

1. DEUTSCH FRANZÖSISCHE EISENBAHNKONFERENZ

1ÈRE CONFÉRENCE FRANCO-ALLEMANDE SUR LE SYSTÈME FERROVIAIRE

26.-27.03.2025, METZ

Präsentation zum Vortrag / Presentation of the talk

„Tele-Tf - Menschzentrierte Gestaltung eines neuen Berufsbilds und Arbeitsplatzes“ /

„RTO - Human-centred design of a new job profile and workplace“

Deutsch (Folie 2), English (slide 15)



TELE-TF

Menschzentrierte Gestaltung eines neuen Berufsbilds und Arbeitsplatzes



Zunehmende Automatisierung im Schienenverkehr: Entwicklung vom Tf zum teleoperierenden Tf (Tele-Tf)

Bestreben nach ATO – Hintergründe, u.a.

- Bedarf nach Erhöhung der Effizienz und Kapazität im Schienenverkehr
- Mangel an qualifizierten Arbeitskräften
- Ungünstige Auswirkungen von Teilautomation auf die Arbeit (Bsp. GoA2)



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

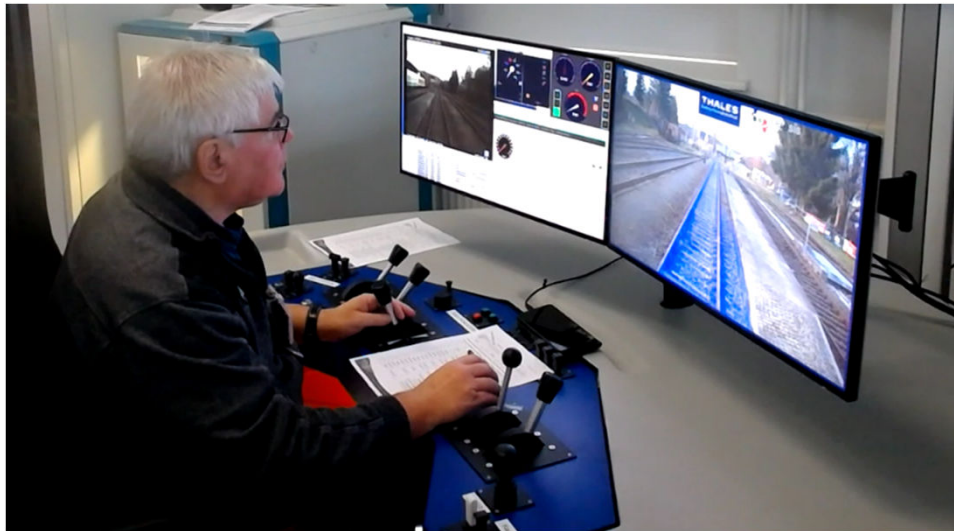
Brandenburger, N., Naumann, A., & Jipp, M. (2019). Task-induced fatigue when implementing high grades of railway automation. *Cognition, Technology & Work*, 52, 1–11. doi:10.1007/s10111-019-00613

Teleoperation (RTO): Erprobung im Feld - Beispiele



PoC:
**RTO über
5G als
Rückfall-
ebene in
GoA4**
(Projekt mit
Thales,
2022)

https://youtu.be/_aG3H2WM4dl?feature=shared



PoC:
**RTO im
Rangier-
betrieb**
(Projekt mit
SBB, 2024)

<https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2024/rangieren-aus-der-ferne>



PoC:
RTO per Tablet als Rückfallebene in GoA3/4
(Projekt mit Alstom, 2024)

<https://www.dlr.de/de/ts/forschung-und-transfer/projekte/arte>



Teleoperation: Betriebliche Einsatzszenarien

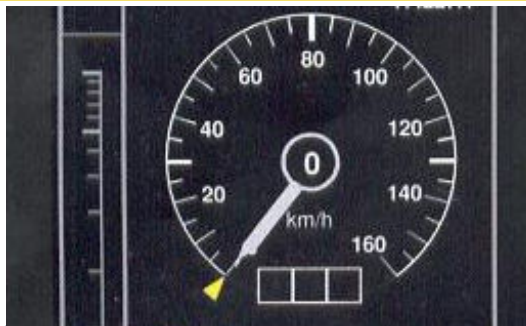


Rückfall- ebene für ATO

z.B.



Bahnübergangstörung



Zuginterne technische
Störung

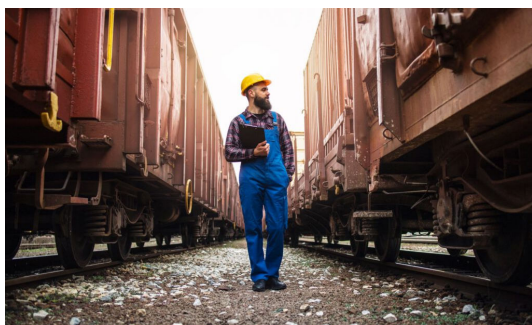


Ereignis in der
Umgebung

Fokus

Regel- betrieb

z.B.



Zustellung zur ATO-
Strecke



Abholung von der ATO-
Strecke



Rangieren

Folgen länger dauernder reiner Überwachungstätigkeit ohne aktive Handlungen



■ Monotonie und fehlende Ganzheitlichkeit am Arbeitsplatz

- Negative Auswirkungen auf die Leistung (u.a. Situationsbewusstsein, Vigilanz und Reaktionsbereitschaft)
- Verlust von Fähigkeiten und Fertigkeiten
- Unzufriedenheit mit der Arbeit
- negative Auswirkungen auf geistige und körperliche Gesundheit
- Erhöhte Bereitschaft, den Arbeitsplatz zu verlassen

■ Gegenmaßnahme: Bereits in der Planungsphase eines zukünftigen Tätigkeitsprofils menschliche Faktoren berücksichtigen

Menschzentrierte Entwicklung eines Konzepts für das neue Berufsbild, um attraktive und zufriedenstellende Arbeit sicherzustellen

Tele-Tf: „Bereitschafts“arbeitsplatz



- Tätigkeit der Tele-Tf als „Bereitschafts“arbeitsplatz (ähnlich Berufsfeuerwehr)
 - Tele-Tf ist am Arbeitsplatz und im Dienst, muss aber keine dauerhafte Überwachung der Züge über eine Beobachtung der Anzeigen vornehmen
 - Ausführung anderer, ergänzender Tätigkeiten während der Arbeitszeit
 - Auditiver Alarm, wenn eine Zugfahrt ein Eingreifen erfordert

→ Vermeidung längerer Phasen passiver Überwachungstätigkeiten
→ Vermeidung der Beschäftigung mit sachfremden (privaten) Tätigkeiten

- Wichtig für attraktiven Arbeitsplatz:
sinnvolle Tätigkeiten mit Bezug zur Tele-Tf-Tätigkeit

Thomas-Friedrich, B., Bassin, N., Brosch, F., Huber, A. & Michaelsen, R. (2024). Vermeidung von Monotonie am Tele-Tf-Arbeitsplatz. EI - Der Eisenbahningenieur, 134–137. Verfügbar unter: <https://elib.dlr.de/206872/>

Mögliche Aufgaben für Zeiten ohne Tätigkeit in der ATO-Rückfallebene

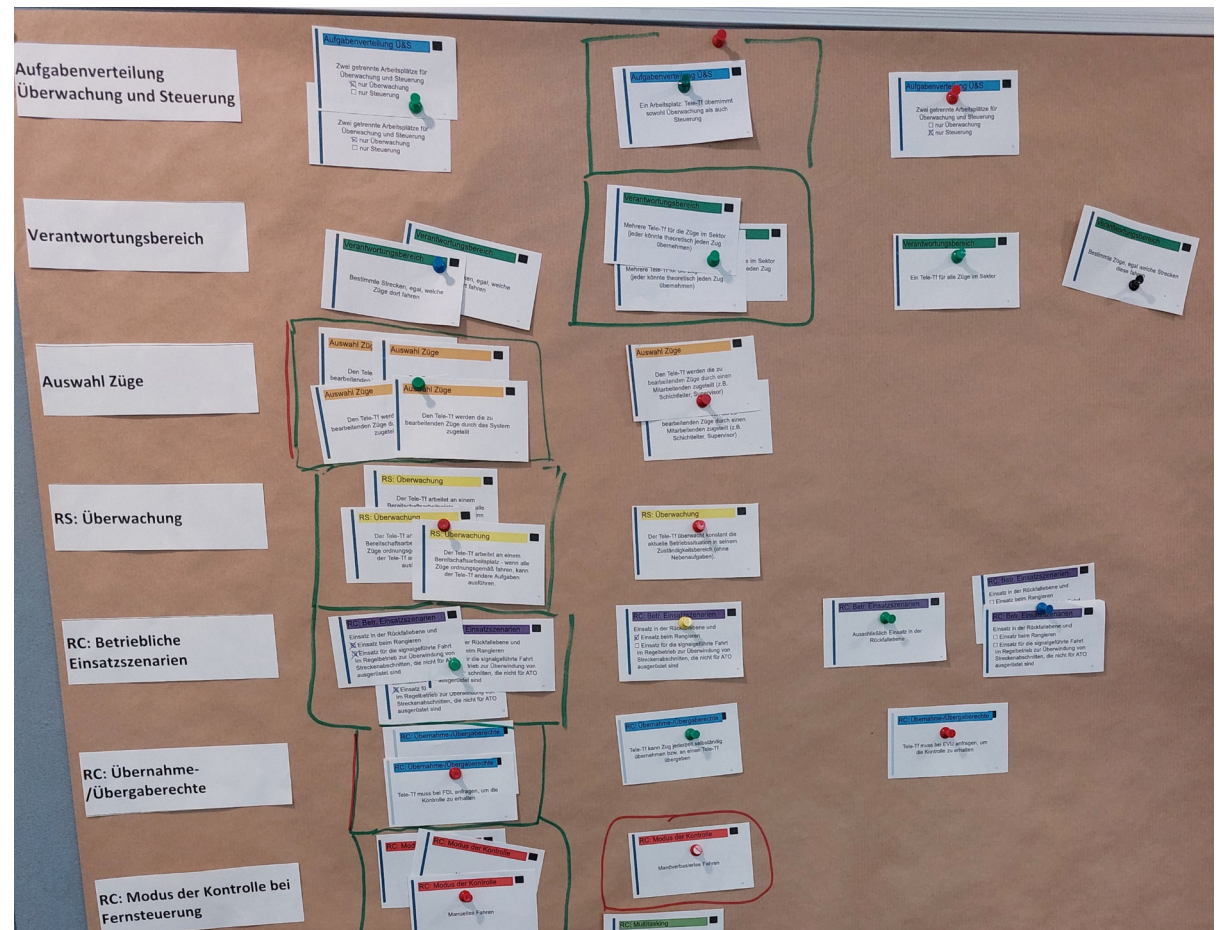


Tätigkeitsbereich	Mögliche Aufgaben
Aktive Tf-Aufgaben	• Ferngesteuerte Rangier- und Zustellfahrten • Routinemäßige Streckenbeobachtung zur Prüfung der Vegetation oder der Signalisierung • Gegenseitige Unterstützung in Situationen mit hoher Arbeitslast
Weiterbildung und Training	• Eigene fachliche Weiterbildung über Simulationsaufgaben, Fahrdynamiktraining oder Techniks Schulungen
Aufgaben aus Bereich EVU	• 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 Bereich EIU	• Erstellung von Verspätungsbegründungen und Störfallberichten • Erstellung von Betriebs- und Bauanweisungen (Betra) • Unterstützung im Fahrplan- und Kapazitätsmanagement

Thomas-Friedrich, B., Bassin, N., Brosch, F., Huber, A. & Michaelsen, R. (2024). **Vermeidung von Monotonie am Tele-Tf-Arbeitsplatz.** *EI - Der Eisenbahningenieur*, 134–137. Verfügbar unter: <https://elib.dlr.de/206872/>

Wie sieht ein attraktiver Tele-Tf-Arbeitsplatz aus?

- Workshop mit n=10
(6 Tf, 4 FdI)
 - Morphologischer Kasten:
22 Gestaltungsmerkmale mit
je 2 bis 5 möglichen
Ausprägungen
 - Auswahl der attraktivsten und
unattraktivsten
Gestaltungsvariante
 - Diskussion und Erarbeitung
einer gemeinsamen besten
Gestaltungslösung



Wie sieht ein attraktiver Tele-Tf-Arbeitsplatz aus?



- Auswertung aktuell in Arbeit!
- Erste Einblicke zu den bevorzugten Gestaltungsvarianten:
 - Remote-Überwachung und Steuerung durch dieselbe Rolle (anstelle Trennung der Aufgaben)
 - Tele-Tf arbeitet an einem Bereitschaftsarbeitsplatz - wenn alle Züge ordnungsgemäß fahren, kann Tele-Tf andere Aufgaben ausführen
 - Für Fernsteuerung: Manuelle (1:1) Steuerung (anstelle manöverbasiert)
 - Während Wartezeiten können andere Aufgaben abgearbeitet werden (z.B. wenn auf eine Fahrerlaubnis gewartet wird)
 - Kommunikation: Unterstützung durch technische Systeme, die automatisiert Nachrichten weitergeben (z.B. Störungsmeldungen), Befehle digital-schriftlich
 - Bedienelemente überwiegend traditionell (z.B. Fahrbremshebel, wichtigste Schalter als Schalter; nur zusätzliche als Visualisierung in Touchdisplay)
 - Streckenkenntnis und Training für Zugtyp weiterhin erforderlich

Wie sieht ein attraktiver Tele-Tf-Arbeitsplatz aus?



■ Nächste Schritte:

- Validierung der gemeinsam entwickelten Gestaltungsvariante in einer größeren Online-Studie mit Bahnprofessionals
- Ausarbeitung der Qualifikationserfordernisse (Aus- und Weiterbildung) für Tele-Tf

Thomas-Friedrich, B., Schöne, S. & Mühl, K. (2024). Tele-Tf: Ein neues Berufsbild entsteht. ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, (11), 37–41. *Verfügbar unter:* <https://elib.dlr.de/210122/>

Ausblick: DLR-Simulation RTO-Arbeitsplatz



Dr. Annika Dreßler, DLR Institut für Verkehrssystemtechnik, 27.03.2025

Ausblick: Weiterer Forschungsbedarf



■ Untersuchungen zur Arbeits- und Organisationsgestaltung

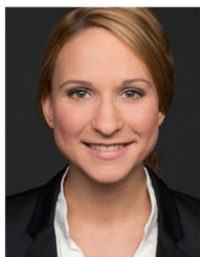
- Wie ist die Aufteilung der Aufgaben des FDL ggü. der Zugfernüberwachung und -steuerung gestaltet?
- Wie umfangreich sind die jeweiligen Verantwortungsbereiche und wie sind sie ausgestaltet?
- Welche Beanspruchung resultiert aus unterschiedlichen Gestaltungsvarianten für die Beteiligten, und wie kann die Arbeit attraktiv gestaltet werden?
- Welche Ausbildung und welches Training sind für die Ausübung der neuen Tätigkeiten erforderlich?

■ Untersuchungen zur benötigten Wahrnehmungsqualität für Remote Control in verschiedenen Szenarien

- Z.B. benötigte Bildauflösung in verschiedenen Bereichen des visuellen Felds, permanente vs. bedarfsgesteuerter Verfügbarkeit von Bildperspektiven / Informationen
- Möglichkeiten zur Wahrnehmungsunterstützung für Geschwindigkeit, Gefälle und Distanzen in praktikabler Weise
- Wirkung von und wirksamer Umgang mit Latenz in verschiedenen Anwendungsszenarien

→ Zusammenarbeit von Industrie und Forschung erforderlich!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Dr. Annika
Dreßler



Dr. Anja
Naumann



Dr. Niels
Brandenburger



Gina
Schnücker



Malte
Petersen



Laura
Quante

Rail Human Factors im Team *Mensch-Technik-Organisation*

DLR Institut für Verkehrssystemtechnik
Abteilung Schienenverkehrssysteme und -technologien



<https://www.dlr.de/en/ts/research-transfer/research-infrastructure/simulators/railset/rail-human-factors>

Kontakt:

annika.dressler@dlr.de

+49-30-670 55 81 07

Rutherfordstraße 2

12489 Berlin

REMOTE TRAIN OPERATOR

Human-centred design
of a new job profile and workplace



Increasing automation in rail transport: development from driver to remote train operator (RTO)



Endeavour for ATO - backgrounds, i.a.

- Need to increase efficiency and capacity in rail transport
- Shortage of qualified labour
- Unfavourable effects of partial automation on work (e.g. GoA2)



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

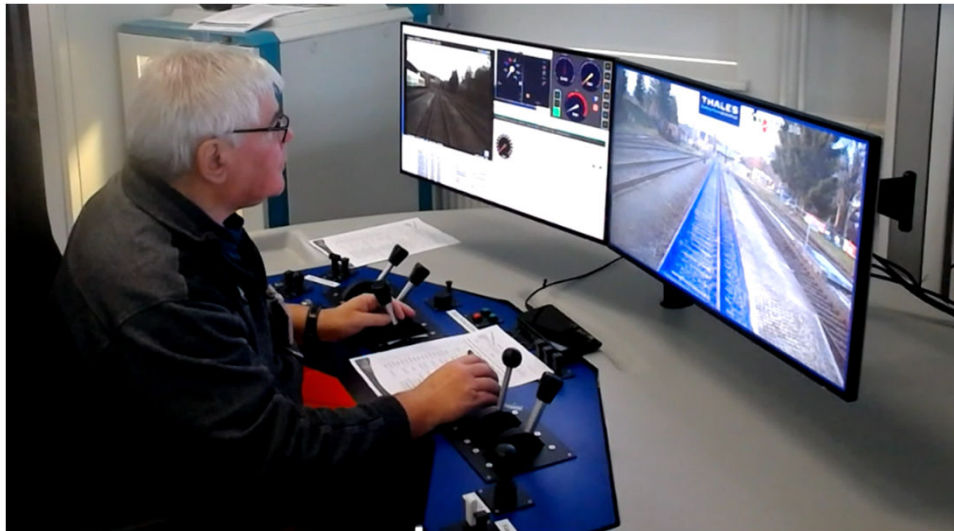
Brandenburger, N., Naumann, A., & Jipp, M. (2019). Task-induced fatigue when implementing high grades of railway automation. *Cognition, Technology & Work*, 52, 1-11. doi:10.1007/s10111-019-00613

Remote train operation (RTO): Testing in the field - examples



PoC:
**RTO via 5G
as fallback
level in
GoA4**
(Project with
Thales,
2022)

https://youtu.be/_aG3H2WM4dl?feature=shared



PoC:
**RTO in
shunting
operation**
(project with
SBB, 2024)

<https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2024/rangieren-aus-der-ferne>



PoC:
RTO via tablet as fallback level in GoA3/4
(Project with Alstom, 2024)

<https://www.dlr.de/en/ts/research-transfer/projects/arte>



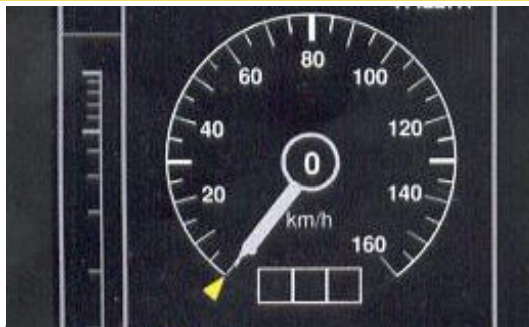
Remote train operation: operational scenarios



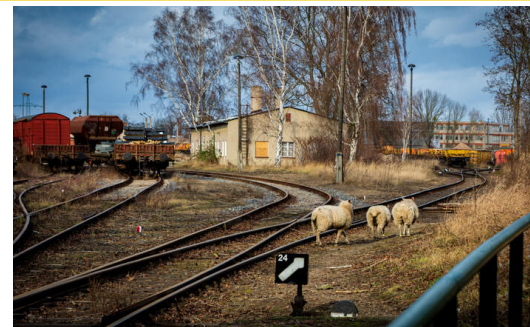
**Fallback
level for
ATO**
e.g.



Level crossing fault



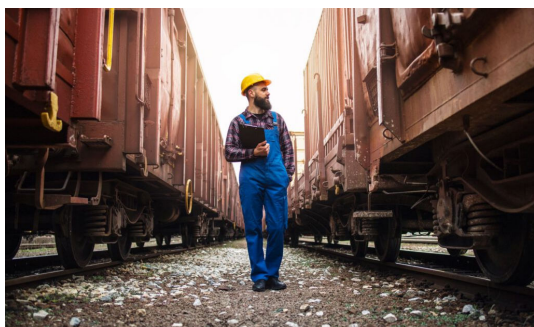
Technical fault on the
train



Event in the
surroundings

Focus

**Regular
operation**
e.g.



Feeder to the ATO route



Pick-up from the ATO
route



Shunting

Consequences of prolonged pure monitoring activity without active actions



- Monotony and lack of holism of activities in the workplace
 - Negative effects on performance (including situational awareness, vigilance and responsiveness)
 - Loss of skills and abilities
 - Dissatisfaction with work
 - Negative effects on mental and physical health
 - Increased willingness to leave the workplace

- Countermeasure: Consider human factors as early as in the planning phase of a future job profile

Human-centred development of a concept for the new job profile to ensure attractive and satisfying work

RTO: „On-call“ workplace



- RTO activity as an „on-call“ workplace (similar to professional fire brigade)
 - Remote operator (RO) is at workplace and on duty, but does not have to permanently monitor the trains by observing the displays
 - RO carries out other, supplementary activities during working hours in periods without take-over-requests of trains
 - Auditory alarm when a train requires intervention

→ Avoidance of longer phases of passive monitoring activities

→ Avoidance of dealing with irrelevant (private) activities

- Important for an attractive workplace:
Meaningful activities related to RTO work

Thomas-Friedrich, B., Bassin, N., Brosch, F., Huber, A. & Michaelsen, R. (2024). Vermeidung von Monotonie am Tele-Tf-Arbeitsplatz. EI - Der Eisenbahningenieur, 134-137. available from: <https://elib.dlr.de/206872/>

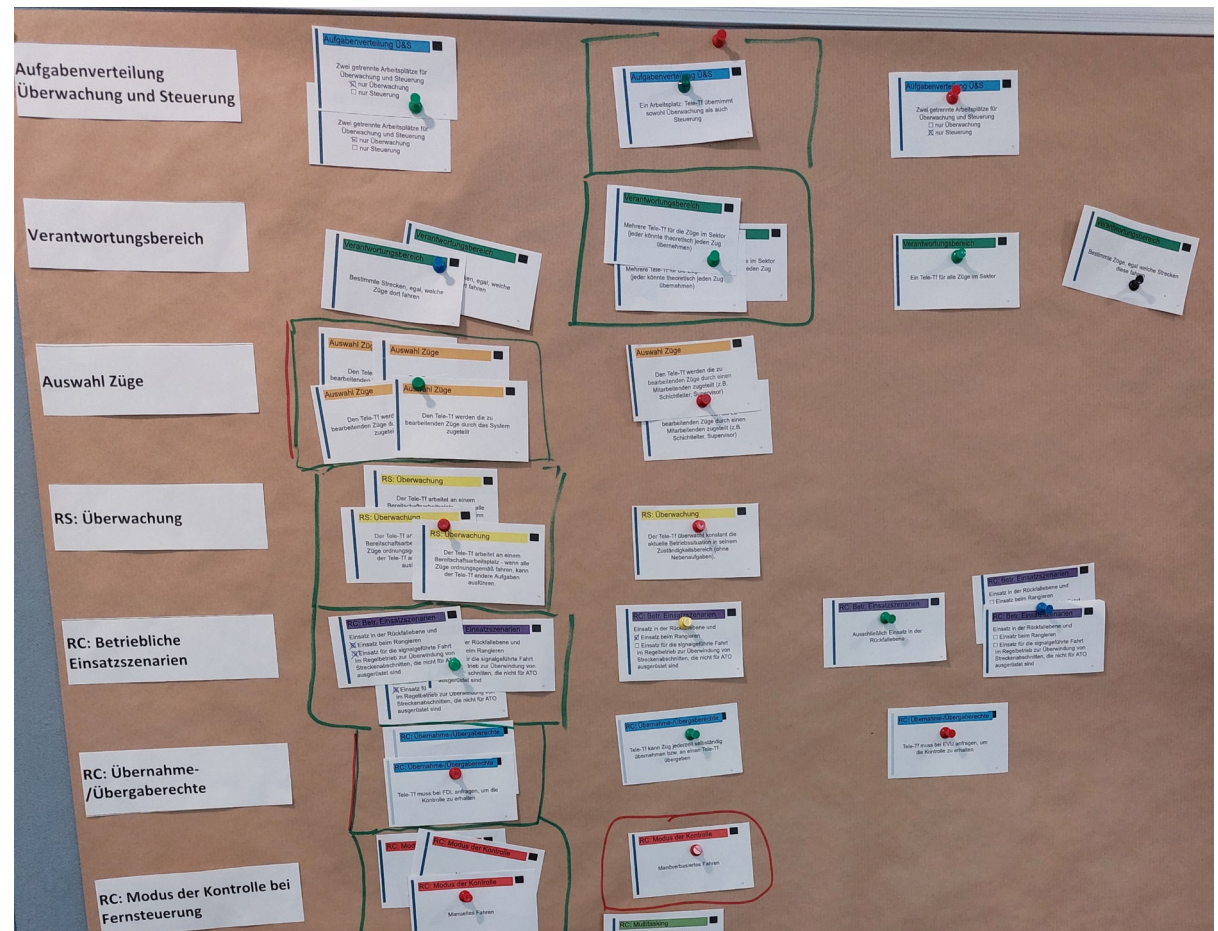
Potential tasks for periods without activity in the ATO fallback level

Field of activity	Possible tasks
Active RTO tasks	• Remote-controlled shunting and feeder runs • Routine route monitoring to check vegetation or signalling • Mutual support in situations with a high workload
Further education and training	• Own professional training via simulation tasks, driving dynamics training or technical training courses
Tasks from area RU (railway undertaking)	• Support in tasks in the disposition of the RU • Personnel planning, e.g. creating deployment plans • Support in other administrative tasks or data maintenance • Support for fault management or train maintenance • Training of other employees
Tasks from area RI (rail infrastructure company)	• Preparation of reasons for delays and incident reports • Creation of operating and construction instructions (Betriebs- und Bauanweisungen, Betra) • Support in timetable and capacity management

Thomas-Friedrich, B., Bassin, N., Brosch, F., Huber, A. & Michaelsen, R. (2024). Vermeidung von Monotonie am Tele-Tf-Arbeitsplatz. *EI - Der Eisenbahningenieur*, 134-137. available from: <https://elib.dlr.de/206872/>

What does an attractive RTO workplace look like?

- Workshop with n=10
(6 train drivers, 4 signallers)
 - Morphological box:
22 design features, each with 2 to 5 possible levels
 - Selection of the most attractive and least attractive design variant
 - Discussion and development of a joint best design solution



What does an attractive RTO workplace look like?



- Data analysis currently in progress!
- First insights into the preferred design variants:
 - Remote supervision and remote control by the same role (instead of separation of duties)
 - RTO works at an on-call workstation - when all trains are running properly, RTO can carry out other tasks
 - For remote control: Manual (1:1) control (instead of manoeuvre-based)
 - Other tasks can be processed during waiting times (e.g. when waiting for a release to run)
 - Communication: Support through technical systems that automatically pass on messages (e.g. fault messages), digital written commands
 - Control elements predominantly traditional (e.g. drive-brake lever, most important switches as switches; only additional switches as visualisations in touch display)
 - Route knowledge and training for train type still required

What does an attractive RTO workplace look like?



- Next steps:
 - Validation of the jointly developed design variant in a larger online study with railway professionals
 - Elaboration of the qualification requirements (training and further education) for RT operators

Thomas-Friedrich, B., Schöne, S. & Mühl, K. (2024). Tele-Tf: Ein neues Berufsbild entsteht. ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, (11), 37-41. *available from:* <https://elib.dlr.de/210122/>

Outlook: DLR simulation RTO workstation



Dr Annika Dreßler, DLR Institute of Transportation Systems, 27.03.2025

Outlook: Need for further research



▪ **Studies on work and organisational design**

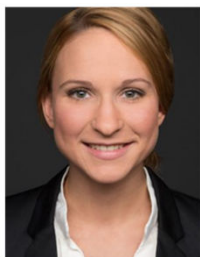
- How are the tasks of the signaler divided up in relation to remote train supervision and control?
- How extensive are the respective areas of responsibility and how are they organised?
- What levels of mental demand result from different design variants for those involved, and how can the work be made attractive?
- What education and training are required to carry out the new activities?

▪ **Studies into the quality of perception required for remote control in various scenarios**

- E.g. required image resolution in different areas of the visual field, permanent vs. oriented availability of image perspectives / information
- Options for supporting the perception of speed, acceleration, gradients and distances in a practical way
- Effect of and effective handling of latency in various use cases

→ Cooperation of industry and research required!

Thank you for your attention



Dr. Annika
Dreßler



Dr. Anja
Naumann



Dr. Niels
Brandenburger



Gina
Schnücker



Malte
Petersen



Laura
Quante

Rail Human Factors in the *Human-Technology-Organisation* Team

DLR Institute of Transportation Systems
Department of Rail Transport Systems and Technologies



<https://www.dlr.de/en/ts/research-transfer/research-infrastructure/simulators/railset/rail-human-factors>

Contact:

annika.dressler@dlr.de

+49-30-670 55 81 07

Rutherfordstrasse 2

12489 Berlin