

Automatisierter Fahrbetrieb auf konventionellen Eisenbahnstrecken

Automatic train operation on traditional railway lines

Hans-Peter Vetsch | André Schweizer | Adrian Egloff | Markus Schindelholz

Woran liegt es, dass automatisierter Fahrbetrieb (ATO: Automatic Train Operation) auf konventionellen Eisenbahnstrecken (gemeint sind hier keine Straßenbahnen und auch keine geschlossenen Metrosysteme) bis jetzt wenig weit entwickelt und eingeführt ist? Die Interessengemeinschaft Auto-Ferrivia besteht aus erfahrenen Eisenbahn-Fachexperten seitens Infrastruktur, Betrieb und Rollmaterial und hat sich gebildet, um die Machbarkeit eines kostengünstigen und einfachen Fahrassistenzsystems (ATO GoA2) unter Beweis zu stellen. Der ATO-Lösungsansatz von Auto-Ferrivia erlaubt eine einfache, rückwirkungsfreie Erweiterung eines bestehenden, konventionellen Bahnsystems mit optischer Signalisierung und traditioneller Zugbeeinflussung. Das vorgeschlagene ATO-Konzept ist technologisch weitgehend unabhängig von Fahrzeug und Infrastruktur. Ein Feldversuch bei der Oensingen-Balsthal-Bahn (OeBB) in der Schweiz hat gezeigt, dass auf Strecken mit einfachen betrieblichen Verhältnissen mit wenig Aufwand ein automatisierter Fahrbetrieb möglich ist und rasch eingeführt werden könnte.

1 Einleitung

Die Bahn ist durch ihre Spurbundenheit prädestiniert für einen automatisierten Fahrbetrieb. Im Gegensatz zur Straße, dem Schiffs- oder dem Flugverkehr ist sie mit ihrer zweidimensionalen Bewegung (Weg und Zeit) vergleichsweise einfach zu überwachen und zu steuern. Dennoch kommt automatisiertes Fahren auf konventionellen Eisenbahnstrecken bis heute kaum zur Anwendung. In den Jahren 1976 bis 1980 fanden auf der LZB-Versuchsstrecke Baden – Koblenz Fahrten mit einem RABDe 8/16 (Chiquita) mit ATO statt. Ebenfalls Fahrten mit ATO, hier im fahrplanmäßigen Dienst mit Passagieren, fanden zwischen 1977 und 1979 auf der Strecke Madrid – Atocha – Pinar del las Rozas statt. Fahrzeugausrüstung in beiden Fällen: BBC Streckenausrüstung Baden – Koblenz: BBC; Madrid: SEL Stuttgart Die Entwicklung wurde allerdings aus Kostengründen sowie wegen der Einführung des Europäischen Zugbeeinflussungssystems ETCS eingestellt. Von Fachkreisen seitens Bahnen wie auch Industrie wird immer wieder postuliert, dass ATO nur in Verbindung mit modernsten Technologien seitens Infrastruktur und Rollmaterial eingeführt werden kann. Die meisten Bahnen können jedoch Infrastruktur und Rollmaterial aufgrund der unterschiedlichen Lebenszyklen nicht auf einen Schlag erneuern. Die Interessengemeinschaft Auto-Ferrivia verfolgt einen ATO-Lösungsansatz, welcher auf bestehender Infrastruktur und vorhan-

Why has automatic train operation (ATO) not yet been developed and implemented on traditional railway lines (excluding underground and tramway systems)? The Auto-Ferrivia interest group (www.autoferrivia.ch) consists of experienced railway experts from the areas of infrastructure, rolling stock and operations. Auto-Ferrivia was founded to prove the feasibility of a low-cost ATO GoA2 (GoA: grade of automation) solution. Auto-Ferrivia is independent of the Swiss SmartRail 4.0. branch project. Auto-Ferrivia's ATO solution involves a non-reactive extension of the existing railway system with traditional lineside signaling and automatic train protection (ATP). The concept is widely independent of the vehicles and infrastructure. Test trials on the Oensingen-Balsthal (OeBB) line in Switzerland have shown that ATO could be implemented on infrastructure with low traffic and simple operating rules with low expenses.

1 Introduction

The rail-bound characteristic of railways constitutes a significant automation advantage when compared with road or air traffic, because it is only 2-dimensional (the direction and time). Nevertheless, automatic train operation has yet to be implemented on traditional railway lines.

The very first ATO trials were performed on the southern part of the Gotthard line using the LZB system from BBC between 1976 and 1980. The LZB system was also later implemented in Germany, Austria and Spain. Its introduction was halted in Switzerland, because it was too expensive and because ETCS was already in development at that time.

Railway and industrial professionals have long postulated that ATO can only be realized using the latest trackside and trainborne technologies. However, almost all railways have infrastructure and rolling stock systems in different life cycle phases, which cannot all be replaced at the same time.

The Auto-Ferrivia interest group has developed an approach which allows all the existing systems to be maintained. The implementation of ATO takes place by overlaying the additional ATO components on both the infrastructure and the rolling stock.

A prototype implementation on the infrastructure of the private Oensingen-Balsthal railway line (www.oebb.ch) with a traditional vehicle dating from 1991 from the "Depot und Schienenfahrzeuge Koblenz" association (www.dsf-koblenz.ch) was tested before Christmas 2019 and the proof of concept

denem Rollmaterial eingesetzt werden kann und sich insbesondere für Bahnen mit einfacheren Betriebsverhältnissen eignet. Mit einem Prototyp-Aufbau bei der OeBB (www.oebb.ch) mit einem herkömmlichen Fahrzeug Jahrgang 1991 des Vereins «Depot und Schienenfahrzeuge Koblenz» (www.dsf-koblenz.ch) wurde kurz vor Weihnachten 2019 der Beweis («proof of concept») erbracht, dass der vorgeschlagene Lösungsansatz in der Praxis funktioniert und Potenzial für eine Weiterentwicklung hat.

2 Verständnis von ATO

Auto-Ferrivia betrachtet ATO als Unterstützung des Lokführers bei seinen fahrdienstlichen Aufgaben.

ATO GoA2 ist ein Fahrassistenzsystem und erlaubt dem Lokführer, Routinehandlungen (Tempomat, Beschleunigen und Abbremsen aufgrund von Geschwindigkeitsschwellen, Anfahren von Haltepunkten) dem System zu übergeben. ATO erlaubt einen betrieblich optimierten Fahrbetrieb.

Der Lokführer kann die Kontrolle über den Zug jederzeit übernehmen und ATO unwirksam schalten.

Der Zug wird durch das bestehende Zugbeeinflussungssystem überwacht, welches im Hintergrund arbeitet und bei Überschreiten der zulässigen Geschwindigkeit mittels einer automatisch eingeleiteten Bremsung eingreift. Die bestehenden Zugbeeinflussungssysteme sind höchst zuverlässig aufgebaut. Damit ist sichergestellt, dass bei Zugfahrten keine Bewegungen über die zulässige Geschwindigkeit bzw. das (geographische) Ende der Fahrerlaubnis möglich ist.

Das vorgeschlagene ATO-System unter GoA2 (der Lokführer trägt die Verantwortung) muss nicht signaltechnisch sicher aufgebaut werden wie ein Stellwerk oder eine moderne Zugbeeinflussung (wie z.B. ETCS Level 2), sondern kann als Automations- bzw. Telematikanwendung verstanden werden. Dies vereinfacht die Zulassung, erhöht die Flexibilität und reduziert die Kosten.

Ein anderer Ansatz wäre beispielsweise, ATO mit der Zugbeeinflussung zu verschmelzen. Dies würde sich markant auf die Komplexität und negativ auf die Flexibilität auswirken (Zeit und Kosten für Sicherheitsnachweisführung).

was successful. The train travelled over a distance of about 4 km with three operational stops without any intervention by the driver.

2 Understanding ATO

Auto-Ferrivia sees ATO as a support system for the train driver during the performance of the driver’s operating tasks.

It allows the driver to delegate routine matters such as cruise control, acceleration and deceleration according to the speed limits and stopping at platforms. It can also be used to transmit and optimise the travel profile.

The train driver can recover control of the train at any time by using one of the control elements.

The train is supervised by the existing ATP system, which works in the background and intervenes, if the permitted speed is violated.

ATO replaces the driver, when it is active. The ATO does not have to be failsafe, as the driver is also not failsafe. The important thing is, that the combination of the ATO/ driver and ATP is safe enough. The ATO and ATP should be independent.

An alternative approach would be ATO over ATP, as has been postulated from the ETCS side. This concept increases the complexity and costs and reduces the flexibility, because each change in the system requires revalidation.

3 The setup and functionality of ATO

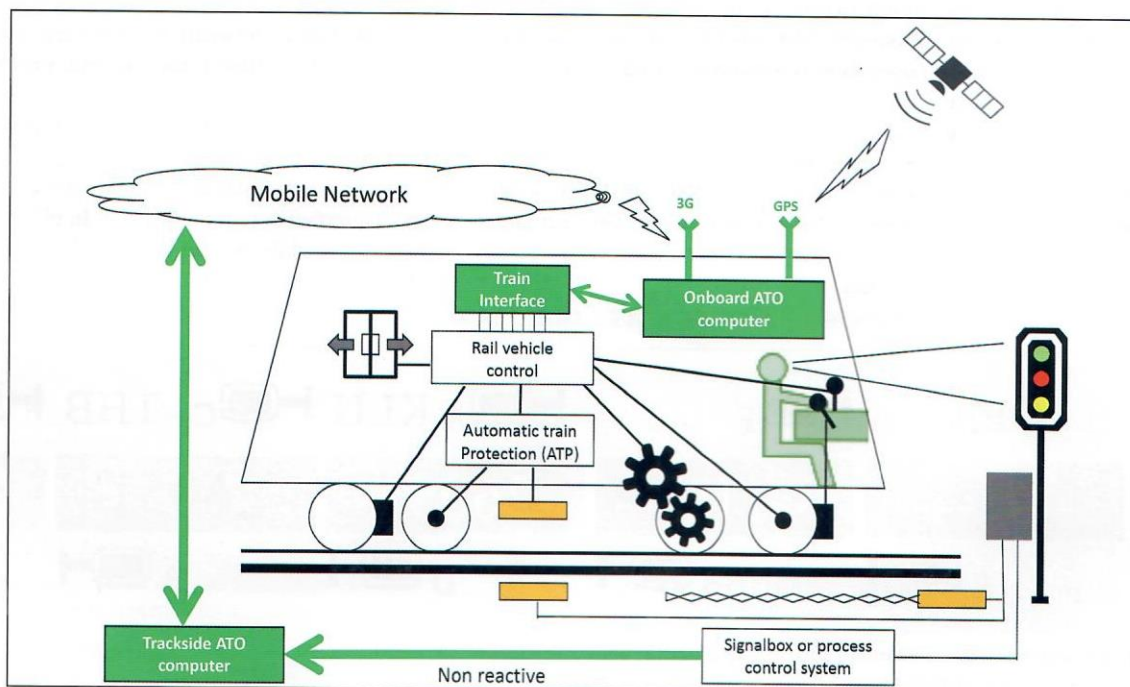
The ATO system must provide all the necessary information needed to safely control the train in order to be able to support the driver when performing his operating tasks.

Dynamic process information containing signal statuses and train positions is intercepted from the interlocking or the dispatcher system and sent to the SQL database.

In addition to the dynamic information, the SQL database also contains a track atlas with static infrastructure data, such as speed profiles, stations, line and curve speeds, as well

Bild 1: Architektur des ATO-Testaufbaus

Fig. 1: The architecture for Auto-Ferrivia’s ATO trials Quelle / Source: André Schweizer



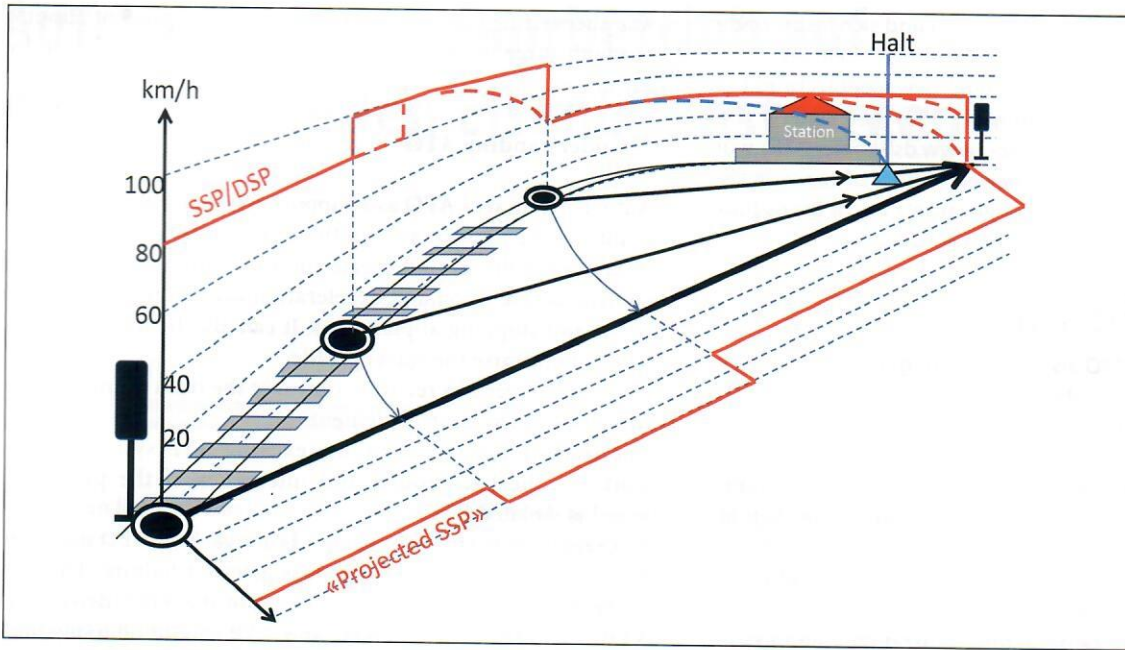


Bild 2: Prinzip der Fahrprofilberechnung
 Fig. 2: The principle of the travel profile calculation
 Quelle / Source: André Schweizer

3 Aufbau und Funktionalität von ATO

Soll ATO den Lokführer unterstützen, müssen ihm alle nötigen Informationen für das ordnungsgemäße Führen des Zuges zur Verfügung stehen.

Über einen rückwirkungsfreien Abgriff von Stellwerk oder Leittechnikdaten werden die dynamischen Informationen über alle Zugfahrten (Zustand der Signale, Position der Züge) erfasst und in einer Datenbank aktualisiert.

Ebenso ist in dieser Datenbank ein Streckenatlas mit den statischen Streckendaten (z. B. fixe Strecken-, Bahnhofs- und Kurvengeschwindigkeiten sowie Haltepunkte) in eindimensionaler Form als (Luftlinien-) Distanz zum Zielsignal (Referenzpunkt) abgelegt. Die für den Zug relevanten Zustände/Informationen werden vom fahrzeugseitigen ATO-Rechner über einen Webservice via 3G/4G Verbindung periodisch abgefragt.

Aus diesen Informationen berechnet der ATO-Rechner das statische Geschwindigkeitsprofil (SSP) und mithilfe der Zugeigenschaften (Länge des Zuges, Bremsverhältnis) das dynamische Geschwindigkeitsprofil (DSP).

Die Lokalisierung erfolgt mittels GPS. Eine Herausforderung beim Einsatz von GPS ist der fehlende Empfang in überdeckten Streckenabschnitten. Dank der Spurgebundenheit des Eisenbahnsystems kann die zurückgelegte Distanz seit einem GPS-Signalverlust relativ einfach über die ohnehin vorhandenen Wegmessenrichtungen ermittelt werden.

as the stopping positions at stations. All these data points are stored as linear (beeline) distances related to a reference point, which is normally the next target signal.

The relevant information for the train is periodically retrieved from the SQL database by the train-borne ATO using a web service via a 3G/4G internet connection. The train-borne ATO uses this data to calculate the static speed profile (SSP) and the dynamic speed profile (DSP), while taking into account the train's characteristics.

The localisation is based on GPS. A big challenge for the use of GPS exists in those areas without any GPS signal reception, such as tunnels or fully or partially enclosed (covered) stations. Thanks to the rail-bound characteristics of the railway, localisation can also be derived by measuring the distance travelled using the existing distance sensors. The method is similar to "dead reckoning" used in car navigation.

The ATO computer on the vehicle continuously calculates the distance between its position and the next reference point and evaluates the current permitted speed based on the DSP.

The permitted speed is sent to the train through the train interface. This is a computer which converts the requested speed value into analogue and digital signals which are comprehensible to the train. The interface is train dependent. In older trains, it looks more like hardware, while this can be realised mostly through software in the newer train generations.



Bild 3: Aus den Signalzuständen abgeleitete Fahrstraßeninformationen

Fig. 3: Routing Information generated by Signal Aspects

Quelle / Source: André Schweizer

Bild 4: Fahrzeug-interface übersetzt die Befehle des ATO.

Fig. 4: Train-Interface for ATO-Commands

Quelle / Source: André

Schweizer



Der ATO-Fahrzeugrechner ermittelt kontinuierlich die Distanz zwischen seiner Position und dem Referenzpunkt und kann damit die aktuell zulässige Geschwindigkeit aus dem DSP ableiten. Die Soll-Geschwindigkeit gelangt über ein spezielles Interface zur Fahrzeugsteuerung. Das Interface ist abhängig vom Fahrzeugtyp und aufwendiger, je älter die Technologie des Fahrzeuges ist.

4 Probefahrten bei der OeBB

Die Infrastruktur der OeBB erweist sich in verschiedener Hinsicht als ideal für ATO-Probefahrten:

- Einfache Betriebsverhältnisse (keine Konflikte mit anderen Fahrten)
- vorhandenes Zugsbeeinflussungssystem ZUB 121 SBB/BLS inkl. ETM (P44) / ETCS Level 1 Limited Supervision
- relaisbasierte, weit verbreitete Stellwerktechnologie in der Schweiz
- lange Zeitfenster für Tests (ab 20 Uhr abends).

Das Stellwerk der OeBB basiert auf der Relais-technik Domino. Auf diese Technik wurde mittels eines streckenseitigen ATO-Rechners ein einfacher Abgriff ähnlich einer Leittechnik überlagert. Diese verarbeitet die rückwirkungsfrei abgegriffenen Zustände der Signale (Halt oder Fahrt) in Fahrstraßeninformationen und ordnet diesen mithilfe eines Fahrplans Zugnummern zu.

4 Trial runs on the OeBB line

The OeBB infrastructure has a lot of advantages from the point of view of the ATO trial:

- a simple operating environment (a short network normally with only one running train)
- an existing ATP system: ZUB 121 / ETM P44 / ETCS Level 1 Limited Supervision
- relay-based interlocking systems
- the option of performing long test nights. The last train stops at 8 pm.

The interlockings on the OeBB line are based on "Domino" relay technology, one of the most popular types in Switzerland. The status of the signals along the line is tapped by a nonreactive, isolated interface. The train movement is derived from the signal status. Train numbers are allocated according to the pre-stored timetable in order to enable the identification of each movement. The use of this simple method means that almost all the traditional relay interlocking systems can be connected to the ATO. Most of the interlocking systems in Switzerland today are still built using relay technology. Of course, it is also possible to have an interface to a modern electronic interlocking or dispatching system. The interface then looks more like software than hardware. It has to convert the serial data stream into ATO relevant data.

RAIL SYSTEMS ENGINEERING

WALLISELLEN – KUALA LUMPUR – BANGKOK

Automatic Train Control & Protection: Planning Migration Strategies, Project Executions and Retrofits
 Automatic Train Operation: Software-Development, Traininterface-Engineering and General Consulting
 Time Table: Feasibility Studies, Simulation & Planning, Operational Analysis and Turnkey Projects

More than 30 years of experience
 Neugutstrasse 16, CH-8304 Wallisellen

info@railssystemsengeering.com
 www.railssystemsengeering.com

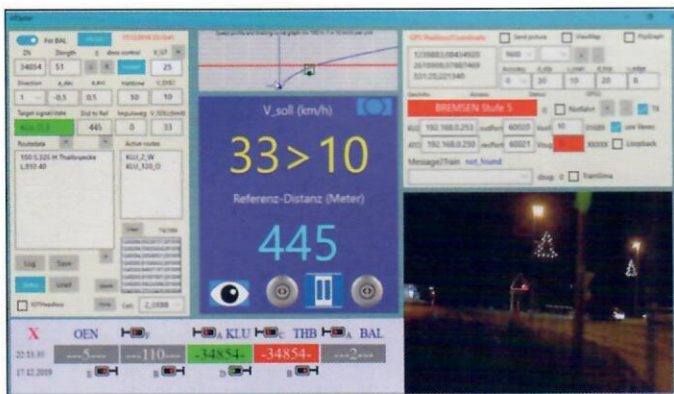


Bild 5: Visualisierung auf dem Laptop während der Probefahrten
 Fig. 5: Visualization on the screen during Testing Quelle/ Source: André Schweizer

Mit diesem Prinzip lassen sich alle Relaisstellwerke an ATO anbinden. In der Schweiz ist heute immer noch die Mehrheit der Sicherungsanlagen auf dieser Technologie aufgebaut. Falls vorhanden, können die von ATO benötigten Daten aber auch aus einem elektronischen Stellwerk oder einem Leittechniksystem übernommen werden, vorausgesetzt, dass die entsprechende Schnittstelle bekannt ist.

Das für die Probefahrten eingesetzte Fahrzeug des Vereins Depot und Schienenfahrzeuge Koblenz (dsf) und Rail Systems Engineering (www.railsystemsengineering.com) ist mittleren Alters (1991). Die Nachrüstung mit ATO ist komplex, verglichen mit einem modernen Fahrzeug. Es musste ein spezielles Interface entwickelt werden, welches die Befehle des ATO in für das Fahrzeug verständliche digitale und analoge Signale umwandelt.

Fahrzeugseitig wurden die Probefahrten mit einem Laptop als ATO-Fahrzeugrechner durchgeführt. Auf diesem ist die ATO-Testsoftware von Railtool (www.railtool.ch) installiert, welche alle nötigen Funktionalitäten beinhaltet. Am Laptop ist auch ein GPS-Sensor sowie eine Webcam (für die Visualisierung) angeschlossen.

Am 17. Dezember 2019 fanden erste integrale Probefahrten zwischen Oensingen und Balsthal statt. Die Übermittlung der Daten vom Stellwerk zum Fahrzeug funktionierte einwandfrei. Ebenso erwies sich die GPS-Ortung als sehr stabil und zuverlässig. Die

The train used for the trials on the OeBB line is owned by the “Depot und Schienenfahrzeuge Koblenz” association (a private association for the preservation of decommissioned railway rolling stock) and the Rail Systems Engineering company (www.railsystemsengineering.com). The train is close to 30 years old and includes partial electronic traction control. The retrofitting of this train with ATO was somewhat complicated when compared with a modern train unit. Special hardware with isolated digital and analogue inputs and outputs, as well as frequency counters had to be converted in each direction. As such, the interface more or less reproduces the driver’s actions in the manual operations mode.

A simple laptop was used as the train-borne ATO for the trials on the OeBB line. Special test software provided by Railtool (www.railtool.ch) was installed on this computer to cover all the necessary ATO functions. A GPS sensor and webcam were also connected to this computer.

The first integrated trials took place on the line between Oensingen and Balsthal on 17th December 2019. The transmission of data from the interlocking to the SQL server (database) worked without any problems. The GPS positioning was reliable and accurate. The permitted speed calculated by the train-borne ATO computer was correct throughout the whole journey. The train interface also converted the data correctly, but sometimes with a delay, which has to be optimised. The procedure involving stopping the train at a defined stopping point posed a special challenge.

After parameterisation, the trials were able to be performed in both running directions without any intervention by the driver (except for the movement authority request, which is performed by radio on this line). The system also took over the door controls when stopping at the stations. The left or right-hand doors were automatically released every time the train stopped. The train waited until the door lock signal was received and the signal was open before it departed.

5 Summary / conclusion

The Auto-Ferrivia approach shows that ATO is also possible on traditional railway lines without any modern infrastructure or rolling stock.



Bild 6: Serie ATO – Rechner und Fahrzeuginterface
 Fig. 6: Final ATO On-Board Unit and Train-interface Quelle/ Source: RSE

vom ATO-Rechner bereitgestellten Vorgaben für die Fahrzeugsteuerung wurden vom Interface richtig umgesetzt und führten insgesamt zu einem befriedigenden, aber noch optimierbaren Fahrverlauf. Insbesondere der zielgenaue Anhalteprozess ist anspruchsvoll und muss über zahlreiche Einstellungen parametrisiert werden.

Nach einigen Feinjustierungen konnten aber in beiden Richtungen autonome Fahrten ohne Eingriffe des Lokführers (mit Ausnahme der Anforderungen der Fahrstraßen über Funk) durchgeführt werden. Sogar die Türsteuerung übernimmt das System. Bei jedem Halteort werden die Türen für eine einstellbare Zeit freigegeben. Nach Rückmeldung der Türverriegelung fährt der Zug bei offenem Signal automatisch weiter.

5 Zusammenfassung / Fazit

Der Testaufbau zeigt, dass mit relativ einfachen Mitteln ein automatisiertes Fahren auf konventionellen Eisenbahnstrecken möglich ist. Der vorgeschlagene ATO-Lösungsansatz kann sowohl infrastruktureitig wie auch fahrzeugeitig den bestehenden Systemen überlagert werden.

Dies ermöglicht einen maximalen Investitionsschutz und eine rasche Migration auch bei heute noch mehrheitlich älteren Stellwerk- und Fahrzeugtechnologien.

Der ATO-Lösungsansatz von Auto-Ferrivia ist eine kostengünstige Plattform zur Auseinandersetzung mit dem Thema automatisiertes Fahren. Umfangreiche Praxiserfahrungen werden zeigen, ob und wo der automatisierte Fahrbetrieb seine Vor- und Nachteile und gegebenenfalls seine Berechtigung hat.

6 Aktueller Stand (Januar 2021) fahrzeugeitig

Das eingesetzte Fahrzeug wurde von Rail Systems Engineering mit neu entwickelter ATO-Hardware ausgerüstet, welche den ATO GoA2-Betrieb nach Subset 125/126 der TSI-Spezifikation erfüllt. Dabei wird ein GSM-Kommunikationsmodul für den Datenempfang der ATO-Trackside, ein Industrierechner für die Datenverarbeitung und ein Touch-DMI (Driver Machine Interface) für die Lokführerinteraktion eingesetzt. Die Wegmessung erfolgt mit einem System neuester Generation und die Fahrzeugschnittstelle zur ATO-On-Board-Unit wurde mit bewährten I/O-Modulen mit Datenschnittstelle realisiert. Das System ist seit Anfang 2020 erfolgreich bei der schweizerischen Südostbahn im Testbetrieb und wird laufend angepasst und für den Betrieb optimiert. ■

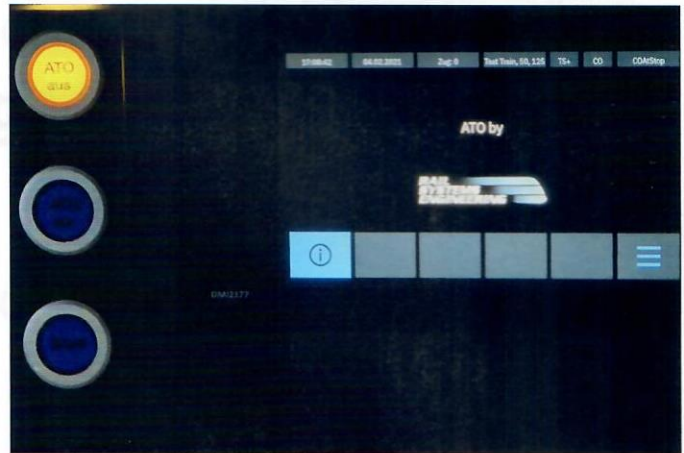


Bild 7: ATO Bedien- und Anzeigegerät

Fig. 7: ATO Driver-Machine-Interface

Quelle / Source: RSE

The proposed architecture can be simply overlaid on the existing trackside and train-borne systems. This allows the maximum protection of former investments, as well as a very fast migration on existing (also older) railway systems (trackside and on the trains).

The Auto-Ferrivia approach is a low-cost platform for analysing the impact and gaining experience with ATO at an early stage. It can help provide the answers to the question of the justification of ATO.

6 Current status (January 2021) on the vehicle side

The vehicle used was equipped by Rail Systems Engineering with newly developed ATO hardware, which fulfils ATO GoA2 operation according to subset 125/126 of the TSI Specification. A GSM communication module is used for receiving data from the ATO trackside, an industrial computer for data processing and a touch DMI for driver interaction. The distance measurement is carried out with a system of the latest generation and the vehicle interface to the ATO-On-Board Unit uses proven I/O modules with data interface. The system has been operating successfully under test conditions with the Swiss Südostbahn since the beginning of 2020 and is continuously being adapted and optimised for operation. ■

#nächsterHalt #Berufemitzukunft #Wegemitleidenschaft

WEGE IN DIE ZUKUNFT.

Komplettlösungen im Gleis-, Tief-, Ingenieur- und Kabelbau:

- › Eisenbahnbau, Tram, Metro
- › Gleisbau, Weichenbau, Schienenumbau
- › Erdbau, Kabeltiefbau, Entwässerung
- › Durchlässe, Bahnsteige, Bahnübergänge
- › Ingenieur- und Brückenbau
- › Kommunikations- und Elektrotechnik
- › Videoüberwachungsanlagen
- › LWL-Verkabelungen



BUG
VERKEHRSBAU SE

■ EIN UNTERNEHMEN DER BUG-GRUPPE

BUG Verkehrsbau SE
Landsberger Str. 265/Haus M | 12623 Berlin | t +49 30 818 700-0
sowie am Standort Dresden und Duisburg

„Alles
aus einer
Hand“

3. International Railway Symposium Aachen



21. bis 23. November 2021
RWTH Aachen University

Einladung zur Fachtagung

Wir laden Fachleute und Führungskräfte aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik zur Teilnahme am 3. International Railway Symposium Aachen ein. In Fachbeiträgen aus einem breiten Spektrum der Schienenverkehrsbranche erfahren Sie neueste technische Entwicklungen und Trends u.a. zu den Themen

- Innovative Eisenbahnbetriebs- und Fahrzeugkonzepte
- Eisenbahninfrastrukturmanagement
- Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer
- Assistierte, automatisiertes und autonomes Fahren (3A)
- Energiemanagement und Ressourceneffizienz
- Lärminderung

Die Beiträge werden von einem internationalen Programm-ausschuss ausgewählt. Es erwartet Sie eine interessante Tagung mit der Möglichkeit des Austausches mit Fachleuten der Branche.

Weitere Informationen zur Beitragseinreichung sowie zur Teilnahme erhalten Sie online unter

www.irsa.rwth-aachen.de

Tel. +49 (0)241 80 96920

Fax. +49 (0)241 80 92203

irsa@rwth-aachen.de



IRSA 2021

AUTOREN | AUTHORS

Hans-Peter Vetsch

Geschäftsführer / CEO

Vetsch Rail Consulting GmbH

Anschrift / Address: Südstraße 5, CH-4922 Bützberg

E-Mail: hans-peter.vetsch@bluewin.ch

André Schweizer

Geschäftsführer / Director

Railtool GmbH

Anschrift / Address: Neufeldstraße 132, CH-3012 Bern

E-Mail: info@railtool.ch

Adrian Egloff

Geschäftsführer / Director

Rail Systems Engineering AG

Anschrift / Address: Neugutstraße 16, CH-8304 Wallisellen

E-Mail: adrian.egloff@railsystemsengineering.com

Markus Schindelholz

Geschäftsführer / Managing Director

Oensingen-Balsthal-Bahn AG

Anschrift / Address: Bahnhofplatz 1, CH-4710 Balsthal

E-Mail: markus.schindelholz@oebb.ch