

## **Arbeitsgestaltung für leistungsgewandelte Mitarbeiter mit digitalen Planungstools**

Sascha ULLMANN, Lars FRITZSCHE

*imk automotive GmbH  
Amselgrund 30, D-09128 Chemnitz*

**Kurzfassung:** Insbesondere bei der (Re-) Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter ergeben sich neue Handlungsfelder für die digitale prospektive Prozess- und Arbeitsplatzgestaltung. Eine besondere Bedeutung erlangen hierbei digitale Menschmodelle, welche individuelle Leistungseinschränkungen noch nicht adäquat abbilden. Dieser Beitrag beschreibt den aktuellen Stand zur Funktionserweiterung und Integration von Leistungsfaktoren in digitale Menschmodelle am Beispiel der digitalen Planungsmethode Editor menschlicher Arbeit.

**Schlüsselwörter:** digitale Menschmodelle, leistungsgewandelte Mitarbeiter, Prozessergonomie, Prozessplanung, fähigkeitsgerechte Arbeitsgestaltung

### **1. Einführung**

Neben einer alternden Belegschaft ist die Integration von leistungsgewandelten Mitarbeitern in wertschöpfende Prozesse eine weitere Herausforderung produzierender Unternehmen (Griffiths 1997). Nach Rudow et al. (2007) sind leistungsgewandelte Mitarbeiter Personen, welche irreversible physische und/oder psychische Einschränkungen ihrer Leistungsfähigkeit aufweisen, die durch einen Betriebsarzt attestiert wurden. Ein wirtschaftlich wichtiger Punkt ist dabei, dass diese Mitarbeiter ihre reguläre Arbeitstätigkeit temporär oder langfristig nicht mehr in vollem Maße ausführen können. Keine fähigkeitsentsprechende Tätigkeit kann dabei zu einem Einsatz als Hilfskraft oder im schlimmsten Fall zu Produktivitätsverlusten führen (Menges 1998). Analysen von Belegschaftsstrukturen zeigen dabei, dass nicht nur ältere Mitarbeiter sondern auch jüngere Arbeitnehmer Leistungseinschränkungen unterliegen (u.a. Keskin & Stork 2010).

Dabei erhöhen die Vielzahl unterschiedlicher Leistungseinschränkungen sowie deren Kombinationen die Anforderungen an eine zielgerichtete Prozess- und Arbeitsplatzgestaltung (Reinhart & Egberts 2012). Neben aktuell eingesetzten Methoden zur Personaleinsatzplanung (siehe u.a. Adenauer 2004) erlangt daher eine frühzeitige Berücksichtigung von Leistungseinschränkungen in den ersten Planungsphasen an Bedeutung. Das Ziel ist die Sicherstellung eines wertschöpfenden und fähigkeitsgerechten Einsatzes dieser Mitarbeiter. Planungstools der digitalen Fabrik liefern dabei bereits heute Möglichkeiten zur prospektiven und korrektiven Arbeitsgestaltung. Insbesondere digitale Menschmodelle sind dazu geeignet valide Ergebnisse zur Arbeitsplatz- und Prozessgestaltung zu liefern (Chaffin 2008).

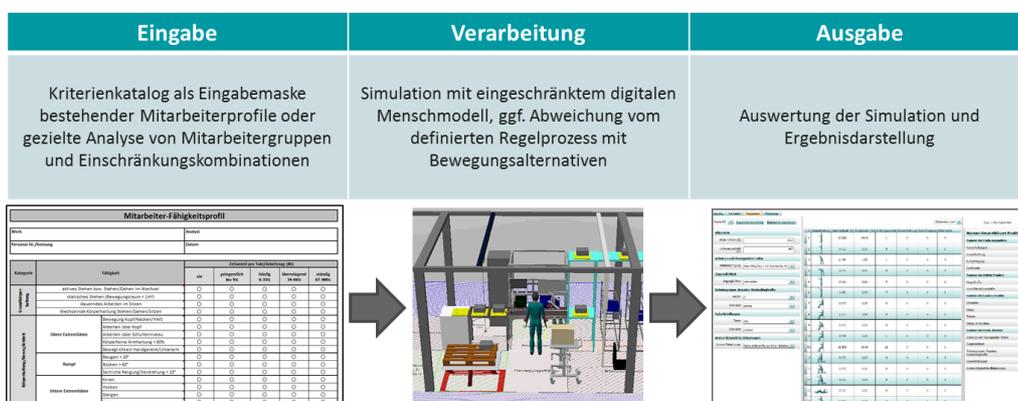
Aktuelle digitale Menschmodelle, welche zur Analyse der Prozess- und Produktergonomie eingesetzt werden, entsprechen dem „Norm-Menschen“. Diese sind überwiegend in Körpergröße, Somatotyp, Korpulenz und Geschlecht variabel

(Mühlstedt 2012). Muskuloskelettale, sensorische und anthropometrische Einschränkungen können aktuell nicht adäquat im digitalen Menschmodell abgebildet werden (Mühlstedt et al. 2008). Dabei zeigt auch eine Befragung von Anwendern digitaler Menschmodelle die Anforderung der möglichen Funktionserweiterung um individuelle, biomechanische Parametrisierung (Wischniewski 2013). Zusammenfassend ist feststellbar, dass digitale Menschmodelle aktuell nicht direkt zur Arbeitsgestaltung für leistungsgewandelte Mitarbeiter adäquat eingesetzt werden können. Zur detaillierten Betrachtung leistungsgewandelter Mitarbeiter sind damit digitale Menschmodelle um Einschränkungen der Leistungsfähigkeit zu erweitern. Darüber hinaus ist eine Methodik notwendig, welche mit Hilfe der Funktionserweiterung der Menschmodelle eine fähigkeitsgerechte Arbeitsgestaltung digital unterstützen kann.

Insbesondere der Editor menschlicher Arbeit [ema] eignet sich als Zielsystem zur Erweiterung digitaler Menschmodelle und der dazugehörigen softwareseitigen Planungsumgebung. Dieses Planungstool ermöglicht, auf Basis eigeninitiativer Bewegungen, eine dynamische Simulation von manuellen Arbeitstätigkeiten u.a. zur Machbarkeitsanalyse von geplanten Montageprozessen (Fritzsche et al. 2011).

## 2. Methodik

Zum Transfer von Leistungseinschränkungen in digitale Menschmodelle ist eine Methodik zur parametrischen Integration und Sicherstellung der Unterstützung zur Arbeitsgestaltung mit Hilfe digitaler Planungstools notwendig. Hierzu wurde ein Modell erarbeitet, welches bereits eine softwareseitige Umsetzung nach dem „EVA-Prinzip“ berücksichtigt (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Modell zur Implementierung von Leistungseinschränkungen nach dem EVA-Prinzip.

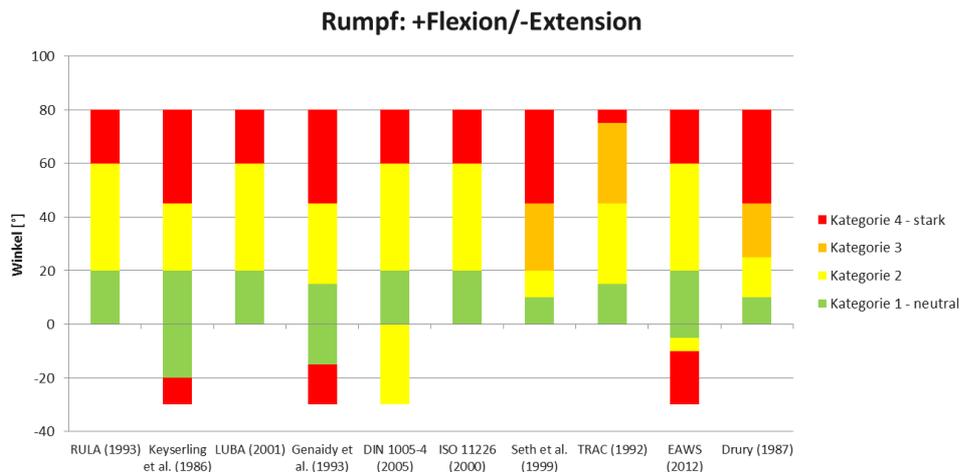
Der Fokus liegt dabei auf altersunabhängige und industrierelevante Leistungseinschränkungen. Diese werden im ersten Schritt erfasst und in ein Klassifizierungsschema überführt. Dieses Schema stellt einen Katalog zur Beschreibung der Art und zeitlichen Einschätzung der Leistungseinschränkung dar. Der Transfer in digitale Menschmodelle erfolgt anschließend auf Basis der Definitionen und Grenzwerte aus dem Kriterienkatalog. Hierzu sind die einzelnen Parameter im digitalen Menschmodell je nach Einschränkungstyp festzulegen sowie die Reaktion der Simulation auf die veränderten Bedingungen zu bestimmen. Bei einer vollen Einschränkung der Rumpfbeugung soll diese Beweglichkeit im Menschmodell z.B. komplett gesperrt werden. Dabei sind mögliche Bewegungsalternativen in der digitalen Simulation einzubeziehen, um ggf. physische

Leistungseinschränkungen durch eine angepasste Arbeitsmethode kompensieren zu können. Auf Basis der Simulation werden anschließend Ergebnisse (u.a. Ergonomiebewertung, Fertigungszeit) zu weiteren Verwendung abgeleitet.

### 3. Kriterien-/Fähigkeitskatalog

Durch eine Dokumentenanalyse und Vergleich bestehender Klassifizierungssysteme von Leistungseinschränkungen (z.B. IMBA-Verfahren, Mozdzanowski & Glatz 2013) wurden im ersten Schritt einzubeziehende Faktoren der Leistungsfähigkeit identifiziert und in ein Grobschema eingeordnet. Dieses enthält neben der Differenzierung physischer Einschränkungen, bspw. der Grundkörperhaltung sowie Beweglichkeit auch psychische Belastungsmerkmale (u.a. Taktbindung, Arbeiten im Schichtsystem) und Arbeitsumgebungsfaktoren.

Mit einer Literaturrecherche zu Belastungsgrößen, Definitionen und Kennwerten aus Normen, Richtlinien sowie Bewertungs- und Risikobeurteilungsverfahren der physischen Belastungen wurden Grenzwerte abgeleitet sowie die einzelnen Einschränkungen definiert. Die Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Literaturanalyse bezüglich leichter/starker Rumpfbeugung. Zur Leistungseinschränkung der Rumpfbeweglichkeit wurden 20° und 60° für das Beugen bzw. Bücken definiert.



**Abbildung 2:** Ergebnis Dokumentenanalyse Flexion/Extension Rumpf.

Die Einschränkungen sind jeweils zeitabhängig zu beurteilen, bei dem die Zeitanteile in Anlehnung an das Arbeitswissenschaftliche Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse (Rohmert & Landau 1979), Definitionen aus der sozialmedizinischen Begutachtung (Medizinischer Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen e.V. 2011) und praktischer Anwendung gestaltet wurden.

Aktuell umfasst das Klassifizierungssystem (siehe Abbildung 3, nächste Seite) 51 positiv formulierte Fähigkeiten/Kriterien u.a. aus den Bereichen:

- Grundkörperhaltung (Stehen/Sitzen)
- Körperhaltung/Beweglichkeit (obere/untere Extremitäten, Rumpf)
- Lastenhandhabung (Heben, Halten, Tragen, Ziehen/Schieben)
- Aktionskräfte (Finger-/Hand- sowie Ganzkörperkräfte)
- Vibrationen und Rückschläge/Impulse
- Sensorik (Sehen, Hören).

Kategorie	Fähigkeit	Zeitanteil pro Takt/Arbeitstag (8h)				
		nie	gelegentlich bis 5%	häufig 6-33%	überwiegend 34-66%	ständig 67-100%
Grundkörperhaltung	aktives Stehen bzw. Stehen/Gehen im Wechsel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	statisches Stehen (Bewegungsraum < 1m²)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	dauerhaftes Arbeiten im Sitzen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Körperhaltung/Beweglichkeit	Wechselnde Körperhaltung Stehen/Gehen/Sitzen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Obere Extremitäten	Bewegung Kopf/Nacken/HWS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		Arbeiten über Kopf	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		Arbeiten über Schulterniveau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Rumpf	Körperferne Armhaltung > 60%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		Beweglichkeit Handgelenk/Unterarm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		Beugen > 20°	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Untere Extremitäten	Bücken > 60°	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		Seitliche Neigung/Verdrehung > 10°	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		Knieen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hocken		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	Steigen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	Liegen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Abbildung 3: Entwurfsstand Kriterien-/Fähigkeitskatalog für leistungsgewandelte Mitarbeiter.

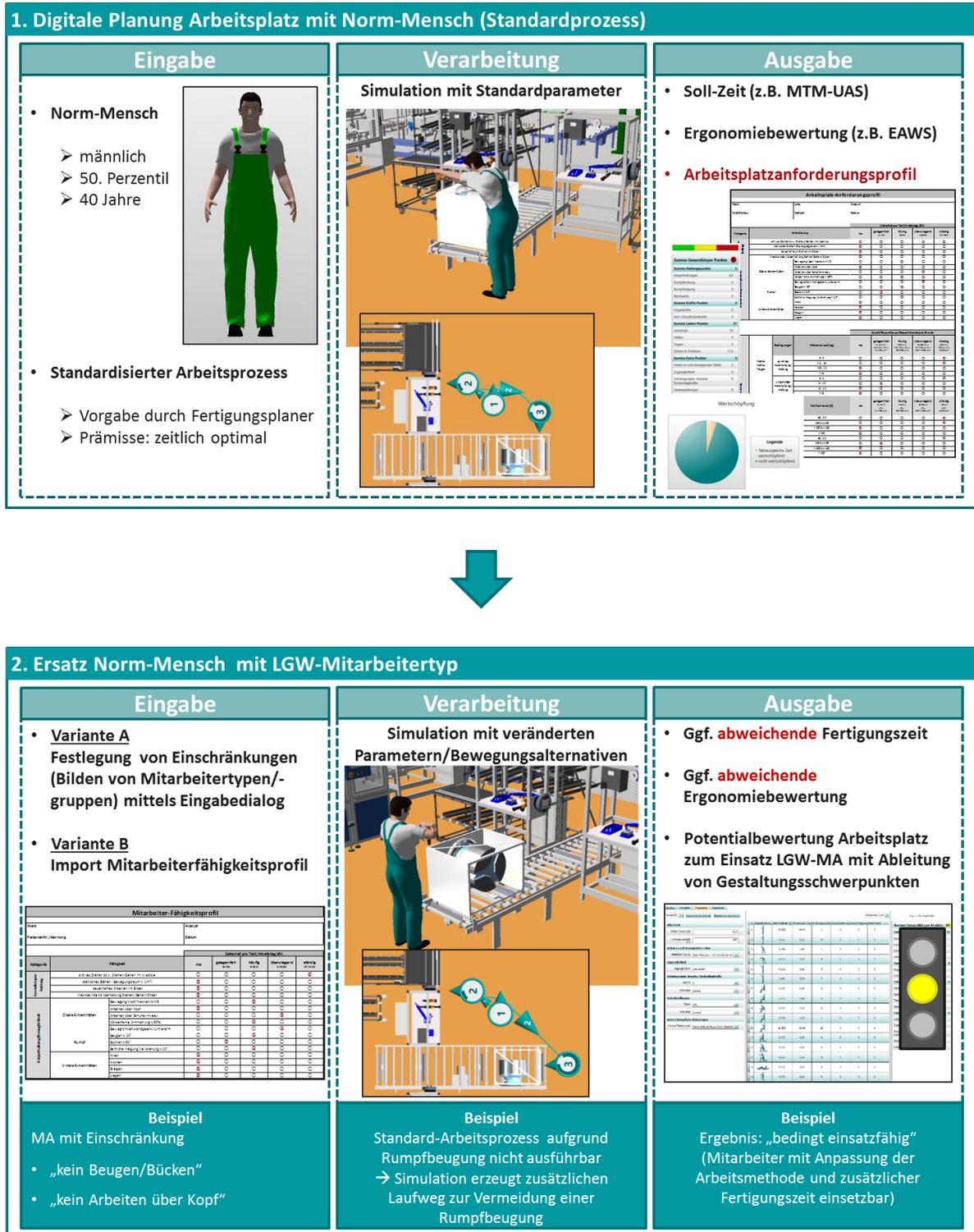
#### 4. Workflow

Die Anwendung digitaler Planungstools zur Gestaltung fähigkeitsgerechter Arbeitsplätze, insbesondere bei der prospektiven Planung von neuen Arbeitsprozessen, erfordert eine systematische Vorgehensweise. Der Planungsprozess besteht aus zwei aufeinander aufbauenden Prozessabfolgen. Im ersten Schritt sind die Arbeitsplätze nach dem Norm-Menschen und einem vorgegebenen Standard-Arbeitsprozess digital zu gestalten. Die Simulation erzeugt, wie auch im ema-Standard-Workflow, u.a. Ergebnisse auf Basis des EAWS (Schaub et. al. 2013) sowie eine Zeitbewertung nach MTM-UAS. Mit der Implementierung von Leistungswandlungen können anschließend auch auf Basis des Standardprozesses automatisch Arbeitsplatzanforderungsprofile zur weiteren Verwendung in der Personaleinsatzplanung erstellt werden.

Der zweite Schritt sieht vor, Anforderungen an die Planung bezüglich leistungsgewandelter Mitarbeiter umzusetzen. Sind Arbeitsplätze für bestimmte Mitarbeitergruppen zu gestalten, kann der Anwender die Leistungseinschränkungen per Eingabemaske direkt in den ema eingeben. Des Weiteren ist ein Import bestimmter Mitarbeiter-Fähigkeitsprofile vorgesehen, um eine individuelle Arbeitsgestaltung zu ermöglichen.

Ein weiterer Bestandteil ist die Erzeugung von Bewegungsalternativen. Falls während der digitalen Simulation aufgrund einer Leistungseinschränkung die Standard-Arbeitsmethode nicht ausgeführt werden kann, so soll über eine Entscheidungstheorie Alternativbewegungen gefunden werden. Insbesondere in der Auswertung ist anschließend aufzuschlüsseln, mit welcher Abweichung in der Fertigungszeit dennoch ein leistungsgewandelter Mitarbeiter an diesem Arbeitsplatz eingesetzt werden kann oder ob eine Umgestaltung des Arbeitsplatzes notwendig ist. Hierzu ist ein Ampelschema angedacht, welches direkt dem Planer die

Einsatzfähigkeit des simulierten leistungsgewandelten Mitarbeiters aufzeigt. Zusätzlich sollen Gestaltungsschwerpunkte dargestellt werden, um Handlungsempfehlungen ableiten zu können. Der beschriebene Workflow ist in der Abbildung 4 dargestellt.



**Abbildung 4:** Workflow zur digitalen Planung und Simulation unter Einbeziehung leistungsgewandelter Mitarbeiter.

## 5. Ausblick

Der Beitrag zeigt, dass neben dem Transfer der Leistungswandlungen auf das digitale Menschmodell die Methodik und der Prozess der Simulation Voraussetzung für eine digitale fähigkeitsgerechte Arbeitsgestaltung ist. Mit der Erstellung des Kriterienkatalogs als Grundlage werden im nächsten Schritt die Parameter für die einzelnen Leistungseinschränkungen im ema definiert. Ein weiterer Bearbeitungsschwerpunkt ist die Erstellung einer Entscheidungslogik für Bewegungsalternativen in der Simulation sowie die Integration weiterer Auswertungsmöglichkeiten. Dabei ist auch die Schaffung einer Schnittstelle zur Personaleinsatzplanung denkbar.

## 6. Literatur

- Adenauer S (2004) Die (Re-) Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter in den Arbeitsprozess: Das Projekt FILM bei FORD Köln In: angewandte Arbeitswissenschaft: Zeitschrift für die Unternehmenspraxis Wirtschaftsverlag 181: 1-18.
- Chaffin DB (2008) Digital Human Modeling for Workspace Design. *Reviews of Human Factors and Ergonomics*, Volume 4: 41: 41-74.
- Fritzsche L, Jendrusch R, Leidholdt W, Bauer S, Jäckel T, Pirger A (2011) Introducing ema (Editor for Manual Work Activities) - A New Tool for Enhancing Accuracy and Efficiency of Human Simulations in Digital Production Planning. In: Duffy V (Ed) *Digital Human Modeling*, HCII 2011, LNCS 6777. Berlin: Springer, 272-281.
- Griffiths A (1997) Ageing, health and productivity: A challenge for the new millennium. *Work & Stress*. Vol. 11, No. 3: 197-214.
- Keskin MC, Stork J (2010) Der chronisch Kranke im Betrieb: Erkenntnisse aus dem Audi Checkup. Abgerufen am Dezember 12, 2016. <http://www.bgm-bielefeld.de/downloads/ws101012bgm0008.pdf>.
- Mozdzanowski M, Glatz A (2013) Das Profilvergleichssystem IMBA als Instrument im betrieblichen Eingliederungsmanagement. *Bewegungstherapie & Gesundheitssport* 29(2): 55-61.
- Medizinischer Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen e.V. (2011) *Begutachtungsanleitung Arbeitsunfähigkeit*. Essen.
- Menges R (1998) Rechnerunterstützte Planung manueller Montage. In: Lotter B; Hartel M, Menges R (Hrsg) *Manuelle Montage – wirtschaftlich gestalten: Neuzzeitliche Analysen und Planungsmethoden zur Montagereationalisierung*. Renningen-Malmsheim: expert-Verlag, 169-192.
- Mühlstedt J (2012) Entwicklung eines Modells dynamisch-muskulärer Arbeitsbeanspruchungen auf Basis digitaler Menschmodelle. Münster: Monsenstein und Vannerdat. 41-43.
- Mühlstedt J, Scherf C, Spanner-Ulmer B (2008) Alles beim Alten? Digitale Menschmodelle und die Simulation des Alters. In: BGAG - Institut Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV) *Tagungsband Produktdesign für alle: FÜR JUNGE = FÜR ALTE?* 15.-16.05.2008. Dresden: BGAG, 119-124.
- Reinhart G, Egbers, J. (2012) Integrating Ability Limitations into Assembly System Design. In: ElMaraghy H (Ed) *Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability – Proceedings of the 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV2011)*. Berlin: Springer, 35-40.
- Rohmert W, Landau K (1979) *Das arbeitswissenschaftliche Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse*. Bern, Stuttgart, Wien: Huber.
- Rudow B, Neubauer W, Krüger W, Bürmann C, Paeth L (2007) Die betriebliche Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter – ein Arbeits- und Personalprojekt aus der Automobilindustrie. *Arbeit: Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik* 16: 118-131.
- Schaub K, Caragnano G, Britzke B, Bruder R (2013) The European assembly worksheet In: *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 14/6: 616-639.
- Wischniewski S (2013) *Digitale Ergonomie 2025: Trends und Strategien zur Gestaltung gebrauchstauglicher Produkte und sicherer, gesunder und wettbewerbsfähiger sozio-technischer Arbeitssysteme*. Dortmund, Berlin, Dresden: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg).



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft**

63. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

15. – 17. Februar 2017

---

**GfA Press**

---

**Bericht zum 63. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 15. – 17. Februar 2017**

**FHNW Brugg-Windisch, Schweiz**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2017

ISBN 978-3-936804-22-5

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

USB-Print: Dr. Philipp Baumann, Olten

**Screen design und Umsetzung**

© 2017 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)