

GESCHÄFTSBERICHT

sma  **optimising railways**



2018

Die Bilderseiten befassen sich in diesem Jahr mit allen Arten des Unterwegsseins. Ob allein oder in Gesellschaft, in der Nacht oder am Tag, unterirdisch oder unter freiem Himmel: das Reisen der Menschen ist so individuell wie die Menschen selbst.

Inhalt

5	Einführung
8	Kontinuität und Konsistenz in den Managementprozessen des Eisenbahnsystems
12	Projektauswahl aus dem Jahr 2018
40	Anlässe, Publikationen und Vorträge
41	Kennzahlen
42	Impressum

Einführung

Liebe Leserinnen und Leser

Wir freuen uns, Ihnen auch in diesem Jahr einen lebhaften und spannenden Geschäftsbericht zum Jahr 2018 zu überreichen.

Traditionell berichten wir über verschiedenste Projekten aus den Bereichen Beratung und IT sowie über aktuelle Projekte aus Forschung und Entwicklung, die uns während des Jahres begleitet haben. Auch geben wir Ihnen einen Überblick über Anlässe und Publikationen sowie über die Kennzahlen der Firma.

Zusätzlich soll der Leitartikel zum Thema «Kontinuität und Konsistenz in den Managementprozessen des Eisenbahnsystems» einen Überblick über die verschiedenen Deklinationsformen des Fahrplans vermitteln. Der Fahrplan bildet das transversale Element, den gemeinsamen Nenner der verschiedenen Prozesse, das zum Management des Eisenbahnsystems erforderlich ist.

Wir hoffen, mit diesen spannenden Themen Ihr Interesse zu wecken und wünschen Ihnen eine angenehme Lektüre unseres Geschäftsberichts 2018.

Eric Cosandey
CEO, Bereichsleiter Beratung

Thomas Bickel
Bereichsleiter IT



Kontinuität und Konsistenz in den Managementprozessen des Eisenbahnsystems

Aufgrund ihres systemischen Charakters favorisieren die Bahnen einen holistischen Ansatz, der eine Vielzahl von Perspektiven in verschiedenen Dimensionen fördert. Um ein System zu verstehen, sind mehrere grundlegende Konzepte notwendig:

- Seine Gesamtheit, d.h. ein System ist in erster Linie eine Reihe von Elementen, deren Gesamtheit mehr ist als die Summe seiner Teile
- Seine Interaktionen, d.h. die Elemente dieses Systems interagieren durch Prozesse, die Eingangsdaten in Ausgangsprodukte umwandeln
- Seine Organisation, d.h. die Anordnung eines Ganzen nach der Verteilung seiner Elemente in hierarchische Ebenen
- Seine Komplexität, d.h. die Vielzahl und Variabilität der Elemente und ihrer Beziehungen innerhalb des Systems und zu ihrem Umfeld

Dieser Artikel konzentriert sich auf ein transversales Element, den gemeinsamen Nenner der verschiedenen Prozesse, das zum Management des Eisenbahnsystems erforderlich ist: den Fahrplan. Dieser transversale Ansatz bedeutet, dass man mit dem Verständnis des Fahrplans in seinen verschiedenen Darstellungsformen einen grossen Teil des Systems Eisenbahn versteht: seine Gesamtheit, seine Interaktionen, seine Organisation und seine Komplexität.

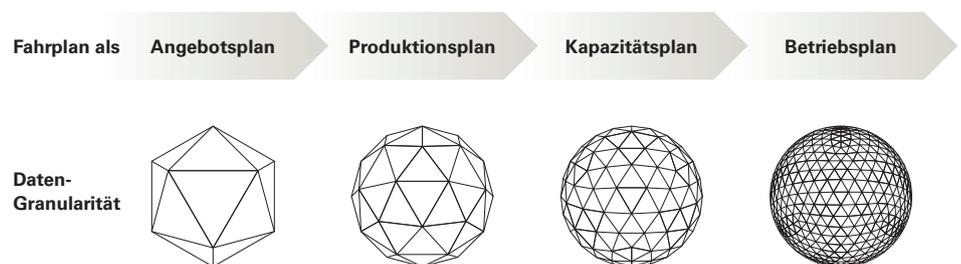
Aber was ist ein Fahrplan? Die Antwort liegt nicht auf der Hand, da sie vom Prozessschritt abhängt, in dem der Fahrplan berücksichtigt wird. Auf jeden Fall ist der Fahrplan kein Selbstzweck: Er ist ein Mittel, das quer zu den Kernprozessen der Planung, der Produktion und des Betriebs des Eisenbahnsystems kontinuierlich und integriert umgesetzt wird.

In der Phase der Angebotsplanung ist der Fahrplan die Umsetzung einer Service Intention und eines Angebotsziels, welches die Mobilitätsbedürfnisse und die erwartete Nachfrage deckt. Er spiegelt sich im Zusammenspiel von Linienstruktur, Haltepolitik und Takt wider, mit dem Ziel, die Reisezeiten, Frequenzen und Anschlüsse zu verbessern. Dies geschieht mithilfe eines multimodalen Integrationsansatzes, der es ermöglicht, ein attraktives Angebot als Grundlage für neue Mobilitätsdienstleistungen zu entwickeln. In der langfristigen Planungsphase ermöglicht dieses Angebot ebenfalls, die funktionalen Anforderungen an Infrastruktur und Rollmaterial zu definieren und ebenso eine Entwicklungsstrategie, eine Etappierung und damit einen langfristigen Investitionsplan für das Netz zu definieren.

In der Phase der Produktionsplanung für die Eisenbahnverkehrsunternehmen erlaubt der Fahrplan die Umsetzung eines effizienten Ressourceneinsatzes, der sich durch optimierte Rollmaterialumläufe und Personaleinsatzpläne auszeichnet. Ebenso unterstützt er die Planung des Rollmaterial-Unterhalts sowie die Standortbestimmung und Dimensionierung von Werkstätten und Abstellanlagen.

In der Phase des Kapazitätsmanagements für den Infrastrukturbetreiber ist der Fahrplan das Ergebnis einer kurz- und mittelfristigen Zuteilung der Kapazität für Trassen (Züge) und Baustellen (Infrastruktureinschränkungen). Sie muss sowohl den Bedürfnissen der verschiedenen Nutzer der Kapazität als auch den Regeln für die Zuweisung dieser Kapazität unter Einhaltung der geltenden technischen Anforderungen gerecht werden. Dies beinhaltet unter anderem die Zuglaufrechnung, die Berücksichtigung der Fahrzeitreserven, die Planung von Rangierfahrten sowie die Konflikterkennung auf den Strecken und in den Knoten.

Schliesslich wird der Fahrplan in der (Vor-)Betriebsphase in ein Betriebsprogramm übersetzt und an Betriebsleitsysteme für die Disposition und die Leittechnik übertragen. Alle am Betriebsprozess beteiligten Bereiche nutzen anschliessend den Fahrplan. Insbesondere im Realtime-Management von Ereignissen und Störfällen ist er für die Fahrgastinformationssysteme und alle am Betriebsprozess beteiligten Akteure ein unerlässliches Element.



Die Entwicklung und Darstellung des Fahrplans in seinen verschiedenen Formen, eine Art Metamorphose in Etappen, spiegelt sich in verschiedenen Granularitäten der Daten wider (Topologie der Infrastruktur, Zugläufe, etc.). In der Praxis zeigt sich dies in der kontinuierlichen Weiterentwicklung von Infrastrukturmodellen und Zügen in der für die Aufgabe geeigneten Granularität. Die Kontinuität im Planungs- und Produktionsprozess des Fahrplans gewährleistet somit die Kohärenz des Systems in Zeit und Raum. Infolgedessen sind die Funktionalitäten von Infrastruktur und Rollmaterial, die in der Vorstufe der Angebotskonzeption festgelegt wurden, während des gesamten Planungsprozesses konsistent und erfüllen die tatsächlichen Bedürfnisse von Produktion, Kapazitätsmanagement und nachgelagertem Betrieb.

Das transversale Element Fahrplan erweist sich dank seiner Anpassungsfähigkeit bezüglich Granularität als mächtiges Mittel, um das Eisenbahnsystem trotz seiner Komplexität zu einem Optimum zu führen, das die Zielsetzungen erfüllt und gleichzeitig die Kohärenz in den verschiedenen Planungsschritten sicherstellt.



Projektauswahl aus dem Jahr 2018



SBB AG: Unterstützung bei der Erarbeitung einer Zielvision für den Knoten Basel

Im Rahmen der Etappe 2030/35 des strategischen Entwicklungsprogramms (STEP) für das Schweizer Bahnnetz wünschte sich das Bundesamt für Verkehr (BAV) einen vertieften Blick auf den Knoten Basel, um sich auf der Grundlage einer alle Verkehrsträger umfassenden Zielvision positionieren zu können.

SMA unterstützte die Studiengruppe von Anfang an bei der Definition der Angebotsziele durch die Erstellung von Fahrplänen, die alle Produkte, d.h. den gesamten Schienenverkehr, integrieren. In der Folge wurden die Szenarien in zahlreichen Iterationen optimiert: Reisezeitanpassungen auf der neuen Infrastruktur, Integration in die nationalen Netze der drei betroffenen Länder (Schweiz, Deutschland, Frankreich) und Sicherstellung der baulichen Umsetzbarkeit der Infrastruktur mit den entsprechenden SBB-Fachdiensten. Durch diesen integrierten Ansatz sind interessante Lösungen für den Regional- und internationalen Fernverkehr entstanden.



ÖBB-Personenverkehr AG: Assessment Betriebskonzepte Zur Sicherstellung einer langfristigen wirtschaftlichen Gestaltung der Verkehrsleistungen beauftragten die ÖBB SMA mit der Durchführung eines Assessments zu den geplanten Betriebskonzepten im Nahverkehr der Ostregion. Die Ostregion beinhaltet den Verkehr der Bundesländer Wien, Niederösterreich und Burgenland. In diesem Planungsgebiet werden jährlich rund 42 Mio. Zugkilometer angeboten, die im letzten Jahr von rund 151 Mio. Reisenden genutzt wurden. Die Ostregion ist die Region mit der landesweit höchsten Fahrgast-Steigerung. In den letzten acht Jahren hat sich die Zahl der Fahrgäste um rund ein Drittel erhöht.

Ziel dieses Projektes war die Senkung der Produktionskosten durch eine Reduktion des Fahrzeugbedarfs, eine Verminderung von Leerfahrten und eine Optimierung des Werkstattportfolios.

Hierzu hat SMA über die Variation von Werkstattstandorten, Werkstattöffnungszeiten und der Umlaufplanung verschiedene Varianten von Betriebskonzepten erarbeitet, analysiert und verglichen. Die Anpassungen des Werkstattportfolios erfolgten in enger Abstimmung mit ÖBB Technische Services.

Es konnten verschiedene Hebel zur Optimierung des Produktionskonzepts identifiziert und konkretisiert werden. Mit der Bestvariante liessen sich dank eines zusätzlichen Werkstattstandorts und einer geänderten Flottenzuteilung zu den verschiedenen Standorten signifikante Synergieeffekte erreichen. Die Arbeiten erfolgten in erster Linie mit dem Viriato-Modul Umlaufplanung, ergänzt durch ein Planungsmodell für Instandhaltung. Ein Lenkungsreisende hat die Arbeiten begleitet und stellt die konzernweite Umsetzung sicher.



Verkehrsverbund Ostregion (VOR): Zielkonzept Ostregion Der Eisenbahnknoten Wien mit seinem Umland zeichnet sich auch aufgrund stetigem Bevölkerungswachstum durch eine sehr hohe Auslastung aus. Die langfristigen Prognosen lassen ein weiteres Wachstum erkennen, das eine Anpassung des Schienennetzes im Knoten Wien erforderlich macht. Im Rahmen eines Projektes der Planungsgemeinschaft Ost (PGO) für die drei Länder Wien, Niederösterreich und Burgenland sind unter der Projektkoordination durch den Verkehrsverbund Ost-Region (VOR) zwei Stossrichtungen näher betrachtet worden.

Für den mittelfristigen Horizont sind im Rahmen einer Fahrplanstudie Konzepte mit Viriato entwickelt worden, die vor allem den Wachstumsregionen entlang der Ostbahn-Achse und entlang der Südbahn Leistungsausweitungen bringen.

Langfristig besteht in der Stadtregion die Überlegung, die bestehende S-Bahn-Stammstrecke durch zusätzliche Infrastruktur zu ergänzen. Hierzu sind grundsätzliche Ideen untersucht worden, wie die Infrastruktur erweitert werden kann, beispielsweise durch eine neue Durchmesserlinie oder die Ergänzung vorhandener Gleisanlagen. Die Ergebnisse sind in Abstimmung mit dem VOR, der Stadt Wien und den beteiligten Bundesländern Niederösterreich und Burgenland mittels einer Grobbewertung priorisiert worden, so dass Vorzugsvarianten für weitere Untersuchungsschritte ausgewählt werden konnten.



SNCB: Verbesserung der Robustheit des Fahrplans auf der Achse Brüssel–Gent/Kortrijk Seit 2016 verschlechtert sich die Pünktlichkeit auf dem belgischen Schienennetz kontinuierlich. Die jüngsten Fahrplanänderungen haben die Pünktlichkeit trotz Streichens einiger Leistungen nicht verbessert. Die SNCB wollte eine objektive Analyse des Fahrplans und der Pünktlichkeitsdaten durchführen, um einen wirksamen Ansatz zur Verbesserung der Fahrplanrobustheit zu erhalten.

Verschiedene Elemente können der Grund des Problems sein. Um die Ursachen für die schlechte Robustheit zu klären und vor allem um eventuelle Fahrplananpassungen zu ermitteln, wollte SNCB Transport eine Robustheitsstudie auf dem Korridor Brüssel–Gent/Kortrijk durchführen und eine Methodik zur Bewertung der Robustheit ihres Fahrplans festlegen, die in die internen Prozesse integriert werden soll.

Die von SMA durchgeführte Studie umfasste die folgenden Themen:

- Bewertung des aktuellen Fahrplans, um die Schwachstellen in Bezug auf die Robustheit zu identifizieren
- Analyse der Auswirkungen der Konfiguration von Infrastrukturelementen und Bewertung bestehender Planungsstandards
- Vorschlag von Anpassungen des Fahrplans und «Proof of Concept» der Anpassungen in Viriato durch vergleichende Robustheitsbewertung
- Übermittlung der festgelegten Methodik an SNCB Transport, um deren Integration in den eigenen Prozess der Fahrplanplanung zu ermöglichen

Die Studie erlaubte es, die Situation auf dem Korridor Gent/Kortrijk–Brüssel zu beurteilen. Es wurde eine mikroskopische Analyse der Infrastrukturleistung und eine Untersuchung der statistischen Daten zur Pünktlichkeit durchgeführt, die es ermöglichen, Infrastrukturingpässe zu identifizieren und auch globalere Handlungshebel in Bezug auf Prozesse zu identifizieren. Weiter hat diese Studie die zu berücksichtigenden Aspekte aufgezeigt, welche sicherstellen, dass die Züge wie geplant verkehren.



Infrabel: Projekt Phoenix – Langfristige Netzentwicklung Der Investitionsplan von Infrabel für die nächsten vier Jahre wurde im Frühjahr 2017 genehmigt. Es gibt jedoch keine klare Vorstellung von der langfristigen Entwicklung des belgischen Eisenbahnnetzes nach 2020. Das Phoenix-Projekt, das von der Abteilung Strategy & Enterprise Steering von Infrabel geleitet wird, soll eine Antwort auf diese Frage geben.

Die Studie hatte zum Ziel, den Zustand des Netzes zu analysieren und mehrere Szenarien für die Entwicklung des Schienennetzes unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Zwänge bis 2040 vorzuschlagen.

In Zusammenarbeit mit einem Partner hat SMA ein Audit über den Zustand der Infrastruktur und des Erneuerungsbedarfs des Schienennetzes bis 2040 durchgeführt. Darüber hinaus konnte eine objektive und einheitliche Diagnose der Netzkapazität mit einem Tool erstellt werden, das SMA auf Grundlage der Algorithmen-Plattform von Viriato entwickelte.

Um mögliche Lösungen für den langfristigen Betrieb des Netzes zu bewerten, wurden Hebel zur Kostensenkung im Schienennetz (CAPEX und OPEX) identifiziert und in zwei gegensätzlichen Szenarien der Netzentwicklung kombiniert. Für den Horizont 2040 führte SMA eine vollständige Analyse der Betriebskonzepte durch, die es ermöglichte, den entsprechenden Anlagenbedarf sowie die Auswirkungen auf das Trassenangebot (verschiedene quantitative Leistungsindikatoren) zu bewerten.



SBB AG: Entwicklung und Evaluation neuer langfristiger Betriebsstrategien Im Kontext des technologischen und gesellschaftlichen Wandels der Mobilität hat die SBB SMA beauftragt, an einer Untersuchung mitzuwirken, um disruptive Wege zur Entwicklung von Angebot und Betrieb auf der Grundlage des Einsatzes neuer (potenzieller) Technologien zu erkunden. Hiermit soll die Attraktivität und Effizienz des Bahnsystems gesteigert werden.

SMA beteiligte sich an «Scoping und Design Thinking» Workshops, führte anschliessend eine Analyse der technischen Möglichkeiten durch und erstellte eine zusammenfassende Liste von Bewertungskriterien, um die Machbarkeit und Wirksamkeit verschiedener neuer Betriebsstrategien auf einem Pilotkorridor zu bewerten. Es wurden drei Strategien ausgewählt, konzipiert und nach vordefinierten Kriterien bewertet. Diese Konzepte lassen sich für den späteren Einsatz in der netzweiten Planung verwenden.



Sihltal Zürich Uetliberg Bahn (SZU): Marktanalyse zur Fahrzeugbeschaffung der Sihltalbahn Die SZU betreibt zwischen Zürich und dem Sihltal die S-Bahn-Linie 4 der Zürcher S-Bahn. Mit der dynamischen Entwicklung von Bevölkerung und Arbeitsplätzen im Einzugsgebiet ist, neben dem Ausbau des Angebots, auch eine Erneuerung der Fahrzeugflotte vorgesehen, mit welcher die künftigen Anforderungen von Nachfrage und Betrieb erfüllt werden können.

Für die anstehende Fahrzeugbeschaffung wurde vorgängig zum Beschaffungsprozess eine Marktanalyse durchgeführt, in welcher die Fahrzeugkonzepte und deren Verfügbarkeit am Markt abgeklärt wurden.

SMA hat die SZU zusammen mit einer Partnerfirma bei der Definition der Anforderungen an das neue Fahrzeug basierend auf dem künftigen Betriebskonzept sowie der prognostizierten Nachfrage unterstützt. SMA hat u.a. die Anforderungen aus dem Fahrplan und dem Fahrgastwechsel ermittelt. Zur Überprüfung der Einhaltung der Haltezeiten auch bei hohen Fahrgastzahlen wurden kritische Lastfälle mit Stehplätzen und einem hohen Fahrgastwechselanteil aus allen Haltestellensituationen, Nachfragespitzen resp. Verteilung der Fahrgäste auf dem Perron ermittelt. Basierend darauf liessen sich die Fahrgastwechselzeiten unterschiedlicher Fahrzeugkonzepte und Türsysteme berechnen und mit den Angaben der Hersteller vergleichen.

Aus einer Analyse der bei den Herstellern heute und künftig angebotenen Fahrzeugtypen und -konzepte konnte die Verfügbarkeit von passenden Fahrzeugen überprüft werden. Die SZU hat abschliessend eine Empfehlung zum Fahrzeugkonzept und -layout erhalten, die als Grundlage für ein Pflichtenheft dienen wird.



TransN: Kurz- und mittelfristige Planung der Littorail-Linie Neuchâtel–Boudry Die TransN-Meterspur-Strecke zwischen Boudry und Neuchâtel, genannt Littorail, war Inhalt zweier Studien.

Bei der ersten Studie lag der Fokus auf kurzfristigen Massnahmen, die es ermöglichen, einen Fahrplan für 2020 zu erstellen, der den neuen Randbedingungen im Zusammenhang mit der Erneuerung von Fahrzeugen und Sicherheitseinrichtungen Rechnung trägt. Die Robustheit des erarbeiteten Fahrplans hat SMA anschliessend mit einer mikroskopischen dynamischen Simulation nachgewiesen. Die Auswirkungen von Bedarfshalten liessen sich auf der Grundlage von Nachfragezahlen berechnen.

In einer zweiten Studie erstellte SMA einen Masterplan für die schrittweise Weiterentwicklung der Linie. Dieser Masterplan legt die parallele Entwicklung von Angebot, Infrastruktur und Rollmaterial fest und garantiert damit die Aufwärtskompatibilität von Projekten in der nahen Zukunft. Die Nachfrageentwicklung wurde ebenfalls abgeschätzt. Das Ergebnis konnte durch einen strategischen Ansatz erreicht werden, der die langfristigen Entwicklungsmöglichkeiten von Angebot und Infrastruktur umfassend bewertet und anschliessend schrittweise Zwischenschritte identifiziert.



Chilenische Staatsbahnen (EFE): Simulation des Korridors Santiago-Alameda-Chillán

Die Linie Alameda–Chillán erstreckt sich über 400 Kilometer. Auf der Strecke verkehren Güter- und Nahverkehrszüge sowie der als «TerraSur» bezeichnete Personenfernverkehr zwischen Santiago und Chillán. Infrastrukturverbesserungen zielen darauf ab, bestimmte Abschnitte mit reduzierter Geschwindigkeit zu beseitigen, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Höchstgeschwindigkeit je nach Sektor 140 oder 160 km/h beträgt.

In diesem Zusammenhang beauftragte die EFE SMA mit dem Aufbau eines dynamischen Simulationsmodells der Linie in der Software OpenTrack und der Schulung der Modell-anwender. Darüber hinaus simuliert SMA mehrere Szenarien der Geschwindigkeitserhöhung entsprechend den auf der Strecke geplanten Verkehren und bringt ihre Expertise bei der Optimierung von Bahnsystemen ein.

Das Simulationsmodell befindet sich derzeit im Aufbau. Die Kodierung der Leit- und Sicherheitstechnik führte SMA zusammen mit dem Team von EFE während eines Workshops in den Pariser Büros von SMA durch. Die Studie wird in enger Zusammenarbeit mit dem Management der EFE erarbeitet.



Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein GmbH: Potenzialanalyse Schleswig-Holstein

SMA hat im Auftrag des Nahverkehrsverbunds Schleswig-Holstein GmbH (NAH.SH) in einem vorangegangenen Projekt zwei landesweite, zukünftige Angebotskonzepte erarbeitet («ITF Schleswig-Holstein 2024/2030»). Ziel dieser Konzepte war eine weitere Steigerung der Attraktivität des Schienenverkehrs in Schleswig-Holstein. Kernelemente der Weiterentwicklung waren die Optimierung von Anschlussknoten, die Reaktivierung mehrerer Strecken, die Inbetriebnahme zahlreicher neuer Haltepunkte, zusätzliche Linien im Regional- und S-Bahn-Verkehr sowie verschiedene Beschleunigungsmassnahmen. Für die Kommunikation dieser Konzepte im Landesnahverkehrsplan sollten die Auswirkungen auf die Nachfrage untersucht werden.

Die NAH.SH hat SMA mit der Durchführung je einer landesweiten Potenzialabschätzung für die beiden Szenarien beauftragt.

Dabei hat SMA im ersten Schritt mit dem Viriato-Modul Reisezeitanalyse für alle Quelle-Ziel-Beziehungen die Angebotsqualität detailliert quantifiziert, mit der aktuellen verglichen und in Matrizen aufbereitet (über 100'000 Quelle-Ziel-Beziehungen). Im zweiten Schritt wurde die zukünftige Entwicklung der Bevölkerungsstruktur analysiert, mit den Ergebnissen der Angebotsanalyse kombiniert und in Nachfragepotenziale überführt. Im dritten Schritt sind die Potenziale mit dem Viriato-Modul Nachfrageumlegung auf die einzelnen Züge der Konzepte umgelegt worden.

Über einen Abgleich mit der heutigen Nachfrage konnte schliesslich die Nachfrage für die Konzepte 2024 und 2030 an Werktagen für alle Querschnitte in Schleswig-Holstein bestimmt werden. Es zeigte sich, dass die geplanten Konzepte insbesondere im Zulauf auf die Verdichtungsräume die Nachfrage teilweise massiv steigern. Die Ergebnisse wurden in Querschnittsbildern für alle Strecken des Landes grafisch aufbereitet sowie mit Statistiken zu den Personenkilometern je Linie und der Jahresverkehrsleistung im ganzen Land ergänzt.



Kompetenzcenter Integraler Taktfahrplan NRW (KC ITF NRW): Weiterentwicklung des Integralen Taktfahrplans in Nordrhein-Westfalen SMA hat auch im Jahr 2018 das KC ITF NRW bei der Weiterentwicklung des integralen Taktfahrplans des Landes NRW begleitet. SMA bildet dabei eine Arbeitsgemeinschaft mit einem Partner.

Ein Schwerpunkt war die Konzeption des NRW-Takt 2025, bei der die Abstimmung der Wünsche des Fern- und Regionalverkehrs eine besondere Rolle gespielt hat. Insbesondere für den Korridor Köln–Berlin hat SMA verschiedene konzeptionelle Varianten erarbeitet, in Arbeitsgruppen mit den Beteiligten diskutiert und zu einem Gesamtkonzept weiterentwickelt.

Eine besondere Rolle bei zukünftigen Angebotskonzepten spielen in NRW CO₂-freie Antriebe. Dazu hat SMA im Auftrag des KC ITF NRW und des NWL Untersuchungen zu elektrischen Antrieben (Elektrifizierung oder Akkubetrieb) durchgeführt und mögliche Verbesserungen, etwa mittels neuer Durchbindungen, Fahrzeitkürzungen oder zusätzlichen Haltestellen aufgezeigt.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Entwicklung von Baustellenfahrplänen für verschiedene Bauzustände im Zuge des Ausbaus für den Rhein-Ruhr-Express (RRX). Bei Streckensperrungen wurden verschiedene Umleitungsmöglichkeiten für Regionalverkehrs-Linien untersucht und kleinere Infrastrukturmassnahmen auf den Umleitungsstrecken abgeleitet.

Wie üblich sind die jeweiligen Ergebnisse der Arbeiten in NRW in breit abgestützten Gremien vorgestellt und diskutiert worden. Abgerundet hat SMA die Arbeiten mit dem jährlichen Monitoring des Leistungsvolumens und der Fortschreibung der aktuellen Netzgrafik.

Die begleitenden Arbeiten werden auch im laufenden Jahr fortgeführt.





Land Baden-Württemberg: Überarbeitung Angebotskonzept Stuttgart 21 Für den Inbetriebnahmehorizont von Stuttgart 21 liegt ein Angebotskonzept aus der Arbeitsgruppe Württemberg vor. Die letzten Jahre haben jedoch gezeigt, dass dies aufgrund verschiedener Faktoren (z.B. Fahrzeug- und Infrastrukturverfügbarkeit, allgemeine Betriebsstabilität) ggf. nicht mit der vom Land gewünschten Betriebsqualität fahrbar sein könnte. Das Land Baden-Württemberg hat SMA beauftragt, ein Konzept mit mehr Reserven ohne gravierende Nachteile im Angebot zu erarbeiten. Dabei sind der Fernverkehr und die S-Bahn praktisch unverändert aus dem vorhandenen Konzept zu übernehmen.

Gemeinsam mit dem Auftraggeber erfolgt die Festlegung von Planungszielen und ausgehend vom vorhandenen Konzept eine Analyse jeder Zulaufstrecke auf Möglichkeiten zur Anpassung. Sofern dies möglich erscheint, werden für jede Strecke mehrere Varianten ausgearbeitet und eine Optimalvariante festgelegt. Ausgehend von diesen Radialvarianten kann anschließend ein Gesamtkonzept erarbeitet werden. Für den Knoten Stuttgart sind dabei die Gleisbelegung sowie Wünsche zu den Durchbindungen verschiedener Linien zu berücksichtigen. Durch die zum Teil abweichenden Fahrpläne im Vergleich zum vorhandenen Konzept ist auch eine weitgehende Analyse und Überarbeitung von Strecken erforderlich, die nicht von Zügen von/nach Stuttgart Hbf befahren werden.

Anhand mehrerer Kriterien (z.B. Umlaufbedarf, Standzeiten Stuttgart) und einer umfassenden Reisezeitanalyse soll untersucht werden, ob dieses neue Konzept aus Angebotssicht gleichwertig zum bestehenden Konzept ist.

Daneben waren im Berichtsjahr weitere Themen vor oder nach dem Inbetriebnahmehorizont zu untersuchen.



Münchner Verkehrsgesellschaft (MVG): Entwicklung und Simulation von Baustellenfahrplänen Der Substanzerhalt der Infrastruktur wird in den nächsten Jahren bei der Münchner U-Bahn zunehmen. Damit verbunden ist auch eine Zunahme der Anzahl Baustellen sowie deren zeitliche Ausdehnung (mehrere und längere Intervalle). Bei den Baustellen auf dem Netz der Münchner U-Bahn ergeben sich bezüglich des Betriebs drei grundsätzliche Fragestellungen:

- Auswirkung der zusätzlichen, baustellenbedingten Langsamfahrstellen auf die Betriebsstabilität und -qualität des Normalfahrplans
- Fahrbarkeit und Stabilität des Betriebs bei Teilstreckensperrungen während kürzeren Bauphasen zu Schwachverkehrszeiten
- Betriebsdurchführung und Transportkapazität bei Teilstreckensperrungen während längeren Bauphasen (unter Umständen über mehrere Jahre) auch zur Hauptverkehrszeit

Die MVG hat SMA beauftragt, größere baustellenbedingte Fahrplananpassungen vorgängig zu entwickeln, zu simulieren und zu bewerten. Damit soll sichergestellt werden, dass die entsprechenden Fahrpläne während den Bauphasen auch mit der erforderlichen Betriebsqualität funktionieren sowie weitreichende Anpassungen des Liniennetzes frühzeitig bekannt sind.

Zu entwickeln und abzustimmen waren in einem ersten Schritt mögliche Fahrplankonzepte während der Bauphase. Diese wurden bezüglich Transportkapazität und Fahrzeugbedarf beurteilt sowie ggf. ergänzende Infrastrukturmassnahmen abgeleitet. In einem zweiten Schritt erfolgte die Simulation der Baustellenfahrpläne im ungestörten Fall und mit gezielten Einzelverspätungen. Daraus waren Anpassungen der Baustellenfahrpläne sowie weitere Verbesserungen der Infrastruktur ableitbar.

Die Erfahrung bei der Umsetzung erster Baustellenfahrpläne hat gezeigt, dass die iterative Entwicklung und Simulation wertvolle Erkenntnisse für den Variantenentscheid und für den späteren Betrieb liefert.



Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI): Beratungs- und Unterstützungsleistungen zum Deutschland-Takt und zur fahrplanbasierten Infrastrukturentwicklung Im Rahmen des Zukunftsbündnisses Schiene hat SMA im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) in Berlin am 9. Oktober 2018 den Gutachterentwurf für den Zielfahrplan Deutschland-Takt vorgestellt.

Diesem Meilenstein gingen mehrere Zwischenentwürfe, Abstimmungen mit den Bundesländern und mit dem BMVI voraus, um die Anforderungen aller Beteiligten zu einem bundesweiten Gesamtkonzept für den Personen- und Güterverkehr zusammen zu fügen.

Die Arbeiten und die Ergebnisse erhalten zusätzlich Schub dadurch, dass das Bundesverkehrsministerium das Zukunftsbündnis Schiene aufgelegt hat, das die Interessen bündelt und den Stimmen der Branche ein neues Gewicht verleiht.

Der Deutschland-Takt rückt den Fahrplan in den Mittelpunkt und leitet aus diesem die nötigen Infrastrukturmassnahmen ab, um für den Personen- und Güterverkehr flächendeckend häufigere und schnellere Verbindungen zu schaffen.

Die Arbeiten werden in 2019 mit der Erstellung eines zweiten Gutachterentwurfes auf Basis der Rückmeldungen zum ersten Entwurf fortgesetzt.



DB Fernverkehr AG: Halbstündliche Verkehre im Fernverkehr SMA war auch in 2018 von DB Fernverkehr AG beauftragt, im Rahmen von Angebotsausweitungen Konzepte für mittelfristige Zeithorizonte zu entwickeln und Lösungen für die Koordination von Fern- und Nahverkehr aufzuzeigen. Schwerpunkt der Arbeiten waren die konzeptionelle Planung und Abstimmung von Taktausweitungen auf nachfragestarken Strecken sowie die Ausdetaillierung von Linien im Rahmen der Angebotsoffensive von DB Fernverkehr AG.

Die Konfliktanalyse mit bestehenden Nahverkehrskonzepten und die Entwicklung von Lösungsalternativen erfolgten mit Viriato. Neben der Fahrplankonzeption stand auch die Moderation und Abstimmung mit den beteiligten Ländern, den Aufgabenträgern und der DB Netz AG im Mittelpunkt.

Die Arbeiten werden 2019 fortgeführt, um die Planungen mit allem Beteiligten detailliert abzuschliessen und die Umsetzungsschritte einzuleiten.



Einsatz von Zügen mit innovativer Antriebstechnik im Ortenau-Netz Im sogenannten Ortenau-Netz rund um Offenburg gibt es auf etwa 90 km Länge und damit auf der Hälfte des Netzes noch keine Fahrleitung. Das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg als Besteller der SPNV-Leistungen plant, die Vergabe in diesem Netz mit dem Einsatz von Fahrzeugen mit alternativer Antriebstechnik resp. mit neuen und klimaneutralen Technologien zu verknüpfen.

SMA wurde von einem Rollmaterialhersteller beauftragt, die Ausschreibung bei einem Einsatz von Elektrotriebzügen mit Batterieantrieb gutachterlich zu begleiten.

Zu analysieren war in einem ersten Schritt die Umsetzbarkeit des vorgegebenem Fahrplan-konzeptes mit der geplanten energietechnischen Auslegung der Triebzüge. Dabei war zu prüfen, ob auf den teilweise steigungsreichen, oberleitungsfreien Strecken ausreichende Standzeiten für die Nachladung vorhanden sind. In einem iterativen Prozess wurden dabei Anpassungen am Fahrplan vorgeschlagen sowie eine Modifikation am Energiekonzept der Fahrzeuge vorgenommen. Zentrale Fragestellung war auch eine auf das Konzept abgestimmte Umlaufplanung. Dabei durften Wendezeiten aus energietechnischen Gründen weder zu kurz noch zu lange sein. Zudem bestanden erweiterte Anforderungen an Abstellungen (Vorhandensein von Oberleitung oder Nachladestationen). Des Weiteren waren auch die Werkstattanbindung bzw. die resultierenden Wartungsfenster der Triebzugflotte zu optimieren.

Die Bearbeitung des Projekts hat gezeigt, dass ein Einsatz von Zügen mit innovativer Antriebstechnik nur mit starker Verzahnung resp. Betrachtung aller Aspekte von Fahrzeugkonzept, Fahrplan und Umlauf erzielbar sind. Nur damit lässt sich ein energietechnisches Optimum bzw. eine emissionsfreie umweltfreundliche Alternative zum vorhandenen Dieselbetrieb finden.



Verkehrsministerium, DGITM: Masterplan für die interregionalen TET-Züge Die sogenannten «Trains d'équilibre du territoire» (TET) repräsentieren mehrere interregionale Tages- und Nachtlinien in Frankreich. Die drei strukturgebenden Linien Paris–Clermont-Ferrand, Paris–Limoges–Toulouse und Bordeaux–Marseille waren Gegenstand eines Masterplans, der durch Angebotsänderungen die Wirtschaftlichkeit dieser Linien verbessern und die Effizienz der Produktion steigern soll.

Die Untersuchung erfolgte im Hinblick auf die Einführung von neuem Rollmaterial auf den ersten beiden Linien. Dabei hat SMA den Aufgabenträger in einem iterativen Prozess bei der Erstellung dieser Masterpläne für das Verkehrsangebot, bei der Verbesserung der Reisezeiten und bei der Optimierung des Fahrzeugeinsatzes unterstützt. Dies fand in Abstimmung mit den regionalen Gebietskörperschaften statt.



SNCF Réseau: Entwicklung der Kapazitätsstruktur 2020 – Sektor Südost

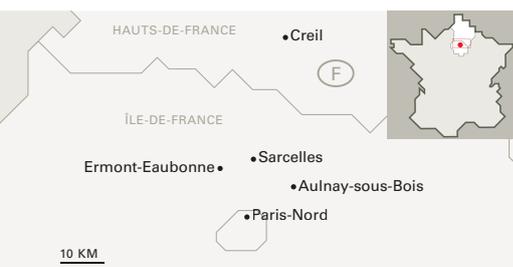
Die Inbetriebnahme des neuen TGV-Bahnhofs Nîmes-Manduel auf der Umfahungsstrecke von Nîmes und Montpellier im Jahresfahrplan 2020 macht es notwendig, den Fahrplan für den Sektor Südost vor allem für Hochgeschwindigkeitslinien zu überarbeiten.

Die von SNCF Réseau an SMA in Auftrag gegebene Studie hatte zum Ziel, den Taktfahrplan für die nationalen Trassen (TGV und TET) im Südosten (Paris–Lyon–Marseille–Nice und Montpellier–Perpignan) sowie die regionalen Netze Rhône-Alpes, Occitanien und Provence-Alpes-Côte d’Azur koordiniert zu gestalten.

Ziel war es, die Verkehrswünsche der verschiedenen Akteure zu sammeln, zu analysieren, vorläufige Leitlinien für die Fahrlagen von Fernverkehrszügen zu erstellen (auf Basis der Verkehrswünsche und der vorzuhaltenden Kapazität für den Regional- und Güterverkehr) und daraus Zielfahrpläne zu erstellen.

Mit Viriato wurden verschiedene Varianten von nationalen und regionalen Fahrplänen entwickelt und mit dem Infrastrukturbetreiber, lokalen Partnern, Eisenbahnverkehrsunternehmen und Fahrplanbüros zur Validierung von systematischen Gleisbelegungsplänen weiter iteriert.

Die gewählte, von SMA entwickelte Variante des Fahrplans dient als Grundlage für die Trassenanmeldung für den Jahresfahrplan 2020.



SNCF Réseau: Risikoanalysen von Baumassnahmen im Sektor Paris-Nord

Ziel der für SNCF Réseau durchgeführten Risikoanalyse ist es, die Auswirkungen vorübergehend eingeschränkter Infrastrukturverfügbarkeiten oder temporärer Langsamfahrstellen im Zusammenhang mit Ausbau- oder Erneuerungsprojekten zwischen 2020 und 2024 im Sektor Paris-Nord makroskopisch zu untersuchen. Es sind die kritischen Zeiträume und Sektoren hinsichtlich der Auswirkungen auf den Schienenverkehr zu bestimmen und Lösungen zur Minderung dieser Auswirkungen vorzuschlagen.

Die verwendete Methode identifiziert die kritischen Bereiche und Zeiträume durch eine Analyse des Trassenbelegungsgrads im Untersuchungsgebiet mit Hilfe des Viriato Kapazitätsanalysemoduls. Für diese kritischen Bereiche und Zeiträume wurde eine Analyse der geplanten Baustellen durchgeführt und ein aggregierter, gewichteter Risikoindikator erstellt, der auf die Zeiträume abzielt, in denen weitere Arbeiten erforderlich sind.

Die detaillierte Analyse der Hochrisiko-Zeiträume erfolgte mit Untersuchungen der Fahrwege, der makroskopischen Verkehrsströme, der Auswirkungen auf einzelne Züge und der Wartezeiten. Darüber hinaus wurden mögliche Lösungen in den Bereichen Baustellenorganisation, Bauverfahren, Betriebsführung und Gleisbelegung Paris-Nord vorgeschlagen.

Die Umsetzung einer makroskopischen Strategie für die Auswirkungen von Baustellen ist eine Premiere in der Île-de-France und ermöglicht es, Auswirkungen möglichst frühzeitig zu quantifizieren, um bei grösseren Schwierigkeiten für den Personen- und Güterverkehr

eine Warnung auszusprechen. Dies erlaubt die Nutzung sämtlicher Hebel, die SNCF Réseau und den Eisenbahnverkehrsunternehmen zur Verfügung stehen, um die Auswirkungen der notwendigen Baustellen auf den täglichen Verkehr gering zu halten.



Region Normandie: Neugestaltung des regionalen Busverkehrs Als Aufgabenträger für den Schienen- und regionalen Busverkehr hat die Region Normandie das Angebot in ihrem Gebiet grundlegend überarbeitet. Der Schienenverkehr soll das Rückgrat des öffentlichen Verkehrs bilden, um das herum das von den Départements übernommene Busangebot aufgebaut werden soll. In einigen Fällen ist auch eine Verlagerung des Verkehrs von der Schiene auf die Strasse vorgesehen.

In diesem Zusammenhang hat SMA eine neue Struktur des regionalen Busverkehrsangebots vorgeschlagen, die in Abstimmung und Kohärenz mit dem Schienenangebot auf einem stündlichen Grundangebot der Buslinien aufbaut. Auf Wunsch der Region wurde dieses Angebot von Grund auf neu gestaltet als Antwort auf den Mobilitätsbedarf der Region, welcher sich aus Studien von Region und SNCF sowie eines von SMA entwickelten Verkehrspotenzialmodells ergab.

SMA unterstützt die Region darüber hinaus in ihrem Vorhaben, das neue Busangebot in Betrieb zu nehmen. Themen sind dabei der 24-Stunden-Fahrplan, die Optimierung des Fahrzeugumlaufs und die Weiterentwicklung neuer intermodaler Umsteigeknoten (Hubs).



SNCF Voyages: Betriebsanalyse Knoten Rennes Die im Vorfeld von SMA durchgeführte Stabilitätsanalyse des atlantischen TGV-Korridors untersuchte die Mechanismen der Verspätungsausbreitung entlang dieser Achse. Die Grossknoten wurden daraufhin ebenfalls analysiert, um die Ausbreitung von Verspätungen auf lokaler Ebene zu untersuchen. Ziel dieser Studie war es, die Analyse der Verspätungen und deren Ausbreitung im Bahnknoten Rennes zu vertiefen, um daraus einen Massnahmenplan abzuleiten.

Die Untersuchung basierte auf der Analyse von Infrastruktur-, Planungs- und Betriebsdaten. Insbesondere wurden die Fahrwege analysiert und die verschiedenen Rangierbewegungen quantifiziert. Darüber hinaus konnten die tatsächlichen Zugfolgezeiten sowie die Fahrzeiten innerhalb des Knotens ermittelt werden. Diese Ergebnisse wurden mit Pünktlichkeitsdaten von TGV-Zügen in Bahnhöfen verglichen, um lokale Phänomene der Ausbreitung von Verspätungen zu rekonstruieren. Auf der Grundlage der Diagnose erfolgte die Festlegung von Massnahmen zur kurz-, mittel- und langfristigen Verbesserung der Produktionsqualität.

Eine der Komponenten des Massnahmenplans betrifft die Stabilisierung der Gleisbelegung und der Fahrwege auf Grundlage eines industriellen Gleisbelegungs-Konzepts, mit dem das Risiko abgeschätzt werden kann, das sich aus zusätzlichen Einzelzügen oder Betriebs Einschränkungen ergibt. Die anderen vorgeschlagenen Massnahmen betreffen die Bereitstellung und das Stärken/Schwächen von TGV-Zügen sowie die Fahrzeiten im Knoten Rennes.



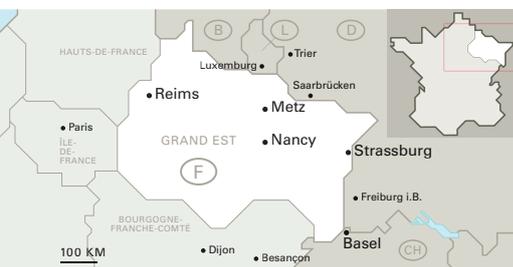
SNCF Réseau: Langfristplanung auf der Südtransversalen Die Studie soll SNCF Réseau einen langfristigen Überblick über das zukünftige Angebot auf der Achse Bordeaux–Marseille–Nizza unter Berücksichtigung mehrerer geplanter Grossprojekte geben.

Zu diesem Zweck wurde eine Fahrplananalyse für unterschiedliche Umsetzungszeitpunkte der folgenden Projekte durchgeführt:

- Grands Projets du Sud-Ouest (GPSO), eine Neubaustrecke zwischen Bordeaux und Toulouse
- Neubaustrecke Montpellier–Perpignan (LNMP) als Verlängerung der Umfahrungsstrecke Nîmes–Montpellier in Richtung Béziers, Narbonne und Perpignan
- Neubaustrecke Provence–Côte d’Azur (LNPCA) mit dem Bau eines unterirdischen Durchgangsbahnhofs in Marseille und dem Bau neuer Abschnitte zwischen Marseille und Nizza

Die Unsicherheit für die Südtransversale betrifft sowohl die verschiedenen Umsetzungszeitpunkte als auch die Höchstgeschwindigkeiten der auf dieser Achse verkehrenden Fahrzeuge. Es wurde eine Analyse der Knotenstrukturen durchgeführt, um für jede Variante von Infrastruktur und Fahrzeuggeschwindigkeiten zu ermitteln, inwiefern die Umsteigeknoten und Übergabezeiten an den Grenzen des Untersuchungsgebiets eingehalten werden können.

Anschliessend wurde eine Auswahl von Szenarien auf der Grundlage der vielversprechendsten, aber auch der wahrscheinlichsten Kombination von Infrastruktur und Höchstgeschwindigkeit getroffen. Diese Szenarien wurden in Bezug auf Reisezeit, Einhaltung der Umsteigeknoten und Restkapazitäten für andere Verkehre, insbesondere TER und Güterverkehr, bewertet und verglichen.



Region Grand Est: Unterstützung bei der Definition einer regionalen Angebotsstrategie Die Region Grand Est umfasst drei ehemalige Regionen und hat Anfang 2018 den Vertrag für das TER-Angebot mit SNCF Mobilités erneuert. Ihre Hauptziele sind die bessere Anbindung der Region innerhalb des Landes, aber auch in Relation zu den angrenzenden Regionen und Nachbarländern unter Beibehaltung der finanziellen Aufwände. Unter diesen Prämissen bestand das Hauptziel der an SMA übertragenen Aufgabe darin, das regionale Schienennetz und -angebot zu optimieren.

Nach einer Analyse aller Linien hat SMA mehrere Optimierungsvorschläge erarbeitet, so beispielsweise in der Champagne-Ardenne, im TER Vallée-de-la-Marne, bei den grenzüberschreitenden Verkehren nach Deutschland und auch im TER200 zwischen Strassburg und Basel. SMA hat die Region auch in verschiedenen Studien beraten und die Einrichtung neuer Haltestellen bewertet. Für die Mitarbeiter der betroffenen Dienste der Region wurden Schulungen durchgeführt. SMA arbeitet mit Partnern zusammen, um sämtliche Fachgebiete abdecken zu können.





SNCF Réseau: Kapazitätsstudie des Knotens Strassburg Die sogenannte «Grenelle des Mobilités», ein Runder Tisch mit allen elsässischen Abgeordneten und Wirtschaftsakteuren unter der Leitung der Region Grand Est und der EuroMétropole de Strasbourg, sieht die grössten Herausforderungen des öffentlichen Verkehrs der Region beim Eisenbahnknoten Strassburg. In diesem Zusammenhang beauftragte SNCF Réseau SMA mit einer Kapazitätsstudie für den Knoten Strassburg, um die neuen Angebotsziele im Vergleich zu früheren Studien zu konkretisieren.

Auf der Grundlage dieser Ziele hat SMA eine Kapazitätsuntersuchung unter Berücksichtigung der nationalen und internationalen Randbedingungen durchgeführt und die Funktionsweise des Strassburger Knotens detailliert analysiert. Treten Engpässe auf, werden Anpassungen der geplanten Infrastruktur vorgeschlagen. Diese Studie ermöglicht die Vorbereitung des geplanten Betriebs bei Inbetriebnahme des vierten Gleises zwischen Strassburg und Vendenheim im Jahr 2022.



CFL Cargo: Langfristiger Ausbau der Güterverkehrskapazitäten Langfristige Entwicklungsstudien, die SMA zuvor für die Luxemburger Eisenbahnen (CFL) durchführte, haben gezeigt, dass die Kapazität für den Güterverkehr nur mit Mühe sichergestellt werden kann. In diesem Zusammenhang hat CFL Cargo SMA mit einer Studie beauftragt, diese Kapazität durch eine Stabilisierung des Angebots und die Identifizierung der notwendigen Infrastrukturen unter Wahrung der Kompatibilität mit anderen nationalen und internationalen Verkehren sicherzustellen.

Der langfristige Bedarf an Güterverkehr wurde auf der Grundlage von CFL Cargo-Verkehrsprognosen ermittelt. SMA hat die Trassenführung der Züge in Luxemburg und auf den betroffenen europäischen Korridoren analysiert und die Durchführbarkeit von Güterverkehrstrassen in Abstimmung mit den Trassen des Personenverkehrs getestet. Betriebliche Massnahmen (Bedienungskonzept und Fahrplangestaltung) und Infrastrukturmassnahmen (Signaltechnik, Anpassungen der Ein- und Ausfahrten in Bahnhöfen) wurden identifiziert und bewertet. Die Ergebnisse führten zu einem verbesserten Austausch zwischen dem Infrastrukturbetreiber und CFL Voyageurs und mündeten auch in einem neuen Ausbauprojekt für den Bahnhof Bettemburg.

Weiter ermöglichte diese Studie, die Erfordernisse des Güterverkehrs für Zwischenhorizonte zu stabilisieren. Dies insbesondere während Bauphasen, die Gegenstand einer parallelen Risikoanalyse und Baufahrplankonzeption für CFL Voyageurs waren.



Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenW): Zukunftsbild des niederländischen ÖV Im Rahmen des Projektes «ÖV-Toekomstbeeld» werden unterschiedliche Massnahmen zur Kapazitätserhöhung definiert. Das IenW hat SMA beauftragt, die Studie «Nutzung und Innovation» mit dem Ziel zu begleiten, die Ergebnisse zu beurteilen und die effizientesten Massnahmen zu identifizieren. Die Studie bestand aus zwei Phasen:

- Phase 1 – Eine Vertiefung der Massnahmen mit kurzen Steckbriefen zur Beschreibung und Beurteilung
- Phase 2 – Eine Kompatibilitätsanalyse unter welchen Bedingungen jede Massnahme umzusetzen ist

Die Massnahmen wurden zwei Kategorien zugeteilt: Erhöhung der Kapazität und Glättung der Nachfrage durch Mittel wie z.B. Anpassung von Infrastruktur, Rollmaterial, Linienführung oder der Planungsnormen. Die Nachfrage kann mit Hilfe einer zeitlichen Umverteilung oder einer Verkehrsverlagerung gesenkt werden.

Um die Massnahmen miteinander zu vergleichen, erstellte SMA verschiedene «Heat-maps», um die wirksamsten Mittel zu identifizieren. Diese wurden danach in drei Gruppen kategorisiert und bewertet:

- Preisdifferenzierung, um die Nachfrage sämtlicher Kundengruppen beeinflussen zu können
- Angebotsanpassungen während der Hauptverkehrszeiten
- «Komfortreduktion» für mehr Platzkapazität in den Zügen



Nederlandse Spoorwegen N.V. (NS): Langfristplanung Seit mehreren Jahren werden verschiedene Studien durchgeführt, um den öffentlichen Verkehr in den Niederlanden langfristig zu planen und zu verbessern. In diesem Zusammenhang will die NS sicherstellen, dass das Gesamtsystem der Bahn den zukünftigen Zielen entspricht. SMA führte Interviews und Workshops durch, um den aktuellen Ansatz der Langfristplanung zu bewerten sowie Stärken und Schwächen auf Basis eines internationalen Benchmarkings zu identifizieren. Darauf folgte die Erarbeitung eines Vorschlags für eine geeignete Methodik, um Entscheidungen während des Planungsprozesses besser verfolgen und die verschiedenen Planungsannahmen objektiv bewerten zu können.

Auf Grundlage dieses Vorschlags hat SMA zwei Varianten zur Entwicklung des nationalen Eisenbahnangebots erarbeitet: Beide Versionen verfolgen die gleichen ehrgeizigen Ziele, haben aber unterschiedliche finanzielle Rahmenbedingungen (unbeschränktes Budget versus beschränktes Budget). Auf diese Weise liess sich bestimmen, welche Infrastrukturmassnahmen bei beiden Ansätzen notwendig sind, um der zukünftigen Nachfrage gerecht zu werden. Der gesamte Prozess wurde in Zusammenarbeit mit Experten aus den Teams von NS und Prorail durchgeführt, um die Akzeptanz der Vorschläge zu maximieren.

Die Angebotsszenarien wurden in Viriato entwickelt und dann in die internen Bewertungssysteme von NS importiert, um sie mit anderen bereits von der NS untersuchten Angebotsvarianten zu vergleichen.

SBB AG: Einführung von Viriato Enterprise SBB Infrastruktur AG (SBB-I) nutzt Viriato in der Lang- und Mittelfristplanung seit vielen Jahren. Zukünftig möchte SBB-I einerseits den Detaillierungsgrad der mit Viriato erstellten Netznutzungspläne substantiell erhöhen, um früher im Fahrplanproduktionsprozess die Kapazitätsnutzung genauer abzustimmen. Andererseits hat SBB-I auch den Bedarf, mehrere Ausbaustände der Infrastruktur in Viriato parallel zu verwalten, um die Fahrpläne für die jeweiligen Zeithorizonte entsprechend den vorhandenen Anlagen zu erstellen.

Um diesen beiden Anliegen gerecht zu werden, hat sich SBB-I entschieden, ihre Viriato-Installation auf die Enterprise Version zu migrieren. Diese Version unterstützt die Erstellung von detaillierten 24-Stunden Fahrplänen. Die Trassen innerhalb einer Taktfamilie lassen sich sowohl während des Tages als auch entlang des Kalenders ausdifferenzieren. Viriato Enterprise erlaubt auch die Abbildung von verschiedenen Infrastrukturständen. Damit wird die Arbeit für die Planer übersichtlicher und das System kann vorhandene Konflikte präziser erkennen. SMA hat die Datenmigration auf die neue Viriato Version zusammen mit der Entflechtung der Infrastrukturelemente soweit automatisiert, dass der Versionswechsel bei SBB-I ohne Arbeitsunterbruch und Datenverlust erfolgt ist. Damit wurde der Weg geebnet, um in der Lang- und Mittelfristplanung effizienter und genauer zu arbeiten.

Infrabel SA: Berechnung von netzweiten Kapazitätskennzahlen Die optimale Kapazitätsnutzung des Schienennetzes ist ein zentrales Anliegen der Infrastrukturbetreiber. Bei der Konzeption neuer Nutzungsvarianten müssen sie aufgrund des hohen Verflechtungsgrads der Trassen die Ausnutzung der Kapazität netzweit betrachten. Um Netznutzungspläne vergleichen zu können und objektive Kennzahlen in die Diskussionen mit Behörden und Verkehrsunternehmen einfließen zu lassen, hat Infrabel SMA beauftragt, die Berechnung von netzweiten Kennzahlen der Kapazitätsnutzung zu automatisieren. Als Resultat sollen drei Kennzahlen zur Verfügung stehen: die theoretisch genutzte Kapazität, die praktisch genutzte Kapazität und die Restkapazität.

SMA hat zu diesem Zweck ein spezifisches Zusatzmodul der Viriato Software entwickelt. Das Modul ermittelt auf der Basis eines vorgegebenen Fahrplans eine entsprechende Aufteilung des Netzes in Streckengleisabschnitte, berechnet für jeden Abschnitt die drei Kennzahlen und exportiert anschliessend die Resultate in einer Form, welche eine Weiterverwendung in GIS Werkzeugen erlaubt. Die Berechnung der theoretisch und praktisch genutzten Kapazität erfolgt mit einer Trassenkompressionsmethode. Die Restkapazität wird mit einem externen Sättigungsalgorithmus ermittelt, der über die Algorithmen-Plattform von SMA an Viriato angebunden ist. Die Algorithmen-Plattform ist eine Neuentwicklung von SMA, um Automatisierungskomponenten über eine dedizierte Schnittstelle (API) an Viriato anzubinden.

Das Zusatzmodul zur Berechnung von Kapazitätskennzahlen ist sehr performant. Es ermittelt für das gesamte belgische Netz innert einiger Stunden alle drei Kennzahlen und sättigt dabei den vorgegebenen Fahrplan mit adaptiven Trassen. Diese Kennzahlen helfen Infrabel bei der Kapazitätsplanung und in deren Abstimmung mit ihren Geschäftspartnern.

SBB AG – Studie über die Anbindung von Viriato an UNO SBB-Infrastruktur (SBB-I) nutzt Viriato im Netzdesign und in der Lang- und Mittelfristfahrplanung. Nachgelagert erfolgen Kapazitäts- und Traffic Management mit Systemen, die an die UNO Infrastrukturdatenbank angebunden sind. Viriato besitzt hingegen eigene Infrastrukturdaten. Dies erlaubt einerseits mehr Flexibilität, insbesondere in der Langfristplanung, wo manche Infrastrukturelemente nur ansatzweise bekannt sind. Andererseits verursacht die von UNO abgekoppelte Datenhaltung einen grossen Pflegeaufwand. Sie birgt auch die Gefahr von divergierenden Infrastrukturdaten und davon abgeleiteten Trasseneigenschaften, wie zum Beispiel den berechneten Fahrzeiten. Diese Abweichungen wirken sich negativ auf den Austausch von Fahrplandaten mit den nachgelagerten Systemen aus.

Da die seit 2018 eingesetzte Viriato Enterprise Version die Haltung von parallelen Infrastrukturständen erlaubt, wäre eine Anbindung von Viriato an UNO ohne Flexibilitätsverlust für die Langfristplanung möglich. SBB-I bat SMA, diese Anbindung zu analysieren und prototypisch umzusetzen, um eine konkrete Kosten-Nutzen-Analyse vornehmen zu können. In dieser Studie hat SMA aufgezeigt, wie das mikroskopische Infrastrukturmodell von UNO auf das makroskopische Modell von Viriato abgebildet werden kann. SMA untersuchte auch die Möglichkeit der Auslagerung der Funktionen Fahrwegsuche, Fahrzeitrechnung und Konflikterkennung, so dass diese Funktionen auf dem mikroskopischen Infrastrukturmodell von UNO direkt erfolgen könnten. Diese Externalisierung in Form von geteilten Services wurde von SMA im Rahmen des Architekturkonzepts «Microscopy on Demand» entwickelt, welches beispielsweise in der oben skizzierten Form umgesetzt werden kann.

DB Netz AG: Verbesserung des Imports von Fahrzeiten aus RuT-K Zur strategischen und konzeptionellen Weiterentwicklung von Angebotskonzepten sowie zur Kapazitätsbewertung des Schienennetzes in Deutschland setzt die Abteilung «Strategische Fahrplanung und Infrastrukturentwicklung» von DB Netz AG seit 2010 Viriato ein. Durch das stufengerechte und szenariofähige System ist es möglich, die Mittel- und Langfristfahrplanung ohne Systembrüche abzudecken. Viriato ist dadurch insbesondere für den Prozessschritt der fahrplanbasierten Netzentwicklung optimal geeignet und wird vor allem auch ausserhalb von Deutschland häufig für diesen Anwendungsbereich eingesetzt.

Aufgrund der vorhandenen spezifischen Schnittstellen beinhaltet die Software Viriato von DB Netz AG ein massgeschneidertes «DB Netz Modul», welches insbesondere den Import von Zügen aus diversen Softwaresystemen unterstützt. Im Rahmen der Weiterentwicklung von Viriato wurden Verbesserungen beim Import von Daten aus dem Fahrplansystem RuT-K (Rechnerunterstützte Trassenmanagement-Konstruktion) umgesetzt. Neu können die korrekten Bauzuschläge und Fahrzeitüberschüsse zusätzlich zur Fahrzeit eingelesen werden.

Zukünftig ist geplant, die Anzahl von Systemwechseln und -brüchen im Prozessverlauf von der Konzeption bis zur Konstruktion weiter zu reduzieren. Hierbei soll das von SMA entwickelte Softwarearchitektur-Konzept «Microscopy on Demand» eingesetzt werden. Mithilfe von Service-Calls (beispielsweise durch ein Routing- und Fahrzeitrechnungs-Call) wird es so möglich, direkte Anfragen an angebundene und bereits vorhandene mikrosko-



pische Systeme zu stellen, ohne die hierzu nötigen Daten selbst in Viriato vorhalten zu müssen. Dadurch können wesentliche Teile der Konstruktion direkt in Viriato vorgenommen werden. Dies erlaubt, qualitativ besser, effektiver und schneller Lösungen für die Fragestellungen der Kunden von DB Netz AG zu finden. Diese Weiterentwicklung wird einen wesentlichen Beitrag zur Digitalisierung des Fahrplanprozesses beisteuern.

DB Fernverkehr: Viriato.FF – Schneller zu den wichtigen Daten Mit der Produktivsetzung von Viriato.FF konnte 2015 ein zentral in der Produktionskette von DB Fernverkehr integriertes System für effiziente Planungsarbeit und Kommunikation mit benachbarten Systemen an die Anwender übergeben werden. Einen zentralen Stellenwert nimmt die Schnittstelle zum Trassenbestellsystem Trassenportal Netz (TPN) ein. Über sie wickeln die Fahrlagenplaner direkt aus Viriato den gesamten Trassenbestellprozess von der Anmeldung über das Einlesen der Angebote bis hin zum Abschluss von Trassenverträgen ab. Durch die zunehmende Zahl von zu berücksichtigenden Baustellen steigt die Komplexität des Fahrplangeschäfts. Im Jahr 2018 wurde der Fokus deshalb auf zwei Themen gesetzt – Nutzbarkeit der Viriato-Daten in Folgeprozessen und Vereinfachungen bei der Durchführung des Trassenbestellprozesses.

Viele Kunden haben die Anforderung, zeitnah neue oder detaillierte Kennzahlen zu erheben, welche noch nicht in den in Viriato bestehenden Auswertungsberichten abrufbar sind. Im vergangenen Jahr haben wir dafür einen neuen Datenexport mit niedrigem Komplexitätsgrad in einem stabilen generischen Exportformat (xml) entwickelt. Die Analyse der darüber erzeugten Daten kann mit handelsüblichen, darauf spezialisierten Business Intelligence-Werkzeugen erfolgen. Die Ausgabe wurde für die Analyse mit QlikView optimiert.

Die Automatisierung bei der Verarbeitung von Trassenangeboten wurde für das Fahrplanjahr 2018 erstmals produktiv eingesetzt. Dabei identifizierte Optimierungsmöglichkeiten konnten nun im Rahmen der Weiterentwicklung umgesetzt und den Anwendern zur Verfügung gestellt werden. Sie unterstützen insbesondere die Behandlung von Baustellenbedingten Anpassungen am Jahresfahrplan.

Im Jahr 2019 nimmt die Unterstützung der Datenaufbereitung für Viriato nachgelagerte Systeme, zum Beispiel für die Fahrplankommunikation, einen wichtigen Stellenwert ein. Trotz wachsender Anzahl von unterjährigen Änderungen muss sich die Durchlaufzeit im Hinblick auf die Kundeninformation verkürzen.

Algorithmen-Plattform Durch die Bereitstellung der Algorithmen-Plattform in Viriato können sich Forscher und interessierte Algorithmen-Entwickler auf ihre Spezialgebiete konzentrieren, ohne Hilfsfunktionen für die Datenakquisition und Datenfilterung implementieren oder Benutzeroberflächen entwickeln zu müssen.

Eines der Entwurfsziele der Algorithmen-Plattform ist es, diesen Forschern und Entwicklern über eine gut dokumentierte und stabile Schnittstelle einfach und schnell Zugriff auf produktive Daten aus mehreren heterogenen Datenquellen zu ermöglichen. Die Stabilität ist wichtig, damit Entwickler neuer Algorithmen darauf vertrauen können, dass die verwendeten Methoden über einen langen Zeitraum weiterhin arbeiten. Relevant ist zudem, dass die einmal generierten Ergebnisse des Algorithmus in das Produktionssystem zurückgeschrieben werden können, um die vielfältigen Visualisierungs-, Analyse- und Report-Funktionalitäten nutzen zu können. Die Nutzung bestehender Hilfsmethoden führt zu einem grossen Produktivitätsgewinn bei der Entwicklung neuer algorithmischer Methoden.

Als industrielles Produktionssystem bildet Viriato eine skalierbare Basis, auf der die Algorithmen-Plattform zur Problemlösung eingesetzt werden kann. Wir beschreiben an anderer Stelle in diesem Geschäftsbericht eine Anwendung, bei der die Plattform für die Berechnung zweier verschiedener Kapazitätskennzahlen des nationalen Eisenbahnnetzes eines Kunden verwendet wurde. Für die Ermittlung der einen Kennzahl wird das Netz in Abschnitte zerlegt und anschliessend werden Züge eingefügt, bis das Netz gesättigt ist. Zur Ermittlung der anderen Kennzahl wird eine Fahrplankompression durchgeführt.

Ein weiteres Einsatzbeispiel für die Algorithmen-Plattform ist die Entwicklung einer Heuristik zum Umplanen von Zügen bei Baumassnahmen. Es ist gelungen, schnell einen Prototyp zu entwickeln, der Entscheidungen darüber trifft, ob Züge entweder umgeleitet werden oder teilweise bzw. vollständig ausfallen sollen. Es waren keine Änderungen an der bestehenden Viriato-Software selbst erforderlich. Der Algorithmus musste lediglich die geplanten Züge sowie Zeit und Ort der Sperrungen anfordern, die dann aus Viriato ausgelesen, durch die Algorithmen-Plattform verarbeitet und an den Algorithmus gesendet wurden. Die Ergebnisse umgeleiteter, umgeplanter oder ausgefallener Züge konnten anschliessend über die Schnittstelle zurückgeschickt und in die Fahrplandatenbank von Viriato zurückgeschrieben werden.

Die Entwicklung der Algorithmen-Plattform ist ein wichtiger Schritt zur Trennung der Bereitstellung von Fahrplanfunktionalität von den Datenstrukturen und Funktionen, die für die Implementierung der verschiedenen Arten von Algorithmen zur Automatisierungsunterstützung und Optimierung im Zuge der Transformation der Eisenbahn durch Industrie 4.0 erforderlich sind.

Viriato-Entwicklungen Im Jahr 2018 haben wir weitere neue Funktionen und Verbesserungen entwickelt, von denen alle Benutzer von Viriato profitieren werden.

Berichtsexport. Zunehmend sind die Eisenbahnunternehmen nicht nur gefordert, Fahrpläne zu planen, sondern auch Zahlen und Metriken für die Berechnung von Kennzahlen zu generieren. Während Viriato seit vielen Jahren die Funktionalität zur Generierung von grafischen und tabellarischen Ausgaben beinhaltet, haben wir nun die Möglichkeit hinzugefügt, fast alle in einem Fahrplan enthaltenen Daten in ein klar definiertes Format zu exportieren. Dies ermöglicht es dem Benutzer, mit Hilfe von Drittanbieter-Reporting- und Business Intelligence-Systemen Abfragen und Berichte zu erstellen, welche die für die Verwaltung seines Unternehmens erforderlichen Statistiken generieren.

Haltepunkte an Bahnsteigen. Die Planungsphilosophie von Viriato basiert seit jeher auf dem Konzept der «stufengerechten Präzision». Dies ist ein Modell, bei dem die benötigten Daten auf das erforderliche Minimum beschränkt sind, um die Ziele zu erreichen, die an der jeweiligen Stelle im Planungsprozess erforderlich sind. Wir haben das Modell für die Definition von Bahnsteigen in Bahnhöfen verfeinert, damit Züge so geplant werden können, dass sie nicht nur den gesamten Bahnsteig nutzen, sondern auch Haltepunkte hinzugefügt werden können, die nur Teile des Bahnsteigs nutzen.

Aktualisierungsimport von Zügen. Für Anwender, die im Rahmen ihrer Planungs- und Analyseprozesse mit anderen Werkzeugen arbeiten, tritt oft der Fall ein, dass in Viriato erstellte Fahrpläne in einem Simulationstool getestet werden, um deren Praxistauglichkeit im Betrieb zu untersuchen. In der Vergangenheit war es möglich, diese überprüften Züge als neue Züge wieder in Viriato zu importieren, was aufgrund der Verschiedenheit der beiden Tools zu einem Verlust der Verknüpfung zu bestehenden Informationen in Viriato führen kann. Viriato hat nun die Möglichkeit, bestehende Züge mit den Ergebnissen aus einer Simulation in einem anderen Tool zu aktualisieren, was dem Anwender den Vorteil einer noch effizienteren Planung in Viriato bietet. Darüber hinaus ermöglicht dies das kontinuierliche Testen des Fahrplans im Betrieb während des Planungsprozesses.

Verbesserte Benutzerfreundlichkeit. Um sicherzustellen, dass der Viriato-Benutzer so effizient wie möglich arbeiten kann, haben wir in diesem Jahr mehrere neue Funktionen implementiert. Erstens wurde die Funktionalität der Batch-Operationen erweitert, indem der Benutzer die Möglichkeit hat, die Züge, mit denen er arbeiten möchte, flexibler auszuwählen. Dies macht es schneller und einfacher, Vorgänge wie das Kopieren, Verschieben oder Aktualisieren von Zügen durchzuführen. Bei der Arbeit in der Netzgrafik wurde die Anordnung der Züge verbessert, sodass der Benutzer schneller klare und konsistente Sichten auf das Fahrplanangebot generieren kann.

Baufahrplanung. Die Entwicklung des Baufahrplanungsmoduls wurde 2018 fortgesetzt, sodass der Nutzer nun Gleissperrungen und Geschwindigkeitsbeschränkungen für Baumassnahmen planen und Konflikte zwischen Zügen und Bauarbeiten erkennen kann. Dies unterstützt den Fahrplanplaner darin, geeignete Massnahmen zu finden, um seinen Fahrplan so anzupassen, dass der Zugverkehr reibungslos fahren kann.

Tagesganglinien. Die zugscharfe Umlegung ermöglicht es Viriato-Anwendern, die Anzahl der in jedem Zug reisenden Fahrgäste anhand eines Modells von tageszeitabhängiger Nachfrage in jedem Bahnhof vorherzusagen. Dieses Modul wurde durch neue Funktionalität verbessert, das den Benutzer bei der Erstellung von Quelle-Ziel-Paaren und den zugehörigen Ganglinien der Nachfrage unterstützt. Damit lassen sich in dem Modell nun die unterschiedlichen Fahrgastzahlen am Tag präziser nachbilden und somit kann die Auslastung der einzelnen Züge genauer angegeben werden.

Neue Viriato-Lizenzen

- BNSF Railway Company, USA
- DB Engineering & Consulting Inc., USA
- Ferrovie dello Stato Italiano, Italien
- Infrabel SA, Belgien
- Mahidol-Universität, Thailand
- SPF Mobilité et Transports, Belgien
- Transports Publics Lausannois, Schweiz
- TÜV Rheinland, Deutschland
- Verband Region Stuttgart, Deutschland



Anlässe, Publikationen und Vorträge

InnoTrans 2018 Die zwölfte Auflage der InnoTrans machte Berlin vom 18. bis 21. September zum internationalen Dreh- und Angelpunkt der Bahnwelt. Mit über 3000 Ausstellern aus 60 Ländern war das Berliner Messegelände komplett belegt. Für SMA war es bereits die achte Teilnahme in Berlin. Zahlreiche Besucher fanden den Weg zu SMA am Hauptstand der Swissrail und es wurden viele spannende Gespräche geführt.



Publikationen

Schweizer Eisenbahn-Revue,
Eisenbahn-Revue International und
Eisenbahn Österreich
April 2018

**Neues Fahrplankonzept im Allgäu nach
Elektrifizierung der Strecke Geltendorf – Lindau**
Cyrill Baertsch (SMA), Thomas Kunze und Andreas Schulz

Eisenbahntechnische Rundschau
September 2018

Kommunikation zukünftiger Angebotskonzepte
Gösta Niedderer, Georges Rey und Stephan Sigg

Vorträge

Braunschweiger Verkehrskolloquium,
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR),
Braunschweig
April 2018

**Stufengerechte Planungstiefe in der
Fahrplankonzeption**
Frederik Ropelius

EPFL, TRANSP-OR, Lausanne
Oktober 2018

Le cadencement dans l'exploitation ferroviaire
Luigi Stähli

Kennzahlen

Der allgemeine Wachstumstrend der vergangenen Jahre beim Brutto-Umsatz in CHF der SMA-Gruppe ist trotz dem leichten Rückgang gegenüber 2017 ungebrochen.

Im Bereich Planung ist dieser Rückgang vor allem dem Abbau unserer Aktivitäten in den USA, aber auch der zeitlichen Verschiebung und der anspruchsvollen Situation von einigen Projekten in unseren Kernmärkten zurückzuführen. Nichtsdestotrotz konnten wir unseren Umsatz in Deutschland auf einem hohen Niveau festigen und kleinere Märkte in Europa konnten sogar eine Umsatzsteigerung verzeichnen.

Unser Bereich IT zeigt ein gesundes und solides Wachstum. 2018 trägt insbesondere die Investition von SBB Infrastruktur in Viriato Enterprise dazu bei. Aber auch die Umsatzsteigerung bei unseren Wartungs- und Support-Aktivitäten für unsere Hauptkunden sowie der Verkauf mehrerer Einzellizenzen von Viriato Standard und Zusatzmodulen in verschiedenen Märkten führen zu diesen guten Zahlen.

Kennzahlen*	2018	2017
Umsatz brutto (Mio. CHF)	12,6	13,4
Mitarbeitende (Vollzeitstellen)	61	65

*inkl. Tochtergesellschaften

Umsatz nach Ländern

- Deutschland
- Schweiz
- Frankreich
- Belgien
- Diverse



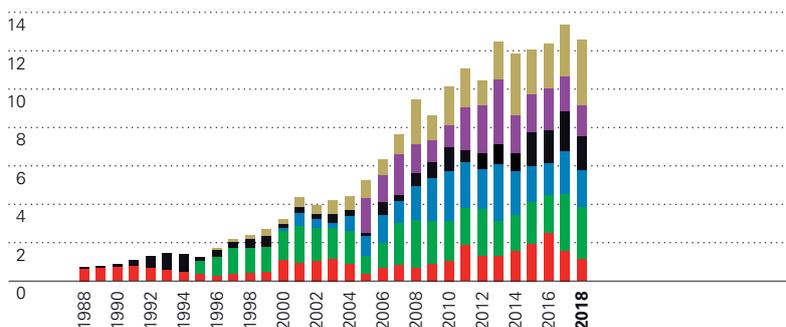
Umsatz nach Auftraggebern

- Verkehrsunternehmen
- Infrastrukturbetreiber
- Behörden
- Integrierte Gesellschaften
- Diverse



Umsatzentwicklung 1988–2018 (Mio. CHF)

- IT**
- Viriato und ZLR
- IT-Dienstleistungen
- Beratung**
- Diverse
- Frankreich
- Deutschland
- Schweiz



Text und Redaktion

SMA und Partner AG, Zürich

Visuelles Konzept

Eggmann-Design, Grüningen

Druck

Linkgroup, Zürich

Bildernachweis**Umschlag**

Martina Schikore

Seite 7

Klaus Schmückle

Seite 11

Dagmar Nietz

Seite 19

Sandra Antosch

Seite 27

Martina Schikore

Seite 33

Lothar Saßerath

Seite 39

Eggmann-Design

Seite 40

Daniel Wipf, SMA und Partner AG

© SMA und Partner AG | Juni 2019

Hauptsitz

SMA und Partner AG
Gubelstrasse 28
8050 Zürich, Schweiz

Niederlassung

SMA et associés SA
Avenue de la Gare 1
1003 Lausanne, Schweiz

Tochtergesellschaften

SMA (Deutschland) GmbH
Hamburger Allee 14
60486 Frankfurt, Deutschland

SMA (France) SAS
45/47 Rue d'Hauteville
75010 Paris, Frankreich

info@sma-partner.com
www.sma-partner.com