Schweizer Projekte und Piloten zur Automation im Führerstand

Das Branchenprogramm smartrail 4.0 macht sich neue Technologien zunutze und testet in diesem Zusammenhang höhere Automatisierungsgrade im Bahnbetrieb.

ROGER DÄLLENBACH | KURT METZ | JENS NOLTE | GERHARD ZÜGER

Die Nachfrage nach Bahnleistungen steigt und Ansprüche an Zuverlässigkeit wie Pünktlichkeit nehmen zu. Die Schieneninfrastruktur erreicht ihre Grenzen. Autonome Straßenfahrzeuge rollen an und werden den Schienenverkehr ergänzen oder ersetzen. Individualisierte Routen und optimierte Reisezeiten im motorisierten Individualverkehr (MIV) sowie der Kostendruck zwingen die Bahnen, ihre Prozesse zu hinterfragen. Die Digitalisierung ermöglicht relativ rasch innovativ Lösungen umzusetzen. Mit smartrail 4.0 stellen sich Schweizer Bahnen vorab mit der Automation im Führerstand neu auf.

Die Ausgangslage

Mit dem Aufkommen von Elektro- und der Einführung autonomer Straßenfahrzeuge im MIV entsteht eine völlig neue Situation. Will die Bahnbranche ihre Bedeutung erhalten oder gar ausbauen, so ist sie gefordert, ihre Produktionsprozesse grundlegend zu überdenken und den voraussehbaren Gegebenheiten anzupassen.
In der Schweiz bilden die Überlastungssituationen in den Ballungsräumen Opportunitäten für frequenz- und kapazitätsstarke S-Bahnnetze. Ihre Betreiber sind gefordert, Produktivitätssteigerungen durch Digitalisierung und Automatisierung ihrer Prozesse und Systeme zu erzielen.

Die Lösungsansätze

Mit dem Programm smartrail 4.0 entwirft die Schweizer Bahnbranche eine Gesamtarchitektur für die Erschließung des Automatisierungs- und Optimierungspotenzials in den Bereichen Stellwerke, Leittechnik, Außenanlagen, Datenfunk und Traffic Management System (TMS). Zusätzlich werden neue technologische Entwicklungen wie Lokalisierung und automatisierter Zugbetrieb (Automatic Train Operation – ATO) integriert. In der bis Ende 2019 laufenden Projektierungsphase prüft das smartrail 4.0-Team die Systeme und neuen Technologiemöglichkeiten hinsichtlich ihrer Funktions- und Zulassungsfähigkeit. Auf Pilotstrecken werden diese anschließend in Feldtests erprobt, damit ab 2027 der industrielle Rollout erfolgen kann (Abb. 1).

Die Ziele

Smartrail 4.0 versteht sich sowohl als Effizienzsteigerungs- wie als Innovationsprogramm. Seine strategischen Ziele sind:

- Reduktion der jährlichen Gesamtsystemkosten in der Bahnproduktion
- Erhöhung der Trassenkapazität um 15 % bis 30 %
- Erhöhung der Verfügbarkeit der Infrastruktur
- Erhöhung der Sicherheit insbesondere beim Rangieren und auf Baustellen.

Die Intelligenz aufs Fahrzeug

Spurgeführte Transportsysteme sind prädestiniert für automatisiertes Fahren. Grundvoraussetzung dazu sind schnelle, leistungsfähige und zuverlässige Kommunikationskanäle zwischen den festen „Stellwerken" und den sich bewegenden Fahrzeugen sowie unter diesen selbst.
Smartrail 4.0 entwickelt die Fähigkeit, entsprechend ausgerüstete Züge im Automatisierungsgrad 2 (Grade of Automation – GoA2) zu steuern. Dies ist nebst beweglichen Blockabschnitten (European Train Control System – ECTS Level 3) eine Voraussetzung zur Erhöhung der Streckenkapazität dank dichterer Zugfolge. Die Züge können so feiner und flexibler gelenkt werden, wodurch unplanmäßige Halte im Normalfall entfallen. Die Berechnungslogik im TMS-ATO kann bereits vor dem Rollout der Fahrzeugausrüstung für GoA2 einen Teil ihrer Wirkung entfalten. Im GoA1 erhält der Lokführer mit dem Fahrassistenzsystem (Adaptive Lenkung ADL 4.0) zusätzliche Informationen zur Umsetzung der optimalen Fahrstrategie auf seinem Endgerät (z. B. Tablet) angezeigt. Mit der Vorstufe von ADL 4.0, ADL eco 2.0, wurden im Herbst 2018 bereits erfolgreich erste Betriebstests durchgeführt. Dabei erhält der Lokführer eine statische Geschwindigkeitsempfehlung, die tiefer ist als die Streckenhöchstgeschwindigkeit. Bei pünktlichen Verkehren lässt sich der Energieverbrauch beachtlich reduzieren.

Die Automatic Train Operation (ATO)

Basierend auf einem integrierten System von Zugbeeinflussung und automatischem Fahrsystem bewährt sich ein (voll)automatisierter Betrieb in U-Bahnen und abgeschlossenen Bahnsystemen seit Jahrzehnten. Diese Systeme lassen sich jedoch nicht uneingeschränkt für die heutigen Normal- und Schmalspurbahnen mit unterschiedlichen Zugbeeinflussungssystemen wie Zugbeeinflussung Meterspur Standard (ZBMS), Zugbeeinflussung (ZUB) und European Train Control System ETCS (Level 1 Limited Supervision, Level 1 Full Supervision, Level 2…) und dem diskriminierungsfreien Zugang von Eisenbahnunternehmen auf den verschiedenen Infrastrukturen anwenden. Um dennoch ein je nach Bedarf zeit- und / oder energieoptimiertes Fahrprofil zu berechnen, umzusetzen und länderübergreifend (interoperabel) anzuwenden, wird derzeit auf europäischer Ebene angestrebt, alle Schnittstellen eines ATO-Systems zu standardisieren.
Der Automatisierungsgrad der Zugsteuerung wird wie folgt definiert (Abb. 2):

- GoA0: Die gesamte Verantwortung liegt in den Händen des Lokführers; es ist keine Zugbeeinflussung vorhanden.
- GoA1: Der Lokführer wird an unsicheren Handlungen gehindert (z. B. das Überfahren eines Signals wird durch eine Zugbeeinflussung geschützt); gleichzeitig werden ihm

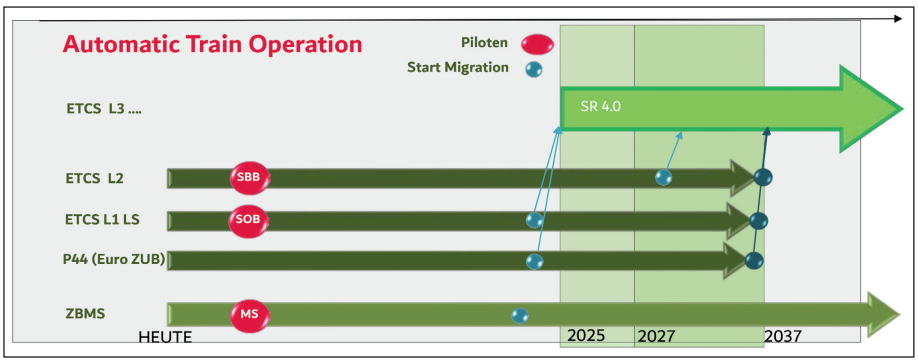

Abb. 1: Fahrplan der Automatic Train Operation Piloten

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für SBB AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019

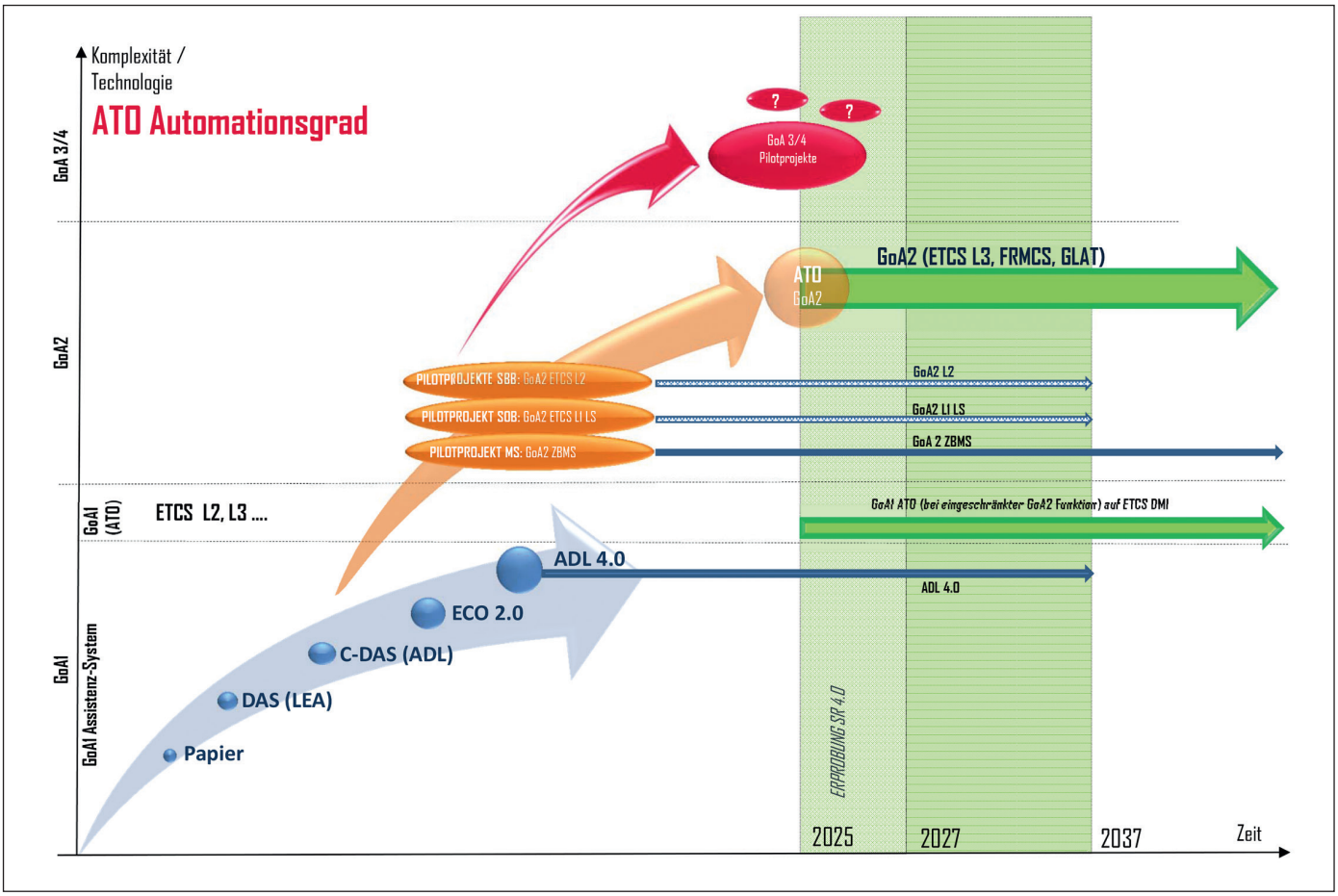

Abb. 2: ATO-Automationsgrad auf Zeit- und Komplexitätsachsen

Geschwindigkeitsempfehlungen für das optimale Führen des Zuges angezeigt.

- GoA2: Der Lokführer bleibt verantwortlich; während der Fahrt übernimmt aber ein System die Geschwindigkeitssteuerung und optional im Bahnhof die Türsteuerung.
- GoA3: Es ist keine Person mehr im Führerstand; die Passagiere werden durch den Zugbegleiter betreut. Die meisten Prozesse sind automatisiert. In schwierig zu automatisierenden Situationen (z. B. Fahrt auf Sicht bei Störungen) erfolgt eine manuelle Steuerung durch das Zugpersonal.
- GoA4: Alle Prozesse der Zugsteuerung sind automatisiert. Nur bei Triebfahrzeugstörungen oder Evakuierungen greifen Interventionsgruppen vor Ort ein.

Smartrail 4.0 plant derzeit mit GoA2.

Durch das Mitgestalten der Funktionen und Schnittstellen im Bereich ATO und der Einbringung wie Umsetzung von smartrail 4.0-Interessen und -Zielen (Kapazität / Pünktlichkeit) wird eine für den schweizerischen Bahnbetrieb anwendbare und tragbare Norm erwirkt. Dabei soll sichergestellt werden, dass sowohl System- und TSI-Konformität (Technical Specification Interoperability) eingehalten sind sowie keine Mehrfachentwicklungen resultieren. Gleichzeitig wird Know-how aufgebaut und „lessons learned" aus den verschiedenen Programmen berücksichtigt.

Diese Norm soll den Einsatz der Fahrzeuge über die Landesgrenzen hinaus ermöglichen. Hierzu sind die SBB im Expertenstatus in die Shift2Rail-ATO-Aktivitäten eingebunden und können die Anliegen und Randbedingungen des schweizerischen Bahnbetriebs einbringen.

Die anstehende europäische GoA2-Norm ist für einen automatisierten Betrieb unter einer vollüberwachten Zugbeeinflussung ausgelegt. Derzeit sind im schweizerischen Normalspurnetz über 90 % der Strecken mit einer „Limited Supervision" (LS) Zugbeeinflussung ausgerüstet, für welche die anstehende internationale Norm nicht explizit vorgesehen ist. Bei L1LS werden die Funktionalitäten des schweizerischen Zugbeeinflussungssystems ZUB übernommen, bei dem die Zugbeeinflussung mit konventionellen Außensignalen stattfindet. Die Übertragung der notwendigen Daten erfolgt über Eurobalisen und Euroloops, wobei die ETCS-on-board-Ausrüstung die Zugbeeinflussung ohne weitere Komponenten sicherstellt. Somit ist auch ein L1LS ATO-Betrieb (GoA2) unter dem Einsatz der ATO-Onboard-Unit (OBU) und der Schnittstellen gemäß der neuen anstehenden Norm theoretisch möglich, muss aber noch verifiziert werden (Abb. 3).

Erste Pilote und Erkenntnisse

Die Machbarkeitsstudie für GoA2 unter L1LS wurde im Januar 2018 abgeschlossen. Sie bestätigt grundsätzlich die Machbarkeit bezüglich Technik, Risiken, Organisation und Recht.

In einem erstmaligen Wettbewerbsverfahren unter möglichen Lieferanten für die ATO-OBU wurden mehrere Angebote geprüft. Ein Preisgericht hat die erfolgversprechendsten Konzepte für das ATO-L1LS-Pilotprojekt der Südostbahn SOB von Rail Systems Engineering und Stadler zur Weiterbearbeitung empfohlen.

Bis Ende 2018 wurden drei Pilote gefahren. Die BLS testete 2017 in Zusammenarbeit mit SBB Infrastruktur erfolgreich drei Fahrempfehlungssysteme für den Lokführer im S-Bahnbetrieb. Dieser Pilot zeigte, dass der Energieverbrauch mithilfe von optimierten Fahrprofilen im GoA1 um 10 – 15 % gesenkt werden kann. Fahrempfehlungen führen ebenfalls zu besserer Pünktlichkeit und reduzierter Streuung der Fahrweise. Die Wirkung der Fahrempfehlungen hängt jedoch wesentlich davon ab, wie sie das Lokpersonal akzeptiert und umsetzt. Weiter wurden die ersten Testfahrten mit ATO unter ETCS L2 im Dezember 2017 auf der Neubaustrecke Mattstetten – Rothrist erfolgreich durchgeführt. Außerdem wurde ein Triebzug des Typs Flirt des Regionalverkehrs Vaudois der SBB temporär mit dem Funktionsmuster einer ATO-OBU ausgerüstet, welche auf einfache Weise mit Fokus auf die Datenschnittstelle vom ATO-Trackside (ATO-TS) zu Fahrzeug (Subset

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für SBB AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019

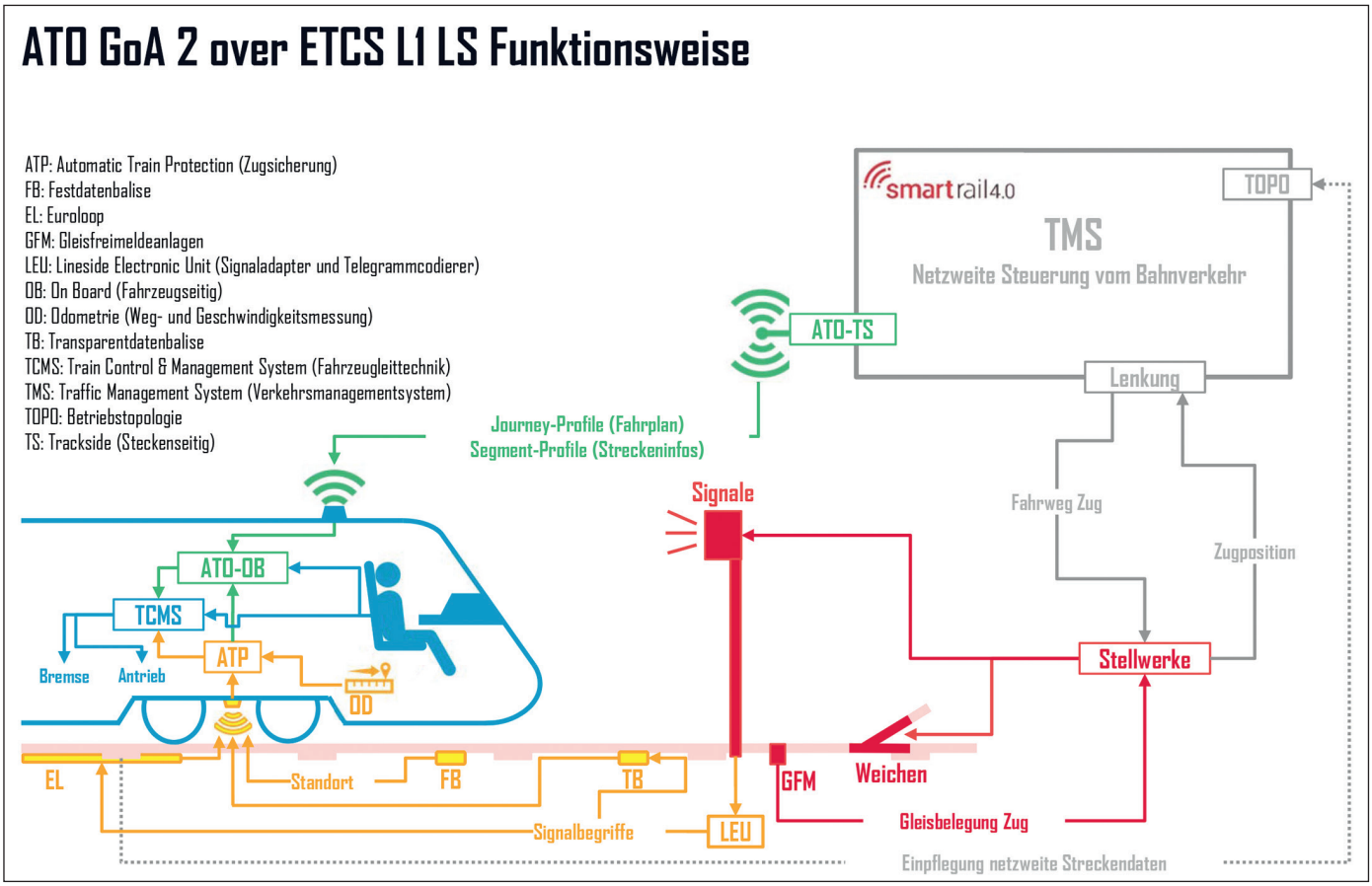

Abb. 3: ATO GoA2 over ETCS L1LS Funktionsweise

125 und Subset 126) GoA2-Fahrten ermöglicht. Dies um die Anwendbarkeit der geplanten interoperablen Normenentwürfe in der Schweiz unter realen Bedingungen schnellstmöglich zu testen. Die ersten Versuchsfahrten fanden Ende August 2018 auf der mit ETCS L2 ausgerüsteten Strecke Lausanne – Villeneuve entlang des Genfersees statt. Ihre Charakteristika entsprechen einer S-Bahnstrecke mit vielen Haltepunkten mit einer entsprechend hohen Zahl an Beschleunigungs- und Bremsabschnitten. Die standardgemäße Übermittlung der Segment- und Journey-Profile vom ATO-TS zur ATO-OBU wurde demonstriert. Mit einer fahrzeugspezifisch angepassten Regelung der OBU lässt sich das gewünschte Fahrverhalten erreichen. Ebenso wurde verifiziert, dass bei einer (zu Testzwecken) absichtlichen Verletzung der ETCS-Bremskurve das ETCS eine Bremsung durchführt, sodass die Sicherheitsfunktionalität nach wie vor durch das ETCS gewährleistet wird (Tab. 1).

Laufender Pilotbetrieb bei den SBB

Die SBB führen den Pilotbetrieb ohne kommerzielle Zulassung mit GoA2 unter ETCS L2FS (Full Supervision) weiter. Drei Phasen werden nun durchlaufen:

1. Fortsetzung der im August 2018 begonnenen Schnittstellentests zwischen dem ATO-TS und dem Funktionsmuster einer ATO-OBU aus der Industrie. Im April 2019 fanden Fahrten statt, an denen das Fahrverhalten mit den Daten über die Schnittstelle SS125 / SS126 weiter beobachtet wurde.
2. Tests des Zusammenspiels zwischen ATO-OBU, ATO-TS, Fahrzeugsteuerung und ETCS-OBU im Rahmen von Versuchsfahrten auf derselben Strecke sind ab Oktober 2019 vorgesehen. Das Funktionsmuster wird (soweit zurzeit technisch und gemäß Stand der Normenentwürfe möglich) um die Schnittstel-

Funktionalität	Scope	Piloten			
		C-DAS	GoA2 L1/LS	GoA2 L2	ZBMS
Energieoptimierte Fahrplanplanung	Infrastruktur	X	–	–	–
Automatische Generierung von Produktionsvorgaben bei Abweichungen	Infrastruktur	–	X	–	–
Automatisierte Abwicklung der Betriebsführung	Infrastruktur	–	X	–	X
Systemgestützte, präzise Fahrweise	Infrastruktur	–	X	X	X
Kurze Zugfolgezeiten	Infrastruktur	–	–	X	X
Upgradefähige Fahrzeuge	Infrastruktur	–	–	–	–
Durchgängige Daten für automatisierte Auswertungen und Analyse	Infrastruktur	–	–	–	–
Optimierung der Fahrzeugumläufe	EVU	–	X	–	X
Unterstützung des Lokführers für streckenspezifisches Wissen	EVU	–	X	–	–

Tab. 1: Funktionale Prüfung des ATO-Piloten

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für SBB AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019

len von ATO-OBU zur Fahrzeugsteuerung (Subset 139), und ATO-OBU zu ETCS-OBU (Subset 130) erweitert und das Fahrverhalten weiter beobachtet.
3. Der Flirt soll auf ATO mit TSI-konformen Schnittstellen aufgerüstet werden, um die Ergebnisse der Phase 2 mit der definitiven Norm zu vergleichen. In dieser Phase ist erstmalig die aussagekräftige Überprüfung der Annahmen über die potenziellen Effizienzgewinne möglich. Derzeit ist der Normierungsprozess noch nicht abgeschlossen, weshalb die Industrie noch nichts Normiertes bereitstellen kann. Erst nach dem Einfrieren der Normen zur Standardisierung kann die Phase 3 beginnen, voraussichtlich frühestens in der zweiten Hälfte 2020 oder Anfang 2021.

SOB-Pilot für GoA2 unter L1LS

Die Südostbahn SOB will mit ihrem Piloten auf bestehender Infrastruktur nachweisen, dass die ATO GoA2 unter ECTS L1LS[1] machbar ist. Außerdem soll aufgezeigt werden, dass eine präzisere Fahrweise, optimierte Halteprozesse, Fahrzeitverkürzungen und Energieverbrauchsoptimierungen möglich und quantifizierbar sind.
Weiter sollen empirische Schlüsse für die Arbeit der Fahrdienstleiter und des Lokpersonals gewonnen werden.
Für die Pilotierung sind drei Schritte vorgesehen:
1. Nächtliche (nach Betriebsschluss) Tests der Grundfunktionen auf dem Netz der SOB ab Dezember 2019 bis Mai 2020 zum Beweis der Erfüllung der grundlegenden funktionalen Anforderungen
2. Nichtkommerzielles Fahren im Mischverkehr zum Test der Zuverlässigkeit, von Toleranzen und der Präzision (Juni – Dezember 2020)
3. Kommerzieller ATO-Betrieb mit regulären Zugfahrten zum Prüfen der Zuverlässigkeit, der Akzeptanz durch Passagiere und Lokpersonal sowie dem Nutzen für das EVU ab Ende 2020.

[1] Ein Großteil des schweizerischen Normalspurnetzes verfügt über ETCS L1LS. Ein Update auf L2 oder L3 ist in absehbarer Zeit (10–20 Jahre) unwahrscheinlich, hat doch das BAV im Februar 2019 ein Moratorium für ETCS L2-Ausbauten verhängt.

Pilot für Meterspurbahnen und Trams

Die Schweiz verfügt zusätzlich zu den 3850 km Normalspurbahnen auch über gut 1000 km Meterspurbahnen und rund 350 km Straßenbahnstrecken. Für diese beiden wird zurzeit ein Branchenstandard entwickelt. Dieser basiert auf der Logik der Normalspur und ist für die Anforderungen und Spezialfunktionen dieser Bahntypen angepasst (beispielsweise den Wechsel von Adhäsions- auf Zahnstangenbetrieb). In der Arbeitsgruppe ATO der über 20 Meterspurbahnen sind vier in städtischen und Agglomerations-Gebieten tätige Unternehmen (Basellandschaft Transporte, Forchbahn, Regionalverkehr Bern-Solothurn und Verkehrsbetriebe Zürich) sowie die vor allem im Alpenraum verkehrende Matterhorn Gotthard Bahn, Rhätische Bahn und Zentralbahn vertreten. Die Ziele der Arbeitsgruppe sind zum einen die Erstellung eines Branchenstandards auf Basis der Erkenntnisse der Piloten, zum anderen aber auch ein mit dem Bundesamt für Verkehr abgestimmter generischer Zulassungsprozess. Außerdem wird damit die Bereitstellung eines Tools zur Berechnung des Business Case sowie eines Tools zur Analyse des Risikos verfolgt.
Dabei sollen Synergien der Normalspur ATO-Ergebnisse genutzt und ein Abgleich mit smartrail 4.0 stattfinden. Ziele für die Meterspur- und Straßenbahnen sind die Optimierung der Trassenauslastung der zahlreichen Einspurstrecken, die Reduktion der Kosten und Senkung der Lieferantenabhängigkeit.
Erreicht wurde bisher die Erstellung eines Branchenstandards Version 1.0, die Entwerfung eines Zulassungskonzeptes für das Gesamtsystem sowie die Erarbeitung eines „Business Case"-Moduls. Außerdem wurde ein Entwurf für ein Instrument zur Risikoanalyse der Fahrzeuge, Infrastruktur, Betrieb und Mitarbeiter erstellt, es liegen Angebote zur Spezifikation der Schnittstelle 130 sowie für die Testbetriebe vor.
Die Weiterentwicklung des Zugbeeinflussung Meterspur Standards (ZBMS), dessen Ausbau für GoA3 und GoA4 sowie für „Moving Block" sind angedacht.
Der Testbetrieb zur Überprüfung der Zielerreichung mit einem Einzelfahrzeug ist in zwei Phasen vorgesehen: zuerst in der Nacht ohne zugelassene ZBMS / ATO-Schnittstelle zu Subset 130, dann während dem Normalbetrieb mit Fahrgästen mit zugelassener ZBMS / ATO-Schnittstelle Subset 130.
Als Testergebnisse werden eine Genauigkeit der Zielbremsung, Verhalten bei schlechten Schienenverhältnissen, Nachweise der Daten- und Ortungsqualität sowie der Datenübertragung erwartet. Im Piloten sollen dann die wirtschaftliche Fahrweise und die Verifikation der Schnittstellen erfolgen. Die Planung sieht Anfang 2020 für die erste Phase auf dem Netz der Zentralbahn (Luzern – Interlaken und Luzern – Engelberg) vor. Die Betriebserprobung bei der Rhätischen Bahn, dem Regionalverkehr Bern-Solothurn und der Zentralbahn wird sich ab zweiter Hälfte 2020 über rund ein Jahr erstrecken. Erste kommerzielle Betriebseinsätze sollen zur Wiedereröffnung der Waldenburgerstrecke (Liestal – Waldenburg, Kanton Baselland) auf dem Netz der Basellandschaft Transporte Ende 2022 aufgenommen werden.

Die Gewinne für alle

Das smartrail 4.0-Team erkennt die Möglichkeit zur Reduktion der Fahrvarianz, zu einer besseren Ausnützung der bestehenden Netzkapazität sowie der situationsoptimierten Fahrweise. Damit ermöglicht ATO die Erhöhung der Pünktlichkeit und Netzstabilität.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für SBB AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019

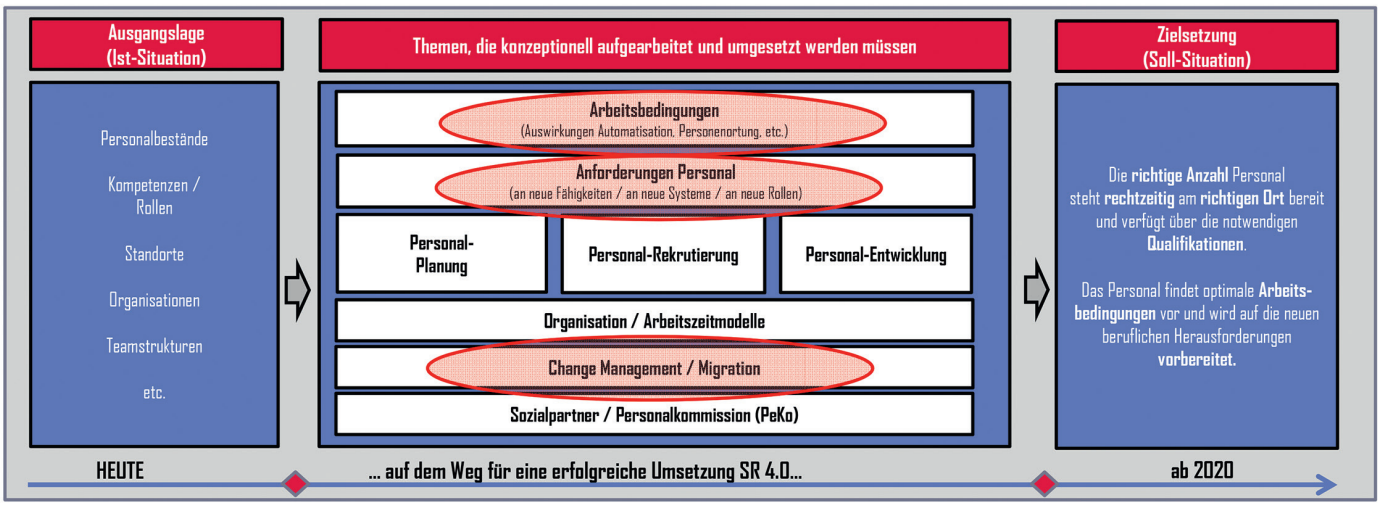

Abb. 4: Personelle Herausforderungen

Positive Effekte der Automatisierung werden bereits heute bei verschiedenen Bahnen durch den Einsatz eines Fahrassistenzsystems (ADL) angewendet und durch smartrail 4.0 kontinuierlich verbessert. Dazu gehört die Schonung der Ressourcen und dies sowohl für die Fahrzeuge wie die Infrastruktur durch eine optimale Fahrweise und Energieeinsparungen.

Mit und für die Lokführer

Seit Beginn des Programms smartrail 4.0 wird bei allen Betroffenen die Einsicht gefördert, dass sich mit ihm Berufsbilder verändern (Abb. 4). Schwerpunkte der Transformation sind:

- Optimale Automatisation: Entwickeln von Aufgaben und Rollen, die aus arbeitspsychologischer Sicht verhindern sollen, dass die Mitarbeitenden den Risiken der Automatisierung ausgesetzt sind. Einbezug in der Gestaltung der Anwendungen, um Fehlentwicklung zu verhindern und eine hohe Akzeptanz zu erreichen. Konkret: mit soziotechnischen Experimenten die Systeme in der Arbeitsumgebung ausprobieren und den Wechsel erleben.
- Befähigung für die Zukunft: Erarbeiten der neuen Fähigkeiten mit Berufsfeld- und Kerntätigkeitsanalyse für die Rollen in der Branche. Anstöße für individuelle Entwicklungspläne der Mitarbeitenden unter dem Lead der betroffenen Linien / Unternehmen.
- Changemanagement: Offene Kommunikation und Anstöße zur persönlichen Entwicklung mit dem Ziel, den Mitarbeitenden eine Perspektive zu zeigen und sie während des Veränderungsprozesses für das Unternehmen zu begeistern. Den Umgang mit Unsicherheiten erlernen und verstehen, wie sich Berufsbilder laufend entwickeln.

Dabei bestehen die Herausforderungen des zukünftigen Arbeitsmarktes nicht nur darin, das geeignete Personal zu suchen und zu finden, sondern auch in der steigenden Fluktuation, da besonders junge Mitarbeitende schneller die Berufe wechseln. Es gilt in der langen Übergangszeit von parallel „alter" und „neuer" Technologie Wissen und Fertigkeiten zu erhalten sowie Trainingsmöglichkeiten zu schaffen, um neue Systeme auszuprobieren und auf diese zu schulen. Wichtig ist, die optimale und nicht maximale Automatisation zu erreichen, um Arbeitsplätze attraktiv zu gestalten.

Erfahrene Lokführer haben die Rahmenbedingungen aus den Fahrdienstvorschriften respektive ihre Abweichungen für GoA2 ermittelt und sind für die Betriebstests wichtige Gesprächspartner bei der Ausarbeitung der entsprechenden Testfälle.

Das Fazit

Leistungsfähigkeit, Verfügbarkeit, Qualität und Produktivität sind die Kernthemen für die Eisenbahn von heute und morgen. Das ist sie einerseits den Steuerzahlern und Bahnbenutzern schuldig, anderseits bedrohen neue Mobilitätsformen auf der Straße ihre Daseinsberechtigung vorab im Regionalverkehr. Das System Bahn muss sich in absehbarer Zeit und kostengünstig die Digitalisierung zunutze machen. Die schrittweise Einführung höherer Automatisierungsgrade in verschiedenen Anwendungsszenarien des Bahnbetriebs werden Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit unterstützen. Damit es dazu kommt, sind historische Denkmuster und traditionelle Verhaltensweisen durch innovative, kostengünstige und interoperable Ideen und Lösungen zu ersetzen. ■

Roger Dällenbach
Gesamtprojektleiter ATO-Pilot SOB
Schweizerische Südostbahn AG,
CH-Zürich
roger.daellenbach@sob.ch

Kurt Metz
Diplom-Politologe und Publizist
CH-Hellbühl/Luzern
mail@kurtmetz.ch

Jens Nolte
Projektleiter ATO
SBB AG, CH-Bern
jens.nolte@sbb.ch

Gerhard Züger
Leiter Produktion und Rollmaterial
zb Zentralbahn AG, CH-Stansstad
gerhard.zueger@zentralbahn.ch

DER EISENBAHN INGENIEUR

THEMENSCHWERPUNKTE:

Ausgabe Nr. 9/19

Messeheft zum Railway Forum

- Neue Wege im Schienengüterverkehr – automatisches Kuppeln
- Mobile LiDAR-Systeme im Vergleich
- BIM – Kompetenz von der Bestandsaufnahme bis zur Baustelle
- Sandungsanlagen – Sicherstellen des Bremsweges zu allen Jahreszeiten
- Aktuelles aus dem Arbeitskreis Bremse

plus Sonderausgabe: Gleisbaumaschinen – eine Übersicht

- Zulassung von Gleisbaumaschinen
- Stopfverfahren und –technologien
- Überblick der Gleisbaumaschinen aus Anwendersicht
- Instandhaltung von Gleisbaumaschinen

Anzeigenschluss: 13.8.19
Erscheinungstermin: 10.9.19

Ausgabe Nr. 10/19

DER EISENBAHNINGENIEUR – 135 Jahre Fachzeitschrift / 70 Jahre Verbandszeitschrift

- Nachwuchsgewinnung und Weiterbildung im Bahnbereich
- Praxisnahe Lehre im Bereich Eisenbahnwesen
- Erhöhung der Ausbildungsqualität
- Stationäre Energieversorgung für kritische Infrastrukturen
- Winterdienst der DB Netz AG
- Vorbeugende Klimatests für winterfitte Schienenfahrzeuge

Anzeigenschluss: 11.9.19
Erscheinungstermin: 8.10.19

Ausgabe Nr. 11/19

19. Internationaler SIGNAL+DRAHT-Kongress

STUVA-Tagung und Internationales Railway Symposium

- Großprojekt Brenner Basistunnel
- Virtuelle IBS – Digital Twin Tunnel
- Erneuerung des Petersbergtunnels
- Elektrifizierungsoffensive in Deutschland
- Tf-Assistenz für den hochautomatisierten Schienenverkehr
- LST-Planung Ausbaustrecke Knappenrode-Horka

Anzeigenschluss: 9.10.19
Erscheinungstermin: 6.11.19

Haben Sie Fragen?
Kontakt: Silvia Sander
Telefon: +49/40-23714-171
E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

Homepagevöffentlichung unbefristet genehmigt für SBB AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019