

Nutzererwartungen an die Dialogeigenschaften innovativer Technologien

Patricia H. ROSEN, Patricia TEGTMEIER, Jan TERHOEVEN, Sarah SOMMER,
Sascha WISCHNIEWSKI

*Fachgruppe „Human Factors, Ergonomie“
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund*

Kurzfassung: Neue digitale Technologien können Arbeitstätigkeiten und Arbeitssysteme verändern. Die Gebrauchstauglichkeit ist ein wesentliches Merkmal, das bei der Gestaltung interaktiver Systeme zu berücksichtigen ist. Die DIN EN ISO 9241 beschreibt hierzu Grundsätze, die zur Bewertung und gebrauchstauglichen Gestaltung innovativer Technologien herangezogen werden können. Der vorliegende Beitrag fasst Nutzererwartungen an die Gebrauchstauglichkeit respektive an die Dialogeigenschaften unterschiedlicher Assistenztechnologien aus drei verschiedenen Forschungsvorhaben zusammen. Dabei handelt es sich um einen Tablet-PC, eine Datenbrille und ein mobiles Robotersystem. Die vergleichenden Analysen zeigen, dass potentielle Nutzer das Vorhandensein der Dialogprinzipien am stärksten bei dem Robotersystem erwarten. Dahingegen erwarten potentielle Nutzer die geringste positive Ausprägung hinsichtlich der einzelnen Dialogprinzipien von der Datenbrille. Um eine beschäftigtenzentrierte System Einführung zu ermöglichen, sind die unterschiedlichen Nutzererwartungen im Verlauf der Vorhaben zu berücksichtigen.

Schlüsselwörter: Dialoggestaltung, Usability, Nutzererleben

1. Einleitung

Die Integration moderner Informations- und Kommunikationstechnologien in die Arbeitswelt resultiert in bedeutenden Auswirkungen auf die Inhalte und Anforderungen zukünftiger Arbeitssysteme (BMAS 2017). Im Zuge dieser Digitalisierung ist als Grundlage eines leistungsfähigen Informationsmanagements der schrittweise Einzug cyber-physischer Systeme (CPS) in die Produktion zu verzeichnen (Keller et al. 2017). Hierzu sind neben der rein technologischen Sichtweise insbesondere Aspekte der menschengerechten Arbeits- und Technikgestaltung zu berücksichtigen, um eine hohe Akzeptanz und optimale Beanspruchung der Beschäftigten zu gewährleisten.

Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht spielt bei der Nutzung von Assistenzsystemen vor allem auch die Gebrauchstauglichkeit eine entscheidende Rolle (Grauel et al. 2014). Denn gemäß §3 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV, 2015) müssen Unternehmen vor der Verwendung neuer Arbeitsmittel im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung insbesondere die „Gebrauchstauglichkeit einschließlich der ergonomischen, alters- und altersgerechten Gestaltung“ berücksichtigen.

Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit im Rahmen der Mensch-System-Interaktion (MSI) sind für Produkte, Systeme sowie Dienstleistungen durch die DIN EN ISO 9241-11 (2018) definiert. Hiernach wird für die Gestaltung einer gebrauchst-

taugliche Mensch-System-Interaktion (MSI) die Orientierung an den folgenden sieben Dialogeigenschaften empfohlen (DIN EN ISO 9241-110:2008): Aufgabenangemessenheit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Fehlerrobustheit, Erlernbarkeit und Individualisierbarkeit. Dabei stellt sich die Frage, ob diese Dialogeigenschaften für unterschiedliche Technologien nicht auch unterschiedlich bedeutsam sind. Ziel der im Folgenden beschriebenen Analyse war daher eine Gegenüberstellung verschiedener Nutzererwartungen an die Dialogeigenschaften für drei unterschiedliche innovative Assistenzsysteme.

2. Methode

Die industrielle Nutzung mobiler digitaler Arbeitsassistenzsysteme wurde unabhängig in drei verschiedenen Projekten mit unterschiedlichen Anwendungsfällen und Technologien an Pilotarbeitsbereichen untersucht:

- Anwendungsfall Tablet: Im Zuge des Projekts MyCPS wurde ein räumlich verteiltes Assistenzsystem in der Instandhaltung mit Tablet-PCs als digitalem Werkzeug umgesetzt. Bei Störungen können Beschäftigte an den Maschinen damit direkt Meldungen an die verschiedenen Instandhaltungsbereiche eingeben und sofort einen Arbeitsauftrag erstellen. Gleichzeitig können diese Meldungen von den zwei Instandhaltungsbereichen Mechanik und Elektrik durchgängig und ortsunabhängig eingesehen.
- Anwendungsfall Datenbrille: Für zwei verschiedene Szenarien der Elektronikfertigung im Projekt Glass@Service wird die Unterstützung durch eine Datenbrille als Assistenzsystem angestrebt: Auf der einen Seite wird der Einsatz des Assistenzsystem für die Kommissionierung im Rahmen der Lagerlogistik untersucht. Auf der anderen Seite gilt es, Beschäftigte beim Rüsten von Bestückungsautomaten für Surface-Mounted Devices zu unterstützen.
- Anwendungsfall mobiles Robotersystem: Im Projekt Hybr-iT soll in zwei unterschiedlichen Szenarien ein mobiles Robotersystem zum Einsatz kommen. Ein Szenario stellt die Fahrzeugmontage mit einer schnellen Taktgeschwindigkeit dar. Das zweite Szenario ist die Flügelmontage im Flugzeugbau mit einer geringen Taktgeschwindigkeit. Ziel in beiden Szenarien ist es, dass das mobile Robotersystem entweder durch die Werker selber zu den Einsatzorten für verschiedene Assistenzaufgaben gerufen werden kann oder durch ein übergeordnetes Planungssystem bereitgestellt wird.

In allen drei Anwendungsfällen wurden vor Einführung der Technologie die Erwartungen bezüglich der Gebrauchstauglichkeit über die Dialogprinzipien nach DIN EN ISO 9241-110 (2008) quantitativ über Fragebögen erhoben. Aufgrund der eingeschränkten Vergleichbarkeit mit weiteren Arbeitsplätzen der jeweiligen Anwendungspartner wurde in allen drei Projekten ein Ein-Gruppen-Versuchsplan realisiert.

2.1 Stichprobe

Die Teilnahme an der Befragung stand allen Beschäftigten der drei Anwendungsfälle frei. Insgesamt lagen aus den drei Projekten Daten von $N = 80$ Beschäftigten vor. Davon entfielen $N = 21$ aus dem Tablet-Anwendungsfall, $N = 42$ aus dem Projekt zum Einsatz von Datenbrillen sowie $N = 17$ zum Einsatzszenario eines mobilen Ro-

botersystems in der Flügelmontage. Alter und Geschlecht konnten aus Datenschutzgründen nicht erhoben werden.

2.2 Material

Die Abfrage der Erwartungen erfolgte über einen selbstentwickelten Kurzfragebogen, der je eine Frage zu den sieben Dialogprinzipien (Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Lernförderlichkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Individualisierbarkeit, Fehlertoleranz) enthielt. Alle Antworten erfolgten auf 5-stufigen Likert-Skalen (1 = stimmt nicht, 5 = stimmt sehr).

2.3 Statistische Auswertung

Mit Blick auf die unterschiedlichen Stichprobengrößen in den drei Anwendungsfällen sowie deren Varianzheterogenität wurde für die inferenzstatistische Auswertung der Welch-Test eingesetzt. Post-hoc-Tests zur Ermittlung bedeutsamer Unterschiede zwischen den in den drei Anwendungsfällen untersuchten Technologien wurden mittels Games-Howell berechnet. Die Irrtumswahrscheinlichkeit für den α -Fehler bei zweiseitiger Testung wurde für alle Analysen auf 5 % festgelegt.

3. Ergebnisse

Die in den drei Anwendungsfällen ausgewählten digitalen Technologien hatten einen signifikanten Einfluss auf die Nutzererwartungen an das Dialogprinzip der Aufgabenangemessenheit (Welch-Test $F(2,38.35) = 6,094$, $p = .005$), der Selbstbeschreibungsfähigkeit (Welch-Test $F(2,35.46) = 3,933$, $p = .029$) sowie der Steuerbarkeit (Welch-Test $F(2,37.72) = 18,381$, $p < .001$). Mittelwerte und Standardabweichungen je Dialogprinzip und Anwendungsfall finden sich in der nachfolgenden Tabelle.

Tabelle 3-1: *Arithmetische Mittel und Standardabweichungen der Nutzererwartungen je Dialogprinzip und Anwendungsfall*

| Dialogprinzip | Anwendungsfall / Technologie | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----|-------------|-----|--------|-----|
| | Roboter | | Datenbrille | | Tablet | |
| | M | SD | M | SD | M | SD |
| Aufgabenangemessenheit | 3,8 | 0,6 | 3,2 | 0,8 | 3,1 | 1,1 |
| Erlernbarkeit | 3,8 | 0,7 | 3,7 | 0,7 | 4,0 | 0,8 |
| Selbstbeschreibungsfähigkeit | 3,8 | 1,1 | 3,0 | 0,9 | 3,4 | 0,9 |
| Steuerbarkeit | 4,3 | 0,8 | 2,9 | 0,9 | 3,5 | 1,1 |
| Erwartungskonformität | 3,8 | 1,0 | 3,3 | 0,7 | 3,1 | 1,3 |
| Fehlerrobustheit | 3,1 | 1,6 | 2,9 | 1,0 | 3,0 | 1,4 |
| Individualisierbarkeit | 3,6 | 1,1 | 3,0 | 1,0 | 2,9 | 1,3 |

Für die Aufgabenangemessenheit lagen die Nutzererwartungen im Roboter-Anwendungsfall über denen zur Datenbrillen- und zur Tablet-Anwendung (vgl. Abbildung 3-1). Der Games-Howell post-hoc Test zeigte einen signifikanten

Unterschied in den Erwartungswerten des Roboter- und des Datenbrillen-Anwendungsfalls (0.66, 95%-CI[0.17, 1.14], $p = .006$) sowie zwischen dem Roboter- und dem Tablet-Anwendungsfall (0.73, 95%-CI[0.01, 1.45] $p = .046$).

Auch hinsichtlich der Selbstbeschreibungsfähigkeit wurden im Roboter-Anwendungsfall die höchsten Erwartungswerte angegeben. Für die Datenbrille waren die Erwartungswerte am geringsten. Der Games-Howell post-hoc Test ergab hier einen signifikanten Unterschied ($p = .042$) für die mittlere Erwartung (0.77, 95%-CI[0.02, 1.51]). Die Angaben aus dem Tablet-Anwendungsfall unterschieden sich nicht signifikant von den beiden anderen Gruppen ($p = .563$ Roboter bzw. $p = .172$ Datenbrille).

Wie für die beiden zuvor genannten Dialogprinzipien waren im Roboter-Anwendungsfall die Erwartungen an die Steuerbarkeit am höchsten mit signifikanten Unterschieden im post-hoc Vergleich zum Tablet (-0.77, 95%-CI[-1.51, -0.04], $p = .038$) ebenso wie zur Datenbrille (-1.41, 95%-CI[-1.98, -0.84], $p < .001$). Tablet und Datenbrille unterschieden sich im Games-Howell post-hoc Test nicht signifikant voneinander (0.64, 95%-CI[-1.31, -0.02], $p = .061$).

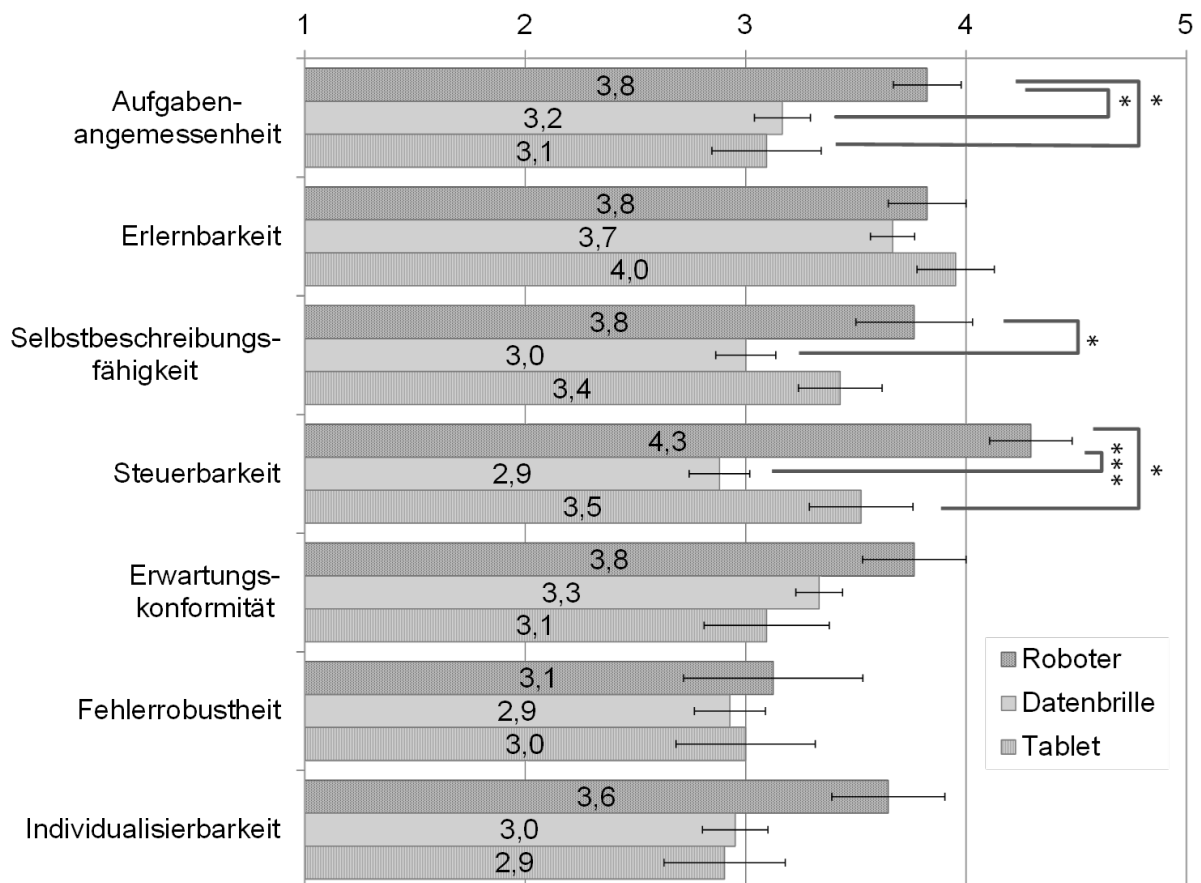


Abbildung 3-1: Arithmetische Mittel der Nutzererwartungen je Dialogprinzip und Anwendungsfall, Fehlerbalken zeigen den Standardfehler ***: $p < .001$ * $p < .05$

4. Diskussion

Die vergleichenden Analysen zeigen, dass sich die Nutzererwartungen an die Gebrauchstauglichkeit im Hinblick auf die drei Assistenzsysteme vor der Einführung der Technologie unterscheiden. Die befragten Beschäftigten erwarten das Vorhandensein der Dialogprinzipien am stärksten im Fall des mobilen Robotersystems. Dies zeigt sich am deutlichsten für die drei Aspekte Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit sowie Steuerbarkeit. Dahingegen erwarten potentielle Nutzer die geringste positive Ausprägung hinsichtlich der einzelnen Dialogprinzipien von der Datenbrille.

Mögliche Gründe für die Unterschiede in den Erwartungen können zum einen an den verschiedenen Betriebspopulationen liegen. So können Unterschiede durch unterschiedliche Ausprägungen der Technikaffinität in den einzelnen Teilstichproben liegen. Um das Gütekriterium der Testökonomie zu wahren, wurde die Technikaffinität allerdings in den Betrieben nicht erhoben.

Zum anderen können abweichende Erwartungen an dem jeweils unterschiedlichen Vertrauheitsgrad mit der Technologie liegen. Beschäftigte in der Fertigung kennen stationäre Roboter, die autonom im nicht-kollaborativen Betrieb in den Fertigungsprozess eingebunden sind. Möglicherweise werden höherer Erwartungen an kollaborationsfähige, mobile robotische Assistenzsysteme gestellt, da diese Systeme als flexibler wahrgenommen werden. Tablets haben zum jetzigen Zeitpunkt eine höhere Verbreitung als Leichtbauroboter und Datenbrillen. Daher ist ihr Bekanntheitsgrad in der Teilstichprobe möglicherweise höher und die Erwartungen an die Technologie insgesamt realistischer bzw. stärker von eigenen Erfahrungen geprägt. Die geringen Erwartungen an die Gebrauchstauglichkeit der Datenbrille können aus dem geringen Vertrauheitsgrad mit der Technologie resultieren. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten die Gründe für die unterschiedlichen Erwartungen an die Assistenzsysteme weiter betrachten.

Die vergleichenden Ergebnisse der drei Anwendungsfälle zeigen weiter, dass bei der Einführung innovativer Assistenzsysteme nicht uneingeschränkt von einer positiven Grundeinstellung den Technologien gegenüber ausgegangen werden kann. Im Kern sollte die Einführung neuer Technologie das Task-Technology-Fit (TTF) Prinzip verfolgen, um eine möglichst hohe Akzeptanz zu erzielen (Goodhue & Thompson 1995). Mangelnde Vertrautheit oder aber die Tatsache, dass der TTF nur in einem geringen Maße von den Beschäftigten vorab abschätzbar ist, kann zu einer zurückhaltenden Haltung gegenüber den neuen Technologien führen. Daher ist die Berücksichtigung unterschiedlicher Nutzererwartungen zum Zeitpunkt vor der Systemeinführung sinnvoll.

5. Fazit

Um eine beschäftigtenzentrierte Systemeinführung zu ermöglichen, sind die unterschiedlichen Nutzererwartungen im Verlauf der Vorhaben zu berücksichtigen.

Eine Vorabhebung der Nutzererwartungen gibt konkrete Hinweise darauf, welche Aspekte bei der weiteren Systemgestaltung berücksichtigt werden sollten und wo die zentralen Gestaltungserfordernisse liegen. Weiterhin kann bei der Systemeinführung gezielt auf unterschiedliche Erwartungshaltungen hinsichtlich der jeweiligen Technologie eingegangen werden.

Nichtdestotrotz ersetzt eine solche Erfassung der Nutzererwartungen keine Systemevaluation. Diese sollte in jedem Fall zusätzlich durchgeführt werden. Auf dieser Basis können dann Vergleiche hinsichtlich der Erwartungen an die Dialogeigenschaften vor der Systemeinführung und der tatsächlichen Bewertung dieser erfolgen. Mögliche Abweichungen können dann einen erneuten Ansatzpunkt für Systemiterationen darstellen. In den hier vorgestellten Anwendungsfällen erfolgt im Projektverlauf eine Evaluation der eingeführten Assistenzsysteme. Zukünftige Arbeiten werden sich auf einen Vergleich der Erwartungen und der tatsächlichen Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit beziehen.

6. Literatur

- BetrSichV - Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV), vom 03. Februar 2015.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017) Weißbuch Arbeiten 4.0. Berlin: BMAS.
- DIN EN ISO 9241-11 (2018) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte; Deutsche Fassung EN ISO 9241-11:2018. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 9241-110 (2008) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung; Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2008. Berlin: Beuth.
- Goodhue DL, Thompson RL (1995) Task-technology fit and individual performance. *MIS quarterly*, 213-236.
- Grael BM, Terhoeven JN, Wischniewski S, Kluge A (2014) Erfassung akzeptanzrelevanter Merkmale von Datenbrillen mittels Repertory Grid Technik. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 68, 250-256.
- Keller A, Adler S, Jachmann D, Haase T (2017) Assistenzsysteme für die Prozessindustrie – ein partizipativer Gestaltungsansatz In: GfA (Hrsg.), *Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft*. Dortmund: GfA Press.

Hinweis: Der vorliegende Beitrag entstand durch eine Verknüpfung von Ergebnissen der Projekte MyCPS, Glass@Service sowie Hybr-iT.

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt "Migrationsunterstützung für die Umsetzung mensch-zentrierter Cyber-Physical Systems (MyCPS)" wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm 'Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen' gefördert (Förderkennzeichen 02P14B121) und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt Glass@Service „" wird im Rahmen des Förderprogramms „Smart Service Welt I“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) unter dem Förderkennzeichen 01MD16008B gefördert und durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR Projektträger) betreut.

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt "Hybr-iT - Hybride Teams in wandlungsfähigen, cyber-physischen Produktionsumgebungen" wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. Softwaresysteme und Wissenschaftstechnologien (PT-SW) betreut (Fördernummer: 01IS16026H).

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autorenteam.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten

65. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

GfA-Press

Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
Technische Universität Dresden;
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2019
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

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

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband 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.

Screen design und Umsetzung

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de