

Von der digitalen Transformation der Produktion

Melanie Steinhüser¹, Peter Heinrich², Alexander Richter^{1,3}

Universität Zürich¹

ZHAW School of Management and Law²

IT-Universität Kopenhagen³

Zusammenfassung

Eine neue Generation von Informationstechnologien (IT) verspricht die tägliche Produktionsarbeit nachhaltig zu verändern. Jedoch wird die heranrollende Welle der Digitalisierung von den Unternehmen nur langsam wahrgenommen. Dieses Arbeitspapier gibt zunächst einen Überblick über die aktuellen soziotechnischen Trends in der Produktion. Wir diskutieren die Rolle von Technologie als Katalysator eines Transformationsprozesses und dessen Auswirkungen auf Individuen und Organisationen. Durch intensive Zusammenarbeit mit sechs Industrieunternehmen in einem europäischen Projekt konnten wir vier sogenannte Digital Challenges identifizieren und analysieren: 1) Hybride Arbeit, 2) Mitarbeiterzentrierter Wissensaustausch, 3) Selbstlernende Produktionsarbeitsplätze und 4) In-situ-Lernen. Diese verdeutlichen, wie Unternehmen aktuellen soziotechnischen Trends begegnen können, und tragen damit zu einem besseren Verständnis der sich wandelnden Rolle von IT in Produktionsumgebungen bei.

1 Soziotechnische Trends in der Produktion

Der weltweit wachsende Wettbewerb führt dazu, dass sich Industrieunternehmen zunehmend in der Pflicht sehen, Innovation auf organisatorischer und technologischer Ebene zu betreiben, um effizienter und effektiver zu werden. Fortschritte in den Informationstechnologien (IT) können zu dieser Transformation beitragen: Einerseits durch die Weiterentwicklung der Automatisierung von Produktionsprozessen (Brettel et al., 2014), andererseits durch eine direkte (IT-)Unterstützung spezifischer Fähigkeiten der Produktionsmitarbeiter (Campatelli et al., 2016, Steinhueser et al., 2017). In diesem Beitrag möchten wir uns insbesondere auf Letzteres konzentrieren. Denn trotz der stetigen Weiterentwicklung intelligenter Maschinen wird der Mensch auch in absehbarer Zukunft eine wichtige Rolle in Produktionsumgebungen spielen (Gorecky et al., 2014). Jedoch haben sich Unternehmen bisher nur unzureichend

damit auseinandergesetzt, wie Menschen und Maschinen mit- und nebeneinander arbeiten können (Hessman, 2013).

An dieser Stelle setzt die vorliegende Arbeit an und identifiziert, beschreibt und analysiert Herausforderungen, denen sich Unternehmen gegenwärtig durch aktuelle, soziotechnische Trends gegenübersehen. In diesem Kontext verwenden wir den Begriff *Digital Challenge* für eine Kombination aus 1) der Identifikation einer Problemsituation, 2) dem Vorschlag einer soziotechnischen Lösung zur Bewältigung des Problems mit dem Ziel 3) der entsprechenden Transformation bestehender Arbeitspraktiken. Dabei stellt **Technologie** einen Katalysator für den Transformationsprozess dar, der Auswirkungen auf **individueller** und **organisationaler Ebene** hat.

Heute, wie in der Vergangenheit bringen **technologische Entwicklungen** neue Trends hervor, die zuvor fest etablierte Arbeitspraktiken, Produktionsumgebungen und ganze Organisationsstrukturen für immer verändern. Dazu zählt insbesondere die Idee der durchgehenden Vernetzung von Maschinen, Sensoren, Computern und Menschen, hin zur Vision einer *Connected Factory* (Bono und Pillsbury 2016). Ermöglicht wird dies durch die einfache, günstige und flexible Vernetzung der Komponenten im Sinne eines *Internets der Dinge (IoT)*, welches die Umsetzung gänzlich neuer Strategien zur Erreichung betriebswirtschaftlicher Ziele ermöglicht. Dies sind u.a. reduzierte Ausfallzeiten, erhöhte Qualität und eine Steigerung der Produktivität (Bradley, 2015). Gleichzeitig führt die dauerhafte Messung, Auswertung und Speicherung aber auch zu einer großen Menge an Datensätzen, deren Verfügbarkeit nun erneut Potential für weitere Innovation bildet (Stichwort *Big Data*). Unternehmen müssen dann jedoch auch in der Lage sein, aus diesen Datensätzen einen Mehrwert zu generieren (O'Donovan et al., 2015). Technologien, die insbesondere die Analyse, Suche, und Visualisierung großer Datenmengen ermöglichen, werden unter dem Begriff *Advanced oder Industrialized Analytics* zusammengefasst (Wambaa et al., 2015). Dazugehörige Werkzeuge, wie prädiktive Analysen oder Benutzerverhaltensanalysen, sind in der Lage, jederzeit Daten über die Produktivität und Sicherheit einzelner Anlagen oder ganzer Unternehmen zu liefern und somit Entscheidungen z.B. hinsichtlich Produktkonfigurationen zu unterstützen (Danson et al., 2016).

Auf **individueller Ebene** materialisiert sich der Einfluss neuer Technologien über die Veränderung der *Arbeitspraktiken*. Daher ist es wichtig, *die individuellen Fähigkeiten* der Werker zu unterstützen, von denen zunehmend ein immer höheres Maß an Flexibilität sowie ein kontinuierliches Erlernen neuer Fähigkeiten erwartet wird (McNelly, 2016). Gleichzeitig gilt es, *Ängsten zu begegnen*, z.B. hinsichtlich einer potenziellen Konkurrenz zwischen langjähriger Belegschaft und intelligenten Maschinen (McAfee & Brynjolfsson, 2014). Werker können zum Beispiel Rollen einnehmen, die von Maschinen nicht gut besetzt werden können, weil sie ein hohes Maß an Erfahrung, Intuition, Kreativität oder Empathie erfordern (Danson et al., 2016). Entsprechend wichtig wird es, den Arbeitnehmern im aktuellen Arbeitskontext, individuell *personalisierte Informationen* zur Verfügung zu stellen (Mavrikios et al., 2013), damit sie in die Lage versetzt werden, ihre *Problemlösungs- und Fachkompetenzen* stetig zu steigern (Appelbaum, 2013).

Auf **Organisationsebene** ermöglichen föderative Systeme künftig die simultane Steuerung und Koordination auch komplexer Prozesse – bezahlbar und wenn nötig auch über große

Distanzen hinweg. Folglich kann eine Verschiebung, weg von zentral gesteuerten Einheiten hin zu *dezentralisierten, verteilten Strukturen und Prozessen*, erwartet werden. Damit geraten die heutigen Strategien, Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle zunehmend unter Druck (Kagermann, 2015). Daneben müsste auch die klassische Vorstellung einer, der Geschäftsstrategie untergeordneten, IT-Strategie zugunsten einer *Fusion von Geschäfts- und IT-Strategie* angepasst werden. In dieser fusionierten Strategie würden Umfang und Rahmenbedingungen der Digitalisierung ebenso wie Quellen künftiger Wertschöpfung auf oberster Ebene definiert (Bharadwaj et al., 2013), um die Aktivitäten von Mensch und Maschine in vernetzten, intelligenten Produktionsumgebungen, mit den Unternehmenszielen zu verschmelzen.

2 Digital Challenges für produzierende Unternehmen

Diese Studie ist Teil eines internationalen Forschungsprojekts FACTS4WORKERS (F4W) mit dem Ziel, attraktive und intelligente Arbeitsplätze in der Fabrik der Zukunft zu schaffen, in der die Menschen im Mittelpunkt stehen. Ausgehend von einem detaillierten, tiefen Verständnis der individuellen Praktiken der Mitarbeiter erarbeitet dieses Forschungsprojekt Anforderungen an soziotechnische Lösungen, welche die Arbeit intelligent unterstützen sollen. Die Identifizierung und Definition der vier Digital Challenges erfolgte in der konstitutionellen Phase des Projekts durch die Durchführung einer Fokusgruppe mit Repräsentanten aller am Projekt teilnehmenden Firmen. Die intensive Zusammenarbeit mit den sechs Partnerunternehmen des Projektes über einen Zeitraum von mehr als zwei Jahren sowie die in diesem Kontext gesammelten Daten ermöglichten es uns, unser Verständnis der Digital Challenges stetig zu vertiefen und diese weiter zu erforschen¹. Im Folgenden sind die Digital Challenges anhand von Fallvignetten veranschaulicht, die Einblicke in die Situation der spezifischen Produktionsumgebungen der Industriepartner liefern.

2.1 Hybride Arbeit

Die Unterstützung menschlicher Arbeit durch IT beinhaltet u.a. die schnelle und personalisierte Bereitstellung von Informationen. In Abhängigkeit individueller Aufgaben, Bedürfnisse und Rollen sollen Informationen nicht nur abgerufen, sondern auch bearbeitet werden können (Kagermann, 2015). Dabei wünschen sich viele Produktionsarbeiter ein umfassenderes Verständnis hinsichtlich des Prozess-Status, um bessere Entscheidungen treffen und beim Auftreten von Problemen schneller reagieren zu können. Um ihre Aufgaben gewissenhaft auszuführen, müssen sich Mitarbeiter derzeit Informationen aus verschiedenen Datenquellen aktiv beschaffen. Die Hauptidee der Digital Challenge „hybride Arbeit“ besteht daher darin, einen personalisierten Informationsfluss, zugeschnitten auf den individuellen Mitarbeiter zu schaffen. Neben der reinen Unterstützung der Prozessaktivitäten sollen dabei aber auch hö-

¹ Weitere Informationen über die ersten Phasen der Datenerhebung finden Sie unter (Heinrich & Richter 2015) und (Denner et al., 2015).

herwertige Ziele erreicht werden. So kann diese individuelle Informationsbereitstellung auch dazu beitragen, trotz steigender Automatisierung, die Autonomie zu erhalten, sogar zu fördern oder gezielt Problemlösungskompetenzen zu steigern. Dabei geht es dann nicht mehr nur um den Zugang zu Informationen, sondern auch um die personalisierte Analyse von Daten, damit jedem Mitarbeiter ein ganzheitlicher Blick auf seinen Prozess ermöglicht wird.

Case Vignette 1 - Hidria Rotomatika (HIR)

Problemsituation: HIR ist ein slowenischer Automobilzulieferer, der u.a. Elektromotoren herstellt. Im Rahmen des F4W Projektes sind Mitarbeiter der Rotorherstellung an CNC Bearbeitungszentren (Dreh- und Fräsoperationen) im Fokus. Eine Analyse der Ist-Situation hat ergeben, dass Arbeitsschritte der Qualitätssicherung sehr zeitaufwändig sind und papierbasierte Informationsverarbeitung sowie Kenntnisse erfahrener Kollegen erfordern. Die Informationen müssen manuell verarbeitet werden, um einen reibungslosen Ablauf sicherzustellen. Vor allem die Schätzung geeigneter Maschinenparameter (aufgrund von Abweichungen im Rohmaterial oder Abnutzung der Werkzeuge) sowie nachgelagerte Toleranzmessungen gefertigter Teile sind heute komplex und zeitaufwändig. Die Herausforderung besteht darin, den Mitarbeitern durch automatisierte Messsysteme Daten- und Trendanalysen zur Verfügung zu stellen, um Entscheidungen bei der Kalibrierung der Produktionsanlagen effektiver und effizienter zu treffen ohne sie dabei zu bevormunden.

Lösungsvorschlag: Im Gegensatz zu dem bisher eingesetzten, manuellen Pass/Fail-Qualitätssicherungsverfahren der Bauteilgeometrie (Maßlehren und Höhenmesser) kommt ein (teil-)automatisiertes Messsystem zum Einsatz, das die Geometrie der gefertigten Rotoren in Absolutwerten erfasst und speichert. Analysealgorithmen erkennen auch langsame Veränderungen wodurch die Mitarbeiter schon frühzeitig auf Probleme aufmerksam werden, lange bevor Ausschuss produziert wird. Das System kann zur Kompensation der Abweichungen geeignete Parameterschätzungen erstellen und dem Mitarbeiter einen Vorschlag über sinnvolle Wertebereiche der Optionen unterbreiten. Der Mensch bleibt aber Teil dieses Regelkreises und bekommt lediglich Vorschläge. Die Autonomie über die Parametrierung der Systeme bleibt dadurch vollumfänglich erhalten. So können die Leistung im Verbund von Mensch und Maschine gesteigert und frustrierende, repetitive Versuche der Parameterfindung vermieden werden. Auch für die Unternehmung insgesamt hat dieses Vorgehen Vorteile z.B. dadurch, dass die Maschinenwartung aufgrund der Analyse von Langzeitdaten proaktiv und geplant erfolgen kann, anstatt rein reaktiv (z.B. bei Vorliegen eines defekten Teils) angestoßen zu werden.

2.2 Mitarbeiterzentrierter Wissensaustausch

Die Digital Challenge des mitarbeiterzentrierten Wissensaustauschs beinhaltet, dass Best Practices, Problemlösungen und Ideen von Arbeitern erstellt, geteilt und gemeinsam bearbeitet werden (Richter et al., 2013). Dazu gehört einerseits die Ausstattung der Mitarbeiter mit geeigneten Werkzeugen. Da derartige Systeme bisher noch nicht im Einsatz waren, fehlen jedoch Erfahrungen hinsichtlich möglicher Nutzungsszenarien. Spezielle Anwendungsfälle, wie Wissen mithilfe derartiger Werkzeuge praxisnah ausgetauscht werden kann, sollten daher ebenfalls zur Verfügung gestellt werden. Die Arbeitnehmer zu ermutigen, ihr Wissen

transparent mit anderen zu teilen, verringert das Risiko von Produktivitätsengpässen, z.B. durch redundante Arbeit, und verbessert das Tempo und die Tiefe des on-the-job Lernens. Gleichzeitig fühlt sich der Arbeiter motivierter, geschätzter und stärker mit der Arbeitsgemeinschaft verbunden.

Case Vignette 2 - Thyssenkrupp Steel Europe (TKSE)

Problemsituation: TKSE ist ein internationaler Anbieter von Flachstahl. Wir haben die Praktiken des mobilen Instandhaltungsteams in den Bereichen Klimatechnik und Strom beobachtet. Das Auftreten eines Fehlers wird per Telefon, E-Mail oder Fax gemeldet. Grobe Informationen über die Art des Fehlers und Systems werden dann in Papierform an das mobile Wartungspersonal weitergegeben. Häufig sind weder lokale Informationen der Produktionsstätte, in der sich die Störung befindet, noch benötigte Spezialwerkzeuge, Ersatzteile und Sicherheitshinweise bekannt. Das notwendige Wissen wird in der Regel durch die Begleitung eines erfahrenen Kollegen oder durch systematisches Ausprobieren erworben. Der oft papierbasierte, asynchrone Informationsaustausch zwischen den Mitarbeitern, die am Fehlerprozess beteiligt sind, führt häufig zu Verzögerungen oder redundanten Arbeiten.

Lösungsvorschlag: Aufgrund der oben erwähnten Mobilität und der zahlreichen und vielfältigen Herausforderungen, denen das Instandhaltungspersonal gegenübersteht, ist es wichtig, dass die Arbeitnehmer mit den notwendigen Informationen in gebündelter, kontextualisierter und mobiler Weise versorgt werden. Dies wird durch die Implementierung eines Wissensmanagementsystems realisiert, das das Wartungspersonal in den Mittelpunkt stellt. Die Lösung kann notwendige Informationen zur Instandhaltung auf zwei Arten zur Verfügung stellen: 1) Kontextspezifische Informationen zu allen Systemen können vom Mitarbeiter über ein mobiles Informationssystem aufgerufen werden. 2) Der Zugang zu den praktischen Kenntnissen der Kollegen kann durch eine Chat-Funktion mit der Möglichkeit des Austauschs von Bildern und Videos realisiert werden. Diese beiden Komponenten unterstützen den Wartungsmitarbeiter, und bieten ihm direkten Zugang zu relevantem Wissen. Durch diese Form der Wissensvernetzung kann die Kommunikation zwischen Kollegen gesteigert, praktische Kenntnisse ausgetauscht und der Prozess der Fehlerbehebung effizienter gestaltet werden.

2.3 Selbstlernende Produktionsarbeitsplätze

Selbstlernende Produktionsarbeitsplätze unterstützen Mitarbeiter, sich Wissen auch während der Schicht und bei laufender Produktion anzueignen und zu teilen, um so ihre Kompetenzen zu verbessern. Allerdings ist das existierende Produktionswissen derzeit häufig über eine Vielzahl von Informationssilos verstreut und kann nur schwierig den Bedürfnissen der Mitarbeiter entsprechend organisiert, analysiert und miteinander kombiniert werden. Die Komplexität von Daten zu beherrschen und die Beziehungen zwischen verschiedenen Informationen zu entdecken erfordert anspruchsvolle Semantik- und Data-Mining-Technologien (Zhong et al., 2015). Mit der Implementierung adäquater IT-Lösungen und entsprechender Wissensmanagement-Ansätze ergeben sich neue Möglichkeiten zur Nutzung des bereits vorhandenen Produktionswissens. Ein konkretes Ziel ist z.B. die Schaffung eines „selbstlernenden“ Arbeitsplatzes. Gestützt auf reichhaltige Daten aus der Produktion kann prädiktive

Instandhaltung betrieben werden. Dadurch werden ungeplante Unterbrechungen reduziert und ein reibungsloserer Arbeitsablauf sichergestellt.

Case Vignette 3 - Hidria Technology Center (HTC)

Problemsituation: HTC ist ein slowenisches Unternehmen, das teil- und vollautomatisierte Montagelinien entwickelt. Gerade bei sequentiellen Fließbandanlagen führen Fehler an einzelnen Stationen beim Kunden regelmäßig zu Unterbrechungen in der Produktion und zu zeitaufwändigen Einrichtungs- und Instandhaltungsaktivitäten. Heute merkt der Kunde dies erst durch die Produktion von Ausschussteilen und/oder durch eine automatische Abschaltung der Linie. Dies führt zu einem Effizienzverlust und damit auch zu Mehrkosten. Die Steigerung der Betriebs- und die Verringerung der Wartungszeiten der Montagelinien liegen daher im Fokus. Eine der Herausforderungen in diesem Fall ist, dass die Mitarbeiter in der Produktion derzeit reaktiv arbeiten, also Probleme erst bei deren Auftauchen entdecken und nicht vorhersehen können. Eine zusätzliche Anforderung besteht in der Unterstützung der Problemlösungskompetenz der Mitarbeiter. Kleinere Probleme, wie z.B. der Ersatz eines defekten Sensors oder Aktuators sollen direkt behoben werden. Bei komplexeren Problemen hilft das interne Instandhaltungsteam, die Produktion so schnell wie möglich wieder zu anzufahren. Eine neue integrierte Wissensbasis inkl. Fehleranalyse soll in diesem Fall die Problemlösungsfähigkeiten der Mitarbeiter an den Montagelinien unterstützen. Darüber hinaus ist die Lösung eines Problems / Stillstandes in hohem Maße abhängig von der Erfahrung des Mitarbeiters und verbleibt in dessen Erfahrungsschatz. Somit sind Informationen und das Wissen über Produktionsprozesse, Technologien und Lösungen derzeit über das gesamte Unternehmen verstreut. Eine zentrale Plattform, die die Informationen nach den gegenwärtigen individuellen Bedürfnissen der Mitarbeiter speichert, teilt und analysiert, existiert derzeit nicht.

Lösungsvorschlag: Der in F4W entwickelte Selbstlernansatz wird eine Kombination von menschlichen, prozessualen und maschinellen Parametern überwachen und die Mensch-Maschine-Interaktion unterstützen. Die Lösung bietet: 1) eine reaktive (Alarmer), 2) eine prädiktive (Warnungen) und 3) eine proaktive (Instandhaltung) Entscheidungsunterstützung für die Mitarbeiter an der Linie. Die Lösungszeit bei wiederkehrenden Problemen wird durch die systematische Erkennung, Speicherung und Sortierung der Prädiktoren und des Lösungsansatzes minimiert. Benutzergenerierte Lösungen werden mit den Anlagendaten verknüpft und somit eine selbstlernende Einheit aus Mitarbeitern und Produktionsmaschine gebildet. Lösungen werden dabei in Form von Kommentaren, Videos oder Bildern dokumentiert und stehen auch neuen Mitarbeitern direkt zur Verfügung. Als Schlussfolgerung können selbstlernende Produktionsstätten die Autonomie und Kompetenz der Arbeiter erhöhen, indem sie ihnen das für die Durchführung spezifischer Aufgaben erforderliche Wissen kontextualisiert zur Verfügung stellen.

2.4 In-situ-Lernen

Arbeitnehmer erfüllen ein zunehmend breites Spektrum an Aufgaben und übernehmen mehr Verantwortung (Appelbaum 2013). Dies führt zu einem allgegenwärtigen Bedarf an Kenntnissen, die „on-the-job“, also direkt am Arbeitsplatz, zur richtigen Zeit und am richtigen Ort

zur Verfügung stehen. Das Wissen unterliegt dabei jedoch auch einem kontinuierlichen Wandel. Bisher wurde deklaratives und oft abstraktes generisches Wissen allerdings überwiegend "off-the-job" erworben, und es scheint, dass diese Lücke durch das mobile Lernen im richtigen Kontext überbrückt werden kann (Frohberg et al., 2009). Arbeitnehmer brauchen kontextbezogenes Lernen in realen Situationen für ihre Aus- und Weiterbildung. Da das in situ Lernen in Produktionsumgebungen relativ neu ist, besteht die Herausforderung darin, den optimalen Weg zu finden, kontextuelle und in Echtzeit maschinengenerierte Daten zu nutzen und das Lernangebot so zu gestalten, dass es effektiv, effizient und weithin akzeptiert wird.

Case Vignette 4 – Schaeffler (SCA)

Problemsituation: SCA ist ein großer deutscher Automobilzulieferer. An der im Fokus stehenden Anlage wurde kürzlich die bisher funktionale Werkstattserienfertigung auf ein modernes Wertstromdesign umgestellt. Diese organisatorischen Veränderungen brachten auch eine Neudefinition bestehender Rollen der einzelnen Arbeitnehmer mit sich. Formell hoch spezialisiertes Personal arbeitet jetzt in diversifizierten Bereichen, die vielfältige Fähigkeiten und Kenntnisse erfordern. Gleichzeitig ist spezifisches Fachwissen weiterhin erforderlich, um komplexe Probleme zu lösen. Derzeit gibt es drei Schritte zur Kompetenzentwicklung im Unternehmen: formale Trainings für das Erlernen von Sachwissen, Mentoring für den Transfer von Fachwissen und das Lernen direkt an den Maschinen in realen Arbeitskontexten. Dabei sieht sich SCA einigen Herausforderungen gegenüberstehen: (1) Das in formalen Trainings übertragene Wissen steht nicht im Zusammenhang mit den spezifischen Anforderungen an den Arbeitsplatz. (2) Mentoring definiert den Lerninhalt und seine Empfänger nur durch spezifische Umstände. (3) Das Lernen direkt an der Maschine ist schwierig, da die Komplexität des Problems oft einen Experten vor Ort erfordert, was wiederum ein Ressourcenproblem nach sich zieht.

Lösungsvorschlag: Als Lösung ermöglicht ein mobiler Lernansatz dem Unternehmen, den Wissenstransfer aus formalen Kontexten abzubauen und dem Lernenden das nötige Wissen zu vermitteln. Vier Kernkomponenten ermöglichen ein individuelles, kontextspezifisches Lernen und erleichtern so eine nachhaltige Lernanordnung. 1) Das Lernsystem beinhaltet eine sensorische Schnittstelle zum Arbeitsplatz, die den Maschinenzustand sowie den Bediener erkennt. 2) Eine automatische Auswertung der eingehenden sensorischen Daten liefert kontext- und situationsbezogene Problemlösungs- und Lerninhalte. Im Falle eines unbekannt oder derzeit unlösbaren Problems ist eine fachliche Unterstützung erforderlich. 3) In solchen Fällen würde ein Experte in die Situation aufgenommen werden, zunächst ohne vor Ort erscheinen zu müssen über eine Audio- oder Video-Chat Funktionalität. 4) Mit dem Einsatz tragbarer Augmented Reality Geräte wie z.B. Datenbrillen wird der Lernkontext komplett am Arbeitsplatz und in der aktuellen Arbeitssituation geschaffen. Da der Arbeiter beide Hände frei hat, ist paralleles Arbeiten und Lernen möglich. Mit der Einführung geeigneter Lernsysteme können die Transaktionskosten für die Suche und die Nutzung notwendiger Informationen reduziert werden. Die bahnbrechenden Entwicklungen der vergangenen Jahre hinsichtlich mobiler Gerätetechnologien ermöglichen nun die Gestaltung innovativer Lernarrangements, bei denen die Grenzen zwischen Arbeit und Lernen in Zukunft verschwinden werden.

3 Diskussion und Fazit

Wie gezeigt wurde, führt eine Reihe soziotechnischer Trends dazu, dass sich die Rahmenbedingungen in Unternehmen verändern. Ein möglicher Aspekt dabei ist eine auf menschliche Bedürfnisse ausgerichtete Arbeitsplatzgestaltung, die den Mitarbeitern mehr Aufmerksamkeit widmet und sie in den Mittelpunkt der Bemühungen stellt (Campatelli et al., 2016, Steinhüser et al., 2017). Die vier Digital Challenges sind in der Lage, verschiedene Facetten der Wissenspraktiken in produzierenden Unternehmen zu illustrieren und die Fallvignetten veranschaulichen mögliche mitarbeiterzentrierte Ansätze, diese Herausforderungen aufzugreifen. Es zeigt sich, dass die Schaffung einer effizienten Umgebung, die gleichzeitig die Zufriedenheit der Mitarbeiter am Arbeitsplatz erhöht, mehr als nur die Umsetzung geeigneter technischer Lösungen erfordert. Mit zunehmender Reife der Technologien wird es stattdessen möglich, den Fokus von einer weitgehend technischen Perspektive auf eine ganzheitlichere soziotechnische Perspektive zu verlagern. Anstatt den Arbeiter als eine Einheit im technischen System, die (noch) nicht durch Maschinen ersetzt wurde, zu betrachten, erlaubt ein humanistischer Ansatz, die Technologie als Werkzeug zu betrachten, das den Anwender bei spezifischen Aufgaben unterstützt. Unter diesem Gesichtspunkt ist es auch einfacher, die menschlichen Grundbedürfnisse wie Autonomie, soziale Eingebundenheit und Kompetenz (Ryan & Deci, 2000) sowie Abwechslung (Turner & Lawrence, 1965) in den Mittelpunkt des Designansatzes zu stellen.

Fortschritte in den Bereichen der Technologie und der Organisationsgestaltung sowie gesellschaftliche Veränderungen sind relevante Eingangsvariablen, die den kreativen Prozess der Gestaltung zukünftiger Arbeitsplätze beeinflussen. Die Digital Challenges haben dabei ein gemeinsames Thema: Den Mitarbeiter jederzeit mit entsprechenden Informationen auf dem Laufenden zu halten. Darüber hinaus zielen sie darauf ab, die natürlichen Grenzen der menschlichen sensorischen Reichweiten sowie ihrer Informationsverarbeitungsfähigkeiten (selbstlernende Produktionsarbeitsplätze) sowie den Bereich der Interaktionen, wie sehen, berühren oder hören (hybride Arbeit) zu erweitern. Darüber hinaus zielen sie darauf ab, die Fähigkeit Einzelner, Wissen zu aufzunehmen, zu steigern (in situ Lernen) und die Wissensverteilung innerhalb einer Organisation zu stärken (mitarbeiterzentrierter Wissensaustausch).

Wir haben festgestellt, dass Mitarbeiter erwarten, dass neue digitale Lösungen am Arbeitsplatz sich an das anlehnen, was sie bereits aus ihrem Privatleben kennen, z.B. durch das Schreiben, Bewerten, Kommentieren und Suchen auf bekannten Internetplattformen. In diesem Zusammenhang scheint IT immer mehr die Rolle eines Hygienefaktors einzunehmen, der die Arbeiter smart und auf eine fast unsichtbare Weise unterstützt. Das bedeutet, dass die reine Existenz einer neuen Lösung nicht in der Lage ist, zu einer erhöhten Zufriedenheit oder Motivation zu führen, aber möglicherweise würde eine Unzufriedenheit aus ihrer Abwesenheit oder ihrem unzureichenden Design entstehen. Weitere Forschung ist also nötig, um mitarbeiterorientierte Lösungen für die Fabrikarbeiter der Zukunft zu schaffen.

Danksagung

Diese Studie wird im Rahmen des Förderabkommens Nr. 636778 aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Union im Rahmen des Förderprogramms Horizon 2020 gefördert. Wir danken den oben genannten Industriepartnern und unseren Freunden und Kollegen des Forschungszentrums Virtual Vehicle, der Università degli Studi di Firenze und des Unternehmens Evolaris für ihre Unterstützung mit diesem Paper.

Literaturverzeichnis

- Appelbaum, E. (2013). The impact of new forms of work organization on workers. In: Anthony, G., Belanger, J., Lapointe, P. A., & Murray, G. (eds.). *Work and Employment in the High Performance Workplace*. Routledge. Pp. 120.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O., Pavlou, P. und Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), pp. 471–482.
- Bono, R. und Pillsbury, S. (2016). 2016 Industrial manufacturing trends. *Strategie & PWC Report*. Available at: <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/2016-Industrial-Manufacturing-Trends.pdf>
- Bradley, A. (2015). Manufacturing Connectivity and Data Integration. *Industry Week*, 264 (2).
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. und Rosenberg, M. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 8 (1) pp. 37-44.
- Campatelli, G., Richter, A. und Stocker, A. (2016). Participative Knowledge Management to Empower Manufacturing Workers. *International Journal of Knowledge Management (IJKM)*, 12(4), pp. 37-50.
- Danson, F., Davenport, T., Guszczka, J. und Lucker, J. (2016). Analytics Trends 2016. *Deloitte Report*. Available at: <https://www2.deloitte.com/content/dam/html/us/analytics-trends/2016-analytics-trends/pdf/analytics-trends.pdf>.
- Denner, J., Richter, A. und Heinrich, P. (2015). First version of requirements of workers and organisations. Project Report D 1.1. FACTS4WORKERS: Worker-Centric Workplaces in Smart Factories.
- Frohberg, D., Goth, C. und Schwabe, G. (2009). Mobile learning projects: a critical analysis of the state of the art. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25, pp. 307-331.

- Gorecky, D., Schmitt, M., Loskyll, M. und Zühlke, D. (2014). Human-machine-interaction in the industry 4.0 era. *12th IEEE International Conference on Industrial Informatics*.
- Heinrich, P. und Richter, A. (2015). Captured and structured practices of workers and contexts of organizations. Project Report D 1.2. FACTS4WORKERS: Worker-Centric Workplaces in Smart Factories.
- Hessman, T. (2013). The Dawn of the Smart Factory. *Industry Week*, 02/13, pp. 15-19.
- Kagermann, H. (2015). *Change through digitization—Value creation in the age of Industry 4.0. Management of permanent change*. Springer, Wiesbaden, pp. 23-45.
- Mavrikios, D., Papakostas, N., Mourtzis, D. und Chryssolouris, G. (2013). On industrial learning and training for the factories of the future: a conceptual, cognitive and technology framework. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 24 (6).
- McAfee, A. und Brynjolfsson, E. (2014). *The second machine age. Work, progress, and prosperity in time of brilliant technologies*. New York: WW Norton & Company.
- McNelly, J. (2016). How manufacturing can shape our future? *World Economic Forum*. Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2016/07/how-manufacturing-can-shape-our-future/>.
- O'Donovan, P., Leahy, K., Bruton, K. und O'Sullivan, D.T.J. (2015). Big data in manufacturing: a systematic mapping study. *Journal of Big Data*, 2(1), p. 20.
- Richter, A., Stocker, A., Müller, S. und Avram, G. (2013). Knowledge Management Goals Revisited – A Cross-Sectional Analysis of Social Software Adoption in Corporate Environments. *VINE: Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 43 (2), pp. 132-148
- Ryan, R. M. und Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.
- Steinhueser, M., Waizenegger, L., Vodanovich, V. und Richter, A. (2017). Knowledge Management without Management – Shadow IT in Knowledge-intense Manufacturing Practices. *Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS 2017)*.
- Turner, A.N. und Lawrence, P.R. (1965). *Industrial Jobs and the Workers: An Investigation of Response to Task Attributes*. Harvard University, Division of Research, Graduate School of Business Administration.
- Wambaa, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G. und Gnanzou, D. (2015). How “big data” can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 165, pp. 234–246.
- Zhong, R.Y., Huang, G.Q., Lan, S., Dai, Q.Y., Xu, C. und Zhang, T. (2015). A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID-enabled production data. *International Journal of Production Economics*, 165, pp. 260-272.