

Gute digitale Assistenz in der Produktion

Sozialverträglicher Einsatz digitaler Kommunikationstechnologie zur Aufwertung industrieller Arbeit

Thimo Keller und
Joachim Metternich, Darmstadt

Mit der zunehmenden Digitalisierung ändern sich auch in industriellen Produktionsumgebungen die Arbeitsinhalte und das Arbeitsumfeld der Beschäftigten. Unter Berücksichtigung der Mitarbeiterbedürfnisse und der betrieblichen Interessen stellt sich die Frage, wie eine leistungsförderliche Arbeitsplatzgestaltung aussehen soll. In Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie entwickelt und erprobt das Forschungsprojekt IntAKom konstruktive Ansätze guter digitaler Assistenz in der Produktion.*)

Hintergrund

Die Digitalisierung der Produktion und der Produktionsarbeitsplätze hat unter dem Schlagwort Industrie 4.0 eine weitere Beschleunigung erfahren. Experten prognostizieren große Verbesserungspotenziale, v. a. im Bereich der Flexibilisierung und Individualisierung der Produkte und der zugehörigen Produktion. Beispielsweise wird von Einsparungen der Bestands-, Fertigungs-, Logistik-, Komplexitäts-, Qualitäts- und Instandhaltungskosten ausgegangen [1]. Neben den neuen technischen Möglichkeiten zur Umgestaltung der Wertschöpfungsnetzwerke werden die Auswirkungen auf die Mitarbeiter in den produzierenden Betrieben oft nur am Rande betrachtet. Jedoch werden die unter dem Begriff Industrie 4.0 beschriebenen Entwicklungen massive Auswirkungen auf die industrielle Arbeit, ihre Organisationsformen sowie die Kompetenzanforderungen der Belegschaften haben [2]. Zur Betrachtung

der Zusammenhänge der technischen, personellen, organisatorischen sowie strategischen Aspekte eines Produktionssystems lässt es sich als sozio-technisches System beschreiben (Bild 1). Aufgrund der starken Wechselwirkungen genügt es nicht, dessen Elemente isoliert zu betrachten und die jeweiligen Teilbereiche lokal zu verbessern. Zum ganzheitlichen Verständnis des sozio-technischen Produktionssystems spielen vielmehr die Schnittstellen zwischen den genannten Elementen eine entscheidende Rolle.

Divergierende Konzepte zur Gestaltung zukünftiger Produktionssysteme

Welche Auswirkungen die großflächige Integration der neuen Technologien in die Industrie auf die Mitarbeiter hat, wird unterschiedlich eingeschätzt [5]. Als Konsens ist jedoch festzuhalten, dass die Arbeitswelt der Zukunft gestaltbar und gestaltungsbedürftig ist [6]. Grundsätzlich lassen sich zwei divergierende Ansätze zur Gestaltung zukünftiger Produktionssysteme unterscheiden: ein traditionelles technologiezentriertes und ein komplementäres oder gar humanzentriertes Konzept [7].

Das technologiezentrierte Konzept ist durch die weitreichende Substituierung menschlicher Arbeit gekennzeichnet. Menschlichem Arbeitshandeln kommt in diesem Szenario kompensatorische Funktion zu, um nicht automatisierbare Aufgaben auszuführen. Davon ausgehend, dass Mitarbeiter unzuverlässig und ineffizient sind, versprechen automatisierte Lösungen erhöhte Zuverlässigkeit. Dabei wird zumeist verkannt, dass auch automatisierte Prozesse einer Unterstützung durch den Menschen bedürfen. Unvorhersehbare Ausnahmefälle (z.B. unerwartete Fehler) können zur Notwendigkeit eines Eingriffs durch den Mitarbeiter führen. Durch Übungs- und Kompetenzverluste werden Fehlhandlungen in kritischen Situationen wahrscheinlicher. Dies führt zur Ironie der Automatisierung: "...the irony that the more advanced a control system is, so the more crucial may be the contribution of the human operator" [8]. Zudem sind die Spielräume für die Gestaltung der Arbeit beim technologiezentrierten Automatisierungskonzept sehr begrenzt, da sie im Wesentlichen durch die Automatisierungslücken bestimmt werden.

Das komplementäre Automatisierungskonzept zielt auf einen Entwurf der Mensch-Maschine-Aufgabenteilung, wel-

*) Danksagung

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird im Rahmen des Programms „Zukunft der Arbeit“ (FKZ: 02L15A020) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



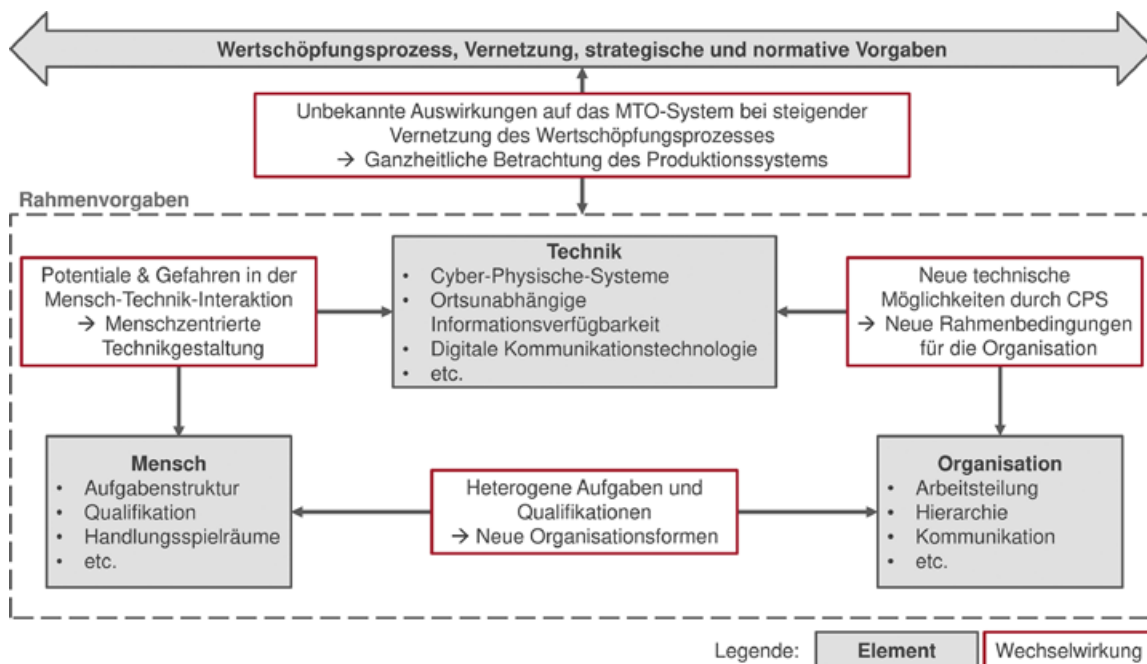


Bild 1. Elemente und Wechselwirkungen in einem sozio-technischen System, eigene Darstellung (i. A. an [3, 4])

che die spezifischen Stärken und Schwächen von menschlicher Arbeit und technischer Automatisierung nutzt. Dieser ganzheitliche Ansatz bietet vielfältige Möglichkeiten zur Gestaltung der Arbeit, weil sie dem menschlichen Arbeitshandeln nicht nur fragmentierte Restfunktionen zuweist [9]. Zudem gibt es Erkenntnisse, die darauf hindeuten, dass sich anspruchsvolle kognitive Aktivität positiv auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirkt [10]. Da für die meisten Menschen die Erwerbsarbeit die Tätigkeit ist, der sie sich zeitlich am längsten und am intensivsten widmen, ist davon auszugehen, dass die dort herrschenden Bedingungen einen starken Einfluss auf die kognitive Leistungsfähigkeit haben. Dies spricht, angesichts älter werdender Belegschaften aufgrund des demografischen Wandels, ebenfalls dafür, für die Gestaltung digitaler Arbeitswelten auf das humanzentrierte komplementäre Automatisierungskonzept zu setzen.

Das Forschungsprojekt IntAKom

Das Forschungsprojekt IntAKom (Intelligente Aufwertung der manuellen und teilautomatisierten Arbeit durch den Einsatz digitaler Kommunikationstechnologie) strebt die Entwicklung eines übertragbaren Gestaltungskonzepts für industrielle Arbeitsumgebungen an. Hierbei wird das beschriebene komplementäre Gestaltungskonzept verfolgt, wobei die Unterstützung des Mitarbeiters zur Steigerung seiner Leistungsfähigkeit in Be-

zug auf die Arbeitsaufgabe in den Mittelpunkt gestellt wird. Dem Ansatz des Forschungsprojekts liegt die Betrachtung eines Produktionssystems als komplexes sozio-technisches System zugrunde (vgl. Bild 1). Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung, Erprobung und Dokumentation eines übertragbaren Modells zur systematischen und ganzheitlichen, die Mensch, Technik und Organisation umfassende, Aufwertung von manuellen und teilautomatisierten Arbeitssystemen in der Produktion durch digitale Kommunikationstechnologie, um die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter in Bezug auf die Arbeitsaufgabe zu steigern und zu erhalten. Durch den Einsatz digitaler Medien als Assistenzsysteme sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, Arbeitsinhalte zu erweitern, anzureichern und innovative Arbeitsstrukturierungskonzepte wie Job-Rotation zu fördern. Darüber hinaus sollen die Beschäftigten stärker an der Beseitigung von Fehlern und Störungen beteiligt werden und die dabei gewonnenen Erfahrungen strukturiert in die Verbesserung der Prozesse einfließen.

Projektpartner

Die Interdisziplinarität der Thematik erfordert eine enge Zusammenarbeit unterschiedlicher wissenschaftlicher Fachgebiete. Das wissenschaftliche Konsortium, bestehend aus dem Fachgebiet für Arbeits- und Organisationspsychologie der Universität Kassel, der Gesellschaft für Personal- und Organisationsentwicklung

und dem Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen der Technischen Universität Darmstadt, vereint das erforderliche Fachwissen in den Bereichen Mensch, Organisation, Technik und Wertschöpfungsprozess.

Neben der Kooperation zwischen Experten der wissenschaftlichen Disziplinen ist eine enge Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie erforderlich, um technische und organisatorische Lösungen zur Aufwertung von Arbeit in der Produktion in die praktische Anwendung zu bringen. Die Expertise für den Einsatz moderner Kommunikationstechnologie und die softwareseitige Gestaltung der digitalen Medien steuert das, auf Digitalisierungsprojekte spezialisierte, Softwareunternehmen Bright Solutions bei. Die beteiligten Anwenderunternehmen, deren Produktionsumgebungen im Rahmen des Projektes betrachtet werden, bringen das entscheidende Wissen zu den Produktionsprozessen und Mitarbeitern in das Konsortium. Bei der Zusammenstellung des Konsortiums wurden Unternehmen unterschiedlicher Branchen und Betriebsgrößen ausgewählt. Durch die Betrachtung der Fertigung eines KMU in der Elektronikbranche (mikrolab), der Produkte eines Werkzeugmaschinenherstellers (DATRON) sowie der Leuchtenendmontage eines Konzerns (Trilux) werden unterschiedliche Rahmenbedingungen und Zielstellungen berücksichtigt. Die Vielseitigkeit der Anwenderunternehmen unterstützt die In-

terdisziplinarität des Vorhabens, da die jeweiligen Unternehmensvertreter eine hintergrundgeprägte und damit heterogene Sicht der Dinge auf die entwickelten Konzepte einbringen. Die Leitung des Projektes liegt bei dem Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen.

Vorgehensweise

Das Gesamtprojekt (Laufzeit: 04/2017–05/2020) gliedert sich im Wesentlichen in vier Phasen. Zunächst werden die Prozesse anhand einer interdisziplinären Analyse untersucht, um die Ist-Situation und Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Anhand dieser Erkenntnisse werden hinsichtlich vorab bestimmter Qualitätskriterien in jedem Anwenderunternehmen spezifische Zielzustände definiert, um anschließend Konzepte zur komplementären Arbeitsgestaltung zu entwickeln. Die entwickelten Gestaltungsmaßnahmen werden in Pilotprojekten in den Fertigungsumgebungen umgesetzt und evaluiert. Abschließend werden die entwickelten Methoden sowie die Erkenntnisse aus dem Projekt in einem Handbuch für „gute digitale Assistenz“ zusammengefasst, um die Projektergebnisse für weitere Unternehmen nutzbar zu machen. Bild 2 skizziert die Vorgehensweise des Forschungsprojektes.

Zu Beginn des Projektes werden die Ziele der Unternehmen als strategische Vorgaben bzgl. des Wertschöpfungsprozesses erfasst. Der Produktionsprozess soll durch die informationstechnische Unterstützung der Mitarbeiter insgesamt effizienter werden. Konkret sollen Fehler vermieden, die Qualität gesteigert, die Komplexität bewältigt und die Produktivität erhöht werden. Die detaillierte Ausgestaltung der Zielstellungen ist aufgrund der Individualität jedes Wertschöpfungsprozesses stark unternehmensabhängig. Auf Basis einer Analyse der Arbeitssysteme unter Berücksichtigung der vier Elemente eines sozio-technischen Systems sowie der technischen Zielstellungen werden geeignete Aufwertungsstrategien entwickelt. In enger Abstimmung zwischen Forschung und Industrie werden aus den Strategien konkrete Implementierungskonzepte erarbeitet, welche dann als Referenzlösungen in den Anwenderunternehmen zu Umsetzung kommen. Das Konsortium bietet die Möglichkeit unterschiedliche Anwendungsumgebungen zu betrachten, wodurch die

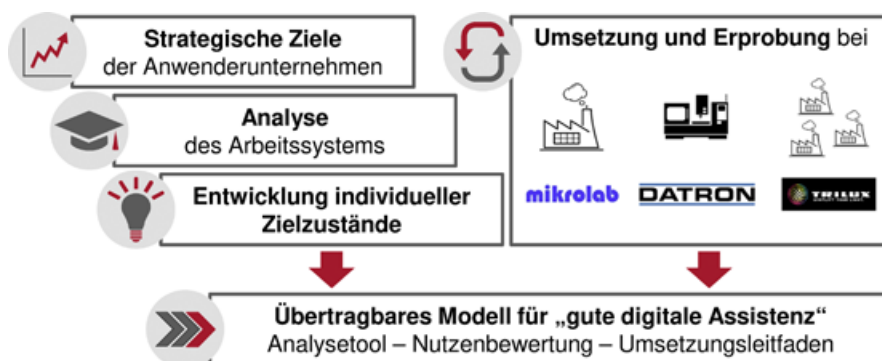


Bild 2. Vorgehensweise bei dem Forschungsprojekt IntAKom

Entwicklung übertragbarer Methoden unterstützt wird. Die Referenzlösungen werden nach erfolgreicher Implementierung validiert, bewertet sowie bei Bedarf angepasst und verbessert.

Die These der Autoren ist, dass eine Aufwertung und Anreicherung der Arbeitsinhalte auf dem Shopfloor durch digitale Assistenzsysteme zu der Erreichung der genannten strategischen Ziele und somit zur Effizienzsteigerung des Wertstroms führt. Durch eine gute digitale Assistenz für Mitarbeiter mit wertschöpfenden Tätigkeiten, wird deren Leistungsfähigkeit und somit auch die des Wertschöpfungsprozesses gesteigert. Um diese These zu bestätigen werden unterschiedliche, repräsentative Arbeitsprozesse vor und nach der Aufwertung mittels einer quantitative Nutzenbewertung analysiert. Für die definierten Arbeitsprozesse (z.B. Fertigung, Materialbereitstellung, Montage oder Problemlösung) werden anschließend übertragbare Verbesserungsansätze entwickelt.

Aufwertung industrieller Arbeit

Die Betrachtung eines sozio-technischen Systems bietet zwei Möglichkeiten zur Aufwertung menschlicher Arbeit: Zum einen lassen sich durch einen menschenzentrierten Einsatz neuer Technologien Potenziale freisetzen, zum anderen können neue Organisationsformen die Bewältigung heterogener Aufgaben erleichtern. Durch die informationstechnische Unterstützung der Mitarbeiter mithilfe digitaler Kommunikationstechnologien sollen die folgenden Ziele erreicht werden:

- Ermöglichung lernförderlicher Arbeit zur Verbesserung der Anpassungsfähigkeit der Mitarbeiter auf wechselnde Tätigkeiten, durch individuelle Qualifizierungsinhalte am Arbeitsplatz (lebenslanges Lernen),

- Verbesserung der Problemlösungskompetenz durch gute digitale Assistenz sowie
- Verringerung der psychischen Belastung und damit Erhöhung der Mitarbeiterzufriedenheit, indem der Mitarbeiter bei komplexen oder selten wiederkehrenden Tätigkeiten unterstützt wird.

Durch die Anpassung der Arbeitsorganisation zur Steigerung von Leistungsfähigkeit und Flexibilität soll die Bewältigung des Wandels der Arbeitsumgebung im Zuge der Digitalisierung mit bestehendem Personal ermöglicht werden. Die Fokussierung liegt hierbei auf der Lernförderlichkeit des Arbeitens. Da sich Arbeitsinhalte und erforderliche Qualifikationen erwartungsgemäß verändern werden, ist die Qualifizierung der Mitarbeiter Grundvoraussetzung für dieses Ziel. Durch eine entsprechende informationstechnische Unterstützung sollen die folgenden organisatorischen Ziele erreicht werden:

- Etablierung eines rotierenden Mitarbeiter-einsatzsystems bei gleichzeitiger Beschleunigung der Einarbeitung,
- Reduzierung von Routinetätigkeiten und somit des Anteils monotoner Arbeitsabläufe,
- Vereinfachung komplexer Arbeitsabläufe durch eine intelligente Organisation,
- Ermöglichung flexibler Arbeitszeitmodelle sowie
- Entlastung der Führungsebene durch Befähigung der Mitarbeiter zur Entscheidungsfähigkeit und Problemlösung.

Eine wichtige Voraussetzung für die Zielerreichung ist die Motivation der Mitarbeiter zur Partizipation an den entwickelten Aufwertungsstrategien sowie die anschließende Nutzung der neuen Möglichkeiten. Ohne eine durchgängige Ak-

zeptanz der Beschäftigten auf Shopfloor-Ebene werden die entwickelten Lösungen weitestgehend wirkungslos bleiben. Aus diesem Grund soll die Aufwertung dazu führen die Arbeits- und Lerninhalte aktivierend, unterstützend und motivierend zu gestalten.

■ Projektergebnisse

Zusammengefasst strebt IntAKom die folgenden Ergebnisse an:

- Empirische Bestimmung der Wirkungen von digitaler Assistenz,
- Umsetzung von Referenzlösungen bei DATRON, Trilux und mikrolab als funktionsfähige Demonstratoren und
- Schaffen eines branchenübergreifenden, allgemeingültigen und ganzheitlichen Verständnisses komplementärer Gestaltungskonzepte (Referenzmodell).

Die gewonnenen Erkenntnisse zur ganzheitlichen Aufwertung von Arbeitssystemen werden in einem Handbuch für „gute digitale Assistenz“ festgehalten. Übertragbare und erprobte Methoden bilden neben den umgesetzten Lösungen die Basis für das Referenzmodell. Eine im Rahmen des Projektes entwickelte Webseite führt neue Anwender schrittweise an die Thematik heran. Hierdurch verfügen Unternehmen künftig über hilfreiche Methoden sowie praxisnahe Good-Practice-Beispiele für eine gute und lernförderliche Gestaltung von Arbeitsorten und -prozessen.

■ Literatur

1. Bauernhansl, T.: Die Vierte industrielle Revolution. Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In: Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Springer-Vieweg-Verlag, Wiesbaden 2014, S. 31
2. acatech (Hrsg): Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen, München 2016, S. 9
3. Hirsch-Kreinsen, H.; Ittermann, P.; Niehaus, J.: Digitalisierung industrieller Arbeit. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden 2015, S. 15
DOI: 10.5771/9783845263205
4. Bengler, K.; Lock, C.; Teubner, S.; Reinhart, G.: Der Mensch in der Produktion von Morgen. Das Konzept Mensch – Technik – Organisation (MTO). In: Reinhart, G. (Hrsg): Handbuch Industrie 4.0. Carl Hanser Verlag, München, Wien 2017, S. 55
5. Hirsch-Kreinsen, H.; Ittermann, P.; Niehaus, J.: Digitalisierung industrieller Arbeit. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, 2015, S. 39
DOI: 10.5771/9783845263205
6. Botthof, A.; Hartmann, E.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0 – Neue Perspektiven und offene Fragen. Springer-Vieweg-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2015, S. 161
7. Hirsch-Kreinsen, H.; Weyer, J.: Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“, Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38, TU Dortmund, 2014, S. 28–30
8. Bainbridge, L.: Ironies of automation. *Automatica* 19 (1983) 6, S. 775–776
9. Hirsch-Kreinsen, H.; Weyer, J.: Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38, TU Dortmund, 2014, S. 29

10. Mühlbradt, T.: Was macht Arbeit lernförderlich? Eine Bestandsaufnahme. MTM-Schriften Industrial Engineering, Ausgabe 1, Deutsche MTM-Vereinigung e.V., Hamburg 2014, S. 9

■ Die Autoren dieses Beitrags

Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich, geb. 1968, studierte, promovierte und habilitierte an der Universität Darmstadt. Seit 2012 leitet er gemeinsam mit Prof. Abele das Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschine der TU Darmstadt.

Thimo Keller, M.Sc., geb. 1988, studierte Maschinenbau und arbeitet seit Anfang 2016 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter an dem Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen der TU Darmstadt.

■ Summary

Digital Assistance in Production Environments. Digitalisation of manufacturing processes is changing working content and environment of Blue Collar Workers. This in mind, a new approach to design future working environments considering human needs and interests of the companies is required. In cooperation with industrial partners, interdisciplinary scientists develop well-designed digital assistance systems, which will be reality-tested during the project IntAKom.

Bibliography

DOI 10.3139/104.111804
ZWF 112 (2017) 10; page 658–661
© Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG
ISSN 0032–678X