

Digitalisierung betrieblicher Regelwerke der Eisenbahn – Gestaltung und Evaluation einer interaktiven Applikation

Sarah SCHWINDT-DREWS¹, Luca WEISSER², Sebastian POST³,
Bettina ABENDROTH¹, Andreas OETTING²

¹ *Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Maschinenbau,
Institut für Arbeitswissenschaft, Otto-Berndt-Straße 2, D-64289 Darmstadt*

² *Technische Universität Darmstadt,
Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften,
Institut für Bahnsysteme und Bahntechnik,
Otto-Berndt-Straße 2, D-64289 Darmstadt*

³ *DB Netz AG, Adam-Riese-Straße 11-13, 60327 Frankfurt am Main*

Kurzfassung: Die fortschreitende Digitalisierung im Schienenverkehr bietet die Chance, das Regelwerk für Fahrdienstleiter grundlegend zu überarbeiten. Derzeit in gedruckter Form oder als PDF verfügbar erschweren diese Regelwerke den schnellen Zugriff und führen in kritischen Momenten zu Zeitverlust. Ein neues digitales Konzept soll die Regelwerke vereinfachen und die Anwendung effizienter gestalten. Ziel dieses Projekts mit der DB NETZ AG war es daher, eine nutzerfreundliche digitale Darstellung zu entwickeln und anhand kritischer Szenarien zu evaluieren. Insbesondere sollten dabei Schnittstellenbereiche betrachtet werden, in denen verschiedene Regelwerke nebeneinander gültig sind. Die entwickelten Gestaltungselemente zur Unterstützung der Fahrdienstleiter wurden dazu in einem bedienbaren Prototypen umgesetzt und in zwei Phasen evaluiert. Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere eine optische Abgrenzung der Richtliniengültigkeitsbereiche sowie eine Darstellung der Handlungsanweisungen in Form eines Flussdiagramms großes Unterstützungspotenzial bieten.

Schlüsselwörter: Digitalisierung, Bahn, Fahrdienstleiter, Regelwerk, Richtlinie

1. Problemstellung und Ziel des Projekts

Im Rahmen der fortschreitenden Digitalisierung des Systems Bahn und deren Leit- und Sicherungstechnik eröffnet sich eine vielversprechende Möglichkeit zur Überarbeitung und Optimierung der Unterstützung der Fahrdienstleiter in Stellwerken der Eisenbahn (Bührsch et al. 2022; Weiland & Hundertmark 2020). Damit einher geht die Chance einer grundlegenden Neuauslegung des betrieblichen Regelwerks (Biembacher et al. 2023; Fries 2021). Bisher werden diese Regelwerke in gedruckter Form sowie als digitale PDF-Dateien bereitgestellt, was sich insbesondere in zeitkritischen Situationen als äußerst umständlich, zeitaufwendig und komplex erwiesen hat. Da die vorliegende Form der Regelwerke nur unzureichende Möglichkeiten bietet, auf die betrieblichen Regelungen schnell zuzugreifen, basiert die Anwendung in gängigen Fällen hauptsächlich auf dem in der Ausbildung erworbenen Wissen sowie der in der Praxis gewonnenen Erfahrung bzw. Routine. Im Umkehrschluss führen Regelungen,

die nur selten Anwendung finden oder eine komplexere Abarbeitung erfordern, zu betrieblichen Verzögerungen und erhöhen damit das Risiko für Fehlhandlungen. Mit der fortschreitenden Digitalisierung und Automatisierung des Systems Bahn bietet sich die Möglichkeit, die Regelwerke von einer handlungsorientierten zu einer schutzzielorientierten Herangehensweise grundlegend zu ändern (Altmann et al. 2023). Dies wird die Komplexität der Regelwerke reduzieren, ohne dabei die Abdeckung der bearbeitbaren betrieblichen Szenarien zu verringern. Dadurch kann sowohl das Risiko einer fehlerhaften Anwendung reduziert als auch die alltägliche Anwendung und Wartung deutlich effizienter gestaltet werden.

Das Ziel dieses Projekts in Zusammenarbeit mit der DB NETZ AG bestand dementsprechend darin, eine benutzerfreundliche digitale Darstellung der Regelwerke für Fahrdienstleiter zu entwickeln und mithilfe eines Prototypen anhand kritischer Szenarien zu evaluieren. Dabei sollten insbesondere Schnittstellenbereiche betrachtet werden, in denen verschiedene Richtlinien nebeneinander gültig sind.

2. Entwicklung der Gestaltungselemente zur Unterstützung der Fahrdienstleiter

Zur Entwicklung geeigneter Gestaltungselemente für eine benutzerfreundliche digitale Darstellung des Regelwerks wurde entsprechend des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses (DIN 9241-210:2020-03) zunächst eine umfassende Analyse des Nutzungskontextes anhand einer Literaturrecherche sowie Workshops mit und Beobachtungen von Fahrdienstleitern durchgeführt. Darauf basierend wurden Optimierungsvorschläge für die Arbeitsplatzgestaltung der Fahrdienstleiter abgeleitet, Handlungsabfolgen erfasst und anhand der SPAR-H Methode (Gertman et al. 2004) bewertet. Weiterhin wurden die Anforderungen an ein neues digitales Regelwerk mithilfe von Personas identifiziert. Als Personas wurden dabei verschiedene Fahrdienstleiter mit unterschiedlicher Berufserfahrung, Ausbilder für Fahrdienstleiter, Regelwerkautoren sowie Mitarbeitende des Eisenbahnverkehrsunternehmens verwendet. Entsprechend den Anforderungen wurden erste Gestaltungslösungen in Form eines morphologischen Kastens erarbeitet. Diese wurden anschließend in Workshops hinsichtlich ihrer Eignung zur Erfüllung der Anforderungen bewertet und zu geeigneten Gesamtkonzepten kombiniert.

Gleichzeitig wurden in Workshops gemeinsam mit Fachexperten Störfälle identifiziert, die aufgrund ihrer Komplexität zur Evaluation des Prototypen geeignet waren. Diese wurden anhand ihrer Arbeitsbelastung und der Wahrscheinlichkeit der Anwendung der Richtlinien überprüft, katalogisiert und priorisiert.

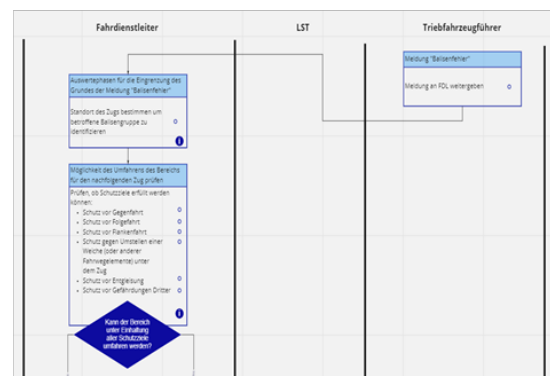
Auf Basis der entwickelten Gestaltungslösungen und Dokumentationsformen wurde anschließend ein bedienbarer Prototyp programmiert. Sowohl die Ansicht als auch die Bedienung des Prototypen orientierte sich dabei an der Anwendungsoberfläche des zukünftig in Stellwerken installierten Design Integrierten Bedienplatzes (Bleicher 2017; Bleicher et al. 2020). Darüber hinaus wurden die erarbeiteten Gestaltungselemente zur Unterstützung der Fahrdienstleiter ergänzt. Dazu zählten die Abgrenzung der Richtliniengültigkeitsbereiche durch Linien in der Darstellung der Gleisübersichten, die Abgrenzung der Richtliniengültigkeitsbereiche durch Hinweise über die Eingabezeile, ein Richtlinienguide in Form eines Fragenkatalogs zur Navigation in der Richtlinie sowie die Darstellung der Handlungsanweisungen in Form eines Flussdiagramms mit der Option zur Kennzeichnung der erledigten Aufgaben. Die Gestaltungselemente sind beispielhaft in Abbildung 1 dargestellt.



Abgrenzung der Richtliniengültigkeitsbereiche durch Linien

Abgrenzung der Richtliniengültigkeitsbereiche durch Hinweise über die Eingabezeile

Richtlinienguide in Form eines Fragekatalogs zur Navigation in der Richtlinie



Handlungsanweisungen in Form eines Flussdiagramms

Abbildung 1: In den Prototypen integrierte Gestaltungselemente zur Unterstützung der Fahrdienstleiter

3. Evaluation des Prototypen

Die Evaluation des Prototypen erfolgte in zwei aufeinanderfolgenden Phasen. In der ersten Evaluationsphase wurde eine videobasierte Online-Befragung durchgeführt. Dabei wurden die erarbeiteten Gestaltungselemente in kurzen Videos erläutert. Ziel dieser Befragung war es, das Unterstützungspotenzial sowie die Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge zu untersuchen, welche die einzelnen Gestaltungselemente den Fahrdienstleitern bieten können. Befragt wurden dabei insgesamt elf Stakeholder und Experten, die mit dem alten Regelwerk vertraut waren. Basierend auf den Ergebnissen der ersten Evaluationsphase erfolgte die Weiterentwicklung des Prototypen.

In der zweiten Evaluationsphase wurden der Prototyp als bedienbare Applikation über eine Webanwendung den Probanden auf ihren Dienstgeräten zur Verfügung gestellt. Dadurch konnten Interviews mit insgesamt sieben aktiven sowie ehemaligen Fahrdienstleitern durchgeführt werden, welche als Szenario die Bewältigung von zwei realitätsnahen Störfällen mithilfe des Prototypen beinhalteten. Während der Bearbeitung der Störfälle wurden die Fahrdienstleiter aktiv dazu angehalten, das neu entwickelte Regelwerk als Unterstützungswerkzeug zu nutzen. Dabei sollten sie ihren ersten Eindruck in Form von lautem Denken (Konrad 2010) äußern und dabei insbes-

ondere auf das Unterstützungspotenzial der verschiedenen Elemente sowie Unklarheiten eingehen. Anschließend wurde im Interview noch einmal explizit auf die Kritikpunkte sowie Verbesserungsvorschläge bezüglich der implementierten Elemente eingegangen.

4. Ergebnisse

Die im Zuge der ersten Evaluationsphase durchgeführte Bewertung der entwickelten Gestaltungselemente bezüglich des Unterstützungspotenzials in der täglichen Arbeit ist in Abbildung 2 dargestellt.

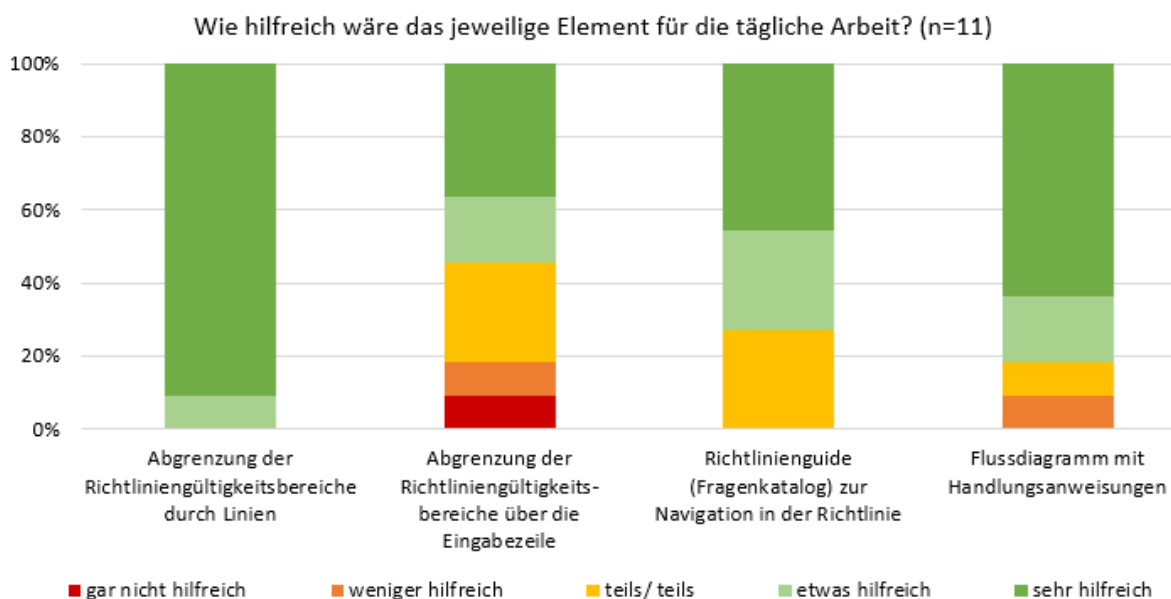


Abbildung 2: Ergebnisse der Bewertung der verschiedenen entwickelten Elemente bezüglich des Potenzials für die Unterstützung in der täglichen Arbeit in der videobasierten Online-Befragung

Insbesondere die Abgrenzung der Richtlinienbereiche durch Linien in der Darstellung der Gleisübersichten wird als sehr hilfreich bewertet. Außerdem wird auch die Darstellung der Handlungsanweisungen in Form eines Flussdiagramms von sieben der elf Befragten als sehr hilfreich, jedoch auch von einem als weniger hilfreich eingestuft. Der Richtlinienguide in Form des Fragenkatalogs zur Navigation in der Richtlinie wird tendenziell neutral bis hilfreich eingestuft, während die Abgrenzung der Richtliniengültigkeitsbereiche von sechs Befragten als hilfreich bis sehr hilfreich aber auch von zwei Befragten als weniger bis gar nicht hilfreich bewertet wird.

Die Ergebnisse bezüglich des Unterstützungspotenzials aus der zweiten Evaluationsphase bestätigen diese Ergebnisse. Auch hier werden vor allem die Abgrenzung der Richtlinienbereiche durch Linien sowie das Flussdiagramm positiv bewertet.

Die Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge aus beiden Evaluationsphasen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Hinsichtlich der Abgrenzung der Richtliniengültigkeitsbereiche durch Linien wird angemerkt, dass diese nur hilfreich sind, wenn sie auf den ersten Blick auffallen, um damit ein Bewusstsein für die unterschiedlichen

Richtlinien zu schaffen. Eine Alternative zu den Linien ist eine unterschiedliche farbliche Gestaltung des Hintergrunds. Außerdem sollen auch die Ein- und Ausstiegssignale an den Gleisen entsprechend gekennzeichnet werden.

Die Abgrenzung der Richtliniengültigkeitsbereiche über die Eingabezeile wird insbesondere aufgrund der zur Kennzeichnung verwendeten Abkürzungen kritisiert, die zu Verwechslungen mit anderen bereits bestehenden Abkürzungen führen könnten. Weiterhin wird diese Kennzeichnung als nicht auffällig genug erachtet, um auf einen Wechsel der gültigen Richtlinie aufmerksam zu machen. Sie kann aber dazu geeignet sein, sich noch einmal zu vergewissern, dass man die korrekte gültige Richtlinie ausgewählt hat.

Der Richtlinienguide zur Navigation wird als zu kompliziert wahrgenommen. Die Navigation innerhalb der Richtlinie könnte damit zwar erleichtert werden, jedoch erfordert die Beantwortung der Fragen einiges an Vorwissen, sodass die Anwendung nicht intuitiv, sondern erst nach einer Schulung möglich ist. Zur Vereinfachung sollen die Fragen kleinschrittiger gestellt werden sowie die Antworten thematisch sortiert und an der Formulierung der Störungsmeldung orientiert sein.

Zur Optimierung des Flussdiagramms müssen Bereiche, die nicht den Fahrdienstleiter betreffen, ausgeblendet werden können. Anderenfalls ist die Darstellung in Stresssituationen nicht übersichtlich genug. Weiterhin soll der Bediener durch konkrete Ja-Nein-Fragen durch das Diagramm geleitet werden. Auch die Option für zusätzliche Hintergrundinformationen zu den einzelnen Handlungsschritten würde zur Optimierung des Flussdiagramms beitragen. Die Nutzung einer Funktion zur Kennzeichnung der erledigten Aufgaben kann zwar in Stresssituationen hilfreich sein, darf aber keinesfalls verpflichtend sein oder zur Nachverfolgung gespeichert werden.

5. Fazit und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Abgrenzung der Richtliniengültigkeitsbereiche durch Linien in der Darstellung der Gleisübersichten geeignet ist, um auf die unterschiedlichen Richtlinien aufmerksam zu machen. Die Abgrenzung der Richtliniengültigkeitsbereiche durch Hinweise über die Eingabezeile kann weiterhin Sicherheit im Umgang mit den verschiedenen Richtlinien schaffen. Darüber hinaus ist ein Flussdiagramm mit der Option für Hintergrundinformationen gut geeignet, um die Handlungsabläufe übersichtlich darzustellen und die Fahrdienstleiter in ihrer täglichen Arbeit zu unterstützen.

Im nächsten Schritt sollten die Gestaltungselemente in einen Design Integrierten Bedienplatz umgesetzt und an einem geeigneten Arbeitsplatz mit umfangreicheren Szenarien getestet werden, um weiteres Optimierungspotenzial zu identifizieren.

6. Literatur

Altmann S, Cichos M, Kopitzki M & Pacht J (2023). Ein neues Betriebsverfahren für den digitalen Bahnbetrieb: Methodische Vorgehensweise zur Entwicklung einer neuen Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb unter ETCS Level 2 ohne (Haupt-)Signale. Der Eisenbahningenieur(8), 38–42.

Biembacher I, Hundertmark A, Marsch P, Fiack A, Grell A, Spiegel D, Heimes M & Laux T (2023). Blick in die Zukunft der Eisenbahn – Grundlagen des digitalen Bahnsystems. Eisenbahningenieur Kompendium.

„Arbeitswissenschaft in-the-loop:

Mensch-Technologie-Integration und ihre Auswirkung auf Mensch, Arbeit und Arbeitsgestaltung“

Bleicher I (2017). Integrierter Bedienplatz: Neue Oberfläche für Fahrdienstleiter. *Deine Bahn*(7), 10–13.
Bleicher I, Grimm L & Wiedenroth A (2020). Das Projekt DiB gestaltet das Bediensystem der Zukunft. *Signal + Draht*(11).

Bührsch P, Büke, T, Schotten S & Hardel S (2022). Vorteile und Nutzen von ETCS L2oS und DSTW im Schienenverkehr. *Eisenbahningenieur Kompendium*.

Deutsches Institut für Normung e. V. (2020). ISO 9241-210:2020-03: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 210: Menschzentrierte Gestaltung interaktiver Systeme.

Fries N (2021). Betrieblich-Technisches Zielbild für die Digitale Schiene. *Deine Bahn*(3).

Gertman D, Blackman H, Marble J, Byers J & Smith C (2004). The SPAR-H Human Reliability Analysis Method. In *Fourth American Nuclear Society International Topical Meeting on Nuclear Plant Instrumentation, Controls and Human-Machine Interface Technologies (NPIC&HMIT 2004)*, Columbus, Ohio, September 2004.

Konrad K (2010). Lautes Denken. In G. Mey & K. Muck (Hrsg.), *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie* (1. Auflage, S. 476–490). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92052-8_34

Weiland K & Hundertmark A (2020). Mit dem digitalen Bahnbetrieb in die Zukunft der Eisenbahn. *Deine Bahn*(9).



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeitswissenschaft in-the-loop

**Mensch-Technologie-Integration
und ihre Auswirkung auf Mensch,
Arbeit und Arbeitsgestaltung**

70. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement IAT
Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

06. – 08. März 2024

GfA-Press

Bericht zum 70. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 06. – 08. März 2024

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2024

ISBN 978-3-936804-34-8

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin, Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003, Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2024 fröse multimedia, Frank Fröse,

office@internetkundenservice.de, www.internetkundenservice.de