

# Handlungsfelder für die Arbeitsgestaltung in der Industrie 4.0

Tim JESKE, Frank LENNINGS

*Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (ifaa)  
Uerdingerstraße 56, D-40474 Düsseldorf*

**Kurzfassung:** Angesichts der fortschreitenden Digitalisierung und des damit verbundenen Wandels zur Industrie 4.0 hat das Institut für angewandte Arbeitswissenschaft eine Befragung von insgesamt 498 Fach- und Führungskräften der Metall- und Elektroindustrie durchgeführt. Die Ergebnisse erlauben durch Bezüge zu einer früheren Befragung eine Abschätzung zeitlicher Entwicklungen. Es zeigte sich, dass der Begriff Industrie 4.0 inzwischen zwar einen hohen Bekanntheitsgrad aufweist, es aber häufig an einem klaren Verständnis mangelt. Die Einführung von Industrie 4.0 erfolgt bevorzugt in den Bereichen Fertigung und Planung/Steuerung sowie Logistik, Supply Chain Management, Montage und Lager. Daraus ergeben sich weitgehend die derzeitigen Aktivitätsschwerpunkte in den Unternehmen und folglich Handlungsfelder für die Arbeitsgestaltung.

**Schlüsselwörter:** Industrie 4.0, Befragung, Arbeitsgestaltung

## 1. Ausgangssituation und Vorgehensweise

Die Digitalisierung ist ein bereits lange andauernder Prozess, der inzwischen eine hohe Dynamik aufweist und im Bereich produzierender Unternehmen als Wandel zur Industrie 4.0 bezeichnet wird. Die insgesamt hohe Dynamik dieses Wandlungsprozesses ist in der Vielzahl der Unternehmen in Deutschland jedoch sehr unterschiedlich ausgeprägt. Daher hat das Institut für angewandte Arbeitswissenschaft eine Befragung von Fach- und Führungskräften der Metall- und Elektroindustrie durchgeführt, um festzustellen, wie weit dieser Wandel bereits fortgeschritten ist und welche diesbezüglichen Bedarfe in den Unternehmen bestehen. Zu diesem Zweck wurden insgesamt 24 Fragen entwickelt bzw. zusammengestellt und im Rahmen einer Voruntersuchung überprüft. Darunter waren auch Fragen, die aus einer früheren Befragung (papierbasiert, Oktober 2014 bis März 2015; Jeske 2015) übernommen wurden, so dass einzelne Vergleiche im Sinne einer Längsschnittbetrachtung ermöglicht wurden. Die Befragung wurde im Juni/Juli 2015 mithilfe der online-Plattform SosciSurvey bundesweit durchgeführt.

## 2. Befragungsergebnisse

Insgesamt beteiligten sich an der Befragung 498 Personen, die überwiegend in der Geschäftsführung sowie in der Personal- oder Produktionsleitung tätig waren. Die Befragten waren mehrheitlich im Altersbereich von 45 bis 59 Jahren und vorwiegend in kleinen und mittleren Unternehmen tätig (<500 Beschäftigte; ifaa 2015).

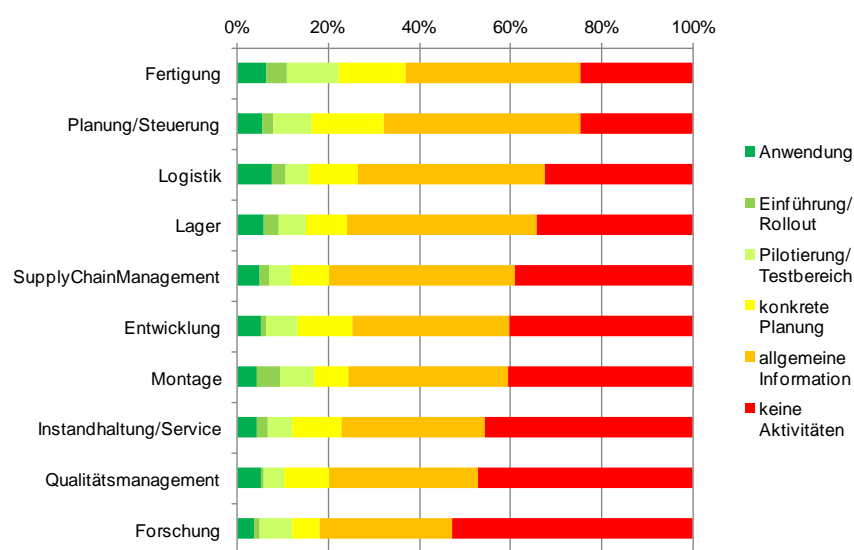
Es zeigte sich, dass zwar 92,1 Prozent der Befragten den Begriff Industrie 4.0 kennen, eine klare Vorstellung (subjektiv) von seiner Bedeutung jedoch nur 32,8

Prozent haben. Damit haben sich gegenüber der vorangegangenen Befragung sowohl die Kenntnis (zuvor 76,2 Prozent) als auch das subjektiv eingeschätzte Verständnis (zuvor 23,3 Prozent) verbessert (ifaa 2015, Jeske 2015).

Die allgemeine Bedeutung von Industrie 4.0 für die Zukunft schätzen 88,4 Prozent der Befragten als „hoch“ oder „sehr hoch“ ein (zuvor 76,7 Prozent). Dagegen wird die Bedeutung von Industrie 4.0 für die Zukunft des eigenen Unternehmens lediglich von 69,1 Prozent der Teilnehmenden als „hoch“ oder „sehr hoch“ eingeschätzt (zuvor 60,5 Prozent; ifaa 2015, Jeske 2015). Somit wird die Bedeutung jeweils um etwa 15 Prozent höher eingeschätzt. Die Diskrepanz zwischen der allgemeinen Bedeutung und der für das eigene Unternehmen bleibt unverändert in einer Höhe von rund 27 Prozent bestehen.

Als bevorzugte Bereiche für die Einführung von Industrie 4.0 wurden die Fertigung (63,82 Prozent, zuvor 62,35 Prozent) und die Planung/Steuerung (55 Prozent; zuvor 59,88 Prozent) genannt (ifaa 2015, Jeske 2015). Danach folgen Logistik (50,29 Prozent), Supply Chain Management (36,47 Prozent), Montage (33,53 Prozent) und Lager (32,65 Prozent; Jeske 2015); zu diesen Bereichen sind keine bzw. nur eingeschränkte Vergleiche mit der vorherigen Befragung möglich, da der Detaillierungsgrad der Antwortmöglichkeiten erhöht wurde; allerdings wurden auch zuvor Logistikthemen zu den bevorzugten Einzugsbereichen gezählt.

Die Aktivitätsschwerpunkte zur Einführung von Industrie 4.0 (siehe Abbildung 1) entsprechen weitgehend den zuvor genannten bevorzugten Einzugsbereichen. Eine Anwendung, Einführung oder Pilotierung von Industrie 4.0 geben die Befragten vor allem für die folgenden Bereiche an: Fertigung (22,3 Prozent), Montage (17,0 Prozent), Planung/Steuerung (16,5 Prozent), Logistik (15,7 Prozent) und Lager (15,0 Prozent). Darüber hinaus werden konkrete Planungen besonders häufig für die Bereiche Planung/Steuerung (15,8 Prozent) und Fertigung (14,6 Prozent) angegeben. Im Durchschnitt über alle potenziellen Einsatzfelder werden in rund 37 Prozent der Unternehmen lediglich allgemeine Informationen zum Thema Industrie 4.0 eingeholt und in 38 Prozent der Unternehmen keine Aktivitäten benannt. Während in der Mehrzahl der Unternehmen zumindest in einem Bereich Aktivitäten bestehen, sind etwa 15 Prozent der Unternehmen gänzlich inaktiv.



**Abbildung 1:** Aktivitäten zur Industrie 4.0 nach Einsatzfeldern (sortiert nach Inaktivität).

Bei den Aktivitäten zur Einführung von Industrie 4.0 sind größere Unternehmen in allen Einsatzbereichen deutlich weiter fortgeschritten als kleinere Unternehmen. Dies zeigen signifikante Zusammenhänge zwischen der Unternehmensgröße und den Aktivitäten in allen Einsatzbereichen ( $n=286-304$ ;  $r_s=,120-r_s=,262$ ;  $p<,000-p=,036$ ;  $\alpha=,05$ ). Dieses Ergebnis entspricht dem der vorherigen Befragung: Auch dort zeigten signifikante Zusammenhänge zwischen der Unternehmensgröße und den Aktivitäten, dass kleinere Unternehmen weniger Aktivitäten aufweisen, während größere mit der Einführung eher weiter fortgeschritten sind (Jeske 2015).

### 3. Handlungsfelder für die Arbeitsgestaltung

Angesichts des hohen Bekanntheitsgrads von Industrie 4.0 ist zunächst das vergleichsweise sehr geringe Verständnis des Begriffs zu verbessern, damit Unternehmen auf dieser Grundlage dargestellt werden kann, welche Potenziale sich für die Arbeitsgestaltung ergeben. Da der Begriff häufig sehr abstrakt beschrieben und diskutiert wird, während Beispiele aus der Praxis meist wenig bekannt sind, ist es erforderlich, konkrete Anwendungsfälle einer breiten (Fach-)Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Auf diese Weise können die Auswirkungen des Wandels zur Industrie 4.0 anhand spezifischer Anwendungen und Umgebungsbedingungen veranschaulicht und diskutiert werden. Dies erlaubt, sowohl den Nutzen der Digitalisierung als auch die damit verbundenen Risiken transparent zu machen. Zugleich erleichtert es den Transfer für bzw. in andere Unternehmen. In der Folge ist davon auszugehen, dass nicht nur das Verständnis zunimmt, sondern auch die gefundene Diskrepanz in der Einschätzung der Bedeutung von Industrie 4.0 allgemein und für das eigene Unternehmen abnimmt.

Grundsätzlich ist in allen Unternehmensbereichen eine bedarfsgerechte Arbeitsgestaltung erforderlich. Aufgrund der dargestellten Befragungsergebnisse können zunächst jene Bereiche fokussiert betrachtet werden, in denen die Einführung von Industrie 4.0 derzeit besonders stark vorangetrieben wird: Fertigung, Montage, Planung/ Steuerung und Logistik. In diesen Bereichen sind sehr heterogene Arbeitssysteme zu gestalten, da die dort auszuführenden Tätigkeiten sowohl dispositive als auch ausführende Anteile in unterschiedlicher Gewichtung aufweisen können. Zu betrachten sind daher sowohl vorwiegend informatorische als auch vorwiegend energetische Arbeit sowie Kombinationen dieser Arbeitsformen. Ergänzend dazu sind der In- und Output der Arbeitssysteme verstärkt unter dem Aspekt des Informationstransfers zu betrachten.

#### 3.1 Informationen in der Industrie 4.0

Die mit Industrie 4.0 einhergehende Vernetzung digitaler Systeme führt zu einer hohen und echtzeitnahen Informationsverfügbarkeit sowie zu einem hohen Informationsaustausch. Die Handhabung und Beherrschung der damit verbundenen Informationsmenge stellt eine komplexe Aufgabe dar. Daher sind spezifische Maßnahmen und Vorgehensweisen zu entwickeln, die gewährleisten, dass Arbeitspersonen entsprechend befähigt werden. Wesentliche technische Ansätze dazu sind die Modularisierung sowie die Dezentralisierung, wie sie durch die Nutzung cyber-physischer Systeme ermöglicht werden. Die darauf basierende Organisation von Informationsflüssen muss sicherstellen, dass notwendige Informationen in geeigneter Form zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort verfügbar sind. In personeller Hinsicht ist eine

entsprechende Kompetenz zur Auswahl von Informationen und Kommunikationsmedien sowie zur Kommunikation selbst erforderlich, damit Missverständnisse und Fehlinterpretationen in der hohen Anzahl zu erwartender Austausch- und Abstimmungsprozesse vermieden werden. Dazu gehört auch die Befähigung zum eigenverantwortlichen Umgang mit der hohen Informationsverfügbarkeit und Erreichbarkeit, wie sie bspw. durch E-Mail und Smartphones ermöglicht werden.

### *3.2 Assistenzsysteme für informatorische Arbeit*

Das Anwachsen der aktiv zu handhabenden Informationsmenge kann vermindert werden, wenn Routineanteile an der Informationshandhabung an eine regelbasierte Automatisierung übertragen werden. Der Arbeitsperson kommt dann die Aufgabe zu, anstatt der Handhabung der Informationen, die Gestaltung und regelmäßige Überprüfung der dazu erforderlichen Regeln zu übernehmen. In diesem Zusammenhang können auch Abstimmungs- und Planungsprozesse technisch unterstützt werden. So konnte im Forschungsvorhaben KapaflexCy gezeigt werden, wie eine partizipative Zuordnung von Zusatzschichten durch geeignete Informations- und Kommunikationstechnik unterstützt werden kann (Spath et al. 2013). Gleichmaßen kann eine Personaleinsatzplanung, die neben qualifikatorischen auch ergonomische Aspekte berücksichtigt (Jeske et al. 2014), durch entsprechende Assistenzsysteme unterstützt werden. Die vorgenannten Systeme sind so zu gestalten, dass verantwortliche Arbeitspersonen, die jeweils zugrundeliegende Funktionsweise erkennen können, über adäquate Regeln justieren können, erzeugte Ergebnisvorschläge bewerten können und somit bei der Auswahl und Freigabe eines bedarfsgerechten Ergebnisvorschlags unterstützt werden. Die Nutzung von Informationen, wie bspw. zur Ausführung von Fertigungs-, Montage- und Logistikprozessen kann durch eine bedarfspezifische Auswahl und situative Bereitstellung der Informationen wesentlich erleichtert werden. Zur Sicherstellung einer hohen Aktualität wird zumeist sehr weitgehend auf Papier verzichtet und stattdessen eine bildschirmbasierte Darstellung gewählt. Sie erlaubt, Informationen auf sehr unterschiedlichen Wegen und in sehr unterschiedlicher Form bereitzustellen: angefangen bei Texten und Grafiken am klassischen Bildschirm bis hin zu erweiterter Realität (Augmented Reality) auf Tabletcomputern oder Smartphones. Zudem können Informationen auch in die Arbeitsumgebung projiziert werden. Vor dem Hintergrund dieser vielfältigen Möglichkeiten besteht insbesondere in kleineren Unternehmen Bedarf nach Unterstützung bei der kontextadäquaten Auswahl informatorischer Assistenzsysteme.

### *3.3 Assistenzsysteme für energetische Arbeit*

Die hohe Verfügbarkeit von Informationen kann auch die Ausführung vorwiegend energetischer Arbeit erleichtern. So können Routinetätigkeiten wie bspw. Transportvorgänge durch fahrerlose Transportsysteme ausgeführt werden, die nach Plänen eines aktuellen Forschungsvorhabens durch Gesten oder auf Zuruf gesteuert werden können (Dohrmann 2014). In der Folge können Arbeitspersonen verstärkt kreative oder handwerkliche Tätigkeiten ausführen. Dies gilt bspw. auch für die Mensch-Roboter-Kollaboration bei der Informationen u.a. über die Arbeitsaufgabe und die Positionen von Roboter und Arbeitsperson gezielt zur Kombination der jeweiligen spezifischen Stärken genutzt werden. So wird bspw. beim kollaborativen Schweißen die hohe Tragkraft und Positioniergenauigkeit des Roboters mit dem Erfahrungswissen und der Fingerfertigkeit der Arbeitsperson verbunden (Busch et al. 2012). Bei

der gezielten Unterstützung und Erweiterung menschlicher Fähigkeiten setzen Exoskelette an. Diese technischen Hilfsmittel werden direkt am Körper getragen und sollen Lasten aufnehmen, um das muskuloskeletale System zu entlasten und bspw. das Heben besonders schwerer Lasten zu ermöglichen. Als Sitzhilfe ausgelegte Exoskelette sind grundsätzlich beweglich und können in verschiedenen Positionen arretiert werden, um dann als Sitz zu dienen (Nördinger 2015). Die Vielzahl der sich daraus ergebenden Möglichkeiten für die Arbeitsgestaltung erfordert entsprechende Handlungshilfen, die eine bedarfsgerechte Auswahl von Assistenzsystemen unterstützen und erforderliche Qualifizierungsbedarfe aufzeigen. Mit der Flexibilität und der Einfachheit des Einsatzes dieser Assistenzsysteme steigt insbesondere für kleinere Unternehmen die Möglichkeit, diese wirtschaftlich einzusetzen.

#### 4. Zusammenfassung

Mithilfe zweier Befragungen von Fach- und Führungskräften der Metall- und Elektroindustrie konnte gezeigt werden, wie die Kenntnis und das Verständnis des Begriffs Industrie 4.0 innerhalb von rund sechs Monaten zugenommen haben. Gleichmaßen hat die Einschätzung der Bedeutung des Themas zugenommen. Da das Begriffsverständnis weiterhin gering ist und die Bedeutung für das eigene Unternehmen häufig geringer eingeschätzt wird als die allgemeine Bedeutung besteht hinsichtlich des Begriffsinhalts weiterhin hoher Bedarf nach Erklärungen und nach Veranschaulichung anhand übertragbarer Praxisbeispiele. Die Einführung von Industrie 4.0 findet derzeit schwerpunktmäßig in den Bereichen Fertigung, Montage, Planung/Steuerung und Logistik statt, so dass sich daraus vordringliche Handlungsfelder für die Arbeitsgestaltung ergeben.

Vor dem Hintergrund der mit Industrie 4.0 einhergehenden Vernetzung und hohen Informationsverfügbarkeit ist es erforderlich, Arbeitspersonen zum adäquaten Umgang mit großen Informationsmengen zu befähigen und die Kompetenz zur Kommunikation und Mediennutzung zu stärken. Die Handhabung und Nutzung verfügbarer Informationen kann durch entsprechende informatorische Assistenzsysteme wesentlich unterstützt werden. Diese können auf der Basis einer transparenten Funktionsweise und vorgegebener Regeln Lösungsvorschläge für spezifische Fragestellungen erzeugen, die anschließend von verantwortlichen Arbeitspersonen geprüft, ggf. geändert und freigegeben werden können. Zudem kann durch eine situative und ggf. kontextabhängige Bereitstellung ausgewählter Informationen ein Beitrag geleistet werden, Arbeitsabläufe zu verbessern. Die Informationsverfügbarkeit kann auch zur Unterstützung energetischer Arbeitsformen genutzt werden. Dabei werden Informationen zur Steuerung technischer Assistenzsysteme wie bspw. im Fall der Mensch-Roboter-Kollaboration oder beim Einsatz von Exoskeletten herangezogen. Für die Auswahl kontextadäquater Assistenzsysteme zur Unterstützung informatischer wie auch energetischer Arbeit benötigen insbesondere kleinere Unternehmen entsprechende Handlungshilfen. Dies gilt auch für die Identifikation von Qualifikationsbedarfen, die mit der Einführung von Assistenzsystemen entstehen.

Vor dem Hintergrund der hohen Dynamik der Digitalisierung bzw. des Wandels zu Industrie 4.0 sind weiterhin vertiefende Arbeiten erforderlich, um angepasst an den jeweiligen Stand der Digitalisierung adäquate Gestaltungslösungen zu entwickeln und damit zugleich den Digitalisierungsprozess zu gestalten.

## 5. Literatur

- Busch F, Thomas C, Deuse J, Kuhlenkötter B (2012) A Hybrid Human-Robot Assistance System for Welding Operations – Methods to Ensure Process Quality and Forecast Ergonomic Conditions. In: Hu SJ (Hrsg) Technologies and Systems for Assembly Quality, Productivity and Customization – Proceedings of 4th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems (CATS). Ann Arbor: University of Michigan, 151-154.
- Dohrmann L, Podszus F, Ullmann G, Overmeyer L (2014) Mensch-Maschine-Interaktion für Fahrerlose Transportfahrzeuge – Methode zur Beauftragung von interaktiven Transportsystemen. *Industrie Management*, 6:21-24.
- ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (2015) ifaa-Studie - Industrie 4.0 in der Metall- und Elektroindustrie. Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg).
- Jeske T, Brandl C, Meyer F, Schlick C (2014) Personaleinsatzplanung unter Berücksichtigung von Per-so-nen-merkmalen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft. Dortmund: GfA-Press, 327-329.
- Jeske T (2015) Industrie 4.0 in Deutschland. In: Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement (Hrsg) Innteract Conference. Mensch 2020. Chemnitz: Verlag aw&I Wissenschaft und Praxis, 12-20.
- Nördinger S (2015) Exoskelette: Mechanische Muskeln stählen Werker-Rücken. *Produktion* 54:32.
- Spath D, Gerlach S, Hämmerle M, Schlund S, Strölin T (2013) Cyber-Physical System for Self-Organised and Flexible Labour Utilisation. 22nd International Conference on Production Research (ICPR 22), IFPR (International Foundation for Production Research), Brasilien.

**Danksagung:** Besonderer Dank gilt den Mitgliedsverbänden des ifaa, die durch ihre Unterstützung bei der Motivation der Befragungsteilnehmer wesentlich zum Erfolg der Befragung beigetragen haben.