



DER **EI** EISENBAHN INGENIEUR

INTERNATIONALE FACHZEITSCHRIFT
FÜR SCHIENENVERKEHR & TECHNIK

HERAUSGEBER:
VERBAND DEUTSCHER
EISENBAHN-INGENIEURE E.V.

VDEI

Euro 33,58 | Juni 2025

6 | 25

Generalsanierungen –

Erfahrungen aus
dem Pilotprojekt Riedbahn

SBB-Projekt AS35 –

Mit Doppelspurausbau
zum Halbstundentakt

Oberbau –

Zyklische Triaxialversuche
an Gleisschotter

Fahrzeuginstandhaltung –

Datenbasierte Unterstützung
im Wartungsmanagement

Stadtbahnsysteme –

Kann Mobilitätsmanagement
mehr Akzeptanz schaffen?

VDEI

**IVM Fachtagung –
Nachhaltiger Stationsbau**

17. Juli 2025
in Wolfsburg



STANDPUNKT

Axel Schuppe

- 03 Nächster Halt: Ambitionierte Politik für die Schiene**

FACHBEITRÄGE

Wolfgang Weinhold

- 06 Generalsanierung Riedbahn**

Rüdiger Körlin | Efstratios Artzoglou | Jürgen Kohlhas

- 10 Erfahrungen der LSW-Planer im Los 1 der Generalsanierung Riedbahn**

Pascal Breitenmoser

- 14 SBB-Projekt AS35: Doppelspurausbau Grellingen – Duggingen**

Marc Wenner | Sebastian Schneider | David Huber |
Chongjie Kang | Sebastian Plica |
Andreas Hacker | Randy Nachtigall |
Katarzyna Zdanowicz | Tomás Arana Villafán

- 18 DZSF-Forschungsprojekt TraBI – Methodik**

Sebastian Spörl | Ulrike Weisemann | Steffen Großmann

- 24 Gleisschotter – Untersuchungen zu seinen Gebrauchseigenschaften**

Wiebke Boden | Mathias Linden | Christian Metke |
Stephan Mitschke | Martin Baier | Sandra Wagner

- 28 Datengetriebene Zuverlässigkeits- und Wirtschaftlichkeitssteigerung**

Thomas Volborth | Matthias Hassel

- 32 Normative Neuregelungen durch die DIN EN 17976:2025-03**

Uwe Höft

- 36 Innovative technische Systeme für den Kombinierten Verkehr**

Christoph J. Menzel | Benjamin Schultz

- 40 Neue Stadtbahnssysteme durch strategisches Mobilitätsmanagement**

Anja Naumann | Justin Adam | Astrid Oehme

- 45 ARTE – Neue Rollen und Berufsbilder im automatisierten Fahren**

Jürgen Murach | Hermann Schmidtendorf

- 49 Perspektiven des Schienenverkehrs in Bulgarien**

Regina Iglauer-Sander

- 54 Nachbericht zum 5. VDEI Geotechnik-Kolloquium**

RUBRIKEN

- 57 Veranstaltungen | Bahn-Nachrichten**

- 61 Personalia**

- 63 Rail-Web-Weiser**

- 66 Industrie-Report**

- 70 Impressum**

VDEI

- 66 VDEI-Veranstaltungen**

- 71 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.

ARTE – Neue Rollen und Berufsbilder im automatisierten Fahren

Change Management als Forschungsgegenstand

ANJA NAUMANN | JUSTIN ADAM |
ASTRID OEHME

Im Projekt „Automatisiert fahrende Regionalzüge in Niedersachsen (ARTE)“ erforschen die Projektpartner Alstom Transport Deutschland GmbH und Alstom Signal GmbH (Alstom), das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. (DLR) und die Technische Universität Berlin (TUB) den hochautomatisierten Fahrbetrieb. Betrachtet wird dabei auch, wie sich Aufgaben und Tätigkeitsabläufe von Betriebspersonal verändern und welche neuen Rollen und Berufsbilder potenziell entstehen. Gemeinsam mit der HFC Human-Factors-Consult GmbH wurden Ansätze erarbeitet, wie Change Management diese Veränderungsprozesse begleiten kann. Die im ARTE-Projekt erarbeiteten Ansätze werden hier vorgestellt.

Change Management für ARTE

Die Umsetzung höherer Automatisierungsstufen im Bahnverkehr, insbesondere ohne Triebfahrzeugführer (Tf) im Führerstand, bringt umfassende strukturelle und kulturelle Veränderungen für die daran beteiligten Organisationen mit sich. Um diese Veränderungen erfolgreich zu meistern, werden sie im besten Fall planvoll und prospektiv umgesetzt. Die planvolle Veränderung, das Change Management, ist vor allem auf die Menschen in einer Organisation ausgerichtet [1, 2, 3]. Dabei durchläuft die Organisation von dem initialen Gefühl der Notwendigkeit zur Veränderung (Einführung der Automatisierung) bis zur erfolgreichen Umsetzung verschiedene Phasen. In ARTE [4, 5] wurde das von Kotter [6] entwickelte Modell der Veränderung genutzt, um den Forschungsprozess innerhalb des Vorhabens hin zum automatisierten Fahrbetrieb (ATO) zu begleiten. Das Modell wurde um branchenspezifische Aspekte und Managementherausforderungen bei der Einführung neuer Technologien wie ATO ergänzt [7, 8, 9] und ist in Abb. 1 dargestellt. Eine erfolgreiche Veränderung vollzieht sich nach Kotter [6] in den ersten vier Phasen von der Einsicht, dass eine Veränderung notwendig ist, über die Zusammenstellung eines Führungskräfte-Teams für die Begleitung und Umsetzung der Veränderung hin zur Entwicklung und Kommunikation einer Vision und der Strategien für diese

Veränderung (vgl. Abb. 1, Ziffern I bis IV). Unter Einbezug interner Stakeholder (Abb. 1, blau unterlegt als Teil der Organisation) werden der Aufbau neuer Strukturen und Betriebsprozesse sowie die Integration der für ATO benötigten neuen Technologien vorbereitet (Abb. 1, Ziffern V und VI).

In ARTE war der Einbezug von bahnbetrieblichen Mitarbeitenden und dem Management des Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU) Regionalverkehre Start Deutschland GmbH (Start) ein erster Schritt, ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass ein automatisierter Fahrbetrieb in (ferner) Zukunft umgesetzt werden wird und erste Berührungspunkte in betrieblicher und technischer Hinsicht anzubieten. Dies umfasste die Vermittlung des Zielbildes („ARTE in 20 Jahren“), einen Workshop, die Ableitung von Rollen- und Berufsbildern sowie die Umsetzung des prototypischen Testbetriebs. Das Projekt ist damit in den ersten Change-Phasen verortet, wobei die Vermittlung der Dringlichkeit zunächst im am Change Management beteiligten Personenkreis stattfand.

Nicht alle Phasen des Change Managements können innerhalb eines Forschungsprojektes wie ARTE durchlaufen werden. Die weitere Produktentwicklung bis hin zum Betrieb, der Aufbau respektiver Betriebsprozesse und die Konsolidierung gilt es innerhalb des EVU auf den Weg zu bringen (Abb. 1, Ziffern V bis VIII). Erkenntnisse aus Entwicklungsschritten und Erprobungen führen dabei zur kontinuierlichen Weiterentwicklung und Umsetzung von Technik und Betrieb (Iterationsschleifen in Abb. 1). Flankierend zu den Veränderungsprozessen innerhalb des Unternehmens ist die aktive Beteiligung einer Vielzahl von externen Stakeholdern essenziell, um die Automatisierung des Fahrbetriebes effektiv und erfolgreich umzusetzen [9] (Abb. 1, rechter Kasten). Die Change-Management-Begleitung in ARTE hat untersucht, welche Maßnahmen im Forschungsprojekt den Veränderungsprozess bereits unterstützen, welche nächsten Schritte noch ausstehen und welche generellen Empfehlungen zur Einführung von ATO für Eisenbahnunternehmen aus den Projekterkenntnissen abgeleitet werden können. Hierzu gehört die Einbeziehung betrieblicher Mitarbeiter bereits in Forschung und Entwicklung. Im Folgenden werden die in ARTE gemeinsam mit den internen Stakeholdern umgesetzten Change-Management-Maßnahmen vorgestellt und Schlussfolgerungen für weitere Schritte abgeleitet.

Neue Aufgaben für Betriebspersonal

In einem ersten Schritt wurden von den ARTE-Projektpartnern umfangreiche Analysen durchgeführt, welche Aufgaben im Rahmen des automatisierten Bahnbetriebs in Zukunft durch die Automatisierung übernommen werden können und welche beim Menschen verbleiben. Ansatz ist dabei eine optimale Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine. Herauskrystallisiert haben sich dabei insbesondere zwei neue Rollen für das Betriebspersonal, die nachfolgend vertieft im Projekt betrachtet wurden. Dies ist zum einen der Remote Train Operator (RO), der bei einer Störung des automatisierten Systems manuell den Zug (z. B. aus einer Zentrale heraus) fernsteuern kann. Zum anderen ist dies der Zugbegleiter-Plus (Zub+), der als Zugbegleiter (Zub) mit einer betrieblichen Zusatzausbildung im Störfall ebenfalls betriebliche Aufgaben mit übernehmen kann. Diese Rollen wurden als Vision für den automatisierten Bahnbetrieb in 20 Jahren formuliert, im weiteren Change-Management-Prozess kommuniziert und ausgestaltet.

Einbindung des Betriebspersonals im Forschungsprojekt

Im Projekt ARTE wurden das Management und das Betriebspersonal des Anwendungspartners Start in die Erarbeitung und Ausgestaltung der neuen Aufgaben und Rollen eingebunden. Nach intensiven Abstimmungen mit Management und Betriebsrat wurde den Mitarbeitenden zunächst über Flyer und zwei Informationsveranstaltungen durch die Projektpartner kommuniziert, dass eine umfangreiche Einführung von Automatisierung im Bahnbetrieb erforscht wird. Es wurde weiterhin kommuniziert, dass sich im Rahmen der Automatisierung Aufgaben und Tätigkeiten in Zukunft ändern und die Mitarbeitenden durch ihre Teilnahme an den Angeboten des Projektes neue Rollen mitgestalten können. Für die interessierten Mitarbeitenden der Start wurden dann sukzessive Angebote gemacht, die die dritte Phase im Change-Management-Prozessmodell bereits vorbereiten können, d. h. die Entwicklung einer detaillierten Vision und Strategie für die Veränderung.

Workshop mit Mitarbeitenden

Zunächst wurde von den Projektpartnern mit interessierten Mitarbeitenden der Start ein Workshop durchgeführt. Ziel war es, aktuelle Tätigkeitsabläufe und Kommunikationspro-

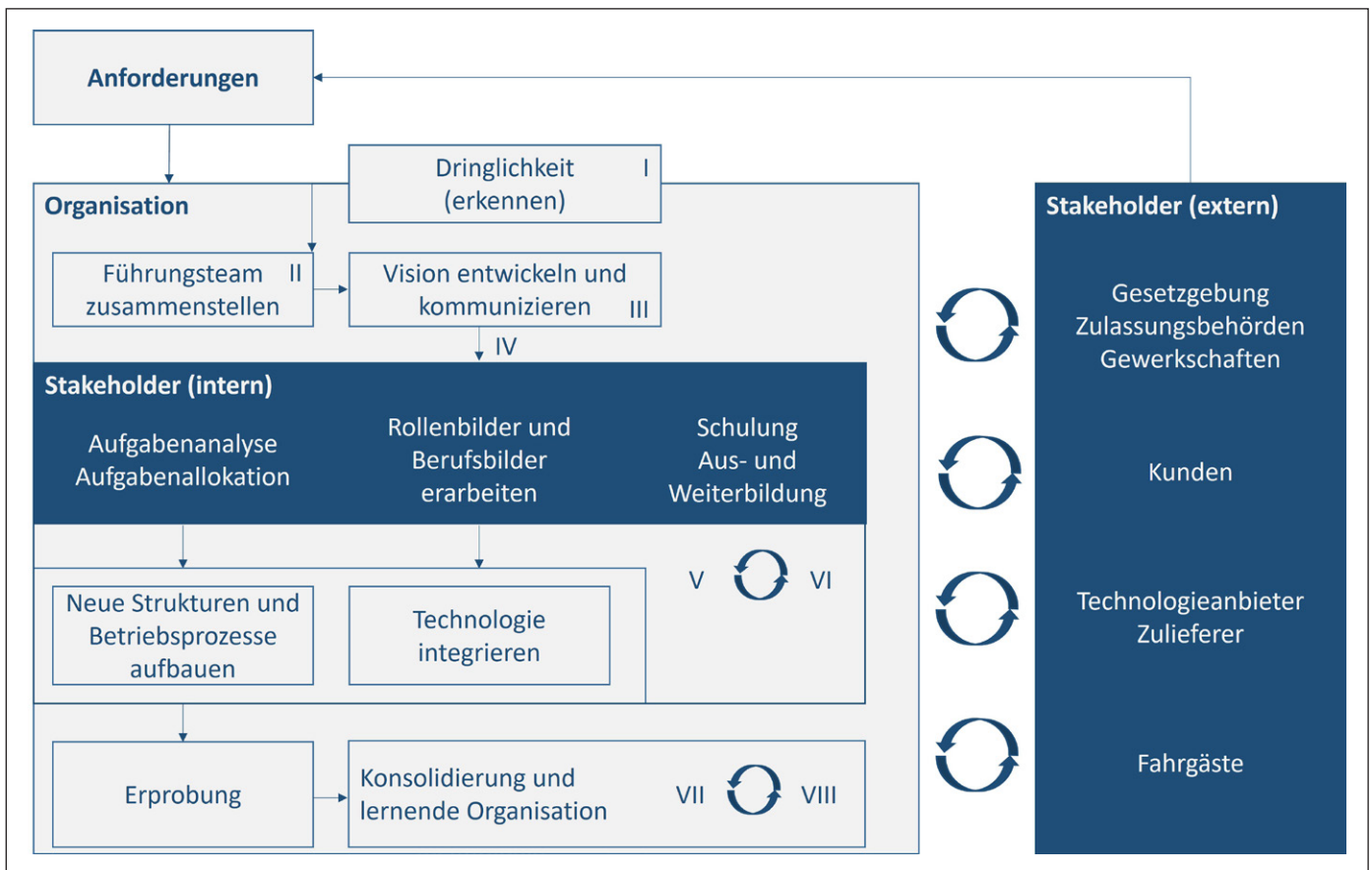


Abb. 1: Verallgemeinertes Vorgehensmodell mit Fokus auf Change und Stakeholder Management (mit Anleihen aus [6, 8, 9]), Stakeholder intern und extern blau hervorgehoben, Pfeilkreise bilden Iterations- und Interaktionsschleifen ab
 Quelle: HFC Human-Factors-Consult GmbH

zesse zu erfassen (Tf und Zub), veränderte Aufgaben und Prozesse für die neuen Rollen RO und Zub+ zu erarbeiten und die resultierenden neuen Berufsbilder zu diskutieren. Am Workshop nahmen elf Mitarbeitende der Start teil: ein Disponent, fünf Tf, vier Fahrgastbetreuer (Fb, d.h. Zub ohne betriebliche Aufgaben) und ein Betriebsplaner. Das Vorgehen und die Ergebnisse sind ausführlich in [5] berichtet.

Spiegelung der Workshop-Ergebnisse

In einem nächsten Schritt wurden die Ergebnisse des Workshops den Mitarbeitenden der Start in Form einer Online-Befragung vorgestellt, um deren Einstellung zu den Workshop-Ergebnissen, insbesondere Rollen- und Berufsbilder, zu erheben. An der Online-Befragung nahmen 24 Mitarbeitende teil (15 Tf, sechs Zub, drei andere Berufe, d.h. Betriebsexperten, Leiter, Dozenten), davon waren fünf weiblich und 19 männlich. Die Teilnehmenden waren zwischen 21 und 63 Jahre alt. Bezüglich des Nutzens weitergehender Automatisierung im Bahnbetrieb zeigten sich die Mitarbeitenden eher zurückhaltend und gaben leicht negative bis neutrale Antworten auf einer fünfstufigen Skala von „Verschlechterung durch Automatisierung“ bis „Verbesserung durch Automatisierung“. Am besten schnitten dabei der Beitrag von Automatisierung zu Arbeitserleichterung (MW=2,92) und Arbeitszu-

friedenheit ab (MW=2,70), am schlechtesten die Aspekte Fahrgastsicherheit (MW=2,25) und erwartetes Vertrauen in Automatisierung bei Fahrgästen (MW=2,06). Befragt nach der Bedeutung bestimmter Aspekte an ihrem Beruf werteten die Teilnehmenden ihre Verantwortung für Sicherheit (MW=4,43) sowie Abwechslungsreichtum (MW=4,22) und hohe Planbarkeit als besonders wichtige Aspekte (MW=4,22).

Im Folgenden wurden den Mitarbeitenden die im Workshop erarbeiteten Berufsbilder vorgestellt. Befragt, ob sie selbst als Zub+ arbeiten wollten, gaben acht Personen an dies tun zu wollen, 13 lehnten es ab. Dabei war die Ablehnung unter den Tf größer (elf von 14) als unter den Zub. Auf die gleiche Frage bezüglich des RO antworteten zehn Personen, dass sie sich diesen Beruf vorstellen könnten (davon zwei bedingt Ja), und elf lehnten diesen Beruf ab. Anders als beim Zub+ kann sich aber ein Drittel der befragten Tf vorstellen, als RO zu arbeiten.

Ein ausgewogeneres Bild zeigte sich bei der Frage, ob die Berufe Zub+ (MW=2,86) oder RO (MW=3,05) für zukünftige Mitarbeitende attraktiv seien. Dies wurde auf einer Skala von „volle Ablehnung“ bis „volle Zustimmung“ neutral bewertet. Dies deckt sich mit Aussagen aus dem Workshop, in denen die Teilnehmenden die Zugfernsteuerung als attraktiv

für technologieaffine neue Mitarbeitende und den Leitwartenarbeitsplatz als interessante Arbeitsplatzalternative mit festem Büroarbeitsplatz bewerteten.

Nach Vorstellung der Berufsbilder wurden Ängste und Hoffnungen bezüglich Automatisierung erhoben. Die Teilnehmenden fühlen sich vor allem von Arbeitsverdichtung (MW=3,72) und Kontrollverlust (MW=3,53) bei höherer Automatisierung betroffen.

Umfrageergebnisse aus dem Feldtest (Norheim-Bodenfelde)

Im Zuge der Testfahrten im Projekt ARTE zur Evaluierung der Fernsteuerung des Zuges mittels eines Tabletcomputers (im Fall der Störung der ATO) auf öffentlicher Strecke [10] wurden die daran teilnehmenden Probanden ebenfalls zu Automatisierung und neuen Berufsbildern befragt. Bei der Stichprobe handelt es sich um acht Tf und zwei Zub verschiedener EVU zwischen 24 und 58 Jahren. Anders als die Teilnehmenden der berichteten Online-Umfrage erhielten diese neben einer Rollenbeschreibung für Zub+ und RO eine detaillierte Unterweisung in betrieblichen Aufgaben und steuerten unter zwei Testbedingungen einen Zug mit einem Tablet.

Diese Gruppe bewertete die erwarteten Effekte von Automatisierung im Bahnbetrieb auf der fünfstufigen Skala insgesamt besser

und sah vor allem eine Arbeiterleichterung (MW=4,30) und erhöhte Fahrgastsicherheit (MW=4,10).

Befragt zu den Berufsbildern von Zub+ und RO, konnte sich die Hälfte vorstellen, als Zub+ zu arbeiten, für RO waren dies sogar sieben der zehn Teilnehmenden. Bemerkenswert ist auch, dass die Attraktivität beider Berufsbilder zur Umschulung bestehender Mitarbeitender nur neutral bis leicht positiv bewertet wird (Zub+ MW=3,3; RO MW=3,4). Hingegen werden diese Berufsbilder als attraktiv für neue Mitarbeitende bewertet (Zub+ MW=3,9; RO MW=4,0). Neben der Rückmeldung von Verbesserungsbedarf einzelner Aspekte der Steuerung bewerteten die Probanden die Tabletsteuerung insgesamt als geeignet zur Erfüllung der Aufgaben eines Zub+ bei Übernahme der Zugsteuerung.

Erkenntnisse zu den Berufsbildern

Das Berufsbild des RO ist vor allem eine Veränderung hin zur Tätigkeit in einer Leitstelle zur Überwachung des automatischen Zugverkehrs. RO sollen im Störfall unbesetzte Rangierfahrten fernsteuern. Außerdem sollen sie als erster Ansprechpartner für den Zub+ vor Ort fungieren. Bei Störungen werden RO Fahrzeuge aus der Ferne entstören oder den Zub+ vor Ort in der Entstörung unterstützen.

Das Berufsbild des Zugbegleiters Plus bedeutet eine höhere Qualifikation als die des Zub, um automatische Zugfahrten zu begleiten. Der Zub+ ist am Bahnsteig präsent, hilft beim Ein- und Ausstieg und bietet allgemeinen Service für die Fahrgäste an. Außerdem ist er für die Sicherheit an Bord des Zuges verantwortlich. Im Störfall können Zub+ kleine Störungen am Fahrzeug mit Unterstützung aus der Leitstelle beheben oder bei Ausfall der automatischen Steuerung den Zug eigenständig mit langsamer Geschwindigkeit bis zum nächsten Bahnhof fahren.

Als wichtige Voraussetzung mahnten die Teilnehmenden in beiden Befragungen eine klare Verantwortungszuweisung und Vermeidung von Überlastung im Störfall an. Ein guter Allgemeinzustand der Infrastruktur sei Voraussetzung für den Einsatz des automatischen Zugbetriebs. Insbesondere die Probanden der Testfahrten forderten ausreichend Training zur Nutzung der Tabletsteuerung in der Rückfallebene. Eine gute Instandhaltung und hohe Verfügbarkeit der automatischen Zugsteuerung sollten eine zu häufige Nutzung der Rückfallebene vermeiden und auf seltene Stör- und Notfälle begrenzen.

Dieses Feedback spiegelt sich im Zielbild wider, in der Regel RO planerische, dispositive Tätigkeiten und Zub+ kunden- und serviceorientierte Aufgaben zu übergeben und den Einsatz manueller Zugfernsteuerung zu begrenzen. Dies wird flankiert durch betriebliche Parameter wie eine reduzierte Geschwindigkeit (40 km/h) und begrenzte räumliche Aus-

dehnung (Räumung der Gleise bzw. Strecke, Ankunft am Bahnhof).

Die Analyse der Aufgaben heutiger Tf ergab neben dem Potenzial zur Automatisierung der Fahraufgabe auch einen potenziellen Nutzen einer automatisierten Vor- und Nachbereitung. Da bisher nicht für alle erforderlichen Tätigkeiten technisch machbar erscheinende Automatisierungslösungen bestehen, ist es erforderlich, verbleibende Aufgaben an geeignetes Personal zu übergeben, wenn auf einen Tf vor Ort verzichtet werden soll. Hierfür ist das Berufsbild des Zugvorbereiters angedacht. Dieser vereint technisches Fachwissen, regelmäßige Fahrzeuginstandhaltung und betriebliche Vorbereitung in einer Person. Gerade aufgrund der Vor- und Nachbereitungsdienste in Tagesrandlagen erscheint eine Verknüpfung mit einer regelmäßigen anfallenden Tätigkeit, wie Instandhaltung, angezeigt. Dazu sei verwiesen auf [11].

Schlussfolgerungen für das Change Management

Der vollautomatische Zugbetrieb stellt eine enorme Veränderung für den Bahnbetrieb dar und erfordert ein Change Management. Die ersten Schritte hierfür wurden bereits im Forschungsprojekt ARTE gegangen. Forschungseinrichtungen, Hersteller und Betreiber haben die Dringlichkeit der Entwicklung erkannt und bildeten in ARTE ein Führungsteam mit dem Ziel, die grundsätzliche Machbarkeit eines automatischen Zugbetriebs auf Bestandsstrecken zu zeigen. Hierfür haben sie gemeinsam eine Vision entwickelt und als technische Erprobung realisiert. Die Stakeholder-Gruppe der bahnbetrieblichen Mitarbeitenden wurde hierbei in Workshops und Versuchsfahrten an dieser Vision und der Entwicklung beteiligt. Ihr Feedback war essenziell für die Ausgestaltung der initialen Rollen- und Berufsbilder sowie für die weitere funktionale Entwicklung der Mensch-Automations-Schnittstellen. Dabei hat sich die frühe Einbindung in Konzeption und Praxis bewährt.

Zur weiteren Umsetzung der nächsten Schritte des Change Managements gilt es nun in einem Folgeprojekt in Abstimmung mit weiteren Stakeholdern wie Behörden, Aufgabenträgern und Fahrgastverbänden nach einer Zulassung einen lokalen Probebetrieb zu erreichen. Auch hierfür wird wieder ein Führungsteam erforderlich sein, um Prozesse für den Betrieb aufzubauen, Erkenntnisse zur Weiterentwicklung zu sammeln und die Vision zu konsolidieren. ■

Förderhinweis

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) fördert im Fachprogramm „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ die hier vorgestellten Arbeiten. Diese vorliegenden Inhalte sind im Rahmen des Projektes „ARTE – Automatisiert fahrende Regionalzüge in Niedersachsen“ entstanden.

QUELLEN

- [1] Kohnke, O.: Change Management als strategischer Erfolgsfaktor bei ERP-Implementierungsprojekten. SAP-Einführung mit Change Management. Konzepte, Erfahrungen und Gestaltungsempfehlungen, Springer Gabler, Wiesbaden, 2005, S. 37-62
- [2] Stolzenberg, K.; Heberle, K.: Change-Management (2., überarbeitete und erweiterte Auflage), Springer-Verlag, 2009
- [3] Chies, S.: Change Management bei der Einführung neuer IT-Technologien: Mitarbeiter ins Boot holen – mit angewandter Psychologie, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016
- [4] Specht, F.; Michels, A.; Adebahr, F.-A.; Meirich, C.; Hofstädter, R.; Milius, B.; Naumann, A.: Automatisiertes Fahren in Niedersachsen - ARTE. Automated driving in Lower Saxony – ARTE, SIGNAL+DRAHT (114) 09/2022, S. 10–16
- [5] Naumann, A.; Adam, J.; Fritsch, M.; Hofstädter, R.: ARTE: Neue Aufgaben und Rollen für Betriebspersonal, EI 08/2024, S. 42–45
- [6] Kotter, J. P.: Leading change (With a new preface by the author ed.), Harvard Business Review Press, 2012
- [7] Singh, P. et al.: Deployment of Autonomous Trains in Rail Transportation: Addressing the Needs for Higher Education and Leadership, Sustainable Rail Transport 5: Skills Development, Education and Leadership in the Railway Sector, 2024, S. 121-154
- [8] Singh, P. et al.: Deployment of autonomous trains in rail transportation: Current trends and existing challenges, IEEE access, 2021, 9. Jg., S. 91427–91461
- [9] Morin, X.; Olsson, N. OE; Lau, A.: Managerial Challenges in Implementing European Rail Traffic Management System, Remote Train Control, and Automatic Train Operation: A Literature Review, Future Transportation, 2024, 4. Jg., Nr. 4, S. 1350–1369
- [10] Adam, J.; Naumann, A.: Performance and usability testing of a tablet based train remote control, 6th German Conference on Rail Human Factors, Berlin, 2025, <https://elib.dlr.de/213190/>
- [11] Schöne, S.; Adam, J.; Mrosko, P.: Betriebliche Auswirkungen der Automatisierung – Erkenntnisse für Betrieb und Aufgabenverteilung aus dem Projekt ARTE, EI 11/2024, S. 40–43



Dr. Anja Naumann

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Institut für Verkehrssystemtechnik
Deutsches Zentrum für Luft-
und Raumfahrt (DLR) e.V., Berlin
anja.naumann@dlr.de



Justin Adam, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fachgebiet Bahnbetrieb
und Infrastruktur
Institut für Land- und Seeverkehr
Technische Universität Berlin, Berlin
justin.adam@tu-berlin.de



Dr. Astrid Oehme

Geschäftsführerin
HFC Human-Factors-Consult GmbH,
Berlin
oehme@human-factors-consult.de