Factory2Fit - Empowerment und partizipative Anpassung der Fabrikautomation an die Bedürfnisse der Arbeitnehmer

Michael Bojko, Ralph Riedel, Xiaoli Chen, Egon Müller – Technische Universität Chemnitz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Abstract

Die europäische Fertigungsindustrie steht vor großen Veränderungen, die durch die zunehmende Nachfrage der Kunden nach maßgeschneiderten und/oder intelligenten Produkten, Industrie 4.0 Lösungen und Öffnung der Produktionsketten für Newcomer getrieben werden sowie durch die Veränderung hin zu Wertschöpfungsketten, in denen die Rollen von Lieferanten, Herstellern und Einzelhändlern verschwimmen. Diese sich dynamisch wandelnde Umwelt erfordert eine Anpassungsfähigkeit der Mitarbeiter, Fertigungswerkzeuge und Prozesse. Neue IKT-basierte Lösungen erleichtern einen Paradigmenwechsel, der Fabrikarbeiter als zukünftige "Wissensarbeiter" in den intelligenten Fabriken sieht, welcher nicht nur durch die Einführung neuer Technologien in die Fabriken gelingen kann. Arbeitsabläufe müssen umgestaltet werden und neue Ansätze zur kontinuierlichen Weiterentwicklung sind erforderlich. Bei der Verschiebung der Arbeitsaufgaben hin zur Wissensarbeit müssen bei der Anpassung der Arbeitsumgebungen zunehmend die Unterschiede bei den kognitiven Fähigkeiten berücksichtigt werden. Das hier vorgestellte Forschungsprojekt Factory2Fit zielt darauf ab, die menschlich zentrierte Fertigung auf ein neues Niveau zu bringen, indem den Mitarbeitern eine führende Rolle bei der Anpassung und Entwicklung ihrer eigenen Aufgaben zukommt. Das Hauptziel des Projektes ist es, adaptive Automatisierungslösungen zu entwickeln und zu pilotieren, die den Arbeitsablauf verbessern, den Arbeitnehmer dabei unterstützen, seine Kompetenzen zu entwickeln und die Mitarbeiter dazu befähigen, Wissen zu teilen und sich an der Gestaltung ihrer eigenen Arbeit zu beteiligen.

1 Einleitung und Motivation

Derzeit gewinnen in der europäischen Produktionslandschaft bereits seit längerem wahrnehmbare Trends, wie bspw. die kundenindividuelle Produktion bei gleichzeitiger Durchlaufzeitverkürzung sowie eine verstärkte Digitalisierung im Produktionsumfeld über Bereichsgrenzen hinweg, zunehmend an Bedeutung (Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2014; Kagermann, Wahlster, Helbig, & Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. (acatech), 2012). In Deutschland oftmals unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ zusammengefasst, finden neue Technologien und Methoden Eingang in das produzierende Gewerbe und führen zu damit einhergehenden Veränderungen bei der Prozessgestaltung und den Arbeitsbedingungen (Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), 2017). Während für die Fabriken die Vision der zunehmend flexibleren, intelligenteren und effizienteren Smart Factories erarbeitet und schrittweise umgesetzt wird, so gilt es ebenfalls die zukünftigen Aufgaben und Arbeitsbedingungen für die in diesen Fabriken beschäftigten Mitarbeiter zu gestalten und zu entwerfen (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2014; Riedel, Göhlert, & Müller, 2015). Hierbei müssen insbesondere die notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Beherrschung der anfallenden Aufgaben sowie die

Auswirkungen und Möglichkeiten eines erhöhten Automatisierungsgrades untersucht und sowohl für das Produktionssystem als auch für die Mitarbeiter zufriedenstellende Umstände geschaffen werden. Gerade die Vision der Smart Factories erfordert die Verfügbarkeit einer fähigen und motivierten Belegschaft, die in der Lage ist, die zunehmend komplexer werdenden Prozesse und Systeme zu beherrschen. Da diesen i.d.R. gut ausgebildeten Mitarbeitern eine zentrale Rolle in den zukünftigen Fabriken zukommt, ist es notwendig diese bspw. durch verbesserte Weiterbildungskonzepte und gesteigerte Mitarbeiterzufriedenheit langfristig zu binden und auch in die Gestaltung der Systeme aktiv mit einzubinden. Das im Rahmen des Horizon 2020-Programms der Europäischen Kommission geförderte Forschungsvorhaben „Factory2Fit - Empowering and participatory adaptation of factory automation to fit for workers“ betrachtet daher im Besonderen die Gestaltung von zukunfts- und adaptionsfähigen Produktionsumgebungen unter Einbeziehung der Mitarbeiter und Automatisierungssysteme sowie die hierfür notwendigen Voraussetzungen und Methoden. Im Folgenden sollen die Inhalte und Ziele des Forschungsprojekts sowie die Ansätze näher vorgestellt werden.

2 Aufgabenstellung und Zielsetzung des Forschungsprojekts

Um den beschriebenen Herausforderungen zu begegnen, arbeitet ein länderübergreifendes Konsortium aktiv an der Gestaltung der zukünftigen Arbeitssysteme, sodass diese sowohl effizient und effektiv als auch menschgerecht gestaltet werden können. Neben der Vision zur Ausgestaltung einer Smart Factory aus technischer und technologischer Sicht wird ebenfalls eine Vision zur Gestaltung der zukünftigen Arbeitsplätze, -abläufe und Organisationsformen für die Mitarbeiter benötigt. Die Vision des Forschungsprojekts Factory2Fit lautet daher:

„Smart factories of the future will fit perfectly for workers with different skills, capabilities and preferences. Adaptive automation supports fluent human-automation cooperation and supports current and forthcoming workers to develop their competences to become smart, satisfied knowledge workers of future factories.“ (Factory2Fit, 2016)

Um diese Vision erreichen und konkrete Handlungsansätze ableiten und umsetzen zu können, gilt es verschiedenste Aspekte zu berücksichtigen, diese weiterzuentwickeln sowie für die zukünftigen Einsatzbedingungen und Piloten anpassungsfähig zu gestalten (Abbildung 1).

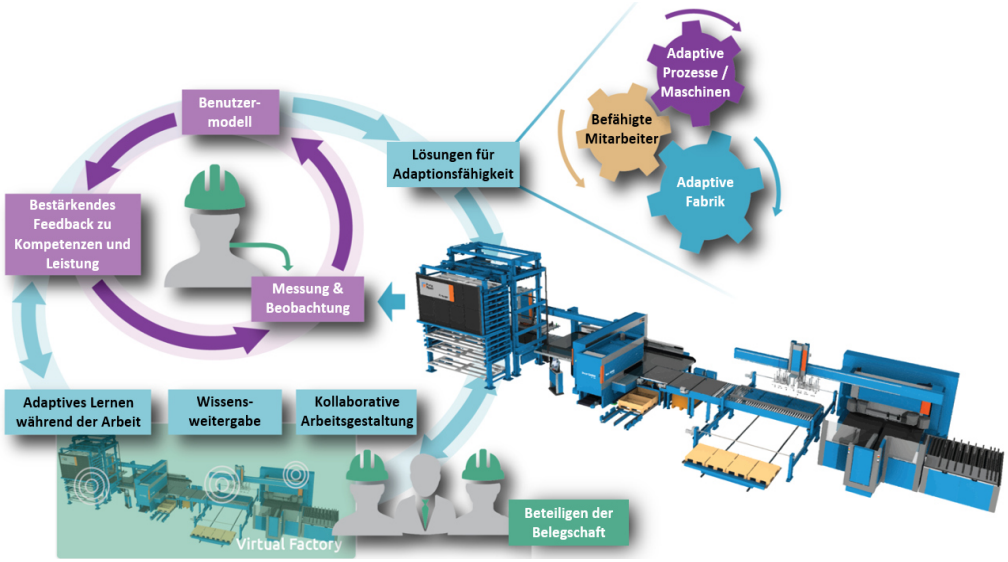

Abbildung 1: Handlungsfelder des Forschungsprojekts Factory2Fit (Factory2Fit, 2016)

Um eine Anpassungsfähigkeit der zukünftigen Smart Factories sowie der darin enthaltenen Automatisierungssysteme an die Mitarbeiter erreichen zu können, sind zunächst die hierfür benötigten Voraussetzungen und Informationen zu ermitteln (Schenk, Müller, & Wirth, 2014). Eine Quelle für die benötigten Eingangsinformationen sind hierbei die Mitarbeiter selbst, an welche die Systeme sich zukünftig automatisch und adaptiv anpassen sollen. Die Vorgehensweise zur Abbildung der Mitarbeiterinformationen mit Hilfe eines geeigneten Benutzermodells sowie die in diesem Modell abzubildenden Eigenschaften und Parameter stellen daher einen zentralen Bestandteil des Forschungsprojektes dar (Abbildung 1). Zur kontextsensitiven Anpassung von Anlagen und Systemen an die Mitarbeiter sollen bereits in Unternehmen vorhandene Daten, wie bspw. Ausbildungsstände und Rollenzuweisungen, mit individuellen Eingaben zu bspw. Präferenzen sowie weiteren, dynamisch gemessenen und ausgewerteten Parametern ergänzt werden, um bspw. auch die aktuelle Arbeitsbelastung eines Mitarbeiter mit berücksichtigen zu können (Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), 2017; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2014). Diese Informationen sollen anschließend zur Anpassung der Arbeitsumgebung, der Prozesse sowie von Assistenzsystemen an die Bedürfnisse der Mitarbeiter genutzt werden. Die Erarbeitung der Lösungen für die Pilotumgebung sowie die nachfolgende Verallgemeinerung folgt der in Abbildung 2 dargestellten Vorgehensweise und erfolgt in schrittweise aufeinander aufbauenden Phasen.

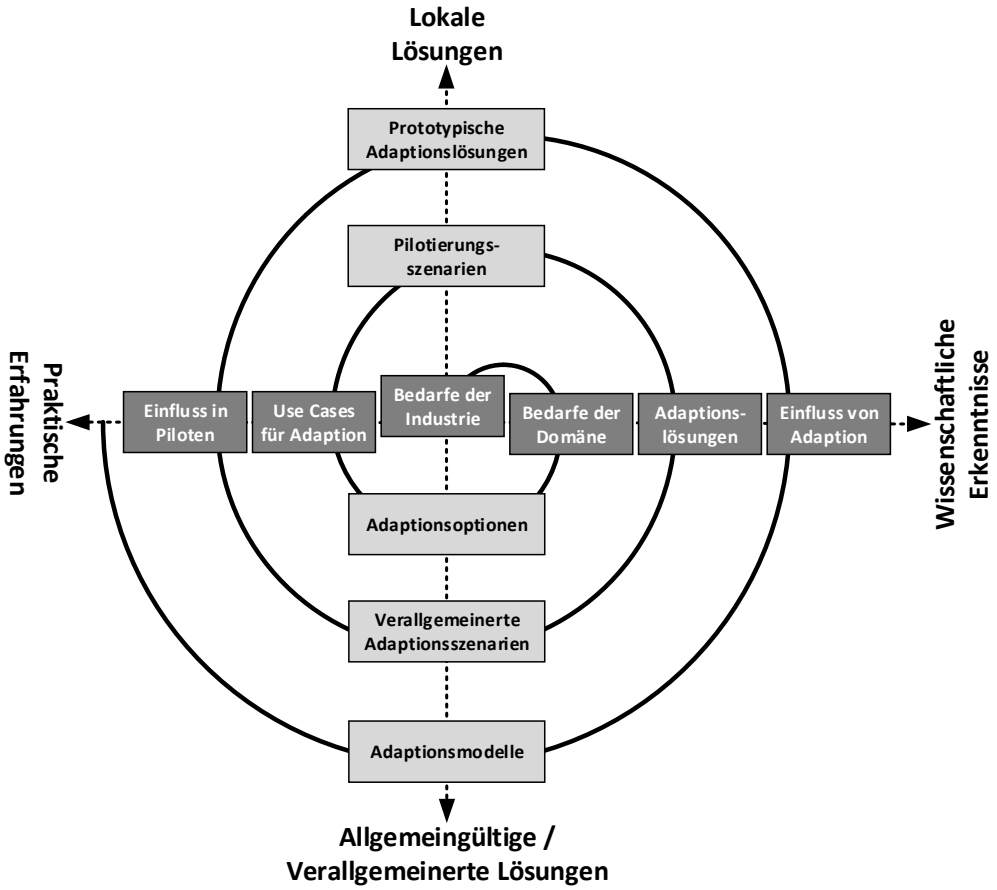

Abbildung 2: Übergeordneter Lösungsansatz des Projekts Factory2Fit (Factory2Fit, 2016)

Neben der Erfassung und Verarbeitung der notwendigen Daten und Informationen zur Bestimmung der zur Unterstützung des Prozesses oder der durch den Mitarbeiter gewünschten

Adaption gilt es jedoch zunächst ebenfalls die in unterschiedlichen Arbeitsumgebungen und für die verschiedenen Prozesse verfügbaren Adaptionsoptionen zu ermitteln und zu beschreiben.

Neben der Adaption der Fabriksysteme und Arbeitsplätze an die jeweiligen Nutzer werden im Projekt Factory2Fit auch weitere Aufgabenstellungen der Fabrikplanung aufgegriffen und hierfür mitarbeiterzentrierte Ansätze entwickelt. So werden bspw. partizipative Methoden zur Gestaltung der zukünftigen Arbeitsplätze und Aufgaben genutzt und die bestehenden Methoden für die Gestaltung von adaptiven Produktionssystemen weiterentwickelt.

Die für das Gesamtprojekt definierten Ziele lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Erstellung eines quantifizierten, mitarbeiterbasierten und dynamischen Benutzermodells,
- Erweiterung der Adaptionsmethoden und -werkzeuge durch das Anwendermodell,
- Nutzung von virtuellen Fabrikmodellen als kontextbasierte Kollaborationsplattformen,
- Beteiligung und Partizipation bei Arbeitsgestaltung, Wissensaustausch und Schulung basierend auf dem virtuellen Fabrikmodell,
- Definition von Rahmenkonzepten für menschzentrierte Arbeitszufriedenheit und Systemnutzbarkeit für Design- und Evaluierungsaktivitäten,
- Demonstration der Wirksamkeit der Methoden und Werkzeuge in industriellen Umgebungen sowie in unterschiedlichen Anwendungsdomänen,
- Formierung eines Factory2Fit Forums, um die Anwendung der Projektergebnisse über die Laufzeit des Projekts hinaus sicherzustellen und zu ermöglichen.

Im Verlauf des Forschungsvorhabens werden Ansätze und Systeme zur Erreichung der benannten Ziele erarbeitet sowie die Wirksamkeit und Auswirkungen der Lösungen anhand von Pilotumsetzungen in realen Produktionsumgebungen überprüft.

3 Erfassung und Beschreibung von Automatisierungsniveaus in Prozessketten

Zur Erreichung einer adaptionsfähigen Smart Factory bedarf es zunächst einer Untersuchung der in diesem Produktionssystem stattfindenden bzw. der zur Umsetzung geplanten Prozesse hinsichtlich manueller, automatisierter und automatisierbarer Anteile. Zur Gestaltung von adaptionsfähigen Automatisierungslösungen müssen insbesondere die im Arbeitsumfeld vorhandenen Infrastrukturen und Automatisierungssysteme untersucht sowie flexibilisierbare Elemente und Prozesse identifiziert und beschrieben werden (Hirsch-Kreinsen, 2014). Hierfür können sich unterschiedliche Elemente und Systeme eigenen (vgl. Abbildung 3). Einerseits bestehen Optionen zur Flexibilisierung und Adaption von Softwaresystemen hinsichtlich ihrer Funktionen, Benutzeroberflächen oder genutzten Parameter, sodass diese Systeme sich in ihrer Ausgestaltung und Funktion an die sie bedienenden Mitarbeiter anpassen (Hoc, 2000). Darüber hinaus kann eine Adaption eines Prozesses oder Arbeitsplatzes ebenfalls eine (teil-) automatisierte physische Anpassung von Maschinen oder derer Komponenten umfassen. Während eine Adaption von Softwaresystemen oftmals leicht und auch automatisierbar umgesetzt werden kann, so sind die Aufwände zur Anpassung von Anlagen und Maschinen jedoch deutlich größer und daher oftmals auch schwerer umsetzbar.

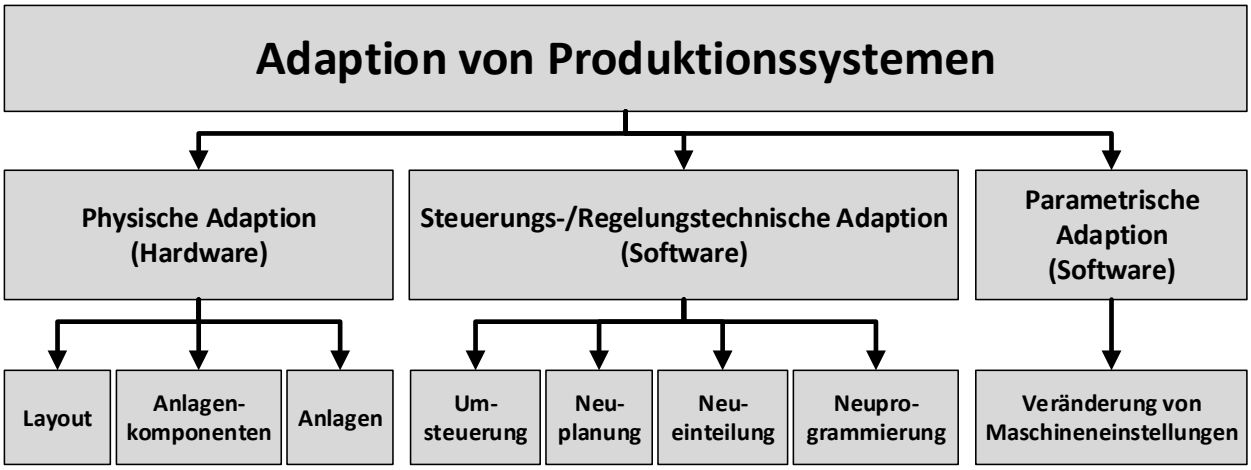

Abbildung 3: Ansätze zur Adaption von Produktionssystemen und Arbeitsumgebungen (in Anlehnung an Järvenpää, Lanz, & Tuokko, 2016)

Softwareseitig kann eine kontextsensitive Anpassung und Adaption bspw. dazu dienen, die im Produktionsumfeld stattfindende Informationsaufbereitung und -darstellung so zu gestalten, dass die Mitarbeiter bei der Durchführung ihrer Aufgaben bestmöglich unterstützt und eine Aufnahme der Informationen einfach, zielgerichtet und zeitnah erfolgen kann (Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), 2017; Kagermann, Wahlster, Helbig, & Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. (acatech), 2013). Durch eine Vernetzung der Elemente des Produktionssystems sowie einer Abbildung der aktuellen Auslastungssituation der verfügbaren Mitarbeiter können darüber hinaus Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme auf mögliche Überlastungen reagieren und die Auftragsabwicklung dynamisch an die gegebene Situation anpassen. Insbesondere für derartige Umplanungen und Neuzuweisungen von Aufgaben gilt es die verfügbaren Adaptionsmöglichkeiten bereits im Vorfeld zu kennen und die Auswahl der jeweiligen Adaptionsvarianten oder -kombinationen in Abhängigkeit von den zugewiesenen Mitarbeitern zu treffen.

Zur Erreichung der im Forschungsprojekt angestrebten Adaption müssen die notwendigen Eingangsgrößen und Systeme entsprechend ihrer Aufgaben im Adaptionsprozess beschrieben und umgesetzt, die Arbeitsumgebungen und -bedingungen hinreichend beschrieben sowie die zu adaptierenden Elemente und Prozesse hierfür geschaffen und entsprechend flexibel gestaltet werden (Abbildung 4).

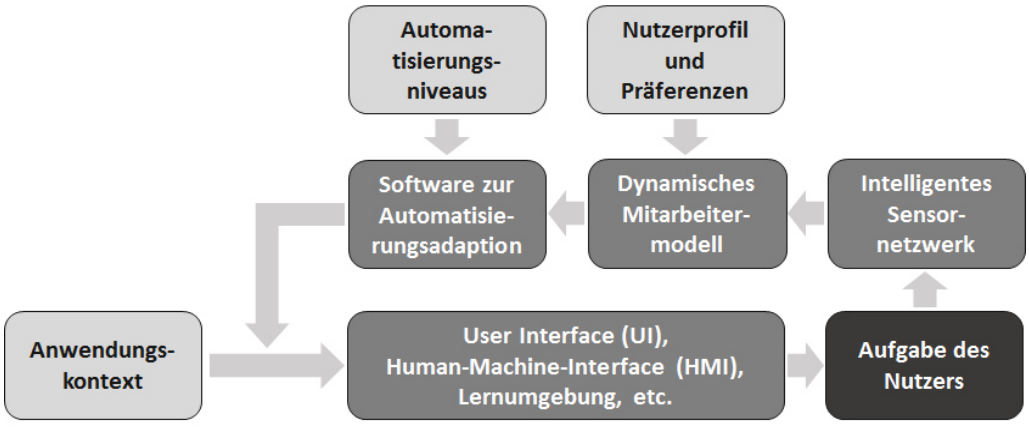

Abbildung 4: Der Factory2Fit-Ansatz zur nutzerzentrierten Adaption im Fabrikumfeld

Bei der Gestaltung und Umsetzung der Adaptionslösungen gilt es sowohl die technischen, als auch die rechtlichen und ethischen Grenzen und Anforderungen hinsichtlich Erfassung, Speicherung und Verarbeitung von (personenbezogenen) Daten zu berücksichtigen (Bendel, 2015; Mühlich, 2015). Die Entwickler und Anwender der Adaptionslösungen müssen daher v.a. die Rahmenbedingungen und Erwartungshaltungen aufnehmen, die implementierten Lösungen transparent gestalten und kommunizieren und um die Akzeptanz und Teilnahmebereitschaft bei den Mitarbeitern der Pilotanwender werben.

4 Technologien und Vorgehensweisen zur Datenerfassung

Eine der wichtigen Voraussetzungen zur Gestaltung und Implementierung einer dynamischen Adaption von Systemen und Objekten im Produktionsumfeld an die sie jeweils nutzenden Mitarbeiter ist die Erfassung und Bereitstellung der hierfür benötigten Daten. Während bspw. Technologie- und Produktdaten bereits seit langem in Fabriken digital verfügbar und nutzbar sind, so sollen im Rahmen der Digitalisierung v.a. auch Prozess- und Maschinendaten zunehmend erfasst, aufbereitet und über Bereichsgrenzen hinweg eingesehen und genutzt werden können (Kagermann et al., 2013). Das hierfür entwickelte Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0) vereint die verschiedenen Elemente einer Fabrik in sich und kann als Basis für die Kommunikation über die verschiedenen Ebenen hinweg genutzt werden (BITKOM e.V., VDMA e.V., & ZVEI e.V., 2015). Einzelne Schnittstellen und Protokolle, wie bspw. OPC Unified Architecture (OPC UA), Message Queue Telemetry Transport (MQTT) und AutomationML, sollen die Hersteller und Anwender dazu befähigen, die für die zukünftigen Smart Factories angestrebte Maschine-Maschine-Kommunikation (M2M) in ihren Systemen und Anlagen zu implementieren und nutzbar zu gestalten. Intelligente Sensoren und Geräte sollen Einzug in die heutigen Fabriken halten und auf diese Weise bspw. die Prozesstransparenz und Datenqualität verbessern. Insbesondere zur mobilen Informationsbereitstellung innerhalb einer Smart Factory greifen aktuell bereits verschiedene Konzepte und Ansätze auf kostengünstige, auf den Verbrauchermärkten erhältliche Geräte zurück und nutzen deren Funktionalitäten zur Unterstützung der Prozesse und Mitarbeiter. So werden bspw. Tabletcomputer und Smartphones zu mobilen Anzeigen und Assistenzsystemen innerhalb der Produktions-umgebungen und tragen zu einem besseren Verständnis der ablaufenden Prozesse bei (VDMA - Forum Industrie 4.0, 2016). Neben der Verwendung von Handheld-Geräten wird darüber hinaus auch bereits die Verwendung von Smartwatches im Produktionsumfeld erprobt und untersucht (Brandl, Aschbacher, & Hösch, 2015; Langer, Stoldt, Bolev, & Putz, 2016; Unger, Börner, & Müller, 2016).

Vor dem Hintergrund des Forschungsgegenstandes von Factory2Fit, der Adaption von Systemen und Automatisierungslösungen im Fabrikumfeld an die Nutzer, werden zu den bereits benannten Prozess- und Maschinendaten noch weitere, die individuellen Mitarbeiter betreffende Informationen in digitaler Form benötigt. Smartwatches und sogenannte Wearables können durch bereits integrierte Sensorik sowie die verfügbaren Kommunikationsschnittstellen hierfür einen wichtigen Beitrag leisten. Neben den Anzeige- und Eingabefunktionen dieser Geräte können darüber auch die integrierten Sensoren und Funktionen, wie bspw. Lokalisierung und Aktivitätsüberwachung, im Fabrikumfeld Anwendung finden und die Erfassung des aktuellen Kontextes, der Belastung des Mitarbeiters sowie der aktuellen Aufgaben beitragen. Die ersten Untersuchungen innerhalb des Projektes Factory2Fit haben jedoch gezeigt, dass nicht alle, auf

dem Markt verfügbaren Geräte die Anforderungen eines solchen Einsatzzweckes hinreichend erfüllen und bspw. Datenqualität und Zuverlässigkeit kritisch hinterfragt und den Erfahrungswerten mit stationären Geräten gegenübergestellt werden muss.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Den produzierenden Unternehmen in Europa bieten sich durch die Entwicklung und Implementierung von Industrie 4.0-Ansätzen sowie den damit einhergehenden neuen Systemen und Technologien Möglichkeiten den verändernden Kundenanforderungen sowie dem zunehmenden Wettbewerbsdruck zu begegnen. Darüber hinaus schafft der stattfindende Transformationsprozess ebenfalls Raum für Neugestaltung und Verbesserung der im Produktionsumfeld stattfindenden Prozesse sowie der vorherrschenden Arbeitsbedingungen.

Das im beschriebenen Umfeld eingebettete Horizon 2020-Forschungsprojekt Factory2Fit legt hierbei den Fokus auf die Untersuchung und Ausgestaltung der zukünftigen Arbeitsbedingungen in zukünftigen Smart Factories. Im Kern der Neugestaltung dieser Arbeitswelten steht hierbei die Entwicklung und Umsetzung von Methoden und Systemen zur Anpassung und Adaption von Fabriksystemen, Arbeitsplätzen und Aufgaben an die Nutzer bzw. Mitarbeiter sowie deren individuellen Bedürfnissen und Präferenzen. Hierfür gilt des die notwendigen Informationen, Parameter, Schnittstellen und Einflussmöglichkeiten zu ermitteln, für den Zweck geeignete Modelle und Methoden zu entwickeln und diese in robuste, einsatztaugliche Systeme zu überführen. Hierbei gilt es jedoch sowohl die technischen als auch die rechtlichen sowie ethischen Rahmenbedingungen aus verschiedenen Perspektiven ausführlich aufzubereiten und in die Gestaltung der zukünftigen Arbeitswelten einfließen zu lassen. Insbesondere Erfassung, Speicherung und Verarbeitung personenbezogener Daten im Unternehmensumfeld stellen hohe Anforderungen an die IT-Systeme, deren Einhaltung bei der Pilotierung der Systeme im realen Produktionsumfeld zwingend zu beachten ist. Nur so können die Lösungen des Projekts wirksam in die unternehmerische Praxis überführt und die hierfür notwendige Akzeptanz bei den Mitarbeitern erreicht werden.

Das Projekt Factory2Fit wird von Horizon 2020 (H2020/2014-2020), dem Programm für Forschung und Innovation der Europäischen Union, unter der Zuwendungsvereinbarung Nr. 723277 gefördert.

The Factory2Fit project has received funding from Horizon 2020 (H2020/2014-2020), the European Union's Programme for Research and Innovation under grant agreement n° 723277.

Literaturverzeichnis

Bendel, O. (2015). Die Industrie 4.0 aus ethischer Sicht. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 52*(5), 739–748

BITKOM e.V., VDMA e.V., & ZVEI e.V. (2015). *Umsetzungsstrategie Industrie 4.0: Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0.* Retrieved June 30, 2017, from Plattform Industrie 4.0: https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2015/Leitfaden/Umsetzungsstrategie-Industrie-40/150410-Umsetzungsstrategie-0.pdf.

Brandl, P., Aschbacher, H., & Hösch, S. (2015). Mobiles Wissensmanagement in der Industrie 4.0. In A. Weisbecker, M. Burmester, & A. Schmidt (Eds.), *Mensch und Computer 2015 Workshopband* (pp. 225–232). Stuttgart: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2017). *Weissbuch Arbeiten 4.0.* Retrieved September 04, 2017, from http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a883-weissbuch.pdf?__blob=publicationFile&v=9.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2014). *Die neue Hightech-Strategie: Innovationen für Deutschland.* Retrieved September 04, 2017, from http://www.bmbf.de/pub_hts/HTS_Broschure_Web.pdf.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2014). *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0.* Retrieved September 04, 2017, from https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/zukunft-der-arbeit-in-industrie-4-0.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Factory2Fit (2016). *Factory2Fit – Empowering and participatory adaptation of factory automation to fit for workers: Description of the Action.*

Hirsch-Kreinsen, H. (2014). Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. *WSI-Mitteilungen*, (Ausgabe 6/2014), 421–429. Retrieved September 04, 2017, from https://www.boeckler.de/wsimit_2014_06__hirsch.pdf.

Hoc, J. M. (2000). From human-machine interaction to human-machine cooperation. *Ergonomics, 43*(7), 833–843

Järvenpää, E., Lanz, M., & Tuokko, R. (2016). Application of a capability-based adaptation methodology to a small-size production system. *International Journal of Manufacturing Technology and Management, 30*(1/2), 67

Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J., & Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. (acatech) (2013). *Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Retrieved September 04, 2017, from Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. (acatech): https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.

Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J., & Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. (acatech) (2012). *Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 - Vorabversion. Retrieved September 04, 2017, from Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. (acatech): http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/druck_einzelseiten_290912_Bericht.pdf.

Langer, T., Stoldt, J., Bolev, D., & Putz, M. (2016). Ortsunabhängige Mitarbeitereinbindung in der Fertigung. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111*(5), 302–305

Mühlich, R. (2015). Datenschutz im „smarten“ Business. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 110*(4), 236–237

Riedel, R., Göhlert, N., & Müller, E. (2015). Industrie 4.0 in der Textilindustrie*: Ansätze der Smart Factory unter besonderer Berücksichtigung textiler Produkte und Prozesse, *105*(4), 195–199. Retrieved September 04, 2017, from http://www.werkstattstechnik.de/wt/get_article.php?data[article_id]=83084.

Schenk, M., Müller, E., & Wirth, S. (2014). *Fabrikplanung und Fabrikbetrieb: Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik* (2., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Berlin [u.a.]: Springer Vieweg.

Unger, H., Börner, F., & Müller, E. (2016). Verortung mobiler Endgeräte zur rollenbasierten Informationsdarstellung. In E. Müller (Ed.), *Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme: Sonderheft 22. Smarte Fabrik & Smarte Fabrik & Smarte Arbeit - Industrie 4.0 gewinnt Kontur. Fachtagung Vernetzt planen und produzieren - VPP2016.* Chemnitz: Technische Universität Chemnitz - Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme.

VDMA - Forum Industrie 4.0 (2016). *Industrie 4.0 konkret - Lösungen für die industrielle Praxis.* Retrieved September 04, 2017, from https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/5356229/Industrie%204.0%20konkret%202016.

Weisbecker, A., Burmester, M., & Schmidt, A. (Eds.) (2015). *Mensch und Computer 2015 Workshopband.* Stuttgart: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.