

Gestaltungspotenziale für die Produktionsarbeit 4.0

Tim JESKE

*Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V. (ifaa)
Uerdinger Straße 56, D-40474 Düsseldorf*

Kurzfassung: Mit dem Wandel zur Industrie 4.0 werden meist eine zunehmende Digitalisierung und Vernetzung sowie darauf basierende Automatisierung verbunden. Die Grundlage dazu bildet ein umfassendes Informationsmanagement auf der Basis cyber-physischer Systeme. Aufgrund dieses Wandels sind auch Veränderungen im Bereich der Produktionsarbeit zu erwarten. Im Beitrag werden sich aktuell abzeichnende Gestaltungspotenziale für die Produktionsarbeit 4.0 anhand technischer, organisatorischer und personeller Aspekte beschrieben und diskutiert.

Schlüsselwörter: Digitalisierung, Vernetzung, Automatisierung, Produktionsarbeit, Industrie 4.0

1. Technische Grundlage der Produktionsarbeit 4.0

Der technische Fortschritt im Bereich der Mikroelektronik sowie der Informations- und Kommunikationstechnologie hat zur Entstehung sogenannter (sozio-)cyber-physischer Systeme (CPS) geführt (Lucke et al. 2014). Bspw. umfassen als CPS ausgeführte Sensoren ganze Messketten, von der analogen Erfassung physischer Rohdaten über ihre digitale (cyber) Aufbereitung und Interpretation bis hin zur Weiterleitung (sozio) entsprechender Ergebniswerte oder Stati über IP-fähige Schnittstellen (IP=Internetprotokoll; Eigner et al. 2012). Somit bilden diese Systeme eine Verbindung zwischen den physischen Gegebenheiten der realen Welt (bspw. einer Messgröße) und den umfangreichen Kommunikationsmöglichkeiten der digitalen Welt wie sie das Internet bietet.

Eine umfassende Implementation von CPS in der Produktion sowie der Aufbau und die Nutzung eines darauf basierenden Informationsmanagements führt zu sogenannten cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS) und wird als vierte industrielle Revolution bezeichnet (Bauernhansl 2014). Auf diese Weise wird eine wesentlich verbesserte Nutzung der im betrieblichen Umfeld vorhandenen Informationen ermöglicht und bildet den Rahmen für die Produktionsarbeit 4.0. Deren Gestaltungspotenziale sind entsprechend der vielfältigen Möglichkeiten zur Nutzung von Informationen ebenso umfangreich wie heterogen.

2. Gestaltungspotenziale für die Produktionsarbeit 4.0

Die Gestaltung von Arbeit lässt sich grundsätzlich nach technischen, organisatorischen und personellen Aspekten strukturieren (Schlick et al. 2010). Diese Struktur kann gleichermaßen für die Gestaltungspotenziale der Produktionsarbeit 4.0 herangezogen werden (Jeske et al. 2014a) und ist daher auch vor dem Hintergrund des Wandels zur Industrie 4.0 handlungsleitend für eine systematische Arbeitsgestaltung.

2.1 Technische Aspekte

Neben der Entwicklung der für den Wandel zur Industrie 4.0 grundlegenden cyber-physischen Systeme und der daraus entstehenden Potenziale bietet auch der technische Fortschritt in anderen Bereichen Gestaltungsmöglichkeiten für die Produktionsarbeit 4.0. Dies betrifft bspw. die Mensch-Roboter-Kollaboration, deren sicherer Einsatz aktuell erprobt wird und zukünftig in der Produktion möglich erscheint (Busch et al. 2012). Grundlegend dazu sind die Entwicklung und Implementation verschiedener Sicherheitssysteme bzw. -konzepte wie die Verwendung von Leichtbaurobotern, von berührungs- oder näherungsempfindlichen Oberflächen am Roboter oder entsprechender optischer Systeme. Gleichermaßen werden aktuell fahrerlose Transportsysteme entwickelt, die auf Zuruf oder mittels Gesten gesteuert werden können und kurzfristig einsetzbar sein sollen. Dazu soll ihre Nutzung keine umfangreichen Implementierungsarbeiten wie bspw. die Hinterlegung von Lagekarten oder die Einbringung von Leitelementen in den Transportweg erfordern (Podszus & Overmeyer 2014). Die Durchführung von Inventuren soll zukünftig mit Hilfe autonomer Flugroboter vereinfacht werden, die zwischen bzw. über Lagerbeständen fliegen und dabei mittels RFID (Radio-Frequency Identification) gekennzeichnete Warenbestände nach Menge und Lage erfassen (Projekt InventAIRy).

Die Nutzung von Augmented-Reality Technologien zur Bereitstellung von Informationen wird durch die Verfügbarkeit von leichten leistungsfähigen Datenbrillen und Tabletcomputern in Verbindung mit drahtlosen Datennetzen zunehmend vereinfacht. Dadurch können sowohl ortsfeste Arbeitssysteme, wie bspw. Montagearbeitsplätze, als auch ortsveränderliche Arbeitssysteme, wie bspw. bei Reparaturarbeit im Kundendienst, mit diesen Technologien ergänzt werden.

Der technische Fortschritt eröffnet daher sowohl aufgrund des durch CPPS realisierbaren umfassenden Informationsmanagements als auch aufgrund von Neu- und Weiterentwicklungen in anderen Bereichen zahlreiche Möglichkeiten für organisatorische Verbesserungen.

2.2 Organisatorische Aspekte

Die durch Digitalisierung und Vernetzung entstehende bzw. weiter zunehmende hohe Informationsverfügbarkeit ist ein zentraler Ansatzpunkt für organisatorische Gestaltungsmaßnahmen und lässt zusammen mit einem leistungsfähigen Informationsmanagement zahlreiche Verbesserungen erwarten. Im Bereich der Logistik können bspw. bestehende Just-in-Time Lieferkonzepte durch die kombinierte Nutzung von Prognosen und Echtzeitinformationen (bspw. zum Materialverbrauch bzw. -bedarf sowie zur Verkehrssituation auf den Straßen) präzisiert und entsprechend verbessert werden. Im Bereich der innerbetrieblichen Logistik können Kanban-Systeme durch IT-Unterstützung und einen echtzeitnahen Informationsfluss in ihrer Effizienz verbessert werden. Dies erlaubt die Gestaltung eines bedarfsorientierten Milkruns und führt zu einer Verringerung der Anzahl an Fahrten sowie der dabei insgesamt zurückgelegten Fahrtstrecke (Schlick et al. 2014). Weitere organisatorische Verbesserungen lassen sich im Bereich der Personaleinsatzplanung erwarten. So kann eine entsprechende Informationsverfügbarkeit über den bisher üblichen Abgleich zwischen dem Bedarf und der aktuellen Anwesenheit sowie der Qualifikation von Arbeitspersonen hinaus auch die automatisierte Berücksichtigung der Belastungs-Beanspruchungssituationen jeder einzelnen Kombinationsmöglichkeit aus Arbeitsperson und Arbeitsaufgabe bzw. Arbeitsplatz ermöglichen (Jeske et al. 2014b). Aktuell werden

zudem Vorgehensweisen erprobt, wie sich Zusatzschichten mit Hilfe eines partizipativen Verfahrens zuordnen lassen. Die grundsätzlich für eine erforderliche Zusatzschicht einsetzbaren Arbeitspersonen erhalten dabei Anfragen über Smartphones oder spezielle Terminals und können entscheiden, ob sie die zusätzliche Schicht übernehmen möchten (Spath et al. 2013).

Neben den auf der Informationsverfügbarkeit basierenden Gestaltungspotenzialen ergeben sich weitere Möglichkeiten aus dem bereits skizzierten technischen Fortschritt in anderen Bereichen. So wirkt sich die Mensch-Roboter-Kollaboration bereits im Rahmen der Arbeitsvorbereitung auf die Planung der Aufteilung sowie der Reihenfolge der einzelnen Verrichtungen aus, die durch die Arbeitsperson bzw. das kollaborierende robotische System auszuführen sind. In ähnlicher Weise ist auch die organisatorische Einbindung fahrerloser Transportsysteme bereits im Rahmen der Arbeitsplanung zu beachten. So können die nicht länger für Transportaufgaben erforderlichen Zeitanteile bspw. zu Zwecken der Qualitätssicherung eingeplant werden. Eine Inventur mittels autonomer Flugroboter (Projekt InventAIRy) kann dazu beitragen, herkömmliche Inventuren und den damit verbundenen organisatorischen Aufwand zu ersetzen oder zumindest die Häufigkeit ihrer Durchführung zu verringern. Gleichzeitig werden so die Lagerorte der einzelnen Material- bzw. Warenbestände geprüft und folglich erhöhte Lagerzugriffszeiten aufgrund fehlerhafter Lokalisierungen vermieden. Eine digitale Erstellung und zentrale Ablage von Arbeitsplänen und Dokumenten erleichtert gegenüber papierbasierten Lösungen deren Auffinden ebenso wie eventuell erforderliche Aktualisierungen. Zudem können Verknüpfungen zu Qualitätsmanagementsystemen erstellt werden, so dass die Dokumentation einzelner Arbeitsschritte, wie sie u.a. in der Medizintechnik sowie der Luft- und Raumfahrtindustrie häufig erforderlich ist, erleichtert wird. In diesem Zusammenhang ist auch die Nutzung von Datenbrillen und Tabletcomputern zu sehen. Diese ermöglichen es zusammen mit drahtlosen Datenverbindungen, erforderliche Informationen direkt am Arbeitsort verfügbar zu machen. Dabei können mittels Augmented-Reality Technologien direkte Bezüge zwischen den am Arbeitsort befindlichen Arbeitsobjekten und den jeweils relevanten Informationen hergestellt werden. Ergeben sich Fragestellungen, die nicht mit Hilfe dokumentierter Informationen bearbeitet werden können und eine Hinzuziehung spezifischer Expertise erfordern, die über ein Telefonat hinausgeht, so lassen sich durch (Live-)Übertragung von Bild- und Filmmaterial Zeit- und Reiseaufwände reduzieren. Schließlich erlaubt ein mobiler Datenzugriff auf Firmenserver eine Flexibilisierung des Arbeitsortes im Sinne eines home-office und ähnlicher ortsungebundener Konzepte und kann bspw. für planerische oder kreative Tätigkeiten genutzt werden.

2.3 Personelle Aspekte

Der technische Fortschritt, insbesondere ein leistungsfähiges Informationsmanagement, sowie die dadurch möglichen organisatorischen Verbesserungen lassen für Arbeitspersonen sowohl physische als auch kognitive Entlastungen erwarten.

Im Hinblick auf die informatorische Unterstützung der innerbetrieblichen Logistik führt ein bedarfsorientierter Milkrun durch eine geringere Anzahl an Fahrten und eine geringere Fahrtstrecke zu einem verringerten Zeitbedarf. Dies erlaubt die Anwendung von Maßnahmen der Arbeitsstrukturierung, führt in der Folge zu Beanspruchungswechseln und wirkt somit eventueller Ermüdung oder Monotonie entgegen. Eine Personaleinsatzplanung unter individueller Berücksichtigung von Ergonomie, Qualifikation und Verfügbarkeit kann Beanspruchungen optimieren und darüber

hinaus im Sinne von Trainingsplänen zum Erhalt und zum Aufbau von sowohl kognitiven als auch sensumotorischen Fertigkeiten beitragen. Es ist davon auszugehen, dass auf diese Weise der Erhalt der menschlichen Leistungsfähigkeit wesentlich unterstützt wird. Vor dem Hintergrund einer adäquaten IT-Unterstützung (als Teil des Informationsmanagements) können die für die Personaleinsatzplanung verantwortlichen Personen mit automatisiert erzeugten Empfehlungen unterstützt und somit kognitiv entlastet werden. Die Umsetzung einer partizipativen Zuordnung von Sonderschichten verbessert die Berücksichtigung individueller Lebenssituationen, die sich bspw. aus Kinderbetreuung oder Pflege ergeben. Zugleich sinkt der Abstimmungs- bzw. Arbeitsaufwand für die mit der Planung bzw. Besetzung von Sonderschichten betrauten Arbeitspersonen, so dass für diese eine kognitive Entlastung zu erwarten ist.

Bei einer sicheren Mensch-Roboter-Kollaboration werden körperlich stark beanspruchende Verrichtungen durch Roboter übernommen, so dass die beteiligten Arbeitspersonen physisch entlastet werden und der Erhalt ihrer Leistungsfähigkeit unterstützt wird. Eine physische Entlastung ist auch von einem flexiblen Einsatz fahrerloser Transportsysteme zu erwarten. In diesem Fall können die für Arbeitspersonen entfallenden Wegezeiten zu Zwecken der Arbeitsstrukturierung genutzt werden. Durch Flugroboter automatisierte Inventuren in Verbindung mit Lokalisierung führen zu Entlastungen, da sie den Planungs- und Durchführungsaufwand von Inventuren verringern und zur Vermeidung kurzfristig zu lösender Suchaufgaben beitragen, wie sie durch fehlerhafte Informationen entstehen können. Die Nutzung digitaler Arbeitspläne und Dokumente erleichtert – entsprechende Benutzungsschnittstellen der dazu eingesetzten IT-Systeme vorausgesetzt – das Auffinden von Informationen und führt somit zu kognitiver Entlastung. Vergleichbare Potenziale werden mit kontextsensitiven Assistenzsystemen verbunden, die bspw. unter Verwendung von Augmented-Reality Technologien und Datenbrillen oder Tabletcomputern gestaltet werden und zur Darstellung von Informationen in Abhängigkeit des konkreten Bedarfs bzw. des aktuellen Fortschritts der Ausführung einer Arbeitsaufgabe dienen. Zudem kann durch Anpassung der Form und Menge angebotener Informationen ein kognitives Lerntraining im Sinne des Konstruktivismus (Dubs 1995) unterstützt bzw. integriert werden. Eine Flexibilisierung des Arbeitsorts unter Nutzung von home-office oder gänzlich ortsungebundener Konzepte wird insbesondere bei bspw. planerischen oder kreativen Tätigkeiten durch mobilen Datenzugriff auf Firmenserver erleichtert. In diesem Zusammenhang erscheinen aufgrund entfallender Anfahrtswege auch geteilte Arbeitszeiten möglich. Dies erlaubt – wie auch die partizipative Zuordnung von Sonderschichten – eine weiter verbesserte Berücksichtigung individueller Lebenssituationen, wie sie sich bspw. aus Kinderbetreuung oder Pflege ergeben und kann dazu beitragen, dass eine Teilhabe am Arbeitsleben auch für Personen möglich wird, die auf derartige Ansätze angewiesen sind.

3. Zusammenfassung

Die Gestaltungspotenziale für die Produktionsarbeit 4.0 ergeben sich aus einem durch cyber-physische Systeme wesentlich verbesserten betrieblichen Informationsmanagement sowie aus den technischen Weiterentwicklungen in anderen Bereichen. Eine nach technischen, organisatorischen und personellen Aspekten strukturierte Darstellung der aktuellen Entwicklungstendenzen zeigt sehr vielfältige Möglichkeiten zur Gestaltung der Produktionsarbeit in der Industrie 4.0. Es ist daher davon auszu-

gehen, dass die konkrete Ausgestaltung der Produktionsarbeit 4.0 in hohem Maße an die spezifischen Bedarfe in den Betrieben angepasst sein wird und daher gleichfalls eine hohe Vielfalt aufweisen wird. Es zeichnet sich ab, dass Arbeitspersonen in der Produktionsarbeit 4.0 durch zahlreiche Unterstützungssysteme sowohl physisch als auch kognitiv entlastet werden. Teil dessen sind auch lernförderliche Ansätze wie die Integration kognitiver und sensumotorischer Trainingsmaßnahmen.

Vor diesem Hintergrund besteht der Bedarf, die Gestaltungspotenziale der Produktionsarbeit in der Industrie 4.0 unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen weiter zu erforschen.

4. Literatur

- Bauernhansl T (2014) 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. Wiesbaden: Springer Vieweg, 5-35.
- 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.
- Eigner M, Gerhardt F, Gilz T, Mogo Nem F (2012) Informationstechnologie für Ingenieure. Berlin: Springer Vieweg.
- Dubs R (1995) Konstruktivismus. Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. Zeitschrift für Pädagogik 41:889-903.
- Jeske T, Becker K, Lennings F (2014a) Technische Grundlagen der Industrie 4.0 und ihre Auswirkungen auf die Produktionsarbeit In: Müller E (Hrsg) Produktion und Arbeitswelt 4.0. Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, Sonderheft 20, 65-74.
- Jeske T, Brandl C, Meyer F, Schlick C (2014b) Personaleinsatzplanung unter Berücksichtigung von Per-sonen-merkmalen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft. Dortmund: GfA-Press, 327-329.
- Lucke D, Görzig D, Kacir M, Volkmann J, Haist C, Sachsenmaier M, Rentschler H (2014) Struktur-studie „Industrie 4.0 für Baden-Württemberg“. Stuttgart: Fraunhofer-Institut für Produktion-technik und Automatisierung IPA.
- Podszus F, Overmeyer L (2014) Situative Verhaltenssteuerung für interaktive, fahrerlose Transport-fahrzeuge. In: Hebezeuge Fördermittel, Forschungskatalog Flurförderzeuge 2014, HUSS-MEDIEN GmbH, 54:370.
- Schlick J, Stephan P, Loskyll M, Lappe D (2014) Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: Bauernhansl T, ten Hompel M, Vogel-Heuser B (Hrsg) Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung Technologien Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg, 57-84.
- Schlick CM, Bruder R, Luczak H (2010) Arbeitswissenschaft. Berlin: Springer.
- 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.