

Vermeidung von Monotonie am Tele-Tf-Arbeitsplatz

Konzepte zur Erweiterung der Aufgaben teleoperierender Triebfahrzeugführer über die Fernsteuerung im Problemfall hinaus

**BIRTE THOMAS-FRIEDRICH |
NATHALIE BASSIN | FELIX BROSCH |
ANDREAS HUBER | RAIMO MICHAELSEN**

Im hochautomatisierten Bahnbetrieb werden Menschen unverzichtbar bleiben, z.B. in der Funktion als teleoperierende Triebfahrzeugführende (Tele-Tf). Im Rahmen des vom Deutschen Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) beim Eisenbahn-Bundesamt (EBA) beauftragten Projekts „Teleoperation ATO“ [1] wurden daher in einem gemeinsamen Studierendenprojekt des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) mit der Fachhochschule Erfurt verschiedene Möglichkeiten zur Gestaltung der Aufgaben von Tele-Tf erarbeitet. Dabei lag der Fokus auf der Vermeidung längerer Phasen der passiven Überwachung.

Im Rahmen der aktuellen Bahnforschung nimmt die hochautomatisierte Steuerung von Zügen (Automatic Train Operation, ATO) eine wichtige Rolle ein. Ziel ist es, den Regelbetrieb von Zügen ohne Triebfahrzeugführende (Tf) durchzuführen. Dennoch werden auch in einem hochautomatisierten Bahnbetrieb Menschen als Mitarbeitende unverzichtbar bleiben [2, 3], da in den meisten Konzepten für ATO vorgesehen ist, dass im Problemfall die Steuerung des Zugs durch Menschen aus der Ferne

vorgenommen wird (Teleoperation durch Tele-Tf). Wird jedoch davon ausgegangen, dass das ATO-System gut funktioniert und derartige Problemfälle nur sehr selten auftreten, besteht beim Berufsbild der Tele-Tf das Risiko einer sehr passiven, monotonen Tätigkeit mit selten notwendigen aktiven Handlungen. Dies könnte die Attraktivität der Tätigkeit deutlich reduzieren und zudem negative Auswirkungen auf die potenziell erzielbare Leistung der Tele-Tf haben.

Forschungsergebnisse bezüglich länger dauernder Phasen reiner Überwachungstätigkeit ohne aktive Bedienhandlungen machen deren negative Folgen deutlich. Zum einen sind Monotonie und eine geringe Anzahl aktiver Aufgaben insgesamt schädlich für die Leistung sowie das Wohlbefinden der Mitarbeitenden [4, 5]. Zudem kann es in längeren Phasen passiver Überwachungstätigkeiten zu einem Verlust des Situationsbewusstseins kommen, zu einer verringerten Vigilanz und Reaktionsbereitschaft oder langfristig zu einem Verlust der für die aktiven Tätigkeiten eigentlich benötigten Fähigkeiten [4, 6-9]. Des Weiteren können auch starke Schwankungen in der Arbeitsbeanspruchung zwischen Phasen der Überwachung und der aktiven Arbeit zu Leistungseinbußen führen [6]. Um demzufolge eine optimale Leistungsfähigkeit der Tele-Tf zu erreichen, ist es notwendig, sich genauer mit der Frage zu beschäftigen, was Tele-Tf eigentlich in den

Phasen tun sollten, in denen das ATO-System einwandfrei funktioniert.

Im Rahmen des vom DZSF beauftragten Projekts „Teleoperation ATO“ wurde in einem gemeinsamen Studierendenprojekt des DLR mit der Fachhochschule Erfurt genau dieser Frage nachgegangen. Während des Projekts wurden verschiedene Möglichkeiten für die Gestaltung der Aufgaben von Tele-Tf erarbeitet, mit denen Phasen der Monotonie und der passiven Überwachung sowie starke Schwankungen in der Arbeitsbeanspruchung vermieden werden.

Am Projekt waren fünf Studierende des Studiengangs „Wirtschaftsingenieur/in Eisenbahnwesen“ der FH Erfurt beteiligt. Für die Erarbeitung der Gestaltungskonzepte für die Aufgaben der Tele-Tf wurden zunächst in einem Design-Thinking-Workshop verschiedene Ideen und Konzepte entwickelt. Die vielversprechendsten Ideen wurden im Folgenden genauer ausgearbeitet und im Rahmen einer Fokusgruppe sechs Bahnexperten vorgestellt. Im Rahmen der Fokusgruppe wurde auch beleuchtet, inwieweit eine Zuordnung der Tele-Tf zu Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) oder Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) sinnvoll wäre. Aufbauend auf dem Feedback aus der Fokusgruppe wurden die entwickelten Konzepte finalisiert.

Teleoperation als Bereitschaftsarbeitsplatz

Grundsätzlich wurde die Tätigkeit der Tele-Tf im Rahmen des Projekts als Bereitschaftsarbeitsplatz definiert, ähnlich den Arbeitsplätzen bei der Berufsfeuerwehr. Das bedeutet, es sollte keine dauerhafte Überwachung der Züge über eine Beobachtung der Anzeigen durch die Tele-Tf stattfinden. Stattdessen wurde vorgeschlagen, dass die Tele-Tf andere, ergänzende Tätigkeiten während ihrer Arbeitszeit ausführen können und dann über einen auditiven Alarm informiert werden, wenn eine Zugfahrt das Eingreifen erfordert. Ziel der Erweiterung der Aufgaben der Tele-Tf durch ergänzende Tätigkeiten ist die Vermeidung längerer Phasen passiver Überwachungstätigkeiten. Zeitgleich soll so vermieden werden, dass sich Tele-Tf während passiver Überwachungszeiten mit sachfremden (privaten) Tätigkeiten beschäftigen.

Um einen attraktiven und zufriedenstellenden Arbeitsplatz zu schaffen, ist es jedoch wichtig, bei ergänzenden Tätigkeiten der Tele-Tf darauf zu achten, dass diese sinnstiftend sind und einen Bezug zur Tätigkeit der Tele-Tf haben. Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene Ideen für mögliche ergänzende Tätigkeiten der Tele-Tf erarbeitet. Diese

Art der Tätigkeit	Mögliche Aufgaben
Aktive Tf-Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> Ferngesteuerte Rangier- und Zustellfahrten Routinemäßige Streckenbeobachtung, beispielsweise zur Prüfung der Vegetation oder der Signalisierung Gegenseitige Unterstützung in Situationen mit hoher Arbeitslast
Weiterbildung und Training	<ul style="list-style-type: none"> Eigene fachliche Weiterbildung über Simulationsaufgaben, Fahrdynamiktraining oder Techniks Schulungen
Aufgaben aus dem Verantwortungsbereich des EVU	<ul style="list-style-type: none"> Übernahme von Aufgaben in der Disposition des EVU Personalplanung, z.B. Erstellen von Einsatzplänen Übernahme von anderen Verwaltungsaufgaben oder Datenpflege Unterstützung des Störungsmanagements oder der Instandhaltung bei den Zügen Schulung anderer Mitarbeitender
Aufgaben aus dem Verantwortungsbereich des EIU	<ul style="list-style-type: none"> Zuordnung von Verspätungsbegründungen und Erstellung von Störfällen Erstellung von Betriebs- und Bauanweisungen (Betra) Unterstützung im Fahrplan- und Kapazitätsmanagement

Tab. 1: Ideen für mögliche ergänzende Tätigkeiten des Tele-Tf zusätzlich zur Fernsteuerung im Problemfall Quelle: eigene Darstellung

CABLE DUCT

Zugelassen von der DB Netz AG für den Festeinbau.

sind übersichtsartig in Tab. 1 dargestellt und werden im Folgenden genauer erläutert.

Aktive Tf-Aufgaben über den Problemfall hinaus

Betrachtet man die betrieblichen Szenarien, in denen die Teleoperation in einem ATO-System gewinnbringend eingesetzt werden könnte, so ist über die Teleoperation im Störfall hinaus der Einsatz der Tele-Tf bei Rangier- und Zustellfahrten denkbar. In Bezug auf Zustellfahrten beruht diese Idee auf der Annahme, dass noch nicht das gesamte Streckennetz für den Betrieb mit ATO ausgerüstet ist (z.B. aufgrund der zu geringen möglichen Datenübertragung an der Strecke). In unzureichend ausgerüsteten Streckenbereichen müsste demnach der Zug von einem Tf gesteuert werden. Diese Tätigkeit könnte vom Tele-Tf im Rahmen einer Fernsteuerung übernommen werden. Vorteile wären zum einen Zeit- und Personalsparnis, weil kein Tf in Person vor Ort sein muss. Zum anderen würden die Tele-Tf durch den Einsatz für Zustellfahrten regelmäßig aktiv Züge fernsteuern, was zur Aufrechterhaltung der dafür erforderlichen Fertigkeiten beitrüge. Auch die Bedienung eines Industrieanschlussgleises durch Fernsteuerung der Tele-Tf wäre in diesem Kontext denkbar, genauso wie Fahrten vom, zum oder auf dem Rangierbahnhof.

Eine weitere mögliche Tätigkeit der Tele-Tf wäre die routinemäßige Streckenbeobachtung, z.B. zur Prüfung der Vegetation oder der Signalisierung. Dazu würden sich die Tele-Tf am Arbeitsplatz Videobilder eines hochautomatisiert fahrenden Zugs in einem bestimmten Streckenabschnitt anzeigen lassen. Wichtig bei dieser Aufgabe ist aber zu berücksichtigen, dass es eine eher passive Überwachungsaufgabe ist. Sie sollte demnach nur sparsam eingesetzt und aktivere Aufgaben sollten bevorzugt werden, um einer Monotonie vorzubeugen.

Je nach Gestaltung des Arbeitsorts der Tele-Tf könnte auch eine gegenseitige kollegiale Unterstützung in Zeiten hoher Arbeitsbelastung Teil der aktiven Tele-Tf-Aufgaben sein. Dabei könnten, als eine Gestaltungsmöglichkeit, Züge offiziell von stark ausgelasteten Tele-Tf an andere, weniger ausgelastete Tele-Tf abgegeben werden. Dies würde jedoch voraussetzen, dass mehrere Tele-Tf in einer Betriebszentrale gemeinsam arbeiten und für die Betreuung einzelner Streckenbereiche oder Züge zugelassen sind. Möglich wäre aber auch eine eher informelle gegenseitige Unterstützung ohne die offizielle Abgabe der Verantwortung für bestimmte Züge. Dabei würden aktuell nicht zu stark ausgelastete Tele-Tf anderen Kollegen z.B. in einer herausfordernden Störungssituation mit Rat zur Seite stehen. Dies würde zudem einen Wissenstransfer von erfahrenen zu weniger erfahrenen Tele-Tf ermöglichen. Insgesamt lässt sich eine derartige informelle Zusammenarbeit und gegenseitige Unterstützung aber nur umsetzen, wenn dies von den Vorgesetzten aktiv befürwortet und angeregt wird. Auch muss durch die Arbeitsgestaltung sichergestellt sein, dass die aushelfenden Kollegen es bemerken, wenn Aufgaben in ihrem eigenen Verantwortungsbereich ihre Aufmerksamkeit erfordern.

Aufgaben für Weiterbildung und Training

Über die aktiven Tele-Tf-Aufgaben hinaus wäre es denkbar, dass Tele-Tf Zeiten der niedrigen Arbeitslast für die eigene fachliche Weiterbildung und zum Training ihrer Fertigkeiten nutzen. Möglichkeiten wären hier erstens simulationsbasierte Trainings selten auftretender, neuer oder fehleranfälliger Handlungsabläufe, um die Handlungssicherheit der Tele-Tf zu festigen und zu erhöhen. Zweitens wären auch simulatorbasierte Fahrdynamiktrainings oder die videobasierte Ausbildung zur Streckenkunde möglich. Es muss allerdings darauf geachtet werden, dass die Durchführung der Trainingssequenzen mit den Aufgaben der Fernsteuerung vereinbar ist. Dazu sollten die Trainingssequenzen kurz und unterbrechbar sein, sodass der Wechsel in eine andere Aufgabe leichtfällt. Auch ist wichtig, dass für den Tele-Tf z.B. durch die farbliche Gestaltung auf den Bedienoberflächen zu jedem Zeitpunkt klar ersichtlich ist, ob gerade eine Trainingssimulation oder der echte Betrieb bearbeitet wird.

Für die Umsetzung von Trainings und Weiterbildungen als Teil der Aufgaben der Tele-Tf wird es aber wichtig sein festzulegen, ob diese Aufgaben Teil der Arbeitsbeschreibung der Tele-Tf sein sollten oder auf freiwilliger Basis angeboten werden. Wären simulationsbasierte Trainings und Weiterbildungen offiziell Teil der Aufgaben der Tele-Tf, so könnte damit sichergestellt werden, dass die Tele-Tf bestimmte Handlungsabläufe üben und sich Inhalte aktiv aneignen. Allerdings müsste dann auch die benötigte Arbeitszeit für die Trainings freigehalten werden. Würden die Simulationen auf freiwilliger Basis angeboten, müsste bei



+49 7933 702-850
 @bahn@wirthwein.de
 cableduct.wirthwein.de



IN HOCHFORM FÜR DIE BAHN.

Wir bringen Züge auf die richtige Spur.

Mit Erfahrungen aus 30.000 km Bahnstrecke und einem Portfolio von über 3.000 Bahnoberbauprodukten und Hochgeschwindigkeitskomponenten für mehr als 450 km/h sind Wirthwein Produkte wie Dübel, Zwischenlagen, Winkelführungsplatten zur Schienenbefestigung und Kabelkanäle global ein wesentlicher Bestandteil der Schieneninfrastruktur der Zukunft.

Als Kunststofftechnik-Spezialist mit 22 Unternehmen in Europa, Asien und den USA sorgen wir für die richtige Form.



Wirthwein SE
 Walter-Wirthwein-Str. 2-10
 97993 Creglingen ■ Germany



der Umsetzung darauf geachtet werden, dass die Bearbeitung motivierend, effektiv und in gewissem Maße unterhaltsam ist. Dies wäre bei Freiwilligkeit wichtig, um die Bearbeitung der Simulationstrainings als attraktive Alternative zu fachfremden, privaten Tätigkeiten in Zeiten niedriger Arbeitslast anzubieten.

Aufgaben über die klassischen Tf-Aufgaben hinaus

Ergänzend zu der Durchführung von aktiven Tf-Tätigkeiten und Trainings bzw. Weiterbildungen besteht zudem die Möglichkeit, den Tätigkeitsbereich der Tele-Tf über die klassischen Tf-Aufgaben hinaus zu erweitern. Anbieten würde sich hier vor allem eine Übernahme von Tätigkeiten aus dem Verantwortungsbereich des Disponenten des EVU. Generell haben die Disponenten der EVU häufig eine sehr hohe Aufgabenlast zu bewältigen. Hier könnte eine Übernahme von Dispositionsaufgaben durch die Tele-Tf Entlastung schaffen. Diese Aufgaben wären für die Tele-Tf nicht vollkommen unbekannt und sind zudem offensichtlich wichtig und relevant für den Betrieb. Aufgaben, die von den Disponenten abgegeben werden könnten, sollten aber unterbrechbar und nicht zeitkritisch sein, um eine Vereinbarkeit mit den Tele-Tf-Aufgaben zu ermöglichen (z.B. Trassenbestellungen). Des Weiteren bestünde die Möglichkeit, weitere Aufgaben

des EVU durch die Tele-Tf bearbeiten zu lassen, z.B. im Rahmen des Instandhaltungsmanagements oder Störungsmanagements. Auch die Übernahme von Personalplanungs- oder Verwaltungsaufgaben wäre möglich. Es sollte bei der resultierenden Aufgabenbeschreibung jedoch darauf geachtet werden, dass der Tele-Tf nicht zwischen einer Vielzahl kleinteiliger Aufgaben hin- und hergerissen wird.

Eine weitere Möglichkeit wäre die Übernahme von verschiedenen Aufgaben des EIU, z.B. die Erstellung von Verspätungsbegründungen. Generell wurde die Übernahme von Aufgaben des EIU aber hier nicht weiter betrachtet, da im Gespräch mit den Bahnexperten in der Fokusgruppe deutlich wurde, dass eine Zuordnung des Tele-Tf allein zum EVU als sinnvoller betrachtet wurde. Die genannten Gründe dafür waren zum einen der Grundsatz des gleichberechtigten Netzzugangs für alle EVU: Würden Tele-Tf, zusätzlich zu den EVU-Aufgaben, Aufgaben des EIU übernehmen, könnte es zu einem Interessenkonflikt zwischen den Anforderungen der unterschiedlichen Aufgaben kommen. Zum anderen wird die Umsetzung der Teleoperation ohnehin schon eine technische und organisationale Herausforderung. Es ist fraglich, ob es sinnvoll wäre, die Komplexität der Umsetzung der Teleoperation durch die Verknüpfung von Aufgaben aus zwei Organisationseinheiten zu erhöhen, die im jetzigen Bahnbetrieb getrennt operieren.

Eine alleinige Zuordnung der Tele-Tf zum EIU wäre nicht sinnvoll, da dies dem aktuellen europäischen Marktssystem widerspricht. Es ist vorgesehen, dass der Bahnbetrieb in einem freien Eisenbahnmarkt durch EIU und EVU durchgeführt wird, die laut des Vierten Eisenbahnpakets der Europäischen Kommission organisatorisch getrennt sein sollen [10]. Eine Zuordnung der Tele-Tf zu den EIU würde diese Trennung aufheben. Dessen ungeachtet wird jedoch vermutlich eine enge Zusammenarbeit zwischen Tele-Tf und Mitarbeitenden des EIU (z.B. Fahrdienstleitende und Disponierende) notwendig sein. Es wäre also potenziell sinnvoll, wenn die Tele-Tf (aller EVU) gemeinsam mit den Mitarbeitenden des EIU in einer Zentrale arbeiten würden, um so kurze Wege für den Austausch zu ermöglichen.

Ausblick

Die hier vorgestellten Ergebnisse werden im Rahmen des Projekts „Teleoperation ATO“ weiterbearbeitet. Übergeordnetes Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines validierten Konzepts für das neue Berufsbild der Tele-Tf, welches in den zukünftigen automatisierten Bahnbetrieb integriert werden kann. Dabei sollen bereits im Rahmen der Entwicklung des Berufsbilds die Bedürfnisse und Eigenschaften des menschlichen Bedieners berücksichtigt werden, was auch die Notwendigkeit der Vermeidung der Monotonie beinhaltet. In den

iaf 29. Internationale Ausstellung
Fahrwegtechnik

29. Internationale Ausstellung Fahrwegtechnik (iaf) 20. - 22. Mai 2025 in Münster

- > Weltweit größte Messe auf dem Gebiet der Fahrwegtechnik
- > Über 200 internationale Aussteller
- > 15.000 m² Hallenfläche, 6.000 m² Freigelände und 3 km Gleise
- > Seminare und Workshops im iaf Salon
- > Jobbörse und Karrieretag

Weitere Informationen unter: www.iaf-messe.com



folgenden Arbeitsschritten des Projekts werden die hier vorgestellten Ideen als Teil eines umfassenden Berufsbilds betrachtet und gemeinsam mit zukünftigen Nutzern validiert. Insgesamt soll so die Entwicklung eines menschengerechten Berufsbilds der Tele-Tf dazu beizutragen, die Arbeitswelt bei der Bahn auch zukünftig attraktiv und zufriedenstellend zu gestalten und gleichzeitig die Leistungsfähigkeit der mitarbeitenden Tele-Tf sicherzustellen.

human-machine systems in railway operation [ITS mobility]. 3rd German Workshop on Rail Human Factors, Braunschweig. <https://doi.org/10.26041/fhnw-1587>

[9] Office of Rail and Road (2017): Goal-setting Principles for Railway Health and Safety. https://orr.gov.uk/_data/assets/pdf_file/0011/22160/human-factors-integration-orr-evidence-principles.pdf, 10.06.2024 um 12:00

[10] Europäische Kommission (2013): Neue Weichenstellung für die europäischen Eisenbahnen: Kommission unterbreitet Vorschläge für ein viertes Eisenbahnpaket, 28.02.2024 um 10:00



Felix Brosch, B.Eng.

Dualer Student
 Fachhochschule Erfurt, Erfurt
felix.brosch@deutschebahn.com

QUELLEN

[1] Projekthomepage des DZSF: https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_126_Teleoperation.html; Projekthomepage des DLR: <https://verkehrsforschung.dlr.de/de/projekte/teleoperation-ato>

[2] Brandenburger, N. (2021): Remote Control of Automation: Workload, Fatigue, and Performance in Unattended Railway Operation. Braunschweig: Dissertation, Technische Universität Braunschweig

[3] Brandenburger, N. (2022): The Changing Role of Staff in Automated Railway Operation and why Human Cognition is Here to Stay. Automation Myth Busting Series. Valenciennes: European Union Agency for Railways

[4] Ahlstrom, V. (2016): Human Factors Design Standard (DOT/FAA/HF-STD-001B). Atlantic City International Airport, NJ: Federal Aviation Administration William J. Hughes Technical Center

[5] Dunn, N.; Williamson, A. (2012): Driving monotonous routes in a train simulator: the effect of task demand on driving performance and subjective experience. Ergonomics, 55(9), pp. 997-1008

[6] Dobson, K. (2015): Human Factors and Ergonomics in transportation control systems. ProcediaManufacturing, 3, pp. 2913-2920

[7] Hobbs, A.; Lyall, B. (2016): Human factors guidelines for remotely piloted aircraft system (RPAS) remote pilot stations (RPS). Contractor Report. DOI: 10.13140/RG.2.2.12562.45768

[8] Nisoli, G.M.; Fischer, K.; Brünniger, J.; Hostettler, K. (2018): Train operation in the future: Development of a psychological instrument for an optimal design of future



Birte Thomas-Friedrich, M.Sc.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin
 Institut für Verkehrssystemtechnik
 Deutsches Zentrum für
 Luft- und Raumfahrt e.V.,
 Braunschweig
birte.thomas@dlr.de



Andreas Huber, B.Eng.

Grundständiger Student
 Fachhochschule Erfurt, Erfurt
andreas.as.huber@deutschebahn.com



Nathalie Baßin, B.Eng.

Duale Studentin
 Fachhochschule Erfurt, Erfurt
nathalie.bassin@deutschebahn.com



Prof. Dr.-Ing. Raimo Michaelsen

Professur für Eisenbahnwesen,
 insb. Leit- und Sicherungstechnik
 Fachhochschule Erfurt, Erfurt
raimo.michaelsen@fh-erfurt.de



Effiziente Instandhaltung im Schienenverkehr?

Bei uns sind Sie richtig. Wir sind Experten für zukunftsfähige Infrastrukturlösungen. Überzeugen Sie sich selbst!



Besuchen Sie uns an unserem Stand auf der InnoTrans 2024. HALLE 25, STAND 240D

www.bbl-unternehmensgruppe.de

