

## Konzeptionierung eines Rollenkonstrukts des Industrial Engineering der Zukunft

Barbara BROCKMANN<sup>1</sup>, Jochen DEUSE<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Produktionssysteme (IPS), Technische Universität Dortmund  
Leonhard-Euler-Str. 5, D-44227 Dortmund*

<sup>2</sup> *Centre for Advanced Manufacturing (CAM),  
School of Mechanical and Mechatronic Engineering,  
University of Technology Sydney (UTS), Australien*

**Kurzfassung:** Die zunehmende Digitalisierung in der Gesellschaft und in der Industrie transformiert bzw. automatisiert nicht nur manuelle Prozesse, sondern ermöglicht eine grundlegende Weiterentwicklung und Kompetenzverschiebung verschiedener Berufsfelder. Im Bereich des Industrial Engineering (IE) können die Digitalisierung und innovative Technologien die etwaige Administration um gestalterische Tätigkeiten mit dem Ziel der humanorientierten Prozessoptimierung erweitern. Beispielsweise kann anhand von virtuellen Planungsworkshops zur Arbeitssystemgestaltung ein erstes Rollenkonstrukt des IE der Zukunft konzeptioniert werden. Ableitend aus dem Rollenkonstrukt sollen zukünftig wesentliche Lehrbausteine für die Qualifizierung des IE der digitalen Arbeitswelt identifiziert werden.

**Schlüsselwörter:** Industrial Engineering, Digitalisierung, Virtual Reality (VR), Menschmodellsimulation, Rollenkonstrukt

### 1. Motivation

Die zunehmende Digitalisierung und angestrebte Flexibilisierung der Arbeitsprozesse ermöglichen Unternehmen einerseits kürzere Reaktionszeiten auf veränderte Markt- bzw. Rahmenbedingungen, andererseits verändern sie die Arbeitsinhalte und -umgebungen der betroffenen Mitarbeitenden grundlegend (Engels et al. 2018). Bei der Transformation in die digitale Arbeitswelt muss nicht nur die Umwandlung der Funktionen und Aufgaben betrachtet werden, sondern auch die Kompetenzen und Qualifikationen von den Mitarbeitenden. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass die neuen Prozesse und technischen Möglichkeiten erfolgreich angewendet und genutzt werden. Beispielsweise hat die Anwendung von neuartigen Technologien, wie Virtual Reality (VR), und Softwaresystemen einen wesentlichen Einfluss auf das IE. Die Anwendungen eröffnen in verschiedenen Phasen des Planungs- und Serienprozesses produzierender Unternehmen Potentiale, wie eine frühzeitige Identifikation von Schwachstellen im Arbeitsablauf.

Innerhalb des Beitrags werden als Basis Planungsworkshops zur Arbeitssystemgestaltung auf Grund ihrer inhaltlichen Komplexität analysiert, in denen interdisziplinäre Teams Arbeitsabläufe ganzheitlich planen und optimieren. Beispielsweise können mit Hilfe von VR-Technologien diese Workshops in die virtuelle Welt verlagert werden (Pokorni et al. 2017). Unter Anwendung der geeigneten Software und Hardware wird eine virtuelle Realität erzeugt sowie erleb- und steuerbar gemacht (Dörner et al. 2019), sodass Arbeitsabläufe frühzeitig und unabhängig von

physischen Prototypen hinsichtlich Zeit und Ergonomie abgesichert und optimiert werden können. Neben der veränderten technischen Hardwareunterstützung entstehen gleichermaßen neue Möglichkeiten der kollaborativen Zusammenarbeit sowie neue Anforderungen an Kompetenzen und Aufgaben des IE der Zukunft.

Aufgrund dieser beispielhaft angeführten veränderten Rahmenbedingungen gilt es das Rollenkonstrukt des IE der Zukunft zu konzeptionieren. Zu definierende Rollenkonzepte stellen in der Theorie den Bezugsrahmen bei der Softwareentwicklung und -anwendung dar und beinhalten u.a. Qualifikationsanforderungen und Organisationsstrukturen von Rollen. Auf Grund der Fokussierung auf die Digitalisierungstools hinsichtlich anzuwendender Softwaresysteme und Technologien, wird das genannte Prinzip der Rollenkonzepte auf das IE übertragen. Im Zuge dessen sollen in diesem Beitrag das zukünftige Arbeitsfeld auf Basis von neuen Technologien und arbeitswissenschaftlicher Softwaresysteme, wie digitaler Menschmodelle, betrachtet und das zukünftige Rollenkonstrukt des IE diskutiert werden.

## 2. Theoretische Grundlagen

Im Allgemeinen legt das IE unter Anwendung ingenieurwissenschaftlicher Methoden zur Analyse und Gestaltung von u.a. Arbeitssystemen den Fokus auf die Produktivitätssteigerung (REFA 1984). Methoden und Werkzeuge und damit auch die Definition des IE haben sich durch technologischen, wirtschaftlichen und sozialen Wandel sowie neue wissenschaftliche Erkenntnisse verändert (Eisele und Jeske 2019; Stowasser 2014). Dieser Beitrag liefert einen Ansatz zur Betrachtung neuer Technologien und Softwaresysteme hinsichtlich ihrer Auswirkung auf das IE anhand von Planungsworkshops zur Arbeitssystemgestaltung.

Unter Beachtung der menschlichen Bedürfnisse und Leistungsfähigkeit hat die Arbeitssystemgestaltung zum Ziel, ein optimales Zusammenwirken von Mensch, Betriebsmittel und Arbeitsgegenstand durch die aufgaben- und ablaufgerechte Organisation eines Arbeitssystems zu schaffen (Landau 2007). Ziel etablierter Planungsworkshops als Teil des Produktionsplanungsprozesses (Deuse et al. 2006) ist die Validierung der Umsetzbarkeit der geplanten Prozesse unter den Gesichtspunkten Produktivität, Ergonomie und Ressourceneinsatz. Innerhalb des Workshops vertreten die Mitarbeitenden ihre entsprechende Organisationseinheit und bereichern die Arbeitssystemgestaltung mit ihren Erfahrungen (Coletta 2012). Das interdisziplinäre Team, das in diesem Setting zusammenarbeitet, lässt sich untergliedern in Planungsbereiche wie Layoutplanung, Logistikplanung und Zeitwirtschaft, Produktion als Abnehmende der Planung sowie Moderation.

Hinsichtlich des zu konzeptionierenden Rollenkonstrukts kann der Begriff der „Rolle“ anhand von verhaltens-, organisations-, aufgaben-, kompetenz- und berechtigungsorientierte Konzepten aufgeschlüsselt werden (Walther 2005). Einerseits können Mitarbeitende einer bestimmten Position innerhalb einer Organisation, inklusive der zugehörigen Kompetenzen und Verantwortlichkeiten, zugeordnet werden. Andererseits bedienen die Mitarbeitenden ein ihnen zugeordnetes Arbeitspaket bzw. Aufgaben. Die Informationsbedarfe zur Definition der dargestellten Rollenkonzepte überschneiden sich. So benötigen beispielsweise das berechtigungs- und das organisationsorientierte Rollenkonzept Organisationsdaten, um Rollen bilden zu können. Auf Aufgabenprofile greifen sowohl der aufgaben- als auch der berechtigungsorientierte Ansatz zu.

### 3. Konzeptionierung eines Rollenkonstrukts

Moderne Technologien wie Motion Capturing, VR, und Menschmodell-Simulation unterstützen zunehmend die Planung und Optimierung von Arbeitssystemen im Rahmen der Digitalisierung. Resultierend entstehen neue Herausforderungen, deren Einfluss auf das Rollenkonstrukt des IE nachfolgend diskutiert wird.

Neben verbreiteten digitalen Formaten, wie Video- und Webkonferenzen, die vor allem das Teilen von Bildern, Videos, Ton und Text ermöglichen, verspricht die VR-Technologie die Möglichkeiten Kollaboration, Interaktion und Informationsverbreitung zu erweitern (Brandewiede et al. 2021). Aus diesem Grund ist ihr Einsatz in der Arbeitssystemgestaltung Gegenstand zahlreicher Forschungs- und erster Umsetzungsaktivitäten. Vor Allem die Flexibilität der Technologie, Arbeitssysteme zu gestalten und anzupassen, weist erhebliche Vorteile gegenüber dem klassischen Cardboard Engineering auf. Unabhängig von physischen Prototypen des Produkts oder Kartonagen der Materialbereitstellungen wird die Interaktion mit dem virtuellen Arbeitssystem für VR-Nutzende ermöglicht (Pokorni 2017). Mit dem Fokus auf Produktionsprozesse wird innerhalb der Workshops jeder Arbeitsschritt, der zur Montage erforderlich ist, in Zusammenarbeit aller an der Produktionsvorbereitung beteiligten Interessengruppen diskutiert (Coletta 2012), wodurch auch die Betrachtung des Rollenkonzepts aller Teilnehmenden des Workshops relevant ist. Mit Fokus auf das IE ergibt sich vor allem in Bezug auf das berechtigungs- und kompetenzorientierte Rollenkonzept eine Veränderung bei der Anwendung von VR. Innerhalb von virtuellen Planungsworkshops können die Teilnehmenden in die Nutzergruppen VR und Non-VR sowie Key-User und Novice unterteilt werden (Brandewiede et al. 2021), was einen direkten Einfluss auf die Berechtigungen bei der softwareseitigen Anwendung der VR-Technologie hat. Auf Basis der klassischen Aufgaben des Industrial Engineers hinsichtlich der Arbeitssystemgestaltung wird von einer intensiven Nutzung der Technologie zur bewegungsökonomischen Bewertung des Prozesses ausgegangen, sodass das IE der VR Hauptnutzergruppe zugeordnet werden kann. Auf Basis erforderlicher Berechtigungen, bspw. um Arbeitsplätze in VR zu optimieren, sind verschiedene Kompetenzen zur zielgerichteten Anwendung der Technologie erforderlich.

Neben der Anwendung von VR-Technologien zur Simulation des Arbeitsprozesses in der Umgebung mit Hilfe von einem Head-Mounted-Display und Controllern zur Interaktion kann der geplante Prozess mit Menschmodell-Simulationen abgebildet werden. Diese Softwaresysteme können je nach Funktionsumfang Analysen der Zeit und Ergonomie auf Basis der erstellten Ablaufsimulation automatisiert generiert werden (Bauer et al. 2019). Im Wesentlichen verändert die Simulationserstellung das aufgabenorientierte Rollenkonzept von einer manuellen hin zu einer automatisierten Analyse. Im Rahmen des Workshops können diese bereits erstellten Simulationen als Basis für Diskussionen zur Optimierung des Prozesses herangezogen werden, wobei die Simulationen als wesentlicher Vorteil die frühzeitige Identifikation von Schwachstellen ermöglichen. Die Anwendung dieser Softwaresysteme zur Erstellung von Simulationen wirkt sich neben der Verlagerung von Aufgaben auch auf die Berechtigungen im Umgang mit Daten, bspw. CAD-Daten der Umgebung und des Produkts. Dadurch wird ein stärkerer Bezug zu Product Lifecycle Management (PLM) Softwaresystemen für das IE initiiert. Des Weiteren können erforderliche Kompetenzen im Umgang mit den Daten identifiziert werden.

Als weitere Technologie kann die Motion Capture Technologie betrachtet werden, um reale Arbeitsabläufe aufzunehmen und Analysen hinsichtlich Zeit und Ergonomie

Das Diagramm zeigt die Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen in einem System:

- Softwaresysteme/ Technologien** (dunkelgrauer Kasten) beeinflusst **Methodengenerierungen** (dunkelgrauer Kasten mit einem horizontalen Doppelpfeil) und **Aufgaben** (weißer Kasten).
- Methodengenerierungen** beeinflussen **Berechtigungen** (weißer Kasten) und **Rolle** (dunkelgrauer Kasten).
- Berechtigungen** kapseln **Rolle** und beziehen sich auf **Aufgaben**.
- Rolle** beschreibt **Kompetenzen** (weißer Kasten) und identifiziert erforderliche Qualifizierungen.
- Aufgaben** benötigen **Kompetenzen**.
- Kompetenzen** ergänzen/austauschen **Aufgaben**.
- Methodengenerierungen** ableiten von methodenspezifischen Lehrinhalten.

Resultierend aus der Betrachtung der aufgeführten Softwaresysteme und Technologien steht die Betrachtung der berechtigungs-, aufgaben- und kompetenzorientierten Rollenkonzepte, wie in Abbildung 1 dargestellt, im Fokus für das IE der Zukunft. Basierend auf den Ergebnissen müssen die weiteren Rollenkonzepte daraus generiert werden. Hinsichtlich des organisationsorientierten Rollenkonzepts eröffnet sich die Frage inwiefern eine grundsätzliche Kompetenzverlagerung auf Basis der intensivierten Datengenerierung und -verwendung erforderlich ist. Die Integration digitaler und virtueller Softwaresysteme in das Umfeld des IE bedarf auf Basis dieser ersten Diskussion die Detaillierung des Rollenkonstrukts in Abhängigkeiten zu weiteren Schnittstellen, bspw. in Bezug auf Abteilungen und Systemarchitekturen.

Die digitale und virtuelle Unterstützung der Arbeitssystemgestaltung und somit die Weiterentwicklung des IE ist erforderlich, um den Druck verkürzter Produktlebenszyklen sowie kundenspezifischer Varianten im Wettbewerb standhalten zu können. Formate wie Planungsworkshops zur Arbeitssystemgestaltung, in denen interdisziplinäre Teams Arbeitsabläufe ganzheitlich planen und optimieren und in denen sich verschiedene digitale und virtuelle Softwaresysteme integrieren lassen, wirken sich nachhaltig auf das ganzheitliche Aufgabenspektrum des IE aus. Trotz des steigenden Komplexitätsgrads der Rolle des IE bietet der Einsatz neuartiger Technologien großes Potential bei der Bewältigung der genannten aktuellen Herausforderungen.

4

analysiert und validiert werden. Im Vordergrund steht die Optimierung bestehender Prozesse des IE. Das Zusammenspiel zwischen den Rollenkonstrukten abhängiger Organisationseinheiten kann dabei einen starken Einfluss auf die mittels digitaler Technologien unterstützten Aufgaben haben. Die Untersuchung des konzeptionierten Rollenkonstrukts ist entscheidend, um auch in Zukunft den Nutzen des IE in der digitalen Welt zu gewährleisten vor allem in Bezug auf die Qualifizierung und die erforderlichen Lehrinhalte zur Ausbildung. Der Beitrag leistet die methodische Grundlage zur Konzeptionierung eines Rollenkonstrukts, welche im Nachgang weiter detailliert und hinsichtlich weiterer Auswirkungen analysiert wird.

## 6. Literatur

- Bauer S, Sylaja V J, Fritzsche L, Ullmann S (2019) Task-based digital human simulation with Editor for Manual work Activities-Basic functionalities, applications, and future works. In DHM and posturography. Academic Press, 57-62.
- Brandewiede A, Kmiecik N, Dingler L, Kluy L, Koch K, Abels C (2020) VR in der Arbeitsplatzgestaltung: Im Sinne der Nutzenden? - Ein Erhebungsinstrument zur Technikakzeptanz. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) Digitaler Wandel, digitale Arbeit, digitaler Mensch? Dortmund: GfA-Press.
- Brandewiede A, Brockmann B, Deuse J, Feufel M (2021) Kollaborative Planungsworkshops in der Arbeitssystemgestaltung - Konzeptionierung von virtuellen Workshopszenarien. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) Arbeit HUMAINE gestalten. Dortmund: GfA-Press.
- Coletta A R (2012) The Lean 3P Advantage. A Practitioner's Guide to the Production Preparation Process. Hoboken: CRC Press.
- Deuse J, Petzelt D, Sackermann R (2006) Modellbildung im Industrial Engineering. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 101(1-2): 66-69.
- Deuse J, Stankiewicz L, Zwinkau R, Weichert F (2019, July) Automatic generation of methods-time measurement analyses for assembly tasks from motion capture data using convolutional neuronal networks-a proof of concept. In International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. Springer, Cham, 141-150.
- Eisele O, Jeske T (2019) Ganzheitliches Produktivitätsmanagement in der vernetzten Produktion. In: Riedel R (Hrsg) Die hybride Fabrik - menschliche und künstliche Intelligenz im Einklang. VPP2019 - Vernetzt planen und produzieren. Wissenschaftliche Schriftreihe des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, Sonderheft 25. TU Chemnitz, Chemnitz, 33-42.
- Engels G, Maier G W, Ötting S K, Steffen E, Teetz A (2018) Gerechtigkeit in flexiblen Arbeits- und Managementprozessen. In Zukunft der Arbeit-Eine praxisnahe Betrachtung. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 221-231.
- Fischer G (2016) Zugriffsmodelle für aufgabenbezogene Rollen. In Geschäftsprozessorientierte Systementwicklung. Springer Vieweg, Wiesbaden, 395-411.
- Landau Kurt (2007) Lexikon Arbeitsgestaltung. Best practice im Arbeitsprozess. 1. Aufl. Stuttgart: Gentner.
- Pokorni B, Ohlhausen P, Palm D, Egeler M, Haase Y, Kuhn D, ... Weber C (2017) Arbeitsplatzgestaltung 4.0-Einsatz von Virtual Reality. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 112(9), 593-597.
- REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation (1984) Grundlagen. 7. Aufl. München: Hanser (Methodenlehre des Arbeitsstudiums, Teil 1).
- Stowasser S (2013) Produktivitätsmanagement - Zukunft des Industrial Engineerings in Deutschland. In: Leistung und Lohn - Zeitschrift für Arbeitswirtschaft. 537/540.
- Walther I (2005) Rollen- und Situationsmodellierung bei betrieblichen Dispositions- und Planungssystemen. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Germany).



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und  
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022**

**Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;  
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Sankt Augustin: GfA-Press, 2022  
ISBN 978-3-936804-31-7

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

**Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

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.

### **Geschäftsstelle der GfA**

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

[info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

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