



2024

JAHRESBERICHT

Zu den Bildern:  
Die im Geschäftsbericht  
präsentierte Fotoserie  
veranschaulicht  
Organisationsformen,  
die aus der Natur oder durch  
menschliches Handeln  
entstanden sind; Ausdruck  
eines nachhaltigen  
Gleichgewichts zwischen  
Individuum und Gesellschaft.

Editorial



# Editorial

Liebe Leserinnen und Leser

Bei SMA sind wir überzeugt, dass die Zukunft des öffentlichen Verkehrs nicht nur Fachwissen erfordert, sondern auch ein gemeinsames Engagement für Innovation und langfristige Investitionen in Know-how und Technologie. Ob wir Konzepte entwickeln, Prozesse verfeinern oder Software entwickeln, wir betrachten das Eisenbahnsystem immer ganzheitlich. Da die Zahl der Akteure und die Komplexität der Entscheidungsfindung zunimmt, sehen wir es als unsere Aufgabe, Interessen zu koordinieren, den Dialog zu fördern und neue Potenziale zu erschliessen. Zusammen mit unseren Kunden legen wir den Grundstein für die Eisenbahnsysteme von morgen.

Bei der Planung und Zuweisung von Kapazitäten der Eisenbahninfrastruktur ist es von entscheidender Bedeutung, die wirtschaftlichen Interessen des öffentlichen Sektors mit denen des privaten Sektors in Einklang zu bringen, um die Erwartungen der Akteure des Eisenbahnsystems zu erfüllen. Die TTR-Initiative und neue EU-Regulierung fördern die mittelfristige Planung durch strukturierte Planungsprodukte wie Kapazitätsmodelle. Damit wird der Übergang von einer «Manufaktur»-Logik zur «Industrialisierung» der Kapazitätsproduktion vollzogen. Systematische Fahrpläne bringen dabei viele Vorteile in den Planungs- und Betriebsprozessen. Eine wirksame Koordination zwischen den Beteiligten, gestützt durch leistungsfähige IT-Systeme und eine stufengerechte Präzision bei der Fahrplangestaltung und Leistungsbewertung, schafft eine transparente und effiziente Kapazitätsplanung. Unser Leitartikel in diesem Jahr im Jahresbericht konzentriert sich auf diese Aspekte.

Auch dieses Jahr freuen wir uns, eine Auswahl von Aktivitäten und Projekten aus unseren Beratungs- und Softwareabteilungen zu präsentieren, die das vergangene Jahr geprägt haben. Diese Initiativen reflektieren unser Engagement, Dienstleistungen und Lösungen von hoher Qualität zu liefern, die unsere Kunden stärken und zu einem effizienteren und nachhaltigeren Eisenbahnsystem beitragen.

Vielen Dank für Ihr Interesse und Vertrauen.

Wir wünschen Ihnen eine angenehme Lektüre unseres Geschäftsberichts 2024.



Eric Cosandey  
CEO, Bereichsleiter Consulting



Thomas Bickel  
Bereichsleiter Software

Der Balanceakt bei der Planung  
und Zuweisung von Bahninfrastrukturkapazitäten



# Der Balanceakt bei der Planung und Zuweisung von Bahninfrastrukturkapazitäten

**Bei der Kapazitätsplanung und -zuweisung im Bereich der Bahninfrastruktur ist es entscheidend, ein optimales Gleichgewicht zwischen den Interessen des Staates und der Privatwirtschaft zu erreichen. Der Bahnsektor umfasst dabei zahlreiche Akteure, die jeweils Einfluss auf die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des Systems nehmen. Ziel dieses Artikels ist es, die Zusammenhänge im Licht von Kapazitätsprodukten, die eine höhere Planungseffizienz für alle Beteiligten ermöglichen sollen, zu beleuchten.**

## **Die institutionelle Ausgangslage**

Die Nachfrage nach Bahntransportleistungen wird maßgeblich von den Fahrgästen und Güterverkehrskunden bestimmt. Ihre Entscheidungen hängen von Faktoren wie Preis, Reisezeit, Frequenz und Servicequalität ab. Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) bieten Leistungen im Personen- und/oder Güterverkehr an. Während etablierte Anbieter auf bestehende Netze zurückgreifen können, stehen Neueinsteiger vor erheblichen regulatorischen und finanziellen Hürden und haben trotz staatlicher Unterstützung oft Schwierigkeiten, mit den etablierten Unternehmen zu konkurrieren. Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) oder Infrastrukturbetreiber verwalten die Schienennetze, planen und vergeben Trassen und

steuern den Verkehr, während sie gleichzeitig die betriebliche Effizienz ihres Netzes sicherstellen und gesamtwirtschaftliche Ziele erfüllen müssen. Ihre Unabhängigkeit ist für fairen Wettbewerb unerlässlich, doch bestehen aus historischen Gründen oft noch enge organisatorische Verbindungen zu den etablierten staatlichen Altbetreibern. Regierungen spielen eine zentrale Rolle durch die Regulierung des Marktes, die finanzielle Förderung und die Durchsetzung von Wettbewerbsmaßnahmen. Der Umfang staatlicher Eingriffe – und somit der Grad der Liberalisierung – variiert stark innerhalb Europas. Regulatorische Behörden überwachen den Zugang zur Infrastruktur, gestalten Preisregelungen und schlichten Streitigkeiten. Effektive regulatorische Rahmenbedin-

gungen sind erforderlich, um Markttransparenz, Verbraucherschutz und langfristige Nachhaltigkeit sicherzustellen. Ohne diese droht ein Innovationsstau durch die engen Verflechtungen mit etablierten Anbietern.

Der europäische Eisenbahnsektor wird weiterhin stark von staatlichen Altbetreibern dominiert. Trotz Liberalisierungsversuchen bestehen dabei erhebliche Hürden durch regulatorische und strukturelle Zwänge. Der Wettbewerb erfolgt entweder über den offenen Zugang – mehrere Anbieter nutzen dieselbe Infrastruktur – oder über Konzessionsmodelle (Public Service Obligation, PSO), bei denen öffentliche Aufgabenträger für bestimmte Zeiträume Leistungen ausschreiben. Während offener Zugang

im Güterverkehr und auf rentablen Personenverkehrsverbindungen üblich ist, sind PSO-Modelle für nicht rentable Verkehre europaweit Standard.

Die EU fördert den Wettbewerb durch die Trennung von Infrastruktur und Betrieb, den offenen Zugang und die verpflichtende Ausschreibung von PSO-Leistungen. Die Umsetzung variiert jedoch stark zwischen den Mitgliedstaaten, was zu unterschiedlichen Liberalisierungsgraden führt.

Ein zentrales Element im Bahnbetrieb ist die Trasse – das Produkt, das Infrastrukturbetreiber am Markt anbieten. Sie definiert, wann und wo ein Zug fahren darf, und ist auf stark ausgelasteten Strecken ein knappes Gut. Ihre Zuweisung ist daher von hoher wirtschaftlicher Bedeutung. Bahnkapazitäten werden durch Infrastruktur, Signaltechnik und die Struktur des Fahrplans beschränkt, was besonders auf stark nachgefragten Korridoren zu Engpässen führt. Anders als im Strassen- oder Luftverkehr lässt die geringe Flexibilität der Bahn nur begrenzte kurzfristige Angebotsänderungen zu. Die Trassenzuteilung kann auf die kurzfristige Zuweisung begrenzt werden, was Spiel-

raum, aber auch Unsicherheit für Neueinsteiger bietet. Langfristige Rahmenverträge schaffen demgegenüber zwar Stabilität, können jedoch den Wettbewerb behindern.

Die EVU generieren Mehrwert durch hohe Servicequalität, Effizienz (optimierte Fahrzeug- und Personaleinsatzplanung) und Marktpräsenz. Ihre Wettbewerbsfähigkeit hängt von der Fahrplanqualität, der Preisgestaltung, der Zuverlässigkeit und des Kundenerlebnis ab. Die EIU optimieren die Netzentwicklung, die Kapazitätsauslastung und den Infrastrukturunterhalt. Staatliche Förderungen, Regulierungen und Finanzierungsmechanismen sichern die Nachhaltigkeit des Eisenbahnsektors im nationalen wie europäischen Kontext und sollen wirtschaftliche sowie ökologische Ziele vereinen.

Mehr Wettbewerb kann die Servicequalität verbessern und Preise senken. Jedoch limitiert die geringe Zahl aktiver Marktteilnehmer die Wirkung der Liberalisierung. Ökonomen argumentieren oft, dass Wettbewerb notwendig ist, erkennen jedoch die strukturellen Herausforderungen an, die mit seiner Umsetzung verbunden sind. Regulierer

müssen dabei Markttransparenz, Fairness und Nichtdiskriminierung sicherstellen, um eine Balance zwischen Effizienz und öffentlichem Interesse zu ermöglichen.

**Die neue EU-Verordnung und das TTR-Framework** Ein Teil der neuen EU-Verordnungen sowie das «Timetable Redesign for Smart Capacity Management» (TTR) befassen sich gezielt mit diesen Aspekten und dem Ausgleich zwischen volks- und privatwirtschaftlichen Interessen. Sie versuchen dies zu erreichen, indem sie neue Kapazitätsprodukte wie die Kapazitätsstrategie, das Kapazitätsmodell und das Kapazitätsangebot in die mittel- bis kurzfristige Kapazitätsplanung einführen («Advanced Planning» Process genannt). Dieser Ansatz soll den Antragstellern mehr Flexibilität bieten und es ihnen ermöglichen, Kapazitäten zu einem Zeitpunkt anzufordern, zu dem der tatsächliche Bedarf bekannt ist. Dadurch wird die Kapazität besser genutzt und die Reaktionsfähigkeit der EIU verbessert.

Das Grundprinzip des neuen europäischen Rahmens besteht darin, auf die Bedürfnisse des Marktes und der Kunden zu reagieren. Diese Konzentration auf einen reaktiven, von den Bedürfnissen des Privatsektors geleiteten «Customer Response»-Ansatz mag mit einem staatlich geführten, proaktiven Planungsansatz kollidieren. Beide Ansätze ergänzen sich jedoch im Prozess der

taktischen mittelfristigen Kapazitätsplanung.

Beide zusammen sollen sicherstellen, dass die geplanten Kapazitätsmodelle mit den Anforderungen der Kunden übereinstimmen. Dieses strukturierte Vorgehen soll dazu beitragen, die langfristige Stabilität der Kapazitäten zu erhöhen, während gleichzeitig die Flexibilität gewahrt bleibt. Beim reaktiven Ansatz wird versucht, alle nachgefragten Zugtrassen entsprechend der aktuellen Marktnachfrage unterzubringen und eine bedarfsgerechte Kapazitätszuweisung zu fördern. Der proaktive Ansatz hingegen umfasst eine strategische Kapazitätsplanung, die darauf abzielt, den Infrastrukturbedarf mit der erwarteten langfristigen Nachfrage und den entsprechenden Trassenangeboten in Einklang zu bringen. Die beiden Ansätze ermöglichen gemeinsam eine gezielte und marktgerechte Kapazitätsvergabe. Anstatt den Wettbewerb zu verzerren, schafft dieses System klare Regeln, verhindert marktbeherrschende Strukturen und schafft langfristig Vorteile für die Verbraucher durch bessere Qualität, Preise und Angebotsvielfalt.

Im Rahmen dieser Entwicklung diskutieren die europäischen Bahnen derzeit, ob und wie Kapazitätsmodelle – inkl. Temporary Capacity Restrictions (TCR's) – systematische Fahrpläne beinhalten sollen und bis zu welchem Grad diese rechtsverbindlich sein sollten. Einige EIU haben bereits systematische Fahrpläne in ihren Kapazitätsplanungsprozess integriert. Dies bedeutet einen Paradigmenwechsel in Bezug auf die Ressourcen (Personal, Systeme, etc.) für noch unvorbereitete Unternehmen, welche mit den Eckpfeilern solcher Kapazitätsmodelle vertraut zu machen sind.

**Systematische Fahrpläne und Flexibilität** Systematische Fahrpläne, wie z.B. Taktfahrpläne, sind in vielen europäischen Ländern etabliert. Sie zeichnen sich durch symmetrische Angebote aus, die in einheitlich strukturierten Intervallen verkehren, und bieten zahlreiche Vorteile und Herausforderungen für die Akteure im Bahnsystem.

Für die Fahrgäste bieten die Taktfahrpläne Vorhersehbarkeit, Lesbarkeit und Zuverlässigkeit und erleichtern die Reiseplanung. Sie verbessern die Konnektivität zwischen den Angeboten in den Knotenpunkten und schaffen ein benutzerfreundliches Reiseerlebnis während der gesamten Fahrt. Für die EVU vereinfachen diese Fahrpläne die betriebliche Planung und erleichtern eine klare Kommunikation zwischen den Beteiligten. Für die EIU optimieren die vertakteten Trassen die Kapazitätsauslastung und ermöglichen einen gezielten Ausbau der Kapazitäten, eine bessere Koordinierung des Unterhalts, die Minimierung von Engpässen und die Erleichterung des Betriebsmanagements.

Auch wenn die strikte Einhaltung vertakteter Trassen die Berücksichtigung kurzfristiger Kapazitätsanfragen erschwert, insbesondere für Güterunternehmen oder unregelmässige Personenverkehr-Angebote, trägt die regelmässige, koordinierte Strukturierung eines Fahrplans zur Optimierung der Kapazität und zur Vermeidung von Ineffizienzen bei. Die auf diese Weise gewonnene Kapazität kann dann Ad-hoc-Diensten zugewiesen werden, die kurzfristig angefordert werden. Das Knotenprinzip mit Ankünften und Abfahrten in festen Abständen schafft beispielsweise Raum für zusätzliche Angebote zu Zeiten ausserhalb der Knoten. Im Güterverkehr erleichtert ein «förderbandähnliches» System mit systematischen Güterverkehrstrassen (weniger in den Hauptverkehrszeiten und häufiger oder schneller in den Nebenverkehrszeiten) sowohl die Planung als auch den Betrieb, z.B. die Disposition von verspäteten Zügen.

Am Beispiel der Schweiz zeigt sich, wie systematische Taktfahrpläne die letzte Stufe eines institutionellen und iterativen Prozesses sind, bei dem die funktionalen Anforderungen an die Infrastruktur auf jeder Planungsstufe aus einer angebots-

orientierten Netzstrategie abgeleitet werden. Bei dieser ist der Fahrplan nicht das Ziel, sondern ein Mittel zum Zweck im Rahmen der rollenden Planung über Jahrzehnte. Nach diesem Prinzip werden die Anforderungen an die Infrastruktur, die Streckenausrüstung und das Rollmaterial aus einem konsistenten Kapazitätsnutzungskonzept (einem systematischen Fahrplan) abgeleitet, das sich im Laufe der Zeit entwickelt. Würden diese Anforderungen nicht aus dem Bedarf abgeleitet, wäre dies der Gesamtkapazität des Systems abträglich und eine potenzielle Verschwendung öffentlicher Mittel sowohl für die Finanzierung der Infrastruktur als auch für die Optimierung des Betriebs. Solche frühzeitigen Planungsmechanismen stellen sicher, dass die Infrastrukturbetreiber den langfristigen Kapazitätsbedarf besser vorhersagen können, und ermöglichen eine bessere Koordinierung mit den Beteiligten. Dadurch werden Konflikte in letzter Minute verringert und eine stabile Grundlage für die Finanzierung des Schienennetzes und des Betriebs gewährleistet (vgl. Netznutzungspläne für den Personen- und Güterverkehr in der Schweiz).

Dennoch bleibt die Flexibilität eine entscheidende Komponente bei der Kapazitätsplanung. Der dynamische Charakter der Schienenverkehrsnachfrage erfordert anpassungsfähige Prozesse, die auch auf unregelmäßige Bedürfnisse reagieren können, wie z. B. saisonale, wöchentliche oder sogar tägliche Trends sowohl im Personenverkehr als auch, was vielleicht noch wichtiger ist, im Güterverkehr. Dieser erfordert aufgrund der extrem variablen Transportnachfrage häufig eine dynamische Fahrplangestaltung. Eine moderne, systematische Kapazitätsplanung sollte daher marktorientiert erfolgen, unabhängig davon, wer die Trassen später nutzt. Nur so lassen sich Kapazitätsoptimierung und objektive Trassenzuteilung vereinen und der Planungsprozess industrialisieren.

**Die stufengerechte Präzision im Stakeholder-Management** Eine wirksame Koordinierung zwischen EIU, EVU, Behörden und Regulierungsstellen ist von entscheidender Bedeutung für die Gewährleistung eines fairen und ausgewogenen Eisenbahnsystems, das allen Akteuren dient. Aus Wettbewerbsgründen können die EVU nicht in vollem Umfang in diese Koordinierung einbezogen werden. Sie sollen daher ihre «Capacity Needs Announcements» (CNA), die Informationen über ihren voraussichtlichen Bedarf enthalten, frühzeitig anmelden und so die Entwicklung der Kapazitätsmodelle mitgestalten.

Eine frühzeitige Koordinierung und laufende Konsultationen sorgen für einen ausgewogenen Einbezug der Interessengruppen, sind aber kostspielig und erfordern erhebliche personelle Ressourcen sowie einen starken Governance-Rahmen. Diese Koordinierungsprozesse müssen von intelligenten und effizienten IT-Systeme unterstützt werden, auf die man sich verlassen kann. Sie müssen in der Lage sein, Arbeitsabläufe bei der Planung zu verbessern und Transparenz, Kontinuität und Konsistenz im Planungsprozess zu gewährleisten.

Das Stakeholder-Management erfordert darüber hinaus objektive Informationen für den Entscheidungsprozess. In dieser Phase bieten sozioökonomische Bewertungen einen strukturierten Ansatz für die schwierigen Abwägungen auf strategischer Ebene (z.B. bei langfristigen öffentlichen Investitionen). Auch wenn die Quantifizierung des Nutzens nach wie vor eine Herausforderung darstellt, da die Methodik transparent sein und von allen Beteiligten weitgehend akzeptiert werden muss, sollten solche Kosten-Nutzen-Analysen (KNA) für Investitionsprojekte nicht mit denjenigen verwechselt werden, die potenziell zur Entscheidungsfindung im Prozess der Kapazitätszuweisung eingesetzt werden. Diese kapazitätsbezogenen KNA-Methoden werden derzeit in der Eisenbahnbranche im Rahmen der neuen EU-Verordnung diskutiert. Während solche Methoden in einigen sehr spezifischen Planungsfällen sinnvoll sein können, übersehen sie bei netzweiter Betrachtung möglicherweise die grundlegenden Kapazitätsinteraktionen zwischen Zugtrassen. Stattdessen wäre es angemessener, kontrastierende Kapazitätspläne auf der Grundlage der Gesamtkapazitätsverteilung zu vergleichen, anstatt die Zugtrassen einzeln zu bewerten.

Auf der Grundlage dieses Konzepts müssen die Kapazitätspläne (d.h. im Wesentlichen die Fahrpläne) einfach und beherrschbar sein. Der Planungsprozess sollte sowohl für die strategische als auch für die taktische Ebene in Bezug auf seine Klarheit und Abstraktion des tatsächlichen Eisenbahnsystems agil sein. Vor diesem Hintergrund schliessen sich weder die Verwendung aggregierter und detaillierter Daten noch makro- und mikroskopischer Modelle gegenseitig aus. Vielmehr sollten sie in einem komplementären Ansatz verwendet werden, wobei die Probleme stets mit der stufengerechten Präzision angegangen werden sollten, d.h. mit einer Genauigkeit, die für den Zweck einer schnellen und effizienten umfassenden Planung über grosse Netze hinweg ausreichend abstrakt ist, während sie gleichzeitig eine ausreichende Genauigkeit für betriebliche Machbarkeitsbewertungen bietet.

Der Genauigkeitsgrad ist jedoch immer so zu wählen, dass die kontinuierliche Variabilität der verwendeten Annahmen und die zu verschiedenen Zeitpunkten des Prozesses gestellten Anforderungen zu bewältigen sind. Das System muss während des gesamten Kapazitäts-

planungsprozesses mit Änderungen aufgrund des zunehmenden Detaillierungsgrades zurechtkommen. Von politischen Entscheiden (z.B. in Folge von Regierungswechseln) bis hin zu kurzfristigen Geschwindigkeitsbeschränkungen aufgrund von Wartungsarbeiten sollten die an diesem Punkt gewählten Modelle und Systeme es den Nutzern ermöglichen, die relevanten Informationen schnell, effizient und dennoch mit ausreichender Präzision zu ändern.

**Fazit** Bei der Planung und Zuweisung von Kapazitäten der Eisenbahninfrastruktur ist es von entscheidender Bedeutung, die wirtschaftlichen Interessen des öffentlichen und des privaten Sektors in Einklang zu bringen, um den Erwartungen der Beteiligten im Eisenbahnsystem gerecht zu werden. Die TTR-Initiative und neue EU-Regelungen fördern daher die mittelfristige Planung durch strukturierte Planungsprodukte wie Kapazitätsmodelle. Damit wird der Übergang von einer «Manufaktur»-Logik zur «Industrialisierung» der Kapazitätsproduktion vollzogen. Systematische Fahrpläne bringen dabei viele Vorteile in den Planungs- und Betriebsprozessen, doch die unterschiedlichen Anforderungen – kurzfristige Flexibilität im Güterverkehr, langfristige Stabilität im Personenverkehr und wechselnde Bedürfnisse durch Baustellen (TCRs) – müssen stets ausbalanciert werden. Eine intelligente Koordination, gestützt durch leistungsfähige IT-Systeme und eine angemessene Präzision bei der Fahrplangestaltung und Leistungsbewertung, schafft dafür eine transparente, effiziente und faire Kapazitätsplanung.

# Software – Überblick über das Jahr 2024



# Zahlen und Fakten

Der Umsatz von sma.software setzt sich aus den drei Säulen Wartung, Projekte und Lizenzverkauf zusammen. 2024 konnten wir 21 Lizenzen von Viriato Standard sowie 2 Lizenzen Viriato Enterprise verkaufen.

Zusätzlich konnten wir Lizenzen der Zusatzmodule Konflikterkennung (7 Lizenzen), MicroscopyOnDemand (5), Robustheitsanalyse (3), Baufahrplanung (2), Umlaufplanung (1), Reisezeitanalyse (1), Kapazitätskennzahlen (1) verkaufen. Hinzu kommt die Miete einzelner Lizenzen oder von Zusatzmodulen für kürzere Zeiträume. Geografisch fallen die Verkäufe vor allem auf Europa, wobei mit Tschechien und Luxemburg zwei neue Märkte erschlossen werden konnten.

Das Verhältnis zwischen bestehenden Kunden, welche zusätzliche Lizenzen oder Module beschafft haben und neuen Kunden beträgt 1:1.

Ebenso konnten mit wichtigen Kunden neue, langjährige Verträge für Wartung und Weiterentwicklung abgeschlossen werden.

Um unsere Kunden bestmöglich auf die Arbeit mit Viriato vorzubereiten, haben wir diverse Schulungen durchgeführt, welche individuell auf die Bedürfnisse und Arbeitsprozesse der einzelnen Kunden angepasst sind.

Anzahl externe Schulungen	19
Sprachen	Deutsch, Französisch, Italienisch Tschechisch
Anzahl Schulungstage	36
Anzahl Teilnehmer	ca. 180

Wie schon in den letzten Jahren sind die Kundenprojekte stark durch die EVUs im deutschsprachigen Raum dominiert, ergänzt durch weitere Projekte für Westeuropäische EIU und EVU. Zusammen mit den internen Projekten wurden 2024 über 850 Stories im Rahmen unseres agilen Entwicklungsprozesses umgesetzt. Insgesamt haben

wir für die 14 verschiedenen Kunden- und Produktversionen von Viriato 75 Releases ausgeliefert, was im Schnitt etwas mehr als einer Lieferung pro Kalenderwoche entspricht.

# Überblick über das Produktmanagement 2024

## **VIRIATO HIGHLIGHTS AUS DEM JAHR 2024**

Im Rahmen der kontinuierlichen Weiterentwicklung von Viriato zur Verbesserung für unsere Nutzer implementierten wir 2024 neben vielen taktischen Verbesserungen unter anderem folgende Funktionen in die Software:

### **Programm-Grundlagen:**

- Viriato verwendet jetzt Microsofts .NET 8 Runtime anstelle des veralteten .NET Framework 4.8.1. Dies verschafft den Anwendern die langfristige Sicherheit bezüglich Wartbarkeit der Software.
- Um die Sicherheit zu erhöhen, sind nun alle Programmkomponenten mit einem Zertifikat digital signiert, um die Authentizität der Software zu garantieren.

### **Pfadsuche und Algorithmen:**

- Das Trassensuchmodul enthält nun zusätzliche Einstellungen, die eine feinere Steuerung der Suche nach konfliktfreien Wegen ermöglichen. Dazu gehören Optionen zur Steuerung zusätzlicher Fahrzeit, ob Fahrzeitreserven aus Kapazitätsgründen beibehalten werden sollen, das Ignorieren von Kapazitätsbeschränkungen in Knoten mit voraussichtlich ausreichender Kapazität, ein Analysemodus zur Identifikation kapazitätskritischer Knoten bei fehlenden konfliktfreien Wegen sowie eine verbesserte Auswahl mehrerer Züge bei sequentieller Einfügung in den Fahrplan.

- Es wurde ein neues Modul zur Suche von Gleiszuweisungen hinzugefügt, das mit Hilfe des Gurobi-Solvers konfliktfreie Gleisbelegungen in Bahnhöfen für bestehende Fahrpläne ermitteln kann.

### Planung von Zügen:

- Die Liniennummern der Züge können nun in den Ansichten des Bildfahrplans und der Gleisbelegung angezeigt werden.
- Die Topologieanzeige in der Gleisbelegung zeigt nun die Fahrtrichtung der Züge, was einen besseren Überblick über Vorgänge in grossen Knoten ermöglicht.
- Im Kundenfahrplan wird nun angezeigt, welche betrieblichen Züge einen kommerziellen Zug bilden.
- Fahrplananmerkungen können nun für den gesamten Zug gelten, wobei Änderungen für einzelne Teilabschnitte der Zugfahrt möglich sind.

### Datenaustausch:

- Der railML-Import wurde verbessert für Fälle, in denen die in railML beschriebene Infrastruktur nicht vollständig mit der Viriato-Datenbank übereinstimmt. Nutzer haben jetzt mehr Optionen, wie mit Knoten umgegangen werden soll, die zwar im Fahrplan vorgesehen sind, aber in der Infrastruktur fehlen – das erhöht die Konsistenz der importierten Züge. Falls im railML-Eingang kein detaillierter Fahrweg enthalten ist (z.B. in komplexen Bereichen), bietet Viriato nun verschiedene Routingstrategien zur Auswahl.
- Der railML 2.2-Import unterstützt nun definierte Bemerkungen in Fahrweg- und Fahrplanknoten. Beim Export im TAF/TAP-TSI-Kontext werden relevante Informationen aus dem Standard in den Zugdaten berücksichtigt.

### MoD (Microscopy-on-Demand):

- Der MoD-Workflow wurde erweitert, sodass Nutzer mit gemischten Modellen arbeiten können, bei denen nur ein Teil der Infrastruktur mikroskopisch in einem externen System abgebildet ist. Der restliche Teil bleibt mesoskopisch, was die Analyse grösserer Netze mit Fokus auf relevante Abschnitte ermöglicht.
- Für die Nutzung in Viriato Enterprise wurde MoD flexibler gestaltet, etwa durch nutzerdefinierbares Verhalten bei Abweichungen zwischen dem externen mikroskopischen Modell und Viriato. Dazu gehört auch die Nutzung von Infrastrukturvarianten von Viriato in unterschiedlichen mikroskopischen Modellen.
- Der Topologie-Viewer zeigt nun auch Signale und Haltepunkte, um das Verhalten von Zügen im Netz besser visualisieren zu können.

### Reisezeitanalyse:

- Das Modul Reisezeitanalyse erlaubt nun neben den betrieblichen Zügen auch das Öffnen von kommerziellen Zügen direkt aus der Analyseansicht. Das erleichtert die Analyse von Zugteilungen und -vereinigungen aus Sicht der Fahrgastwege.

### **Fahrzeuge und Fahrzeitrechner:**

- Fahrzeugdefinitionen können nun mit Gültigkeitszeitraum versehen werden, was die Verwaltung mehrerer Versionen eines Fahrzeugs während eines Fahrplanzeitraums ermöglicht. Nur Fahrzeuge, die am geplanten Einsatztag gültig sind, können verwendet werden.
- Der Fahrzeitrechner hat nun eine nutzerdefinierbare Standardgeschwindigkeit für Fälle, in denen keine Geschwindigkeitsprofile definiert sind. Damit kann der Rechner auch auf Infrastrukturabschnitten ohne Profile flexibel eingesetzt werden.

### **Robustheit:**

- Die Robustheitsanalyse kann jetzt auf eine vom Nutzer definierte Region innerhalb der Viriato-Infrastruktur beschränkt werden. Das ermöglicht eine fokussierte Analyse kritischer Bereiche, ohne das ganze Netz modellieren zu müssen, was die Rechenzeit signifikant reduziert.
- Um die Ergebnisse besser nachvollziehen zu können, lässt sich die Entwicklung von Verspätungen und deren Auswirkungen während der Robustheitsanalyse jetzt zusätzlich zu den bisherigen Ausgaben in eine Tabelle exportieren. Das ermöglicht eine vertiefende Analyse im Nachgang.

# Entscheidungsintelligenz zur Steigerung der Produktivität: Der Konfliktlöser

## **MIKROSKOPISCHE KONFLIKTPRÜFUNG IN DER MITTELFRISTPLANUNG MIT VIRIATO DANK MoD**

Ein wichtiges Ziel in der mittelfristigen Planungsphase (X-5 bis X-3) ist die Erstellung von Fahrplänen, die konfliktfrei oder zumindest nahezu konfliktfrei sind. Zu diesem Zeitpunkt im Planungsprozess – auch wenn noch etwa fünf bis drei Jahre bis zur Betriebsdurchführung verbleiben – steht die grundlegende Struktur des Fahrplans fest, und es wird entscheidend, dass die geplanten Züge ohne strukturelle Verspätungen gemäss diesem Fahrplan mit hoher Sicherheit tatsächlich fahrbar sind.

Bei der Arbeit im mittelfristigen Zeithorizont wird typischerweise ein Planungstool mit makroskopischen Infrastrukturmodell verwendet. Das Planungstool lässt hierbei wünschenswerterweise Lücken in der Detailplanung zu: Der Planer kann Trassen erstellen, die den High-Level-Anforderungen der Eisenbahnverkehrsunternehmen und den Planungsregeln der Infrastrukturbetreiber entsprechen. In dieser Phase konkretisieren sich die Infrastrukturdaten, und die Anzahl geplanter Züge nähert sich dem endgültigen Umfang. Es ist daher, im Hinblick auf die Fahrbarkeit, wichtig, die erstellten Trassen auf einem detaillierteren Niveau zu prüfen – unser Ansatz hierzu wurde in früheren Jahresberichten unter dem Begriff Microscopy-on-Demand (MoD) beschrieben.

Zusammengefasst ist MoD eine Methode, um in Viriato makroskopisch geplante Fahrpläne mit einem externen mikroskopischen Tool zu testen. Dieses kann die mikroskopischen Fahrwege der Züge bestimmen, die Fahrzeiten auf dieser Infrastruktur berechnen und prüfen, ob es auf mikroskopischer Ebene Konflikte gibt – alles, ohne die Viriato-Planungsansicht zu verlassen. Unabhängig davon, wie gut einzelne Züge makroskopisch geplant wurden, ist es unvermeidlich, dass es zu Konflikten zwischen Zügen kommt, die vor der finalen Freigabe des Plans gelöst werden müssen.

**Produktivitätssteigerung durch automatisches Lösen der einfachen Konflikte** Wenn Planer mit einer grossen Anzahl solcher Konflikte konfrontiert werden, stellt sich die natürliche Frage: Können diese Konflikte mithilfe der Flexibilität des Fahrplans – also durch die verschiedenen betrieblichen, technischen oder kommerziellen Reserven – beseitigt oder zumindest minimiert werden? Durch die gezielte Veränderung des Ortes und der Grösse der im Fahrplan vorhandenen Reserven lassen sich viele Konflikte beseitigen, ohne dabei die Struktur des Fahrplans zu verändern. Lässt sich dieser Prozess automatisieren, können viele Konflikte im Voraus entfernt werden. Dies ermöglicht es den Planern, sich auf die wirklich schwierigen Fälle konzentrieren – was ihre Produktivität

erheblich steigert. Hier setzt der Konfliktlöser «Conflict Resolver» an, das Thema unseres Artikels.

Der Conflict Resolver ist das Werkzeug zur Produktivitätssteigerung, das dem Nutzer bei der Lösung der einfachen Konflikte helfen soll. Er baut auf dem MoD-Framework auf, das die Brücke zwischen makro- und mikroskopischer Modellwelt schlägt, und integriert frühere Forschungsarbeiten zur Entscheidungsunterstützung bei der Konfliktlösung sowie algorithmische Verbesserungen, um die Anzahl notwendiger Aufrufe an die zeitaufwendigen mikroskopischen Dienste zu reduzieren.

### **Was befindet sich unter der Haube?**

Das Prinzip des Conflict Resolvers besteht darin, einen Korridor auszuwählen, in dem der Nutzer Konflikte aus den geplanten Verkehren beseitigen möchte. Dies darf ein Teil des Netzes sein – der Nutzer kann sicher sein, dass die ausgewählten Züge ausserhalb dieses Bereichs nicht verändert werden. Aus Sicht des Nutzers genügt ein Knopfdruck in Viriato, um den Prozess zu starten. Diese augenscheinliche Einfachheit verbirgt einen komplexen mathematischen Hintergrundprozess.

Viriato selbst hat keine Kenntnisse über die mikroskopische Infrastruktur, die zur Bewertung von Konflikten erforderlich ist. Selbst wenn dies der Fall wäre, müssten die Blockbelegungszeiten der möglicherweise untereinander in Konflikt stehenden Züge bekannt sein und in ein mathematisches Modell überführt werden – sofern keine brute-force Methode im mikroskopischen Tool selbst zur Anwendung kommen soll. Prinzipiell wäre es möglich, die Fahrt jedes Zuges durch jeden Blockabschnitt wiederholt zu simulieren, um alle möglichen Blockbelegungszeiten zu ermitteln und anschliessend die Konflikte zu lösen. Doch angesichts der vielen

Freiheitsgrade wäre dieser Vorab-Schritt extrem rechenaufwändig.

Glücklicherweise bieten die Ausgestaltung der Eisenbahninfrastruktur und die Dynamik von Zügen einen Weg, eine gute Näherung für Blockreservierungs- und Freigabezeiten zu finden. In der Praxis hat sich gezeigt, dass sich aufgrund der Dimensionierung der Blockabschnitte und der relativ kleinen zeitlichen Veränderungen durch realistische Planungsreserven diese Zeiten näherungsweise linear mit den geplanten Reserven verändern. Das bedeutet, dass mit nur wenigen Aufrufen (in der Regel vier pro Zuglauf) an das mikroskopische Tool jeweils mit unterschiedlichen Reserven, eine lineare Regression ein gutes statistisches Modell für den zuvor beschriebenen Zusammenhang liefert.

Mit diesem Modell des Zusammenspiels von Signalsystem und Fahrzeiten lässt sich ein mathematisches Modell erstellen, in dem die Züge zeitlich umgeplant und lokal umgeleitet werden können – unter Beibehaltung der Gesamtstruktur, allein durch eine Umverteilung von Reserven und durch lokale Umleitungen innerhalb von Bahnhöfen.

Für die Berechnung werden eine Reihe gemischt-ganzzahliger linearer Programme (MILPs) erstellt und an einen mathematischen Solver übergeben, in unserem Fall Gurobi. Dieser minimiert die Anzahl und die Grösse der Konflikte zwischen Zügen, die sich durch sich überschneidende Blockbelegungszeiten ergeben, welche zuvor durch Regression angenähert wurden. Wenn ausreichend Kapazität vorhanden ist, kann der Solver die Konflikte vollständig lösen.

Wie bei allen Fragen im Eisenbahnbereich gibt es zusätzliche, oft kunden- und landesspezifische Nebenbedingungen. Beispielsweise können Regeln bestehen, wie viele Sekunden an Mindestreserven zwischen zwei Knotenpunkten eingehalten werden müssen – diese müssen im mathematischen Modell formuliert werden. Hat der Solver eine Lösung gefunden, wird diese an den Nutzer zurückgegeben, der nun einen Satz aktualisierter Züge erhält, bei denen viele kleinere Konflikte bereits eliminiert und möglicherweise auch grössere reduziert wurden – validiert durch die mikroskopische Simulation via MoD.

Das bedeutet einen erheblichen Produktivitätsschub, bei dem der Nutzer die makroskopische Viriato-Welt nie verlassen musste – obwohl er ein mikroskopisches Näherungsmodell erstellt, gelöst und validiert hat.

### **Von der Forschung in die Praxis**

Wie bei allen Projekten dieser Art ist es entscheidend, die Lösung im realen Einsatz mit echten Problemstellungen und Datenkonfigurationen zu testen. Der Conflict Resolver ist aus mehreren akademischen Forschungsprojekten hervorgegangen, unter anderem aus einer Veröffentlichung auf der ICROMA-Konferenz «RailDresden» in Zusammenarbeit mit der TU Dresden. Diese Arbeiten wurden von SMA-Fahrplanexperten getestet und zeigten das Potenzial des Ansatzes. Aktuell befindet sich der Conflict Resolver in der Industrialisierungsphase, in welcher der Algorithmus und die Methode mit standardisierten Softwareentwicklungsprozessen und auf der Algorithmus-Plattform von SMA innerhalb von Viriato neu umgesetzt werden, um den Anforderungen realer Projekte gerecht zu werden. Dabei fließen auch neue Erkenntnisse und Anforderungen aus der täglichen Arbeit der SMA-Berater in das Tool ein, sodass es nicht bei einem akademischen Experiment bleibt, sondern eine durch die industrielle Praxis gehärtete Software entsteht.

Consulting: Projektauswahl aus dem Jahr 2024



# Consulting: Projektauswahl aus dem Jahr 2024

## Unsere Geschäftsfelder

-  Angebot
-  Produktion
-  Betrieb
-  Kapazität
-  Nachfrage
-  Wettbewerbsverfahren

## DEUTSCHLAND



### **Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (StMB): Machbarkeitsstudie Programm «Bahnausbau Region München»**

Die Bayerische Staatsregierung hat 2018 das Programm «Bahnausbau Region München» auf den Weg gebracht, um

die Schieneninfrastruktur auszubauen und so den Schienenpersonennahverkehr und insbesondere die S-Bahn noch attraktiver zu machen. Die Machbarkeitsstudie war mit 26 zu untersuchenden Einzelmassnahmen (sogenannte U-Massnahmen) gestartet und konnte nun nach sechs Jahren abgeschlossen werden.

Das Programm war von vornherein transparent angelegt und wurde in Zusammenarbeit mit der DB InfraGO AG und weiteren wichtigen Akteuren entwickelt. In Arbeitsgruppen und Dialogforen erfolgte eine regelmässige Information der regionalen Vertreter und Fachstellen über die jeweils erreichten Sachstände. Vorschläge aus der Region und von Fachstellen wurden aufgegriffen

und im Rahmen der gutachterlichen Arbeiten bewertet. Letztendlich wurden 44 Massnahmen untersucht; als Folge davon verlängerte sich das Projekt von vier auf sechs Jahre. Mit Abschluss der Machbarkeitsstudien konnten die Gutachter 60 % der U-Massnahmen zur Weiterverfolgung empfehlen: 26 Massnahmen weisen entweder einen positiven Nutzen-Kosten-Indikator oder mindestens eine ausreichende Tragfähigkeit auf. Nur bei 10 Massnahmen (22 %) wurde eine negative gutachterliche Empfehlung ausgesprochen. Ein kleiner Teil der U-Massnahmen (18 %) wurde nicht untersucht oder liess sich nicht bewerten.

Der Freistaat will nun im Rahmen der zur Verfügung stehenden Haushalts-

mittel die positiv bewerteten Massnahmen weiter vorantreiben und die nächsten Planungsschritte mit der DB vereinbaren. Dabei sind die sich bereits in der Realisierung befindlichen Massnahmen und die zur Weiterverfolgung empfohlenen U-Massnahmen in eine sinnvolle und bewältigbare Reihenfolge zu bringen.



**Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (StMB): Machbarkeitsstudien «Ausbauprogramm S-Bahn Nürnberg»**

Die Machbarkeitsstudien des «Ausbauprogramms S-Bahn Nürnberg (AusbauNü)» beschreiben die Eckpunkte für eine mögliche zukünftige Gestaltung des Schienenpersonennahverkehrs, insbesondere der S-Bahn in der Region

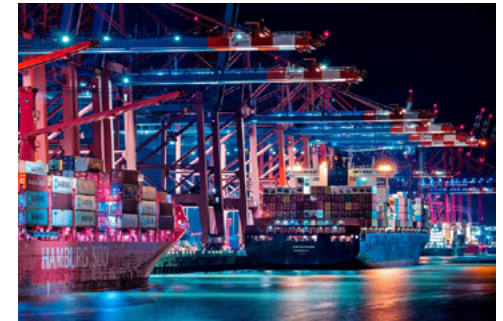
Nürnberg. Neben zahlreichen Massnahmen, die sich bereits in der konkreten Planung beziehungsweise in der Umsetzung befinden, werden im Rahmen des AuSbauNü aktuell weitere 38 Massnahmen auf ihren verkehrlichen Nutzen, die bautechnische Machbarkeit und die volkswirtschaftliche Darstellbarkeit untersucht. Diese Massnahmen wurden zuvor mit der Region abgestimmt. Es handelt sich dabei um neue S-Bahn-Haltestellen, neue S-Bahn-Linien, Angebotsausbauten, Elektrifizierungen, den Einsatz von Akku-Hybrid-Fahrzeugen sowie um Streckenausbauten. Die Beurteilung der Massnahmen erfolgt nach dem Verfahren der Standardisierten Bewertung. Die Veränderung der Nachfrage auf der Grundlage von bedarfsgerechten Angebotskonzepten zeigt im Verhältnis zu den Infrastruktur- und Betriebskosten auf, welche Massnahmen weiterverfolgt werden sollten.

Die ersten Ergebnisse wurden der Öffentlichkeit im Oktober 2024 in Nürnberg im Rahmen eines Dialogforums vorgestellt. Zahlreiche Massnahmen haben dabei ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von mindestens 1,0 erzielt. Dies ist die Voraussetzung, um für die spätere Umsetzung Fördermittel vom Bund zu erhalten.

Es werden folgende Massnahmen zur Weiterempfehlung empfohlen:

- Einführung einer S-Bahn nach Markt Erlbach im Halbstundentakt
- Einführung einer S-Bahn nach Cadolzburg im Halbstundentakt
- Gesamtkonzept Sektor West (gesamthafte Betrachtung mit S6 + Einführung von S-Bahnen nach Markt Erlbach und Cadolzburg)
- Einführung einer S-Bahn nach Gräfenberg im Halbstundentakt
- Einführung einer S-Bahn auf den Nürnberger Nordring im Halbstundentakt mit Verlängerung nach Gräfenberg
- Verlängerung der S-Bahn von Roth nach Hilpoltstein
- Neubaustrecke Hilpoltstein – Allersberg mit Verlängerung der S-Bahn von Allersberg nach Hilpoltstein

Weitere Massnahmen werden derzeit bearbeitet und zu einem späteren Zeitpunkt vorgestellt.



**Bundesministerium für Digitales und Verkehr: Studie zur Machbarkeit einer Westquerung der Elbe in Hamburg**

Zur Ergänzung bzw. Entlastung der bestehenden Eisenbahn-Elbquerung zwischen Hamburg-Harburg und Hamburg Hbf war es die Aufgabe einer Arbeitsgemeinschaft mit SMA und den Unternehmen Tutech Innovation GmbH, der Obermeyer Infrastruktur GmbH, Intraplan Consult GmbH und TTS TRIMODE Transport Solutions GmbH eine neue Querung im westlichen Stadtgebiet zu untersuchen.

Im Rahmen der Studie entstanden 14 Grobvarianten mit unterschiedlichen Annahmen zur Verkehrsart und zur Linienführung. Mit den Erkenntnissen aus der Bewertung dieser Grobvarianten liessen sich zwei Vertiefungsvarianten

identifizieren. Sie zeigen, dass der als Bezugsfall herangezogene Zielfahrplan Deutschlandtakt mit dem darin vorgesehenen Fern- und Regionalverkehrsangebot bereits die derzeit prognostizierte Nachfrage, die sich auf den Hamburger Hauptbahnhof fokussiert, befriedigen. Auch im Güterverkehr kann mit den im Zielfahrplan Deutschlandtakt geplanten Kapazitäten die prognostizierte Nachfrage abgedeckt werden.

Das mit der zusätzlichen westlichen Elbquerung mögliche ergänzende Angebot generiert einen nennenswerten verkehrlichen Nutzen. Insbesondere im Nahverkehr ergibt sich mit einem neuen S-Bahn-Angebot und zusätzlichen Haltepunkten eine Steigerung der Fahrgastzahlen. Die hohen Erstellungskosten einer neuen Westquerung von je nach Variante 3,2 bis 5,0 Mrd. € können allerdings bei Weitem nicht gerechtfertigt werden. Die Investitionen übersteigen den realisierbaren Nutzen deutlich: Beide Varianten weisen nach Bundesverkehrswegeplan-Methodik ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 0,3 auf. Es ist nicht zu erwarten, dass mit Optimierungsschritten (z. B. geändertes Angebot, reduzierte Investitionskosten) ein Nutzen-Kosten-Verhältnis grösser als 1,0

erreicht werden kann, welches die Voraussetzung zur Finanzierung durch den Bund darstellt.

Die untersuchte zusätzliche Verkehrsachse, deren Fokus nicht auf die Stärkung der grössten Verkehrsbeziehungen ausgerichtet ist, ist damit wirtschaftlich nicht abbildbar. Daraus ziehen die Gutachter den Schluss, dass sich eine weitere Vertiefung dieser Westquerung der Elbe in Hamburg nicht empfiehlt, solange sich die Randbedingungen wie z. B. die Verkehrsprognose oder die Siedlungsentwicklung nicht massgeblich ändern.



**Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz Saarland (MUKMAV):  
Machbarkeitsstudie zur Reaktivierung von Schienenstrecken für den Personenverkehr im Saarland**

Die Weiterentwicklung des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) im Saarland ist ein wesentlicher Bestandteil des Verkehrsentwicklungsplanes ÖPNV Saarland. Dieser beinhaltet den Ausbau des vorhandenen Regionalbahnnetzes zu einem S-Bahn-Netz, die Reaktivierung vorhandener Schienenstrecken und Verkehrsstationen für den Personennahverkehr sowie auch den gesamthaften bzw. teilweisen Neubau von Schienenstrecken und Verkehrsstationen für den SPNV.

SMA hat in einer Arbeitsgemeinschaft mit der Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH und ZIV – Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH eine qualifizierte Machbarkeitsstudie einschliesslich einer Nutzen-Kosten-Untersuchung für die Reaktivierung von Schienenstrecken und deren Integration in das Gesamtsystem für den Personennahverkehr im Saarland erstellt. Es handelt sich dabei um folgende 5 Strecken:

- «Rosseltalbahn» (Saarbrücken – Grossrosseln)
- «Bisttalbahn» (Saarbrücken/Völklingen – Überherrn)
- ehem. «Merzig-Büschfelder-Eisenbahn» (Merzig – Niederlosheim)
- «Primstalbahn» (Dillingen/Saarlouis – Lebach-Jabach/Wadern)
- «Blisttalbahn» (Homburg – Blieskastel)

Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung wurden die nachfolgenden Inhalte betrachtet:

- Bestandsanalyse
- Ausarbeitung von möglichen Betriebskonzepten

- Ermittlung der erforderlichen Infrastruktur inklusive Kostenschätzung
- Berechnung der Verkehrsnachfrage mit Verlagerungseffekten
- Berechnung des zu erwartenden Nutzen-Kosten-Indikators nach der Methode der Standardisierten Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs (Version 2016+)

Die Arbeiten von SMA innerhalb der Arbeitsgemeinschaft lagen in der Erstellung von Betriebskonzepten für mehrere Planfälle je Strecke inkl. Buskonzept. Die Untersuchungen wurden eng mit dem MUKMAV sowie einem projektbegleitenden Arbeitskreis abgestimmt. Für vier der fünf Strecken konnte ein positiver Nutzen-Kosten-Indikator grösser 1,0 ermittelt werden, wodurch eine Förderfähigkeit für deren Umsetzung gegeben ist.



### **Beratung KC ITF NRW und Aufgabenträger Nordrhein Westfalen**

Auch im Jahr 2024 hat SMA das KC ITF NRW sowie die drei SPNV-Aufgabenträger in NRW (go.Rheinland, VRR und NWL) bei der Weiterentwicklung des integralen Taktfahrplans des Landes NRW begleitet. Bei der Unterstützung des KC ITF NRW bildete SMA dabei eine Arbeitsgemeinschaft mit der Quattron GmbH (ehem. VIA Consulting & Development GmbH) aus Aachen.

Die Schwerpunkte für das KC ITF NRW lagen im Jahr 2024 unter anderem bei der Erstellung eines robusten Fahrplan-konzepts durch die Entwicklung qualitätsfördernder Massnahmen hinsichtlich fehlender Ressourcen bei der Personal- und Infrastrukturverfügbarkeit. Für die Sicherstellung einer langfristig verbes-

serten Betriebsqualität bei der Zielnetzplanung hat SMA die Fahrplanrobustheitsprüfung für das Zielnetz NRW 2040, welche durch die DB InfraGO AG bis voraussichtlich Ende 2025 durchgeführt wird, begleitet.

Für einen Horizont in den 2030er Jahren wurden zudem eine mögliche Nachnutzung der heutigen Werksbahnen im Rheinischen Braunkohlerevier für den überregionalen Schienengüter- sowie Regionalverkehr untersucht und betriebliche Vor- und Nachteile unterschiedlicher Anschlussstellen an das Bestandsnetz herausgearbeitet.

Im Auftrag der Aufgabenträger in NRW hat SMA verschiedene Studien zur betrieblichen Machbarkeit von Reaktivierungsstrecken im SPNV erstellt (z.B. Recke – Rheine, ehem. Moerser Kreisbahn, Wiehltalbahn).

Im Bereich von go.Rheinland lag ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten bei der Begleitung der Detailplanung und Weiterentwicklung der S-Bahn Rheinland sowie der Betrachtung möglicher Abstellstandorte für die Fahrzeuge des zukünftigen S-Bahn-Netzes. Darüber hinaus wurden Untersuchungen für eine

stufenweise Inbetriebnahme der geplanten Infrastrukturausbauten auf der Linken Rheinstrecke und der Eifelstrecke durchgeführt.

In den Studien für den VRR stand das zukünftige S-Bahn-Netz in Düsseldorf im Mittelpunkt. In Abhängigkeit der Inbetriebnahme geplanter Infrastrukturausbauten wurden Konzepte zur schrittweisen Taktverdichtung auf einen 15'-Takt entwickelt, die aufwärtskompatibel umgesetzt werden können.

Die Ergebnisse der Arbeiten in NRW sind in Arbeitskreisen und Gremien vorgestellt und diskutiert worden. Ergänzt wurden die Arbeiten mit dem jährlichen Monitoring des Leistungsvolumens und der Fortschreibung der aktuellen Netzgrafik.

Die Arbeiten werden auch im laufenden Jahr fortgeführt.



### **Bayerische Eisenbahngesellschaft (BEG): Untersuchung zu den technischen Voraussetzungen eines Einsatzes von Akkuhybridfahrzeugen im Allgäu**

Bis 2040 möchte der Freistaat Bayern den Einsatz von Diesel-fahrzeugen im bayerischen Schienenpersonennahverkehr (SPNV) beenden. Da davon auszugehen ist, dass bis dahin eine vollständige Elektrifizierung des Schienennetzes nicht umsetzbar ist, setzt dies den Einsatz von alternativen Antriebstechnologien voraus. Im Auftrag der Bayerischen Eisenbahngesellschaft (BEG) hat eine Arbeitsgemeinschaft aus Enotrac AG, SMA und Partner AG und Hynes GmbH geprüft, wie bislang dieselbetriebene SPNV-Linien in Schwaben und im westlichen Oberbayern auf lokal emissionsfreie Antriebe umgestellt werden können. Ziel war die Erarbeitung

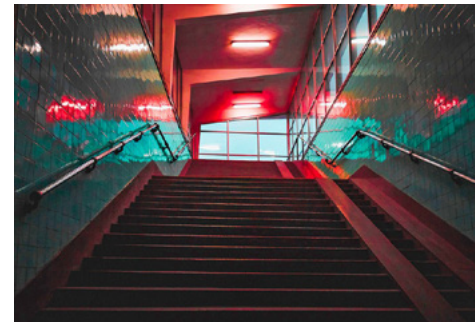
eines Konzeptes, welches einen klimaneutralen und robusten Betrieb im SPNV garantiert.

In einem ersten Schritt wurden dabei durch SMA die Mustertakte definiert und eine Netzgrafik erstellt. Auf Basis der von der BEG vorgegeben Kapazitäten wurde als Grundlage für die weiteren Schritte zahlreiche Umlaufpläne erstellt.

Anschließend wurde durch Enotrac und Hynes GmbH ein Energieversorgungskonzept entwickelt, welches einen robusten Betrieb mit Akkuhybridfahrzeugen ermöglicht, und gleichzeitig die für den Einsatz eines trimodalen Wasserstoff-Akkuhybridfahrzeugs erforderliche H2-Infrastruktur ableitet. Dabei wurde unter anderem die generelle Umsetzbarkeit, die zu erwartenden Kosten sowie ein möglicher Zeitplan zur Umsetzung untersucht und bewertet.

Das Gutachten hat gezeigt, dass ein zusätzlicher Wasserstoff-Antrieb bei den Neigetech-Fahrzeugen sehr aufwändig und mit hohen Risiken behaftet wäre. Die neuen Neigetech-Züge sollen daher als reine Akku-Fahrzeuge beschafft werden und an Stelle der Brennstoffzelle leistungs-

fähigere Akkus erhalten. Damit müssen nicht alle im Gutachten vorgeschlagenen Infrastrukturausbauten realisiert werden. Der Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur sowie einige Teilelektrifizierungen können daher entfallen.



### **Bundesministerium für Digitales und Verkehr: Fortschreibung Zielfahrplan Deutschlandtakt / Strategischer Umsetzungsplan**

Der Deutschlandtakt ist die Leitstrategie des Bundes für ein leistungsfähiges, zuverlässiges und attraktives Schienennetz der Zukunft. Der Zielfahrplan Deutschlandtakt zeigt auf, welche Verkehrsangebote langfristig erreicht werden sollen und welche Infrastrukturen es dafür benötigt. Mit dem Deutschlandtakt sollen die Angebote im Schienenpersonenverkehr

(SPV) besser aufeinander abgestimmt, Umsteige- sowie Fahrzeiten gesenkt und ausreichende Kapazitäten für den Schienengüterverkehr (SGV) mit kurzer Transportzeit geschaffen werden. Im Ergebnis steht ein deutschlandweit abgestimmter Taktfahrplan mit attraktiven, systematisch im Taktgefüge eingeplanten Trassen für den prognostizierten SGV als strategische Grundlage zur Infrastrukturentwicklung zur Verfügung. Auf dieser Basis werden die erforderlichen Aus- und Neubaumaßnahmen für das Schienennetz fahrplanbasiert abgeleitet.

SMA begleitet die Arbeiten zum Zielfahrplan Deutschlandtakt sowohl im Rahmen der Fortschreibung als auch im Rahmen des Strategischen Umsetzungsplanes des Deutschlandtakts (Etap pierung).

Wesentliche Aufgabenstellung der Fortschreibung des Zielfahrplans Deutschlandtakt ist die Anpassung des vorliegenden Zielfahrplans an die neue Verkehrsprognose 2040. Hierbei wird aufgezeigt, welcher Änderungsbedarf sich an dem hinterlegten Angebots- und Infrastrukturkonzept aufgrund der zukünftigen Verkehrsentwicklung ergibt

und wie der Zielfahrplan an die neuen verkehrlichen Entwicklungen angepasst wird. Bei dieser Weiterentwicklung des Zielfahrplans sind zudem zwischenzeitlich fortgeschriebene Nahverkehrskonzepte der Länder ebenso wie politische Zielsetzungen sowie die Massnahmen des Investitionsgesetz Kohleregionen (InvKG) zu berücksichtigen. Die Arbeiten zur Fortschreibung des Zielfahrplanes werden 2025 abgeschlossen sein.

Um den Zielfahrplan stufenweise umsetzen zu können und alle Stakeholder auf diesem Weg verbindlich einzubinden, wird parallel der Strategische Umsetzungsplan für den Deutschlandtakt erarbeitet. Dieser Umsetzungsplan setzt sich aus Angebotskonzepten für mittel- und langfristige Horizonte inkl. der korrespondierenden priorisierten Infrastruktursets sowie einem Standardprozess für das Zusammenspiel aller Umsetzungselemente der schienen-seitigen Bundesverkehrswegeplanung zusammen, die im Zusammenhang mit dem Zielfahrplan Deutschlandtakt stehen. Im Ergebnis liegen Ausbauschritte der Infrastruktur vor. Die Arbeiten zum Strategischen Umsetzungsplan erfolgen gemeinsam mit den Unternehmen ifok, Intraplan Consult GmbH sowie

tts trimode GmbH.  
Die Arbeiten werden 2025 fortgesetzt.



#### **DB InfraGO AG: KaZu Novum – Erstellung mKoK 2026/28**

Die DB InfraGO AG verfolgt im Rahmen des Projekts KaZu Novum (Kapazitätsplanung und -zuweisung der Zukunft) die Erarbeitung von kohärenten Zwischenschritten in Richtung des Zielfahrplanes Deutschlandtakt in einem branchenweiten transparenten Planungsprozess.

Zur Umsetzung einer möglichst optimierten Kapazitätsplanung und -zuweisung unter einer verkehrsartengerechten Kapazitätsverteilung für die drei Verkehrsarten Fern-, Nah- und Güterverkehr ist zusammen mit dem Markt in

den letzten Jahren ein hierarchischer Planungsansatz entwickelt worden. Das Vorgehen wird im laufenden Projekt für das mKoK 2026/28 auf den Fahrplanhorizont 2026/28 übertragen.

Mit der Inbetriebnahme des neuen Tiefbahnhofs Stuttgart 21 sowie weiterer Infrastrukturelemente im deutschen Eisenbahnnetz werden substantielle Angebotsanpassungen mit Auswirkungen auf das gesamte bundesdeutsche Bahnnetz ausgelöst. Aufgrund dieser grundlegenden Änderungen des Verkehrsangebots wird für die Fahrplanjahre 2026/28 das mittelfristige Konzept für eine optimierte Kapazitätsnutzung (mKoK) aktualisiert und neu erstellt. Hierbei besteht die Aufgabe von SMA darin, die DB InfraGO AG bei der internen Ausarbeitung unter Berücksichtigung des Verkehrsartenmix fahrplantechnisch und prozessual im Rahmen des Stakeholdermanagements zu unterstützen und die Angebotsstruktur des Zielfahrplans Deutschlandtakt zu etappieren.

Technisch erfolgen die Arbeiten in enger Zusammenarbeit mit der DB InfraGO AG unter Nutzung von makroskopischen und mikroskopischen Fahrplantools,

die durch Viriato MoD in Kombination mit LaaS unter Beachtung der DB-Konstruktionsregeln in Bezug auf die Pufferzeiten, Übergangszeiten, Regelzuschläge und Bauzuschläge umgesetzt werden. Seit 2016 hat SMA das Konzept Microscopy on Demand (MoD) entwickelt, das die Software Viriato um den Zugriff auf mikroskopische Services ergänzt, denen in diesem Anwendungsfall das Spurplan-Modell zu Grunde liegt. Das Verfahren MoD verkürzt den Zeitaufwand der mikroskopischen Validierung deutlich gegenüber der bisherigen Methode, die makroskopische Planung vollständig in mikroskopische Modelle zu übertragen und dort zu überprüfen, weil zeitaufwändige und fehleranfällige Systembrüche vermieden werden.



### **DB Regio AG: Alternative Konzepte S-Bahn Stuttgart**

Im Rahmen des Ausbaus des digitalen Knotens Stuttgart (DKS) muss die gesamte Fahrzeugflotte der S-Bahn Stuttgart (SBS) in einem definierten Zeitraum auf ETCS umgerüstet werden. Dadurch wird der für das Fahrplanangebot verfügbare Fahrzeugbestand reduziert. Nach der Umrüstung sind die umgerüsteten Fahrzeuge nicht mehr mit der noch nicht umgerüsteten Bestandsflotte kuppelbar.

SMA hat auf dieser Basis bis zu 30 unterschiedliche Szenarien für das S-Bahn-Netz entwickelt, die unterschiedliche Ausprägungen aufzeigen, etwa durch Anpassungen im Angebot, in der Linienführung sowie mit gezielter Anpassung der Bespannung. Mit einer

Kombination von Varianten lassen sich je nach Szenario in Abhängigkeit der gewählten Variantenkombination unterschiedlich viele Fahrzeuge einsparen.

Schliesslich hat SMA den zeitlichen Verlauf von notwendigen und verfügbaren ET der verschiedenen Teilflotten bzw. der Gesamtzahl verfügbarer Triebzüge in Monatsschritten zusammengestellt, damit ein ggf. eintretender Minderbestand erkannt werden kann.



### **DB InfraGO AG: Verkehrskonzept HLK Nürnberg – Regensburg – Passau**

Für das Jahr 2026 ist die Sanierung des Hochleistungskorridors Nürnberg–Regensburg–Passau vorgesehen. Sie soll in bis zu fünf verschiedenen Etappen erfolgen. Während der Dauer sollen

unterschiedliche Sperrzustände der Strecke umgesetzt werden. Die Strecke Nürnberg–Regensburg–Passau als hochbelasteter Korridor trägt die Hauptlast des Güterverkehrs in der Relation Nordseehäfen–Österreich–Südosteuropa. Darüber hinaus ist die Strecke, je nach Abschnitt in unterschiedlicher Intensität, mit Nah- und Fernverkehr hoch ausgelastet. Während viele andere Hochleistungskorridore leistungsfähige, nahezu parallele Umleitungsstrecken in unmittelbarer Nähe aufweisen, bestehen für die Strecke Nürnberg–Regensburg–Passau nur Umleitungsstrecken, die eher weit entfernt sind, im benachbarten Ausland liegen, eingleisig sind oder nicht elektrifiziert sind. SMA hat die DB InfraGO AG einerseits bei der Evaluierung von geeigneten Umleitungsstrecken sowie andererseits bei der Ausplanung von Betriebskonzepten für die Umleiterverkehre unterstützt.

Hierbei wurden durch SMA nach der Definition geeigneter Umleitungsstrecken die entsprechenden engpassbestimmenden Elemente identifiziert. Für den Güterverkehr wurden dabei auch die Restriktionen bezüglich der Länge und Masse der Züge aufgezeigt. Neben Umleitungen im Netz der DB InfraGO AG

wurden auch internationale Laufwege in die Betrachtungen einbezogen.

Die Ausplanung auf den Umleitungskorridoren erfolgte auf Basis der Zielstellung, einen maximalen Kapazitätsausnutzung für den Güterverkehr unter Berücksichtigung von Geschwindigkeitsharmonisierungen beim Fernverkehr mit dem Ziel das erwartete Verkehrsaufkommen so umfangreich wie möglich auf den Umleitungsstrecken abzubilden.



**Eisenbahnverkehrsunternehmen: Überprüfung der Fahrzeugumlaufplanung** SMA hat im Berichtsjahr gleich in mehreren SPNV-Vergabeverfahren die Überprüfung der von den Bietern selbst erstellten Fahrzeugumlaufplanung durchgeführt.

In einer sehr knapp bemessenen Projektlaufzeit ging es jeweils darum, die vom Bieter übergebene Umlaufplanung auf Passfähigkeit zu den Verdingungsunterlagen, die konzeptionelle Richtigkeit und auf innovative Ansätze zu überprüfen. In den meisten Fällen konnte SMA die Umlaufplanung bestätigen, was dem Bieter auf dem Weg zur Abgabe seines Angebots half. Darüber hinaus hat die Arbeit von SMA in Details auch mögliche Optimierungsansätze aufgezeigt oder diese aus der Sicht anderer möglicher Bieter hinterfragt.

SMA hat die Überprüfung der Umlaufplanung mit dem Viriato-Modul Umlaufplanung durchgeführt, das für diese konzeptionellen Arbeiten massgeschneidert ist. Für ausgewählte Musterverkehrstage liefert es schnell Aussagen zu allen relevanten Umlaufdaten.

## TSSCHECHISCHE REPUBLIK



### **Správa železnic – Tschechischer Eisenbahninfrastrukturmanager / Mott MacDonald CZ: Machbarkeitsstudie für den Knoten Prag**

Nach drei Jahren umfassender Entwicklungsarbeit wurde die Machbarkeitsstudie für den Knoten Prag im Jahr 2024 abgeschlossen. Das letzte Jahr der Studie war geprägt von der Auswahl und Optimierung der bevorzugten Option – ein Prozess, der einerseits die Zustimmung und Unterstützung aller relevanten Interessengruppen und andererseits eine akzeptable technische und wirtschaftliche Lösung erforderte. Zusätzliche S-Bahn-Stationen im (und teilweise auch unter dem) Stadtzentrum wurden in die Lösung für beide S-Bahn-Stammstrecken einbezogen, wodurch

die Erreichbarkeit mehrerer zentraler Standorte und öffentlicher Verkehrslinien verbessert wurde. Die optimierte und somit breit unterstützte Option wurde aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht positiv bewertet und erfüllte eine wichtige Voraussetzung für die Genehmigung des Projekts durch das Verkehrsministerium.

Die Ergebnisse der Studie wurden auch von mehreren externen Experten und Institutionen geprüft. Die Studie schuf eine solide strategische Grundlage für die bevorstehende Entwicklung des Prager Eisenbahnknotens und damit für die Stadt Prag selbst. Die Erweiterung des Prager Verkehrsnetzes um zwei S-Bahn-Tunnel hat das Potenzial, die Verkehrsmuster und die städtische Struktur der Stadt und ihrer Umgebung zu revolutionieren. Insgesamt werden mehr als 80 km Schienenstrecken, einschliesslich zahlreicher Bahnhöfe, umgebaut, um den entwickelten systematischen Zielfahrplan zu ermöglichen.

Ein entscheidender Erfolgsfaktor der Studie war der häufige Austausch zwischen allen Beteiligten, darunter die Stadt Prag, die Region Mittelböhmen,

das Verkehrsministerium, der Infrastrukturbetreiber und der Verband der Güterverkehrsunternehmen. SMA trug als Mitglied eines Konsortiums aus fünf Unternehmen zur Studie bei.

## ÖSTERREICH



### ÖBB-Personenverkehr AG: Bau- fahrplan-Konzepte in vordefinierten Mustern

Die Bereitstellung von Ressourcen für Schienenersatzverkehre (SEV) aufgrund von Baustellen wird zunehmend schwieriger, da die Zahl der Baustellen zunimmt und die Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl Busse und des Fahrpersonals abnimmt bzw. nicht in diesem Masse mitwächst. Mittels Standardisierung von Abweichungsfahrplänen soll der Planungsprozess beschleunigt und eine frühere Abstimmung zwischen Baustellen, Fahrplan und SEV-Ressourcen stattfinden.

Der erste Schritt umfasste die Aufbereitung von SEV-Schablonen für

vordefinierte Abschnitte für ganz Österreich durch eine Kombination von Fahrplan-, Nachfrage-, und SEV-Daten. Im zweiten Schritt erfolgte die Anwendung dieser Schablonen-Datenbank auf die tatsächlich geplanten Baustellen zur Abschätzung des Busbedarfs pro Baustelle und aggregiert pro Region bzw. bundesweit. In einem dritten Schritt galt es, die Ergebnisse mit den Erfahrungen der regionalen Planer der ÖBB-Personenverkehr AG und der ÖBB Postbus AG zu überprüfen und zu verbessern.

Mit der Anwendung des Schablonen-Verfahrens auf die in den Jahren 2025 und 2026 geplanten Baustellen konnte der Busbedarf österreichweit abgeschätzt werden. Die Auswertungen zeigen sowohl einen Sockelbedarf an SEV-Bussen, den mittleren Busbedarf als auch Spitzenbedarfe. Diese Angaben können nun dazu genutzt werden, die Vorhaltung an eigenen Ressourcen zu dimensionieren und den Bedarf an Dritt-Ressourcen frühzeitig mit den Partnern abzustimmen.

Darüber hinaus bietet sich durch die Visualisierung des Busbedarfs pro Baustelle im Zeitverlauf die Möglichkeit, ungünstige Überlagerungen gleichzeitiger Baustellen zu identifizieren und nach Möglichkeit in der Koordination mit dem Infrastrukturbetreiber auf eine zeitliche Staffelung von Baustellen hinzuwirken.



### Schiene OOE: Betriebliche und konzeptionelle Beratungsleistungen

Der Grundgedanke der Regional-Stadt-Bahn Linz ist die Verbindung des Stadtumlandes mit der Innenstadt von Linz mit schnellen, attraktiven und umsteigefreien Verbindungen nach dem «Karlsruher Modell». Das Streckennetz besteht aus rund 27 km Neubaustrecke, die in der Region Linz die Bestandsstrecken der Linzer Lokalbahn und der

Mühlkreisbahn nach Aigen-Schlägl zu einem durchgehenden Netz ergänzen. Es umfasst im Endzustand – abhängig von den Grenzen des S-Bahn-Betriebs – eine Länge von rund 80 km. Die Beschaffung von dafür geeigneten Tram-Train-Fahrzeugen ist bereits angestossen.

Ziel der Untersuchung ist die Beantwortung von konzeptionell-betrieblichen Fragestellungen zur Konkretisierung des vorliegenden Projektstandes. Basis dazu ist die vom Auftraggeber übergebene Angebotskonzeption. Die dort dargestellten Linien weisen demnach auf den Aussenästen eine Taktfrequenz bis zu einem 15-Minuten-Takt auf, die sich in der Innenstadt zu einem 5-Minuten-Takt überlagern sollen.

Aufbauend auf einer Analyse der bisher vorliegenden Planungen für die RSB Linz hat SMA für die Schiene OÖ GmbH & Co zunächst die fahrplantechnischen Elemente wie Fahrzeiten, Haltezeiten, Zugfolge- bzw. Trennzeiten bzw. der bisherigen Planungsparameter konkretisiert. Auf dieser Basis sind die infrastrukturellen Voraussetzungen wie zweigleisige Abschnitte, Kreuzungsbahnhöfe, Abzweigstellen, Überleit-

stellen, gleistopologische Gestaltung von Nahverkehrsknoten fahrplanbasiert abgeleitet worden.

Die folgenden Arbeitsschritte umfassen die Ausplanung von 24h-Fahrplänen, die Berechnung der Umläufe und der Zugkilometer, die Ableitung betriebsnaher Systemelemente wie geeignete Werkstattstandorte oder Abstellanlagen, Ausplanung von zwei Zwischenstufenkonzepten inkl. Berechnung des Fahrzeugbedarfs sowie die Betrachtung von Störfallkonzepten.

Die Arbeiten werden 2025 abgeschlossen.

## NIEDERLANDE



### **Provinzen Groningen, Friesland, Drenthe und Overijssel: Deltaplan Nord-Niederlande – Verbesserung des bestehenden Schienennetzes**

Das Entwicklungsprogramm Deltaplan Nördliche Niederlande enthält drei Projekte für die Verbesserung des ÖV-Systems; die Neubaustrecke «Lelylijn» (Amsterdam–Groningen), die Reaktivierung und teilweiser Neubau der «Nedersaksenlijn» (Groningen–Hengelo) und den Ausbau des bestehenden Schienennetzes.

Im Rahmen des Programms «Ausbau des Bestandsnetzes» hat das Projektteam des Deltaplans in Zusammenarbeit mit verschiedenen Interessengruppen mehrere Linienführungen definiert, um

das allgemeine Entwicklungsziel zu erreichen. Die Linienführungen unterscheiden sich insbesondere in der Fertigstellung von zwei strukturierenden Infrastrukturprojekten: Die Lelylijn und die Nedersachsenlijn.

SMA hat diese Linienführungen in minutengenaue Fahrplankonzepte überführt:

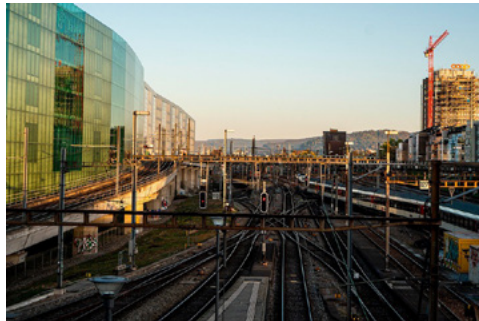
- Definition der funktionalen Anforderungen an die Infrastrukturmassnahmen, die für die vorgeschlagenen Linienführungen erforderlich sind, insbesondere durch Gleispläne.
- Bewertung der Qualität des erreichten Fahrplanangebots in Bezug auf Reisezeiten, Umsteigezeiten, Frequenzen usw. Ein Fahrplanexport hat eine Bewertung der Verkehrsnachfrage ermöglicht.
- Ermittlung der Rollmaterialmenge, die ein Verkehrsunternehmen benötigt, um den Fahrplan zu produzieren. Dies ist ein wichtiger Input für die Berechnung der Betriebskosten und der erforderlichen Abstellkapazitäten.

SMA hat in enger Abstimmung mit den Auftraggebern und ProRail die Ausgangslage unter Berücksichtigung anderer

Projekte (Lelylijn, Nedersachsenlijn, Wunderline Groningen–Bremen) sowie die Planungsparameter definiert, sodass die Studie auch im Hinblick auf andere Studien oder Entwicklungen vergleichbar oder aufwärtskompatibel ist.

Dank der Studie ist ein breites Bild erstanden, so dass die unterschiedlichen Möglichkeiten für jede Linie deutlich werden: Verschiedene Angebotsziele und Fahrplanstrukturen verlangen unterschiedlichen Infrastrukturmassnahmen. Die Ergebnisse bilden die Basis für zahlreiche Folgestudien: Machbarkeit und Kosten der Massnahmen, Nachfragepotenzial, Erreichbarkeit, Entwicklungs-KPIs.

## SCHWEIZ



### SBB-Infrastruktur: Vorstudie

**Kapazitätsausbau Knoten Basel** Im Rahmen der Vorbereitung der Botschaft 2026 an das Bundesparlament zum Bahnausbau im STEP-Prozess haben die SBB im Auftrag des Bundesamts für Verkehr (BAV) die Vorstudie Kapazitätsausbau Knoten Basel (VKKB) erarbeitet. Diese dient dazu, gesicherte Erkenntnisse und Grundlagen für den Entscheidungsprozess und die weitere Projektierung der Infrastruktur im Knoten Basel zu erhalten. Die Studie umfasst dabei folgende Projekte: Das sogenannte Herzstück mit den neuen Haltestellen Basel Mitte und Basel Klybeck, die Bahnhöfe Basel SBB mit Tiefbahnhof, Basel Bad Bf mit oder ohne Tiefbahnhof und Basel St. Johann inkl. der dazu-

gehörigen Streckenausbauten. Diese Infrastruktur-Projekte wurden zuvor in der Studie «Konfiguration Knoten Basel» als zielführend für die optimale langfristige Weiterentwicklung des Angebots ermittelt.

SMA hat die SBB in diesen Arbeiten in verschiedenen Bereichen unterstützt. Dazu gehörte insbesondere die Gewährung der verkehrlichen Anforderungen, unter anderem durch Überprüfung der betrieblichen Auswirkungen von Anpassungen an der Infrastrukturtopologie. Ein weiteres zentrales Element war die Erarbeitung einer Realisierungsabfolge, welche eine sinnvolle verkehrliche Entwicklung unter Berücksichtigung der baulichen Erfordernisse ermöglicht. Ausserdem erfolgten Arbeiten zur Sicherstellung einer effizienten Bahnproduktion im Zielzustand und in den Zwischenhorizonten, welche ein für den Betrieb im Knoten Basel zentraler Aspekt darstellt. Schliesslich waren die Systemgrenzen zu vertiefen, deren Beherrschung für das Funktionieren der grenzüberschreitenden Verkehre (insbesondere der trinationalen S-Bahn Basel) entscheidend ist.

Auf Basis dieser Vorstudie können nun, je nach Prioritäten und Kundennutzen, Vorprojekte resp. weitere Vorstudien für einzelne Elemente gestartet werden.



### Agglo Basel: Abstell- und Serviceanlagen trinationale S-Bahn Basel

Die trinationale Region Basel (Schweiz, Deutschland, Frankreich) beabsichtigt, die S-Bahn zu einem leistungsfähigen System mit dichteren Takten und Durchmesserlinien auszubauen.

Auf Grund des Mehrbedarfs an Rollmaterial werden im Netz der trinationalen S-Bahn Basel zusätzliche Kapazitäten bei den Service- und Abstellanlagen nötig. Eine frühzeitige Abstimmung zwischen allen involvierten Stellen sowie die Sicherung der Flächen für die Anlagen

sind wichtige Faktoren für die erfolgreiche und zeitgerechte Umsetzung der Entwicklung der S-Bahn. SMA hat für AggloBasel die entsprechenden Grundlagen erarbeitet.

Zunächst hat SMA Flottenkonzepte, mit unterschiedlichen Ansätzen wie einer Einheitsflotte oder einer Differenzierung nach Kompositionslänge und Länderkompatibilität, entwickelt und bezüglich Angebot und Betrieb beurteilt. Im Weiteren beeinflussen das Betriebskonzept (Betriebszeiten, Zuglängen in Abhängigkeit der Nachfragegangline), das Unterhaltskonzept (Periodizität und Dauer von Unterhaltsaufgaben wie betriebsnahe Instandhaltung, schwerer Unterhalt, Aussen-/Innenreinigung etc.) und die Standortanzahl den künftigen Anlagenbedarf. Aus diesen Einflussgrössen wurde schliesslich der Bedarf für die Unterhaltsinfrastruktur und die erforderlichen Abstellgleise ermittelt.

In einer Vertiefung ausgewählter Standorte (gemäss Ergebnissen einer separaten raumplanerischen und umweltseitigen Untersuchung) hat SMA darauf aufbauend die fahrplantechnische Machbarkeit (Streckenkapazität für Fahrzeugzu- und Fahrzeugwegführung)

und die Wirtschaftlichkeit (Minimierung von Leerfahrten, Ausschöpfen von Skaleneffekten und Synergien) untersucht.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen erfolgte eine Gesamtevaluation für die weiterzuverfolgenden Standorte.



### **BAV: Stabstelle zur Botschaft 2026 – Angebots- und Infrastrukturplanung**

Das Angebotskonzept zum Ausbauschnitt (AS) 2035 der Bahninfrastruktur im Rahmen des STEP-Prozesses wird aktuell in der Vorbereitung der Botschaft 2026 ans Parlament in einer Konsolidierung überarbeitet, da sich wichtige Grundlagen, insbesondere der Entscheidung der SBB, auf die Wankkompensation im Fernverkehrsrollmaterial zu verzichten,

geändert haben. Ergänzend werden in der Botschaft 2026 erste Elemente von langfristigen Grossprojekten gemäss Bundesbeschluss zum AS 2035 geprüft. Hinzu kommen neue Erkenntnisse zu absehbaren Robustheitsproblemen, welche die SBB mit Anpassung von Mindestfahr-, Halte- und Umsteigezeiten sowie Wendezeiten und Reserveverteilung verbessern will. Weiterer Handlungsbedarf besteht bezüglich der Erreichbarkeit von Güterverkehrsanlagen und der Herstellung der Produzierbarkeit des Angebots.

SMA unterstützt das BAV im Rahmen der Stabstelle im Bereich Fachsupport – Angebots- und Infrastrukturplanung. Dazu gehört eine breite Palette von Aufgabenbereichen. U.a. begleitet, plausibilisiert und überprüft SMA die Angebots-, Infrastruktur- sowie Betriebskonzepte im Bahnverkehr, welche von den Infrastrukturbetreibern erarbeitet werden. Daneben schlägt SMA Ansätze für Optimierungen im Gesamtsystem Bahn vor und führt Einschätzungen zur Angebotsqualität, z.B. mittels Reisezeitanalysen, durch. Für spezifische Fragestellungen erarbeitet SMA die konkreten Angebots- und Infrastrukturkonzepte. Dies betrifft z.B. Bewertungs-

grundlagen und insbesondere die zahlreichen meterspurigen Privatbahnen, für welche die Transportketten im Übergang zur Normalspur sicherzustellen sind. Schliesslich unterstützt SMA die Arbeitsgruppen fachlich und organisatorisch.



### **Überprüfung und Aktualisierung öV-Strategie Kanton Nidwalden 2025 – 2028**

Der Kanton Nidwalden überprüft alle 4 Jahre eine öV-Strategie, welche den strategischen Rahmen für die Entwicklung des öV-Angebots nach Kriterien der Wirtschaftlichkeit, der Nachfrage und der Angebotsqualität aufzeigt. Als rechtliche Grundlage für die Umsetzung der öV-Strategie dient des Gesetzes über die Förderung des öffentlichen Verkehrs (ÖVG).

Das ÖVG sieht vor, die Wirtschaftlichkeit und Nachfrage jeder einzelnen Linie jährlich zu überprüfen. Erreicht der Kostendeckungsgrad und die Angebots-effizienz einer Linie zweimal nacheinander innerhalb von 4 Jahren die vorgegebenen Schwellenwerte nicht, so hat der Kanton diese zu überprüfen.

Die Herausforderungen für den öffentlichen Verkehr im Kanton Nidwalden bestehen einerseits in der hohen Nachfrage und der entsprechenden Angebotsausrichtung im Zulauf nach Luzern. Andererseits erforderten die Erschliessung und Bündelung der Nachfrage in ländlichen und verstreuten Siedlungsgebieten ein wirtschaftliches öV-Angebot.

Im Auftrag des Kantons Nidwalden analysierte die SMA in einem ersten Schritt die bestehende Situation des öV-Angebots. Wichtige Aspekte waren die Verkehrsentwicklung, die damit verbundenen Veränderungen in der Nachfrage sowie die Analyse der Erschliessungsqualität von Siedlungs- und Arbeitsplatzgebieten mithilfe von GIS. Auch die Untersuchung der Reiseketten zu touristischen Zielen lieferte wertvolle Erkenntnisse.

In einem zweiten Schritt wurden der Handlungsbedarf ermittelt und Angebotsziele festgelegt. Dabei spielten politisch definierte Vorgaben zu Angebot, Qualität und Finanzierung eine zentrale Rolle. Ebenso wurden raumplanerisch festgelegte Entwicklungsschwerpunkte für Wohnen und Arbeiten sowie langfristige Nachfrageprognosen als Indikatoren für notwendige Angebotsanpassungen berücksichtigt.

Auf Basis der identifizierten Handlungsschwerpunkte wurden rund 25 Optimierungsansätze für Bahn-, Bus- und Seilbahnangebote entwickelt. Dabei wurden verschiedene strategische Richtungen aufgezeigt und deren Vor- und Nachteile analysiert. In Zusammenarbeit mit den Transportunternehmen wurden die Ansätze weiter verdichtet, sodass dem Regierungsrat schlussendlich konkrete Massnahmen für die Umsetzung in der Periode 2025–2028 empfohlen werden konnten.



### **Kanton Solothurn: Simulation**

**Solothurn–Oensingen** Im Rahmen der Sanierung und Umgestaltung einer Ortsdurchfahrt unterstützte SMA das Amt für Verkehr und Tiefbau des Kantons Solothurn sowie die Aare Seeland mobil (asm) bei der Untersuchung verschiedener Fragestellungen. Dabei galt es, die folgenden vier Themen zu bearbeiten:

1. Vergleich von drei Infrastrukturvarianten hinsichtlich der Fahrzeiten.
2. Prüfung der drei Varianten und Analyse der Auswirkungen auf den Bahnbetrieb (Stabilität) im Fahrplanhorizont AK35.
3. Prüfung, ob entlang der Strecke Solothurn–Oensingen an weiteren Stellen Fahrzeit eingespart werden könnte.
4. Simulation der Auswirkungen unterschiedlicher Rollmaterialtypen auf die Fahrzeit.

Für die Simulation wurde zunächst ein umfassendes Modell der rund 16,5 km langen Strecke Solothurn–Oensingen erstellt. Hierfür kam die Simulationssoftware OpenTrack zum Einsatz. Nach der Kalibrierung des Modells anhand der aktuellen Fahrzeiten und der Verifizierung durch den Kunden wurden drei verschiedene Infrastrukturzustände sowie der geplante zukünftige Fahrplan codiert.

Auf Basis dieser Grundlagen konnten die unterschiedlichen Infrastrukturzustände mit dem zukünftigen Fahrplan simuliert und analysiert werden. Zur Verspätungsanalyse wurden öffentlich verfügbare Verspätungsdaten ausgewertet und als Verspätungsverteilung an verschiedenen Punkten der Strecke dargestellt. Es folgte eine wiederholte Simulation eines gestörten Fahrplans, der zehn unterschiedliche Initialverspätungen beinhaltete. Die abschliessende Analyse zeigte die Vor- und Nachteile der einzelnen Infrastrukturvarianten auf und diente als Grundlage für einen Variantenentscheid.

Im dritten Schritt wurden verschiedene Abschnitte der Strecke identifiziert, die für eine mögliche Geschwindigkeits-

erhöhung in Frage kommen. Anpassungen am Simulationsmodell sowie die Codierung möglicher Fahrzeugtypen zeigten das Potenzial der unterschiedlichen Abschnitte bezüglich einer Fahrzeitverkürzungen auf.

Insgesamt wurde mit dem Aufbau des Simulationsmodells eine digitale Grundlage geschaffen, die die Untersuchung einer Vielzahl von Infrastruktur-, Angebots- und fahrzeugtechnischen Fragestellungen ermöglicht.



### **LEB: Unterstützung bei der Umsetzung der Vision 2050**

Die Linie Lausanne–Échallens–Bercher (LEB) verzeichnet derzeit ein starkes Wachstum der Fahrgastzahlen, das auf die zahlreichen in den letzten Jahren durchgeführten Verbesserungen der Infrastruktur und des Angebots zurückzuführen ist.

Im Rahmen der «Vision 2050» wählte der Kanton Waadt im Jahr 2023 das Projekt zur Erweiterung des LEB-Netzes mit einem Ast Cheseaux–Renens als eines der vertieft zu untersuchenden Module aus. Die LEB beauftragte SMA mit der Untersuchung der neuen Linie unter Berücksichtigung der aktuellen Entwicklungen des Netzes, sowohl infrastrukturell als auch betrieblich, und der Bewertung verschiedener Fahrplan-

szenarien für den gewählten Abschnitt Cheseaux–Renens.

Die Studie ermöglichte es, die Lage der Bahnhöfe anhand von Einzugsgebieten und Potenzialen zu untersuchen, um das Angebot und die Nachfrage zu optimieren. Der geometrische Trassenverlauf wurde in mehreren Iterationen angepasst, um die Fahrzeiten zu optimieren und eine bessere Verbindung zur bestehenden Linie zu gewährleisten. Darüber hinaus wurden alle Szenarien auf ihre betriebliche Robustheit hin analysiert.

Eine Potenzialstudie bewertete zudem die zukünftige Nachfrage auf der bestehenden Linie und auf dem neuen Ast bis zum Zeithorizont 2050, unter Einbeziehung sozioökonomischer Entwicklungen in der Region sowie Verbesserungen im öffentlichen Verkehrsangebot.

Abschliessend wurden mehrere Varianten für Standorte von Depots und Werkstätten untersucht und verglichen, um eine Empfehlung auszusprechen zu können.



### **Kanton Waadt – Erste Etappen des Projekts «Vision 2050» und Vorbereitung der nächsten Botschaft PRODES**

Die 2020 gestartete Strategie «Vision 2050» des Kantons Waadt führte Anfang 2024 zur Veröffentlichung einer ersten Zielversion mit geplanten Angebotsverbesserungen im Bahnverkehr sowie den dafür notwendigen Infrastrukturmassnahmen. Diese ambitionierte Vision erfordert jedoch hohe Investitionen.

Daraufhin beauftragte der Kanton eine Optimierung und Etappierung der Vision, mit dem Ziel, erste Projektphasen mit reduzierten Investitionen zu identifizieren. Dabei sollte der Grossteil der Angebotsziele erhalten bleiben – auf kantonaler, regionaler und Fernverkehrsebene. Diese Etappen sollen ausserdem helfen,

Angebotswünsche zu priorisieren und in die nächste Botschaft PRODES einzubringen.

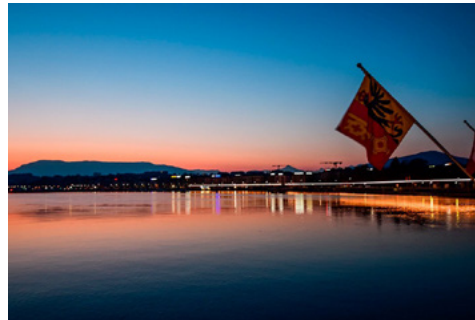


**SBB Infrastruktur, Genf 2050+** Der Arc Lémanique, insbesondere der Raum Genf, wird in den kommenden Jahren umfassende Entwicklungen im Bereich des Bahnangebots und der Infrastruktur erfahren. Das Bundesamt für Verkehr (BAV) und das kantonale Amt für Verkehr (OCT) wollen die nächsten Entwicklungsschritte für den nationalen, regionalen und internationalen Personen- und Güterverkehr vorbereiten. Im Auftrag der für die Studie zuständigen SBB Infrastruktur wurde SMA gemeinsam mit zwei weiteren Büros beauftragt, eine langfristige gemeinsame Vision mit Zeithorizont 2050+ für das Bahnnetz und

-angebot im Raum Genf zu erarbeiten. Diese soll die Zieldefinition für das künftige Angebot und die dafür notwendigen Infrastrukturen im Rahmen der PRODES-Planung unterstützen.

Die Studie gliederte sich in zwei Phasen: Zunächst wurde eine Analyse der Gesamtnachfrage (inkl. Grossraum Genf) durchgeführt, um zu bestimmen, welche Gebiete langfristig von einem neuen oder verbesserten Bahnangebot profitieren könnten. Angesichts ambitionierter Ziele zur Verkehrsverlagerung erfordert dies auch den Ausbau des Kernnetzes. Es wurden zahlreiche Fahrplanszenarien geprüft und Varianten im Fern- und Regionalverkehr verglichen. In der zweiten Phase erfolgte eine Vertiefung der vielversprechendsten Szenarien hinsichtlich Fahrplänen, Betrieb, Produktion und notwendiger Infrastruktur.

Diese Ergebnisse bilden die Grundlage für künftige Studien, die darauf abzielen, die Szenarien weiterzuentwickeln und Lösungen für die langfristige Entwicklung des Bahnnetzes im Raum Genf umzusetzen.



### **Kanton Genf: Studie zu einer neuen leistungsfähigen ÖV-Linie für die kantonale Strategie**

Der Kanton Genf verfolgt eine strategische Weiterentwicklung seines öffentlichen Verkehrsnetzes. In diesem Zusammenhang wurde SMA mit einer Studie zur Planung einer neuen leistungsfähigen, schienengebundenen ÖV-Linie beauftragt. Die Studie soll ein Grundlagenelement für die langfristige Mobilitätsstrategie des Kantons bilden und prüfen, inwiefern eine neue Linie die bestehenden Achsen entlasten und die multimodale Verknüpfung verbessern kann.

Berücksichtigt wurden dabei Siedlungsentwicklung, Kapazitätsengpässe, künftige Nachfrageentwicklungen sowie mögliche Trassenführungen und Synergien mit geplanten Infrastrukturmassnahmen. Die Ergebnisse sollen in den politischen Entscheidungsprozess zur künftigen Verkehrsstrategie des Kantons einfließen.

## **FRANKREICH**



### **SIAC: Szenario zur Verbesserung des Angebots im strassengebundenen öffentlichen Verkehr**

Ende 2022 führte SMA für den Interkommunalen Entwicklungsverband Chablais (SIAC) eine umfassende Analyse des gesamten öffentlichen Verkehrsangebots im betreffenden Gebiet durch, um Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren. Diese Analyse mündete Mitte 2023 in einen strategischen Leitfaden mit mehreren Massnahmen zur Optimierung des Schienen- und strassengebundenen Verkehrs, zur besseren Koordination der verschiedenen Netze, zur Stärkung der Umsteigepunkte sowie zur Neugestaltung der Tarifstruktur.

Im Anschluss an diese Arbeiten unterstützte SMA den SIAC durch die Entwicklung von Optimierungsszenarien für den strassengebundenen öffentlichen Verkehr mit dem Ziel, ein integriertes und kohärentes multimodales Angebot zu schaffen. Die Studie berücksichtigte alle Verkehrsträger: Bahn, Schiffsverkehr, städtische und regionale Buslinien, einschliesslich grenzüberschreitender Verbindungen.

Auf Grundlage der Analyse wurden mehrere Szenarien zur Angebotsverbesserung erarbeitet. Der Schwerpunkt lag auf besserer Qualität und Verständlichkeit des Angebots und der Fahrpläne, auf Koordination und Integration der verschiedenen Netze sowie auf der Schaffung optimierter Umsteigeknoten zwischen Bus, Überlandbus, Bahn und Schiff. Die Vorschläge wurden entsprechend den Bedürfnissen während der Haupt- und Nebenverkehrszeiten differenziert ausgearbeitet. Sie wurden in enger Zusammenarbeit mit den im SIAC vertretenen Aufgabenträgern entwickelt und in jeder Phase nach präzisen Kriterien bewertet, z. B. Fahrzeiten, Frequenzen, Anschlüsse und Fahrzeugbedarf, um möglichst nahe an der

aktuellen Anzahl eingesetzter Busse zu bleiben.

Parallel dazu führte SMA mehrere ergänzende Untersuchungen durch, darunter eine Analyse der touristischen Bedürfnisse sowie eine Bestandsaufnahme und ein Tarif-Benchmark, um den SIAC bei seinen Überlegungen und Vorbereitungen für zukünftige Diskussionen zu unterstützen.



**SNCF TER SUD AZUR: Unterstützung bei der Mobilisierung für ein robustes Angebot** Im Rahmen der Einführung eines verdichteten Fahrplans ab dem Fahrplanjahr 2025 zwischen Grasse/ Les Arcs und Ventimiglia wollte SNCF SUD AZUR die Betriebsabläufe frühzeitig antizipieren und klare sowie

schnell umsetzbare Lösungen für mögliche Störungen entwickeln.

SMA führte im Jahr 2024 eine entsprechende Studie durch. Dazu wurden der 2-Stunden-Systemfahrplan, die 24-Stunden-Fahrpläne (JOB) und 24-Stunden-Gleisbelegungen (GOV) auf Basis von SIPH-Exporten in Viriato rekonstruiert und anschliessend besonders anfällige Zugfolgen identifiziert. Basierend auf den Störungsdaten des Fahrplans 2024 erfolgte die Festlegung verschiedener Störungsszenarien für jede Zugfamilie des neuen Angebots. Dazu wurden Reaktionsblätter mit standardisierten Rückkehrstrategien zum Normalbetrieb entwickelt einschliesslich möglicher Teilausfälle, um Auswirkungen auf Betrieb und Fahrgäste zu minimieren. Zudem wurde die Auswirkung eines dieser Szenarien auf den Personaleinsatz geprüft, um Risiken und Schwachstellen zu erkennen.

Die Studie identifizierte realistische betriebliche Lösungen unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten, insbesondere in Endbahnhöfen. Auch die Perspektive der Fahrgäste wurde integriert, z.B. durch mögliche Umstiegsalternativen bei längeren Unterbrechungen im Netz.



**Région Sud PACA: Unterstützung für das Feinerschliessungsnetz und die neue Hochgeschwindigkeitsstrecke Provence Côte d'Azur** Die Region Süd Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) beauftragte SMA mit zwei Studien zur Unterstützung der Entwicklung des regionalen Bahnnetzes.

Der erste Auftrag betrifft die Optimierung der Linien zur Feinerschliessung (LDFT). Auf Basis einer detaillierten Bedarfs- und Infrastrukturanalyse wurde eine langfristige Vision erarbeitet. Ein Benchmark innovativer Lösungen wurde erstellt – zu Angebot, Fahrplänen, Fahrzeugen und Signalisierung –, ebenso wie eine vertiefte Analyse zur Dekarbonisierung des Rollmaterials und zur Anwendung des Signalsystems «NextRegio». Diese Arbeiten flossen

auch in Vorbereitungen im Hinblick auf die Olympischen Winterspiele 2030 ein, deren Austragungsorte zum Teil in der Region liegen.

Der zweite Auftrag betrifft die Unterstützung beim Projekt «Ligne Nouvelle Provence Côte d'Azur» (LNPCA). SMA hilft der Region bei der Analyse der Projektunterlagen, achtet auf die Übereinstimmung mit regionalen Zielen und schlägt Optimierungen vor. Zu Beginn wurden die Ziele und Phasen des Projekts geklärt, um die Dokumentenanalyse zu strukturieren. Parallel wurden spezifische Themen vertieft, z.B. die Struktur des Reiseverkehrs, die Kompatibilität mit Güter- und Fernverkehr sowie Auswirkungen der Bauphasen auf den TER-Betrieb.

Mit diesen beiden Studien unterstützt SMA die Region PACA bei der strategischen Entwicklung eines zukunftsfähigen Bahnnetzes.



### **St-Étienne Métropole: Leistungssteigerung von Bus- und Strassenbahnlinien**

Saint-Étienne Métropole (SEM) verfolgt eine Strategie zur Leistungssteigerung des öffentlichen Verkehrs, insbesondere der Strassenbahn- und Buslinien. Die stark frequentierte Strassenbahnlinie T1 mit einem 3-Minuten-Takt ist zu bestimmten Zeiten überlastet. SEM hat SMA deshalb mit einer detaillierten Analyse der aktuellen Betriebsabläufe, Fahrgastzahlen, Fahrpläne und Pünktlichkeit beauftragt. Darauf aufbauend wurden kurz- und mittelfristige Optimierungsvorschläge unter Berücksichtigung des bestehenden Rollmaterials erarbeitet – einschliesslich möglicher Infrastrukturmassnahmen.

Im Rahmen derselben Optimierungsstrategie wurde auch das Busnetz untersucht, dessen viele Linien in das Stadtzentrum münden. Für die Buslinie M3 analysierte SMA zusammen mit Partnern die Nachfrage, Fahrzeiten und Pünktlichkeit und schlug konkrete Anpassungen vor: etwa die Überarbeitung der Fahrpläne, die Einführung von Ampelvorrangschaltungen, Busspuren und weitere betriebliche sowie städtebauliche Verbesserungen.

SEM plant nun, diesen Ansatz auf weitere Linien auszuweiten und die Wirkung bereits umgesetzter Massnahmen zu evaluieren. So soll ein leistungsfähigeres, effizienteres und nutzerfreundliches Netz entstehen.



### **SGP: Opportunitätsstudie über das Gesamtkonzept des SERM Mulhouse**

Im Rahmen der landesweiten Initiative zur Entwicklung von Expressangeboten in Metropolregionen (SERM) unterstützt SMA die Société des grands projets (SGP) beim SERM-Projekt Mulhouse und der Verbindung Basel–Mulhouse, das vom französischen Staat zertifiziert wurde.

Die Studie umfasst zwei Phasen: zunächst eine Analyse und Diagnose des Untersuchungsgebiets, dann die Entwicklung von Szenarien für Angebotsverbesserungen in Abstimmung mit den Akteuren. Diese Szenarien werden mithilfe einer Vor-Machbarkeitsstudie bewertet, wobei Kosten und erwartete Nachfrage gegenübergestellt werden, um ein bevorzugtes Szenario für die

Weiterbearbeitung zu bestimmen.

Die Studie berücksichtigt sämtliche Aspekte des öffentlichen Verkehrs, darunter Bahn- und Strassenverkehr, Verknüpfungen der Verkehrsmittel, Fahrgastinformation, Mitfahrgelegenheiten, Tarif- und Ticketinglösungen. Ziel ist es, die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel zu fördern und die Raumplanung zu unterstützen.



### **SNCF Réseau: Unterstützung bei der Ausarbeitung von Betriebsplänen im Grand Est**

Das vom Staat gesteuerte System der Plattformen für Dienstleistungen und Infrastruktur ermöglicht es SNCF Réseau, die Kapazitäten und Trassenangebote mittel- und langfristig zu planen und die Infrastruktur bedarfs-

gerecht weiterzuentwickeln – inklusive Fenstern für den Infrastrukturunterhalt. Hierfür werden Referenzbetriebspläne (PER) und neue Entwicklungspläne (PEE) mit einem Zeithorizont von 5 bis 10 Jahren erstellt.

SMA unterstützt SNCF Réseau seit mehreren Jahren bei der Ausarbeitung dieser Betriebspläne für die Region Grand Est, u.a. mit:

- Unterstützung bei der Fahrplanerstellung für den 2-Stundentakt des PER 2028 und der Abstimmung mit der Region Grand Est;
- Entwicklung mehrerer 2-Stundentakt-Szenarien mit neuen Akteuren im Hochgeschwindigkeitsverkehr sowie einer multikriteriellen Bewertung der Varianten. Diese Ergebnisse wurden in die Aktualisierung von PER 2028 und PEE aufgenommen;
- Anwendung eines Kapazitätsberechnungsalgorithmus für die Bewertung infrastruktureller Massnahmen im Rahmen des SERM Lorraine–Luxemburg, einschliesslich mehrerer iterierter Angebotsvarianten zur Identifizierung eines favorisierten Szenarios für die langfristige Entwicklung.

## **BELGIEN**



### **SPF Mobilité et Transport: Langfristiges Betriebskonzept für den Schienenverkehr**

Die belgische Regierung beauftragte den Föderalen Öffentlichen Dienst (SPF) Mobilité et Transport mit der Entwicklung eines langfristigen Betriebskonzepts für den Schienenverkehr in Form eines systematischen Taktfahrplans. Ziel ist in Zusammenarbeit mit Infrabel und der SNCB, erstmals auf föderaler Ebene ein Entwicklungskonzept für das belgische Bahnnetz zu definieren. Zudem soll die Machbarkeit politischer Ziele im Güterverkehr (Verdopplung des Transportvolumens) und im Personenverkehr bewertet werden.

Die Studie begann mit einem internationalen Benchmark zu den konzeptio-

nellen und technischen Grundlagen verschiedener Länder. Daraus wurden zwei Szenarien für Belgien entwickelt:

- Ein niederländisch geprägtes Szenario mit nur zwei Zugkategorien (Intercity/Omnibus), hohen Takten (15 Min.) und geringer Umsteigebedarf;
- Ein schweizerisch geprägtes Szenario mit mehr Zugkategorien (Interregio, beschleunigter Lokalverkehr) und verknüpfungsbasiertem Takt (30 Min.).

Beide Szenarien wurden hinsichtlich Reisezeiten, Verbindungen, Umsteigemöglichkeiten, Robustheit, Infrastrukturkosten und Nachfrage analysiert. Fazit: Ein hybrides Szenario – mit dichten Takten in Ballungsräumen und funktionierenden Knotenpunkten in weniger dicht besiedelten Gebieten – bietet das beste Verhältnis von Nutzen zu Investitionsaufwand.

Basierend darauf wurde bis Ende 2024 ein erster langfristiger Vorschlag für einen nationalen Fahrplan ausgearbeitet. Nach Rückmeldungen der Akteure (Infrabel, SNCB) soll dieser Vorschlag überarbeitet und in zwei Umsetzungsphasen überführt werden – begleitet von einer Analyse der Erfolgsfaktoren und der multimodalen Einbindung.

## INTERNATIONAL



### **Eurostar: Entwicklung eines langfristigen Verkehrsplans**

Vor dem Hintergrund wachsender Nachfrage und absehbarer Konkurrenz im internationalen Bahnverkehr beauftragte Eurostar SMA mit der Ausarbeitung eines langfristigen Betriebsplans (Zeithorizont 2030–2035). Ziel war die Ermittlung kapazitiver Einschränkungen durch Netzbesonderheiten, Bahnhofsoperationen und Instandhaltungsstrategien – zwecks Dimensionierung der künftigen Fahrzeugflotte.

Auf Basis einer Analyse der Entwicklungen in den von Eurostar befahrenen Netzen wurden Szenarien entwickelt, die externe (Wartung, Konkurrenzangebote) und interne (Instandhaltung,

Bahnhofsprozesse) Einflüsse abbilden. Diese Szenarien wurden als hypothetische Betriebstage modelliert, um das erreichbare Angebot auf den Hauptkorridoren und den Fahrzeugbedarf zu berechnen.

Daraus leitete SMA Empfehlungen zur Fahrplanstruktur und zum Umgang mit externen und internen Zwängen ab.



### **Eurostar: Pünktlichkeitsanalysen, Prognosen und Unterstützung bei der Ausarbeitung des Fahrplans 2025**

Eurostar führt im freien Marktzugang Hochgeschwindigkeitsverkehre zwischen London, Brüssel, Paris sowie Amsterdam und Deutschland durch. In den letzten Monaten gab es zunehmende Herausforderungen bei der Pünktlichkeit.

Eurostar beauftragte SMA mit einer Analyse der Unregelmässigkeitsursachen und mit Empfehlungen zur Verbesserung der Betriebsqualität. Ziel war es, interne Ursachen zu reduzieren und externe Einflüsse (z.B. Störungen in Deutschland, Infrastrukturengpässe in den Niederlanden) abzufedern.

In einer ersten Phase entwickelte SMA Analysewerkzeuge zur Identifikation und Quantifizierung von Störungsfolgen (z.B. Trassenkonflikte, Wendezeiten). Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde die Studie 2024 weitergeführt – insbesondere im Zusammenhang mit den Bauarbeiten am Bahnhof Amsterdam.

Diese Zusammenarbeit weitete sich auf die Planung des komplexen Jahresfahrplans 2025 aus. SMA erstellte Leistungskennzahlen, um u.a. die Interaktion zwischen kommerziellem Verkehr und Fahrzeugwartung zu analysieren. Gemeinsam mit Eurostar wurden robuste Umlaufpläne entwickelt. Das Fahrzeugumlauf-Modul diente dabei zur Prüfung alternativer Szenarien und zur Ermittlung entscheidender Produktionskennzahlen.

Kommunikation



# Kommunikation

## INNOTRANS 2024 IN BERLIN

Es war wieder InnoTrans-Jahr und die Welt des öffentlichen Verkehrs verlagerte im September ihren Mittelpunkt nach Berlin.

Knapp 170'000 Besucher aus 128 Ländern und 2'900 Aussteller aus 69 Ländern: das sind die beeindruckenden Kennzahlen der Messe Berlin für die InnoTrans 2024.

Und wir mittendrin. Als Mitaussteller der Swissrail hatten wir die Möglichkeit, an unserem Stand viele Gäste zu begrüßen. Es war eine intensive und spannende Messewoche. Herzlichen Dank an alle, die uns an unserem Stand besucht haben. Wir sehen uns 2026 wieder!



## PUBLIKATIONEN UND VORTRÄGE

Schifffahrt und Technik	Februar 2024	<b>Leistungsfähigkeit von Hafengebäuden</b> Raphael Karrer, Warner Oldenziel
Eisenbahntechnische Rundschau	Dezember 2024	<b>Machbarkeitsstudie Bahnausbau Region München (Teil 3)</b> Michael Frei
Technische Universität Hamburg-Harburg Deutschland	Januar 2024	<b>Deutschlandtakt, Vorgehen und Ergebnisse</b> Marten Maier
École nationale des ponts et chaussées Champs-sur-Marne Frankreich	Februar bis Juni 2024	<b>Exploitation des transports ferroviaires et guidés</b> Pascal Joris
Interne Schulung SBB Transports publics intégrés Schweiz	März 2024	<b>Principes de conception de l'offre de transports voyageurs</b> Luigi Stähli
Haute école d'ingénierie et de gestion du Canton de Vaud, Yverdon-les-Bains Schweiz	März 2024	<b>Conception de l'offre en réseau et cadencement</b> Elie Arnal
École Polytechnique Fédérale de Lausanne Schweiz	April 2024	<b>Timetable Saturation in Practice with Methods from Operations Research Lecture in Decision-aid methodologies in transportation</b> Matthias Hellwig
Technische Universität Dresden Deutschland	Mai 2024	<b>Bahnsystemkolloquium im Sommersemester: Deutschlandtakt: Vorgehen, Ergebnisse und Ausblick</b> Robert Siegel
ITS.be, Webinar Belgien	Juni 2024	<b>Seamless mobility in Switzerland – sharing some lessons learnt</b> Warner Oldenziel

# Kennzahlen



# Kennzahlen

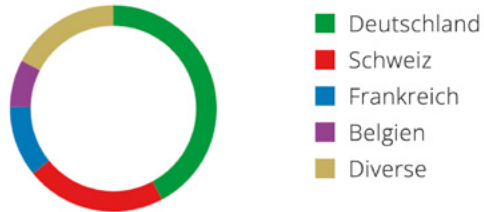
2024 war für SMA ein Jahr der gezielten Stärkung und smarten Expansion. Im Consulting festigte SMA seine Position in Traditionsmärkte – besonders in der Schweiz und Deutschland – während neue Impulse aus Österreich, Belgien, Portugal und sogar Kanada kamen.

Die Zusammenarbeit mit Grosskunden wuchs weiter, und das Kundenportfolio wurde weiterhin erfolgreich diversifiziert. SMA konnte starke Präsenz auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene gleichzeitig zeigen. Im Softwarebereich setzte sich das Wachstum dynamisch fort: neue Viriato Lizenzen, stabile Software-Dienstleistungen und steigende Wartungserträge bestätigen den Kurs.

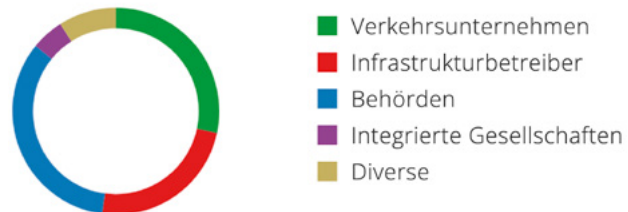
<b>Kennzahlen*</b>	<b>2024</b>	2023
Umsatz brutto (Mio. CHF)	<b>16,28</b>	14,60
Mitarbeitende in Vollzeitäquivalent (FTE)	<b>74</b>	75

\*inkl. Tochtergesellschaften

## UMSATZ NACH LÄNDERN



## UMSATZ NACH AUFTRAGGEBERN



## UMSATZENTWICKLUNG 1988-2024 (MIO. CHF)

### Consulting

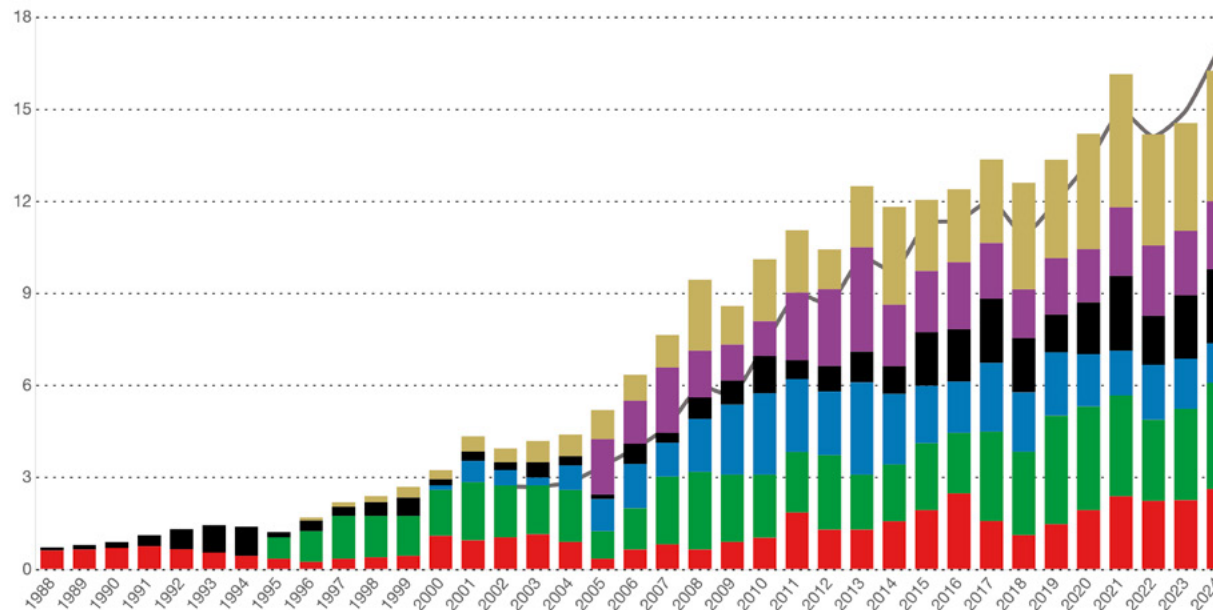
- Schweiz
- Deutschland
- Frankreich
- Diverse

### Software

- Software-Dienstleistungen
- Viriato und ZLR

### Umrechnung

- Summe Mio. EUR



# Impressum

## **KONZEPT, TEXTE UND INHALTE**

### **SMA und Partner AG**

Gubelstrasse 28  
8050 Zürich  
Schweiz

### **Eggmann-Design**

Rietlistrasse 40  
8627 Grüningen  
Schweiz

## **BILDERNACHWEIS**

Pixabay.com  
Pexels.com  
Depositphotos.com

© SMA und Partner AG | Juni 2025