

## **Analyse des Einflusses von Gestaltungsparametern von Werkerführungssystemen auf deren Nutzung, Gefallen und Wirtschaftlichkeit im Kontext Montage**

Christopher STOCKINGER, Ilka ZÖLLER

*Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt  
Otto-Berndt-Straße 2, D-64287 Darmstadt*

**Kurzfassung:** Im folgenden Beitrag zur Doktorandenwerkstatt wird ein Ansatz zur Analyse von Gestaltungsparametern von Werkerführungssystemen im Kontext Montage vorgestellt. Werkerführungssysteme sollen als kognitive Assistenzsysteme Mitarbeiter unterstützen, indem sie relevante Informationen bereitstellen. Es wird eine Arbeitsdefinition für Werkerführungssysteme genannt und Gestaltungsansätze beschrieben. Diese, so wie weitere Aspekte des Arbeitssystems Montage, sollen in drei Studien exemplarisch variiert und die Auswirkungen auf Nutzen und Gefallen der Mitarbeiter, sowie wirtschaftliche Kennzahlen untersucht werden. Das zugrundeliegende Arbeitsmodell, beispielhafte Hypothesen und die Methodik werden hierfür erläutert und ein Ausblick auf die kommenden Studien und das Studiendesign gegeben.

**Schlüsselwörter:** Werkerführungssystem, Montage, Gestaltung, Assistenzsystem

### **1. Einleitung**

Produzierende Unternehmen stehen aktuell mehr denn je vor der Herausforderung, mit ihren Produkten hohe Qualitätsanforderungen zu erfüllen und gleichzeitig ein hohes Maß an Individualität zu erreichen (Al Gaddawi & El Maraghy 2011). In der Fertigung und insbesondere in der Montage führt dies zu der Anforderung, die bereits komplexen Produktionsprozesse immer flexibler zu gestalten (Long et al. 2017). Für die Mitarbeiter ist eine solche Entwicklung durchaus fordernd, da viele Varianten durchaus komplexer Produkte sehr variabel gefertigt werden müssen.

Ein großes Potential zur Bewältigung der Situation bietet der Einsatz von modernen Assistenzsystemen in der Fertigung, die den Mitarbeiter unterstützen, nicht ersetzen (Weidner et al. 2015). Genau dies bieten auch sog. Werkerführungssysteme, die den Mitarbeiter, bspw. in der Montage, bedarfsgerecht mit den benötigten Montageinformationen versorgen. Diese Systeme lassen sich in steigender Zahl im praktischen Einsatz beobachten (Gerke 2014). Treiber sind jedoch vorrangig technische Entwicklungen und ökonomische Erwartungen (Weidner et al. 2015). Eine ganzheitliche Analyse und eine aufbauende Ableitung von Gestaltungsempfehlungen fand bisher nicht statt.

Das Ziel der dem Beitrag zugrundeliegenden Dissertation ist die Analyse von Werkerführungssystemen im Arbeitssystem Montage. Dabei soll die Wirkung auf Mitarbeiter und eine wirtschaftliche Betrachtung im Zentrum stehen. Durch die Untersuchung gezielter Variationen der Elemente im Arbeitssystem sollen u. a. Gestaltungsempfehlungen für Werkerführungssysteme und deren Einsatz entwickelt wer-

den. Hierfür wird im Folgenden zunächst eine Abgrenzung vorgenommen und eine Arbeitsdefinition genannt.

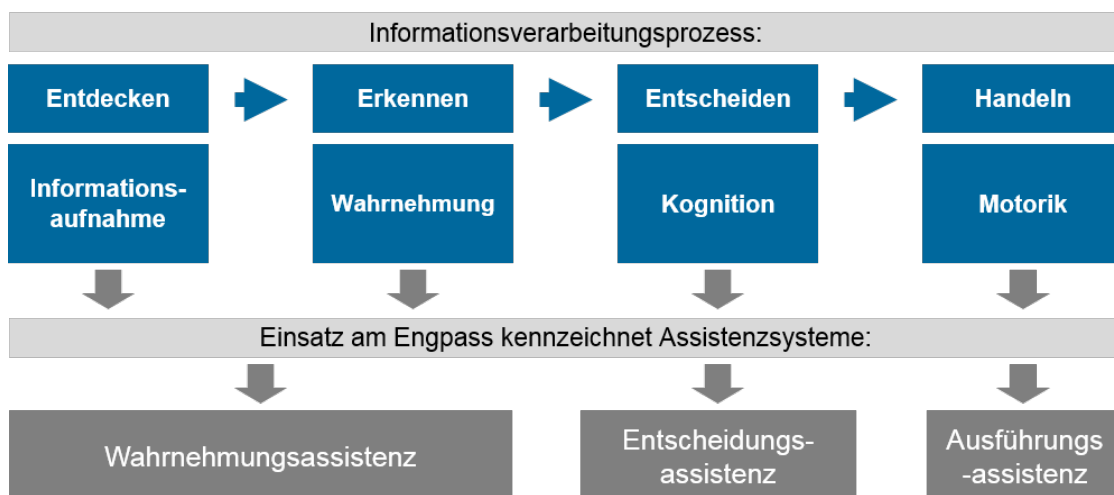
## 2. Definition und Abgrenzung

Aktuell existiert eine Vielzahl und ein Nebeneinander von Begriffen für Werkerführungssysteme. So sind auch die Bezeichnungen „Werkerinformationssysteme“ (Fischer et al., 2014), oder „Werkerassistenzsysteme“ (Kerber & Lessel 2015) gebräuchlich. Generell lassen sich Assistenzsysteme nach Reinhart et al. (2017) in die Kategorien „Wahrnehmungsassistenzsysteme“, „Entscheidungsassistenzsysteme“ und „Ausführungsassistenzsysteme“ einteilen, wobei die ersten beiden als „kognitive Assistenzsysteme“ zusammengefasst werden (s. Abbildung 1). Orientiert man sich am Engpassorientierten Ansatz des Informationsverarbeitungsprozesses nach Sanders (1983), so lassen sich Werkerführungssysteme den Entscheidungsassistenzsystemen zuordnen (vgl. Abbildung 1). In Anlehnung an Wölfle (2014), Teubner et al. (2016) und Lang (2007) wird hier folgende Arbeitsdefinition für Werkerführungssysteme vorgeschlagen:

*Werkerführungssysteme werden als kognitive Assistenzsysteme verstanden, die in das Arbeitsumfeld integriert sind und arbeitsbezogene Informationen bereitstellen. Diese werden kontextbezogen und möglichst ohne zusätzlichen Aufwand für die Mitarbeiter bereitgestellt.*

Im Kontext dieser Arbeit wird der Fokus auf die Montage gelegt und daher montagebezogene Informationen, wie Stücklisten und Montageanweisungen (vgl. Teubner et al. 2016) ins Zentrum der Betrachtung gestellt. Nach Teubner et al., (2016) bestehen drei Gestaltungselemente für Werkerführungssysteme: Informationsgrad: Z. B. Informationsart & -Menge. Informationsdesign: Etwa Wahrnehmung, Modus, Stil, Intensität. Informationsgerät: Übermittlungsform und –Medien.

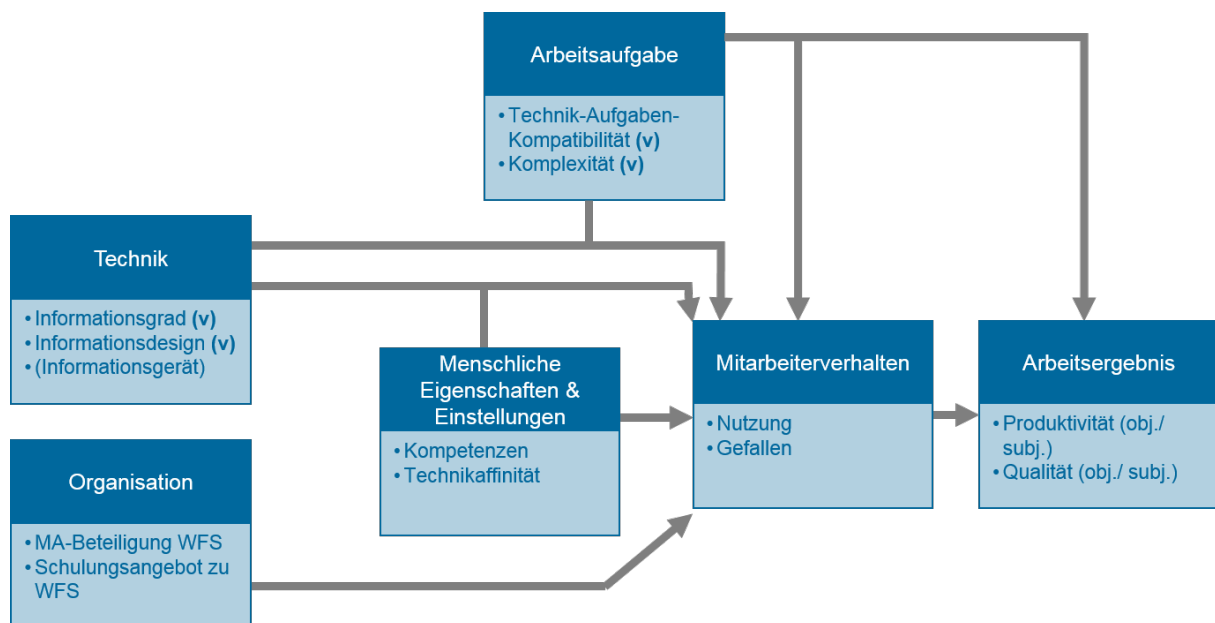
Diese können bewusst gestaltet werden und unterscheiden somit unterschiedliche Ausprägungsformen von Werkerführungssystemen.



**Abbildung 1:** Einteilung von Assistenzsystemen nach Sanders (1983) und Reinhart et al. (2017)

### 3. Arbeitsmodell und Studiendesign

In einer Arbeitssystemanalyse wurden die Wirkpunkte von Werkerführungssystemen in der Montage identifiziert (REFA 1993). Relevant ist hier das Zusammenspiel der Aspekte Technik (Werkerführungssystem), Mitarbeiter, Arbeitsaufgabe und Organisation. Diese Erkenntnisse und die zuvor dargestellten Gestaltungselemente fließen in das in Abbildung 2 dargestellte Arbeitsmodell ein. Ziel des Modells ist es zu erklären, wie das Zusammenspiel der dargestellten Elemente Nutzung und Gefallen der Werkerführungssysteme, sowie wirtschaftliche Kennzahlen beeinflusst. Es geht explizit nicht um die Betrachtung einzelner Aspekte, sondern um das Zusammenwirken dieser, da etwa davon ausgegangen wird, dass unterschiedliche Mitarbeiter unterschiedliche Bedarfe an Werkerführung besitzen, zusätzlich bedingt durch die jeweilige Arbeitsaufgabe. Das ausführliche Arbeitsmodell zeigt die einzelnen Hypothesen durch Verbindungen der Einzelfaktoren in den Blöcken und wird aus Übersichtsgründen hier nicht gezeigt. Eine Hypothese ist beispielsweise, dass Werkerführungssysteme mit einem hohen Informationsgrad bei komplexen Tätigkeiten intensiver genutzt werden als bei weniger komplexen Tätigkeiten. Abbildung 2 fasst diese Beziehungen durch Pfeile zusammen. Im Folgenden werden die einzelnen Blöcke und deren Elemente weiter erläutert, so wie die gewählten Messmethoden beschrieben.



**Abbildung 2:** Vereinfachtes Arbeitsmodell zur Dissertation.

### 4. Technik

In Anlehnung an Teubner et al. (2016) sollen die Gestaltungselemente Informationsgrad und –Design variiert werden. Das Informationsgerät soll mit einer Tablet-basierten Lösung konstant gehalten und damit nicht berücksichtigt werden. Informationsgrad und –Design sollen gezielt durch eine profilbasierte Informationsbereitstellung variiert werden (in Abbildung 2 deswegen mit „v“ gekennzeichnet). Dies geschieht durch die Informationsbereitstellung in einem Experten- und einem Tutorial-

modus mit Unterschiedlicher Informationsmenge und Varianten unterschiedlicher Intensität.

## **5. Arbeitsaufgabe**

Bei der Arbeitsaufgabe wird erwartet, dass insbesondere die Komplexität eine große Rolle spielt. Diese wird in Verbindung mit Assistenzsystemen bereits in der Literatur diskutiert (vgl. bspw. Hold et al. 2016; Bornewasser, Blässing & Hinrichsen 2018) und kann etwa durch die Entropie, oder Expertenwertungen gemessen werden (vgl. Claeys et al. 2015; Samy & El Maraghy 2010; Zeltner et al. 2012; sowie Bornewasser, Blässing & Hinrichsen 2018 für eine generelle Übersicht). Hier soll sie durch die informatorische Entropie bestimmt werden (Jeske 2013) und durch die Analyse unterschiedlicher Produkte gezielt variiert werden. Weiterhin wird die Kompatibilität zwischen Technik und Aufgabe untersucht (vgl. Goodhue & Thompson 1995). Diese lässt sich nicht quantitativ erfassen und wird im Zusammenspiel Werkerführungssystem-Arbeitsaufgabe gezielt variiert.

## **6. Mitarbeiter**

Hier werden insbesondere die Kompetenzen der Mitarbeiter betrachtet, die auch den Qualifikationsgrad der Mitarbeiter in Bezug zur Arbeitsaufgabe beschreiben. Diese lassen sich mit dem Kompetenz-Reflexions-Inventar erfassen (Kauffeld 2007). Weiterhin wird die Technikaffinität der Mitarbeiter berücksichtigt, die mit dem Fragebogen TA-EG erfasst werden kann (Karrer et al. 2009).

## **7. Organisation**

Hier soll insbesondere die Frage untersucht werden, in wie fern das Unternehmen als Organisation die Einführung und Anwendung eines solchen Werkerführungssystems unterstützt. Da es sich bei der Einführung der Systeme um einen tiefen Eingriff in die Arbeitsprozesse und –Gewohnheiten handelt, sollten Unternehmen dies entsprechend unterstützen. Hier wird untersucht, ob und wie intensiv Unternehmen die betroffenen Mitarbeiter an der Einführung des Werkerführungssystems beteiligen und durch Qualifizierungsmaßnahmen unterstützen.

## **8. Mitarbeiterverhalten**

Eine Ergebnisgröße ist, wie Mitarbeiter mit dem Werkerführungssystem umgehen. Hier wird untersucht, ob und wie intensiv sie das System nutzen und wie sie das System bezüglich der pragmatischen und hedonischen Qualität bewerten (Attrakdiff nach Hassenzahl et al. 2003).

## 9. Arbeitsergebnis

Das Arbeitsergebnis in der Montage lässt sich insbesondere durch die Produktivität und Qualität der zu fertigenden Produkte beschreiben. Diese sollen zum einen objektiv erfasst werden, indem die Produktionszeiten und die Produktionsfehler erfasst werden. Außerdem soll der subjektive Eindruck der Mitarbeiter erhoben werden, also wie der Mitarbeiter selbst die Leistung beurteilt.

## 10. Studiendesign

In insgesamt drei Studien sollen die im Modell enthaltenen Aspekte untersucht werden.

In einer Einführungsstudie wird der Einführungsprozess von Werkerführungssysteme bei unterschiedlichen Unternehmen begleitet. Hier besteht im Rahmen eines öffentlich geförderten Projekts eine Zusammenarbeit mit einem Unternehmen, das Werkerführungssysteme herstellt und vertreibt. So ist es möglich, verschiedene Organisationen beim Umgang mit den Systemen zu analysieren; insbesondere wie sehr diese die Mitarbeiter an der Einführung beteiligen und den Prozess durch Qualifikationsmaßnahmen begleiten.

In einer Praxis- und einer Laborstudie sollen die Gestaltung des Werkerführungssystems und Aspekte der Arbeitsaufgabe jeweils gezielt variiert werden. Die beiden Studien unterscheiden sich im Wesentlichen durch das Probandenkollektiv: In der Praxisstudie wird ein Werkerführungssystem untersucht, das in Zusammenarbeit für ein Unternehmen entwickelt wurde und dementsprechend von geübten Montagemitarbeitern verwendet wird. Die Laborstudie simuliert den Anlernprozess mit ungeübten Personen.

## 11. Ausblick

Nachdem zuletzt das Modell aufgestellt und die zu erhebenden Faktoren ausgewählt wurden, erfolgt nun momentan und in der nahen Zukunft das konkrete Studiendesign und die Durchführung der Studien.

Für die Praxisstudie wurde innerhalb des letzten Jahres das Werkerführungssystem konzipiert und zuletzt mehrere Gestaltungsvarianten davon abgeleitet. Momentan erfolgt die Informationserhebung vor Ort, etwa die Berechnung der Komplexitäten der zu fertigenden Produkte und eine erste Vorstudie. Die Hauptstudie ist für Ende Januar 2019 geplant.

Für die Einführungsstudie erfolgt momentan die Auswahl der zu begleitenden Unternehmen. Diese soll im Januar 2019 beginnen und sich über insgesamt 12 Monate ziehen. Der lange Zeitraum ist zum einen notwendig, da die Erhebungen jeweils vor Einführung des Systems (z. B. Einstellungen der Mitarbeiter) und einige Zeit nach Einführung des Systems durchgeführt werden sollen. Andererseits dauert der Einführungsprozess per se einige Zeit.

Die Laborstudie soll im Sommer 2019 durchgeführt werden. Hierfür erfolgt bis Februar 2019 die Auswahl von Werkerführungssystem und Arbeitsprozess.

## 12. Literatur

- AlGeddawy T, ElMaraghy HA. Product variety management in design and manufacturing: Challenges and Strategies. In: ElMaraghy HA, editor. *Enabling Manufacturing competitiveness and economic sustainability*. Berlin: Springer, 2011. p. 518 – 523.
- Bornwasser, M., Bläsing, D. & Hinrichsen, S. Z. Arb. Wiss. (2018) 72: 264. <https://doi.org/10.1007/s41449-018-0123-x>
- Claeys, A.; Hoedt, S.; Soete, N.; van Landeghem, H.; Cottyn, J. (2015): Framework for Evaluating Cognitive Support in Mixed Model Assembly Systems. In: *IFAC-PapersOnLine* 48 (3), S. 924–929.
- Fischer, C., Lušić, M., Faltus, F., Hornfeck, R. & Franke, J. (2016). Enabling Live Data Controlled Manual Assembly Processes by Worker Information System and Nearfield Localization System. *Procedia CIRP*.
- Gerke, W. (2014): *Technische Assistenzsysteme: vom Industrieroboter zum Roboterassistenten*. Oldenburg, De Gruyter Oldenburg.
- Goodhue, Dale L.; Thompson, Ronald L. (1995): Task-Technology Fit and Individual Performance. In: *MIS Quarterly* 19 (2), S. 213. DOI: 10.2307/249689.
- Hassenzahl M., Burmester M., Koller F. (2003) *AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität*. In: Szwillus G., Ziegler J. (eds) *Mensch & Computer 2003. Berichte des German Chapter of the ACM*, vol 57. Vieweg+Teubner Verlag
- Hold, P.; Ranz, F.; Sihn, W. (2016): Konzeption eines MTM-basierten Bewertungsmodells für digitalen Assistenzbedarf in der cyber-physischen Montage. In: Schlick, C. (Eds), *Megatrend Digitalisierung: Potenziale der Arbeits- und Betriebsorganisation*. Berlin: Gito
- Jeske, T. (2013): *Entwicklung einer Methode zur Prognose der Anlernzeit sensumotorischer Tätigkeiten*. Dissertation an der RWTH Aachen
- Karrer, K., Glaser, C., Clemens, C., Bruder, C. (2009). *Technikaffinität erfassen – der Fragebogen TA-EG*. ZMMS Spektrum. 29
- Kerber F., Lessel P. (2015): Adaptive und gamifizierte Werkerassistenz in der (semi-) manuellen Industrie 4.0-Montage. In: Rathmayer, Pongratz (Eds.): *Proceedings of DeLFI Workshops 2015 co-located with 13th e-Learning Conference of the German Computer Society (DeLFI 2015) München*. 2015, 28-35
- Lang, S.: *Durchgängige Mitarbeiterinformation zur Steigerung von Effizienz und Prozesssicherheit in der Produktion*. Meisenbach Verlag, Bamberg 2007
- Long F, Zeiler P, Bertsche B. Modelling the flexibility of production systems in Industry 4.0 for analysing their productivity and availability with high-level Petri nets. *IFAC* 5680-5687, 2017.
- REFA Verband für Arbeitsstudien, Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): *Methodenlehre der Betriebsorganisation: Lexikon der Betriebsorganisation*. Carl-Hanser, München 1993, ISBN 3-446-17523-7.
- Reinhart, Gunther; Knoll, Dino; Teschemacher, Ulrich; Lux, Gregor; Schnell, Joscha; Endres, Florian; Distel, Fabian; Seidel, Christian; Berger, Christoph; Klöber-Koch, Jan; Pielmeier, Julia; Bra unreuther, Stefan: *Anwendungsfeld Automobilindustrie*. In: *Handbuch Industrie 4.0*. Hanser, 2017, 709-722
- Samy, S., ElMaraghy, H., 2010. A model for measuring products assembly complexity. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 23 (11), S. 1015–1027, 2010
- Weidner R, Redlich T, Wulfsberg JP. *Technische Unterstützungssysteme*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg; 2015. p.12-20.
- Wölfl, M. (2014): *Kontextsensitive Arbeitsassistenzsysteme zur Informationsbereitstellung in der Intralogistik*. Dissertation an der TU München.
- Zeltzer, L.; Limère, V.; Aghezzi, E.H.; Van Landeghem, A. (2012): Measuring the Objective Complexity of Assembly Workstations. In: *ICCGI 2012 : The Seventh International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology*, Venedig.



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)