

# Vollautomatisiertes, fahrerloses Fahren auf der Schiene

## Herausforderungen im System Bahn

DIRK SPIEGEL | CHRISTIAN HAUSWALD

**Vollautomatisiertes, fahrerloses Fahren gilt als eine wichtige Antwort auf den Fachkräftemangel im Bahnsektor und die notwendige Verkehrsverlagerung auf die Schiene. Fahrerlos sind heute bereits Metros oder „People Mover“ in geschlossenen, von der Umgebung abgegrenzten Systemen. In den offenen Netzen des Vollbahnbereichs sind die Herausforderungen allerdings deutlich größer. Grundsätzlich nimmt aber die Entwicklung des vollautomatisierten Fahrens in offenen Systemen Geschwindigkeit auf. Als Einstieg in die Realisierung im Vollbahnbereich ist eine stufenweise Entwicklung von Produkten sinnvoll, die schon frühzeitig einen Mehrwert für Betreiber und Kunden erzeugt.**

### Einleitung

Der Bahnverkehr soll in Zukunft eine zentrale Rolle bei der Verkehrswende und der Erreichung der Klimaziele der Bundesregierung einnehmen. Im Koalitionsvertrag [1] hat sich die Regierung eine Verdoppelung der Verkehrsleistung im Personenverkehr (SPV) und eine Erhöhung des Modal Splits im Schienen-güterverkehrs (SGV) auf 25 % bis 2030 vorgenommen. Dieses Ziel kann nur erreicht werden durch eine deutliche Erhöhung der Anzahl der Zugfahrten und der damit erforderlichen Steigerung der Netzkapazität. Der notwendige höhere Bedarf an Triebfahrzeugführern (Tf) trifft auf ein schon heute knappes Angebot. Die bestehende Lücke droht in Zukunft, bedingt durch den altersbedingten Eintritt in den Ruhestand, weiter anzuwachsen (z.B. ca. 20 % bis 2027 in Nordrhein-Westfalen [2]). Zudem wird es zukünftig auch eine Reduktion der Wochenarbeitszeit für Arbeitnehmer im Schichtdienst geben, um den Beruf des Tf attraktiver zu machen. Dadurch ist mit einem weiteren Anstieg des Bedarfs zu rechnen.

Für viele Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) wird es daher ein immer attraktiveres Ziel, Züge ohne betriebsrelevantes Personal betreiben zu können. Dies bedeutet, dass Züge fahrerlos fahren und auch kein technisch geschultes Personal an Bord eines Zuges mehr notwendig ist. Würde bei einem Störfall weiterhin Bordpersonal benötigt, wäre weiterhin eine vertiefte technische Ausbildung erforderlich, und der Fachkräftemangel würde sich

vom Tf auf dieses neue Berufsbild verlagern. Servicepersonal an Bord (z.B. Gastronomie, Sicherheit) obliegt der Angebotspolitik der EVU oder Aufgabenträger und wird hier nicht betrachtet.

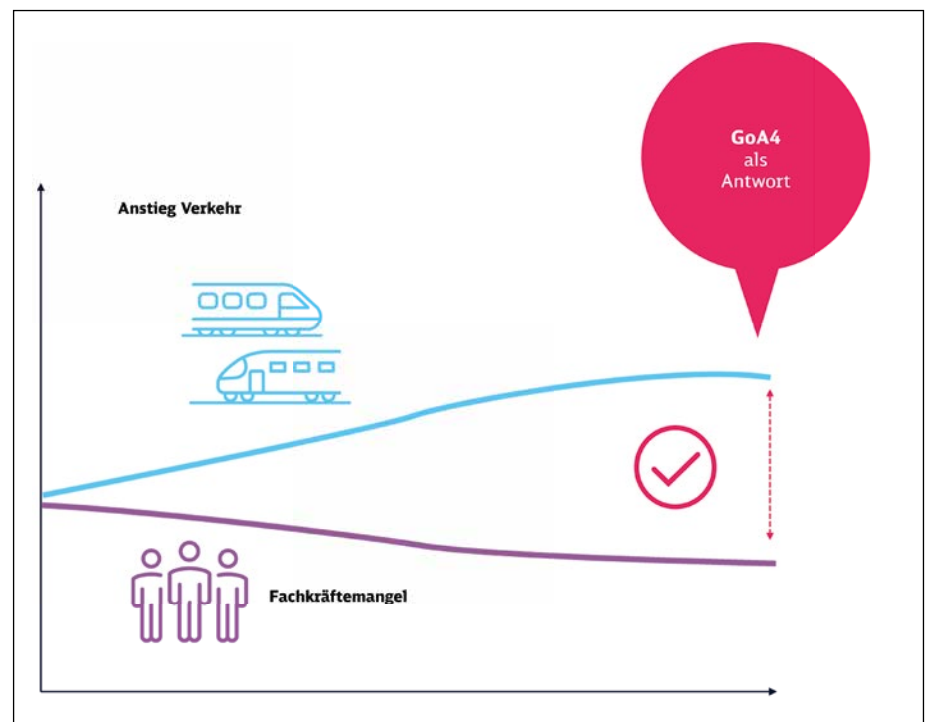
### Aktueller Stand der Technik des fahrerlosen Fahrens auf der Schiene

Auf die bekannte Aufschlüsselung der einzelnen Automatisierungsgrade von ATO GoA 1 bis GoA 4 (Automatic Train Operation – ATO; Grade of Automation – GoA) wird an dieser Stelle verzichtet. Es wird sprachlich unterschieden in hochautomatisiertes Fahren im Modus ATO GoA 2 (Automatisiertes Abfahren der Fahr-/Bremskurve, Sicherheitsverantwortung weiterhin beim Tf) sowie dem vollautomatisierten/fahrerlosen Fahren GoA 4 (Sicherheitsverantwortung beim System).

Schon heute fahren „People Mover“ und Metros auf der ganzen Welt vollautomatisiert und fahrerlos. Auch in Deutschland fährt die U-Bahn Nürnberg seit 2008 vollautomatisiert [3]. Dies geschieht in der Regel auf Basis der proprietären Communication Based Train Control (CBTC)-Architektur. Diese Systeme weisen die Besonderheit auf, dass kein Mischbetrieb

(SPV/SGV) vorliegt und dass sie in einem abgeschlossenen System betrieben werden, also entweder in Tunneln, aufgeständert oder durch Zäune abgesichert gegen Eingriffe von außen sind. Das bedeutet, dass keine Streckenbeobachtung bzw. Hinderniserkennungssysteme erforderlich sind. Eine Ausnahme ist der Betrieb der seit 2018 in West Australien fahrenden Eisenerzzüge der Rio Tinto. Aufgrund des langen Bremsweges und der Fahrt durch die sehr dünn besiedelte Umgebung ist lediglich eine Aufprallerkennung und eine Echtzeitvideoauswertung im Fall eines Aufpralls vorgesehen.

Der „ATO (GoA 2) over ETCS (European Train Control System)“ Betrieb wurde in Deutschland erstmalig im Rahmen der Sektorinitiative Digitale Schiene Deutschland mit dem Projekt „Digitale S-Bahn Hamburg (DSH)“ erfolgreich pilotiert und eingeführt (2019-2021) [4]. Auf Basis dieses Piloten konnte in der Europäischen Normung erstmalig im Jahr 2023 das hochautomatisierte Fahren für Triebzüge, also das automatisierte Abfahren der Fahr-/Bremskurve, standardisiert werden. Für loksbespannte Züge im SGV sollen die verbleibenden SGV-Spezifika im Rahmen



**Abb. 1:** Technologischen Lösungen wie GoA4 als Antwort auf die Lücke zwischen Mehrverkehr auf der Schiene und Fachkräftemangel

Quelle aller Abb: Digitale Schiene Deutschland/DB InfraGo

des Projekts „ATO Betuwe“ geschlossen werden [5].

Für das vollautomatisierte Fahren gibt und gab es europaweit Prototypenprojekte. In Frankreich wurden die Projekte mit Demonstrationscharakter „Train Autonome“ (automatisierter Regionalzug) und „Train de Fret Autonome“ (automatisierter Güterzug) durchgeführt. Ebenso wurde in den Niederlanden eine Güterzuglokomotive mit einem Hinderniserkennungssystem ausgerüstet [6]. Auch darüber hinaus finden diverse Aktivitäten in Deutschland statt. Im Projekt „Vollautomatische Abdrücklokomotive“ [7] sollen die Rangierfahrten der Abdrücklokomotive ohne Zugbeeinflussung automatisiert werden, im Projekt Sensors4Rail [8] der Digitalen Schiene Deutschland wurde erstmals Sensorik zur Hinderniserkennung erprobt und wurden Erfahrungen im realen Betrieb gesammelt [9].

Grundsätzlich nimmt die Entwicklung des vollautomatisierten Fahrens in offenen Systemen Geschwindigkeit auf. So wurde im Rahmen des großangelegten Projekts Europe's Rail Joint Undertaking (ERJU) Multi-Annual Work Programme (MAWP [10]) das Ziel formuliert, die technologische Reife (TRL 8/9) für das vollautomatisierte Fahren im Mischverkehr für 2031 zu erreichen.

### Wege zur Umsetzung

Der Bahnbetrieb muss ganzheitlich betrachtet werden – kann eine nachhaltige Vollautomatisierung doch nur erreicht werden, wenn Informationen und Schnittstellen zwischen EIU und EVU abgestimmt sind. Zudem ist

ein reibungsloses Zusammenspiel mit der Leit- und Sicherungstechnik, insbesondere mit dem jeweiligen Zugbeeinflussungssystem, unabdingbare Voraussetzung, damit der Bahnbetrieb sicher ist.

Ein vollautomatisierter Bahnbetrieb hat ein ganzes Paket moderner Technik an Bord. An Front und Seite des Zuges werden eine Vielzahl von Sensoren wie Radar, LiDAR, Kamera, Ultraschall und Infrarot die Funktion des menschlichen Auges übernehmen. Diese Sensordaten werden in einem fahrzeugseitigen GoA 4-System mit weiteren Daten fusioniert, wie z.B. einer hochgenauen digitalen Karte der Umgebung. Irreguläre Situationen müssen erkannt, an die Fahrzeugsteuerung übertragen und eine Reaktion muss ausgelöst werden.

Die erhobenen Sensordaten werden mittels Datenrekorder im Fahrzeug aufgezeichnet und in ein zentrales Datenzentrum, Teil der sog. „Data Factory“ [11] zur Speicherung und Bearbeitung übertragen. Zusätzlich werden neue, betrieblich relevante Szenarien identifiziert und außerhalb des Systems simuliert und ebenfalls als Multisensordatensätze in die Data Factory transferiert. Durch die immer umfassenderen Datensätze in der Data Factory können die Algorithmen der Umfeldwahrnehmung auf Basis aufgezeichneter Szenarien getestet, bei Bedarf nachtrainiert und regelmäßig auf den Zug transferiert werden [12]. Dieser Zyklus aus Identifikation betrieblich relevanter Situationen, Weiterentwicklung der Software und Update auf dem Fahrzeug wird in der Erprobungsphase mehrfach durchlaufen. Mit größerer Reife des Systems und Aufnahme in den Betrieb sollen die Abstände zwischen die-

sen Updatezyklen deutlich größer werden.

Die Züge werden sowohl aus der Betriebszentrale des EIU als auch aus dem Leitstand des EVU überwacht. Tritt ein Störfall auf – etwa ein detektiertes Hindernis auf dem Gleis –, wird das Fahrzeug in einen sicheren Zustand gebracht und in der Leitzentrale versucht, dem Störfall auf den Grund zu gehen. Kann die Störung nicht behoben werden, greifen dann ggf. Not- und Störfallteams (ähnlichen den heutigen Notfallmanagern) ein. Diese begeben sich vor Ort und lösen den Störfall auf bzw. initiieren die Räumung und Abschleppung.

Grundprämissen für die Ableitung der Designentscheidungen sind, dass die Architektur mit der europäischen Architektur in Shift2Rail und ERJU übereinstimmt und als Ergebnis eine Lösung bietet, die sich auf ganz Deutschland skalieren lässt und die Interoperabilität der Bahn in die europäischen Nachbarländer sicherstellt.

Für einzelne Anwendungsfälle oder abgeschlossene Teilbereiche des Bahnsystems sind auch alternative Lösungen denkbar. Die Digitale Schiene Deutschland verfolgt hierbei das Zielbild ATO GoA 4 mindestens auf Basis von ETCS Level 2. Dies hat den entscheidenden Vorteil, dass notwendige Informationen wie eine Fahrerlaubnis dort bereits digital an den Zug übertragen werden.

### Herausforderungen und Vorgehen auf dem Weg zum fahrerlosen Fahren in offenen Netzen

Auf dem Weg zur Erreichung des Zielbildes müssen eine Reihe von Themen bearbeitet werden. Im Folgenden wird auf die wichtigs-

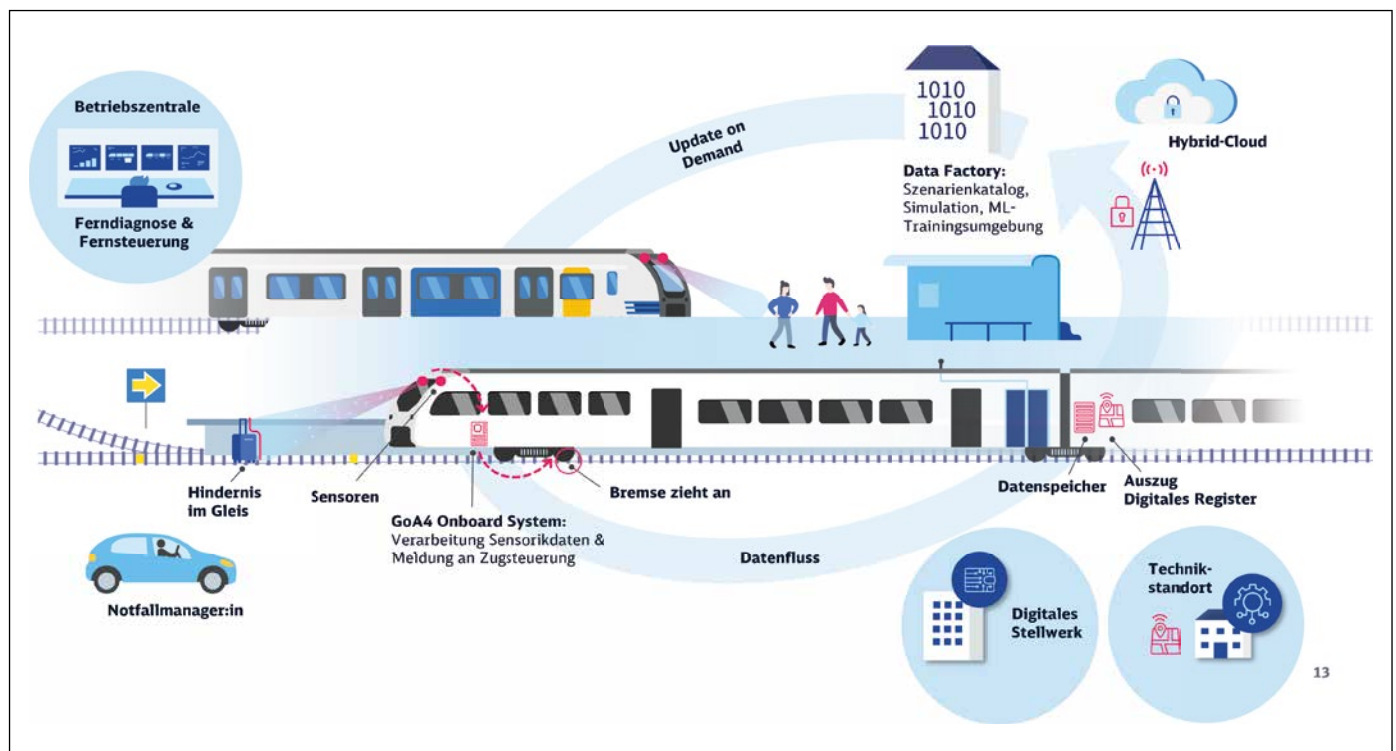


Abb. 2: Systeme für das vollautomatisierte Fahren im Gesamtsystem Bahn (schematisch)

ten Herausforderungen eingegangen und werden Lösungswege skizziert. Die Aufgaben sind von politischer, rechtlicher, wirtschaftlicher und technischer Natur.

### Vollautomatisiertes Fahren als Aufgabe des Sektors

Das vollautomatisierte Fahren kann nur gelingen, wenn es als integriertes Gesamtsystem gedacht wird und zu den anderen Systemen des zukünftigen, digitalisierten Bahnsystems passfähig ist, wie z.B. dem oben genannten ATO GoA 2 oder einem neuen, intelligenten Verkehrsmanagementsystem [13]. Heute gibt es im klassischen Bahnbetrieb, bedingt durch die strikte Trennung zwischen EIU und EVU sowie Auftraggebern und Fahrzeughaltern, viele Schnittstellen im System. Nur durch eine gemeinsame Kraftanstrengung aus Betreibern (EIU, EVU), Industrie und Aufsichtsbehörden kann das vollautomatisierte Fahren Realität werden. Da die Freiheitsgrade im Bahnsystem – im Gegensatz etwa zum autonomen Fahren auf der Straße – vergleichsweise gering sind und der Betrieb einem Fahrplan folgt, kommt den EIU eine besondere Rolle zu. Schon heute steuern die EIU anhand von Signalen und Fahrplänen die Züge.

### Anpassung der rechtlichen und betrieblichen Rahmenbedingungen im Hinblick auf das fahrerlose Fahren

Mit dem Ziel eines einheitlichen Eisenbahnverkehrsleitsystems in Europa hat die europäische Kommission ERTMS (European Rail Traffic Management System) als Standard für einen interoperablen Eisenbahnverkehr eingeführt. Anforderungen an Eisenbahnsysteme ergeben sich aus europäischen und nationalen Anfor-

derungen und den betrieblichen Regelwerken der Betreiber. Im Mittelpunkt eines sicheren Betriebs steht heutzutage der Tf, der z.B. in § 45 EBO, TSI LOC PAS DVO (EU) 1302/2014 direkt aufgeführt wird. Damit das vollautomatisierte Fahren flächendeckend eingeführt werden kann, bedarf es zum einen, ähnlich wie im Straßenverkehr bzgl. des autonomen Fahrens, einer Anpassung des Rechtsrahmens und zum anderen der Standardisierung zur Sicherstellung der europaweiten Interoperabilität. Eine Anpassung und Erstellung neuer technischer Spezifikationen für Interoperabilität (TSI) für innovative Lösungen bedingt den Nachweis der technischen Machbarkeit durch erfolgreiche Pilotierungen. Hier wird der Ansatz verfolgt, dass unter Einbeziehungen von EVU, EIU, Industrie sowie Bewertungs- und Genehmigungsstellen Piloten mit „Ausnahmegenehmigungen“ in Betrieb genommen werden können. Dafür ist der Nachweis mindestens gleicher Sicherheit des Systems zum Tf erforderlich. Ferner scheinen Ausnahmen von Anwendung der TSI gem. §§ 5 und 5a EIGV notwendig. Durch die erfolgreiche Inbetriebnahme eines Piloten mit dem Ziel, die Spezifikation und Nachweisverfahren zu qualifizieren, wird ein neuer Stand von Wissenschaft und Technik etabliert. Dieser kann die Basis legen für die Standardisierung zur Schaffung einer verbindlichen und interoperablen Spezifikation für den Rollout in der Fläche.

### Realisierung von Entwicklungsinvestitionen der Industrie

Für Innovationen braucht es Investitionen. Der Bahnmarkt ist im Vergleich zu anderen Branchen eher klein (z.B. Umsatz der Branchen in Deutschland im Jahr 2022: Auto-

motive 506 Mrd. EUR [14], Bahnindustrie: 13,9 Mrd. EUR [15]). Auch die regulären Forschungs- und Entwicklungsaufwände sind deutlich geringer. Im Automotive-Bereich wurden bis heute viele Milliarden EUR in das autonome Fahren investiert. Im Bahnbereich sind die Entwicklungskosten geringer, denn die Leit- und Sicherungstechnik zum sicheren Betrieb von Zügen ist schon heute „Stand der Technik“. Darüber hinaus gibt es im System Bahn weniger Freiheitsgrade und potenziell weniger komplexe Szenarien als auf der Straße. Um eine frühzeitige Realisierung des vollautomatischen Fahrens zu ermöglichen, wurde bei der strategischen Ausrichtung der aktuellen Entwicklungsprojekte Wert auf die stufenweise Entwicklung von Produkten gelegt, die zeitnah einen Mehrwert für Betreiber und Kunden erzeugen (siehe Stufenmodell). Darüber hinaus setzt die Digitale Schiene Deutschland auf den Transfer von Technologien aus anderen Branchen bzw. Anwendungsfällen (z.B. Automobil oder vollautomatisiertes Fahren über CBTC) um so die Entwicklungskosten so gering wie möglich zu halten und die Entwicklungsgeschwindigkeit zu erhöhen.

### Integration in Bestandssysteme

Im Bahnsystem wird in aller Regel auf einem Bestandssystem aufgebaut, in dem Fahrzeuge, Betriebszentralen oder Stellwerke schon vorhanden sind. Nach dem Beschluss der Europäischen Kommission dürfen zukünftige Entwicklungen nur in Einklang mit ERTMS/ETCS erfolgen, welches bis heute in Deutschland noch nicht flächendeckend eingeführt, allerdings in Planung ist [16]. Diese Systeme sowie weitere Altsysteme befinden sich im täglichen Einsatz und sind oft noch nicht am

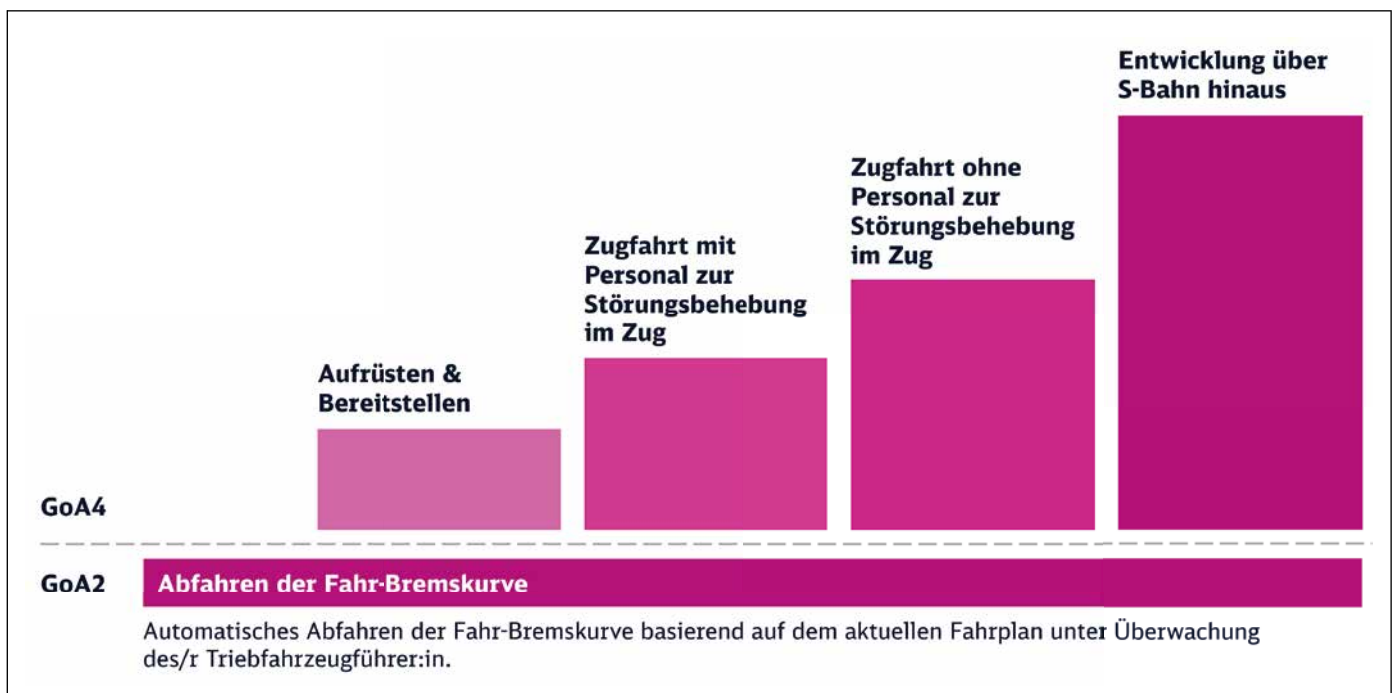


Abb. 3: Entwicklung in Stufen zum Zielbild vollautomatisiertes Fahren im Bahnsektor



Ende der Lebenszeit. Hier gilt es mit dem Blick auf die Zielarchitektur eine Migrationsstrategie zu verfolgen, die möglichst wenige Anpassungen an der vorhandenen Infrastruktur erfordert, allerdings auch die Zusatzaufwände im Hinblick auf das Zielbild reduziert. Um die Anpassungen und zusätzlichen Entwicklungsaufwände gering zu halten, wird im Rahmen der Entwicklung kontinuierlich an dem Zielbild ATO (GoA 4) über ETCS festgehalten, und Prototypen und Piloten werden dort durchgeführt, wo eine passende Fahrzeug- sowie Infrastruktur gegeben ist.

#### Technische Anforderungen an das System und die Einführung

Damit ein vollautomatisierter Bahnbetrieb Akzeptanz in der Bevölkerung findet, muss ein fahrerloses System sowohl sicher sein als auch die hohen Verfügbarkeitsanforderungen erfüllen. Eine Rückfallebene wie im Automobilsektor (z.B. Drive Pilot von Mercedes Benz (SAE Level 3), bei dem der Fahrer jederzeit die Kontrolle übernehmen kann) ist im Bahnbereich aufgrund der Wirtschaftlichkeit allenfalls für einen Übergangszeitraum möglich. Die hohen Verfügbarkeitsanforderungen werden auf ver-

schiedenen Ebenen adressiert. In dem in Stufen gegliederten Entwicklungsmodell wird in der ersten Entwicklungsstufe mit geringeren Anforderungen begonnen. Es sind hier nur geringere Geschwindigkeiten einzuhalten und auch noch keine Reisenden an Bord. Parallel wird bei der technischen Realisierung von Anfang an der Fokus auf Redundanz im System gelegt.

#### Fahrwegsicherung

Die wohl größte Aufgabe ist die Automatisierung der Überwachung des Fahrwegs und die Ableitung der Handlungsreaktion mit dem Anspruch der mindestens gleichen Sicherheit. Insbesondere die spezifischen Anforderungen, z.B. bis zu welcher Entfernung und welche Objekte ein Tf heute sehen kann, bieten Interpretationsspielraum. In ersten Projekten, z.B. ATO Risk, aber auch ATO Sense des DZSF [17], wurden bereits Vorarbeiten durchgeführt. Allerdings sind einige Fragestellungen, insbesondere die Methode der Verifikation und Validierung der Anforderungen, weiterhin offen. Für die Entwicklung der automatischen Bereitstellung wird die Hypothese verfolgt, dass diese z.B. ohne Methoden der Künstlichen Intelligenz für sicherheitskritische Funktionen

möglich ist und daher der Nachweis im Einklang mit den CENELEC-Normen durchgeführt werden kann. Für die höheren Stufen wird auf die Entwicklung in anderen Branchen und deren Transfer gesetzt.

#### Entstörung von Zügen im Not- und Störfall

Im heutigen Bahnsystem treten eine Vielzahl von systeminternen (z.B. Türstörungen) sowie externen Störungen (z.B. Baum auf Oberleitung bzw. Strecke) auf. Damit Züge vollautomatisch fahren können, braucht es neue Wege, um mit diesen Störungen umzugehen. Heute werden diese in einem eingespielten Prozess aus Tf, Fahrdienstleiter, Not- und Störfallmanager gelöst. Kommunikationswege zwischen Fahrzeug und Betriebszentrale, die heute oft noch via Telefon stattfinden, müssen in Zukunft zumindest in Teilen digitalisiert werden. Es wird Operations Center geben, von wo die Züge aus der Ferne überwacht werden. Bei Not- und Störfällen werden erste Entstörversuche aus der Ferne autark durchgeführt oder eine Entstörung durch den Notfallmanager angefordert. Dabei ist eine enge Abstimmung zwischen den Betreibern (EVU und EIU) eine Erfolgsbedingung.

## LINSINGER SMART SURFACE TECHNOLOGY



### DIE JÜNGSTE INNOVATION AUS DEM HAUSE LINSINGER

Wir präsentieren die LINSINGER Smart Surface Technology – ein revolutionärer Veredelungsprozess, der die Oberflächenbehandlung von Schienenköpfen auf ein neues Niveau hebt. Die innovative Kugelstrahltechnologie verfeinert die gefrästen Oberflächen bis zur Perfektion. Unser nachhaltiges Closed-Loop-System arbeitet vollständig ohne erkennbare Emissionen und garantiert eine hervorragende Oberfläche mit optimaler Rauheit.



LINSINGER Smart Surface Technology Einheit



Ergebnis der LINSINGER Smart Surface Technology

#### VORTEILE

- ▶ LÄRMREDUKTION
- ▶ NAHEZU STAUBFREI
- ▶ KOMPLETT FUNKENFREI
- ▶ VERZÖGERUNG VON RISSWACHSTUM DURCH DRUCKEIGENSCHEN
- ▶ KEINE HITZEEINWIRKUNG IM SCHIENENKOPF
- ▶ HOMOGENE OBERFLÄCHE
- ▶ KEIN MATERIALABTRAG #TRUSTTHEINVENTOR

www.linsinger.com

## Entwicklung des fahrerlosen Fahrens in Stufen bei Digitaler Schiene Deutschland

Ausgehend von den in Kapitel 4 vorgestellten Herausforderungen und Lösungsansätzen wurde eine Entwicklung in Stufen für das vollautomatisierte Fahren erarbeitet. Jede Stufe soll in sich direkten Nutzen bieten und zählt auf die Entwicklung des Zielbildes ein.

### Stufe 0: Automatisiertes Abfahren der Fahr- / Bremskurve (ATO GoA 2)

Die Basis für die Entwicklung legt ATO GoA 2 über ETCS. Dabei wurde der Fokus auf den Nahverkehr gelegt, weisen doch insbesondere S-Bahnen die Vorteile geringerer Geschwindigkeiten sowie vieler Fahrzeuge der gleichen Baureihe auf. Nutzen wie geringerer Energieverbrauch, höhere Betriebsstabilität durch Vermeidung manueller Fehler und geringere Instandhaltungskosten schlagen hier direkt zu Buche.

### Stufe 1: Automatisiertes Aufrüsten und Bereitstellen sowie Abstellen und Abrüsten

In Stufe 1 soll das automatisierte Aufrüsten und Bereitstellen in mit ETCS ausgerüsteten Abstellungen umgesetzt werden. Dafür müssen zahlreiche Fahrzeugfunktionen, wie etwa der Vorbereitungsdienst, der heute eine manuelle Interaktion durch den Tf erfordert, automatisiert werden. Zusätzlich ist eine Umfeldwahrnehmung und Handlungsableitung für geringere Geschwindigkeiten zu entwickeln. Dieser Anwendungsfall wurde ausgewählt, da geringe Zielgeschwindigkeiten vorliegen, keine Reisenden an Bord sind sowie ein frühzeitiger Nutzen für weitere Projekte erzielbar ist. Der Tf muss sich in Stufe 1 nicht mehr um den Vorbereitungs- und Abschlussdienst am Fahrzeug kümmern, und die geplanten Wegezeiten für die Bereit- und Abstellung entfallen. Er steigt erst ab dem ersten Bahnhof zu und fährt den Zug anschließend auf konventionelle Weise im Modus ATO GoA 2 mit Fahrgästen.

### Stufe 2: Vollautomatisierte Fahrt zwischen Bahnhöfen mit Zugpersonal an Bord

Stufe 2 umfasst die vollautomatische Fahrt zwischen den Bahnhöfen mit einer höheren Geschwindigkeit. Zur Behebung von Not- und Störfällen ist weiterhin ausgebildetes Personal an Bord, das im Zweifel in das System eingreifen, Not- und Störfälle beheben sowie die Evakuierung des Zuges anleiten kann.

### Stufe 3: Vollautomatischer Zug

In Stufe 3 fahren dann die Züge im Regelfall ganz ohne aktives Personal. Lediglich im Stör- und Notfall übernimmt Fachpersonal aus der Ferne die Behebung von Störungen. Dies geschieht aus den Leit- und/oder Betriebszentralen. Nur wenn dies nicht möglich ist, kommen Not- und Störfallmanager vor Ort zum Zug.

## Stufe 4: Übertragung des vollautomatisierten Fahrens auf weitere Verkehrsarten

In Stufe 4 soll das vollautomatisierte Fahren auf weitere Verkehrsarten wie den Schienen-güterverkehr, Personennah- und -fernverkehr übertragen werden. Dafür müssen die jeweiligen Spezifika identifiziert, in die Systemarchitektur übernommen und im Rahmen von Erstimplementierungen umgesetzt und erprobt werden.

### AutomatedTrain – Fortschrittlicher Prototyp für die Stufe 1

Im Rahmen des Projektes „AutomatedTrain“ soll die Basis für die Entwicklung und Betriebs-einführung der Stufe 1 gelegt werden. Das Projekt wurde unter der Konsortialführung der DB InfraGO AG aufgesetzt und wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz mit rund 42 Mio. EUR gefördert [18]. Es wurde im Juli 2023 gestartet und läuft bis September 2026. Das Ziel des Projekts ist der Nachweis der technischen Machbarkeit für den Anwendungsfall der vollautomatisierten Aufrüstung sowie Bereit- und Abstellung mit limitierter Geschwindigkeit in offenen Netzen unter ETCS. Dabei sollen die einzelnen Schritte zur Automatisierung der Fahrzeugbereitstellung und Abstellung in standardisierte technische Lösungen ohne manuellen Eingriff überführt und umgesetzt werden. Die Automatisierung der Fahrzeugfunktionen wie z.B. die Eingabe der ETCS-Zugnummer oder die Automatisierung des Bremstests werden im Rahmen des Projektes entwickelt und erprobt. Die prototypische Implementierung der Hindernisdetektion soll mit einem gemeinsam definierten Sensorset auf zwei unterschiedlichen Fahrzeugtypen erfolgen.

### Zusammenfassung

Auf dem Weg zum fahrerlosen, vollautomatisierten Fahren müssen noch zahlreiche Herausforderungen gemeistert werden. Um frühzeitigen Nutzen für den Bahnsektor aus der Vollautomatisierung zu erlangen, wurde eine Entwicklung in Stufen vorgeschlagen. Die erste Stufe, mit dem Fokus auf das automatisierte Aufrüsten und Bereitstellen sowie das Abstellen und Abrüsten, wird aktuell im Rahmen von AutomatedTrain prototypisch umgesetzt und legt die Basis für die weitere Entwicklung, um zeitnah vollautomatisiertes, fahrerloses Fahren auf Basis von ETCS in einem offenen Vollbahnsystem zu ermöglichen. ■

## QUELLEN

- [1] [https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag\\_2021-2025.pdf](https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf), abgerufen am 12.03.2024
- [2] [https://bahnblogstelle.com/210585/bahnbranche-in-nrw-verstaerkt-bemuehungen-um-neue-lokfuehrer/?trk=feed\\_main-feed-card\\_feed-article-content](https://bahnblogstelle.com/210585/bahnbranche-in-nrw-verstaerkt-bemuehungen-um-neue-lokfuehrer/?trk=feed_main-feed-card_feed-article-content), abgerufen am 12.03.2024
- [3] <https://www.sueddeutsche.de/bayern/verkehr-so-funktioniert-die-fahrerlose-u-bahn-in-nuernberg-1.3445130>, abgerufen am 12.03.2024
- [4] Schröder, J.; Gonçalves Alpoim, C.; Dickgiesser, B.; Talg, M.: Digitale S-Bahn Hamburg – Erstmalige Streckenausrüstung von ATO über ETCS in Deutschland – El 10/21
- [5] [https://www.deutschebahn.com/de/presse/pressestart\\_zentrales\\_uebersicht/Erprobung-automatisierter-Gueterzuege-nimmt-Fahrt-auf-6867092](https://www.deutschebahn.com/de/presse/pressestart_zentrales_uebersicht/Erprobung-automatisierter-Gueterzuege-nimmt-Fahrt-auf-6867092), abgerufen am 12.03.2024
- [6] <https://www.alstom.com/de/press-releases-news/2022/11/alstom-demonstriert-vollautonomes-fahren-einer-rangierlokomotive-den-niederlanden>
- [7] <https://www.dbcargo.com/rail-de-de/gruen-und-innovativ/dbcargo-lab/val>, abgerufen am 12.03.2024
- [8] Hauswald, C.; Spiegel, D.; Kreyenberg, D.; Fiack, A.: Digitale Schiene Deutschland testet erstmals sensorbasierte Wahrnehmungssysteme im Bahnbetrieb, Deine Bahn 04/2022
- [9] Hauswald, C.; Skibinski, S.; Reiniger, F.; Euler, T.; Isaac, G.; Irvathaya, A.: Sensors4Rail: Ein Erfolgsprojekt ist zu Ende, El 09/2023
- [10] [https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2022/03/EURAIL\\_MAWP\\_final.pdf](https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2022/03/EURAIL_MAWP_final.pdf)
- [11] <https://digitale-schiene-deutschland.de/de/aktuelles/2022/Data-Factory>, abgerufen am 12.03.2024
- [12] „Digitale Schiene Deutschland stellt ersten fotorealistischen Digitalen Zwilling einer Bahnstrecke vor“ <https://digitale-schiene-deutschland.de/de/aktuelles/2023/digitalerzwilling>
- [13] Sturm, I.; Vienen, G.; Söhle, A.; Hartleb, J.; Gorsane, R.; Gorsan Mestiri, K.; Tapia Martinez, D.; Coyette, V.; Tri Truong, M.; Küpper, M.: Künstliche Intelligenz für das Verkehrsmanagement der Zukunft, SIGNAL+DRAHT, 01-02/2024
- [14] <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Branchenfokus/Industrie/branchenfokus-automobilindustrie.html>, abgerufen am 12.03.2024
- [15] <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Branchenfokus/Industrie/branchenfokus-schienenfahrzeugbau.html>, abgerufen am 12.03.2024
- [16] <https://www.dbinfra.go.com/web/schiennet/etcs/etcs-migrations-strategie-11089586>, abgerufen am 12.03.2024
- [17] [https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt\\_29\\_ATO.html](https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_29_ATO.html), abgerufen am 12.03.2024
- [18] <https://digitale-schiene-deutschland.de/de/aktuelles/2023/foerderbescheid-vollautomatisiertes-fahren>, abgerufen am 12.03.2024



#### Dr. Dirk Spiegel

Leiter Systementwicklung  
vollautomatisches Fahren  
Digitale Schiene Deutschland  
DB InfraGO AG, Berlin  
[dirk.spiegel@deutschebahn.com](mailto:dirk.spiegel@deutschebahn.com)



#### Dr. Christian Hauswald

Technischer Projektleiter  
AutomatedTrain  
Digitale Schiene Deutschland  
DB InfraGO AG, Berlin  
[christian.hauswald@deutschebahn.com](mailto:christian.hauswald@deutschebahn.com)