

## **Ergonomische Arbeitssystemgestaltung in der Normung für eine Arbeitswelt mit Industrie 4.0**

Peter NICKEL<sup>1,2</sup>, Wolfgang KÖTTER<sup>1,3</sup>, Patricia STOCK<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Redaktionsteam des DIN NA 023-00-06 AA

<sup>2</sup> Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)  
Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

<sup>3</sup> GITTA mbH, Kreuzbergstraße 37/38, D-10965 Berlin

<sup>4</sup> REFA-Institut e. V., Emil-Figge-Straße 43, D-44227 Dortmund

**Kurzfassung:** Konzepte, Kriterien und Methoden der ergonomischen Arbeitssystemgestaltung bieten dauerhaft vielfältige Möglichkeiten, eine Arbeitswelt mit Industrie 4.0 zu formen. Daher hat ein DIN-Arbeitsausschuss Normen mit Bezug zu Ergonomie und Industrie 4.0 gesichtet und Ergänzungsbedarfe aufgezeigt. Bei weitergehenden Analysen zeigten sich Lücken sowie Widersprüche und Spannungsfelder. Diese bezogen sich einerseits auf die bislang dokumentierten Erkenntnisse zur ergonomischen Gestaltung. Andererseits verweisen sie auf die bei der Arbeitssystemgestaltung in Industrie-4.0-Wertschöpfungsnetzwerken absehbaren Risiken und Chancen für eine menschengerechte Arbeitssystemgestaltung. Der Beitrag schildert einige aussichtsreiche Diskussionslinien und weist auf vielfältige Einflussmöglichkeiten zur Umsetzung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse in der zukünftigen Arbeitswelt hin. Für eine auch zukünftig aktive und konstruktive Auseinandersetzung mit arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen und für ein vielfältiges Engagement zur ergonomischen Arbeitssystemgestaltung, auch in der Normung, wird geworben.

**Schlüsselwörter:** Industrie 4.0, Normung, Arbeitssystemgestaltung, Arbeitsorganisation, Arbeitsaufgabe, Arbeitsmittel, Arbeitsumwelt

### **1. Einleitung**

Die Rolle menschlicher Arbeit in einer Arbeitswelt mit Industrie 4.0 wird kontrovers diskutiert. Zukunftsvorstellungen reichen von breiterem Variantenreichtum menschlicher Arbeit bis hin zu autonomen Arbeitsprozessen ohne Menschen. Eine Beschreibung tatsächlicher Entwicklungen wird es erst in Zukunft geben und bis dahin bestehen dauerhaft vielfältige Einflussmöglichkeiten. Die Arbeitswissenschaft bemüht sich mit Forschungs- und Umsetzungsaktivitäten um arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, die für die Gestaltung von Arbeitsbedingungen des Menschen relevant sein werden – und zwar sowohl für die aktuelle als auch die künftige Arbeitswelt.

Normung im Bereich der Ergonomie ist bestrebt, arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für die Entwicklung einer Arbeitswelt so aufzubereiten, dass Mindestanforderungen benannt und die menschengerechte Gestaltung von Arbeitssystemen in den Feldern Mensch, Technik und Organisation kompetent unterstützt werden kann. Der DIN-Arbeitsausschuss "Ergonomie der Arbeits- und Produktgestaltung in der Industrie 4.0" (DIN NA 023-00-06 AA), in dem alle interessierten Kreise vertreten sind, stellte sich der Aufgabe, Normen mit Bezug zu Ergonomie und Industrie 4.0 zu sichten und im Hinblick auf darin bereits enthaltene sowie ggf. in der Zukunft zusätzlich erforderliche

Anforderungen an eine ergonomische Gestaltung von Arbeitssystemen zu bewerten. Einige der übergreifenden Ergebnisse zu Handlungs-, Forschungs- und Umsetzungsbedarfen sollen vorgestellt werden. Eine breitere Diskussion zur ergonomischen Gestaltung einer Arbeitswelt mit Industrie 4.0 soll angeregt und Möglichkeiten zur Einflussnahme und Mitgestaltung aufgezeigt werden.

## **2. Handlungs-, Forschungs- und Umsetzungsbedarfe**

### *2.1 Vorgehen des Arbeitsausschusses*

Der Arbeitsausschuss teilte sich in Anlehnung an DIN EN ISO 6385 in fünf Arbeitsgruppen nach Gestaltungsdimensionen der Arbeitssystemgestaltung auf:

- Prozess der Systemgestaltung
- Arbeitsorganisation
- Arbeitsaufgabe
- Arbeitsmittel
- Arbeitsplatz und Arbeitsumgebung

Jede Arbeitsgruppe sichtete und bewertete die für ihren Bereich relevanten Normen. Übergeordnete Analysen wurden von einem Redaktionsteam bearbeitet, das die Ergebnisse zur Diskussion im Plenum zusammenführte. Von einer großen Auswahl an Normen mit potenziell relevanten Bezügen zur ergonomischen Arbeits- und Produktgestaltung wurden etwa 150 eher geläufige Normen gesichtet (z.B. Normen-Reihen zu DIN EN 614, 894 sowie zu DIN EN ISO 9241, 10075, 10218, 11064).

Für ca. 75 % davon wurden Bedarfe zu inhaltlichen und strukturellen Ergänzungen für eine verbesserte Ausrichtung auf digitalisierte und dynamisierte Industrie 4.0-Wertschöpfungsnetzwerke ermittelt und beispielhaft dokumentiert. Die Bedarfe bezogen sich z.B. auf Digitalisierung, die einen engen Bezug zu Prozessen menschlicher Informationsverarbeitung fordert, auf Dynamisierung, die die dynamische Allokation von Funktionen zu Menschen und/oder technischen Systemen einschließt und auf Vernetzung, die in mobilen Mensch-System-Interaktionen multimodal, sicher und bidirektional vermitteln soll. Für viele Normen konnten erste Hinweise auf erforderliche Ergänzungen der Standards zur Arbeitssystemgestaltung angeführt werden.

### *2.2 Ermittelte Lücken erforderlicher Inhalte zukünftiger Normung*

Die Sichtung der Normen machte Lücken zwischen dokumentierten Erkenntnissen zur ergonomischen Gestaltung einerseits und Inhalten und Strukturen zu Industrie-4.0-Wertschöpfungsnetzwerken andererseits offensichtlich. Dadurch bleiben dann selbst solche sozio-technischen Gestaltungsoptionen unberücksichtigt, die Vorzüge der ergonomischen Gestaltung von zukunftsfähigen technischen Systemen leicht nachvollziehbar abbilden könnten. Dazu zählen z.B. die Nutzung digitaler Hilfsmittel für inklusive Arbeitsgestaltung, psychophysiologische Zustandsüberwachung in Echtzeit bei gesundheitskritischer Arbeitsumgebung, mit den neuen technologischen Möglichkeiten realisierbare lernförderliche, differentielle und präventive Arbeitsgestaltung, etwa durch entsprechend gestaltete digitale Assistenzsysteme und neue Formen der Mensch-Roboter-Interaktionsprozesse (s. a. Mouloua & Hancock 2019).

Darüber hinaus besteht grundsätzlich Handlungs- und Umsetzungsbedarf für die Vermittlung bestehender arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse in Produktnormen,

die es erlauben würden, solche Erkenntnisse bereits in die Anforderungsentwicklung für zu entwerfende Produkte und Betriebsmittel einzubeziehen. Auch im Produktentstehungsprozess sowie in der konkreten betrieblichen Praxis der Arbeitssystemgestaltung könnten die so aufbereiteten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse unmittelbar zur Anwendung kommen.

Zudem haben die fünf Arbeitsgruppen aber auch Forschungsbedarf identifiziert. Bei einigen der Ergänzungsbedarfe für gesicherte Normen wurde auch auf die Notwendigkeit von Forschung im Sinne einer kritischen Evaluation von als gesichert geltenden arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen und einer systematischen Erweiterung des arbeitswissenschaftlichen Wissens hingewiesen. Forschungsbedarfe sahen die Arbeitsgruppen insbesondere im Hinblick auf Unklarheiten über Mittel und Wege betriebspraktischer Umsetzung dieser Normeninhalte in einer zukünftigen Arbeitswelt und auf noch unzureichende arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse über erwartete Auswirkungen und resultierende Konsequenzen für die Arbeitssystemgestaltung.

### *2.3 Ermittelte Widersprüche und Spannungsfelder*

Die Sichtung der Normen deckte auch Widersprüche und Spannungsfelder auf zwischen dokumentierten Erkenntnissen zur ergonomischen Gestaltung einerseits und Inhalten und Strukturen zu Industrie-4.0-Wertschöpfungsnetzwerken andererseits. Mithilfe von Überlegungen zur Arbeitssystemgestaltung wurde deutlich, dass das Leitbild einer ergonomischen Arbeitssystemgestaltung für das Ziel einer sicheren und gesunden Arbeitsgestaltung umfassender und weitreichender erscheint als das einer für den Gebrauch tauglichen Gestaltung von Arbeitsmitteln. Ebenso führt eine Nutzung aufgabenangemessener, gebrauchstauglicher Arbeitsmittel noch nicht zu einem ergonomisch gestalteten Arbeitssystem, da das vorgängige Postulat einer menschengerechten Aufgabengestaltung unberücksichtigt bleibt. Die gebrauchstaugliche Gestaltung begnügt sich damit, Interaktionen für gegebene Arbeitsaufgaben im gegebenen Nutzungskontext zu gestalten (vgl. DIN EN ISO 9241-11, Sarodnick & Brau 2015).

Dahingegen stellt eine ergonomische Gestaltung die Gestaltung der Arbeitsaufgabe an den Anfang des Gestaltungsprozesses und ordnet ihr die Gestaltung der Ausführungsbedingungen der Arbeitsaufgabe unter („Primat der Arbeitsaufgabe“, Hacker & Sachse 2014, Ulich 2011, DIN EN 614-2). Neben der Gestaltung von Arbeitsaufgaben und Arbeitsorganisation sind im Übrigen auch Safety und Security als beeinflussbare Größen aus der gebrauchstauglichen Gestaltung ausgenommen. Eine ergonomische Arbeitssystemgestaltung schließt dagegen Konzepte von Human Factors, Safety und Security sowie Produktivität ausdrücklich in den Gestaltungsprozess ein und berücksichtigt sie darüber hinaus im arbeitswissenschaftlichen Kriteriensystem zur Bewertung von Arbeitsgestaltungslösungen (Hacker & Sachse 2014).

Im Anwendungskontext Industrie 4.0 wurde darüber hinaus offensichtlich, dass ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von zukünftigen technischen Anlagen vorrangig mit der Normenreihe DIN EN ISO 9241 verbunden werden, die in einzelnen Normen selbst als Beispiele allerdings auf Computersysteme im Büro, auf Bankautomaten, Smartphones oder Digitalfernsehgeräte verweist (z.B. DIN EN ISO 9241-220). Inhalte aus der Normenreihe DIN EN 894 (bzw. ISO 9355) die sich auf Anforderungsinhalte der Interaktion des Menschen mit Maschinen und technischen Anlagen bezieht, erscheinen hingegen weitestgehend unbekannt. Tatsächlich sind sie allerdings als Harmonisierte Normen (2018) nicht nur wegen ihres direkten Bezugs zur Maschinenrichtlinie 2006/42/EG im vorliegenden Kontext relevant.

Weiterhin ist sichtbar, dass sich bereits heute und verstärkt zukünftig, Prozesse von Entwicklung und Konstruktion über Fertigung bis zu weiteren Service-Leistungen möglichst durchgängig digitalisieren. Offen bleibt dabei, welche arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zu diesem Gestaltungsprozess herangezogen werden können, die sich ergonomisch und hier insbesondere an Prozessen menschlicher Informationsverarbeitung ausrichten.

Schließlich scheint die Stellung der Arbeitsorganisationsgestaltung mit den Dynamiken in Industrie 4.0-Wertschöpfungsnetzwerken zunehmend zu verschwimmen. Diese sind aufgrund der Vernetzung und Veränderungsdynamik stets als Systeme von Arbeitssystemen zu gestalten. Das Primat der Aufgabe kann daher nur noch im Gesamtzusammenhang eines Wertschöpfungsnetzwerks wirksam und erfolgversprechend zur Anwendung kommen. Dabei wird eine prospektive Arbeitsgestaltung unter Anwendung von Szenariotechnik erforderlich. Im Szenariotrichter (Gausemeier et al. 1996) können die denkbaren Konstellationen und Lösungsvarianten schrittweise zu ergonomischen und situationsangemessenen Gestaltungsoptionen verdichtet werden.

### 3. Diskussion

Mithilfe der dargestellten Ergebnisse aus den Queranalysen über die Dimensionen der Arbeitssystemgestaltung konnten Inhalte, Handlungs-, Umsetzungs- und Forschungsbedarfe sowie Diskussionen aufgezeigt werden. Diskussionen sollten zu vielfältigen Einflussmöglichkeiten sowie zur Umsetzung vorhandener und zu entwickelnder arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse in einer zukünftigen Arbeitswelt geführt werden.

Die im Arbeitsausschuss erarbeiteten Inhalte, die über die hier vorgestellten Queranalysen hinausgehen und insbesondere konkreten Ergänzungsbedarf für jeweils einzelne Normen bezogen auf die Dimensionen der Arbeitssystemgestaltung vorstellen, werden derzeit für die nationale und internationale Normenarbeit aufbereitet. Mit dem vorliegenden Beitrag soll für eine aktive und konstruktive Auseinandersetzung mit arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen in einer zukünftigen Arbeitswelt und für ein vielfältiges Engagement im Themenbereich der Arbeitssystemgestaltung und insbesondere in der Normung im Bereich der Ergonomie geworben werden.

### 4. Literatur

- DIN EN 614-1:2009 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze. Berlin: Beuth.
- DIN EN 614-2:2008 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben. Berlin: Beuth.
- DIN EN 894-1:2009 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze (s. a. ISO 9355-1). Berlin: Beuth.
- DIN EN 894-2:2009 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 2: Anzeigen (s. a. ISO 9355-2). Berlin: Beuth.
- DIN EN 894-3:2010 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 3: Stellteile (s. a. ISO 9355-3). Berlin: Beuth.
- DIN EN 894-4:2010 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 4: Lage und Anordnung von Anzeigen und Stellteilen (s. a. ISO 9355-4). Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 6385:2016 Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. Berlin: Beuth.

- DIN EN ISO 9241-11:2018 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 9241-220:2017 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 220: Prozesse zur Ermöglichung, Durchführung und Bewertung menschenzentrierter Gestaltung für interaktive Systeme in Hersteller- und Betreiberorganisationen. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 10075-1:2018 Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 10075-2:2000 Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 2: Gestaltungsgrundsätze. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 10075-3:2004 Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 3: Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastung. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 10218-1:2012 Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Roboter. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 10218-2:2012 Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen - Teil 2: Robotersysteme und Integration. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 11064:2000-2014 Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Teile 1-7. Berlin: Beuth.
- Gausemeier J, Fink A, Schlake O (1996) Szenario-Management: Planen und Führen mit Szenarien. München: Hanser.
- Hacker W, Sachse P (2014) Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Tätigkeiten. Göttingen: Hogrefe.
- Harmonisierte Normen (2018) Commission communication in the framework of the implementation of the Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council on machinery, and amending Directive 95/16/EC (Publication of titles and references of harmonised standards under Union harmonisation legislation). Amtsblatt der Europäischen Union, C 092/01 (9.3.2018), pp. 1-86.
- Maschinenrichtlinie (2006) Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung). Amtsblatt der Europäischen Union, L 157 (09.06.2006), pp. 24-86.
- Mouloua M, Hancock PA (2019) Human Performance in Automated and Autonomous Systems. Vol. 1: Current Theory and Methods. Vol. 2: Emerging Issues and Practical Perspectives. Boca Raton: CRC-Press.
- Sarodnick F, Brau H (2016) Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung. Bern: Hogrefe.
- Ulich E (2011) Arbeitspsychologie. Zürich: vdf.

**Danksagung:** Ein ganz besonderer Dank gilt allen Mitgliedern des DIN NA 023-00-06 AA für die konstruktive Zusammenarbeit und für ihre Diskussionsbeiträge sowie aktiven Zuarbeiten zu Ergebnissen des Arbeitsausschusses, auf die hier teilweise Bezug genommen wird. Die hier präsentierten Inhalte spiegeln die Meinungen der Autoren und nicht unbedingt die des Arbeitsausschusses insgesamt wider.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?**

66. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin  
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin  
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

---

## **GfA-Press**

---

**Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020**

**TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme  
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2020  
ISBN 978-3-936804-27-0

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,
- den Kongressband 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**

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

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