

Evaluation von Icons für LED-basierte Haltestellenanzeiger im öffentlichen Personennahverkehr

Franka WEHR, Ludger SCHMIDT

*Fachgebiet Mensch-Maschine-Systemtechnik, Universität Kassel
Mönchebergstraße 7, D-34125 Kassel*

Kurzfassung: In der hier vorgestellten Laborstudie wurde die Interpretierbarkeit von Fahrgastinformationen zur Belegung von Mehrzweckflächen (MZF) in einer Straßenbahn über einen realen LED-basierten Anzeiger und die Auswirkung dieser Fahrgastinformation auf das voraussichtliche Nutzungsverhalten untersucht. Dafür wurden im Within-Subject Design (N = 30) drei Darstellungsvarianten zur MZF-Belegung hinsichtlich Interpretationszeit, Fehlerfreiheit der Entscheidung und subjektiver Entscheidungssicherheit verglichen. Weiterhin wurde auf Basis des TAM-Modells die wahrgenommene Nützlichkeit erhoben. Die Ergebnisse zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Darstellungsvarianten. Die Fahrgastinformation zur Belegung von MZF wurde insgesamt als nützlich wahrgenommen.

Schlüsselwörter: Fahrgastinformation, Belegungszustand, Icons, Mobilität, öffentlicher Personennahverkehr, Haltestellenanzeiger

1. Einleitung

Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) spielt für die Mobilität der Gesellschaft in den Städten gerade auch im Kontext der aktuell diskutierten Verkehrswende vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit eine herausragende Rolle. Fahrgastinformationen in Echtzeit helfen Fahrgästen dabei, ihre Reise flexibel zu planen. Die Fahrgastinformation unterstützt das Ziel, Neukunden zu generieren und bestehende Kunden zu binden (FSGV 2009). Nach Beul-Leusmann et al. (2013) können zuverlässige Fahrgastinformationssysteme zur Steigerung der Fahrgastzahlen im ÖPNV beitragen, indem sie den Reisekomfort und die Nutzerakzeptanz erhöhen. Durch Erfüllung von Nutzererwartungen kann Zufriedenheit generiert werden, die vor dem Hintergrund der Service-Erfolgskette zur Kundenbindung beitragen kann (Meffert et al. 2018).

Zhang et al. (2017) stellten fest, dass 97 % der Probanden echtzeitbasierte Belegungsinformationen in Form einer Projektion von Wagons in unterschiedlicher Farbe auf einer Anzeigefläche über dem Bahnsteig erkannten und 85 % sie als nützlich für ihre Reiseplanung empfanden. In einer Studie von Kim et al. (2019) wurden detaillierte Belegungsinformationen wie beispielsweise die Anzahl verfügbarer oder belegter Sitzplätze von den Versuchspersonen als notwendig erachtet. Während es zur Anzeige von Gesamtfahrzeug- und Wagenbelegungen an Haltestellen technische Umsetzungen, z. B. in Form von farbigen LED-Streifen in Betonplatten, und erste Erkenntnisse zu ihrer Wirkung gibt, liegen Studien zur Belegungsanzeige der MZF in Bussen und Bahnen jedoch noch nicht vor und waren Anlass für die nachfolgende Untersuchung.

Im BMBF-geförderten Forschungsprojekt U-hoch-3 sollen Echtzeitinformationen über die aktuellen Belegungszustände zukünftig u. a. über Haltestellenanzeiger an

den Fahrgast weitergegeben werden (Schmidt et al. 2018). Für Fahrgäste mit Mobilitätshilfen, Kinderwagen und Fahrrädern oder großem Gepäck ist der Belegungszustand der Mehrzweckflächen (MZF) eine wichtige Fahrgastinformation (Klingauf et al. 2019). Die Darstellung dieser auf Dynamischen Fahrgastinformations-(DFI)-Anzeigern an Haltestellen ist noch weitestgehend unerforscht. Für die Darstellung kommen sowohl Text als auch Icons in Frage. Icons sind platzsparender, können viele Informationen übermitteln und gegenüber Wörtern besser unterschieden werden (Maguire 1985). Bezogen auf die beschränkten grafischen Darstellungsmöglichkeiten und Platzverfügbarkeiten auf LED-basierten DFI-Anzeigern bieten Icons somit einen Vorteil gegenüber textlichen Informationen. Nach Böcker (1996) besteht bei Icons jedoch ein höheres Risiko, fehlinterpretiert zu werden, weshalb es wichtig ist, Icons hinsichtlich ihres Einsatzes für Benutzungsschnittstellen empirisch zu evaluieren.

In dieser Studie wurde untersucht, wie Fahrgastinformationen zum Belegungszustand von MZF in einer Straßenbahn über einen DFI-Anzeiger hinsichtlich Schnelligkeit und Zuverlässigkeit interpretiert werden. Hierfür wurden folgende Hypothesen geprüft: Die Icons zur Belegungsinformation der MZF werden unterschiedlich schnell (H1) und unterschiedlich zuverlässig (H2) interpretiert. Die Icons zur Belegungsinformation der MZF führen zu unterschiedlichen Entscheidungssicherheiten (H3).


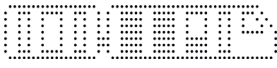

Des Weiteren beschäftigte sich diese Studie damit, welche Aussagen über den Einfluss der neuen Fahrgastinformation zum Belegungszustand der MZF auf das voraussichtliche Nutzungsverhalten getroffen werden können. Eine Grundlage hierfür bildete das TAM-Modell von Davis (1993). Für die Studie wurde angenommen, dass die wahrgenommene Nützlichkeit analog zu den Feststellungen von Davis (1993) einen starken Einfluss auf die tatsächliche Nutzung besitzt. Demzufolge ist von einer tatsächlichen Nutzung der Belegungsinformation auf DFI-Anzeigern zum Auffinden einer freien MZF auszugehen, sofern das System als nützlich wahrgenommen wird.

2. Methode

2.1 Darstellungsentwürfe

Für die Studie standen drei Entwürfe zur Darstellung des Belegungszustandes von MZF einer Straßenbahn mit Beiwagen auf DFI-Anzeigern zur Verfügung, die sich in ihrem Aufbau unterscheiden, jedoch dieselbe Anzahl belegter, teilweise belegter und freier MZF aufweisen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Untersuchte Icons und Komplexitätswerte

Darstellungsvariante	Bezeichnung	Komplexitätswert	Detailgrad
	A	63	hoch
	B	40	mittel
	C	31	niedrig

Die Darstellung unterscheidet zwischen Doppeltüren, hinter denen sich die MZF befinden, und einzelnen Türen. Die Fahrtrichtung der Bahn wird mithilfe der Darstellung des Führerstandes, durch eine schräge Front und einem Fenster, kommuniziert.

Die Iconvarianten wurden entsprechend der Komplexitätsmetrik nach García et al. (1994) anhand der Anzahl einzelner Gestaltungselemente und Details bewertet. Je höher der Komplexitätswert ist, desto bildhaft-konkreter wird ein Icon interpretiert (García et al. 1994).

2.2 Messung

In einem demografischen Fragebogen wurden Alter, Geschlecht, Tragen einer Sehhilfe, Erwerbstätigkeit und die durchschnittliche Häufigkeit der Nutzung des ÖPNV abgefragt. Als Interpretationszeit wurde in dem Untersuchungsszenario die Zeit von der Darstellung einer Variante bis zur Entscheidung für eine Einstiegstür gemessen. Um die Richtigkeit der Interpretation zu erheben, wurde die Fehlerquote verwendet. Als richtig zählten die Entscheidungen für eine Einstiegstür mit freier oder teilweise freier MZF dahinter. Die Wahl einer belegten MZF wurde als falsch gewertet. Die Erhebung der Sicherheit über die Entscheidung erfolgte auf einer siebenstufigen Ordinalskala von 1 = „sehr unsicher“ bis 7 = „sehr sicher“. Zur Beantwortung der Forschungsfrage, ob die Fahrgastinformationen zur Belegung der MZF unabhängig von den drei Darstellungsvarianten als nützlich wahrgenommen und somit später voraussichtlich genutzt werden, wurde die wahrgenommene Nützlichkeit (Perceived Usefulness) als Konstrukt des TAM nach Davis et al. (1989) in einer auf das vorliegende System angepassten Wortwahl erhoben. Die Aussagen der sechs Items bezüglich Belegungsinformation zu MZF wurden mit einer siebenstufigen Likert-Skala von 1 = „Stimme gar nicht zu“ bis 7 = „Stimme voll und ganz zu“ von den Probanden bewertet. Eine Erhebung der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung (Perceived Ease of Use) erfolgte nicht, da dieses Konstrukt einen schwächeren Einfluss auf die Nutzungsintention besitzt (Davis 1993) und die zugehörigen Items sich stark auf eine Interaktion in Form einer System-Bedienung beziehen, was im Falle der reinen Informationsdarstellung am DFI-Anzeiger nicht vorliegt.

2.3 Versuchsaufbau und -ablauf

Die Darstellungsvarianten wurden auf einem DFI-Anzeiger des Typs FLED 56A-Q der Firma LUMINO mit einer Auflösung von 64 x 128 LED-Pixeln angezeigt. Der DFI-Anzeiger war von oben an der Decke montiert und fest positioniert. Die Probanden nahmen an einem höhenverstellbaren Tisch Platz. Für das Erfassen der Interpretationszeit wurden zwei Kameras auf Stativen installiert, die die Fragebogen-aufzeichnung und den DFI-Anzeiger mit Bild und Ton dokumentierten (Abbildung 1).



Abbildung 1: Versuchsaufbau und DFI-Anzeiger mit Darstellungsvariante A

Nach der Vorstellung des Versuchsablaufs, dem Lesen der schriftlichen Information zur Studienteilnahme und dem Beantworten etwaiger Fragen durch die Versuchsführung wurde die Einwilligung zur Teilnahme am Versuch und der demografische Fragebogen ausgefüllt. Anschließend lasen die Probanden die Szenariobeschreibung und Informationen zu MZF durch. Es folgte ein Testlauf inkl. beispielhaftem Fragebogen zur Verdeutlichung des Ablaufs. In diesem Testdurchlauf wurde ein Icon eines Busses genutzt, das optisch den Darstellungsentwürfen zu MZF in der Straßenbahn ähnelte. Im Anschluss folgten drei Versuchsdurchläufe mit den zu untersuchenden Icons, bei denen die Probanden im Rahmen des Szenarios den Einstieg wählten, hinter dem sie eine freie MZF vermuteten. Sie markierten diesen auf dem Fragebogen anhand einer entsprechenden Grafik der Straßenbahn und nannten die Nummer des Einstiegs laut. Der Testdurchlauf und die drei Versuchsdurchläufe wurden im Stehen durchgeführt, um eine möglichst realitätsnahe Situation zu simulieren. Dafür wurde der Tisch an die Körpergröße der Probanden angepasst. Aufgrund des Within-Subject Designs wurde die Reihenfolge der Darstellungsvarianten ausbalanciert, um Sequenzeffekte auszugleichen. Den Schluss des Fragebogens bildete der angepasste TAM-Fragebogen zum Nutzungsverhalten.

3. Ergebnisse

An der Laborstudie nahmen 30 Probanden teil. Zu den Versuchspersonen zählten sieben weibliche und 23 männliche Studienteilnehmer:innen im Alter zwischen 17 und 54 Jahren ($M = 27,2$ Jahre; $SD = 8,3$ Jahre). 15 Teilnehmer:innen nutzten eine Sehhilfe. Die Stichprobe bestand aus 21 Studierenden, acht erwerbs- bzw. berufstätigen Personen sowie einer Schülerin. Zehn Versuchspersonen nutzen den ÖPNV vier bis sechs Tage pro Woche, acht weitere ein bis drei Tage pro Woche. Fünf Personen nutzen den ÖPNV ein bis drei Tage pro Monat, vier Versuchspersonen nutzen den ÖPNV an weniger als einem Tag im Monat und eine Person nie.

Zur Überprüfung der Hypothese H1, dass die Icons zur Belegungsinformation der MZF unterschiedlich schnell interpretiert werden, wurden die Voraussetzungen für eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung geprüft, da nach Shapiro-Wilk-Test jedoch bei allen drei Varianten keine Normalverteilung ($p < 0,001$) vorlag, wurde stattdessen ein nicht-parametrischer Friedman-Test durchgeführt, der ergab, dass sich die Interpretationszeiten für die drei Varianten nicht signifikant voneinander unterscheiden ($\chi^2 = 1,667$; $df = 2$; $p = 0,435$).

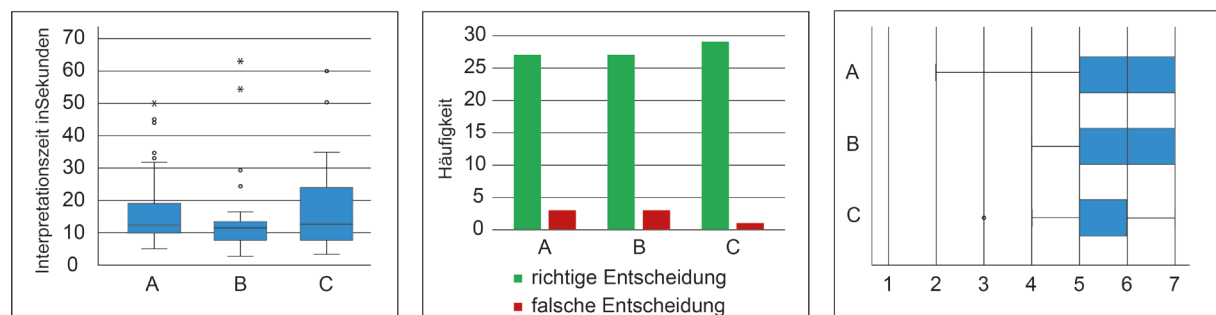


Abbildung 2: Interpretationszeiten (links), Zuverlässigkeit der Interpretation (mittig) und Entscheidungssicherheit (rechts) ($n = 30$)

Abbildung 2 links zeigt die Interpretationszeiten für die drei Darstellungsvarianten. Die Interpretationszeit bei Variante A betrug zwischen 4,8 s und 49,9 s ($M = 17,5$ s;

SD = 12,6 s), bei Variante B zwischen 2,6 s und 63,0 s ($M = 14,2$ s; $SD = 13,4$ s) sowie bei Variante C zwischen 3,4 s und 59,9 s ($M = 17,0$ s; $SD = 13,5$ s).

Abbildung 2 zeigt mittig die Zuverlässigkeit der Interpretation. Für die Überprüfung der Hypothese H2, dass die Icons zur Belegungsinformation der MZF unterschiedlich zuverlässig interpretiert werden, wurde ein Cochran-Q-Test durchgeführt, da in den abhängigen Stichproben eine nominalskalierte abhängige Variable mit dichotomer Ausprägung vorlag (Heller & Rosemann 1974). Hinsichtlich der Richtigkeit der Interpretation lag kein signifikanter Unterschied vor ($\chi^2 = 2,000$; $df = 2$; $p = 0,368$).

Die subjektive Entscheidungssicherheit ist in Abbildung 2 rechts dargestellt. Gemessen am Median waren sich die Versuchspersonen insgesamt bei allen Varianten in ihrer Entscheidung „ziemlich sicher“ ($M_d = 6,0$; A & B: $IQR = 2$; C: $IQR = 1$). Zur Prüfung der Hypothese H3, dass die Icons zum Belegungszustand von MZF zu unterschiedlichen Entscheidungssicherheiten führen, wurde für die ordinalskalierten Daten ein Friedman-Test durchgeführt. Es zeigt sich, dass sich die Entscheidungssicherheiten für die drei Varianten nicht signifikant unterscheiden ($\chi^2 = 0,389$; $df = 2$; $p = 0,823$).

Für die Auswertung der wahrgenommenen Nützlichkeit orientierte sich das Vorgehen an Berkemeier et al. (2018). Zunächst wurden Mittelwert und Median pro Versuchsperson über die sechs Items gebildet, um die Aggregation zum TAM-Konstrukt der wahrgenommenen Nützlichkeit vorzunehmen (Berkemeier et al. 2018). Es ergab sich ein Mittelwert von 5,9 sowie ein Median von 6,5. Dies entspricht auf der verwendeten siebenstufigen Likert-Skala einer deutlichen Zustimmung zu den Aussagen, die die Nützlichkeit der Belegungsinformation zu MZF auf DFI-Anzeigern verkörpern.

4. Diskussion und Fazit

Zwischen den drei Darstellungsvarianten konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Bei allen drei Varianten wurden überwiegend richtige Entscheidungen für einen Einstieg getroffen. Hieraus lässt sich schließen, dass die Versuchspersonen die Belegungsinformation zu MZF zuverlässig interpretierten. Allerdings deuten die Ergebnisse auch darauf hin, dass die Fahrgastinformationen vereinzelt konsequent missverstanden werden könnten. Insgesamt führten alle drei Varianten auch bei falschen Entscheidungen zu *sicheren* bis *sehr sicheren* Entscheidungen. Dieses Ergebnis scheint unabhängig von der jeweiligen Variante zu sein, welche die Belegungsinformationen auf dem DFI-Anzeiger vermittelte. Insgesamt erscheinen grundsätzlich alle drei Varianten für die Vermittlung der Belegungsinformationen zu MZF geeignet.

Aufgrund ausschließlich positiver Zustimmungswerte zu den abgefragten TAM-Items kann davon ausgegangen werden, dass die Belegungsinformation von MZF auf DFI-Anzeigern von den Versuchspersonen insgesamt als nützlich wahrgenommen wird und mit positiver Nutzungsakzeptanz einhergeht. Unter der getroffenen Annahme, dass die wahrgenommene Nützlichkeit einen starken Einfluss auf die tatsächliche Nutzung besitzt (Davis 1993), ist anzunehmen, dass die Versuchspersonen die Information über den Belegungszustand auf DFI-Anzeigern zukünftig nutzen werden, um freie MZF ausfindig zu machen und somit unbeschwerter mit dem ÖPNV unterwegs zu sein.

Die Fahrgastinformationen zum Belegungszustand von MZF einer Straßenbahn werden über einen DFI-Anzeiger in angemessener Zeit und überwiegend zuverlässig interpretiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Versuchspersonen die neue Fahrgastinformation für eine unbeschwerte Reise mit dem ÖPNV voraussichtlich nutzen werden.

5. Literatur

- Beul-Leusmann S, Jakobs E-M, Ziefle M (2013) User-centered design of passenger information systems. In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg): 2013 IEEE International Professional Communication Conference (IPCC). Vancouver 2013, Piscataway, 1–8.
- Böcker M (1996) A multiple index approach for the evaluation of pictograms and icons. In: Computer Standards & Interfaces 18, Nr. 2, 107–115.
- Davis F D (1993) User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. In: International Journal of Man-Machine Studies 38, Nr. 3, 475–487.
- Davis F D, Bagozzi R P, Warshaw P R (1989) User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. In: Management Science 35, Nr. 8, 982–1003.
- FSGV - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg) (2009) Hinweise zur Fahrgastinformation im öffentlichen Verkehr. Köln: FGSV-Verlag, (FGSV W1 - Wissensdokumente Bd. 151).
- García M, Badre A N, Stasko J T (1994) Development and validation of icons varying in their abstractness. In: Interacting with Computers 6, Nr. 2, 191–211
- Heller K A, Rosemann B (1974) Planung und Auswertung empirischer Untersuchungen: Eine Einführung für Pädagogen, Psychologen und Soziologen. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- Kim J, Preston J, Revell K (2019) Investigating the effect of train occupancy information. Abgerufen am 14. November, 2021. <https://publications.ergonomics.org.uk/publications/investigating-the-effect-of-train-occupancy-information.html>.
- Klingauf A, Hegenberg J, Lambrecht F, Bieland D, Schmidt L, Sommer C (2019) Nutzeranforderungen an ein Assistenzsystem für den ÖPNV. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg) Arbeit interdisziplinär analysieren - bewerten - gestalten: 65. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, Dresden. Dortmund: GfA-Press, 2019, 1-6 (B.2.6).
- Maguire M C (1985) A review of human factors guidelines and techniques for the design of graphical human-computer interfaces. In: Computers & Graphics 9, Nr. 3, 221–235.
- Meffert H, Bruhn M, Hadwich K (2018) Dienstleistungsmarketing: Grundlagen - Konzepte - Methoden. 9. Aufl. Wiesbaden, Springer Gabler.
- Schmidt L, Hegenberg J, Klingauf A, Sommer C, Bieland D, Lambrecht F (2018) U-hoch-3 - unbeschwert urban unterwegs : Schlussbericht der 1. Förderphase. <https://doi.org/10.2314/KXP:1676415963>, 20.09.2021.
- Zhang Y, Jenelius E, Kottenhoff K (2017) Impact of real-time crowding information: a Stockholm metro pilot study. In: Public Transport 9, Nr. 3, 483–499.

Das Vorhaben U-hoch-3 wird mit Mitteln des BMBF unter dem Förderkennzeichen 16SV8241 gefördert. Wir danken den Projektpartnern für ihre Unterstützung.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

GfA-Press

Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022

**Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2022
ISBN 978-3-936804-31-7

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

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de