

ETR

EISENBAHNTECHNISCHE RUNDSCHAU



IMPULSGEBER FÜR DAS SYSTEM BAHN

DEUTSCHLANDTAKT

Mit einem dezidierten Sprinterkonzept
wesentliche Etappe 2035 machbar

SICHERHEITSKULTUR

Effektiv und zielgerichtet durch Wissen zu
Einflussmöglichkeiten und Herausforderungen stärken

STRECKENAUSBAU

In der Slowakischen Republik wird die Modernisierung
des paneuropäischen Korridors Nr. Va fortgesetzt

WASSERSTOFF-HYBRID-ANTRIEB

Der FLIRT H₂ für Kalifornien ist die neueste Ergänzung
im alternativen Antriebsportfolio von Stadler



ATO für Normal- und Schmalspur: Facettenreiche Wege zur Bahnautomation in der Schweiz

Nachdem das Schweizer Branchenprogramm «Smartrail 4.0» zur schrittweisen Weiterentwicklung des Bahnsystems im Juli 2020 durch das Bundesamt für Verkehr BAV aus Komplexitäts- und Kostengründen gestoppt wurde, entwickeln Schweizer Privatbahnen auf ihre Bedürfnisse angepasste Lösungen zur Automatisierung der Betriebsabläufe weiter. Der Beitrag präsentiert einen Tour d'Horizon einiger aktuell laufender Projekte und ihrer Perspektiven.

Das Schweizer Schienennetz umfasst 5317 Kilometer; davon sind 3846 Kilometer Normal- und rund 1400 Kilometer Meter-spur. Branchenleader in der Normalspur sind die Schweizer Bundesbahnen SBB (3265 km), gefolgt von der BLS (402 km) und der Schweizerischen Südostbahn SOB (111 km). In RAILplus sind zwanzig Meter-spurbahnen vereinigt. Sie ist ihre unternehmerische Kooperationsplattform und repräsentiert über neunzig Prozent der Schmalspurbahnen der Schweiz. Nachfolgend werden die Bestrebungen von fünf unterschiedlichen Schienenverkehrsunternehmen präsentiert, die gegenwärtig Projekte zur ATO (Automated Train Operation oder Bahnautomation) verfolgen. Basis des Beitrags sind Präsentationen und Inputs der Marktplätze des Informationstags «Die Zukunft der Bahnautomation ATO – wie und wann?» der Bahnjournalisten Schweiz vom 7. November 2022 in St. Gallen mit Aktualisierungen durch die Verkehrsunternehmen von Februar 2023.

1. Strassenbahnen und Meterspurbahnen

1.1. Fahrerassistenzsysteme der Basler Verkehrs-Betriebe BVB

Die Basler Verkehrs-Betriebe BVB verfolgen mit dem Einsatz von ODAS (Objekt-Hinderniserkennungs-Detektions-Assistenz-System) den Schutz von Personen im Gleisbereich durch die Erhöhung der aktiven Sicherheit. ODAS liefert eine präzise Berechnung von Position, Geschwindigkeit

und Bewegungsablauf von Hindernissen und dem eigenen Streckenverlauf des Trams durch permanente Bildanalysen. Das System gibt erst eine akustische Warnung aus. Wird nicht reagiert, bremst das Fahrzeug mit einer maximalen Verzögerung ohne Gefährdung der Fahrgäste. Daraus ergeben sich weniger schwere Unfälle. Zudem erhöht sich die Verfügbarkeit der Strassenbahnen und allfällige Instandsetzungskosten fallen geringer aus.

Anlass zur Einführung von ODAS war die geplante Neubeschaffung von 23 Flexity Trams mit Kosten von 91,3 Mio. CHF, wovon knapp zwei Millionen Franken auf das ODAS-System inklusive Ausrüstung



Kurt Metz
Diplom-Politologe der Universität Genf, Kommunikationsberater und Publizist SFJ-BR für Mobilität und Logistik
mail@kurtmetz.ch

für ein Messtram entfallen. Bei Redaktionsschluss war noch nicht klar, ob das Optionslos gezogen wird oder es zu einer Neuausschreibung kommt. Aktuell findet ein Pilot statt zum Testen der Tauglichkeit

ATO – Automatisierungsgrade

	Grad Automatisierung	Zugsteuerung	Freigabe Abfahrt	Zug fahren/stoppen	Türbedienung	Steuerung bei Störung von ATO
Manuell	GoA* 0 on sight (OS)	Fahrer ohne ATP**	Fahrer	Fahrer	Fahrer	Fahrer
	GoA 1 Non-automated Train ops (NTO)	Lokpersonal mit ATP**	Lokpersonal	Lokpersonal	Lokpersonal	Lokpersonal
Auto-matisiert	GoA 2 Semi-automatic Train ops (STO)	ATO und Lokpersonal mit ATP	Lokpersonal oder ATO	ATO	Lokpersonal Optional: ATO	Lokpersonal
Autonom	GoA 3 Driverless Train ops (DTO)	Fahrerlos	ATO	ATO	ATO Optional: Begleiter	Begleiter
	GoA 4 Unattended train ops (UTO)	Unbegleitet	ATO	ATO	ATO	Fernbedient durch Leitzentrale

Gemäss UITP / IEC 62267 *GoA = Grade of Automation **ATP = Automatic Train Protection, Zugbeeinflussung

1: Übersicht der Automatisierungsgrade und des Einsatzes von ATO-Massnahmen
Quelle: Schweizerische Südostbahn

des Systems und der Zulassungen in der Schweiz, Deutschland und Frankreich, da die neuen Trams auf Strecken im Dreiländereck verkehren werden. Wichtiges Ziel ist sowohl eine geordnete Kommunikation intern wie extern und die Akzeptanz im Unternehmen: Fahrer, Werkstätte und Leitung. ODAS ist im Pilotfahrzeug installiert und erste Tests sind erfolgreich verlaufen. Die Zulassung in der Schweiz und Deutschland ist abgeschlossen, in Frankreich bestehen noch Hindernisse. Als nächster Schritt soll ODAS auf zehn Fahrzeugen eingebaut werden mit den Zielen:

- Schaffen einer breiteren Datenbasis für weitere Entscheidungsgrundlagen
- Erhöhung der Akzeptanz beim Fahrpersonal und im Betrieb
- Beurteilung von Instandsetzung und Instandhaltung

Das System verlangt noch nach Justierungen zur Reduktion der «True Positiv/False Positiv» Meldungen. True Positiv bedeutet, dass der Vorfall vom System korrekt bearbeitet wurde; False Positiv steht für eine Warnung des Systems, dem kein Vorfall zugrunde liegt. Zudem müssen die Rückmeldungen der Testfahrer ausgewertet und übertragen werden. So ist ODAS nicht geeignet für knappe Fahrten an parkenden Strassenfahrzeugen und erst ab einer Fahrgeschwindigkeit von 3,6 km/h aktiv. Die Einbindung des Fahrpersonals ist ein grundlegender Erfolgsfaktor für das Projekt – ein entsprechendes Kommunikationskonzept ist zwingend. Zudem entbindet der Einsatz von ODAS das Fahrpersonal nicht von seiner Verantwortung, es dient zu dessen Unterstützung.

1.2. eCAB beim Regionalverkehr Bern Solothurn RBS

Die pünktlichste Bahn der Schweiz (99 Prozent der Züge kamen im Jahr 2021 fahrplan-gemäss an) will durch Vollautomatisierung unproduktiver Fahrten mit dem gleichen Lokomotivführerbestand mehr Verkehrsleistung erbringen. Mit der Umsetzung des Forschungsprojekts «eCAB» sollen auf dem neuen Wendegleis in Bätterkinden Züge führerlos nach GoA Level 4 ab 2025 gewendet werden. Zwei bis drei Jahre später steht die Vollautomatisierung von Leerfahrten in das neue Depot-5 am gleichen Standort an. Weitere Anwendungsfälle sind in Diskussion. Aktuell beschäftigt sich die RBS mit den Themenkreisen:

Warum brauchen wir ATO?

Externe Treiber

- Klimaziel 2050
- Energiestrategie 2050
- Der Modalsplit des Personenverkehrs in der Schweiz
- Perspektive BAHN 2050
- Etc.

ATO

Interne Treiber

- Steigende Anforderungen bei der RhB
- Angebotsausbau
- Effizienzsteigerung
- Verringerung der Komplexität
- Etc.

2: Die Rhätische Bahn (RhB) hat externe und interne Treiber für den Einsatz von ATO identifiziert

Quelle: RhB

- Sicherheit / Bewilligungsfähigkeit
- Gefährdungen und Massnahmen
- Akzeptanz und gesellschaftliche Aspekte

Durch die Abwesenheit des Lokführers fehlen zwei wichtige Funktionen auf dem Zug. Einerseits ist dies die fehlende Streckenbeobachtung und die Reaktionsfähigkeit auf unerwartete Profilverletzungen beispielsweise durch Tiere auf der Trasse. Andererseits liegt die Kontrolle über die Zugbewegungen (Fahren – Bremsen) beim ATO und diese kann fehlerhaft sein. Um Gefährdungen von Personen oder Objekten auf den Gleisen zu begegnen, sind geeignete Massnahmen zu ergreifen: reduzierte Geschwindigkeit der Kompositionen und spezifische Hinweise für die Fahrgäste auf dem Bahnsteig, Raumüberwachung bei Bahnübergängen durch Radar und Einzäunung der Gleisanlagen. Sollten Fahrgäste bei der Wendefahrt irrtümlicherweise im Zug verbleiben und im Wendegleis aussteigen wollen, ist dies durch selektive Türfreigabe zu verhindern. Schliesslich wecken führerlose Züge negative Assoziationen, die es zu entkräften gilt:

- Sicherheit: Diese muss durch das Projekt erbracht werden
- Arbeitsplatzkiller: Der Fokus liegt auf unproduktiven Fahrten; ATO kommt dann zum Einsatz, wenn Lokpersonal entlastet, also nicht ersetzt, werden kann
- Wirtschaftlichkeit: Diese muss das Projekt aufzeigen. Erste Berechnungen zeigen, dass für den Pilot Wendegleis Bätterkinden etwa ein halbes Mannjahr eingespart wird. Das ist ein bescheidener

Betrag, der keine riesigen Investitionen rechtfertigt.

Im laufenden Jahr finden ATO Test- und Schattenfahrten im Wendegleis Bätterkinden mit Datenaufzeichnung im Hintergrund statt. Anschliessend sind vollautomatische Fahrten mit Begleitung durch Lokführer zuerst nachts und dann auch tagsüber geplant. Schliesslich stehen vollautomatische Fahrten rund um die Uhr auf dem Programm.

1.3. ATO bei der Rhätischen Bahn RhB

Die Rhätische Bahn (RhB) betreibt ein Meterspur-Netz von knapp 400 Kilometer Länge, das sowohl einen S-Bahn-ähnlichen Betrieb mit dem Zentrum Chur von Thusis über Landquart nach Schiers umfasst wie die Gebirgsstrecken ins Unter- und Oberengadin (Scuol und St. Moritz), über den Berninapass (2253 Meter über Meer) ins Puschlav nach Tirano, in die Surselva (Disentis) und nach Davos. Die Anforderungen an das Bahnunternehmen mit einem überdurchschnittlichen Anteil von Ferienreisenden steigen laufend und stark an:

- Kürzere Umsteigezeiten
- Höhere Frequenzen und damit mehr Fahrgäste auf den Bahnsteigen
- Immer mehr Gepäck (Koffer, Wintersportgerät, Fahrräder usw.)

Zum Einhalten der Fahrpläne, sollen Zuginformationen rechtzeitig und präzise an die Fahrgäste übermittelt werden, um so die Einsteigezeiten zu verkürzen. Dazu müssen



3: Die Rheineck-Walzenhausen Bahn wird im Jahr 2025 die erste nach GoA 4 verkehrende Überlandbahn sein und dazu ein neues Fahrzeug erhalten
Quelle: Appenzellerbahnen

die Züge punktgenau anhalten. Automatisiertes Anhalten und Abfahren können den Lokführer dabei unterstützen. Mit dem Ausbau des netzweiten Halbstundentaktes auf den vorwiegend einspurigen Strecken wird die Fahrplangestaltung immer schwieriger. Ein gleichzeitiges Einfahren in den Bahnhöfen und Kreuzungsstellen ist heute nicht überall möglich. Daher braucht es für den effizienten Bahnbetrieb künftig mehr Automation zwischen Infrastruktur und Rollmaterial. Mit einem Tempomaten können die Fahrzeiten auf der Strecke optimiert und damit stabilisiert werden.

Die RhB erhält aktuell jeden Monat einen neuen vierteiligen Triebzug. Für diese müssen Abstellflächen bereitstehen. Diese sind mangels Platz in den Bahnhöfen dezentral angeordnet, was Auswirkungen auf das Verstärken und Schwächen sowie das Aufrüsten der Fahrzeuge mit sich bringt. Durch automatisches Garagieren können bei diesen Prozessen personelle Ressourcen geschont werden. Die RhB sieht daher – auch angesichts des Fachkräftemangels – in ATO eine Chance, ihre Mitarbeitenden massiv zu unterstützen und die Arbeitsplätze attraktiv zu gestalten.

1.4. CBTC Projekt bei den Appenzeller Bahnen

Die Rheineck-Walzenhausen Bahn (RhW) in der Ostschweiz als Teil der Appenzeller Bahnen (AB) ist die zweitkürzeste (1,96 km) und steilste Zahnradbahn (253 Promille) mit Vertikaleingriff der Schweiz, mit einer aussergewöhnlichen Spurweite von 1200 mm.

Auf der kurzen Strecke fährt sie ab Rheineck zuerst als Adhäsionsbahn mit 30 km/h, um dann auf dem Zahnradabschnitt bergwärts mit 20 km/h und talwärts mit 12-13 km/h zu verkehren. Sie weist zwei Tunnels und vier Brücken auf. Ziele der angestrebten Vollautomatisierung nach GoA4 sind die Verbesserung des Kostendeckungsgrades durch Mehreinnahmen aufgrund gesteigerter Passagierzahlen bei gleichzeitiger Senkung der Betriebskosten. Dazu gehören die Ausdehnung der Betriebszeiten zur Steigerung der Attraktivität und das Streichen der Taktlücken am Morgen. Eingesetzt werden soll aus Kosten- und Zulassungsgründen ein bestehendes System. Die AB betrachten die RhW als ideales Pilotprojekt für einen GoA4-Betrieb. Die Infrastruktur

ist überschaubar und die tiefen Fahrgeschwindigkeiten minimieren die Risiken. Dennoch sind anspruchsvolle Herausforderungen vorhanden wie Bahnübergänge, offene Streckenabschnitte mit Wildwechsel, Brücken und Tunnels sowie die Ein- und Ausfahrt in den Zahnstangenabschnitt. Der lokführerlose Betrieb vereinfacht das System. Das Triebfahrzeug benötigt keine Führerstände und die Betriebsabläufe wie Verantwortungen werden simpler. Sollte das CBTC-System ausfallen, so kann eine Räumfahrt ohne Passagiere mittels eines mobilen Führerstands mit Funkfernsteuerung erfolgen. Das System wird durch die AB-Betriebsleitzentrale in St.Gallen überwacht. Diese kann betriebliche Massnahmen vornehmen, wie beispielsweise die Kommunikation mit den Fahrgästen.

1.5. ATO bei weiteren Meterspurbahnen

Unter dem Dach des Verbands öffentlicher Verkehr VöV haben sich zehn Tram-, Meter- und Spezialbahnen zu einer Arbeitsgruppe zusammengeschlossen, um einen ATO-Branchenstandard zu schaffen. Dabei gilt der Fokus vorerst GoA 2. Als Ziel hat sich die Gruppe die Erarbeitung eines Entwurfs des Regelwerks Technik Eisenbahn RTE bis Ende 2023 gesetzt. Darin enthalten sind die Schnittstellenspezifikationen, der generische Zulassungsprozess sowie Instrumente zur Definition von Business Cases und der Risikoanalyse. Von Juli bis September 2023 finden Testfahrten auf der Strecke der Rhätischen Bahn im Prättigau (zwischen Landquart und Klosters) statt zur Verifizierung der Standards. Aufschlussreich war im Jahre 2021 eine Umfrage bei den teilnehmenden Bahnen bezüglich der Priorisierung





5: Zehn RABe 526 «Flirt» der SOB sind bereits mit ATO-Rechnern ausgerüstet

Quelle: SOB

- A: Test der Grundfunktionen nachts
- B: Nichtkommerzieller Mischverkehr
- C: Kommerzieller Betrieb mit ATO auf einer S-Bahn-Linie

Es stehen zwei bestehende Strecken der SOB zur Verfügung, auf denen unter ETCS L1LS gefahren wird. Für die «Architektur» fand ein Wettbewerb für die beste Industrielösung statt und die Pilotierung erfolgt mit mehreren Anbietern. Schritte A und B sind erfolgt, Schritt C ist nun vorgesehen ab Ende 2023 auf dem Süd-Netz der SOB zwischen Samstagern–Biberbrugg–Arth-Goldau. Ziel ist nachzuweisen, dass GoA2 über ETCS L1LS machbar ist und Nutzen bringt. Die SOB verfügt dazu über zehn Flirt3 mit zusätzlichem ATO-Rechner. Ansonsten gibt es keine zusätzliche Hardware auf den in den Jahren 2019 - 2021 gebauten Kompositionen.

3. ATO aus Sicht der Lokomotivführer

Von Seiten des Verbands Schweizer Lokomotivführer und Anwärter (VSLF) mit über 2600 Mitgliedern besteht eine grosse Skepsis bezüglich des Nutzens und der Wirtschaftlichkeit von ATO. Er sieht bei GoA2 kein Potenzial für Personaleinsparungen und fragt sich, mit welchem Berufsbild in Zukunft Lokpersonal rekrutiert werden soll. Ohne konkrete Zukunftsoptionen und einer umfassenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind digitale Automationen ohne direkte Einsparungen nicht zu rechtfertigen.

Der VSLF steht für eine Integrale Bahnproduktion mit synchroner Information zwischen Fahrplan, Lokpersonal und Betriebsleitzentrale ein, dem optimierten Fahrprofil vPRO. Dieses seit 2020 angewendete Tool habe die Ziele von ERTMS bereits erreicht: Interoperabilität, tiefere Kosten, höhere Sicherheit, höhere Verfügbarkeit, höhere Kapazität und beherrschbare Technik. Für den Regelbetrieb ist eine Pünktlichkeitsanzeige im laufenden Jahr vorgesehen; für kurzfristige Konfliktlösungen ist eine optimierte Adaptive Lenkung ab 2025 geplant.

4. Fazit

Aus der Fülle der Referate und den zusätzlichen Inputs der «Marktplätze» zog Co-Organisator Peider Trippi folgende Schlüsse:

- ATO GoA2 (mit Lokführer) wird eingeführt zur Entlastung im dichten Verkehr. In den Randstunden bleibt es beim konventionellen Fahren. Damit bleiben die

	Technisch betriebliche Machbarkeit	Sicherheit / Bewilligungsfähigkeit	Akzeptanz (Personal, Gesellschaft)	Wirtschaftlichkeit
GoA2 mit Fahrgästen	😊	😐 Konflikte ATO-Lf im Führerstand	😞 Lf als Sklave ATO	😞 hoher Aufwand kleiner Nutzen
GoA4 ohne Fahrgäste	😊	😊 Dank ZSL 90	😊 Entlastung Lf Kein Angriff auf Job	😐 kleiner bis mittlerer Aufwand und Nutzen
GoA4 mit Fahrgästen	😊	😐 Heikle Themen, z.B. Evakuierung in Tunnels Bahnsteigtüren	😞 Personal: Jobkiller Gesellschaft: Sicherheitsgefühl	😐 Hoher Aufwand Hoher Nutzen

6: Zusammenfassendes Fazit des RBS zu ATO

Quelle: RBS Regionalverkehr Bern Solothurn

des Nutzens. Höchste Priorität erhielten die Parameter Stabilerer Fahrplan und verbesserte Pünktlichkeit, Sicherheit im Manöverbereich und Eliminierung «menschlichen Versagens».

2. Normalspur: Schweizerische Südostbahn (SOB)

Die Bodensee-Toggenburg-Bahn – Vorläuferin der heutigen Schweizerischen Südostbahn (SOB) – setzte bereits 1965 pionierhaft einem Vorort-Pendelzug eine Fahr-Bremsautomatik im fahrplanmässigen Betrieb ein. Dabei wurde eine punktförmige Informationsübertragung Gleis/Triebfahrzeug durch Dauermagnete im Gleis eingesetzt. Die SOB selbst war eine bedeutende Treiberin im Branchenprogramm Smartrail 4.0 zur

Automatisierung des Bahnbetriebs in der Schweiz. Seit dem Abbruch vor drei Jahren nützen sie Know-how und Fachkräfte weiter, um das Thema ATO im Perimeter ihres Streckennetzes voranzubringen. Ihr geht es aktuell um halbautomatisiertes Fahren auf der Stufe GoA 2, wo nach wie vor Lokpersonal auf dem Zug mitfährt, aber eine Reihe von Aufgaben vom System teilweise oder ganz ausgeführt werden: Zugsteuerung, Freigabe Abfahrt, Zug fahren/anhalten, Türbedienung und Steuerung von ATO bei Störungen (siehe Tabelle). Beim aktuellen SOB-Piloten geschieht die Freigabe der Abfahrt noch durch den Lokführer und dieser bedient ebenfalls die Türen. Bei Störungen übernimmt nach wie vor das Lokpersonal die Fahrzeugsteuerung. Die weitere Umsetzung erfolgt in drei Schritten:

Lokführer-Befähigungen erhalten und die menschliche Aktivierung bewegt sich im optimalen Bereich.

- ATO GoA2 (mit Lokführer) zeigt mehr qualitativen Nutzen (Fahrplanstabilität u. a.), der quantitative Nutzen (Wirtschaftlichkeit) ist und bleibt vorerst offen. Der heute hohe Sicherheitsstandard wird jedoch nur bedingt verbessert.
- Eine optische Hinderniserkennung ist komplex und nicht die perfekte Lösung. Sie kann und wird aber die Aufprallgeschwindigkeiten vermindern und dadurch die Schwere der Unfälle reduzieren.
- ATO GoA4 für «unproduktive» Wendegleisfahrten, Leerfahrten sowie Depot-Ein- und Ausfahrten sind die zukunftsstrichtigsten Anwendungen: Der Lokführer kann so anderweitig und für anspruchsvolle Aufgaben eingesetzt werden. ●

Literatur

- [1] Dällenbach R., Metz K., Nolte J., Züger G., Schweizer Projekte und Piloten zur Automation im Führerstand, El Der Eisenbahn Ingenieur, Hamburg, Nr. 8/2019.
- [2] Metz K., Modernisierung des Bahnsystems durch neue Technologien – Die Bahn der Zukunft im Griff mit «smartrail 4.0», Schweizer Jahrbuch für Verkehr 2020, S. 103-118, Universität St. Gallen, September 2020.
- [3] Pannecoucke L., Dällenbach R., Effects of automatic train operation on regional train drivers, IRSE News, March 2021.
- [4] Referate und Marktinputs des Informationstags der Bahnjournalisten Schweiz -Medienschaffende des öffentlichen Verkehrs in St. Gallen, 7. November 2022, Die Zukunft der Bahnautomation ATO – wie und wann?, <https://bit.ly/3WLdeBj>
- [5] Optimiertes Fahrprofil bei SBB und BLS: <https://bahninfrastruktur.sbb.ch/de/digitale-bahn/optimiertes-fahrprofil-vpro.html>

Summary

ATO for standard and narrow gauge: multi-faceted tracks towards rail automation in Switzerland

Swiss private rails are developing solutions adapted to their requirements to automate operational processes. The Basler Verkehrsbetriebe are testing a driver assistance system for their trams. The regional transport company Bern Solothurn is about to launch driverless turning manoeuvres. The Rätische Bahn is optimizing operation processes and is planning to park and commission vehicles without personnel. The Rheineck-Walzenhausen of the Appenzellerbahnen is to run fully automated according to Grade of Automation Level 4 from 2025. The standard gauge Schweizerische Südostbahn is still testing semi-automated driving on two sections of its route network in 2023.

RAILWAY DIAGNOSTIC AND MONITORING CONFERENCE 2023

20TH - 21ST APRIL 2023

CONTINENTAL PARK HOTEL, LUCERNE 

REGISTER
NOW



REGISTER NOW AT:
WWW.EURAILPRESS.DE/EVENTS



**Eurail
press**