

Motivation und subjektive Beanspruchung bei simulierten Montageprozessen mit herkömmlichen und digitalen Hilfestellungen – Ergebnisse einer Pilotstudie

Annemarie MINOW, Irina BÖCKELMANN

*Bereich Arbeitsmedizin, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,
Leipziger Str. 44, 39120 Magdeburg*

Kurzfassung: Im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundvorhabens „3D-Montageassistent“ wurde eine Pilotstudie durchgeführt, um zu beurteilen, wie sich die subjektive Beanspruchung und Motivationslage beim Einsatz digitaler Arbeitsanweisungen im Gegensatz zu herkömmlichen Papieranweisungen verändert. Die Ergebnisse der EZ-Skala und des NASA-TLX zeigen keine erhöhte subjektive Beanspruchung bzw. veränderte Motivationslage beim Einsatz neuartiger digitaler Hilfestellungen. Die verwendeten arbeitspsychologischen Verfahren können im weiteren Projektverlauf für die Beurteilung der Motivation und Beanspruchung eingesetzt werden.

Schlüsselwörter: digitale Assistenzsysteme, subjektive Beanspruchung, Motivation, Montage, EZ-Skala, NASA-TLX

1. Hintergrund

Es ist nicht neu, dass die weiter fortschreitende Digitalisierung und die Industrie 4.0 weitreichende Veränderungen für Wirtschaft und Gesellschaft mit sich bringt. Zu den Veränderungen gehört auch, dass die Industrie immer stärker auf individuelle Kundenwünsche reagieren muss. Diese erforderliche Flexibilität in der Produkterstellung ist für die Unternehmen jedoch häufig nur durch eine teilautomatisierte oder manuelle Montage umsetzbar. Dabei stellt die Komplexität und Variantenvielfalt jedoch hohe Anforderungen an die kognitive Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit von Mitarbeitern (Böckelmann & Minow 2018, Böckelmann 2018). Eine Möglichkeit diesen Herausforderungen zu begegnen, stellen digitale Assistenzsysteme dar, die Mitarbeiter bei der Ausführung ihrer Tätigkeit unterstützen.

2. Zielsetzung

Im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundvorhabens „3D-basierte Assistenztechnologien für variantenreiche Montageprozesse - Menschzentrierter Arbeitsplatz der Zukunft (3D-Montageassistent)“ (FKZ: 03ZZ0441E) wird das Ziel verfolgt, funktionelle Bausteine für die Realisierung von 3D-basierten Montageassistenten zur technischen Unterstützung manueller Fertigungsprozesse zu erforschen und zu entwickeln. Das Teilprojekt „Begleituntersuchung zur Erfassung von Belastungen und Beanspruchungen bei Montageassistent“, bearbeitet durch den Bereich Arbeitsmedizin der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, analysiert in diesem Zusammenhang die kognitive Leistungsfähigkeit und Akzeptanz des Nutzers bei der An-

wendung des unterstützenden Systems. Im Fokus steht die Beurteilung der dabei entstehenden Belastungen und daraus resultierenden objektiven und subjektiven Beanspruchungen in aufeinander aufbauenden Studien.

Ein positives Votum der Ethikkommission zur Durchführung der Studien liegt vor.

Ein Ziel der Pilotstudie in diesem Teilprojekt war die Bewertung der arbeitspsychologischen Verfahren für die Einschätzung der subjektiven Beanspruchung des Probandes während der kognitiven Aufgaben unter standardisierten Laborbedingungen. Zudem sollte beurteilt werden, wie sich der Einsatz digitaler Hilfestellungen bei simulierten Montageprozessen auf die Motivation und subjektive Beanspruchung der Benutzer auswirkt.

3. Methode und Studienablauf

In zwei randomisierten Durchläufen (Papieranweisung bzw. wortgleiche digitale Liste) haben 24 freiwillige Probanden (\bar{x} 25,2 \pm 5,65 Jahre) geometrische Figuren aus verschiedenen Bauteilen nach einer der beiden Instruktionsvarianten zusammengebaut. Der simulierte Montageprozess dauerte jeweils 30 Minuten und wurde im psychophysiologischen Labor des Bereichs Arbeitsmedizin durchgeführt (siehe Abbildung 1).

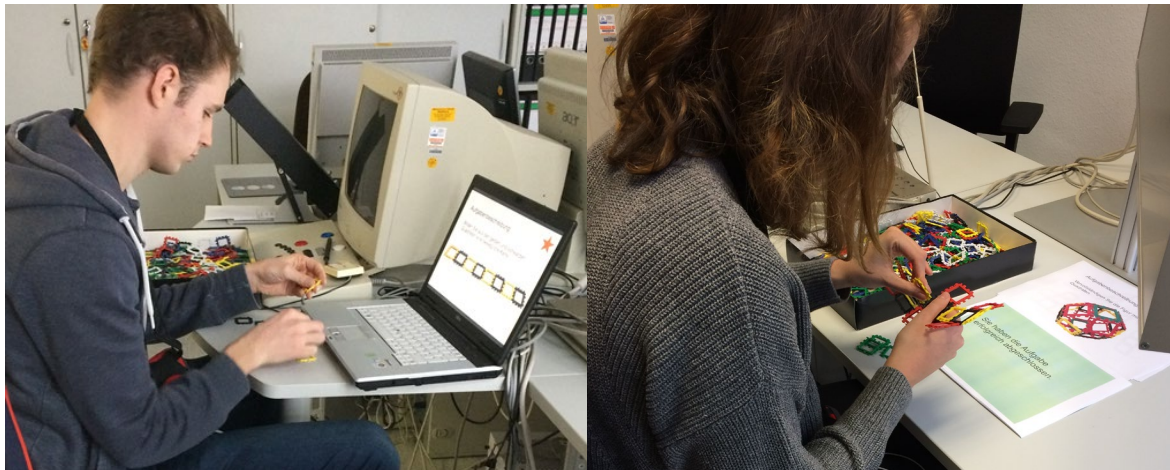


Abbildung 1: Montageprozess mit digitaler Arbeitsanweisung (links) und mit Papieranweisung (rechts) (Foto: Minow)

Vor Beginn des Versuchs wurde ein Informationsblatt über den Ablauf der Studie und eine Einwilligungserklärung an die Probanden ausgegeben. Es folgte eine ophthalmologische Statusuntersuchung, bei der Visus, Stereosehen, Phorie und Farbsehen getestet wurden.

Zur Messung der Motivation und subjektiven Beanspruchung wurde die Eigenzustandsskala (EZ-Skala) nach Nitsch (1976) und der NASA-Task Load Index (NASA-TLX) (Hart & Staveland 1988, Hart 2006) eingesetzt. Die EZ-Skala wurde zu Beginn des Versuchs und jeweils nach den simulierten Montagedurchläufen verwendet. Der NASA-TLX wurde jeweils nach den Durchläufen genutzt.

Die EZ-Skala erfasst die situationsgebundene Beanspruchungs-, Motivations- und Stimmungslage einer Person als Ausdruck ihres aktuellen Gesamtbefindens. Dabei besteht die Skala aus 40 Eigenschaftswörtern, die auf einer sechsstufigen Ordi-

nalskala von 1 „kaum“ bis 6 „völlig“ zu bewerten sind. Die 40 Eigenschaftswörter werden zu 14 Binärfaktoren zusammengefasst und bilden eine dreistufige Hierarchie.

Der NASA-TLX ist ein mehrdimensionales Instrument zur Beanspruchungsmessung. Im Fragebogen werden zunächst die Belastungsfaktoren definiert. Diese sind geistige Anforderung, körperliche Anforderung, zeitliche Anforderungen, erbrachte Leistung, Anstrengung und Frustration. Im Rating bewerten die Probanden ihre Beanspruchung anhand der sechs unabhängigen Subskalen. Im Ranking bewerten die Probanden anhand eines Paarvergleiches, welche Beanspruchungsdimension mehr zur Gesamtbeanspruchung beigetragen hat. Anhand des Paarvergleichs werden die einzelnen Beanspruchungsfaktoren gewichtet und mit den Ergebnissen des ersten Teils die Gesamtbeanspruchung ermittelt.

4. Ergebnisse

Zwischen der Anwendung der Papierliste und der digitalen Arbeitsanweisung zeigen sich durch die EZ-Skala keine signifikanten Unterschiede in der Motivations- und Beanspruchungslage. Die Motivation (MOT), die Aktivierung (AKT), die Anstrengungsbereitschaft (ANBE) und die Kontaktbereitschaft (KON) waren bei beiden Varianten im Vergleich zu den Werten vor Beginn des Versuchs geringer, wobei bei der Papierliste die Kategorien MOT ($p = 0,044$), AKT ($p = 0,031$) und ANBE ($p = 0,009$) und bei der digitalen Liste die Kategorie KON ($p = 0,026$) statistisch signifikant ist (siehe Tabelle 1)

Tabelle 1: Ergebnisse der EZ-Skala [Stanine] (vorher, Papier, digital)

Binärfaktor	vorher (I)	nach Papierliste (II)	nach digitaler Liste (III)	p_{GLM}	$p_{\text{Bonferroni}}$
	MW \pm SD Median (Min - Max)				
EZ100 Motivation	5,9 \pm 1,57 5,5 (3 – 9)	5,2 \pm 2,17 5 (1 – 9)	5,1 \pm 1,94 5,5 (1 – 9)	0,028*	I – II (0,044*)
EZ110 Aktivierung	5,7 \pm 1,65 5,5 (2 – 8)	4,9 \pm 2,11 5 (1 – 9)	5,1 \pm 1,89 5 (1 – 9)	0,032*	I – II (0,031*)
EZ111 Anstrengungs- bereitschaft	6,3 \pm 1,73 6 (3 – 9)	5,3 \pm 2,16 5 (1 – 9)	5,6 \pm 1,89 5,5 (2 – 9)	0,018*	I – II (0,009**)
EZ112 Kontaktbereitschaft	4,4 \pm 1,44 4 (2 – 8)	3,7 \pm 1,20 4 (2 – 7)	3,6 \pm 1,35 3 (1 – 7)	0,008**	I – III (0,026*)

Es zeigt sich jedoch, dass sich die MOT, AKT, ANBE, KON und soziale Anerkennung (SOZ) im Laufe des Versuchs statistisch signifikant verringern (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Ergebnisse der EZ-Skala [Stanine] (vorher, nach 1. Durchlauf, nach 2. Durchlauf)

Binärfaktor	vorher (I)	nach 1. Durchlauf (II)	nach 2. Durchlauf (III)	P _{GLM}	P _{Bonferroni}
	MW ± SD Median (Min - Max)				
EZ100 Motivation	5,9 ± 1,57 5,5 (3 – 9)	5,3 ± 2,10 5 (1 – 9)	5,0 ± 2,00 5,5 (1 – 9)	0,021*	I – II (0,037*) I – III (0,044*)
EZ110 Aktivation	5,7 ± 1,65 5,5 (2 – 8)	5,2 ± 1,98 5 (1 – 9)	4,8 ± 2,01 5 (1 – 8)	0,019*	I – III (0,034*)
EZ111 Anstrengungs- bereitschaft	6,3 ± 1,73 6 (3 – 9)	5,7 ± 1,64 6 (4 – 9)	5,3 ± 2,11 5 (1 – 9)	0,020*	I – II (0,007**) I – III (0,036*)
EZ112 Kontaktbereitschaft	4,4 ± 1,44 4 (2 – 8)	3,6 ± 1,25 4 (1 – 7)	3,6 ± 1,31 3,5 (2 – 7)	0,008**	I – II (0,033*) I – III (0,044*)
EZ121 Soziale Anerkennung	6,0 ± 1,49 6 (3 – 9)	5,6 ± 1,77 6 (1 – 9)	5,4 ± 1,72 6 (1 – 8)	0,017*	I – III (0,048*)

Die Ergebnisse aus dem NASA-TLX zeigen ähnliche Beanspruchungen bei beiden Varianten (für die Papierliste 58,4 ± 11,76 Punkte und die digitale Variante 57,4 ± 19,19 Punkte; p > 0,05). Im Vergleich wird die Beanspruchung nach dem ersten Montagedurchlauf jedoch größer erlebt als nach dem zweiten Montagedurchlauf (60,8 ± 14,76 zu 55,0 ± 16,47; p > 0,05) (siehe Abbildung 2).

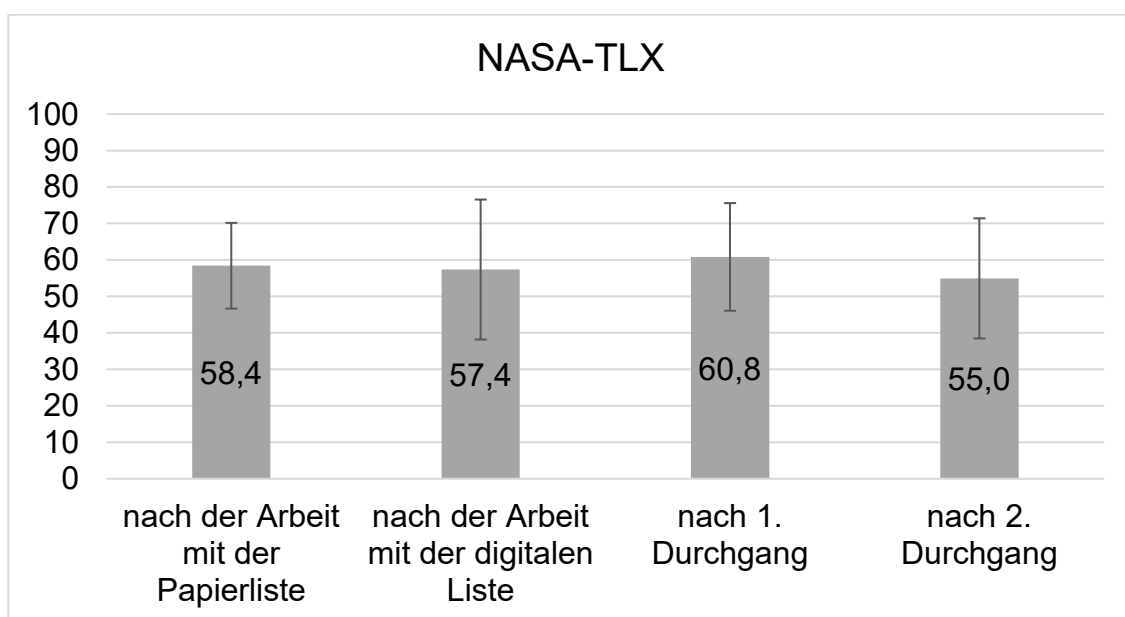


Abbildung 2: Ergebnisse des NASA-TLX

5. Diskussion und Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Pilotstudie zeigen, dass digitalisierte Arbeitsanweisungen im kurzfristigen Einsatz keine höhere subjektive Beanspruchung als herkömmliche Papieranweisungen hervorrufen.

Die verwendeten arbeitspsychologischen Erhebungsinstrumente können im weiteren Projektverlauf (User-Tests, Feldversuche) angewendet werden.

6. Literatur

- Böckelmann I (2018) Auswirkungen neuer Arbeitswelten auf die Menschen. ASU 05/2018: 308-310.
- Böckelmann I, Minow A (2018) Nutzung digitaler Assistenzsysteme. Sicherheits- und Gesundheitsaspekte beim Einsatz neuer Technologien. ASU 11/2018: 702-707.
- Hart SG (2006) Nasa-Task Load Index (NASA-TLX) 20 Years Later. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 50: 904–908.
- Hart SG, Staveland L (1988) Development of NASA-TLX (Task Load Index) - Results of Empirical and Theoretical Research. In: Hancock P, Meshkati N (Hrsg.) Human Mental Workload, Amsterdam: North Holland, 139–183.
- Nitsch JR (1976) Die Eigenzustandsskala (EZ-Skala) - Ein Verfahren zur hierarchisch-mehrdimensionalen Befindlichkeitsskalierung. In: Nitsch JR, Udris I (Hrsg.) Beanspruchung im Sport. Beiträge zur psychologischen Analyse sportlicher Leistungssituation, 1. Auflage, Bad Homberg: Limpert-Verlag, 81-102.



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