



DER **EI** EISENBAHN INGENIEUR

INTERNATIONALE FACHZEITSCHRIFT
FÜR SCHIENENVERKEHR & TECHNIK

HERAUSGEBER:
VERBAND DEUTSCHER
EISENBAHN-INGENIEURE E.V.

VDEI

Euro 34,99 | Juli 2026

7|26

Feste Fahrbahn –

Erprobung eines minimalinvasiven
Slab-Track-Retrofits in der Schweiz

Schienenbefestigung –

Reduzierung von
Spannklemmenbrüchen im Bogen

Bauprojekte –

Stoffstrommanagement als
eigenständige Planungsaufgabe

Fachkräftemangel –

Umstrukturierung der Aus- und
Weiterbildung an der FS Gotha

Automatisierung –

Vom Triebfahrzeugführer
zum Remote Train Operator

VDEI

**Workshop Grundlagen
Bautechnik Bahn**

08. – 09. September 2026
in Berlin



DER EISENBAHN INGENIEUR

STANDPUNKT

Annegret Haas

- 03 Die Schiene braucht klare Standards und Verlässlichkeit**

FACHBEITRÄGE

Olaf Schulz | Peter Siegrist |

Matthias Heimhalt | Bernhard Schranz

- 06 SBB erprobt minimalinvasives Slab-Track-Retrofit**

Bernhard Knoll | Andreas Bader | Winfried Bösterling |

Junyang Zhang | Tim Fridolin Krämer

- 09 Konsequenzen von Riffeln und Schlupfwellen in Gleisbögen meistern**

Achim Göhler | Erik Schwiteilo

- 15 ESW – Die Element-Stützwand**

Regina Iglauer-Sander

- 20 67. Oberbaufachtagung in Darmstadt: System Oberbau im Fokus**

Katrin Fischer | Christian Herget |

Maik Kötting | Simon Friedrich

- 22 Stoffstrommanagement – Erfolgsfaktor für Bauprojekte**

Tobias Pretzsch | Carolin Peschel

- 26 Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten an der Fachschule Gotha**

Ferdinand Pospischil | Stefan Marschnig

- 30 Die Zukunft der Bahn braucht vernetzte Köpfe**

Anja Naumann | Malte Petersen | Laura Quante |

Gina Nathalie Schnücker | Niels Brandenburger

- 31 Neue Arbeitsplätze im automatisierten Bahnverkehr**

Maximilian Posner | Wolfgang Reza Sharavi | Joel Mwaka

- 35 KI-basierte Zugsteuerung: Der Weg zum automatischen Bahnbetrieb**

Anna Windischer-Unterkircher | Jasmin Röllin |

Gaby Pfandt | Urs Mosele

- 39 Anwendung ETCS Level 2 – systemisch analysieren und gestalten**

Marc David Rabe | Stephan Adelberg |

Kevin Renatus | Bernard Bäker

- 44 AutomatedTrain – Integration eines skalierbaren Diagnosekonzepts**

Fionn Carroll

- 50 TSI PRM – Entstehung und aktuelle Herausforderungen in Redesigns**

Klaas Hofstra

- 54 20 Jahre Fahrplan- und Infrastrukturentwicklung in den Niederlanden**

RUBRIKEN

- 58 Veranstaltungen | Bahn-Nachrichten**

- 63 Personalia**

- 64 Impressum**

- 65 Rail-Web-Weiser**

- 68 Industrie-Report**

VDEI

- 68 VDEI-Veranstaltungen**

- 72 VDEI-Nachrichten**

Wir möchten hiermit darauf hinweisen, dass wir in den Fachbeiträgen aufgrund der besseren Lesbarkeit entweder die männliche oder weibliche Form von personenbezogenen Hauptwörtern wählen. Wo möglich verwenden wir geschlechtsneutrale Alternativen. Meinungsbeiträge können auf ausdrücklichen Wunsch der verfassenden Person von dieser Regel ausgenommen sein. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung anderer Geschlechtsidentitäten.



Eurailpress Fachartikelarchiv

Alle Beiträge sind unter www.eurailpress.de/archiv/ dauerhaft hinterlegt. Finden Sie weitere Aufsätze der Autoren oder nutzen Sie die Volltextsuche für Ihren individuellen Informationsbedarf.

Abonnenten steht dieses Angebot kostenlos zur Verfügung.

Neue Arbeitsplätze im automatisierten Bahnverkehr

Vom Triebfahrzeugführer zum Remote Train Operator

ANJA NAUMANN | MALTE PETERSEN |
LAURA QUANTE |
GINA NATHALIE SCHNÜCKER |
NIELS BRANDENBURGER

Die zunehmende Digitalisierung und Automatisierung im Bahnverkehr gehen mit einer zunehmenden Verlagerung des Triebfahrzeugführer-Arbeitsplatzes vom Führerstand in Richtung eines Fernsteuerarbeitsplatzes, der sich z.B. in einer Zentrale oder Leitstelle befinden kann, einher. Am Institut für Verkehrssystemtechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) wurden bereits und werden weiterhin in aktuellen Forschungsprojekten Konzepte für solche Arbeitsplätze definiert und evaluiert. Diese Ansätze und Ergebnisse werden im vorliegenden Beitrag vorgestellt.

Der Weg vom Führerstand hin zum Fernsteuerarbeitsplatz

In den Forschungsarbeiten am DLR werden Tätigkeiten und Arbeitsplätze in allen Automatisierungsstufen (Grades of Automation GoA; Abb. 1) des Bahnverkehrs betrachtet. In der mittleren Automatisierungsstufe GoA 2 überwachenden Triebfahrzeugführende (Tf) im Führerstand ein schon weitestgehend automatisiertes technisches System. Dies stellt aus psychologischer Sicht eine anspruchsvolle Tätigkeit dar. Die dadurch entstehenden Herausforderungen wurden bereits an früherer Stelle beschrieben [1]. Der Fokus des vorliegenden Beitrages soll

daher auf dem fahrerlosen Betrieb (Automated Train Operation, ATO) in den hohen Automatisierungsstufen GoA 3 und GoA 4 liegen. In GoA 3 befindet sich dabei noch Personal an Bord (Zugbegleiter oder Fahrgastbetreuer), GoA 4 hingegen ist komplett unbegleitet. Für beide Automatisierungsstufen wurden und werden aktuell in mehreren Forschungsprojekten Konzepte für eine Zugfernsteuerung (Remote Train Operation, RTO) und für Interaktionsprozesse zwischen verschiedenen Rollen des Bahnpersonals entwickelt und evaluiert. Unterschieden werden kann hier in Konzepte für eine kontinuierliche Zugfernsteuerung und eine situative Fernsteuerung bei Störfällen bzw. in kritischen Situationen, wobei der Fokus der bisherigen Arbeiten auf der situativen Fernsteuerung liegt. Eine weitere Unterscheidung liegt in der Gestaltung von vereinfachten gegenüber umfangreicher ausgestalteten (elaborierten) Fernsteuerarbeitsplätzen. Eine vereinfachte Zugfernsteuerung kann ortsunabhängig mit einem mobilen Gerät durch einen Remote Train Operator (TO) oder Personal an Bord des Zuges erfolgen. Der Großteil der Arbeiten betrifft jedoch die elaborierten Arbeitsplätze für TO, die sich beispielsweise in einer Leitstelle oder Zentrale befinden können, ggf. gemeinsam mit Disponenten und Fahrdienstleitenden (Fdl). Im Folgenden werden anhand von Projektbeispielen beide Varianten vorgestellt.

Vereinfachte Zugfernsteuerung

Im Projekt ARTE (Automatisiert fahrende Regionalzüge in Niedersachsen) haben die Partner Alstom Deutschland, DLR und

TU Berlin 2022 bis 2025 die technischen und betrieblichen Anforderungen an einen automatisiert fahrenden Zug untersucht. Dazu wurde ein Dieseltriebzug für fahrerlosen Betrieb (ATO GoA 3/4) mit Signalerkennung und Fernsteuerbetrieb (Remote Train Operation, RTO) ausgerüstet und auf Strecken ohne European Train Control System (ETCS) erprobt [2]. Als Lösung zur vereinfachten und mobilen Fernsteuerung wurde ein Tablet-Computer verwendet. Ein Schwerpunkt des Projektes war die iterative Entwicklung und Evaluierung dieser Tablet-Fernsteuerung. Der Ansatz ist hierbei, dass Betriebspersonal im Fall einer Störung der Automatisierung (Automatic Train Operation, ATO) den Zug ortsunabhängig mithilfe eines mobilen Gerätes fernsteuern kann (RTO), beispielsweise bis zum nächsten Bahnhof. Im Projekt wurden dafür die beiden potenziellen neuen Rollen „Remote Operator“ (z.B. in einer Zentrale oder am Gleis befindlich in GoA 4) und „Zugbegleiter-Plus“ (Zugbegleitpersonal in GoA 3 mit zusätzlicher betrieblicher Ausbildung) im Detail untersucht und beschrieben [3, 4]. Zur Evaluierung der Tablet-Steuerung wurden drei Nutzertests durchgeführt: in einem Modellbahnaufbau, auf dem Testgleis im Alstom-Werksgelände in Salzgitter und auf der öffentlichen Strecke Northeim–Bodenfelde [5]. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Nutzung eines Tablet-Computers auch aus Human-Factors-Sicht eine praktikable Lösung für die Fernsteuerung eines Zuges (RTO) ist, insbesondere wenn sich Personal an Bord befindet (GoA 3). Für eine Erhöhung der

Grade of Automation	Type of train operation	Setting the train in motion	Stopping train	Door closure	Operation in event of disruption
Grade of Automation 1	ATP with driver	Driver	Driver	Driver	Driver
Grade of Automation 2	ATP + ATO with driver	Automatic	Automatic	Driver	Driver
Grade of Automation 3	Driverless	Automatic	Automatic	Train attendant	Train attendant
Grade of Automation 4	Unattended train operation (UTO)	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

Abb. 1: Automatisierungsstufen im Schienenverkehr (Grades of Automation; International Association of Public Transport), ATP = Automated Train Protection System

Quelle: [1]



Abb. 2: Prototypische Arbeitsumgebung für einen Remote Train Operator (TO)

Quelle: DLR

Akzeptanz der Tablet-Steuerung sind jedoch noch einige Verbesserungen der Benutzeroberfläche und der technischen Voraussetzungen notwendig. Diese betreffen vor allem die Erhöhung der Videoqualität und eine gleichmäßige Steuerung [5].

Es zeigte sich auch, dass die kognitive Belastung am höchsten und das Bewusstsein über die Situation am geringsten sind, wenn man sich bei der manuellen Fernsteuerung nicht im Führerstand befindet und Videobilder (in

dem Fall von zwei Frontkameras) die einzige Quelle für visuelle Informationen sind. Die schwierigste Bedingung stellte dabei aufgrund der größten Entfernung vom realen Zug und der größten Latenzen die Fernsteuerung aus einer Zentrale dar [5]. Diese Herausforderungen sind auch bei der Gestaltung von elaborierten Arbeitsumgebungen für den TO in einer Leitstelle oder ähnlichem zu beachten, zu denen die Forschungsarbeiten im Folgenden beschrieben werden.

Der Remote-Train-Operator-Arbeitsplatz

Zunächst wurde in DLR-internen Projekten eine prototypische Arbeitsumgebung in einem nutzerzentrierten Entwicklungsprozess mit mehreren Iterationsschleifen und Nutzertests entwickelt (Abb. 2).

Die Grundidee ist, dass ein TO für alle Züge in einem bestimmten Bereich zuständig ist. Eine Repräsentation der aktuellen Situation in dem Bereich ist auf eine große Wand projiziert und bietet sowohl dem TO als auch Disponenten und FdL, die alle in derselben Umgebung arbeiten, dieselbe Informationsgrundlage. Wenn ein automatisiert fahrender Zug in diesem Bereich aufgrund einer Störung (z.B. Türstörung) oder kritischen Situation (z.B. Tiere im/am Gleis) anhält, erhält der TO eine Aufforderung, den Zug manuell zu übernehmen. Der TO hat dann die Aufgabe, die Situation zu beurteilen und den Zug manuell aus der kritischen Situation fernzusteuern (z.B. mithilfe eines Fahr-/Bremshebels). Der TO kann dabei die Situation mittels einer Echtzeitübertragung von Videobildern aus einem Kamera-Setup vorn am Zug beobachten. Sobald die kritische Situation überwunden ist (z.B. sich keine Tiere mehr im/am Gleis befinden), kann der TO den Zug in den automatischen Betrieb zurück übergeben. Ausführliche Beschreibungen des Konzepts, der prototypischen Arbeitsumgebung und den dazu erfolgten Human-Factors-Studien am DLR finden sich in [6] und [7]. Darauf aufbauend wurde und wird das Konzept in mehreren Projekten mit Partnern aus Forschung und Bahnindustrie weiterentwickelt und untersucht, zunächst im Projekt 5G-Reallabor [8] und dann in den nachfolgend beschriebenen Projekten.

Projekt ATO-Cargo

Im Projekt ATO-Cargo (Automatic Train Operation Technologies for Cargo) wird der Ansatz einer Aufteilung der Aufgaben in die Überwachung einer Zugflotte und der eigentlichen Fernsteuerung der Züge verfolgt [9]. Hierfür wurden in einem mehrstufigen Verfahren zwei separate Arbeitsplätze entwickelt. Am Zugüberwachungsarbeitsplatz (engl.: Supervision Desk) sollen verschiedene Züge einer Flotte in einem bestimmten Bereich überwacht werden. Bei Auftreten einer Störung oder eines Alarms initiiert der Supervisor die Übergabe eines einzelnen Zuges an einen verfügbaren Operator. Die Fernsteuerung des Zuges geschieht wiederum am Fernsteuerungsarbeitsplatz (engl.: Control Desk). Dort können verschiedene Kameras des betroffenen Zuges aktiviert, technische Funktionstests durchgeführt und kann die eigentliche Steuerung des Zuges übernommen werden.

Die Arbeiten des DLR sorgen dafür, dass bei der Entwicklung der beiden Arbeitsplätze Human-Factors-Aspekte berücksichtigt werden [10]. So wurde unter anderem zu verschiedenen Zeitpunkten im Entwicklungsprozess die Gebrauchstauglichkeit (Usability) der Arbeitsplätze bewertet. Im Fokus standen hierbei die konkrete Anordnung einzelner Steuerungselemente und die Bereitstellung relevanter Informationen. Für

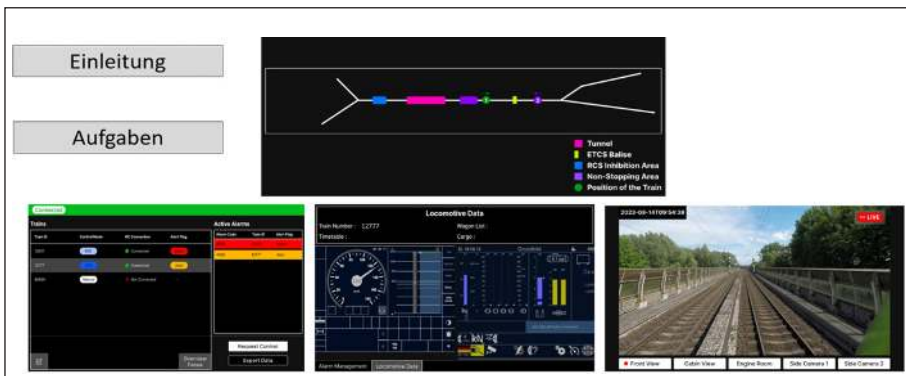


Abb. 3: Digitaler Prototyp des Zugüberwachungsarbeitsplatzes

Quelle: OTIV BV



Abb. 4: Digitaler Prototyp des Zugfernsteuerungsarbeitsplatzes

Quelle: OTIV BV

die Usability-Testungen wurde der jeweilige Entwicklungsstand der Arbeitsplätze in Form von digitalen, klickbaren Prototypen umgesetzt. In der Testsituation bearbeiteten Tf und Human-Factors-Experten verschiedene Aufgaben an diesen Prototypen. Im Anschluss wurden die Arbeitsplätze bewertet. Die Ergebnisse wurden zusammen mit Optimierungsempfehlungen an den Hersteller rückgemeldet und in der weiteren Konzeption der Arbeitsplätze berücksichtigt. Abb. 3 und 4 zeigen beispielhaft die Prototypen des Zugüberwachungs- und des Zugfernsteuerungsarbeitsplatzes.

Projekt Teleoperation ATO

Das vom Deutschen Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) in Auftrag gegebene Projekt Teleoperation ATO (Teleoperation als Ergänzung für den automatisierten Bahnbetrieb: Rahmenbedingungen und menschenzentrierte Gestaltung) hatte das Ziel, ein zukunftsfähiges und nutzergerechtes Berufsbild für Tele-Tf (teleoperierende Tf) zu entwickeln, das in den zukünftigen automatisierten Bahnbetrieb integriert werden kann. Bei der Entwicklung des Berufsbilds wurden nicht nur betriebliche Anforderungen berücksichtigt, die sich aus möglichen Einsatzbereichen für Teleoperation ergeben (Abb. 5), sondern insbesondere auch individuelle und gesellschaftliche Bedürfnisse einbezogen, um die Arbeitswelt der Bahn auch zukünftig attraktiv zu gestalten. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in einem umfassenden Anforderungskatalog für den Tele-Tf-Beruf zusammengefasst, der die vier zentralen Bereiche Aufgabengestaltung, Arbeitsplatzgestaltung, erforderliche Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie die Gestaltung des technischen Systems abdeckt [11, 12, 13]. Sowohl für Teleoperation als Rückfallebene eines ATO-Systems als auch für Teleoperation im Regelbetrieb bei der Zugbereitstellung und -abstellung wurde unter Einbeziehung von Tf und FdI ein konkretes Berufsbild entwickelt und im Rahmen einer Onlinebefragung hinsichtlich dessen Attraktivität bewertet (n=100). Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass sich rund ein Drittel der Befragten mit hoher Wahrscheinlichkeit zu dem skizzierten Tele-Tf weiterbilden würde. Unter anderem könnten ansprechende ergänzende Tätigkeiten während Wartezeiten, ein phasenweise wechselnder Einsatz als Tf im Führerstand und im Remote-Betrieb und die Demonstration der technischen Machbarkeit von Teleoperation die Attraktivität des Berufs steigern [11, 14]. Das im Projekt erarbeitete Konzept für einen attraktiven Tele-Tf-Beruf zeigt den Rahmen für die nächsten Schritte in Forschung und Entwicklung auf, um nicht nur die Zuverlässigkeit und Sicherheit zukünftiger Systeme, sondern auch die langfristige Leistungsfähigkeit und Zufriedenheit der Mitarbeitenden im hochautomatisierten Bahnbetrieb zu gewährleisten [11].

Projekt Akzeptanz GoA 3+

Im Projekt Akzeptanz GoA 3+ (Interessengruppenerwartungen und gesellschaftliche

Akzeptanzbedingungen im automatisierten Schienenverkehr bei GoA 3+) wurden im Auftrag des DZSF Interessengruppenerwartungen und Akzeptanzbedingungen verschiedener Stakeholder für den automatisierten Schienenverkehr untersucht. Dabei wurden zunächst derzeitige explizite Tätigkeiten, also solche Tätigkeiten der Tf, die in Regelwerken, Normen und Richtlinien beschrieben sind, anhand dieser zusammengetragen. In einem zweiten Schritt wurden implizite Tätigkeiten, also solche Tätigkeiten, die nicht explizit in Regelwerken, Normen und Richtlinien festgelegt, aber trotzdem von Tf ausgeführt werden, anhand einer Social-Media-Analyse identifiziert und zusammengetragen. Die Ergebnisse wurden in einem Workshop mit sechs Tf evaluiert und vervollständigt sowie die Automatisierbarkeit der Tätigkeiten wurde eingeschätzt. Insgesamt wurden 148 explizite und 14 implizite Tätigkeiten identifiziert, die in ein automatisiertes Bahnsystem in GoA 3 und 4 überführt werden müssen [15].

Des Weiteren wurden im Rahmen des Workshops Aspekte der Arbeit als TO erfasst, die als akzeptanzfördernd bzw. akzeptanzmindernd empfunden wurden. Während sich die Teilnehmenden vorstellen konnten, dass ihre generellen Arbeitsbedingungen unter GoA 3 und 4 strukturierter und familienfreundlicher werden könnten, formulierten sie gleichzeitig Bedenken in Bezug auf einen möglichen Arbeitsplatzverlust, den Verlust motivationaler Aspekte ihrer Arbeit und generell sinkende Arbeitszufriedenheit unter GoA 3 und 4. Auch Sicherheitsbedenken in Bezug auf ATO-Sensorik standen bei den befragten Tf im Zusammenhang mit einer geringeren Akzeptanz gegenüber GoA 3 und 4 [16].

Zuletzt wurden in dem Projekt konkrete Maßnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz von GoA 3 und 4 durch Tf und weitere Stakeholder gesammelt und gemeinsam mit verschiedenen Interessengruppen evaluiert. Die Ergebnisse werden im Rahmen des Projektabschlussberichts veröffentlicht.

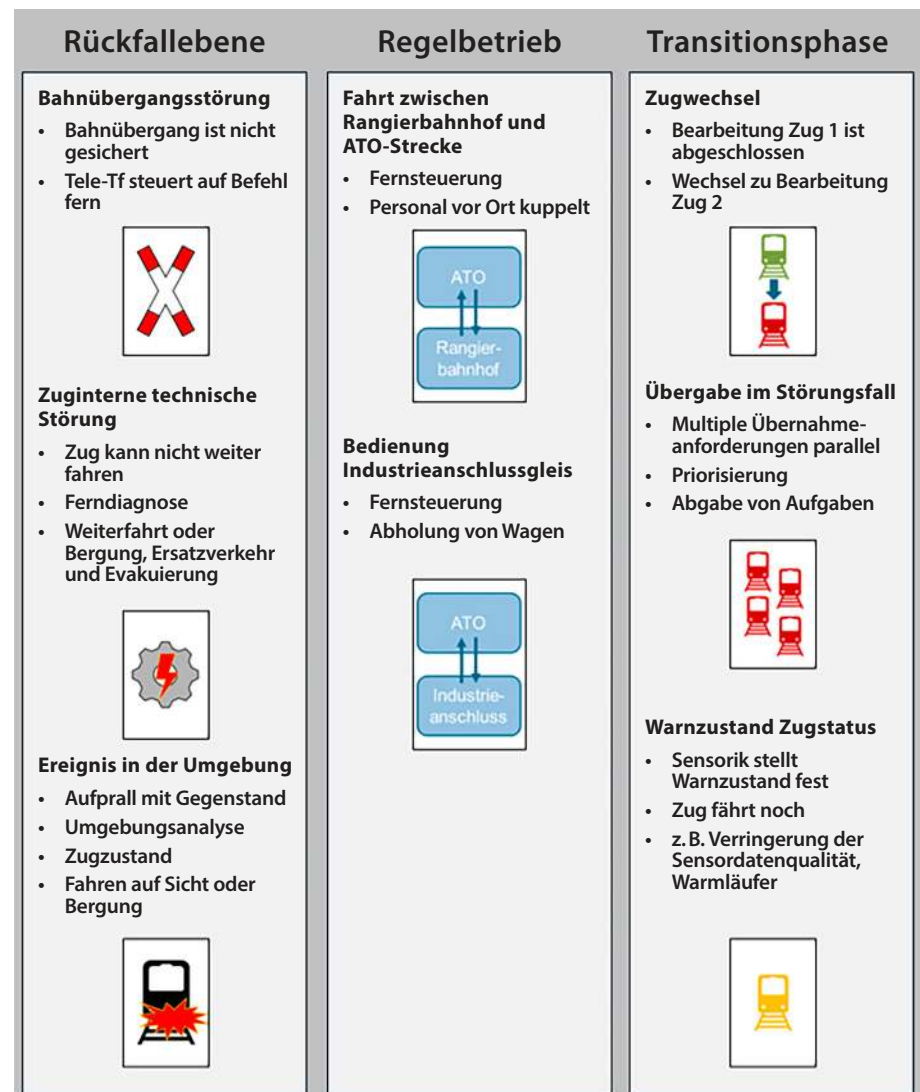


Abb. 5: Projekt Teleoperation ATO: Detailliert betrachtete Szenarien für Teleoperation in der Rückfallebene, für aktive Tätigkeiten in der Teleoperation im Regelbetrieb sowie bezüglich übergeordneter Handlungsabläufe der Tele-Tf

Quelle: [11, 12]

Ausblick

Am Beispiel der beschriebenen Projekte wird deutlich, dass am Institut für Verkehrssystemtechnik des DLR umfangreiche wissenschaftliche Erkenntnisse mit hoher Praxisrelevanz für RTO im Eisenbahnbetrieb gewonnen wurden. Der Kern der Forschung liegt im Bereich Rail Human Factors, und die Arbeit der beteiligten Bahnpersonale steht im Mittelpunkt der Betrachtungen, wobei betriebliche, technische und prozedurale Expertise zur Systementwicklung im Eisenbahnsektor mit einfließt. Zusätzlich wird in den letzten Jahren auch der Bereich der straßenseitigen Fernsteuerung am DLR intensiv erforscht, der mit der Einführung der Straßenverkehr-Fernlenk-Verordnung (StVFern-LV [17]) einen regulatorischen Meilenstein hinsichtlich des Reifegrades genommen hat. Vor diesem Hintergrund werden die Bestrebungen verstärkt, die Erkenntnisse, Wissensstände und Erfahrungen hinsichtlich der bodengebundenen Fernsteuerung auf der Schiene und der Straße zu bündeln und in ein gemeinsames DLR Remote Operation Lab einfließen zu lassen. Dort werden verschiedene Leitstände, Simulatoren und bestehende Großanlagen zu diesem Thema integriert und erweitert. Diese Entscheidung zur Bündelung von Erkenntnissen ist vor allem darin begründet, dass auf der Schienen- und Straßenseite unterschiedliche Schwerpunkte ausdetailliert wurden, die für den jeweils anderen Bereich genutzt wer-

den können. Während auf der Straßenseite insbesondere die technischen und regulatorischen Bereiche gereift sind, sind im Schienenbereich neben dem technischen Bereich insbesondere Erkenntnisse zu betrieblicher Integration z. B. hinsichtlich aussichtsreicher Anwendungsfälle, Rollen- und Arbeitsplatzgestaltung oder Betriebsabläufen weit gediehen. Auch im Bereich der Integration der Fahrzeug- und Infrastrukturseiten kann das Bahnsystem aufgrund seiner Architektur mit Zugsicherungs- und Stellwerkstechnik Expertise einbringen, die die Straßenseite in dieser Form traditionell nicht berücksichtigt hat, die aber für den ferngesteuerten Betrieb an Bedeutung gewinnen könnte. Diese verschiedenen Wissensschwerpunkte aus Schienen- und Straßenseite sollen zukünftig stärker integriert, wo sinnvoll übertragen und gemeinsam technisch ausgestaltet werden. ■

DOI: 10.61067/260711

QUELLEN

- [1] Naumann, A.; Thomas-Friedrich, B.: Automation in Railway: How tasks and roles of operational staff change. In: Advances in Human Factors of Transportation, 148, S. 670-677. AHFE International, USA. AHFE (2024) International Conference, Nice
- [2] Bekehermes, T.; Arslan, B.; Naumann, A.: ARTE: Erprobung von ATO GoA 3/4 und RTO auf einer Strecke ohne ETCS. ARTE: Testing ATO GoA 3/4 and RTO on a non-ETCS line, SIGNAL+DRAHT 10/2025, S. 49-56
- [3] Naumann, A.; Adam, J.; Fritsch, M.; Hofstädter, R.: ARTE: Neue Aufgaben und Rollen für Betriebspersonal, EI 08/2024, S. 42-45

- [4] Naumann, A.; Adam, J.; Oehme, A.: ARTE – Neue Rollen und Berufsbilder im automatisierten Fahren, EI 06/2025, S. 45-47
- [5] Naumann, A.; Adam, J.: Human Factors evaluation of a tablet-based train remote control. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2025 Annual Conference
- [6] Brandenburger, N.; Naumann, A. (a): Enabling automatic train operation through human problem solving, SIGNAL+DRAHT 3/2018, S. 6-13
- [7] Brandenburger, N.; Naumann, A. (b): Towards remote supervision and recovery of automated railway systems: The staffs changing contribution to system resilience, Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Intelligent Rail Transportation
- [8] https://www.youtube.com/watch?v=_aG3H2WM4dl, 31.3.2026 um 12:30
- [9] Käthner, D.; Schöne, S.; Petersen, M.; Dreßler, A.; Wegener, J.; Brandenburger, N.: Leitstandsentwicklung für den automatisierten Bahnbetrieb. Control centre development for Automatic Train Operations, SIGNAL+DRAHT 11/2024, S. 38-44
- [10] Brandenburger, N.; Petersen, M.; Quante, L.: Human Factors Contributions Along System Development Phases: The Remote Train Operator Workstation in Project ATO-CARGO. 8th International Human Factors Rail Conference 2025, London, UK
- [11] Thomas-Friedrich, B.; Dreßler, A.; Quante, L.; Schöne, S.; Leich, A.; Mösters, M.: Teleoperation als Ergänzung für den automatisierten Bahnbetrieb (ATO): Rahmenbedingungen und menschenzentrierte Gestaltung. Berichte des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung (2026). https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_126_Teleoperation.html
- [12] Thomas-Friedrich, B.; Schöne, S.; Mühl, K.: Tele-Tf: Ein neues Berufsbild entsteht, ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 11/2024, S. 37-41
- [13] Thomas-Friedrich, B.; Bassin, N.; Brosch, F.; Huber, A.; Michaelsen, R.: Vermeidung von Monotonie am Tele-Tf-Arbeitsplatz, EI 9/2024, S. 134-137
- [14] Quante, L.; Dreßler, A.; Thomas-Friedrich, B.; Mühl, K.: Tele-Tf: Ein attraktives Berufsfeld, ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 1+2/2026, S. 10-15
- [15] Schnücker, G.; Liu, J.; Quante, L.; Voß, C.: A systematic overview of explicit and implicit tasks of train drivers and train attendants. Poster at 6th Conference on Rail Human Factors, 2025, Berlin, Germany
- [16] Schnücker, G.; Quante, L.; Voß, C.: Perceived risks and benefits of automation in heavy rail: A multi-stakeholder perspective. 8th International Human Factors Rail Conference, 2025, London, UK
- [17] <https://www.gesetze-im-internet.de/stvf/lnv/index.html>, 31.03.2026 um 13:30



Dr. Anja Naumann

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Institut für Verkehrssystemtechnik,
Berlin
anja.naumann@dlr.de



Malte Petersen

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Verkehrssystemtechnik,
Braunschweig
malte.petersen@dlr.de



Laura Quante

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Institut für Verkehrssystemtechnik,
Braunschweig
laura.quante@dlr.de



Gina Nathalie Schnücker

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Institut für Verkehrssystemtechnik,
Berlin
gina.schnuecker@dlr.de



Dr. Niels Brandenburger

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Verkehrssystemtechnik,
Berlin
niels.brandenburger@dlr.de

Alle Autoren:
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt (DLR) e.V.

**EXPERT*IN
GESUCHT!**

**Suchen Sie mit uns Ihr
qualifiziertes Fachpersonal!**



Ihre Ansprechpartnerin:
Silvia Sander

+49 40 237 14 171 • silvia.sander@dvvmedia.com