

Messung der informatorischen Komplexität zur Abschätzung der Einsatzpotenziale von Montageassistenzsystemen

Sven BENDZIOCH¹, Manfred BORNEWASSER², Sven HINRICHSEN¹,
Benjamin ADRIAN¹

¹ *Labor für Industrial Engineering, Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Liebigstraße 87, D-32657 Lemgo*

² *Institut für Psychologie, Universität Greifswald
Franz-Mehring-Straße 47, D-17489 Greifswald*

Kurzfassung: Der Trend zur stetig steigenden Anzahl von Baugruppen und Teilen sowie deren Varianten führt zu einer Steigerung der informatorischen Komplexität für die Beschäftigten in der manuellen Montage. Mit Hilfe von informatorischen Assistenzsystemen kann die Informationsbereitstellung in der manuellen Montage wirtschaftlicher und humanorientierter gestaltet werden. Im Rahmen des öffentlich geförderten Verbundprojektes »Montexas4.0« (FKZ: 02L15A260) wird ein Fragebogen entwickelt, mit dem sich die Einsatzpotenziale von informatorischen Montageassistenzsystemen für ein konkretes Arbeitssystem abschätzen lassen. Basis bildet hierfür die subjektiv wahrgenommene informatorische Komplexität eines Montagearbeitssystems. In dem Beitrag werden erste Ergebnisse einer explorativen Faktorenanalyse vorgestellt.

Schlüsselwörter: Komplexitätsbewertung, manuelle Montage, Montageassistenzsystem, explorative Faktorenanalyse

1. Ausgangssituation und Problemstellung

Die steigende Anzahl an Teilen und Teilevarianten verbunden mit einer zunehmenden Produktanzahl führt in der Montage zu neuen Herausforderungen (Bächler et al. 2015). Die Montage erfolgt zunehmend manuell und in kleinen Losen oder kundenindividuell (Lotter 2012). Automatisierungslösungen sind in diesem Zusammenhang oft nicht wirtschaftlich (Bächler et al. 2015). Die Veränderungen erfordern ein hohes Maß an Flexibilität mit kurzen Montage-, Kommissionier-, Rüst- und Anlernzeiten, bei gleichbleibender Qualität und niedrigen Herstellkosten (ebd.). In einer manuellen Montage kann auf die motorischen und kognitiven Fähigkeiten des Beschäftigten zurückgegriffen werden, um schnell und flexibel auf veränderte Marktanforderungen zu reagieren (Zäh et al. 2007). Für den Beschäftigten führt dieser Entwicklungstrend hingegen zu einer zunehmenden Komplexität (Schmuntzsch et al. 2013). Der steigende Umfang an Arbeitsinhalten und die Zunahme an Handlungsalternativen können zu einer Überforderung und hohen psychischen Beanspruchung des Menschen führen (ebd.; Fürntratt et al. 2016; Hold et al. 2016).

In diesem Kontext sind innovative Assistenzsysteme gefordert, die den Beschäftigten situationsbezogen anleiten, unterstützen und anlernen (Fast-Berglund et al. 2013; Hold et al. 2016; Bendzioch et al. 2018a). Eine besondere Herausforderung besteht daher darin, die Vorteile einer automatisierten Montage – hohe Effizienz und Prozesssicherheit – mit den kognitiven Fähigkeiten und Anforderungen des Beschäf-

tigten zu vereinen (Zäh et al. 2007). Insbesondere hinsichtlich der Informationsbereitstellung und -aufbereitung besteht hoher Handlungsbedarf, da den Beschäftigten Informationen zumeist immer noch papierbasiert oder über statische Bildschirmanzeigen bereitgestellt werden (Bannat 2014; Bendzioch et al. 2018a).

Ursachen für diese Situation liegen nach Studien von Kassermann und Willeke (2016) und Koch et al. (2014) auch darin begründet, dass Unternehmen unterschiedliche Herausforderungen bei der Einführung solcher Systeme zu bewältigen haben. Zusammenfassend mangelt es an geeigneten Einführungsstrategien. Zudem stehen Betriebe vor der Frage, welche Assistenzsysteme ihren Anforderungen am besten gerecht werden und wie der Nutzen solcher Systeme bewertet werden kann. Besonderer Forschungsbedarf wird in der Identifikation und Bereitstellung technischer Unterstützung gesehen (Fürntratt et al. 2016). Bestehende Methodenansätze von Hold et al. (2016) oder Herder und Aurich (2016), welche auf MTM-Studien basieren, versuchen bereits, geeignete Arbeitssysteme für die Implementierung von Assistenzsystemen zu identifizieren. Die Anwendung kann sich aufgrund der benötigten MTM-Studien aufwendig gestalten.

2. Zielsetzung

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojekts »Montexas4.0« (FKZ: 02L15A260) soll eine Methodik entwickelt werden, mit der Arbeitssysteme in kurzer Zeit hinsichtlich der Einsatzpotenziale für informatorische Assistenzsysteme bewertet werden können. Auf diese Weise kann das Zusammenwirken von Mensch, Organisation und Technik einerseits zu einer Effizienzsteigerung, andererseits aber auch zu einer Aufwertung der Arbeitssituation für die Beschäftigten führen. Ziel ist es, einen Fragebogen zu entwickeln, mit dem die wahrgenommene informatorische Komplexität eines Montagearbeitssystems erfasst wird, um die Potenziale für informatorische Assistenzsysteme zu bestimmen. Erste Ansätze, Anforderungen und Zielsetzungen wurden bereits in Veröffentlichungen von Bendzioch et al. (2018a) und Bendzioch et al. (2018b) definiert. Mit diesem Beitrag werden erste Ergebnisse aus der explorativen Faktorenanalyse zum entwickelten Instrument vorgestellt. In einem ersten Schritt werden hierzu – auf Basis der theoretischen Grundlagen zur Komplexität – die relevanten Dimensionen des entwickelten Fragebogens beschrieben. In einem zweiten Schritt werden die Grundlagen zur Durchführung einer explorativen Faktorenanalyse erläutert. Darauf aufbauend werden in einem dritten Schritt die Datenbasis der Studie sowie die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse dargestellt. Abschließend werden die Erkenntnisse aus der Analyse und mögliche Schritte zur Weiterentwicklung des Fragebogens diskutiert.

3. Informatorische Komplexität im Kontext des Methodenansatzes

Durch den Entwicklungstrend zu variantenreichen und kundenindividuellen Produkten müssen Unternehmen mit interner Komplexität auf das komplexer werdende Umfeld reagieren (Ashby 1974). Die resultierende Komplexitätssteigerung hat wiederum einen unmittelbaren Einfluss auf die manuelle Montage. Sie lässt sich nach Klabunde (2013) durch die Merkmale Varietät, Konnektivität und Dynamik beschreiben. Ein komplexes System lässt sich demnach durch die Art und Anzahl an Elementen (Varietät) und den zwischen den Elementen bestehenden Relationen (Konnektivität)

tät) definieren. Der Begriff der Dynamik stellt die Unvorhersehbarkeit und Unbestimmbarkeit von Systemzuständen dar (ebd.). Die informatorische Komplexität eines Arbeitssystems in der Montage steigt demnach mit der Art und Anzahl an bereitgestellten Informationen zur Aufgabenerledigung und ihren Wechselwirkungen untereinander. Darüber hinaus entsteht informatorische Komplexität aus der Dynamik von Veränderungen, wie beispielsweise neuen Produktvarianten, die im Montagesystem herzustellen sind. Somit wird die informatorische Komplexität durch all die Dinge ausgelöst, die zu einer Informationsnot oder -flut führen (Mayer 2007). Der Beschäftigte nimmt die Komplexitätssteigerung über die Summe von kognitiven Vorgängen der Informationsaufnahme und -verarbeitung, Auswahl- und Entscheidungsprozessen und die daraus resultierenden Unsicherheiten wahr. Basierend auf diesen Erkenntnissen, bestehenden Arbeitsanalyseverfahren, Fallstudien sowie Expertenworkshops konnten die nachfolgend aufgeführten fünf Dimensionen (A bis E) für den zu entwickelnden Fragebogen abgeleitet werden (vgl. Bendzioch et al. 2018a; Bendzioch et al. 2018b):

- **A: Große Anzahl an Bauteilen und Baugruppen:** Ausführungsunsicherheiten infolge von Variantenanzahl und -änderungen
- **B: Arbeitsdurchführung und -bedingungen:** Arbeitsdruck und Ablenkung beeinträchtigen die Konzentration und Wachsamkeit und erschweren Entscheidungsvorgänge
- **C: Umfang der Montageinformationen:** Verknüpfung von Information mit zahlreichen Folgeentscheidungen
- **D: Unzureichende Qualifikation:** Unzureichende Ausbildung, fehlende Anlernzeiten und Weiterbildungen führen zu Unsicherheiten in der Ausführung
- **E: Hohe Anforderungen an die Qualität:** Genauigkeit, mit der Informationen aufgenommen und umgesetzt werden müssen

Der konstruierte Fragebogen gliedert sich in die fünf genannten Dimensionen und umfasst insgesamt 25 geschlossene Items. Die Bewertung der Items erfolgt über eine fünfstufige Likert-Skalierung.

4. Explorative Faktorenanalyse

4.1 Grundlagen zur explorativen Faktorenanalyse

Die explorative Faktorenanalyse kommt zur Anwendung, wenn ein neu entwickeltes Messinstrument geprüft werden soll. Dabei wird untersucht, ob die bei der Skalenkonstruktion generierten Items zu einem oder mehreren Faktoren zusammengefasst werden können (Schwarz et al. 2018). Damit stellt die explorative Faktorenanalyse ein strukturentdeckendes und auch datenreduzierendes Verfahren dar. Grundlage der explorativen Faktorenanalyse bildet die Korrelationsmatrix. In dieser werden die wechselseitigen Zusammenhänge der Einzelindikatoren quantifiziert (Bortz & Döring 2016). Hohe Korrelationen von einzelnen Variablen (Items) bilden die Grundlage und Voraussetzung zur Entdeckung und Beschreibung eines sog. latenten Faktors oder Merkmals, welches die inhaltliche Gemeinsamkeit verschiedener Items zum Ausdruck bringt. Die Faktorladung wiederum gibt den Zusammenhang zwischen jeder einzelnen Indikatorvariable und dem latenten Faktor wieder. Die explorative Faktorenanalyse gibt somit Auskunft darüber, ob die theoretischen Vorannahmen zu einem Konstrukt – wie etwa der informatorischen Komplexität – durch die empiri-

schen Daten bestätigt werden. Anzahl und aufgeklärte Varianz der Faktoren werden mit Hilfe des Eigenwertverlaufs aller Variablen veranschaulicht (Moosbrugger & Kelava 2012). Für die weitere Analyse sind nur solche Faktoren relevant, deren Eigenwert deutlich über eins liegt (sog. Kaiser-Guttman-Kriterium) und die damit mehr Varianz aufklären als die einzelnen Variablen.

4.2 Vorgehen und Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse

Datenbasis für die explorative Faktorenanalyse bilden verschiedene Arbeitssysteme aus zwei Unternehmen. Dabei handelt es sich um einen Hersteller von kundenspezifischen LKW-Aufbauten und einen Produzenten von variantenreichen Serienmaschinen. Beide Betriebe haben die Gemeinsamkeit, dass sie über große Produktionsbereiche verfügen, in denen komplexe Produkte von Hand montiert werden. Mit Hilfe des entwickelten Fragebogens wurden 61 Beschäftigte im Bereich der manuellen Montage befragt. 85% der Beschäftigten standen zum Zeitpunkt der Umfrage in einem festen Arbeitsverhältnis und arbeiteten zu rund 63% fest in dem Arbeitssystem, zu dem sie befragt wurden. Weiterführend werden die Resultate der explorativen Faktorenanalyse vorgestellt. Die Korrelationsmatrix (Tabelle 1) zeigt auf, dass die Variablen überwiegend mäßig bis mittel stark miteinander korrelieren. Dabei zeigen sich tendenziell die erwarteten engeren Zusammenhänge hinsichtlich der indizierten Variablen B, C und E, weniger eng ausgeprägt sind die Zusammenhänge hinsichtlich A und D. Die Variablen A korrelieren nicht nur untereinander, sondern auch mit vielen anderen Variablen ähnlich stark, gleiches gilt für die Variablen D. Allgemein lässt sich diesbezüglich festhalten, dass eine höhere Trennschärfe der diesen beiden Dimensionen zugeordneten Variablen erzielt werden muss.

Tabelle 1: Interkorrelationsmatrix der explorativen Faktorenanalyse (n=61)

	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1	D2	D3	D4	E1	E2	E3	E4	E5
A1	-	0,08	0,31	0,30	-0,12	-0,13	0,26	0,20	0,07	0,33	0,24	0,06	-0,05	0,02	-0,11	0,03	0,16	0,23	0,17	0,06	0,22	0,20	0,39	0,20	0,23
A2	0,08	-	0,29	0,59	-0,20	-0,10	0,16	0,00	0,14	0,12	0,12	0,31	0,25	0,35	0,39	0,11	-0,25	0,06	0,13	0,34	0,09	0,42	0,20	0,05	0,02
A3	0,31	0,29	-	0,48	-0,07	0,03	0,00	0,18	0,18	-0,02	0,15	0,34	0,19	0,21	0,26	-0,03	0,09	0,36	0,27	0,31	0,40	0,30	0,43	0,38	0,27
A4	0,30	0,59	0,48	-	-0,08	-0,10	0,22	0,21	0,22	0,18	0,30	0,37	0,29	0,37	0,31	0,32	0,24	0,29	0,38	0,15	0,19	0,36	0,30	0,19	0,28
B1	-0,12	-0,20	-0,07	-0,08	-	0,22	-0,17	0,00	0,09	0,02	0,09	0,04	-0,04	0,12	0,16	-0,04	0,19	0,29	0,03	0,09	0,19	-0,08	0,08	-0,06	-0,15
B2	-0,13	-0,10	0,03	-0,10	0,22	-	0,34	-0,04	0,27	0,03	0,13	-0,18	-0,08	-0,15	0,33	-0,23	-0,17	0,05	0,12	0,02	-0,16	0,19	-0,07	0,03	-0,14
B3	0,26	0,16	0,00	0,22	-0,17	0,34	-	0,21	0,46	0,36	0,26	-0,10	-0,10	-0,36	0,13	-0,01	0,07	0,12	0,22	0,12	-0,30	0,16	-0,17	-0,11	-0,15
B4	0,20	0,00	0,18	0,21	0,00	-0,04	0,21	-	0,52	0,48	0,32	0,08	0,38	0,18	0,24	0,36	0,26	0,09	0,01	0,13	0,26	0,36	0,37	0,07	0,13
B5	0,07	0,14	0,18	0,22	0,09	0,27	0,46	0,52	-	0,43	0,44	0,16	0,20	0,06	0,39	0,12	0,10	0,17	0,07	0,18	-0,05	0,42	0,30	-0,10	-0,13
B6	0,33	0,12	-0,02	0,18	0,02	0,03	0,36	0,48	0,43	-	0,33	-0,04	0,31	0,04	0,14	0,11	0,25	-0,01	0,24	0,02	0,05	0,39	0,29	-0,05	0,13
C1	0,24	0,12	0,15	0,30	0,09	0,13	0,26	0,32	0,44	0,33	-	0,25	0,10	0,26	0,46	0,29	0,13	0,36	0,10	0,02	0,04	0,36	0,29	-0,13	0,07
C2	0,06	0,31	0,34	0,37	0,04	-0,18	-0,10	0,08	0,16	-0,04	0,25	-	0,34	0,57	0,32	0,21	0,08	0,20	-0,08	0,23	0,22	0,13	0,15	0,15	0,17
C3	-0,05	0,25	0,19	0,29	-0,04	-0,08	-0,10	0,38	0,20	0,31	0,10	0,34	-	0,49	0,29	0,33	-0,01	0,14	-0,08	0,16	0,05	0,15	0,24	-0,09	0,14
C4	0,02	0,35	0,21	0,37	0,12	-0,15	-0,36	0,18	0,06	0,04	0,26	0,57	0,49	-	0,34	0,43	0,06	0,13	-0,03	0,21	0,21	0,33	0,42	0,08	0,30
C5	-0,11	0,39	0,26	0,31	0,16	0,33	0,13	0,24	0,39	0,14	0,46	0,32	0,29	0,34	-	0,03	-0,04	0,18	0,00	0,19	-0,09	0,39	0,32	0,00	0,00
C6	0,03	0,11	-0,03	0,32	-0,04	-0,23	-0,01	0,36	0,12	0,11	0,29	0,21	0,33	0,43	0,03	-	0,04	0,07	-0,11	0,09	0,24	0,20	0,23	-0,01	0,31
D1	0,16	-0,25	0,09	0,24	0,19	-0,17	0,07	0,26	0,10	0,25	0,13	0,08	-0,01	0,06	-0,04	0,04	-	-0,06	0,35	-0,10	0,05	-0,06	0,00	0,06	0,07
D2	0,23	0,06	0,36	0,29	0,29	0,05	0,12	0,09	0,17	-0,01	0,36	0,20	0,14	0,13	0,18	0,07	-0,06	-	0,27	0,38	0,21	0,10	0,30	-0,03	0,18
D3	0,17	0,13	0,27	0,38	0,03	0,12	0,22	0,01	0,07	0,24	0,10	-0,08	-0,08	-0,03	0,00	-0,11	0,35	0,27	-	0,02	0,21	0,27	0,13	0,36	0,16
D4	0,06	0,34	0,31	0,15	0,09	0,02	0,12	0,13	0,18	0,02	0,02	0,23	0,16	0,21	0,19	0,09	-0,10	0,38	0,02	-	0,13	0,10	0,16	-0,11	-0,01
E1	0,22	0,09	0,40	0,19	0,19	-0,16	-0,30	0,26	-0,05	0,05	0,04	0,22	0,05	0,21	-0,09	0,24	0,05	0,21	0,21	0,13	-	0,16	0,46	0,67	0,41
E2	0,20	0,42	0,30	0,36	-0,08	0,19	0,16	0,36	0,42	0,39	0,36	0,13	0,15	0,33	0,39	0,20	-0,06	0,10	0,27	0,10	0,16	-	0,61	0,28	0,29
E3	0,39	0,20	0,43	0,30	0,08	-0,07	-0,17	0,37	0,30	0,29	0,29	0,15	0,24	0,42	0,32	0,23	0,00	0,30	0,13	0,16	0,46	0,61	-	0,35	0,47
E4	0,20	0,05	0,38	0,19	-0,06	0,03	-0,11	0,07	-0,10	-0,05	-0,13	0,15	-0,09	0,08	0,00	-0,01	0,06	-0,03	0,36	-0,11	0,67	0,28	0,35	-	0,53
E5	0,23	0,02	0,27	0,28	-0,15	-0,14	-0,15	0,13	-0,13	0,13	0,07	0,17	0,14	0,30	0,00	0,31	0,07	0,18	0,16	-0,01	0,41	0,29	0,47	0,53	-

Das zur Bestimmung der Anzahl der Faktoren angewandte Kaiser-Guttman-Kriterium lässt entgegen der theoretischen Vorüberlegungen zur Merkmalsstruktur auf acht latente Faktoren schließen. Diese erklären 72,1 % der Gesamtvarianz. Die Faktorladungen sind in nachstehenden Tabelle 2 dargestellt. Hinsichtlich der Variablen B, C und E zeigen sich überwiegend zufriedenstellende Ladungen, d.h. die angenommenen Merkmale der Arbeitsdurchführung und -bedingungen, des Umfangs der Montageinformationen und der hohen Anforderungen an Qualität werden wie erwar-

tet bestätigt. Dies gilt jedoch nicht hinsichtlich der Variablen im Bereich A (große Anzahl an Bauteilen und Baugruppen) und D (unzureichende Qualifikation), die entgegen der Erwartungen auf verschiedenen Faktoren relativ hoch laden. Damit spiegelt das Ergebnis die Erkenntnisse aus der Korrelationsanalyse wieder. Von daher sind in weiteren Schritten noch einmal Überlegungen zur Veränderung und Präzisierung des Itempools anzustellen.

Tabelle 2: Matrix der Faktorladungen

Variable	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6	Faktor 7	Faktor 8
A1	0,318	0,190	0,220	0,255	-0,179	0,200	0,225	-0,518
A2	0,031	-0,445	-0,016	-0,248	-0,334	0,098	0,630	0,037
A3	0,455	-0,189	0,011	-0,130	-0,524	0,305	0,131	-0,050
A4	0,158	-0,486	0,102	-0,055	-0,199	0,515	0,363	-0,270
B1	-0,012	-0,080	-0,019	-0,227	-0,145	0,090	-0,803	-0,047
B2	-0,058	0,290	0,028	-0,768	-0,018	0,005	-0,138	-0,002
B3	-0,334	0,348	0,373	-0,242	-0,151	0,294	0,359	-0,317
B4	0,175	-0,148	0,838	0,032	-0,070	-0,004	-0,085	-0,043
B5	-0,114	-0,057	0,662	-0,424	-0,180	0,059	-0,009	-0,170
B6	0,041	0,029	0,770	-0,048	0,082	0,197	0,105	-0,134
C1	-0,039	-0,272	0,277	-0,296	0,066	0,075	-0,073	-0,729
C2	0,073	-0,708	-0,071	-0,007	-0,216	0,130	0,008	-0,085
C3	-0,006	-0,600	0,429	0,040	-0,160	-0,109	0,052	0,176
C4	0,234	-0,844	0,045	-0,045	-0,014	-0,068	-0,048	-0,073
C5	-0,033	-0,458	0,154	-0,697	-0,101	0,019	0,005	-0,112
C6	0,131	-0,490	0,297	0,277	0,132	-0,200	0,042	-0,312
D1	-0,050	-0,110	0,277	0,258	0,204	0,728	-0,337	-0,017
D2	0,127	-0,079	-0,066	-0,071	-0,604	0,077	-0,248	-0,567
D3	0,263	0,139	0,020	-0,151	-0,079	0,748	0,064	-0,074
D4	-0,041	-0,157	0,114	-0,016	-0,822	-0,090	0,024	0,022
E1	0,777	-0,106	0,066	0,170	-0,226	0,076	-0,208	0,050
E2	0,438	-0,186	0,380	-0,492	0,038	0,018	0,319	-0,177
E3	0,683	-0,227	0,328	-0,160	-0,143	-0,123	-0,006	-0,256
E4	0,831	0,057	-0,094	-0,086	0,060	0,267	0,071	0,177
E5	0,702	-0,184	0,008	0,146	0,129	0,024	0,121	-0,218

5. Kritische Würdigung und Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse zeigen, dass der aktuelle Entwicklungsstand des Fragebogens noch kein endgültig zufriedenstellendes Ergebnis repräsentiert. Die einbezogenen manifesten Variablen (Items) bilden das dem Ansatz zugrundeliegende Konstrukt informatorische Komplexität hinsichtlich seiner latenten Struktur noch nicht hinreichend genau ab. Von daher ist es erforderlich Nachbesserungen an einzelnen vorliegenden Items vorzunehmen sowie weitere neue Items in die Analyse einzubeziehen und so die theoretisch angenommenen Dimensionen der informatorischen Komplexität noch besser zu operationalisieren. Dies gilt insbesondere für die Items der Dimensionen A und D. Die Gründe für diesen Befund dürften unter anderem darin liegen, dass die in die Untersuchungen einbezogenen Montagearbeitssysteme zu wenig homogen waren. Von daher werden aktuell Experteninterviews in einem größeren Industrieunternehmen durchgeführt, um einmal die empirische Basis der einzubeziehenden Arbeitssysteme genauer zu bestimmen und sodann auch die Items des Fragebogens hinsichtlich Inhalt und Sprache genauer auf diese Basis abzustimmen. In einer sich anschließenden explorativen Faktorenanalyse ist dann zu prüfen, ob die angenommene latente Struktur besser abgebildet wird. Ohne einen solchen Zwischenschritt sind auch weiterführende Überprüfungen der Konstrukt- und Kriteriumsvalidität des Instruments wenig aussichtsreich. Sie sind jedoch erforderlich, wenn betrieblichen Anwendern die Möglichkeit eingeräumt werden soll, bestehende Montagesysteme auf der Grundlage des Fragebogens danach zu bewerten, ob sich der Einsatz von informatorischen Assistenzsystemen anbietet und auch rentiert.

6. Literatur

- Ashby WR (1974) Einführung in die Kybernetik. Frankfurt: Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft 34
- Bannat A (2014) Ein Assistenzsystem zur digitalen Werker-Unterstützung in der industriellen Produktion. Diss. TU München.
- Bächler A, Bächler L, Autenrieth S, Kurtz P, Heidenreich T, Hörz T, Krüll G (2015) Entwicklung von Assistenzsystemen für manuelle Industrieprozesse. In: Sabine Rathmayer, Hans Pongratz (Hrsg.): Proceedings of DeLFI Workshops 2015. München: CEUR-Workshop, 56-63
- Bendzioch S, Hinrichsen S, Winter M, Adrian B, Bornewasser M (2018a) Wirtschaftliche und humanorientierte Einsatzpotenziale von Montageassistenzsystemen. GfA-Press: Dortmund
- Bendzioch S, Hinrichsen S, Adrian B, Bornewasser M (2018b) Assessing the Economic and Human-Centered Potential of Assembly Assistance Systems. In: Villmer FJ; Padoano E (Hrsg.): Production Engineering and Management: Proceedings 8th International Conference. Oktober 04 - 05, 2018 in Lemgo, Germany, Publication Series in Direct Digital Manufacturing: 127 - 136
- Bortz J, Döring N (2016) Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Springer-Lehrbuch (5., vollst. überarb., aktualisierte und erw. Aufl.). Berlin: Springer.
- Fast-Berglund A, Fässberg T, Hellman F, Davidsson A, Stahre J (2013) Relations between complexity, quality and cognitive automation in mixed-model assembly. Journal of manufacturing systems, 32 (3). 2013. S. 449 – 455
- Fürntratt H, Murg S, Zeiner H (2016) DeepLearning basiertes Unterstützungssystem für die Produktion. In: Weyers B, Dittmar A. (Hrsg.) Mensch und Computer 2016 – Workshopbeiträge, 4. - 7. September 2016, Aachen. Veröffentlicht durch die Gesellschaft für Informatik e.V. 2016
- Herder C, Aurich JC (2016) Bewertungskonzept zur Identifikation von kognitiven Unterstützungstechnologien in der manuellen Montage. In: Weidner R (Hrsg.) Zweite Transdisziplinäre Konferenz – Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen. Hamburg: Helmut-Schmidt-Universität: 41-48
- Hold P, Ranz F, Sihn W (2016) Konzeption eines MTM-basierten Bewertungsmodells für digitalen Assistenzbedarf in der cyber-physischen Montage. In: Schlick CM (Hrsg.) Megatrend Digitalisierung Potenziale der Arbeits- und Betriebsorganisation. Berlin: GITO mbH Verlag: 295-322
- Kasselmann S, Willeke S (2016) Technologie Kompendium: Interaktive Assistenzsysteme. <http://www.ipri-institute.com/fileadmin/pics/Projekt-Seiten/40ready/Technologie-Kompendium.pdf>: 28.04.2018
- Klabunde S (2003) Wissensmanagement in der integrierten Produkt und Prozessgestaltung – Best-Practice-Modelle zum Management von Meta-Wissen. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Koch V, Kuge S, Geissbauer R, Schrauf S (2014) Industrie 4.0: Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution. In: PwC
- Lotter B (2012) Einführung. In: Lotter B, Wiendahl HP (Hrsg.): Montage in der industriellen Produktion - Ein Handbuch für die Praxis. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, 1-8.
- Mayer A (2007) Modularisierung der Logistik: Ein Gestaltungsmodell zum Management von Komplexität in der industriellen Logistik. In: Stube F, Baumgarten H, Klinkner R. (Hrsg.) Schriftenreihe Logistik der Technischen Universität Berlin. Magdeburg: Universitätsverlag der TU Berlin: Band 1.
- Moosbrugger H, Kelava A (2012) Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Springer-Lehrbuch (2., aktualisierte und überarb. Aufl.). Berlin: Springer.
- Schmuntzsch U, Hartwig M, Rötting M, Windel A (2013) Neue Formen adaptiver und Handlungsleitender Informationen im Arbeitskontext. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 67 (2013) 3, S.151-157
- Schwarz J (Hrsg.), Bruderer-Enzler H (Hrsg.), Keller M, De Simoni C, Seidmann S, Westphalen A (2018) Methodenberatung. Universität Zürich: https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/interdependenz/reduktion/faktor.html: 08.12.2018
- Zäh MF, Wiesbeck M, Engstler F, Friesdorf F, Schubö A, Stork S, Bannat A, Wallhoff F (2007) Kognitive Assistenzsysteme in der manuellen Montage *. In: wt Werkstattstechnik online Jahrgang 97 (2007) H.9, Springer-VDI-Verlag, S. 644-650

Das Vorhaben »Montexas4.0« (Förderkennzeichen 02L15A260) wird im Rahmen des Programms „Arbeit in der digitalisierten Welt“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds gefördert.



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