

## Menschzentrierte Einführung digitaler Arbeitsmittel – Erwartungen und Rahmenbedingungen

Miriam FUNK<sup>1</sup>, Patricia TEGTMEIER<sup>1</sup>, Miriam WAßMANN<sup>2</sup>,  
Sascha WISCHNIEWSKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Fachgruppe „Human Factors, Ergonomie“  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund*  
<sup>2</sup> *ROSEN Gruppe, Am Seitenkanal 8, 49811 Lingen (Ems)*

**Kurzfassung:** Trotz der voranschreitenden Verbreitung cyber-physischer Systeme (CPS) in der Arbeitswelt liegen derzeit nur wenige Erfahrungswerte für eine erfolgreiche, sichere und menschenzentrierte Einführung vor. Ein Kernpunkt des Forschungsprojekts "Migrationsunterstützung für die Umsetzung menschenzentrierter Cyber-Physical Systems (MyCPS)" war daher die arbeitswissenschaftliche Evaluation der Pilotumsetzungen bei den Anwendungspartnern. Zur Identifikation relevanter Einführungsaspekte wurden 14 leitfadengestützte Einzelinterviews mit den Beschäftigten geführt. Unter der Prämisse der Passung von Technologie und Arbeitsaufgabe wurde auf die Nutzerakzeptanz, die Gebrauchstauglichkeit von Hard- und Software, sowie organisationale Aspekte der Piloteinführung und erwartete und beobachtete Änderungen der Tätigkeiten fokussiert. Die Ergebnisse zeigen eine überwiegend positive Haltung der Befragten gegenüber digitaler Technologie. Induzierte Änderungen der Tätigkeiten werden eher als Verbesserungen erwartet und im Vorfeld geäußerte Befürchtungen konnten nach Einführung der CPS nicht bestätigt werden. In Bezug auf den organisationalen Einführungsprozess wurde der Wunsch, aber auch die Umsetzung einer hohen Transparenz von den Beschäftigten berichtet. Diese Ergebnisse lassen nicht nur auf einen gelungenen Einführungsprozess in den betrachteten Unternehmen schließen, sondern ermöglichen darüber hinaus die Ableitung von Gestaltungshinweisen für eine erfolgreiche und menschenzentrierte Einführung von CPS.

**Schlüsselwörter:** Usability, TAM, Nutzererleben, Experteninterviews

### 1. Einleitung

Stetige technologische Innovationen stellen Herausforderungen, bergen aber auch Chancen für die Gestaltung sicherer und gesunder Arbeit. Im Rahmen eines leistungsfähigen Informationsmanagements ist der schrittweise Einzug cyber-physischer Systeme (CPS) in die Produktion zu verzeichnen (Keller et al., 2017). Diese komplexen Systeme können sowohl stationäre, als auch mobile Komponenten enthalten. Zum jetzigen Zeitpunkt stehen nur wenige Erfahrungswerte eben dieser Faktoren für eine erfolgreiche, sichere und menschenzentrierte Einführung von CPS als Arbeitsmittel zur Verfügung (Ahlers, 2018).

Ziel des Forschungsvorhabens "Migrationsunterstützung für die Umsetzung menschenzentrierter Cyber-Physical Systems (MyCPS)" war daher die Entwicklung und

Erprobung systematischer Vorgehensweisen, Modelle und Hilfsmittel zur anwendungsnahen und menschenzentrierten Umsetzung von CPS in verschiedenen Pilotprojekten bei sieben Anwendungsunternehmen. Dabei wurden mehrheitlich drahtlose Touchscreen-Geräte in Form von Tablet-PCs und Smartphones aber auch Leichtbauroboter als Umsetzung der CPS gewählt. Den Beschäftigten sollten so relevante Informationen gebrauchstauglich zur Verfügung gestellt und die Interaktion untereinander sowie mit den Systemen optimiert werden. Ein Kernpunkt zur Identifikation der anwendungsnahen und menschenzentrierten Umsetzungsaspekte lag dabei auf der arbeitswissenschaftlichen Evaluation der Anwendungsfälle. Abhängig von der Anzahl der Beschäftigten in den teilnehmenden Pilotbereichen wurden in den Anwendungsbetrieben leitfadengestützte Interviews oder eine quantitative Fragebogenerhebung (Tegtmeier & Wischniewski, 2018) durchgeführt. Nachfolgend werden die Ergebnisse der leitfadengestützten Interviews dargestellt.

## 2. Methode

Zwischen Januar 2017 und Mai 2018 erfolgten bei vier Anwendungspartnern insgesamt 14 leitfadengestützte Einzelinterviews mit im Pilotbereich Beschäftigten. Ein Anwendungspartner hatte zum Erhebungszeitpunkt bereits ein CPS im Pilotbereich eingeführt, drei befanden sich zu unterschiedlichen Zeitpunkten vor der Einführung, mit den Interviewpartnern z. T. bekannten Prototypen. Erfasst wurden in den etwa halbstündigen Interviews die Erwartungen an die Pilotsysteme vor bzw. Erfahrungen mit den CPS nach deren Einführung.

Der Fragebogenleitfaden orientierte sich an der Passung von Technologie und Arbeitsaufgabe (Goodhue & Thompson, 1995). Betrachtet wurde die Gebrauchstauglichkeit der Hard- und Software in Anlehnung an die DIN EN ISO 9241-11 (2008) sowie die Nutzerakzeptanz auf Basis des Technologie-Akzeptanz-Modells (TAM, Venkatesh & Davis, 2000). Weiterhin waren organisationale Aspekte der Piloteinführung und Änderungen in der jeweiligen Arbeitsaufgabe Gegenstand der Interviews. Die transkribierten Interviews wurden iterativ in Anlehnung an die Grounded Theory (Kuckartz, 2014) kategorisiert. Die Zuordnung erfolgte mittels MAXQDA 12 plus.

**Tabelle 1:** Auswertungskategorien der Leitfadeninterviews

Kategorie	Inhalte (Erwartungen und Erfahrungen)
Technikakzeptanz	Einstellungen im Allgemeinen/ spezifisch zum eingesetzten CPS, wahrgenommene Technikaffinität und Alter/Team
Änderungen der Tätigkeit	Änderungen im Arbeitsablauf hinsichtlich der Befragten und des Unternehmens insgesamt
Hard- und Software Usability	Hardware, Umgebungsfaktoren, Datenaustausch, Software, Einfachheit der Bedienung
Organisationale Einführung	Aussagen zum Vorgehen während der Einführung

### 3. Ergebnisse

Im Folgenden werden die vier extrahierten Kategorien Technikakzeptanz, Änderungen in der Arbeitsaufgabe, Hard- und Software Usability sowie Anmerkungen zur organisatorischen Einführung eingehender betrachtet. Die zugeordneten Inhalte können Tabelle 3.1 entnommen werden.

#### 3.1 Technikakzeptanz

Trotz gewisser Vorbehalte gegenüber betrieblichen Veränderungsprozessen bewerteten die befragten Beschäftigten Technik im Allgemeinen positiv. „Stillstand [sei] das Schlimmste, was passieren kann“ – daher solle man die Möglichkeiten der Digitalisierung auf dem Hallenboden ausschöpfen. Anfängliche Einschränkungen und Fehler der digitalen Technologien wurden dabei antizipiert und als unproblematisch bewertet. Ein Arbeitsplatzverlust in Folge von Digitalisierungsprozessen wurde zwar als möglich eingeschätzt, aber abhängig vom bereits vorhandenen Automatisierungsgrad im Unternehmen gab es auch die Erwartung der Entstehung neuer Arbeitsplätze für Spezialisten.

Hinsichtlich der spezifischen Technologien in den Pilotanwendungen zeigten sich die Beschäftigten grundsätzlich optimistisch und äußerten keine Bedenken bezüglich deren Einführung. Sie nahmen das neue System als Verbesserung und Fortschritt wahr: „[...] also ich würde sagen, ohne war es eigentlich mehr Mittelalter und jetzt sind wir mit in der Neuzeit angekommen...“.

Sowohl im Bereich der Nutzungsintention als auch der Gewissenhaftigkeit in der Anwendung der pilotierten Technologien erwarteten die Interviewten spezifische altersbezogene Effekte. Älteren wurde dabei eine geringere Nutzungsbereitschaft und höhere Skepsis gegenüber neuer Technik attestiert: „[...] es ist ja schon so, dass die älteren Kollegen einfach damit nicht groß geworden sind mit der Technik und die Jüngeren halt einfach da dabei sind.“ Ältere Personen schrieben diese Skepsis vor den neuen CPS anderen Arbeitskollegen zu, nicht jedoch sich selbst. Bei Jüngeren wurde eine geringe Disziplin im Umgang mit den Systemen vermutet. Daneben wurden auch Bedenken geäußert, ob das Team mit der Umstellung zurechtkommen werde. Hier wurden in Abhängigkeit vom Team „die technische Seite, die da bei manchen fehlt“ und ein fehlender Wille zur Nutzung angemerkt. Andere Bewertungen beschrieben den Willen zur Nutzung jedoch als unproblematisch. Mehrere Beschäftigte bemerkten die ungleiche Nutzung im Team: „die einen nutzen es mehr, die anderen weniger.“

#### 3.2 Änderungen der Tätigkeit

Die Interviewten erwarteten durch die Einführung der CPS im Kern eher Verbesserungen in Bezug auf ihre Tätigkeit. Neben positiven Entwicklungen wie ergonomischer Entlastung nahmen sie an, dass Wege und Zeit eingespart werden. Da die Technologie schrittweise Routine-Tätigkeiten übernehmen werde, erhalte der Mensch Zeit für andere Aufgaben. Genannt wurden insbesondere Verbesserungen für den täglichen Überblick zu Arbeitsbeginn, die Planung von Vorgängen und die Aufgabenverteilung. In den Aussagen zu bereits gemachten Erfahrungen bestätigten sich diese Annahmen. Durch die Einführung der Technologie „haben die Leute jetzt mehr Zeit und sind trotzdem noch schneller als vorher“. Die Erfahrungen in Bezug

auf den Tätigkeitsablauf zeigten darüber hinaus ein größtenteils schnelleres und flexibleres Arbeiten sowie eine Erleichterung der Kommunikation. Das System könne zudem viele Kontrollaufgaben übernehmen.

Für die Dauer der Implementierungsphase bis eine vollfunktionsfähige Anwendung fehlerfrei laufe, befürchteten die Befragten Zeitverluste durch den Wechsel zwischen Medien, Durchführungsschwierigkeiten bei der Arbeitsaufgabe und der mangelnden Nachvollziehbarkeit einiger Teilschritte der Technologie. Es dauere „dann einfach länger vom Kopf her, um das Programm zu verstehen“. Dies bekräftigten die Erfahrungen im Pilotbetrieb, da die zum Erhebungszeitpunkt noch beschränkte Funktionalität der Technologie kompensiert werden musste.

Vereinzelt wurde geäußert, dass sich nichts verändern wird bzw. nichts geändert hat. Einer der Gründe wurde auch hier in den fehlenden Systemfunktionalitäten gesehen. Teilweise führten technische Probleme dazu, dass sowohl das alte, analoge als auch das neue System parallel verwendet wurden. Aber „[...] ,wenn das alles funktioniert“, erlebten die Beschäftigten die Einführung der CPS als Vereinfachung.

### *3.3 Hard- und Software Usability*

Während sich die Befragten vor der Einführung der CPS vor allem über den Datenaustausch äußerten, betrafen die Aussagen zu Erfahrungen vor allem die Bedienung und die Umgebungsfaktoren. In vielen Aussagen zeigte sich der Wunsch, kleine und leichte Geräte zu benutzen. Wichtig war den Befragten, dass die beschafften Geräte für alle Beschäftigten am besten geeignet sind.

In der Kategorie Datenaustausch fanden sich systembezogene Funktionen wie z. B. Rückmeldung bei Statusänderungen, senden von Anfragen unter Vorbehalt, die Anzahl der zu bearbeitenden Objekte sowie hilfreiche Ergänzungen wie 3D-Darstellungen, die grundsätzlich als hilfreich beschrieben wurden. Für die Anwendung sinnvolle Erweiterungen der Funktionalitäten wurden auch genannt z. B.: „[Dass man Zuständige] direkt [...] anschreiben kann, [...] wenn man das irgendwie vergessen hat“. Als Nutzungseinschränkungen wurden die geringe WLAN-Verfügbarkeit und die träge Funktionalität mancher Smart Devices genannt.

Vor Einführung der CPS gab es unter den Befragten keine Einigkeit, inwieweit mit der Nutzung der CPS Änderungen am Arbeitsplatz notwendig würden. Vor allem wurden jedoch Ablagemöglichkeiten je nach Funktionalität der Technologie gewünscht. Die Beleuchtung wurde je nach Lage des eigenen Arbeitsplatzes teils als ausreichend, teils als problematisch beschrieben. In den Interviews nach Einführung der CPS wurden sowohl Ablagemöglichkeiten, als auch Beleuchtung als angemessen beurteilt.

Die Funktionsweise wurde als nahe am bekannten alten System beschrieben. Daher antizipierten die Interviewten keine grundsätzlichen Schwierigkeiten bei der Umstellung auf das neue System. Man wolle die Technologie „angucken, lernen und ausprobieren“. Vor der Einführung wurden jedoch z. T. Befürchtungen geäußert, dass die räumliche Vorstellung beim Produktaufbau möglicherweise leide oder Fehler in dem neuen System schwierig aufzufinden seien. Beschäftigte, die im Pilotbetrieb bereits Erfahrungen mit den CPS hatte, zeigten sich „sehr positiv überrascht“ über die sehr einfache, selbsterklärende Bedienung, bei der bis dato noch keine Fehler aufgetreten seien.

### 3.4 Organisationale Einführung

Als zentraler Punkt der Interviews stellte sich die Transparenz des Einführungsprozesses heraus. Im Vorfeld wünschten sich die Beschäftigten klare Einblicke zum Stand und Ablauf des Einführungsprozesses: „Eine regelmäßige Statusmail über den aktuellen Stand des Piloten wäre eine gute Idee“. Jene, die bereits Erfahrungen mit den Systemen machen konnten, berichteten teils von mangelnder Transparenz, teils aber auch von mehr als ausreichenden Informationen. Wichtig vor der Übertragung der Pilotanwendung auf weitere Bereiche sei eine uneingeschränkte Funktionalität. Außerdem wünschten sich die Beschäftigten genügend Handlungsspielraum für die erste Nutzung der Technologie. Man solle „einfach mehr daran arbeiten, den Personen die Angst zu nehmen“. Manche Beschäftigte, die bereits Kontakt mit den Systemen hatten, berichteten von einer außerordentlich guten Einbindung ins Projekt und einem hohen Engagement, dass das Unternehmen beim Vorantreiben der Pilotanwendung zeigte: „Es ist einfach super, dass wir von Anfang an mit ins Boot geholt wurden“.

## 4. Diskussion

Insgesamt sind die einzelnen Beschäftigten ihren persönlichen Äußerungen nach sehr zufrieden und freuen sich auf die Technologien. Dies deutet auf einen gelungenen Vorbereitungsprozess hin, in welchem die Unternehmen auf die Bedenken und Fragen der Beschäftigten zufriedenstellend eingehen konnten.

Hinsichtlich der Technikakzeptanz und -affinität gab es unter den Beschäftigten Annahmen über altersbezogene Unterschiede, die in begleitenden Laborerhebungen innerhalb des Projektes nicht bestätigt werden konnten. Es ist daher zu empfehlen, mögliche Vorurteile unter den Beschäftigten und entsprechende Effekte frühzeitig zu thematisieren. Auch innerhalb der Teams wurden Unterschiede in der Nutzungsbereitschaft unterschiedlicher Technologien wahrgenommen. Hieraus können ggf. Hinweise auf verschiedene Gruppen abgeleitet werden, die weiterer Unterstützungsmaßnahmen bedürfen oder denen möglicherweise alternative Lösungen angeboten werden können.

Um die Passung eines Gerätes zur Aufgabe beurteilen zu können, ist nicht nur die aktuelle Aufgabe zu analysieren, sondern insbesondere darauf zu achten, inwieweit sich inhaltliche und ergonomische Änderungen im Tätigkeitsablauf durch die Nutzung der CPS ergeben. Abhängig von den Eigenschaften der CPS und der konkreten Arbeitsumgebung können zuvor unbeobachtete Belastungen entstehen, welche sich auch auf die spätere Aufgabenerfüllung auswirken können (Tegtmeier, Kirchhoff & Adolph, 2017).

In einem sehr frühen Umsetzungsstadium können die erforderlichen Funktionalitäten des Systems nur näherungsweise bestimmt werden. Entsprechend stehen der Projektleitung ggf. nicht genügend Informationen zur Verfügung, um die Eignung eines Geräts für den jeweiligen Arbeitsplatz und -inhalt abzuschätzen. Ein Erproben der neuen Geräte anhand einer realitätsnahen Aufgabe unter verschiedensten Einsatzbedingungen erscheint in diesem Rahmen sinnvoll, damit mögliche Schwierigkeiten am Arbeitsplatz und Probleme auch über die Pilotanwendung hinaus wahrgenommen werden können. Es empfehlen sich daher auch über die erste Einführung hinaus begleitende Evaluationen z. B. mittels Befragungen oder Workshops. Proble-

me und Handlungserfordernisse können so frühzeitig erkannt und gegebenenfalls abgewendet werden.

Um übertriebene Erwartungen und Befürchtungen an die Gebrauchstauglichkeit der CPS im Vorfeld zu minimieren, sollten bereits vorhandene aber auch noch ausstehende Funktionalitäten sowie organisatorisch bedingte Stillstandphasen der Geräte vor Start des Pilotbetriebs kommuniziert werden. Grundsätzlich ist das System auf den Menschen anzupassen und nicht umgekehrt. Dennoch ist es hilfreich, die Notwendigkeit von speziellen Schulungen festzustellen. Individuelle Bedenken zum Einsatz der Geräte am eigenen Arbeitsplatz sollten stets ernst genommen werden. Organisatorisch sollte zudem ein kurzfristiger Mehraufwand im Pilotbetrieb bedacht werden. Hier können verringerte zeitliche Vorgaben oder Anpassungen im Arbeitsablauf sinnvoll sein.

Die Befragung war aufgrund der jeweiligen Anwendungsfortschritte nur zu einem Interviewzeitpunkt pro Betrieb möglich, weshalb die Generalisierbarkeit der Erkenntnisse nicht grundsätzlich angenommen werden kann. Trotz dieser Beschränkungen bleiben die Ergebnisse aussagekräftig. Die Erkenntnisse können als Orientierung für den jeweils untersuchten Betrieb und als Anhaltspunkt für die Beurteilung der Einführungskriterien von CPS im Allgemeinen dienen. Es bleibt dabei zu beachten, dass sämtliche erhobenen Einflussfaktoren stark ineinandergreifen und Änderungen immer am Gesamtbild zu betrachten sind.

## 5. Literatur

- Ahlers E (2018) Die Digitalisierung der Arbeit. Verbreitung und Einschätzung aus Sicht der Betriebsräte. WSI-Report Nr. 40.
- DIN, Deutsches Institut für Normung (2008) Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit. EN ISO 9241-11.
- Goodhue DL, Thompson RL (1995) Task-technology fit and individual performance. *MIS quarterly*, 213-236.
- Keller A, Adler S, Jachmann D, Haase T (2017) Assistenzsysteme für die Prozessindustrie – ein partizipativer Gestaltungsansatz. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.) *Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft*. Dortmund: GfA Press, C.3.4.
- Kuckartz U (2014) *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 2. Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- Tegtmeier P, Kirchhoff B, Adolph L (2017) Mobile Informations- und Kommunikationstechnologie: Verwendungsformen und wissenschaftliche Erkenntnisse. In: Lang K-H, Pieper R (2018). *Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2016 – 2017 Bd. 13*. Schriftenreihe des Instituts für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e. V. (ASER), 121-129.
- Tegtmeier P, Wischniewski S (2018) Usability-Erwartungen an die Einführung menschenzentrierter cyber-physischer Systeme in der Produktion 4.0. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.) *ARBEIT(s).WISSEN.SCHAF(f)T - Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung*. Dortmund: GfA Press, B.5.6.
- Venkatesh V, Davis FD (2000) A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46:186-204.

**Hinweis:** Die vorliegenden Ergebnisse entstanden im Rahmen des Projektes MyCPS. Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt "Migrationsunterstützung für die Umsetzung mensch-zentrierter Cyber-Physical Systems (MyCPS)" wurde 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. 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](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)