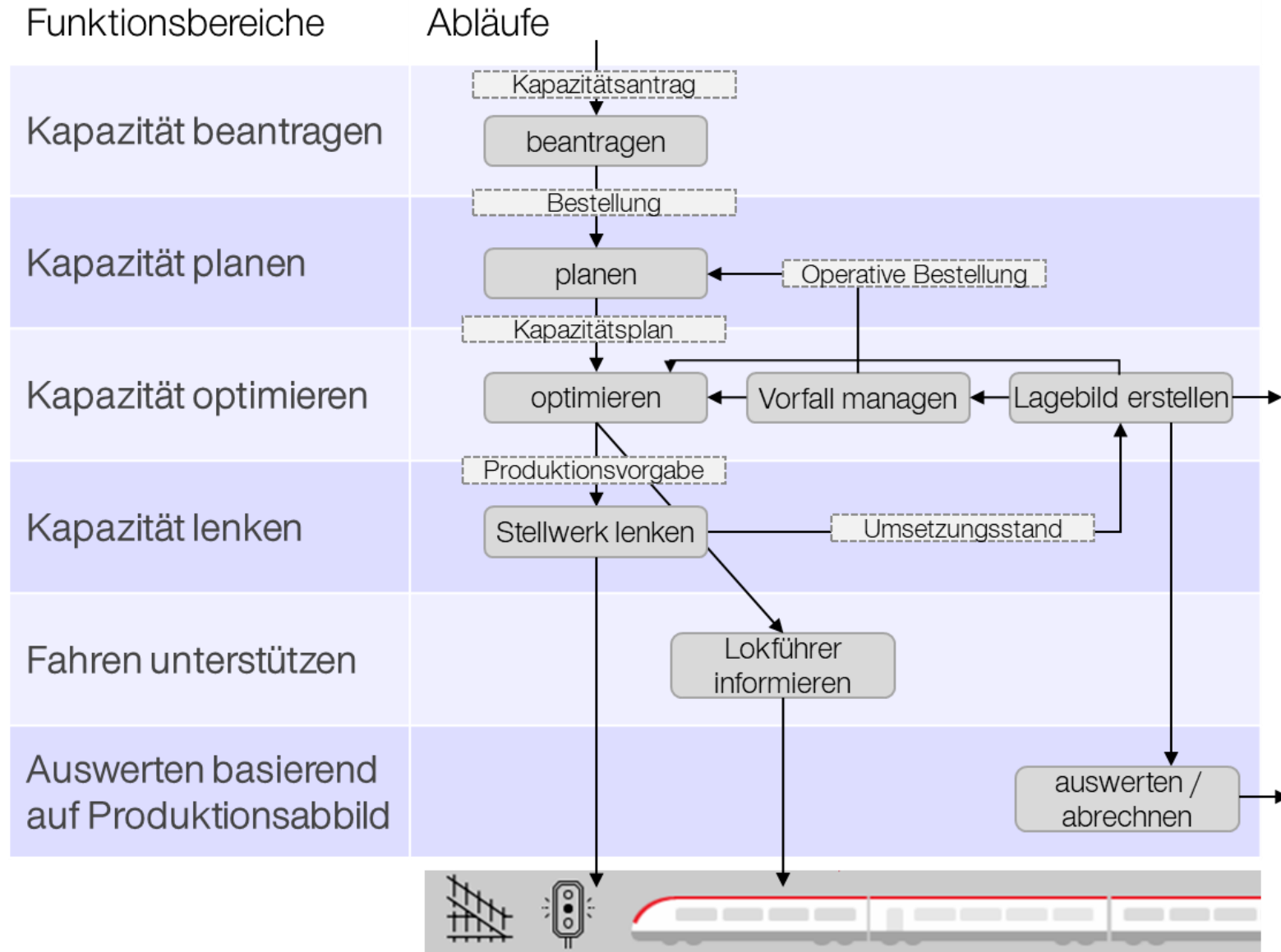
Durch-
führen

Informieren
/Auswerten

TMS ist eine Familie von IT-
Systemen für die Unterstützung
der Trassenproduktion



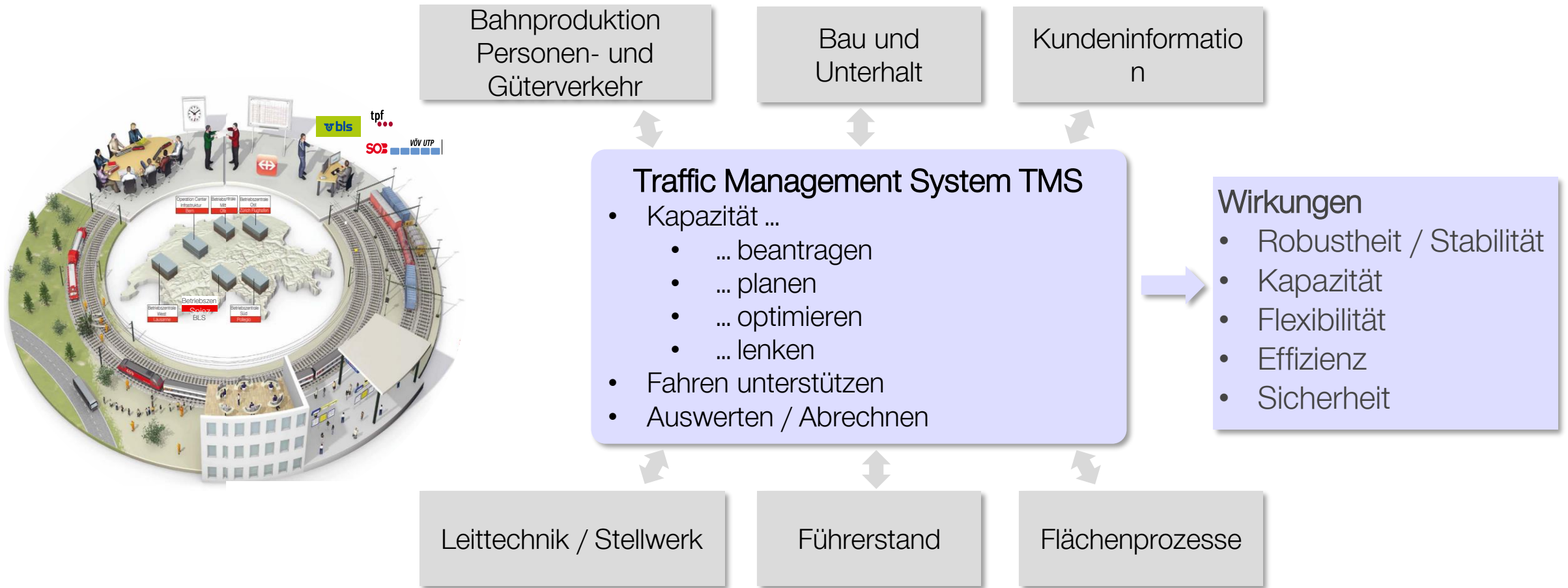
TMS ist etabliert als unverzichtbare IT-Unterstützung für die effiziente, robuste, sichere Planung und Durchführung der Trassenproduktion.



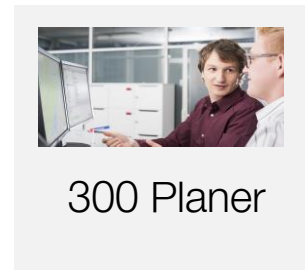
Kapazität =

- Zugfahrt (Trasse)
- Rangierfahrt
- Abstellung
- Intervall
(Sperrung für Baustelle, Langsamfahrtstelle)
- Zusatzleistungen

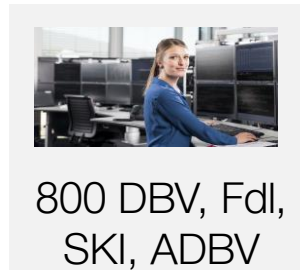
TMS unterstützt die Prozesse der Trassenproduktion von der Erstellung des Fahrplans bis zur Betriebsführung. Für SBB, BLS, SOB und tpf.



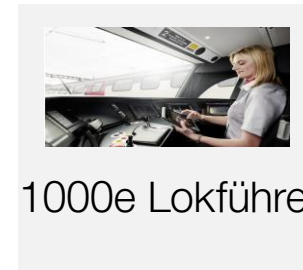
TMS unterstützt zahlreiche Berufsgruppen der Branchenpartner in der Bewältigung des Bahnverkehrs.



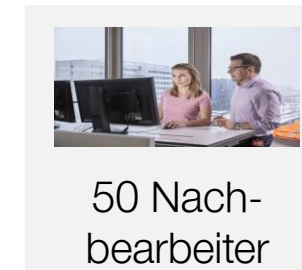
300 Planer



800 DBV, FdI,
SKI, ADBV



1000e Lokführer



50 Nach-
bearbeiter



Traffic Management System TMS

- Kapazität ...
 - ... beantragen
 - ... planen
 - ... optimieren
 - ... lenken
- Fahren unterstützen
- Auswerten / Abrechnen

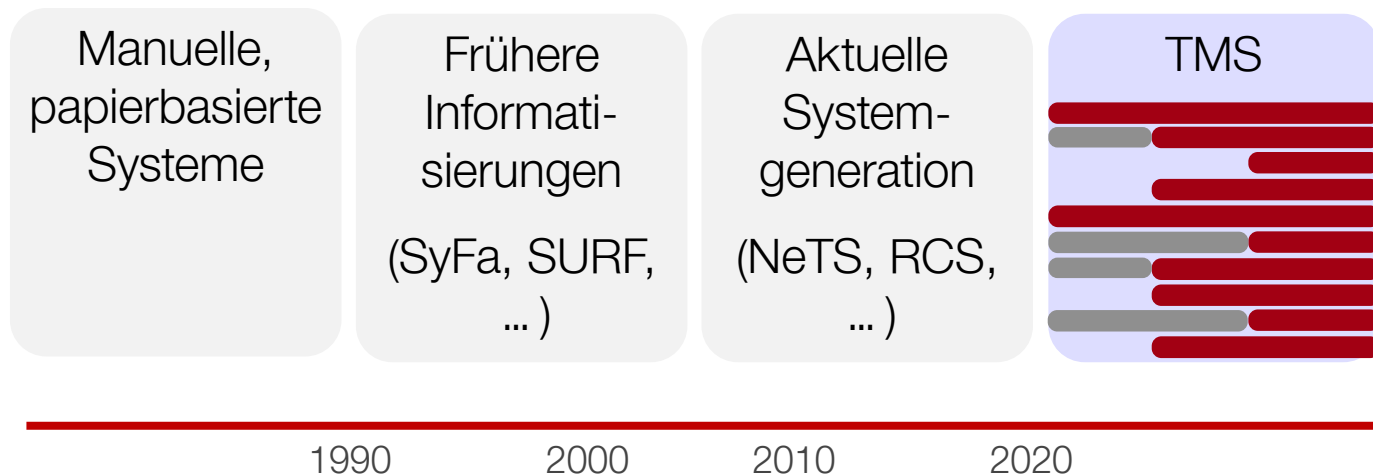
Mengengerüste (nur SBB)

- Reisendenverkehr – 9605 Züge / Tag
- Güterverkehr – 1655 Züge / Tag
- 188 Mio. Trassen-km / Jahr
- 3265 km Strecken
- 530 Anschlussgleise
- 500 Stellwerke
- 35000 Signale

Gibt es TMS schon? Seit wann?

- TMS ist eine Familie von Systemen
- TMS ist das Programm zur Weiterentwicklung dieser Systeme
- TMS wird nicht in einem «big bang» entwickelt und eingeschaltet.
- TMS basiert auf einer sukzessiven Weiterentwicklung in **Umsetzungsschritten**, mit **Erneuerungen** (Lifecycle) und **Erweiterungen** (neue Funktionalitäten).

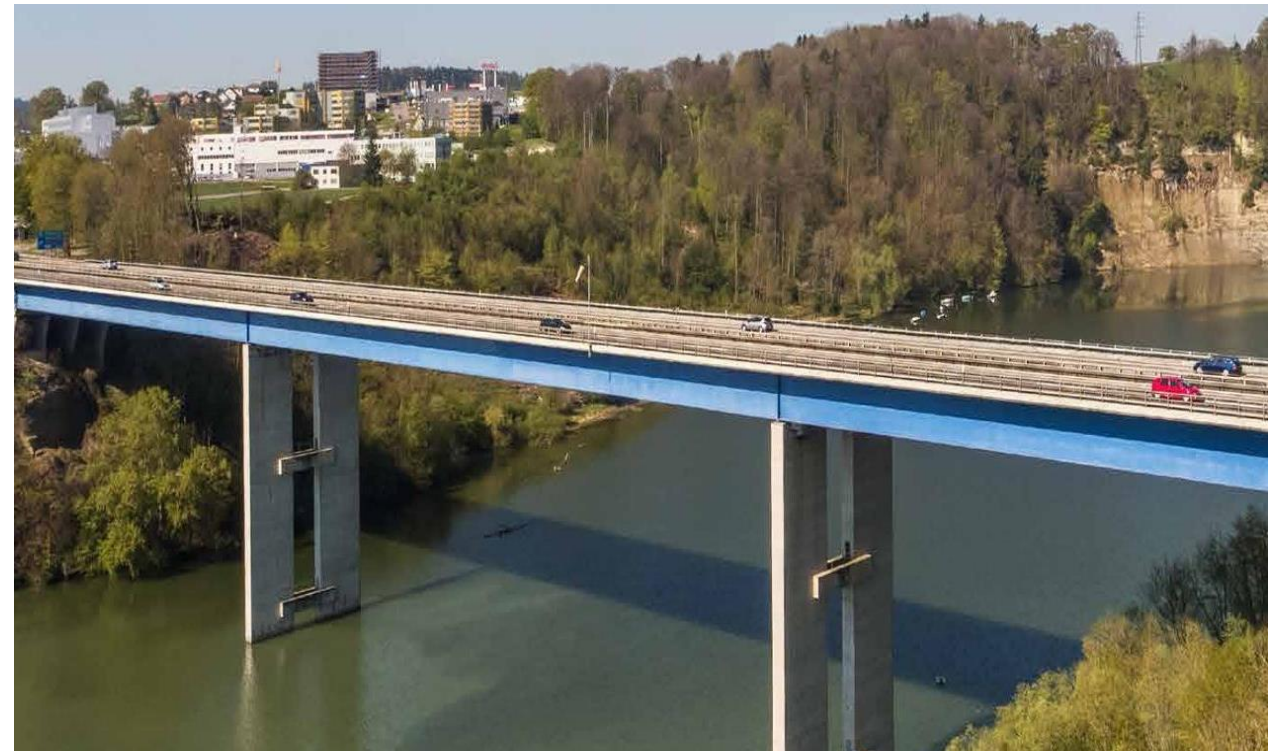
	Kapazität bestellen
	Kapazität planen
	Kapazität optimieren
	Kapazität lenken
	Fahren unterstützen
	Auswerten



2002	2011/2016	2018/2019	2021/2022
<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle, papierbasierte Kapazitätssysteme (PCS) • Einführung von Kapazitätssystemen in der TMS • Kapazitätssysteme (PCS) werden durch TMS ersetzt • Kapazitätssysteme (PCS) werden durch TMS ersetzt • Kapazitätssysteme (PCS) werden durch TMS ersetzt • Kapazitätssysteme (PCS) werden durch TMS ersetzt • Kapazitätssysteme (PCS) werden durch TMS ersetzt 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS • Produktion Entwicklung TMS



Mit TMS



Ohne TMS

Warum einmal mit und einmal ohne TMS ?

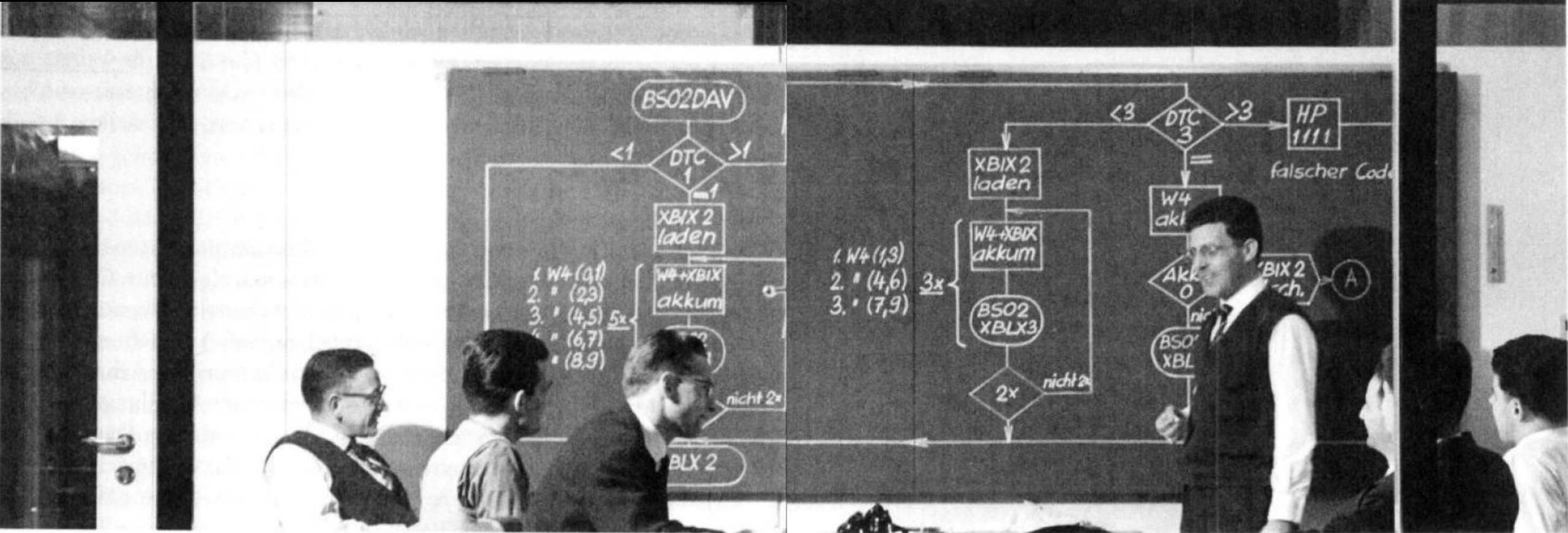
Bisherige Entwicklung





Bollwerk 1961

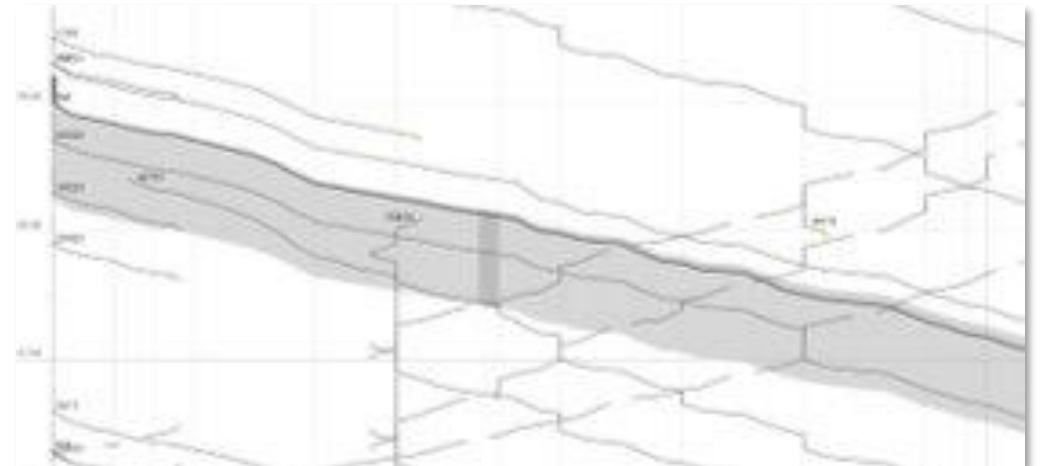
Der erste
transistorbasierte
Rechner der IBM:
SBB kauft als
erste CH Firma
das Modell
1401/7070



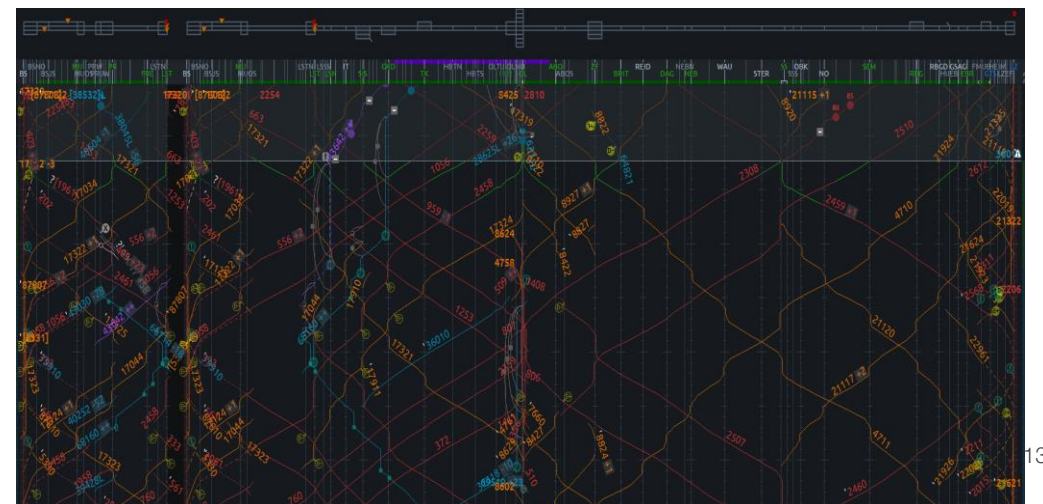
SBB 1963

"aufgeweckte und interessierte junge Bedienstete aus Betrieb und Verwaltung erstellen Programme"

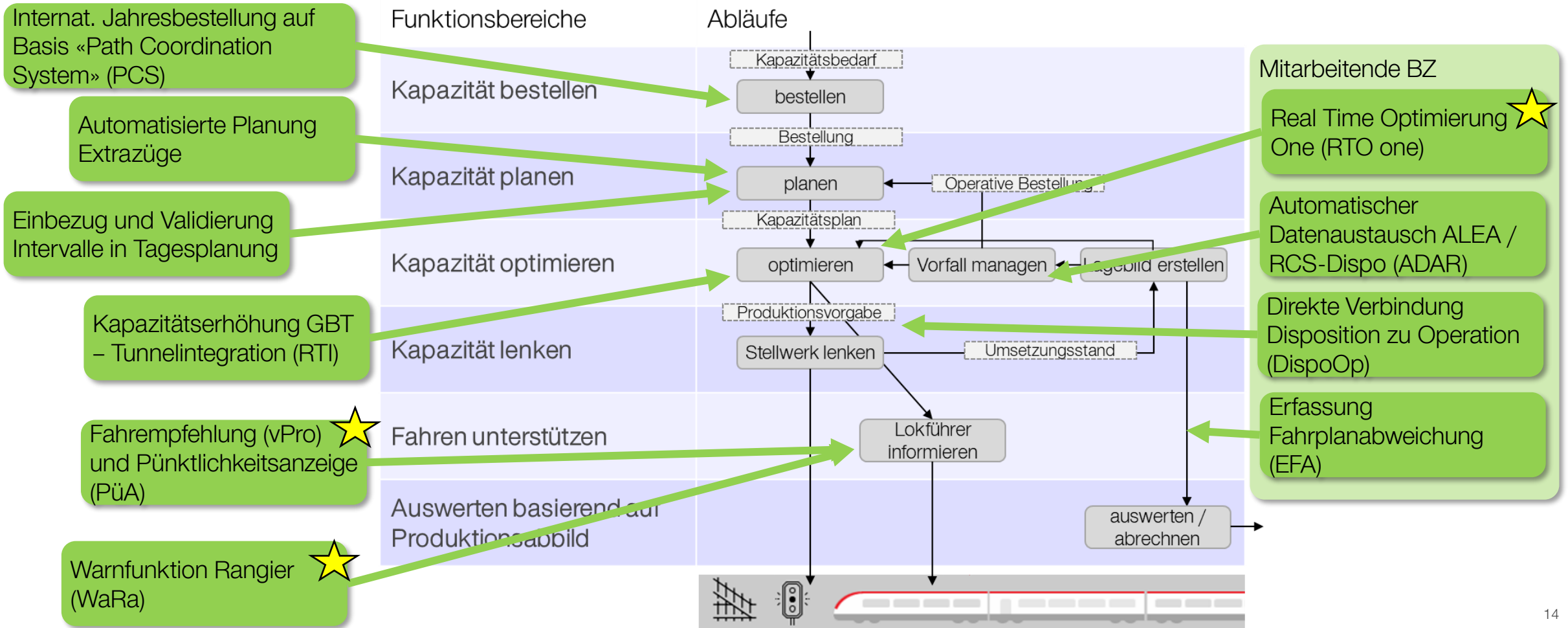
Planung: Nach 150 Jahren erstmalig mit TMS auf dem Weg vom gezeichneten zum gerechneten Fahrplan.



Durchführung: Von der lokalen Bedienung mit Muskelkraft zur zentralisierten schweizweiten Sicht, nahtlosem Durchgriff und teil-automatisierter Disposition



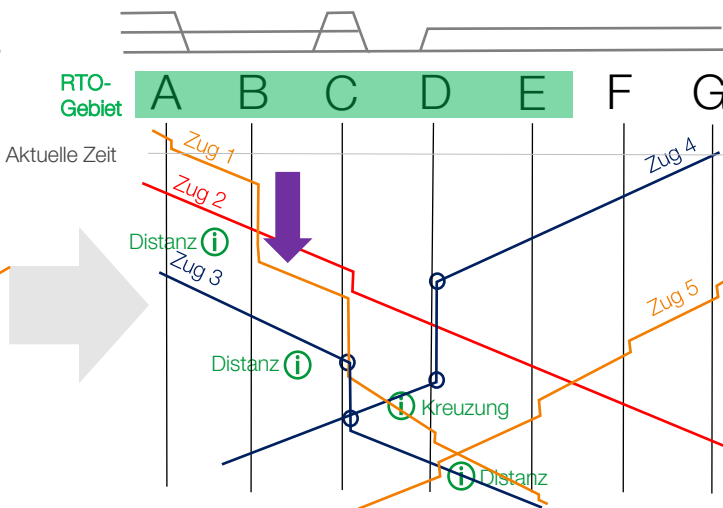
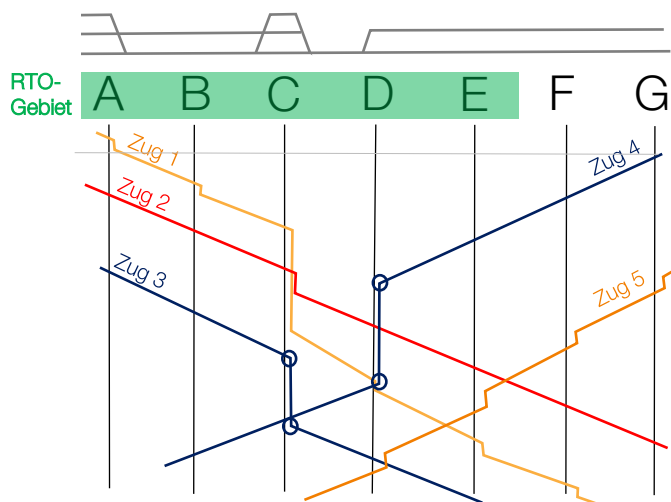
Die seit 2020 eingeführten Umsetzungsschritte erzeugen konkrete Wirkung in der Planung und im Betrieb der ISB-Partner sowie bei den EVU.



Wie funktioniert RTO (Real-Time Optimierung)?

RTO ist technisch in der Lage, von RCS erkannte Konflikte innerhalb eines definierten Gebietes auf zwei Arten zu lösen:

SOLL-Fahrplan

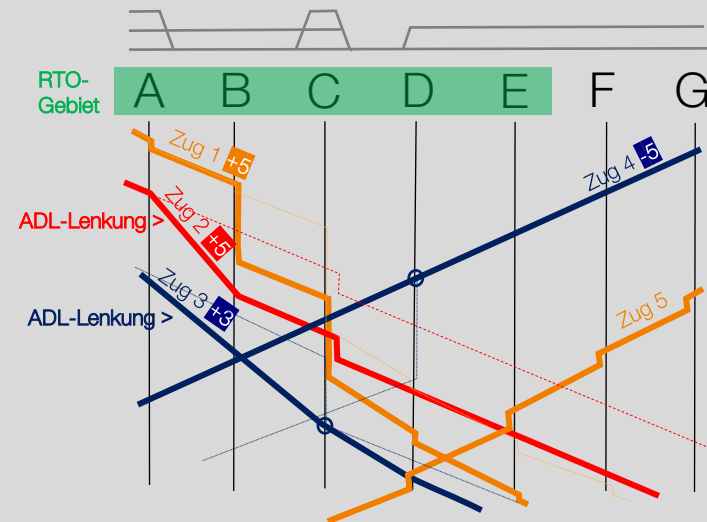


Lf von Zug 1 meldet Probleme am Fahrzeug
> Reset in B notwendig

- 1) DBV zieht Abfahrtsprognose 5 Minuten nach unten
- 2) RCS erkennt und visualisiert entstehende Konflikte
- 3) RTO rechnet mögliche Lösungsvarianten durch, berechnet die entstehenden Verspätungen und wählt die Variante mit den geringsten Gesamtauswirkungen

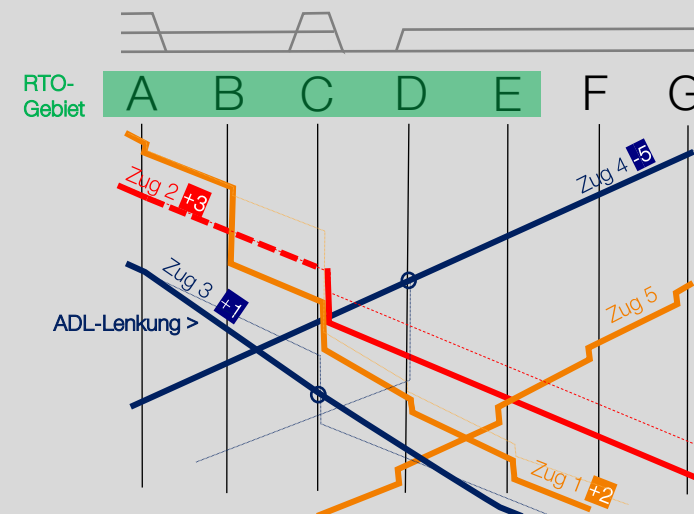


Konfliktlösung mittels Reihenfolge-Dispositionen



Gesamtverspätungen aller Züge bei Austritt aus RTO-Bereich: **+13 Minuten**

Konfliktlösung mittels Reihenfolge- und Fahrweg-Dispositionen



Gesamtverspätungen aller Züge bei Austritt aus RTO-Bereich: **+6 Minuten**

Wirkungsbeispiel RTO

Jede Stunde werden G-Züge in Rynächt und Pollegio von P-Zügen überholt. Die Überholungen werden automatisch durch RTO geplant und disponiert.

Mit RTO One wird die Leittechnik gesteuert und der Lokführer über die optimale Geschwindigkeit informiert. Alles zusammen erlaubt dem Zug schneller seine maximale Geschwindigkeit zu erreichen. Pro Zug ergibt sich einen Zeitgewinn von 15 bis 50 Sekunden und erhöht damit die Streckenkapazität und die Stabilität.

Wirkungsbeispiel DispoOp

Signalstörung in Zürich Altstetten am 14. Dezember 2022: Alle Züge zwischen Zürich HB und Altstetten mussten über andere Fahrwege, andere Bahnhofsteile über zwei beteiligte Sektoren umdisponiert werden. Die Störung dauerte zwischen 11:49 und 15:49 Uhr.

Dank DispoOp konnten sich die Mitarbeitenden in der BZ Ost auf das Umleiten aller Züge konzentrieren statt auf das Pflegen der verschiedenen Systeme.

Es kam zu keinen Zugsausfällen und Verspätungen nur im Minutenbereich.

Ohne DispoOp hätte nicht der ganze Verkehr abgewickelt werden können.

Wirkungsbeispiel ADAR

Personenunfall in Genf am 11. August 2022: Es kam zu einem Totalunterbruch (Colgen) zwischen Lausanne und Genf von 11:00 bis 12:00 Uhr.

Dank ADAR können sämtliche Züge innerhalb von Sekunden im System umprogrammiert werden (Weiterfahrt als xxx). Die Kunden erhalten die Information sofort, ebenso die Partner der EVU, die das Personal und Rollmaterial weiterplanen (kein Warten mehr auf Fahrplandaten).

Der Produktionsplan aus TMS wird als Fahrempfehlung in den Führerstand übermittelt.

Schrittweise Weiterentwicklung von **ADL** (Adaptive Lenkung, ab 2016), über **vPRO** (Zeit/Geschwindigkeit basierend auf Plan-Informationen, 2021), zu **PüA** (Pünktlichkeitsanzeige an Durchgangspunkten, 2023).

Mit vPRO erhält das Lokpersonal **genauere Plan-Informationen** zu Zeit und Geschwindigkeit mit welchen **es präziser fahren** kann.

Mit der **Erfahrung** des Lokpersonals und diesen **präzisieren Angaben** werden **unnötige Konflikte** vermieden.

Dies führt zu einer mehrheitlich grünen Welle, entspannterer Fahrt, mehr **Pünktlichkeit** in relevanten Knoten und schliesslich auch zu **weniger Verschleiss** und **Energieverbrauch**.

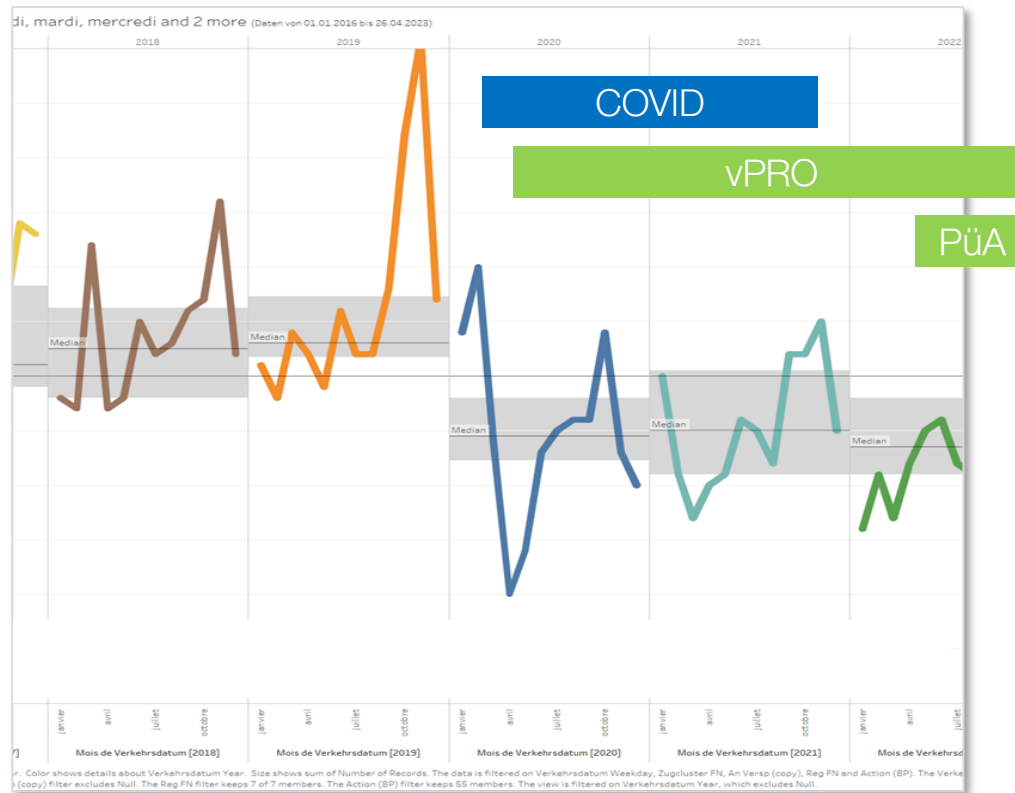
The screenshot shows a train control interface with a table of stations and times. Annotations explain the vPRO and PüA features:

- Red callout:** "Ist die kommerzielle Zeit erreicht, wird die Abfahrtszeit unterstrichen." (When the commercial time is reached, the departure time is underlined.)
- Red callout:** "Nach Erreichen der kommerziellen Zeit kann abgefahren werden." (After reaching the commercial time, it can be departed.)
- Red callout:** "Spätestens zur vPRO-Zeit sollte, für pünktliches Verkehren, die Türschliessung erfolgen." (At the latest by the vPRO time, door closing should occur for punctual traffic.)
- Red callout:** "Kursiv geschriebene Zeiten sind keine Fixpunkte (dienen aber als Richtwerte für die Fahrstrategie)." (Italicized times are not fixed points (serve as guidelines for the driving strategy).)
- Red callout:** "Das möglichst pünktliche Befahren der Fixpunkte sorgt für einen konfliktfreien Fahrplan." (The most punctual driving of fixed points ensures a conflict-free schedule.)
- Green callouts:** "vPRO" and "PüA" are highlighted in green boxes at the bottom.

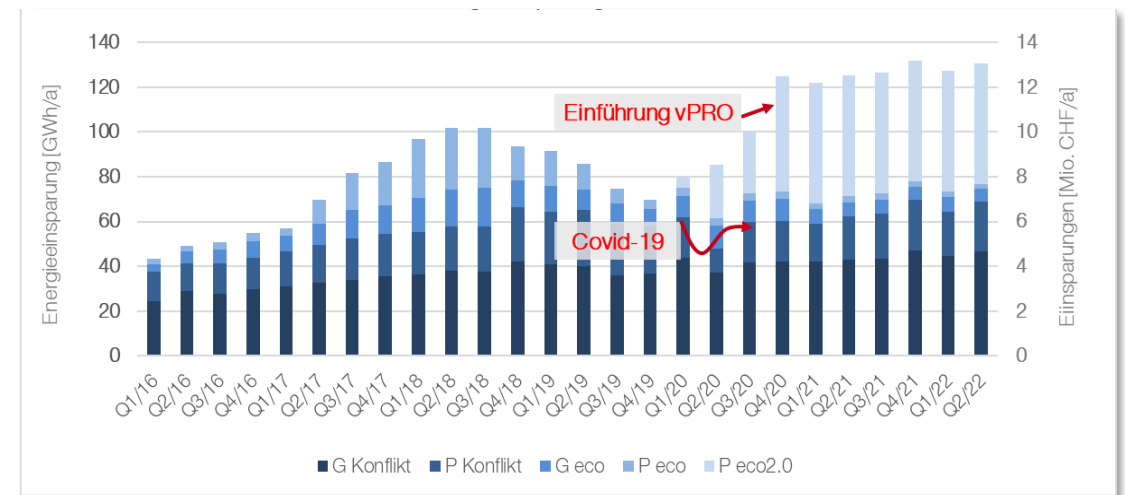
km	-	+	AE	Simach	R150	PRO	An	Ab	15:19:51 26.01.22
110.6	10	0	(1313) 1303	Wil SG	80-95	115	100	<u>15:18:2</u>	SBBP 19260 ADL
111.5				Kurve Ausfahrt		110			
112.1				Block P310/410					
113.8	2	10		Simach	115	105	15:21:5	15:22:2	15:21 15:21
117.4	9	0		Eschlikon	130	105	15:25:1	15:25:4	15:25 15:25
120.1				Guntershausen P320					
120.9	10	0		Guntershausen	115	90	15:28:3	15:29:0	
122.9	10	0	1306	Aadorf	115 135	90	15:31:0	15:31:3	
126.1	9	0		Elgg	130	95	15:34:3	15:35:0	
127.5	9	0		Schneit	130	95	(15:36:1)		
128.9									
129.7									
130.4									
130.5	9	0			95	95	15:38:4	15:39:0	
131.8	8	0		Rätterschen	130	95	15:40:3	15:41:0	
132.0									
133.9	8	0			130	95	15:43:1	15:43:3	
135.2	5	0			110	95	15:45:1	15:45:4	
135.5	5	0		Schwalmenacker	110	60	(15:47:0)		

Direkte Information für Lokführer:innen: Die präzisere Umsetzung der Planung mit ADL, vPRO und PüA wirkt positiv auf Stabilität (Pünktlichkeit) und Energiebedarf.

Stabilität: **Streuung** der Zugankünfte (Montag-Freitag) in den Monaten Jan – Apr auf **Tiefstand**.



Im RV sinkt der Energiebedarf je nach Strecke und Rollmaterial um 2 Prozent bis 4 Prozent, im FV zwischen 1 Prozent und 3 Prozent. **Reduktion des jährlichen Energiebedarfs um gut 50 GWh.**



Feedbacks Lokführer zu Pünktlichkeitsanzeige

- ... zur Orientierung ist das Tool hervorragend. Gute Übersicht und lenkt nicht ab. Im Alltag gut zu gebrauchen.
- Die Rückmeldungen sind sehr positiv. Die meisten Lf finden es sehr unterstützend. Wenige wünschen sich, dass PüA ausgeschaltet werden kann.

Die Warnfunktion Rangier erhöht die «situational awareness» des Lokführers durch zusätzliche Information, Warnungen, Alarme und reduziert damit Zwergsignalfälle.



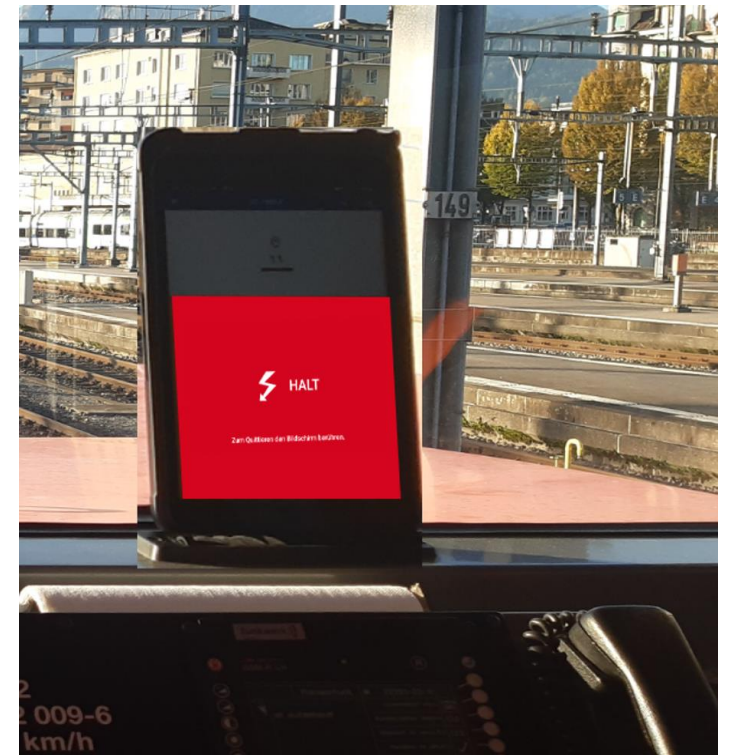
Ausgangslage

- 7 Mio. Rangierfahrten pro Jahr
- Rangier- und Zwergsignale ohne Zug-/Fahrzeugbeeinflussung

Die schwache technische Unterstützung führt zu hohen Risiken im Prozess

- Die Vorbeifahrt an Halt zeigenden Zwergsignalen (neben Baustellensicherheit) das grösste Risiko
- Jährlich 20 Personen verletzt und 1-2 Personen getötet
- Sachschaden 6.5 Mio. CHF/J

Warnfunktion Rangier



Technische Unterstützung für den Rangierlokführer


Im Zusammenspiel Stellwerk, Leittechnik und TMS wird ein komplettes Prozessabbild hergestellt, das die **lückenlose Verfolgung jeder Rangierfahrt** ermöglicht!

TMS 



Stellwerk
Leittechnik 



Rangier-
Lokführer
mit App 

Luzern (LZ) / RD1

9 89 302

✓ Fahrweg eingestellt

⚠ Nächstes Zwergsignal zeigt «Halt»

⚡ HALT

Ausblick



TMS in der SBB Strategie (aus „SBB Strategie 2030 – Umsetzungsschwerpunkte“)

1. Einen robusteren Fahrplan sicherstellen

Kund:innen wollen pünktlich und zuverlässig ankommen – dank eines robusten Fahrplans. Ein langfristiges und verlässliches Kapazitätsmanagement auf der Schiene ist dabei das zentrale Element. Die Auswirkungen der grossen Ausbauvorhaben (insbesondere Lausanne, Bern, Zürich, Basel) auf unsere Kund:innen integrieren wir in die Fahrplangestaltung.

Vorhaben

- Gemeinsam mit der ÖV-Branche das Traffic Management System (TMS) einführen, das in Echtzeit den Verkehr disponiert und das Netz besser auslastet
- Bauarbeiten bündeln (Ausbau und Unterhalt), Ersatzkonzepte frühzeitig planen und kommunizieren)

2. Produktion stabilisieren und flexibilisieren

Der immer dichtere Fahrplan, Baustellen und die hohe Komplexität des Bahnsystems sind für die stabile Bahnproduktion herausfordernd. Um die Produktion stabiler und flexibler zu machen, verbessern wir unter anderem die Ressourcenplanung.

Vorhaben

- Integrierte Produktionsplanung (IPP) zur Vereinfachung, Flexibilisierung, Beschleunigung und Integration der Einsatzplanung von Personal und Rollmaterial einführen
- Kompetenzen des Personals weiterentwickeln und damit einen flexibleren und breiteren Einsatzrayon ermöglichen
- Traffic Management System (TMS) einführen, das die Planung vereinfacht (siehe Punkt 1)

Die Weiterentwicklung von TMS basiert auf einer gemeinsamen Roadmap und einer Reihe von Leitplanken.

Ziele / Wirkungen

- Robustheit / Stabilität
- Kapazität
- Flexibilität
- Effizienz
- Sicherheit

- Business Case inkl. M6K Beiträge

Roadmap mit Umsetzungsschritten

2023 / 2024	2025/2026	2027 / 2028 ff
<ul style="list-style-type: none"> • Produktivsetzung Automatisierte Planung Extrazüge (an mehreren Tagen) ✓ • Aufbau TMS Kapazitätsplanung mit veränderter Planungsphilosophie (E2E Testumgebung) • Kapazitätsanträge EVU über TMS mit TTR/TTT (E2E Testumgebung) • Automatisierte Konfliktbereinigung in einfachen Gebieten ✓ • Kapazitätserhöhung CBT (RTI) Basis ✓ • Rangierfahrten steuern und lenken für Live-Test • Learning and Training System - Prozessschulung RTI-GBT/CBT ermöglichen 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktive Einführung TMS Kapazitätsplanung (Vorbereitung Bestellphase 2) • Kapazitätsanträge EVU über TMS mit TTR/TTT (System technisch bereit) • Automatisierte Konfliktbereinigung in komplexen Gebieten • Kapazitätserhöhung CBT (RTI) Erweiterung • Rangierfahrten steuern und lenken für Pilot • TMS-Lernwelt: Rangierfahrten steuern und lenken für Pilot • Fahrassistenz: SFERA Basisfunktion R1 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktive Einführung TMS Kapazitätsplanung (Bestellphasen 2 und 3) • Produktive Kapazitätsanträge EVU über TMS mit TTR/TTT • Bestellportal und automatisierte Planung für Abstellungen • Steuern und lenken von Abstellungen • Rangierfahrten steuern und lenken für kommerziellen Betrieb • TMS-Lernwelt: Rangierfahrten steuern und lenken für kommerziellen Betrieb • Fahrassistenz: Erweiterungen SFERA für eine energieeffiziente Bahnproduktion

Leitplanken

Berücksichtigung aller kapazitätsnutzenden Objekte

Durchgängigkeit über alle Zeithorizonte

Schrittweise Automatisierung

Aktiver Einbezug EVU, KI, Partner in Entwicklung

Systemarchitektur zur Beherrschung Komplexität

Nachhaltige Erneuerung der Systeme / Sicherstellung LC

Anschlussfähigkeit Europa sicherstellen

Folgende Schwerpunkte dominieren die nächsten Etappen der Roadmap TMS.

Capacity Management CM1 (2027)

Umsetzung internationale Vorgaben TTT/TTR, Optimierungen Digitalisierung, neue Planungsphilosophie, Ablösung Altsysteme



Technische Migration RCS (2025)

Modularisierung RCS, Portierung auf neue Cloud-fähige Plattform

Automatisierte Konfliktbereinigung (2026)

TMS rechnet im laufenden Betrieb laufend Optimierungen des Zugverkehrs, um Abweichungen rasch wieder zu stabilisieren. In Zukunft auch in komplexen Gebieten

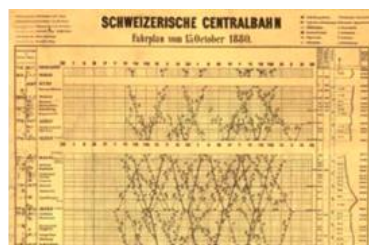
Rangieren mit TMS (Etappen 2026, 28, 30)

Die Berücksichtigung von Rangierfahrten in TMS erlaubt Effizienzsteigerungen und erlaubt eine umfassendere Optimierung der Kapazitätsnutzung

Die nächste Etappe Capacity Management CM1 umfasst Elemente der neuen Planungsphilosophie, Teilautomatisierungen und die Umsetzung internationaler Standards (TTT/TTR).

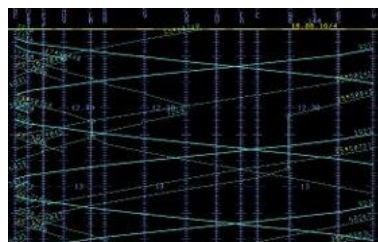
Nach 150 Jahren auf dem Weg vom gezeichneten zum gerechneten Fahrplan

Papier & Bleistift



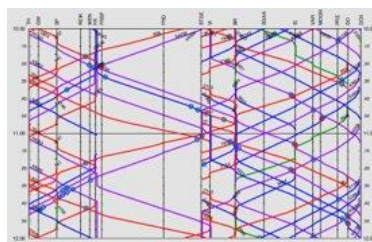
1847

Syfa



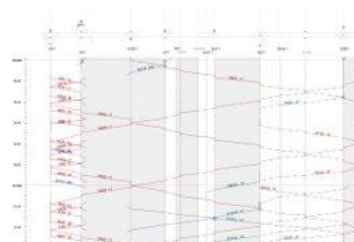
1988

Viriato



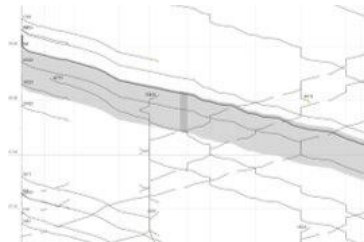
2005

NeTS



2007

TMS



2020

2024

2027

Planung

Zugfahrten werden bisher manuell von Experten geplant. Das Planungswissen ist in den Köpfen der Planenden. Die nächste Generation Planungssysteme führt schrittweise Teilautomatisierungen ein und hilft uns, die Planungseffizienz zu erhöhen und einen besseren Kundennutzen zu generieren.

Bestellung

Bisher proprietäre Schnittstellen und/oder Medienbrüche. Neu Ausrichtung auf internationale TTT-/TTR-Prozesse und standardisierte Schnittstellen für direkte Anbindung an die EVU-Systeme.

✓ Validierung Intervalle in Tagesplanung

✓ Erste gerechnete Trassen (Bestellungen Extrazug)

Extrazüge mehrere Tage

TMS Capacity Management CM1

Neue Kapazitätsplanung (Bestellphase 3)
Kapazitätsanträge der EVU gemäss TTT+TTR

Die Etappe Capacity Management CM1 umfasst die Erneuerung der Werkzeuge der Kapazitätsplanung zur Umsetzung von gesetzlichen Verpflichtungen, Effizienz- und Flexibilitätssteigerungen sowie technischem Lifecycle.



Ziele

Umsetzung internationale Standards in Schnittstellen und Prozessen (TTT, TTR)

Digitalisierung: Einführung von (Teil-) Automatisierungen und Reduktion Medienbrüche

Erste Elemente neue Planungsphilosophie

Ablösung (Erneuerung) der Bestandessysteme NeTS-Plan und NeTS-AVIS

Wirkungen

Compliance
Erfüllung rechtliche Vorgaben für Interoperabilität

Effizienz
Beiträge M6K und Business Case durch FTE-Reduktion im Planungsprozess.

Flexibilität Unterstützung für flexiblere Angebote (schnellere Planung, Planung in Varianten, höherer Fokus Tagesplanung)

Effizienz und Flexibilität
vereinfachte & flexiblere Weiterentwicklung IT-Anwendung

Change

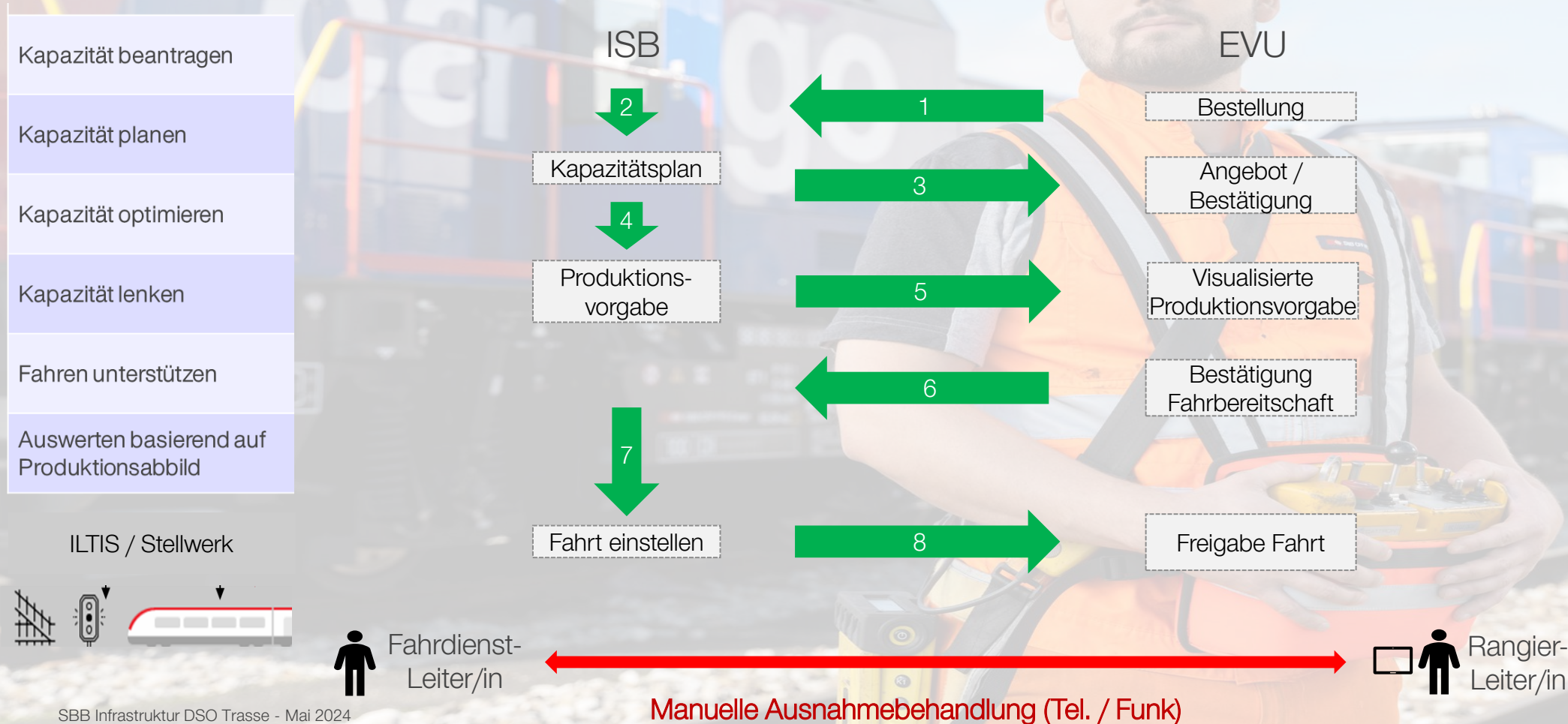
TTT: Trennung Trasse / Zug.
Standardisierte Schnittstellen.
TTR: Prozesse und Fristen

Wegfall manueller Eingaben und der Systeme dafür, Ersatz durch Anwendungsschnittstellen.

Aus Sicht Kapazitätsplanung gibt es keinen Jahresplan mehr.

Eine «gelebte Praxis» (historisch übernommene Aufgabe) wird aufgrund der Ziele in Frage gestellt.

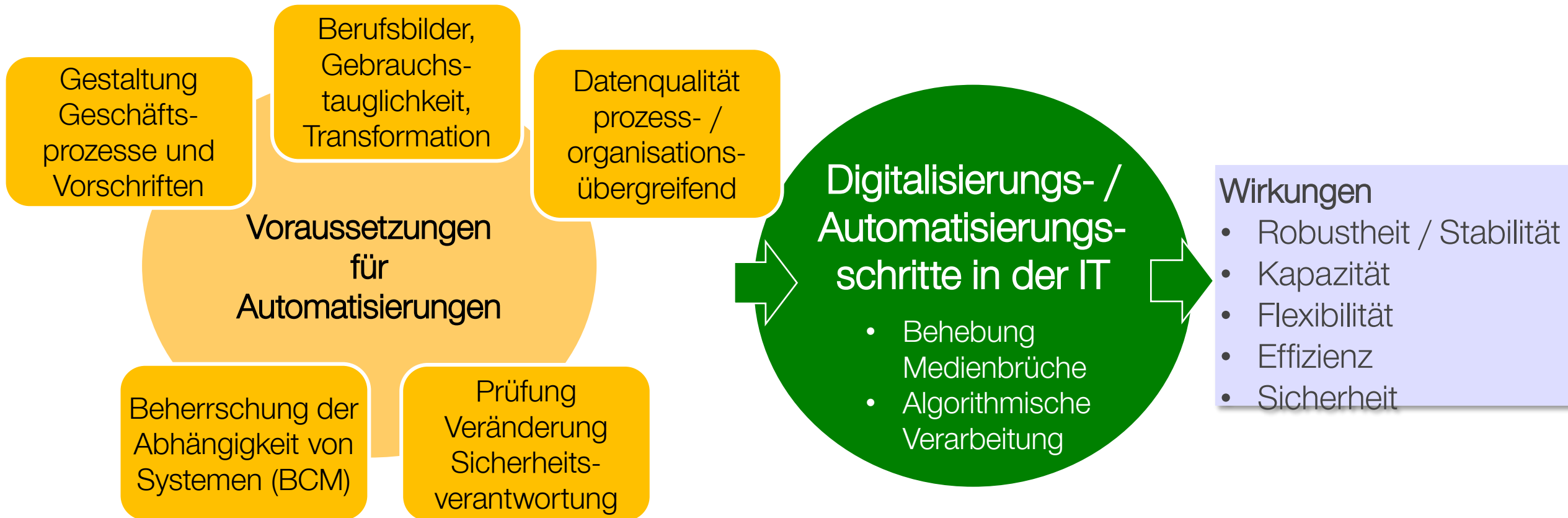
Rangieren mit TMS wird Rangierfahrten erstmalig ohne Medienbruch bestell- und durchführbar machen. Wirkt auf Effizienz und ermöglicht Optimierung für alle Kapazitätsnutzungen



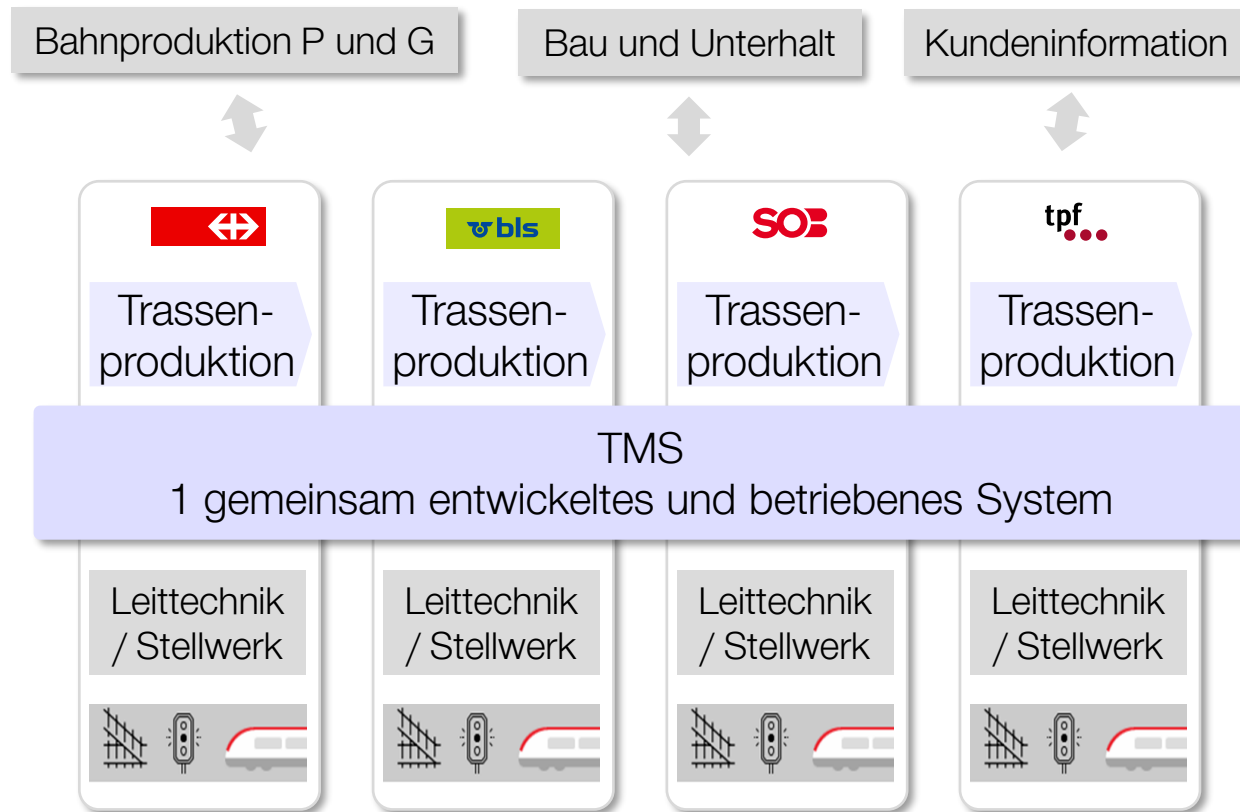


Chancen und Herausforderungen

Für weitere Automatisierungen müssen neben der Implementierung der IT-Funktionen wichtige Voraussetzungen im Umfeld erfüllt werden. Darum ist eine Etappierung über (Teil-)Automatisierungen sinnvoll.



Der gemeinsame Einsatz von TMS unter den ISB-Partnern bringt substantielle Synergieeffekte für die ISB und für das Gesamtsystem.



Gegenüber individuellen Lösungen je ISB hat die **gemeinsame Entwicklung und Nutzung von TMS** durch SBB, BLS, SOB und TPF folgende Vorteile:

- **Vermeidung zahlreicher Schnittstellen** zwischen den ISB, da „alles im TMS“.
- Zugläufe über mehrere Gebiete können **prognostiziert und optimiert** werden.
- Die Nutzung einer gemeinsamen Lösung unterstützt die Annäherung an **gemeinsame Abläufe / Prozesse**.
- Aus **EVU-Perspektive** entsprechend ebenfalls Reduktion Komplexität / Schnittstellen
- Reduktion bei IT-Entwicklungs- und Betriebskosten

Rahmenbedingungen:

- Voraussetzung ist und bleibt, dass die Partnerbahnen bereit sind, eine gemeinsame Strategie für ein **harmonisiertes TMS** zu unterstützen.
- Zurzeit läuft eine Klärung, ob, wie, und unter welchen Bedingungen **zusätzliche ISB-Partner** „an Bord“ kommen können.

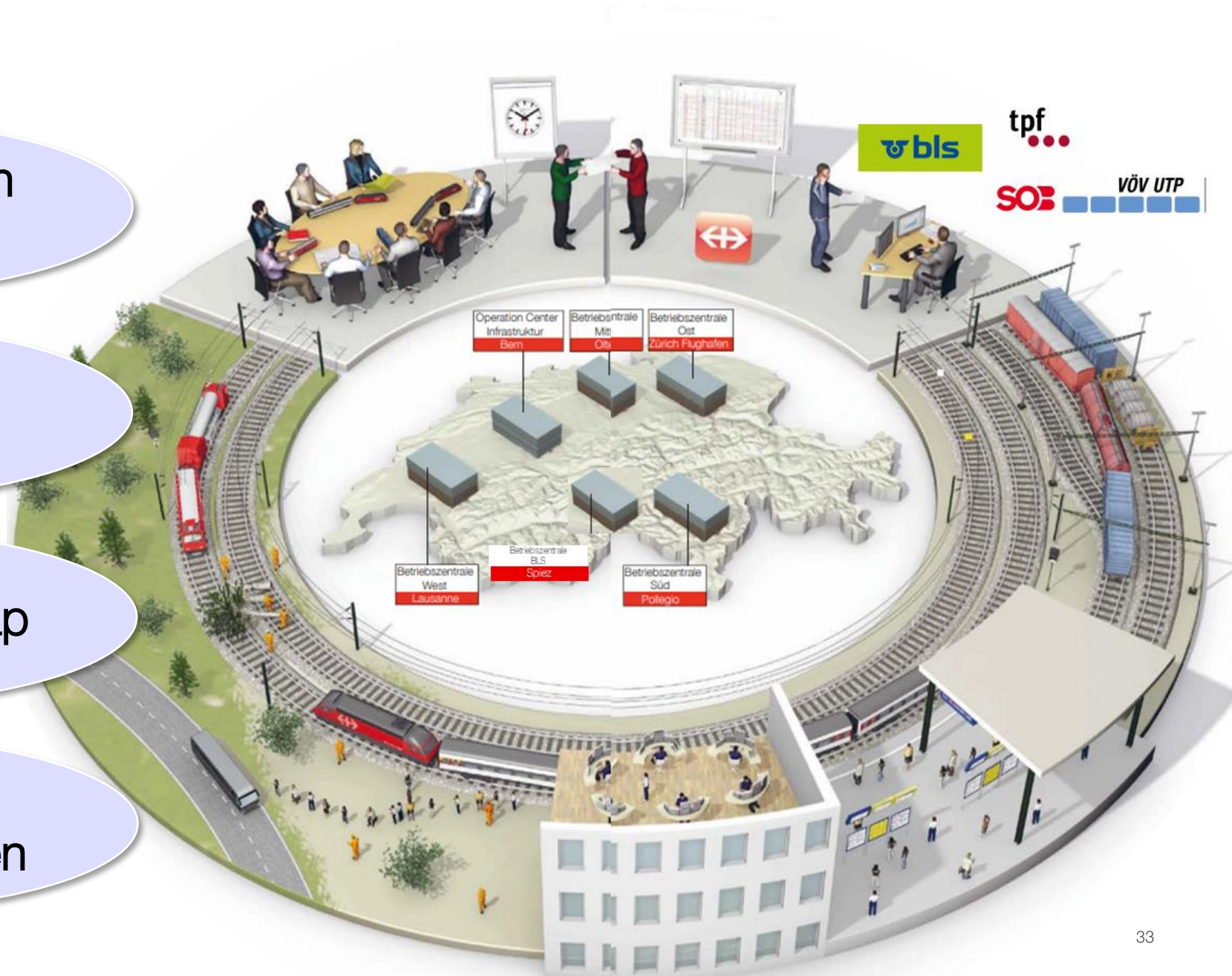
Abschluss

Trassenproduktion
und TMS

Bisherige
Entwicklung

Ausblick, Roadmap

Chancen und
Herausforderungen



Danke für das Interesse. Fragen?



TMS an den Marktständen nicht verpassen: 10h - 15h
Zusätzliche Vertiefung und viele Demos