

Schweizer Jahrbuch für Verkehr 2020

Herausgeber:
Prof. Dr. Christian Laesser
Prof. Dr. Thomas Bieger
Prof. Dr. Kay W. Axhausen

ISBN-Nummer
3-906532-32-1
ISSN 1423-4459

Alle Rechte vorbehalten
Copyright © 2020
Institut für Systemisches Management
und Public Governance
der Universität St.Gallen

SVWG Schweizerische Verkehrs-
wissenschaftliche Gesellschaft
IMP-HSG Institut für Systemisches
Management und Public Governance
der Universität St.Gallen

Inhaltsverzeichnis

<i>Stephan Eberhardt, Erik Linden, Andreas Wittmer</i> Drohnen als Lufttaxi: Ein neues Transportmittel für Personen	7
<i>Anne Greinus, Daniel Sutter, Stefan Suter, Matthias Setz, Christoph Lieb</i> Mobility Pricing und Infrastrukturfinanzierung	25
<i>Andreas Justen, Antonin Danalet, Nicole A. Mathys</i> Das neue Schweizer Personenverkehrsmodell	39
<i>Paul Schneeberger</i> „Gäbig“ als Gebet bei der Gestaltung der Mobilität	57
<i>Thomas Egger, Anna Heugel, Peter Niederer</i> Das EUSALP-Crossborder Projekt: grenzüberschreitendes Pendeln in alpingen Regionen	67
<i>Simone Utz, Luca Arnold</i> Welche Regulation braucht die multimodale Mobilität auf der digitalen Ebene?	93
<i>Kurt Metz</i> Modernisierung des Bahnsystems durch neue Technologien – Die Bahn der Zukunft im Griff mit „smartrail 4.0“	103
<i>Kurt Metz</i> Renaissance der Nachtzüge – Hype oder Nachhaltigkeit?	119
Autorenverzeichnis	147

Modernisierung des Bahnsystems durch neue Technologien

Die Bahn der Zukunft im Griff mit «smartrail 4.0»

Kurt Metz

Abstract

Wesentliche Systeme der Bahnproduktion erreichen in absehbarer Zeit das Ende ihrer Lebensdauer. In anderen Bereichen bereits angewendete Technologien bieten Chancen für einen zukünftig effizienteren und pünktlicheren Bahnbetrieb. Das von der Schweizer Bahnbranche gemeinsam getragene Programm «smartrail 4.0» zielt auf einen dichteren Fahrplankontakt, weniger Störungen und erhöhte Mobilfunkkapazität – kurz: auf ein robusteres Bahnsystem für Benutzer und Betreiber. Dazu ist auch die Zusammenarbeit über die Landesgrenzen hinaus und mit der Industrie zwingend notwendig.

Keywords

Leittechnik, Datenfunk, Systemkosten, Fahrplanplanung, Zugsteuerung, Traffic Management System, Standardisierung, Marktöffnung, Wettbewerbsförderung, Real Time Optimierung, Fahrassistenz, Netzkapazität, Interoperabilität, Rangierfahrten, Baustellensicherheit, Zugabstand, Zugfolgezeit, Anschlussqualität, Transportketten, Fahrzeuglokalisierung, Echtzeitinformation, Chancen und Risiken

1 Ausgangslage

Die Nachfrage und Ansprüche an die Zuverlässigkeit der Eisenbahn nehmen stetig zu. Das weltweit als Vorbild dienende öffentliche Verkehrssystem der Schweiz hat jedoch seine Kapazitätsgrenze erreicht. Übervolle und verspätete Züge, Anschlussbrüche für Passagiere und Zugausfälle sowie mangelndes Personal und Rollmaterial waren bis zur Corona-Krise an der Tagesordnung.

Zudem stellt das erwartete Mobilitätswachstum des Schienenpersonenverkehrs von über fünfzig Prozent für den Zeitraum 2010-2040 eine quantitative Herausforderung im Vergleich zum MIV von 18 Prozent und der Human Powered Mobility von 32 Prozent dar (Zukunft Mobilität Schweiz, ARE, 14. August 2017).

Um im intermodalen Wettbewerb mit dem motorisierten Strassenverkehr (MIV) zu bestehen und diese Herausforderungen zu bewältigen, ist die Modernisierung des Bahnsystems mit dem Einsatz in anderen Branchen bereits angewendeten Technologien eine wichtige Voraussetzung. Dazu gehört der notwendige Ersatz von Stellwerken und Signalen, der Leitechchnik, dem Datenfunk und der Verkehrssteuerungssysteme. Dabei gilt es die sich rasch verbreitenden Alternativen und umweltverträglicheren Antriebe mit deutlich verminderten Emissionen wie Car-Sharing und Mobility-as-a-Service Formen zu berücksichtigen.

Die Corona-Pandemie wird gemäss der Projektleitung von smartrail 4.0 nur begrenzte Auswirkungen auf das Programm haben, da es um das schrittweise Verfolgen langfristiger Optimierungsschritte beziehungsweise um notwendige Substanzerhaltung und Ersatz geht. Zudem hatte sich das smartrail 4.0-Team bereits vor der Krise eine Fokussierung des Programms zum Ziel gesetzt. Dies um die Komplexität des Programmes zu reduzieren und um in Schritten entschieden und vorgehen zu können.

Die Wettbewerbsfähigkeit des Schienenverkehrs kann langfristig nur erhalten bleiben, wenn die Kapazität auf dem kaum mehr ausbaufähigen Netz gesteigert wird unter gleichzeitiger Stabilisierung der Systemkosten. Dazu ist eine gesamtheitliche Betrachtung der Bahnproduktion von der Fahrplanplanung bis zur Zugsteuerung notwendig. Der Einsatz von mehr Soft- und weniger Hardware ist daher zwingend.

2 Der Lösungsansatz heisst «smartrail 4.0»

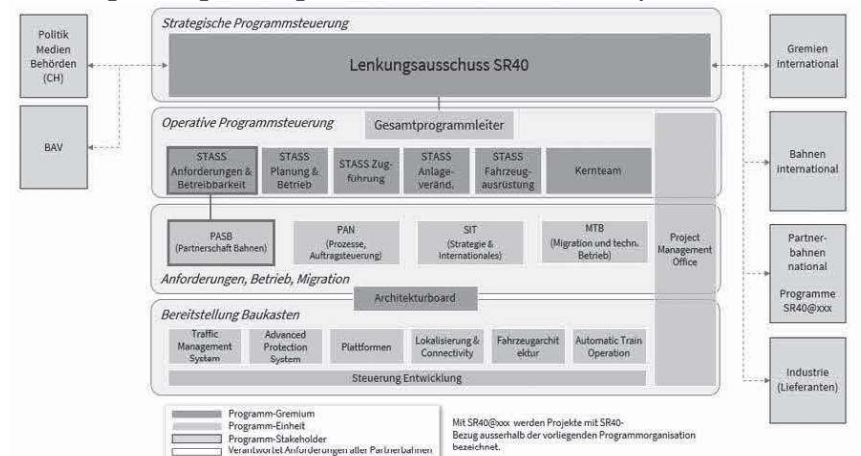
Mit smartrail 4.0 geht die Schweizer Bahnbranche seit 2017 diese Herausforderung gemeinsam an. Am Programm beteiligt sind:

- SBB
- BLS
- Schweizerische Südostbahn AG (SOB)
- Rhätische Bahn (RhB)
- Transport publics fribourgeois (tpf)
- Verband öffentlicher Verkehr (VöV)

Die strategische Programmsteuerung wird durch einen dedizierten Lenkungsausschuss wahrgenommen, der mit Vertreterinnen und Vertreter der Bahnbranche besetzt ist. Die operative Programmsteuerung erfolgt durch fünf Steuerungsausschüsse (STASS) gemeinsam mit dem Kernteam von smartrail 4.0. Die nicht direkt

an smartrail 4.0 beteiligten Bahnunternehmen sind über die Gremien des VöV in die Arbeiten integriert.

Abbildung 1: Programmorganisation smartrail 4.0 seit 1. April 2020



Quelle: smartrail 4.0

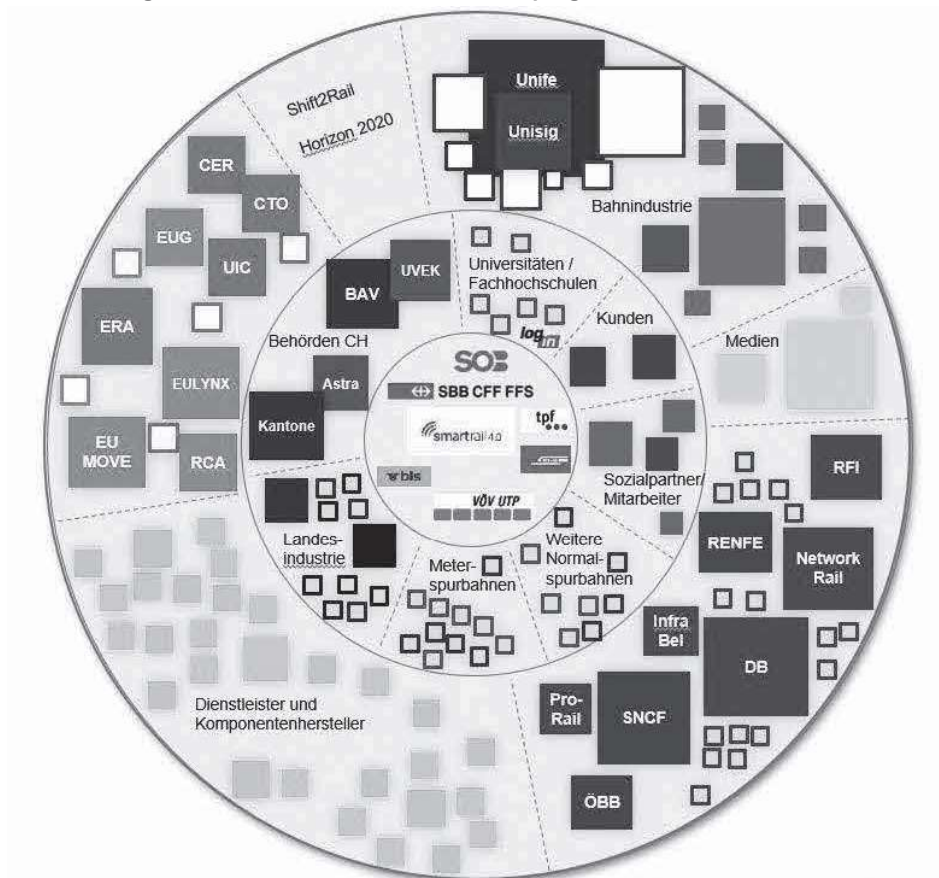
2.1 Standardisierung mit der Industrie

Die Rollenteilung zwischen Bahnen und der Industrie bleibt auch unter smartrail 4.0 unverändert. Allerdings sollen die Schnittstellen in Zukunft eine höhere Standardisierung aufweisen und auf europäischer Ebene erfolgen. Die Produktentwicklung durch die Industrie erfolgt gestützt auf Architekturvorgaben der internationalen Architekturgruppen RCA (Reference CCS [Comand and Control System] Architecture der Eisenbahnverkehrsunternehmungen) und OCORA (Open CCS Onboard Reference Architecture der Infrastrukturunternehmungen), an welchen das smartrail 4.0-Team mitarbeitet. Sie haben für die Bereiche Traffic Management System, Leittechnik, Stellwerke zur Folge:

- Internationale Standardisierung
- Marktöffnung und damit Wettbewerbsförderung und Vermeiden von Monopolen
- Chance für die Schweizer Industrie (smartrail 4.0 ist aktiver Teilnehmer an der europäischen Entwicklung)
- Neuausrichtung der Produktlinien durch bestehende und potenzielle Lieferanten

Dabei wurde die Industrie in der Konzeptphase 2017-2020 im Rahmen von Industrietagen, themenspezifischen Innovationsworkshops, Proof-of-Concept, Pilotversuchen und mit Konzeptaufträgen eingebunden. Die Lieferbereitschaft und -fähigkeit für die zukünftig benötigten Komponenten und System ist von massgeblicher Bedeutung.

Abbildung 2: Stakeholderkarte des Branchenprogramms smartrail 4.0



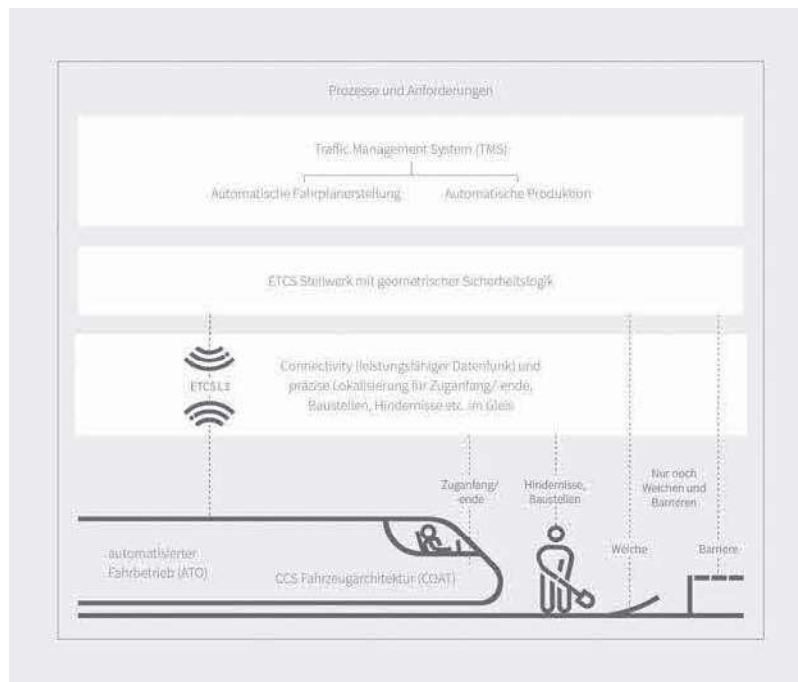
Quelle: smartrail 4.0

2.2 Wissenschaftliche Begleitung

Schliesslich kann sich das Team von smartrail 4.0 auf die Unterstützung der Wissenschaft abstützen. Für vertiefte Untersuchungen arbeitet smartrail 4.0 mit Forschungseinrichtungen im In- und Ausland zusammen. Dabei kann es sich um direkte Mandate, Doktor- oder Studentenarbeiten handeln. Einige Themenbeispiele:

- Arbeitspsychologische Auswirkungen der Automatisierung (FHNW)
- Moving Block und Automated Train Operation (ETHZ)
- Robustheit eines Traffic Management System für die Bahn (RWTH Aachen)
- Zuglaufoptimierung innerhalb von Zeitbändern mittels ASP (Universität Potsdam)
- Anwendung des Werkzeugs ROMA (Robust Optimization by Means of alternative Graphs by Uni Roma 3)

Abbildung 3: Das Branchenprogramm verfolgt die gesamtheitliche Betrachtung der Bahnproduktion



Quelle: smartrail 4.0

3 Zielsetzungen und Nutzen für die Bahnen

Das Modernisierungsprogramm smartrail 4.0 verfolgt diese Ziele:

- Erhöhen der Robustheit des Systems
- Mehr Kapazität auf bestehender Infrastruktur
- Höhere Sicherheit des Betriebs beim Rangieren und Bauen
- Höhere Verfügbarkeit der Sicherungsanlagen
- Besserer Kundenservice durch weniger Störungen, Rückgewinnen der Pünktlichkeit und leistungsfähigem Mobilfunknetz
- Stabilisierung der Systemkosten durch Reduktion der Aussenanlagen, Prozessautomation
- Europäische Abstimmung

Abbildung 4: Übersicht der Ziele von smartrail 4.0



Quelle: smartrail 4.0

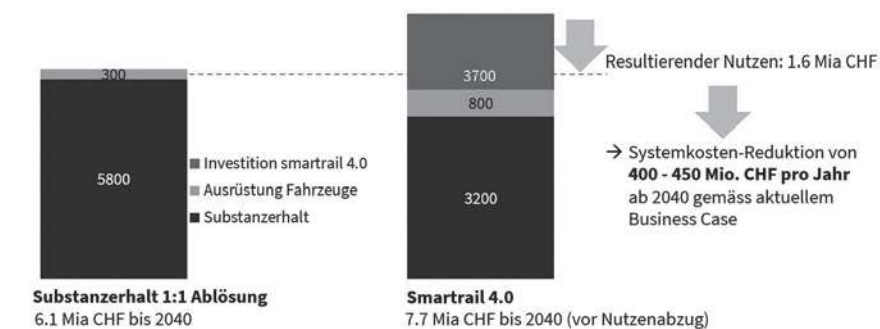
4 Finanzierung

Die Finanzierung des Infrastrukturteils von smartrail 4.0 läuft über die Leistungsvereinbarung des Bundes aus dem Bahninfrastrukturfonds (BIF). Die dreijährige Konzeptphase kostete rund CHF 110 Millionen. In der Leistungsvereinbarung 2021-2024 ist für die aktuell laufende Systembereitstellung ein mittlerer dreistelliger Millionenbetrag vorgesehen.

Nach ersten Schätzungen und bei Umsetzung aller Funktionalitäten von smartrail 4.0, betragen die Gesamtaufwendungen bis 2040 voraussichtlich CHF 7,7 Milliarden. Darin eingeschlossen sind die Investitionen zur Ablösung heutiger Systeme, die bei CHF 6,1 Milliarden liegen. Die Frage nach Alternativen zu smartrail 4.0 stellt sich angesichts der Kosten und der Komplexität. Allerdings ist eine 1:1-Ablösung der bestehenden Bahnsysteme mit über sechs Milliarden Schweizer Franken ebenfalls sehr teuer und es werden keine neuen Nutzen erzielt. Somit ist die smartrail 4.0-Zusatzinvestition verhältnismässig gering im Vergleich zu den Zusatznutzen durch die höhere Netzkapazität, ein robusteres Bahnsystem, der Steigerung des Kundenservices und der Sicherheit für Mitarbeitende im und am Gleis.

Für das Branchenprogramm bestehen insgesamt fünf Rückfallszenarien vom totalen Stopp über Verzögerungen und fehlende Teillösungen.

Abbildung 5: Smartrail 4.0: bis 2040 gleich hohe Kosten mit nachhaltigem Nutzen



Quelle: smartrail 4.0

5 Veränderung von Hardware zu Software

5.1 In der Planung

Bei Störungen sorgen die Mitarbeitenden der Betriebszentrale heute manuell für die Rückführung in den Normalbetrieb. Künftig erzeugt das Traffic Management System (TMS) innerhalb kürzester Zeit einen neuen Fahrplan. Die Auswirkungen für die Kundinnen und Kunden minimieren sich. Bei grösseren Unregelmässigkeiten generiert das TMS automatisch Lösungsvorschläge für eine rasche Rückführung in den Normalbetrieb. So lässt sich auch eine zuverlässige Fahrgastinformationen redigieren.

Die Fahrplanplanung ist heute geprägt vom Expertenwissen der Planer. In der Zukunft wird das TMS innerhalb von Sekunden selbständig einen im Betrieb umsetzbaren Fahrplan erstellen. Dabei sind die Transportketten so geplant, dass alle Anschlüsse erreichbar sind. Veränderte Bedürfnisse der Besteller können rasch eingespeist und realisiert werden.

5.2 Auf der Strecke

Die Zugfolgezeit ist heute durch feste Signalausstattung vorgegeben. Die Länge der Abschnitte variiert und gestattet heute Zugsabstände von bestenfalls 90 Se-

kunden. Durch die exakte und zuverlässige Lokalisierung der Züge werden in Zukunft streckenseitige Ausrüstungen überflüssig. Das System berechnet den erforderlichen Zugabstand individuell unter Berücksichtigung der Zuglänge und der effektiven Bremsdistanz in Abhängigkeit von Zugsgewicht und Bremseffizienz. Dies erlaubt die Abstände zwischen Zügen zu verkürzen und im bestehenden Streckennetz die Kapazität zu steigern. Die Aussenanlagen wie Signale und Tafeln werden um rund 70 Prozent reduziert und durch Software ersetzt. Damit entfallen Produktions-, Unterhalts und Ersatzkosten.

Für die Sicherheit auf Gleisbaustellen ist aktuell der Sicherheitschef – und je nach Umfang zudem ein Vorwarner – verantwortlich. Der Prozess ist personalintensiv, teuer und führt oft zu unnötiger Arbeitsunterbrechung, weil die genauen Fahrwege der Züge nicht präzise bekannt sind. In der Zukunft bleibt der Sicherheitschef verantwortlich. Er erhält die Warnungen von Zugfahrten vollautomatisiert durch ein System, das den exakten Fahrweg der Züge kennt. Das steigert die Effizienz der Arbeiten und erhöht die Sicherheit auf der Baustelle.

5.3 Im Stellwerk

Die Sicherungsanlagen für Weichen und Signale werden heute durch rund 500 dezentrale Stellwerke überwacht und gesteuert. Sie unterscheiden sich nach Alter und eingesetzter Technologie merklich. Mit dem neuen smartrail-Stellwerk werden die heterogenen, dezentralen Stellwerke durch ein zentrales System abgelöst. Die Erneuerung einzelner Komponenten kann neu auf die optimale Nutzungsdauer ausgerichtet werden. Das erhöht die Zuverlässigkeit der Anlage bei gleichzeitig niedrigeren Kosten.

5.4 Auf dem Zug

Die Zugsteuerung und Zugüberwachung wird durch die direkte mobile Datenkommunikation von der Betriebszentrale aufs Fahrzeug sichergestellt.

Der Lokführer führt den Zug manuell und auf Basis seiner Erfahrung. Die Zugsicherung stellt sicher, dass im Falle einer Unachtsamkeit kein rotes Signal überfahren oder die zulässige Geschwindigkeit überschritten wird. Mit smartrail 4.0 erhält der Lokführer zusätzliche Informationen zur Verkehrslage.

Der Bahnfunk basiert heute auf der 2G Technologie GSM-R, was für die vorgesehene Modernisierung des Bahnbetriebs ungenügend ist. Für Bahnkunden ist zudem die Netzabdeckung unbefriedigend. Künftig wird das gesamte Bahnnetz über den europäisch normierten Bahnfunk FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) sowohl für die Bahnkommunikation als auch für die Fahrgäste verfügen zum unterbrechungsfreien Telefonieren und Surfen mit hoher Geschwindigkeit.

5.5 Im Rangierbetrieb

Beim Rangieren besteht heute keine Zugsicherung. In einer ersten zukünftigen Stufe wird im Fall einer versehentlichen Fahrt ein Warnmechanismus ausgelöst, der zum Anhalten auffordert. In der zweiten Stufe werden Rangierfahrten ähnlich wie Zugfahrten gesichert, so dass sich das Risiko von Kollisionen und Entgleisungen stark reduziert.

Smartrail 4.0 setzt voll auf Interoperabilität mit dem European Train Control System (ETCS). Es wird gemeinsam mit den europäischen Partnern weiterentwickelt.

In der nachfolgenden Tabelle werden für die wesentlichen Elemente des Bahnsystems der heutige Zustand sowie der Zustand mit smartrail 4.0 (SR40) im Endausbau vergleichend gegenübergestellt:

Abbildung 6: Heute (linke Seite) und in Zukunft (rechts) mit smartrail 4.0

Prozess	«Heute»	SR40 im Endausbau (2040)
Störung	Manuelle Rückführung in den Normalbetrieb durch Mitarbeitende der Betriebszentrale und Fachdienste.	Automatisierte Erzeugung eines neuen Fahrplans und automatisierte Lösungsvorschläge ermöglichen rascheren Normalbetrieb.
Fahrplanerstellung	Basiert auf Expertenwissen der Planer mit zeitaufwändiger Suche und Lösung von Konfliktsituationen.	Traffic Management System generiert selbständig reproduzierbaren Fahrplan. Transportketten werden so geplant, dass alle Anschlüsse erreichbar sind.
Baustellen-warnung	Personalintensiver und teurer Prozess. Aufgrund Unkenntnis des genauen Fahrwegs eines Zuges werden häufig Züge angekündigt, welche die Arbeitsstelle gar nicht tangieren.	Warnungen vor Zugfahrten erfolgen vollautomatisiert durch ein System, welches den exakten Fahrweg der Züge kennt.
Zugfolgezeit	Vorgegeben durch die feste Strecken- und Signalausrüstung mit Zugfolgezeiten von bestenfalls 90 Sekunden.	Das System berechnet den erforderlichen Abstand zwischen den Zügen individuell unter Berücksichtigung der effektiven Bremsdistanz und steuert die Züge entsprechend.

Stellwerk	Die Sicherungsanlagen (Weichen, Signale, Sicherheitseinrichtungen, etc.) werden heute durch rund 500 dezentrale Stellwerke gesteuert.	Ablösung der heterogenen, dezentralen Stellwerke durch ein zentrales System
Connectivity	Der aktuelle Bahnfunk basiert auf der 2G Technologie GSM-R mit teilweise nicht befriedigender Netzabdeckung.	Künftig wird das gesamte Bahnnetz über den europäisch normierten Bahnfunk FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) sowohl für die Bahnkommunikation als auch für die Fahrgäste verfügen zum unterbruchfreien Telefonieren und Surfen mit hoher Geschwindigkeit.
Zug	Der Lokführer führt den Zug manuell und auf Basis seiner Berufserfahrung.	Der Lokführer wird mit zusätzlichen Informationen zur Verkehrslage und Autopilot-Anwendungen in seiner Arbeit stärker unterstützt.
Rangieren	Im Rangierbereich besteht noch keine Zugsicherung, die «falsche» Fahrten verhindert.	Für den Fall einer versehentlichen Fahrt wird ein Warnmechanismus ausgelöst, welcher den Lokführer oder Rangierer zeitnah zum Anhalten auffordert. In Zukunft werden Rangierfahrten ähnlich wie heute Zugfahrten abgesichert.

Quelle: smartrail 4.0

6 Auswirkungen auf die Mitarbeitenden

Die Basis für ein funktionierendes Gesamtsystem bildet das Dreieck «Mensch-Technik-Organisation». Mitarbeitende sollen zukünftig durch integrierte Informationssysteme unterstützt werden. Ihre Verständlichkeit und Bedienbarkeit werden zusammen mit den Mitarbeitenden schrittweise entwickelt, geschult, erprobt und

geprüft. Es resultieren weniger repetitive Aufgaben, sondern mehr Tätigkeiten bei der Systemoptimierung.

Die Kollisionsrisiken im Gleisbereich bei Bauarbeiten unter laufendem Betrieb und im Rangierbereich können dank Assistenzsystemen, die zukünftig jede Zugbewegung lokalisieren, um 90 Prozent gesenkt werden. Das erhöht massiv den Schutz und die Sicherheit der Mitarbeitenden.

7 Die Kundennutzen

Die Kundinnen und Kunden profitieren zukünftig von einem «robusten» Bahnsystem. Darunter ist zu verstehen:

- Durch die Ablösung veralteter Betriebssysteme mit zu vielen Schnittstellen reduzieren sich die Störungen und erhöhen sich die Pünktlichkeit und die Anschlussqualität in den Systemknoten.
- Eine höhere Streckenkapazität von bis zu 20 Prozent erlaubt eine dichtere Zugfolge und ergibt die Möglichkeit zu Angebotsverbesserungen.
- Die Information vor Ort und die Kommunikation in den Zügen gewinnt an zeitlicher und inhaltlicher Zuverlässigkeit: Echtzeitinformation und durchgehender Online-Zugang werden Realität.
- Die Stabilisierung der Systemkosten tragen zu einem besseren Preis-/Leistungsverhältnis für die Fahrgäste bei.

Abbildung 7: Zusammenfassung der Nutzen für Bahnunternehmen und Kunden



Quelle: smartrail 4.0

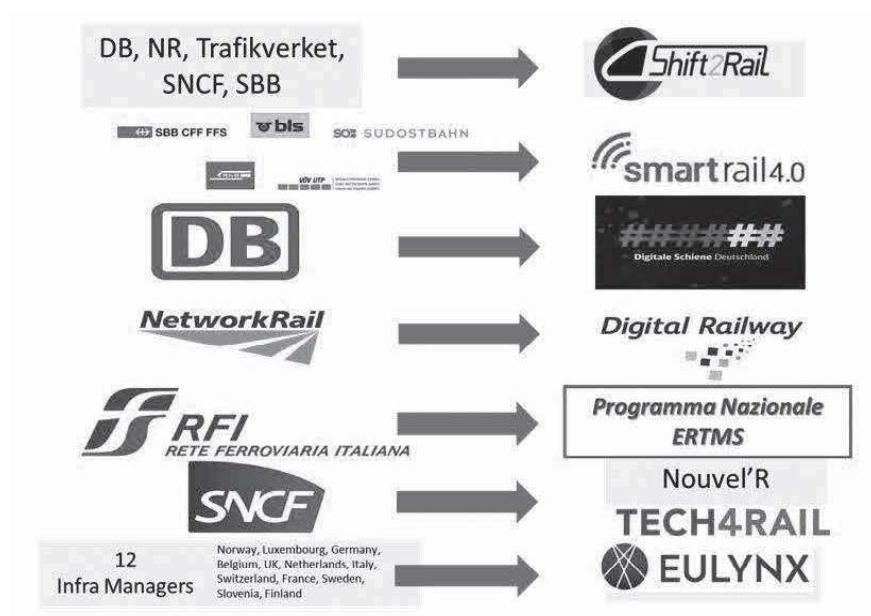
8 Herausforderungen

Aufgrund der sehr hohen Verkehrsdichte ist die Schweiz immer gezwungen, die modernsten verfügbaren Technologien einzusetzen und die Standards aktiv mit zu verbessern.

Die SBB hielt bereits im Dezember 2016 im Bericht «Migrationsplanung ETCS Level 2» ans BAV fest, dass sich Wirtschaftlichkeit, Leistungsfähigkeit und Handhabbarkeit durch den Einsatz vorhandener Automatisierungstechnologien und industrieller Verfahren bei ETCS noch deutlich steigern lassen. Als Besonderheit weist das Schweizer Bahnsystem das in Europa am dichtesten befahrene Netz auf, das zudem noch einen Mischverkehr (Personen- und Güterzüge) bewältigt.

Die internationale Abstimmung von Normen ist essenziell. Smartrail 4.0 strebt keine Insellösung für die Schweiz an. Mit verschiedenen europäischen Bahnen wird eng zusammengearbeitet. Smartrail 4.0 ist daher Kooperationen eingegangen mit dem Ziel einer Gesamtarchitektur für das Traffic Management und die Fahrzeuglokalisierung.

Abbildung 8: Keine Insellösung für die Schweiz



Quelle: smartrail 4.0

Knackpunkt ist die Finanzierung der Umrüstung der Fahrzeuge auf die neuen Technologien. Dies, weil von den Einsparungen in erster Linie die Infrastrukturbereiche profitieren und nicht der Bereich Rollmaterial. Zudem gilt es zur Vermeidung kostspieliger Doppelsysteme, die Migration rasch durchzuführen.

Abbildung 9: Umsetzung in vier Phasen



- Die Konzeptphase von 2017-2020 ist abgeschlossen und Erkenntnisse liegen vor für die architektonischen, fachlichen und funktionalen Anforderungen an die zukünftigen Systeme und die Validierung der technischen Machbarkeit.
- Die Systembereitstellung und Erprobung 2020-2028 sind in Arbeit:
 Entwicklung der Produkte durch die Industrie und Erprobung des Konzepts auf drei Teststrecken mit einer noch reduzierten Anzahl von smartrail 4.0-Funktionalitäten. Die Ausrüstung von Einzelstrecken erfolgt von 2027/8-2030/1:
 Gestützt auf die Ergebnisse der Erprobung werden zehn Einzelstrecken mit erweitertem Funktionsumfang ausgerüstet. Die Begrenzung auf zehn isolierbare Einzelstrecken mit beschränktem Fahrzeugumlauf erfolgt, um möglichst wenig Rollmaterial auf die neuen technischen Vorgaben umzurüsten.
- Ab 2030 startet der industrialisierte Rollout des Kernnetzes in zehn Segmenten. Nach dessen Abschluss ca. 2040 sind die umgesetzten smartrail 4.0 Funktionalitäten weitgehend flächendeckend verfügbar.

9 Resultate der Konzeptphase 2017-2020

Die Erkenntnisse und Ergebnisse der dreijährigen Konzeptphase bestätigen die Zielrichtung und weitgehend die technische Machbarkeit von smartrail 4.0. Das Branchenprogramm kann gestützt auf den erarbeiteten Inhalten und gewonnenen Kenntnissen vorangetrieben werden. Die zukünftigen Prioritäten liegen auf Erneuerung und Modernisierung für die Bereiche TMS, Stellwerke sowie Sprach- und Datenfunk (Ablösung GSM-R durch FRMCS) mit Akzent auf einen industrialisierten, standardisierten und regelbasierten Rollout. Die Schwerpunkte liegen entsprechend auf der Sicherheit, dem Substanzerhalt / End of Life, der internationalen Normierung und der Definition / Umsetzung der Rolle der Systemintegration.

Abbildung 10: Fokus des Branchenprogramms auf Erneuerung und Modernisierung



Quelle: smartrail 4.0

10 Realisierte «Quickwins»

Erste greifbare Ergebnisse – sogenannte «Quickwins» - gelingen im Bereich TMS mit der Einführung von «Helper-Funktionen» zur automatischen Trassensuche, der Verschmelzung der bisherigen Rollen von planendem Disponent und ausführendem Fahrdienstleiter zur automatisierten Betriebszentrale, die Real Time Optimierung (RTO) zur besseren Nutzung der Kapazität sowie die dynamische Fahrassistenz für eine höhere Präzision des Fahrens. In Betrieb seit 2017 ist beispielsweise das automatisierte Warnsystem auf Baustellen im Bauprojekt «Entflechtung Wylerfeld» und seit 2019 beim Vierspurausbau Liestal.

Abbildung 11: Dank dem Einsatz der leitsystemunterstützten Warnung erhöht sich die Sicherheit und sinken die Kosten auf Baustellen.



Quelle: SBB CFF FFS

Die Real Time Optimierung (RTO) im Teilprogramm Traffic Management System strebt die automatisierte Optimierung der Kapazitätsnutzung an. Mit ihr können automatisch Reihenfolge- und Fahrwegänderungen durchgeführt werden, um die Kapazität in neuralgischen Gebieten mit Mischverkehr, Einfädelungskonflikten und Kreuzungen zu garantieren und erhöhen. Der Pilotbetrieb im Raum Olten ist noch für 2020 vorgesehen und soll ab Frühjahr 2021 für den komplexen Einfädelungsknoten Giubiasco beim Nordeingang des Ceneri-Basistunnels in Betrieb genommen werden. Ein weiterer Ausbauschnitt mit RTO erfolgt dann im Gotthard-Basistunnel, um die noch bestehenden Sicherheitsauflagen aufzuheben.

Durch die schrittweise Umsetzung der Komponenten von smartrail 4.0 stellen sich somit bereits ab 2021 namenhafte Einsparungen ein. Ab 2040 ergibt sich bei Umsetzung aller Komponenten eine Einsparung von CHF 450 Millionen pro Jahr. Möglich wird dies durch Einsparungen aufgrund verringerter Aussenanlagen, vermiedenen Infrastrukturausbauten und einer optimierten, Energie sparende Fahrweise. Die hochgerechnete Reduktion durch optimierte Fahrprofile dürfte bis zu zehn Prozent der Traktionsenergie erreichen.

11 Perspektiven

Die Phase «Systembereitstellung und Erprobung» ist angelaufen und wird bis 2028 schrittweise entsprechend dem Reifungsgrad der Detailkonzepte, der Finanzierung und der Entwicklung der europäischen Standardisierung vorangetrieben. Die einzelnen Schritte sind weitestgehend eigenständig und aufbauend, so dass in jedem Fall der mit einem Schritt erzielte Nutzen erhalten bleibt.

«Der im Januar 2020 von den smartrail 4.0 Partnern ans BAV eingereichte Konzeptbericht erachtet dieses als richtig, da ihm eine gesamtheitliche und branchenübergreifende Betrachtung zugrunde liegt. Grundsätzlich sei, so das BAV, das Programm indes zu stark technisch orientiert, schwer überschaubar und zu wenig mit den internationalen Entwicklungen abgestimmt. Die vorgelegte Planung erachtet das Amt als «deutlich zu optimistisch». Es hat die Branche deshalb beauftragt, die geplanten Vorhaben schrittweise umzusetzen und sich auf die anwendungsreifen, erfolgsversprechenden Teilprogramme zu konzentrieren. Dazu gehören zum Beispiel das Projekt für einen automatischen Warnprozess (AWAP-Light). Ebenfalls weiterentwickelt werden soll das Traffic Management System (TMS) zur Automatisierung der Fahrpläne und der Disposition. Andere Projekte von Smartrail sieht das BAV nicht als zielführend, zum Beispiel die Entwicklung eines neuen Stellwerktyps oder Projekte für die Entwicklung selbstfahrender Züge, die nicht auf der bestehenden Führerstandssignalisierung (ETCS Level 2) basieren. Für das BAV zwingend ist die Abstimmung mit den Entwicklungen in der EU: Der grenzüberschreitende Verkehr muss technisch weiter vereinfacht werden.» (BAV-News, Nr. 81, Juli 2020)

12 Fazit

Smartrail 4.0 ist ein äusserst ambitioniertes Unterfangen. Die Bahnbranche Schweiz arbeitet mit bei europäischer Pionierarbeit zur Standardisierung, damit europäische Lösungen entstehen, die für die Schweiz einen hohen Nutzen bringen. Die Eidgenossenschaft investiert namhafte Mittel in die Modernisierung des Schienenverkehrs. Der Ausgang bleibt ungewiss: Die Komplexität und die Notwendigkeit zur Interoperabilität des europäischen Eisenbahnsystems fordert alle Beteiligten in einem noch nie gekannten Ausmass. Die bald zweihundert Jahre alte Eisenbahn muss sich neu erfinden, will sie auch in Zukunft ihre Rolle im Mobilitätsangebot spielen. Im Gegensatz zur verhältnismässig jungen, von Beginn an grenzüberschreitend aufgestellten Zivilluftfahrt mit einer Arbeitssprache und weltweiten Standards, beherrschen immer noch nationale Befindlichkeiten und Präferenzen den Bahnbereich. Smartrail 4.0 ist ein entscheidendes Element zur Überwindung der bisherigen Geschichte der Eisenbahn und damit der Sicherung ihres Fortbestands.

Literaturverzeichnis

Dällenbach Roger, Metz Kurt, Nolte Jens und Züger Gerhard, Schweizer Projekte und Piloten zur Automation im Führerstand, Eisenbahn-Ingenieur, August 2019

Abrach Ivo N., Metz Kurt, Schneider Hans Jakob, Smartail 4.0: Sanft auf dem Weg zur Automation im Führerstand, Signal + Draht, 6/2019

Website von smartrail 4.0 mit vielen (Fach-)Publikationen: www.smartrail40.ch