

Foto: DLR

Darstellung einer aktuellen ESTW-Bedienoberfläche am Beispiel der Simulationssoftware „BEST“

Arbeitsplatzgestaltung

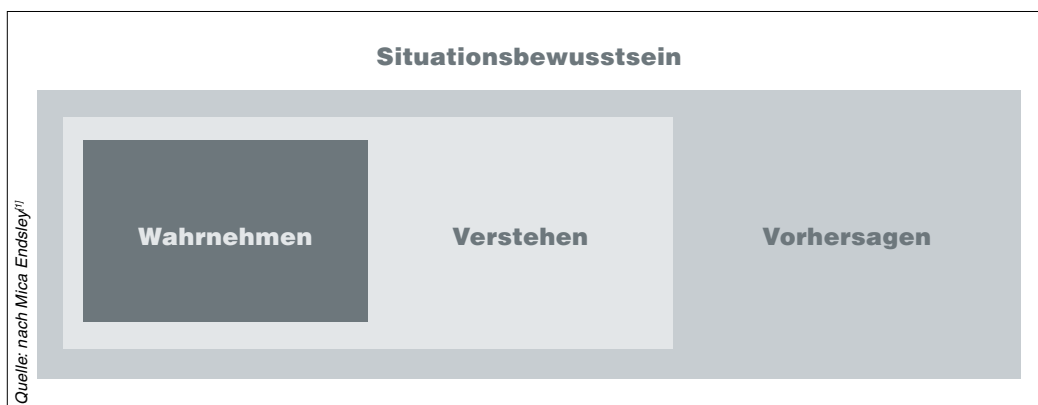
Situationsbewusstsein bei Fahrdienstleitern im ESTW

Birte Thomas, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, und **Jan Grippenkov**, Leiter der Gruppe Tätigkeitsanalyse und Bewertung, beide Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Verkehrssystemtechnik, Braunschweig



Für die Mitarbeiter in den Betriebszentralen der Bahnen, wie beispielsweise die Fahrdienstleiter, ist es wichtig, dass sie im Rahmen ihrer Tätigkeit fortwährend ein angemessenes Bewusstsein der gegenwärtigen Situation und der zukünftigen

Entwicklungen haben. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt entwickelt Methoden und Metriken zur Erhebung des Situationsbewusstseins, die speziell für Untersuchungen rund um den Arbeitsplatz des Fahrdienstleiters genutzt werden können. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen lassen sich nützliche Erkenntnisse für die zukünftige Gestaltung der Bedienoberfläche des Elektronischen Stellwerks ableiten.



Schematische Darstellung des Situationsbewusstseins

Der Fahrdienstleiter ist in seiner Rolle im Bahnbetrieb für die sichere, pünktliche und reibungslose Abwicklung des Bahnbetriebs im Regelbetrieb wie auch im Fall von betrieblichen Unregelmäßigkeiten zuständig. Kritische Ereignisse oder gar Unfälle sind im Bahnbetrieb allerdings ausgesprochen selten, da Stellwerke hochsichere Systeme sind, die entsprechend der betrieblichen Richtlinien beispielsweise Kollisionen zweier Züge technisch ausschließen. Dennoch ist im Zusammenspiel mit der Stellwerkstechnik auch der menschliche Einfluss auf einen reibungslosen Betrieb von großer Bedeutung. Der Fahrdienstleiter muss über die Darstellungen an seinem Arbeitsplatz in die Lage versetzt werden, die betriebliche Situation leicht zu erfassen, damit er schnell, effizient und sicher auf betriebliche Unregelmäßigkeiten reagieren kann. Daraus folgend ist es für die Erfüllung der Aufgabe des Fahrdienstleiters wichtig, dass er zu jedem Zeitpunkt einen umfassenden Überblick über die aktuelle betriebliche Situation in seinem Zuständigkeitsbezirk hat, das heißt, sich der aktuellen Situation zutreffend bewusst ist.

Der Begriff des Situationsbewusstseins

Sich der aktuellen Situation zutreffend bewusst zu sein, wird in der Psychologie mit dem Begriff des „Situationsbewusstseins“ (engl.: Situation awareness, kurz SAw) beschrieben. Als Konstrukt wurde das Situationsbewusstsein von Mica Endsley geprägt.^[1]

- Nach Endsleys Definition bedeutet situationsbewusst zu sein,
1. eine Situation umfassend und korrekt wahrzunehmen,
 2. die wahrgenommene Situation angemessen und korrekt zu interpretieren und zu verstehen und
 3. anschließend den zukünftigen Verlauf der Situation korrekt vorherzusagen.

Die Aufgabe des Fahrdienstleiters, die aktuelle betriebliche Situation genau zu erfassen, lässt sich gut über die drei Stufen des Konstruktes des Situationsbewusstseins beschreiben – es ist für einen Fahrdienstleiter wichtig, die betriebliche Situation komplett und korrekt wahrzunehmen, zu verstehen, was gerade geschieht und daraus die zukünftige Entwicklung des Betriebsgeschehens vorherzusagen – kurz, ein Fahrdienstleiter muss situationsbewusst sein, um gut zu agieren.^[2]

Kontinuierliche Veränderungen der Aufgaben

Mit der im Laufe der Jahre starken Veränderungen der Arbeit eines Fahrdienstleiters von einem aktiv handelnden Akteur im

Bahnbetrieb hin zu einer vermehrt überwachenden Tätigkeit hat das Konzept des Situationsbewusstseins als Erklärungsgrundlage der Systeminteraktion mit dem Stellwerk zunehmend an Relevanz gewonnen. Wurden Weichen in der Anfangszeit des Bahnbetriebs von Hand gestellt, veränderte sich mit der Entwicklung von mechanischen, elektromechanischen und schließlich Spurplanstellwerken die Durchführung des Bahnbetriebs für den Fahrdienstleiter kontinuierlich. Seit den Achtzigerjahren verrichten immer mehr Fahrdienstleiter ihre Arbeit an Elektronischen Stellwerken (ESTW). Im Mai 1999 wurde in Frankfurt am Main die erste Betriebszentrale (BZ) in Betrieb genommen.^[3]

Betriebszentralen stellen zentrale Leitstellen fernab der Strecke dar, in denen unter anderem an ESTW die Steuerung, Sicherung und Disposition des Bahnbetriebes über größere Regionen erfolgt. Das ESTW in der Betriebszentrale, in dem Zugbewegungen abstrahiert anhand eines Gleisbildes auf Monitoren dargestellt werden, nimmt dem Fahrdienstleiter bei aktiver automatischer Zuglenkung die Stellung von Weichen und Signalen weitgehend ab und unterstützt den fahrplanmäßigen Betrieb. Die Sichtprüfung im Rahmen des Betriebsablaufs findet nicht mehr wie in früheren Zeiten durch den aufmerksamen Blick aus dem Fenster statt, sondern es muss anhand der digital dargestellten Betriebsrepräsentation auf den sechs bis acht Bildschirmen des ESTW aufmerksam geprüft werden, dass der (teil-)automatisierte Betrieb ordnungsgemäß funktioniert. Funktioniert die Zuglenkung einwandfrei und gibt es keine betrieblichen Besonderheiten, so liegt die Aufgabe des Fahrdienstleiters zu großen Teilen darin, seinen Stellbereich anhand der dargestellten Informationen auf den Monitoren der Anzeige seines ESTW zu überwachen.

Es stellt sich die Frage, welche Auswirkungen die Veränderungen in der Arbeitsrealität, insbesondere hinsichtlich der zunehmenden Unterstützung durch automatisierte Teilsysteme, der Digitalisierung und der Zentralisierung auf das Situationsbewusstsein der Fahrdienstleiter haben.

Auswirkungen von Automatisierung, Zentralisierung und Digitalisierung

Im Vergleich zur aktiven Stelltätigkeit ohne Zuglenkung ist die Aufgabe der Überwachung der (Teil-)Automatisierung im Stellwerk mit Zuglenkung durch eine gewisse Passivität gekennzeichnet. Bei einer derartigen passiven Überwachungsaufgabe das Situationsbewusstsein kontinuierlich aufrecht zu erhalten, das heißt zu jeder Zeit zu wissen, was im eigenen Stellbereich gerade passiert



und wahrscheinlich in den nächsten Minuten passieren wird, erfordert dauerhafte Aufmerksamkeit und Konzentration. Allerdings bereitet das lange Aufrechterhalten des Situationsbewusstseins Menschen bei monotonen Überwachungsaufgaben Schwierigkeiten, besonders, wenn während dieser Aufgabe wenige Ereignisse auftreten, die ein aktives Eingreifen erfordern.^{[4][5]} Als Resultat daraus kann sich die Aufmerksamkeit und zeitnahe Bearbeitung selten auftretender Situationen verschlechtern. Zudem kann es bei Überwachungsaufgaben vorkommen, dass Menschen ihre aus der Monotonie resultierende Langeweile sogar durch Nebentätigkeiten zu kompensieren versuchen, die nichts mit ihrer eigentlichen Aufgabe zu tun haben.

Auch die Zentralisierung der Arbeitsplätze in Betriebszentralen kann Auswirkungen auf das Situationsbewusstsein haben. Der Fahrdienstleiter bildet durch sein Situationsbewusstsein eine mentale Repräsentation der räumlichen und zeitlichen Zusammenhänge der aktuellen Betriebssituation. Früher erfolgte die Bildung der mentalen Repräsentation durch die Beobachtung sichtbarer und konkreter Abläufe im Stellbereich.

Durch die Verortung der Arbeit in Betriebszentralen besteht jedoch heute häufig kein unmittelbarer Sichtkontakt zum eigenen Zuständigkeitsbezirk mehr. Betriebliche Zusammenhänge werden im ESTW abstrakt in der Bereichsübersicht und den Lupenansichten des Stellbereichs dargestellt und bieten für den Fahrdienstleiter die Grundlage für die Bildung einer mentalen Repräsentation der Betriebssituation. Durch die abstrakte Darstellung gehen bestimmte Informationsquellen verloren, die bei einer räumlichen Nähe des Stellwerks zum Stellbereich über visuelle und auditive Kanäle Auskunft über die aktuelle Situation hätten geben können.

Ergänzend sollte auch die digitalisierte Darstellung im ESTW als Einfluss auf das Situationsbewusstsein betrachtet werden. Wo früher im mechanischen Stellwerk manuell ein Hebel umgelegt wurde, um ein Signal oder eine Weiche zu stellen, erfolgen diese Bedienhandlungen heute im ESTW über einen Mausklick auf das entsprechende Fahrstraßenelement im Bildschirmdisplay. Die eingeschränkte Möglichkeit des „Anfassens“ bei der Durchführung von Aufgaben wirkt sich möglicherweise zu einem gewissen Ausmaß auch zulasten des „Erfassens“ der eigenen Handlungen aus – es findet weniger ein aktives Verarbeiten der vorhandenen Informationen als eine passive Aufnahme statt. Der Wechsel vom überwiegend aktiven Handeln zu einer verstärkt passiven Informationsverarbeitung kann je nach Ausmaß

abträgliche Auswirkungen auf das Situationsbewusstsein von Fahrdienstleitern haben.^[6]

Menschzentrierter Ansatz beim Design von Bedienmitteln

Es stellt sich folglich die Frage, wie negative Auswirkungen einer hauptsächlich überwachenden, aus der Ferne ausgeführten Aufgabe auf das Situationsbewusstsein von Operateuren möglichst gering gehalten werden können. In diesem Zusammenhang ist ein menschzentrierter Ansatz beim Design von Bedienmitteln und Interaktionssystemen von zentraler Bedeutung.^[7] Dabei wird das Design von neuen Systemen nicht nur von der Seite der technischen Machbarkeit beleuchtet, sondern im Zusammenspiel mit dem System wird auch der Mensch als Bediener des Systems in die Entwicklung mit einbezogen. Ziel ist die Steigerung der Gebrauchstauglichkeit von Dialogsystemen^[8] und die Reduktion von kritischen Ereignissen durch Bedienfehler.

Auch die Entwicklung von Maßnahmen zur Förderung des Situationsbewusstseins bei Fahrdienstleitern kann durch einen menschzentrierten Ansatz erreicht werden. Zunächst bedarf es dafür einer Metrik, die auf die Erfassung des Situationsbewusstseins am jeweiligen System abgestimmt ist. Mithilfe dieser Metrik kann das Design eines Bedienplatzes darauf hin untersucht werden, in welchem Maße es das Situationsbewusstsein eines Operateurs günstig oder ungünstig beeinflusst. Um das Situationsbewusstsein von Fahrdienstleitern im Rahmen ihrer Arbeitshandlungen zu messen, ist es wichtig zu verstehen und zu bestimmen, was Situationsbewusstsein an diesem Arbeitsplatz ausmacht.

Das DLR entwickelt derzeit auf Grundlage bewährter Verfahren speziell auf die Tätigkeit des Fahrdienstleiters ausgerichtete Methoden zur validen Erfassung und Quantifizierung des Situationsbewusstseins. Anhand von Ergebnissen, die mit diesen Metriken gewonnen werden können, wird es möglich sein zu beurteilen, wie gut das Situationsbewusstsein von Fahrdienstleitern während der Tätigkeit am ESTW ausgeprägt ist. Dabei können verschiedene betriebliche Situationen berücksichtigt werden. Basierend auf den Ergebnissen wird es möglich sein, Gestaltungsempfehlungen und Unterstützungsmaßnahmen für ein angemessen ausgeprägtes Situationsbewusstsein abzuleiten. Beispielsweise kann es von großer Bedeutung sein, Informationen, Anzeigen und Rückmeldungen zum Status der überwachten Systeme noch besser verständlich und erfassbar

DB-Fachbuch

darzustellen.^[6] Unter Anwendung der entwickelten Metrik zur Messung des Situationsbewusstseins wird es möglich sein, die abgeleiteten Maßnahmen auf fundierte Art und Weise hinsichtlich ihrer Wirksamkeit auf den Nutzer zu überprüfen.

Jedoch ist auch gerade angesichts des Trends der zunehmenden Automatisierung bei der Ableitung von Maßnahmen Vorsicht geboten. Will man den Fahrdienstleiter in der Lage halten, schnell und akkurat auf betriebliche Unregelmäßigkeiten zu reagieren ist es wichtig, vor allem mit Blick auf zukünftige ESTW-Generationen, ihn nicht von allen seinen aktiven Handlungen zu entbinden. Solange der Mensch nicht durch eine Vollautomation durch ein technisches System ersetzt wird, ist es für ein Aufrechterhalten des Situationsbewusstseins wichtig, ihn durch eigene Handlungsbeiträge auf der Höhe des Geschehens (im „loop“) zu halten.^[6]

Zusammenfassung

Insgesamt ist das Situationsbewusstsein ein zentrales Konzept in der menschenzentrierten Gestaltung von Bediensystemen und einer der wichtigsten leistungsbeeinflussenden Faktoren für die Qualität der menschlichen Arbeit im Zusammenspiel mit (teil-)automatisierten Systemen, die durch ein hohes Ausmaß von Überwachungstätigkeiten geprägt sind. In der gesamtheitlichen Forschung des DLR-Instituts für Verkehrssystemtechnik stehen neben technischen Aspekten des Bahnbetriebs auch menschlichen Faktoren und Bedürfnisse im Kontext aktueller Entwicklungen in der Bahnwelt im Fokus, wie zum Beispiel die Digitalisierung und Automatisierung. Empfehlungen für die situationsbewusstseinsfördernde Gestaltung für zukünftige Bedienoberflächen des Fahrdienstleiterbedienplatzes können einen Beitrag für eine effiziente, sichere und situationsbewusste Durchführung des Bahnbetriebs der Zukunft leisten. ■

Literatur

- [1] Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37(1), 32 – 64.
- [2] vgl. zum Beispiel Golightly, D., Wilson, J. R., Lowe, E., & Sharples, S. (2010). The role of situation awareness for understanding signalling and control in rail operations. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 11 (1-2), 84 – 98.
- [3] Jonas, W. (2014). *Elektronische Stellwerke bedienen. Der Regelbetrieb*. Berlin: Bahn-Fachverlag.
- [4] Parasuraman, R. (1987). Human-computer monitoring. *Human Factors*, 29, 695 – 706.
- [5] Endsley, M. (1996). Automation and Situation Awareness. In R. Parasuraman & M. Mouloua (Eds.), *Automation and human performance: Theory and applications* (pp. 163–181). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [6] Endsley, M. R., & Kiris, E. O. (1995). The out-of-the-loop performance problem and level of control in automation. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(2), 381 – 394.
- [7] Naumann, A., Grippenkov, J., Giesemann, S., Stein, J., & Dietsch, S. (2013). Rail Human Factors-Human-centred design for railway systems. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(15), 330 – 332.
- [8] DIN EN 9241-110 (2006). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung*. Berlin: Beuth.



Walter Jonas

DB-Fachbuch

Elektronische Stellwerke bedienen. Der Regelbetrieb

2. überarbeitete Auflage, 07/2014

224 Seiten, Softcover, Format: DIN A4, Preis: EUR 49,90

ISBN 978-3-943214-00-0

Dieses Fachbuch beschreibt die verschiedenen Entwicklungsstufen der Elektronischen Stellwerke. Es zeigt Ihnen den Aufbau und die Funktionsweise der Elektronischen Stellwerke der Hersteller Siemens, Thales, Bombardier sowie Scheidt & Bachmann auf. Sie lernen in diesem Buch die Bedienoberfläche eines Elektronischen Stellwerks mit den herstellereigenen Besonderheiten kennen. Darüber hinaus wird die Bedienung dieser verschiedenen Stellwerke im Regelfall erläutert. Dazu gehören unter anderem auch die Bedienungen im Streckenblock und an Bahnübergängen. Ferner wird auf Besonderheiten bei der Bedienung der Stellwerke aus einer Betriebszentrale eingegangen.

Bestellungen unter:

www.bahn-fachverlag.de/shop