

Evaluation einer Dispositionsoberfläche im Dresdner Eisenbahnbetriebslabor

Sandra Dietsch / Michael Huth / Hartmut Meier / Anja Naumann / Eric J. Schöne

In einer Zusammenarbeit zwischen dem Eisenbahnbetriebslabor der TU Dresden und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. wurde ein vom Eisenbahnbetriebslabor entwickeltes Dispositionssystem auf die Benutzungsfreundlichkeit der Bedienoberfläche getestet. Ziel war es, Empfehlungen für eine Weiterentwicklung des Systems, insbesondere hinsichtlich der sehr kompakten Darstellung von Informationen, zu erhalten. Es konnte gezeigt werden, dass die Dispositionsoberfläche eine gute Usability aufweist. Die Kooperation birgt Potential für weitere Studien im Hinblick auf eine benutzergerechte Gestaltung von Bediensystemen.

1 Einführung und Motivation

Beim Eisenbahnbetriebslabor der Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“ an der TU Dresden (EBL) handelt es sich um eines der modernsten Eisenbahnlabor Europas (Bild 1). Das Einzigartige dieser Anlage ist die strenge Bindung an die Echtzeit und die körperliche Modellbahnsimulation, was die Durchführung eines praxisgerechten Eisenbahnbetriebes in Realzeit erlaubt. Zur Praxisnähe gehört vor allem auch die Verwendung von originalgetreuer Stellwerkstechnik und realitätsnahen Fahrplänen. Damit wird es auch möglich, im Eisenbahnbetriebslabor für die Praxis anwendbare Systeme unter annähernd realen Bedingungen zu testen. Eine weitere Besonderheit ist die virtuelle Erweiterung des Modellbahnnetzes um die Simulation eines ESTW-Stellwerksbereichs. Zum Einsatz kommt hierbei die Betriebs- und Stellwerkssimulation (BEST) des Herstellers Funkwerk IT (heute Scheidt & Bachmann System Technik) in einer speziell für das Eisenbahnbetriebslabor angepassten Version.

Um die Bandbreite der Ausbildung zu erhöhen, wird die BEST-Anlage seit dem Jahr 2009 durch ein System zur Zugüberwachung und -disposition ergänzt. Aus verschiedenen Gründen – insbeson-

dere wegen der fehlenden Eignung und Anpassbarkeit der in Betriebszentralen eingesetzten Systeme für die akademische Ausbildung – fiel die Entscheidung für die Eigenentwicklung eines Dispositionssystems. Bei der Entwicklung wurde bewusst auf alle automatischen Komponenten zur Konfliktlösung verzichtet. Der wesentliche Grund war, dass die Auszubildenden nicht mit fertigen Dispositionsentscheidungen konfrontiert werden sollen, sondern selbst Entscheidungen ableiten und die Wirkung von Konflikten und Dispositionen praktisch erfahren sollen. Damit fiel die grundsätzliche Entscheidung zur Konzentration auf den Gegenstand Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine bei einer manuellen rechnerunterstützten Konfliktlösung.

Nach mittlerweile fünfjährigem Einsatz des Dispositionssystems in der Lehre stehen grundsätzliche Richtungsentscheidungen zur Weiterentwicklung bevor. Diese betreffen insbesondere die sehr kompakte Darstellung auf der Bedienoberfläche. Dabei stellen sich folgende Fragen:

- Gelingt es trotz einer sehr hohen Informationsdichte durch einfache und ein-

deutige Darstellungselemente die notwendige Übersichtlichkeit zu gewährleisten?

- Können die Disponenten aus der Vielzahl der Informationen die für sie in der jeweiligen Situation notwendigen Informationen problemlos herausfiltern?
- Sind die Eingabemöglichkeiten für Dispositionsentscheidungen in das Rechnersystem geeignet, den Arbeitsprozess des Disponenten effizient zu unterstützen?

Zur Beantwortung dieser Fragen erfolgte eine gemeinsame Studie des Eisenbahnbetriebslabors mit dem Institut für Verkehrssystemtechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), die im vorliegenden Beitrag vorgestellt wird.

2 Aufbau und Funktionsweise des Dispositionssystems

2.1 Komponenten

Das Dispositionssystem enthält eine durchgehend rechnerunterstützte Dis-



Bild 1: Eine Betriebsstelle im Eisenbahnbetriebslabor der TU Dresden Quelle: Igor Semechin

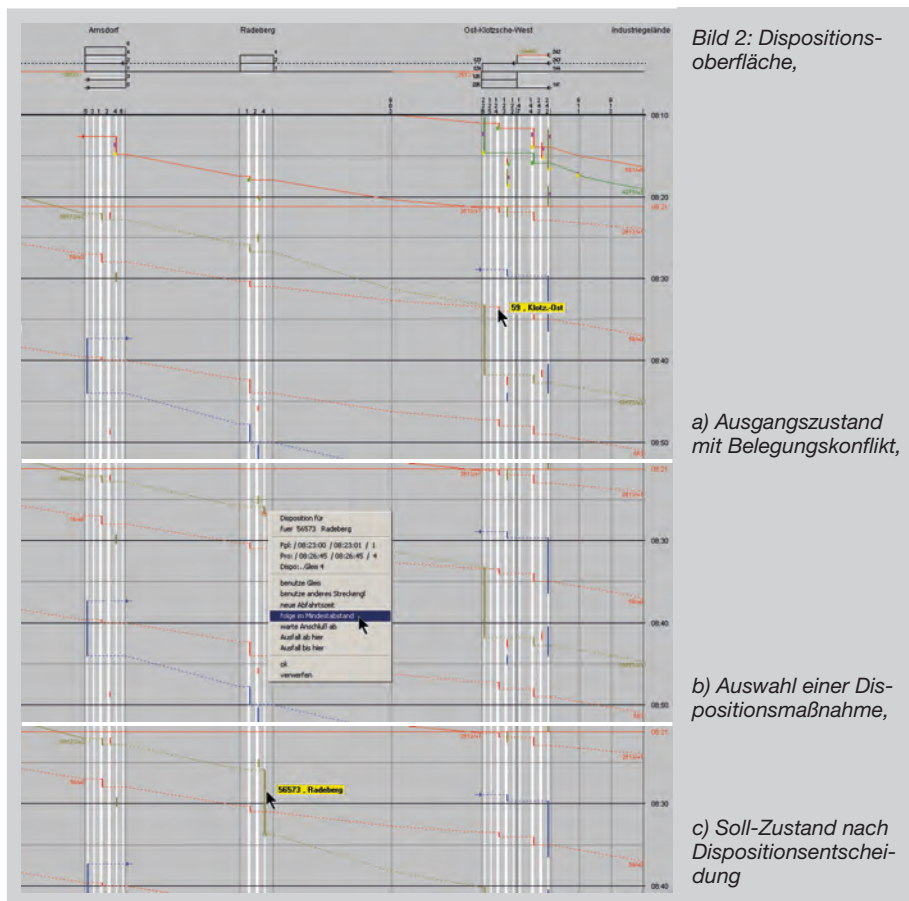


Bild 2: Dispositionsoberfläche,

a) Ausgangszustand mit Belegungskonflikt,

b) Auswahl einer Dispositionsmaßnahme,

c) Soll-Zustand nach Dispositionsentscheidung

position des Zugbetriebs mit folgenden Komponenten:

- Anzeige des aktuellen Betriebsablaufs,
- Prognose des zukünftigen Betriebsablaufs,
- manuelle rechnerunterstützte Konfliktlösung sowie
- Informationsübermittlung zu den Betriebsstellen.

2.2 Anzeige der aktuellen und prognostizierten Betriebsabläufe

Grundsätzliches Ziel ist es, dem Disponenten alle im System verfügbaren Informationen darzubieten. Das führt – unterstützt durch die sehr hohe Auflösung und Abbildungsschärfe von TFT-Monitoren – zu einer für viele Betrachter und insbesondere Kenner anderer Systeme zunächst ungewohnt kompakten und klein gehaltenen Darstellungsform (Bild 2).

Für die Anzeige der Betriebssituation wird – wie allgemein üblich – die räumliche und zeitliche Belegung der Streckengleise mit „Zeit-Weg-Linien“ (ZWL) grafisch dargestellt. Allgemeiner Bestandteil der ZWL-Darstellung für die Dispositionsarbeit ist die in Deutschland traditionell waagerechte Ist-Zeit-Linie. Oberhalb der Ist-Zeit-Linie befindet sich die Darstellung der Vergangenheit, un-

terhalb der Linie der Prognosebereich, in dem der zukünftige Betriebsablauf mehr oder weniger genau prognostiziert wird. Ebenso wurde die allgemein übliche Einblendung von Zugnummern mit Anzeige der jeweils aktuellen Zugverspätung übernommen. Die zeitliche Verschiebbarkeit und die Zoom-Funktionen der Darstellung erleichtern bei Bedarf die Erkennbarkeit und den Überblick.

Das hier vorgestellte Dispositionssystem beruht auf dieser klassischen Darstellungsweise, enthält aber eine Reihe von innovativen Besonderheiten, die nachfolgend erläutert werden.

2.2.1 Trennung der Gleise zweigleisiger Strecken

In der klassischen ZWL-Darstellung mehrgleisiger Strecken führt die gleichzeitige Darstellung der Züge beider Richtungen häufig zu sich vielfach kreuzenden Linien, was die Übersichtlichkeit insbesondere bei dichter Zugfolge erschwert. Der Disponent muss bei der Konfliktsuche für ein Streckengleis immer eine bestimmte Gruppe von Zügen anhand der Neigungsrichtung ausfiltern. Wenn auch noch Fahrten auf dem Gegengleis stattfinden sollen, werden an die Fähigkeiten zur Informationsfilterung erhebliche Anforderungen gestellt. Des-

halb erscheint eine Trennung der Streckengleise sinnvoll.

2.2.2 Gleisbelegung in den Bahnhöfen

In die ZWL-Darstellung wird die Belegung der Bahnhofsgleise direkt integriert. Deshalb erfolgt die normale Darstellung der Zeit-Weg-Linien nur zwischen den Bahnhöfen auf den Gleisen der freien Strecke. Für die Bahnhöfe erfolgt ein Einschub in der Wegdarstellung mit einer den bekannten „Gleisbelegungsplänen“ entlehnten Darstellung der Hauptgleise. Dadurch ist sofort zu erkennen, durch welches Gleis ein Zug fährt und generell wie die Gleisbelegung in Vergangenheit war und in Zukunft sein wird.

2.2.3 Besondere betriebliche Zeitpunkte

Die aus den Zugnummernmeldungen (Weiterschaltungen) hochgerechneten konkreten Ankunfts- und Abfahrtszeitpunkte werden mit kleinen farbigen Dreiecken in Fahrtrichtung gekennzeichnet. Dies trägt vor allem bei Einfahrten in die Bahnhöfe zur besseren Übersicht der Betriebsabläufe bei. Die Darstellung wird gleichzeitig dazu genutzt, um neben anderen besonderen Betriebssituationen vor allem außerplanmäßige Wartezeiten (Behinderungen) auffälliger darzustellen. Dazu wird über die Farbe der Symbole zwischen Verkehrshalten und Betriebshalten unterschieden. Sobald das Symbol für einen Betriebshalt auftaucht, ist dies latent eine außerplanmäßige Behinderung, die unter Umständen einer Anfrage bei der Betriebsstelle bedarf. In der Ausbildungspraxis führen derartige Situationen dazu, dass die grundsätzliche Rolle der Zugüberwachung auch den Auszubildenden auf den Betriebsstellen klar wird.

2.2.4 Streckenspiegel

In bekannten Systemen zur Disposition ist zusätzlich eine gesonderte schematische Darstellung der aktuellen Gleisbelegungen vorhanden. Diese auch als „Streckenspiegel“ bezeichnete Darstellung erfolgte aber bisher in der Regel auf getrennten Monitoren und ist auch in der Längsentwicklung oft anders als die ZWL-Darstellungen gestaffelt, was die Übersicht für Neueinsteiger erheblich erschwert. In der entwickelten Darstellung ist der Streckenspiegel in stark verdichteter Form direkt über der ZWL-Darstellung auf dem gleichen Monitor angeordnet (Bild 2a). Jeweils genau über dem entsprechenden Bereich in der

ZWL-Darstellung wird auch das entsprechende Gleis angezeigt. Dies vermeidet jeden Suchaufwand und erleichtert das Verständnis.

2.3 Prognose des zukünftigen Betriebsablaufes

Die Prognose des zukünftigen Betriebsablaufes erfolgt wie in vergleichbaren Systemen grundsätzlich als reine Fortschreibung des im Fahrplan vorgesehenen Fahrtverlaufes. Hinsichtlich der prognostizierten Fahrzeit der Züge ist das wegen der im allgemeinen minimalen Fahrzeitreserven unproblematisch.

Bei Betriebs- und teilweise auch bei Verkehrshalten sind dagegen die für einen Verspätungsabbau nutzbaren Reserven teilweise erheblich. Automatische Systeme könnten planmäßige Abfahrtszeiten und Mindesthaltezeiten berücksichtigen, was aber nicht immer zu sinnvollen Ergebnissen führt. Insbesondere bei Güterzügen können darüber hinaus die Betriebshalte häufiger entfallen oder bei Bedarf neue Betriebshalte eingelegt werden. Ohne eine Berücksichtigung der vom Disponenten aktuell vorgesehenen und festgelegten Dispositionsmaßnahmen ist eine wirklich realistische Prognose in größeren Vorschaubereichen nicht möglich. Bereits wenn der Disponent eine geänderte Abfahrtszeit in einem Bahnhof festlegt, sind ohne eine entsprechende Eingabe in das Dispositionssystem die weitere Prognose für diesen Zug und alle ggf. darauf basierenden Konflikthanzeigen falsch.

Belegungskonflikte zwischen Zügen im Prognosebereich sind aufgrund der Besonderheiten der entwickelten Darstellung auf den Streckengleisen anhand sich kreuzender oder entsprechend annähernder Zeit-Weg-Linien sehr leicht erkennbar und machen hier eine automatische Konflikterkennung entbehrlich. Die optische Erkennung von Belegungskonflikten durch kreuzende Fahrwege setzt aber ein gewisses Eindringen in die Infrastruktur und den Vergleich von zwei Darstellungen voraus.

Anschluss- und Umlaufkonflikte sind indes problematischer. Hier gibt es mangels akuten Bedarfs unter den Bedingungen des aktuellen Eisenbahnbetriebslabors nur verschiedene konkrete Vorüberlegungen zur Darstellung und Handhabung von Konflikten.

2.4 Manuelle rechnerunterstützte Konfliktlösung

Der Disponent kann Dispositionsaufträge direkt in das entwickelte System eingeben. Alle Prognosen des weiteren Be-

triebsablaufes werden dann unter Beachtung der Aufträge entsprechend automatisch überarbeitet. Es wird dem Disponenten generell ermöglicht, die Wirkung in einer so genannten „Spielwiese“ zuerst zu testen und zu bewerten. Erst nach einem ausdrücklichen Bestätigen der eingegebenen Dispositionsaufträge werden diese gültig und an alle an das System angeschlossenen Stellen verteilt.

Es sind verschiedene Standarddispositionsaufträge vorhanden, die in der grafischen ZWL-Darstellung für die einzelnen Züge über ein durch Mausbedienung aufgerufenes Kontextmenü abgerufen werden können (Bild 2b). Nach der Auswahl des Auftrages ist dann ggf. das neue Gleis, die Abfahrtszeit oder ein anderer Zug ebenfalls über eine folgende Mausbedienung auszuwählen. Zusammen mit einer Hilfefunktion, die den mit dem Mauszeiger aktuell wählbaren Zug vor dem Mausklick anzeigt, ist grundsätzlich eine sehr schnelle Eingabe möglich.

Es erwies sich, dass bereits relativ wenige Standarddispositionsaufträge ausreichen, um alle praktisch notwendigen Dispositionen umzusetzen. Eine besondere praktische Bedeutung hat der Dispositionsauftrag „Zug Z folgt im Mindestabstand zu Zug X“. Das Dispositionssystem ermittelt dann bei den allfälligen Abweichungen des tatsächlichen Betriebsablaufes anhand der aktuellen Werte des Zuges X die jeweils aktuelle Abfahrtszeit des Zuges Z und vermeidet ein dann notwendiges manuelles Korrigieren der Abfahrtszeit durch den Disponenten.

Die anhand von Bild 2 als Beispiel leicht nachvollziehbare klassische Dispositionsmaßnahme „Überholung“ setzt sich aus folgenden einzelnen Dispositionsaufträgen zusammen:

- „Fahrt des Zuges 56573 in ein anderes Gleis (Überholungsgleis)“ und

- „Folge im Mindestabstand zu Zug 59“.

Generell wird dem Disponenten die Möglichkeit eingeräumt, Belegungskonflikte auch zu tolerieren. Es bleibt in seiner Verantwortung, gegebenenfalls auch Behinderungen bewusst ohne Eingriff in Kauf zu nehmen. Das ist vor allem dann notwendig, wenn die objektiven Umstände (z. B. Gleisbelegungen, technische oder personelle Probleme) keine bessere Konfliktlösung als den unbeeinflussten Betriebsablauf mehr zulassen. Aber auch in diesem Fall kann und sollte der Disponent die Qualität der Prognose der Betriebsabläufe verbessern.

2.5 Informationsübermittlung zu den Betriebsstellen

Wie in der Praxis werden auf den Betriebsstellen die aktuellen Prognosen für den Betriebsablauf in einer den üblichen Fahrplänen für Zugmeldestellen vergleichbaren Tabelle dargestellt (Bild 3). Farbliche Darstellungen heben Züge hervor, für die Informationen vorliegen oder für die aktuell Handlungsbedarf besteht.

Die nach Kenntnis der Autoren bislang einzigartige Besonderheit des entwickelten Systems ist aber die Anzeige der bestätigten Dispositionsmaßnahmen mit einprägsamen Symbolen und mit den entsprechenden Datenänderungen. Damit entfällt grundsätzlich die aufwändige und fehleranfällige fernmündliche Informationsübertragung.

Da die Dispositionsmaßnahmen im Rechnersystem hinterlegt sind, werden auch alle anderen beteiligten Stellen automatisch umgehend über die Folgen von Dispositionsmaßnahmen informiert, was einen deutlichen Vorteil zu den bisherigen Systemen darstellt. In der Praxis

Betriebsstelle: Radeberg (DRAG)		Veränderung festgestellt		08:21:09				
Zugnr.	von	nach	Ankunft Plan Ist	Abfahrt Plan Soll / Ist	Gleis	Dispositionsmaßnahme	Anschluss	Übergang
ICE 552 --->	Waldhof (ü Klotzsche-Ost)	Seitschen (ü Arnsdorf)	08:19> 08:20 +1min	08:19 08:20 +1min	2			
DGS 54444 --->	Neustadt (ü Klotzsche-Ost)	Dürröhrsdorf (ü Arnsdorf)	08:24> 08:25 +1min	08:24 08:25 +1min	2			
DGS 56573 <---	Seitschen (ü Arnsdorf)	Strassburg (ü Klotzsche-Ost)	08:23> 08:26 +3min	08:23 (08:33)	(1) 4			
EC 59 <---	Seitschen (ü Arnsdorf)	Strassburg (ü Klotzsche-Ost)	08:31> 08:31	08:31 08:31	1			
DGS 56573 <---	Seitschen (ü Arnsdorf)	Strassburg (ü Klotzsche-Ost)	08:23> (08:26)	08:23 08:33 +10min	(1) 4			
ICE 553 <---	Seitschen (ü Arnsdorf)	Strassburg (ü Klotzsche-Ost)	08:43	08:44	1			

Bild 3: Anzeige auf den Betriebsstellen (Beispiel Radeberg) als elektronischer Fahrplan für Zugmeldestellen (eFZm)



Bild 4: Testperson bei der Arbeit mit dem Dispositionssystem Quelle: Dr.-Ing. Eric J. Schöne

wäre hier auch die Informationsweiterleitung in Fahrgastinformationssysteme denkbar.

3 Evaluation des Dispositionssystems

3.1 Generelles zur Evaluation der Usability

Wie bei jeder Software und jedem interaktiven System stellt die Usability einen Erfolgsfaktor dar [1]. Unter Usability wird die Gebrauchstauglichkeit eines Systems verstanden, die eine effektive, effiziente und für den Nutzer zufriedenstellende Aufgabenbearbeitung einschließt [2]. Ein System soll den Nutzer also durch eine angemessen gestaltete Benutzeroberfläche in der Bearbeitung seiner Aufgaben unterstützen.

Die Anwendung grundlegender Erkenntnisse aus Psychologie, Usabilityforschung und Gestaltung von Bediensystemen im Bereich Bahnsysteme ist ein Kompetenzschwerpunkt der Gruppe Rail Human Factors am Institut für Verkehrssystemtechnik des Deutschen

Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. in Braunschweig. Das DLR arbeitet eng mit den jeweiligen oder potentiellen Nutzern eines Bediensystems zusammen. Ziel dieser Arbeiten ist es, den Nutzer zu verstehen und auf Basis dieser Erkenntnisse neue Systeme zu entwickeln oder bestehende Systeme zu evaluieren.

In Kooperation mit dem Eisenbahnbetriebslabor der TU Dresden wurde die vorgestellte Dispositionssoftware durch das DLR auf seine Usability hin überprüft. Dabei galt es Stärken der Software herauszubilden, die Eignung für die Lehre zu evaluieren, aber auch Potentiale für Weiterentwicklungen zu erkennen.

3.2 Vorgehen

Die Evaluation der Usability fand im Eisenbahnbetriebslabor der TU Dresden statt. Getestet wurde das Dispositionssystem, welches auch in der Lehre zum Einsatz kommt. Die Studienteilnehmer hatten die Aufgabe, nach einer standardisierten Instruktion und Einweisung in das System, wie sie auch im Lehrbetrieb stattfindet, die Rolle eines Disponenten wahrzunehmen und mit der Soft-

ware Dispositionsaufgaben in einem definierten Streckenabschnitt zu bearbeiten (Bild 4).

Die zehn Studienteilnehmer wurden auf Grund ihrer unterschiedlichen Erfahrungen und Kompetenzen im Bahnbereich und mit dem Dispositionssystem ausgewählt, um ein möglichst vielfältiges Bild der unterschiedlichen Nutzeranforderungen und auch -probleme zu gewinnen. Dies spiegelt sich zum Beispiel in der Altersstruktur der Teilnehmer von 19 bis 58 Jahren wieder. Einige der Teilnehmer waren Studenten, aber auch zwei aktive Fahrdienstleiter nahmen an dem Versuch teil.

Jeder Studienteilnehmer durchlief eins von drei unterschiedlichen Szenarien, die an die jeweilige Expertisestufe der Teilnehmer angepasst waren (Tabelle 1). In jedem Szenario traten verschiedene betriebliche Ereignisse (z. B. Sperrung eines Bahnhofsgleises) ein, mit denen sie als Disponenten umzugehen hatten. Wichtig bei der Auswahl der Szenarien war, den Nutzer weder zu überfordern noch zu unterfordern, um Aufgabeneffekte auf die eigentliche Gebrauchstauglichkeitsuntersuchung zu vermeiden. Ziel war nicht, die Versuchspersonen auf ihre Dispositionsfähigkeiten zu testen, sondern die Gebrauchstauglichkeit der Software zu evaluieren. Deshalb wurde auch die Rolle des Fahrdienstleiters, mit dem die Disponenten kommunizieren mussten, von einem instruierten Mitarbeiter des Eisenbahnbetriebslabors übernommen. So konnte eine standardisierte Versuchssituation sichergestellt, das Auftreten der betrieblich relevanten Ereignisse zeitlich vereinheitlicht eingespielt und Störungen durch falsche Bedienhandlungen des Fahrdienstleiters vermieden werden.

3.3 Datenaufzeichnung

Während der einstündigen Arbeit mit dem Szenario wurden durch Aufzeichnung des Bildschirminhalts des Disponenten (Screencapturing) und durch Beobachtung der Versuchsteilnehmer verschiedene Parameter aufgenommen, die in der späteren Analyse zur Identifikation von Usabilityproblemen dienten. Ebenso wurde die Methode des Lauten Denkens [3] angewendet, um die Gedanken und Arbeitsschritte der Versuchsteilnehmer nachvollziehen zu können. Dazu fanden Tonaufzeichnungen statt.

Zur Erfassung der expliziten Meinung der Versuchsteilnehmer über das System, die durch die Beobachtungsmethoden eventuell nicht komplett abgedeckt werden konnten, wurden im Anschluss an die Arbeit mit dem Dispositionssys-

Nutzergruppe	Kompetenz Bahnsystem	Kompetenz Dispositionssystem	Szenario	Konflikte
A	Anfänger	Anfänger	Verspätung einzelner Züge	einfach
B	Experte	Anfänger	Sperrung eines Bahnhofsgleises Verfrühung eines Zuges	komplexer
C	Experte	Experte	Liegenbleiben eines Zuges Verspätungen anderer Züge	sehr komplex

Tabelle 1: Zuordnung der Versuchspersonen zu den Nutzergruppen und den Szenarien

tem verschiedene standardisierte Fragebögen (z. B. die System Usability Scale [4] und der Fragebogen ISONORM [5]) an die Teilnehmer herausgegeben und von ihnen bearbeitet. Ebenso wurden in einem offenen Frageformat die Wünsche und Bedenken der Teilnehmer hinsichtlich der Software erhoben.

3.4 Datenauswertung

Nach der Durchführung der Tests wurden alle Informationsquellen systematisch ausgewertet. Die Datenauswertung erfolgte anonymisiert. Alle Daten wurden aggregiert, damit keine Rückschlüsse mehr auf einzelne Versuchsteilnehmer gezogen werden können.

Video- und Tonaufzeichnungen wurden detailliert analysiert, um einzelne Bedienschritte und Interaktionen mit der Software nachvollziehen zu können. Die Beobachtungen während des Versuchs und die Ergebnisse aus den Fragebögen wurden in diese Analyse integriert und ein zusammengefasster Ergebniskatalog wurde erstellt. Dieser beinhaltet sowohl die Stärken der Software als auch eine Übersicht mit gefundenen Usabilityproblemen. Daraus soll im Folgenden auszugswise berichtet werden.

3.5 Ergebnisse

Oberstes Ziel der Studie war eine Einschätzung der Usability des Dispositionssystems. Insgesamt kann die Usability der Dispositionsoftware als gut bewertet werden, wie die Ergebnisse der Befragung zeigen. Die Usability wurde anhand der System Usability Scale [4] mit 70,2 % bewertet. 100 % entspricht einer perfekten Usability, ab 70,0 % ist von einer guten Usability auszugehen. Ebenso belegen die Ergebnisse des Fragebogens ISONORM [5] das gute Ergebnis. Im Durchschnitt konnten von sieben maxi-

mal möglichen Punkten 4,9 erreicht werden (Bild 5), was einem positiven Ergebnis hinsichtlich der Dialoggestaltungsnorm DIN EN ISO 9241-110 [2] entspricht.

Auch die Videoauswertung liefert hinreichend Belege für eine gute Usability. Es konnten keine schwerwiegenden Usabilityprobleme identifiziert werden. Vielmehr wurden kleinere Probleme entdeckt, die sich jedoch in vielen Fällen schon durch ein Anpassen der Instruktion oder Auslegen zusätzlicher Informationen beheben lassen und damit unkritisch sind. Beispielsweise kann das Anzeigen eines zusätzlichen Fahrplans die Unterscheidung der planmäßigen und außerplanmäßigen Halte im Bahnhof unterstützen, da die aktuelle Darstellung nicht ausreichend beachtet wird. Visuell können die Nutzer Unterstützung durch eine größere Schrift oder dicker gezeichnete Linien bekommen, um zum einen die Identifikation der richtigen Zeit-Weg-Linie und zum anderen die Gleisbelegung im Bahnhof besser unterscheiden zu können. Auch wird durch eine größere Maustrefferfläche eine bessere Bedienbarkeit und Klickgenauigkeit erreicht, die bei manchen Teilnehmern ein gewisses Maß an Übung und ein wenig Geduld mit dem System erforderte.

Neben Problemen in der Usability, auf die in der Evaluation der Fokus gelegt wurde, um Verbesserungspotentiale zu identifizieren, sind natürlich auch viele positive Eigenschaften des Systems deutlich geworden.

Die Übersichtlichkeit und Einheitlichkeit der Darstellung im Dispositionsbereich wurde als sehr gut bewertet. Es wurde positiv angemerkt, dass man sehr schnell Konflikte erkennen kann. Auch werden die Dispositionsmaßnahmen als einfach auswählbar und intuitiv verständlich hervorgehoben. Diese Aussagen sind als Bestätigung der Systemqualität zu verstehen.

Es wurde weiterhin angemerkt, dass die Darstellung der einbrechenden Züge die Arbeit mit dem System erleichtert, da der Nutzer so einen guten Überblick über das Betriebsgeschehen bekommt. Dieser Zuwachs an Situationsbewusstsein kann vor allem für unerfahrene Nutzer einen Vorteil bedeuten.

Das System eignet sich besonders gut für die Lehre, da man Dispositionen ausprobieren und wieder verwerfen kann. Die Machbarkeit und die Wirkung möglicher Maßnahmen können direkt überprüft werden und werden erst nach ausdrücklicher Bestätigung gültig, was den Lerneffekt der Nutzer positiv beeinflusst (siehe auch Aspekt Lernförderlichkeit in Bild 5). Es steigen bei der Bedienung des Systems also nicht nur die Kompetenzen in der Benutzung der Software, auch ein Zugewinn an Kompetenz im Bereich des Bahnbetriebs wird erwartet.

4 Fazit und Ausblick: Potentiale zur Weiterentwicklung des Systems und der Kooperation

Um Entscheidungen für die Weiterentwicklung und Optimierung des Dispositionssystems zu treffen, wurde in der Usability-Untersuchung insbesondere die sehr kompakte Darstellung der Informationen auf der Bedienoberfläche genauer analysiert. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass trotz einer sehr hohen Informationsdichte die notwendige Übersichtlichkeit durch einfache und eindeutige Darstellungselemente gewährleistet werden kann. Lediglich einzelne Elemente sollten besser hervorgehoben werden. Die Versuchsteilnehmer konnten aus der Vielzahl der Informationen die für sie in der jeweiligen Situation notwendigen Informationen problemlos herausfiltern. Probleme in der Konflikterkennung oder durch zu viele Informatio-



BUG VERKEHRSBAU AG
BUG VERKEHRSBAU AG
 Landsberger Str. 265/Haus M, 12623 Berlin
 Tel.: 030 818 70 00, Fax: 030 818 70 01 90
Niederlassung Ulm
 Danziger Straße 1, 89250 Senden
 Tel.: 07307 927 39-0, Fax: 07307 927 39 29
Niederlassung Dresden
 Sachsenallee 5, 01723 Kesselsdorf
 Tel.: 035204 79 11 11, Fax: 035204 79 11 29
www.bug-ag.de, info@bug-ag.de





Wege in die Zukunft

Komplettlösungen im Gleis-, Tief-, Ingenieur- und Kabelbau nach dem Prinzip „Alles aus einer Hand“.

- Eisenbahnbau, Tram, Metro
- Gleisbau, Weichenbau, Schienenumbau
- Erdbau, Kabeltiefbau, Entwässerung
- Durchlässe, Bahnsteige, Bahnübergänge
- Ingenieur- und Brückenbau
- Kommunikations- und Elektrotechnik
- Videoüberwachungsanlagen
- LWL-Verkabelungen

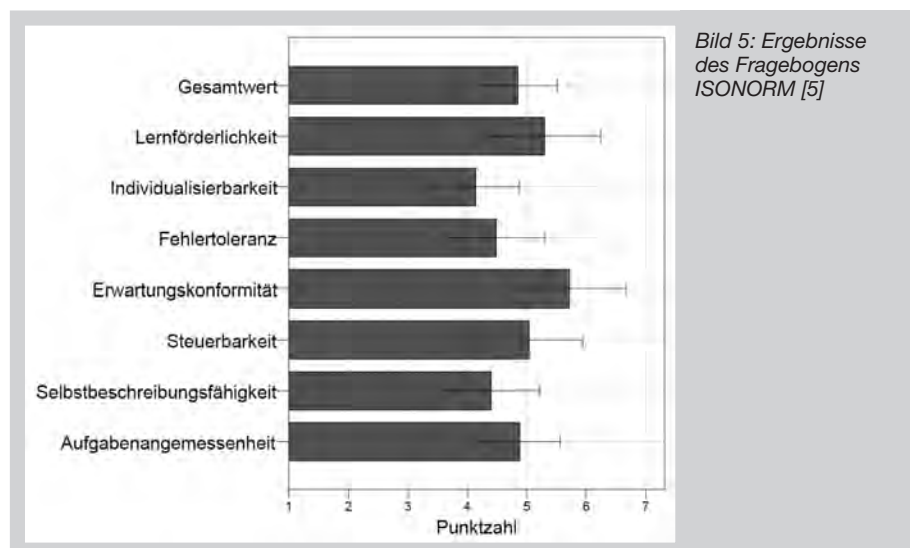


Bild 5: Ergebnisse des Fragebogens ISONORM [5]

nen traten nicht auf. Die Mausbedienung als Eingabemöglichkeit für Dispositionsentscheidungen in das Rechnersystem erwies sich als vorteilhaft und geeignet, den Arbeitsprozess des Disponenten effizient zu unterstützen. Hier sollte jedoch die Trefferfläche noch verbessert werden, um die Bedienung zu vereinfachen.

Damit konnte gezeigt werden, dass die Dispositionsoberfläche mit gewissen notwendigen Anpassungen sehr gut für den Einsatz in der Lehre eignet. Bei einem Einsatz im realen Betrieb ist zu erwarten, dass die Dispositionsarbeit effektiv erledigt werden könnte. Grundsätzlich wäre das entwickelte Dispositionssystem zum Beispiel auch für den sogenannten „steuernden Durchgriff“, also die situationsaktuelle Änderung der Zuglenkdaten für die automatische Zuglenkung, geeignet. Das Eisenbahnbetriebslabor möchte mit dem System zumindest Anregungen für die aktuelle Weiterentwicklung der Betriebszentralen geben, nicht zuletzt durch die entsprechende Ausbildung von fachlichem Nachwuchs.

Des Weiteren hat sich gezeigt, dass die Usability-Evaluation einen wichtigen Schritt in der Systementwicklung darstellt, da Stärken und Schwächen des

Systems unter kontrollierten Bedingungen erhoben werden können, die Aussagen über die Systemqualität liefern. Außerdem eignet sich die Infrastruktur des Eisenbahnbetriebslabors sehr gut für die Durchführung von Usability-Tests von Bedienoberflächen. Daher soll die Kooperation zwischen Eisenbahnbetriebslabor und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. intensiv fortgeführt werden. Zum einen im Hinblick auf die Implementierung neuer Bedienoberflächen (z. B. für den FdL-Arbeitsplatz) im Eisenbahnbetriebslabor und die Durchführung der entsprechenden Usability-Tests durch das DLR. Zum anderen kann diese Verknüpfung von Kompetenzen im Bereich Bahn- und Laborinfrastruktur und in der Studiendurchführung und nutzerzentrierten Gestaltung von Bahnsystemen (DLR) ein interessanter Ansatzpunkt für eine Forschungspartnerschaft mit Betreibern und Herstellern im Hinblick auf die Gestaltung benutzungsfreundlicher Bediensysteme sein.

LITERATUR

- [1] Mayhew, D. J.: The Usability Engineering Lifecycle. Morgan Kaufmann, 1999
- [2] DIN Deutsches Institut für Normung e.V.:

Ergonomische Anforderungen der Mensch-System-Interaktion – Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO/DIS 9241 – 110:2004), 2004

[3] Lewis, C. H.: Using the „Thinking Aloud“ Method. In: Cognitive Interface Design. IBM, RC-9265, 1982

[4] Brooke, J.: SUS: a „quick and dirty“ usability scale. In: Jordan, P. W.; Thomas, B.; Weerdmeester, B. A.; McClelland, A. L.: Usability Evaluation in Industry, 1996

[5] Prümper, J.: Der Benutzungsfragebogen ISONORM 9241/10: Ergebnisse zur Reliabilität und Validität. In: Liskowski, R.; Velichkovsky, B. M.; Wünschmann, W.: Software-Ergonomie '97 - Usability Engineering: Integration von Mensch-Computer-Interaktion und Software-Entwicklung, 1997

Die Autoren

Sandra Dietsch, M.Sc.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Gruppe Rail Human Factors
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Verkehrssystemtechnik
Anschrift: Lilienthalplatz 7,
D-38108 Braunschweig
E-Mail: sandra.dietsch@dlr.de

Dr.-Ing. Michael Huth
Freier Mitarbeiter des Eisenbahnbetriebslabors
TU Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“
Anschrift und E-Mail:
Kontakt über Dr.-Ing. Eric J. Schöne

Dipl.-Ing. Hartmut Meier
Stellvertretender Leiter des Eisenbahnbetriebslabors
TU Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“
Anschrift: Hettnerstraße 3,
D-01062 Dresden
E-Mail: hartmut.meier@tu-dresden.de

Dr. Anja Naumann
Leiterin der Gruppe Rail Human Factors
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Verkehrssystemtechnik
Anschrift: Lilienthalplatz 7,
D-38108 Braunschweig
E-Mail: anja.naumann@dlr.de

Dr.-Ing. Eric J. Schöne
Leiter des Eisenbahnbetriebslabors der TU Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“
Anschrift: Hettnerstraße 3,
D-01062 Dresden
E-Mail: eric.schoene@tu-dresden.de

■ SUMMARY

Evaluation of a user interface at the Integrated Railway Laboratory of TU Dresden

In a joint research project of the Integrated Railway Laboratory at TU Dresden and the German Aerospace Center, a train dispatching system developed by the Railway Laboratory was tested regarding the usability of the user interface. Aim was to give recommendations for further system development, especially regarding the rather compact graphic presentation of information. As the results of the study show, the usability of the system is good. The results also show that the collaboration of TU Dresden and DLR can give relevant recommendations regarding the user centered design of user interfaces in railway systems.