

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/264297553>

Benutzerschnittstellen im Kontext von Industrie 4.0

Article · January 2014

CITATIONS

0

READS

729

4 authors:



Dirk Werthmann

SSI Schäfer Automation GmbH

34 PUBLICATIONS 50 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Michael Teucke

Universität Bremen

32 PUBLICATIONS 85 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Marco Lewandowski

BIBA - Bremer Institut für Produktion und Logistik

44 PUBLICATIONS 41 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Michael Freitag

Universität Bremen

150 PUBLICATIONS 861 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Empirische Untersuchung aktueller und zukünftiger Nutzungsgrade mobiler Computersysteme zur Unterstützung älterer Arbeitnehmer in Produktion und Logistik (EUNA) [View project](#)



Current projects of my group [View project](#)

Benutzerschnittstellen im Kontext von Industrie 4.0

Chancen für Geringqualifizierte durch benutzerfreundliche Mensch-Maschine-Schnittstellen

Dirk Werthmann, Michael Teucke, BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Marco Lewandowski, Universität Bremen und Michael Freitag, ArcelorMittal Bremen

Dipl.-Wi.-Ing. Dirk Werthmann leitet die Abteilung Planungs- und Steuerungsmethoden am BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Michael Teucke arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Planungs- und Steuerungsmethoden am BIBA.

Dipl.-Wi.-Ing. Marco Lewandowski leitet das Demonstrations- und Anwendungszentrum Log-Dynamics Lab an der Universität Bremen.

Dr.-Ing. Michael Freitag promovierte am BIBA und arbeitet als Projektingenieur bei ArcelorMittal in Bremen.

Die stärkere Präsenz von Cyber-Physischen-Systemen (CPS) in Produktion und Logistik führt häufig zu der Annahme, dass zukünftig vornehmlich Arbeitsplätze für hochqualifizierte Beschäftigte zur Verfügung stehen werden. Für Geringqualifizierte führt diese Annahme zu dem Schluss, dass CPS für sie ein Risiko darstellen, da sie durch steigende Arbeitsanforderungen von ihren angestammten Arbeitsplätzen verdrängt werden. Im Umfeld der sogenannten vierten industriellen Revolution oder kurz Industrie 4.0 wird diese Entwicklung häufig als unausweichlich dargestellt. Eine detaillierte

Untersuchung der Chancen des Einsatzes von CPS auf Geringqualifizierte ist hingegen noch nicht umfassend erfolgt. In diesem Beitrag werden einige technische Ansätze zur Gestaltung von benutzerfreundlichen Mensch-Maschine-Schnittstellen im Bereich Hardware und Software vorgestellt. Die betrachteten Ansätze wurden ursprünglich für den Endkundenbereich entwickelt, sind aber auch für CPS nutzbar. In diesem Zuge werden einige bereits erkennbare Potenziale diskutiert, die sich aus der Nutzung dieser Technologien ergeben, um damit Geringqualifizierten weiterhin eine Teilhabe an effizienten, wertschöpfenden Tätigkeiten im industriellen Umfeld zu ermöglichen.

Bei der anwendungsorientierten Forschung im Rahmen der Industrie 4.0 Aktivitäten der Bundesregierung bilden CPS einen wichtigen Fokus [1, 2]. Gemäß Broy [3] ist der Begriff CPS wie folgt zu verstehen: „Cyber-Physical Systems adressieren die enge Verbindung eingebetteter Systeme zur Überwachung und Steuerung physikalischer Vorgänge mittels Sensoren und Aktuatoren über Kommunikationseinrichtungen mit den globalen digitalen Netzen (dem „Cyberspace“). Werden CPS im Industrieumfeld eingesetzt, wird dies häufig in Verbindung mit der sogenannten vierten industriellen Revolution oder dem Begriff Industrie 4.0 gesetzt [4]. Die

Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in diesem Bereich sollen den Wirtschaftsstandort Deutschland auf aktuelle und bevorstehende Herausforderungen vorbereiten, indem die Rolle eines global wettbewerbsfähigen, innovativen Industriestandorts gesichert wird. Folgende Herausforderungen werden in diesem Kontext besonders adressiert: Individualisierung der Kundenwünsche, Flexibilisierung, optimierte Entscheidungsfindung, Ressourcenproduktivität und -effizienz, Wertschöpfungspotenziale durch neue Dienstleistungen, demografiesensible Arbeitsgestaltung, Work-Life-Balance und Wettbewerbsfähigkeit als Hochlohnstandort [4].

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, werden CPS voraussichtlich verstärkt in zukünftigen Arbeitsumgebungen eingesetzt. Hierdurch ist auch von einer starken Wandlung der Arbeitsplätze in Produktion und Logistik auszugehen [4]. Die Erwartungen gehen so weit, dass von einem „Paradigmenwechsel in der Mensch-Technik- und Mensch-Umgebungs-Interaktion“ [4] gesprochen wird.

Annahmen über Auswirkungen von CPS auf Beschäftigte

Im Zusammenhang mit der sich verändernden Arbeitsumgebung wird in der Literatur häufig davon ausgegangen, dass sich die Qualifikationsanforderungen für alle Beschäftigten weiter erhö-

Kontakt

BIBA – Bremer Institut für Produktion
und Logistik GmbH
Hochschulring 20
28359 Bremen
Tel.: +49 421 / 218 50167
E-Mail: wdi@biba.uni-bremen.de
URL: www.biba.uni-bremen.de

hen werden. So ist im Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 zu lesen, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit erhöhte Komplexitäts-, Abstraktions- und Problemlösungsanforderungen an Beschäftigte im Umfeld von Industrie 4.0 gestellt werden [4]. Derzeit besteht bei dieser Aussage weitgehend Konsens zwischen Wissenschaftlern, Vertretern von Großunternehmen sowie Verbänden. Die These von steigenden Komplexitätsanforderungen für Beschäftigte wird durch weitere Beiträge in Fachzeitschriften [5] oder auch in Veröffentlichungen von Gewerkschaften [6] bestätigt.

Spricht man im Zuge der Einführung von CPS in Produktions- und Logistikumgebungen von der notwendigen Steigerung des Qualifikationsniveaus aller Beschäftigten, führt dies zwangsläufig zu der Fragestellung, was mit Beschäftigten geschieht, die hierzu nicht in der Lage sind. Zieht man in Betracht, dass ein Großteil der Menschen ohne Schulabschluss zu solchen kognitiven Leistungen nicht in der Lage ist, würde diese Entwicklung mit dem Risiko einhergehen, dass bis zu 2,7 Millionen Menschen in Deutschland, welche nicht über einen Schulabschluss verfügen [6], von Tätigkeiten im Umfeld von CPS ausgeschlossen werden. Im Zeichen des demografischen Wandels sind ältere Facharbeiter von diesen Herausforderungen tendenziell ebenso betroffen, wie der steigende Anteil von Beschäftigten mit Migrationshintergrund, die ein anderes Qualifikationsniveau und -verständnis haben können.

Andererseits zeichnet sich ab, dass Industrie 4.0 gleichzeitig zu einer weiteren Automatisierung von einfachen Arbeitsprozessen führt [4]. Dies, so kann mit einer gewissen Plausibilität angenommen werden, kann – außer im Abbau von Arbeitsplätzen für geringqualifizierte Beschäftigte – in einer Rückkehr zum Taylorismus [7] bei den verbleibenden Arbeitsplätzen für solche Beschäftigten resultieren.

Eine differenzierte Betrachtung der Auswirkungen von Konzepten aus dem Umfeld von Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt findet sich in [8]. Es wird davon ausgegangen, dass die Einführung

von CPS zwei mögliche Entwicklungsrichtungen für die zukünftige menschliche Arbeit zur Folge haben kann: Zum einen das sogenannte „WerkzeugszENARIO“, bei welchem Beschäftigte mithilfe von Assistenzsystemen in ihrer Entscheidung unterstützt werden und dadurch weiterführende und komplexere Aufgaben ausführen können. Zum anderen gibt es die zweite Entwicklungsrichtung, welche als „Automatisierungsszenario“ bezeichnet wird und die Autonomie der Beschäftigten einschränkt, indem es deren Entscheidungen automatisiert. Hierdurch reduziert sich einerseits die erforderliche Kompetenz der ausführenden Personen, andererseits wird eine deutlich höhere Kompetenz bei der Entwicklung der automatisierten Systeme sowie bei der Lösung von Problemen im Betrieb erforderlich.

Gemäß dem „Job Characteristics Model“ von [9], welches von [10] validiert wurde, werden eine hohe Zufriedenheit, Motivation und Leistung der Beschäftigten im Rahmen ihrer beruflichen Aufgaben dadurch erzielt, dass diese durch Ganzheitlichkeit, Anforderungsvielfalt, Bedeutung, Autonomie und Rückmeldung gekennzeichnet sind. Diese auch für den Unternehmenserfolg wichtigen Einstellungen der Beschäftigten sind jedoch nur bei der Umsetzung von Industrie 4.0 im Rahmen des „Werkzeugszenarios“ möglich. In diesem Szenario können Mitarbeiter psychologisch positiv auswirkende Freiheiten bei der Bearbeitung ihrer beruflichen Aufgaben erhalten.

Die Evolution der industriellen Produktion durch Industrie 4.0 wird voraussichtlich nicht zu menschenleeren Fabriken führen, wie die Studie von Spath [11] zeigt. Vielmehr wird der Mensch enger mit den automatisierten Maschinen zusammenarbeiten, um den Anforderungen einer zunehmenden Flexibilisierung [4] gerecht zu werden. Um in diesem Umfeld eine hohe Produktivität in der Zusammenarbeit von Menschen und Maschinen zu erzielen, wird es auch zukünftig erforderlich sein, Beschäftigten eine positive Einstellung zu ihrer Arbeit zu ermöglichen. Nur so können Unternehmen von einer hohen

Leistungsbereitschaft der Beschäftigten profitieren. Aufbauend auf dem vorigen Absatz gehen die Autoren dieses Beitrags davon aus, dass eine Umsetzung von Industrie 4.0 als „WerkzeugszENARIO“ auch im Interesse der Unternehmen sein sollte.

Aus dieser Perspektive bieten die Technologien von CPS die Möglichkeit, Mensch-Maschine-Schnittstellen so zu gestalten, dass grundsätzlich auch Geringqualifizierte effizient an den Wertschöpfungsprozessen beteiligt werden und deren Aufgabenspektrum im Vergleich zu heute sogar wachsen kann. Ziel sollte es bei der Gestaltung von CPS sein, Zufriedenheit, Motivation und Leistungsbereitschaft der Beschäftigten zu fördern. So wird es, wie zuvor beschrieben, für Unternehmen möglich, zum einen auf ein größeres Potenzial an Beschäftigten zurückzugreifen und zum anderen deren Leistungsbereitschaft vollständig auszuschöpfen.

Benutzerfreundliche CPS-fähige Hardware

Anhand einiger Beispiele wird nachfolgend beschrieben, wie mithilfe von CPS geringqualifizierte Beschäftigte in die Arbeitswelt von Industrie 4.0 effizient eingebunden werden können. Der Fokus in diesem Beitrag liegt dabei auf der Verwendung von Produkten und Konzepten, welche ursprünglich für den Endkunden entwickelt wurden.

Durch die Verschiebung der Technologieführerschaft bei der Informationstechnik von den Unternehmen hin zu den Endanwendern [12] eignet sich dieser Bereich besonders zur Überführung in das industrielle Umfeld im Rahmen von CPS.

Im Einsatzbereich der Endanwender haben sich mit Smartphones und Tablets mobile Endgeräte verbreitet, die aufgrund ihrer nachfolgend beschriebenen Eigenschaften sehr gut im industriellen Kontext von CPS eingesetzt werden können. So verfügen diese Gerätekonzepte beispielsweise über grafische, sprachbasierte oder taktile Benutzerschnittstellen. Ebenso kann mittels Sensorik die Umgebung erfasst werden. Hierzu sind die

Geräte beispielsweise mit Bildsensoren, Neigungssensoren oder Mikrofonen ausgestattet. Zur Kommunikation in digitalen Netzen verfügen die Geräte ebenfalls über eine Vielzahl von Schnittstellen. So sind in der Regel Mobilfunkstandards wie GPS oder UMTS implementiert, aber auch WLAN zur Kommunikation in Gebäuden oder auf Freiflächen sowie Bluetooth zur Kommunikation mit Geräten im Nahbereich finden zunehmend Verbreitung. Diese technischen Eigenschaften qualifizieren Smartphones, Tablets und ähnliche Geräte, Teil eines CPS zu sein, da sie wichtige Teile der Definition von Broy [3] erfüllen. Die umfassende Verbreitung dieser Geräte in allen Teilen der Gesellschaft belegen die Zahlen des statistischen Bundesamts: So verfügen bereits 92,7 % aller Haushalte über ein Mobiltelefon und 65,2 % über einen mobilen Computer [13]. Auch bei den Smartphones steigt die Verbreitung an, wie eine Studie des Marktforschungsinstituts Aris im Auftrag der BITKOM belegt, so besaßen im August 2013 bereits 40 % aller Deutschen über 14 Jahren ein Smartphone [14]. Verfolgt man die Entwicklung bei den mobilen Endgeräten ist von einer weiter steigenden Verbreitung auszugehen. Da diese Geräte bereits weite Verbreitung in allen Teilen der Gesellschaft gefunden haben, ist eine hohe Benutzerakzeptanz solcher Geräte am Arbeitsplatz sehr wahrscheinlich. Bei einer Übertragung der Bedienkonzepte aus dem Endanwenderbereich auf den industriellen Bereich können diese Geräte Tätigkeiten, unter anderem von Geringqualifizierten, unterstützen. So können bereits aus dem privaten Umfeld bekannte Benutzerschnittstellen auf das industrielle Umfeld übertragen werden.

Häufig wird angeführt, dass mobile Endgeräte für Endanwender aufgrund ihrer geringeren Robustheit nicht für den industriellen Einsatz geeignet sind. Bei einer Marktrecherche zeigte sich jedoch, dass zunehmend robustere Geräte auf den Markt kommen [15]. Klassische industrielle mobile Endgeräte können hingegen den Bedarf von CPS nicht decken, da sie häufig nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen [16]. Deshalb ist

die Verwendung von Geräten, welche für den Endanwender konzipiert wurden, die derzeit einzige wirtschaftlich darstellbare Möglichkeit.

Ein ähnlicher Verlauf zeichnet sich bei Wearable Computing Systemen ab, so gab es auf der Consumer Electronics Show (CES) 2014 in Las Vegas einen eigenen Bereich für Smart Watches [17]. Auch bei Datenbrillen schreitet die Entwicklung im Endkundenbereich voran [17]. So stellt Epson bereits die zweite Version einer Datenbrille auf der CES vor. Ebenso soll Google Glass im Jahr 2014 verfügbar sein, erste Anwendungen für das Gerät wurden auf der CES bereits präsentiert. Ein großer Trend zeichnet sich bei der Überwachung von Vitalfunktionen ab; in diesem Bereich des Wearable Computings für Endkunden sind bereits viele marktreife Produkte auf der CES präsentiert worden [18]. Im Sinne von CPS können Wearable Computing Systeme die Überwachung und Steuerung physikalischer Vorgänge, welche durch die Beschäftigten ausgeführt werden, unterstützen. Darüber hinaus können diese Systeme direkt oder indirekt, bspw. mithilfe von Smart Phones oder Tablets, mit digitalen Netzen kommunizieren.

Eine potenzielle Anwendung von Wearable Computing Systemen ist die kontinuierliche Vermittlung von Wissen, bei der jeder Arbeitnehmer individuell durch ein Training-on-the-Job unterstützt wird. Aufgrund der vielen Produkte, die auf der CES 2014 vorgestellt wurden, kann man davon ausgehen, dass Wearable Computing Systeme zunehmend Verbreitung bei den Endanwendern finden werden und dadurch auch die Akzeptanz für solche Systeme in der Arbeitswelt steigen wird. Im industriellen Bereich sind Wearable



Bild 1: Prototyp des Wearable Computing Systems eTS zur Fahrzeugverfolgung auf Automobilterminals.

Computing Systeme nur sehr eingeschränkt über den Prototypenstatus hinaus weiter entwickelt worden. Die meisten Aktivitäten erfolgen im industriellen Bereich bisher noch im Rahmen von Forschungsprojekten, wie Cognito [19] oder RAN - RFID-based Automotive Network [20]. In Bild 1 ist das easyTracing System (eTS) zur Fahrzeugverfolgung auf Automobilterminals mit einem Wearable Computing Prototyp und einer Benutzerschnittstelle, basierend auf einem Smartphone aus dem Endkundenbereich, zu sehen.

Benutzerfreundliche CPS-fähige Softwarekonzepte

Im Bereich der Bedienkonzepte für Software, die im Rahmen von CPS weiter Verbreitung im Arbeitsumfeld finden wird und somit eine größere Anzahl an Benutzerschnittstellen erforderlich macht, kann eine Übertragung von innovativen Konzepten aus dem Endanwenderbereich akzeptanzfördernd wirken. Wie ein Beispiel aus der Instandhaltung zeigt, sind bisher verfügbare industrielle mobile Systeme vielfach nicht benutzerfreundlich zu bedienen [16]. Hingegen ist ein starker Trend bei der Nutzung kleiner Software-Programme, sogenannter Apps, bei Endkunden zu beobachten. Laut [14] wurden, basierend auf Daten

des Marktforschungsinstituts research-2guidance, im Jahr 2012 über 1,7 Milliarden Apps heruntergeladen und damit ein Umsatz von 430 Millionen Euro erzielt. Aus der großen Menge an heruntergeladenen Apps lässt sich auf eine große Verbreitung von Apps auf mobilen Geräten schließen. Der erzielte Umsatz deutet darauf hin, dass die Endkunden einen persönlichen Mehrwert in der Nutzung von Apps sehen. Somit kann gesagt werden, dass Apps auf mobilen Geräten eine hohe Akzeptanz und Verbreitung bei den Endkunden gefunden haben.

Um Benutzerschnittstellen mobiler Systeme so zu gestalten, dass sie einfach zu bedienen sind und dadurch vom Benutzer akzeptiert werden, sind laut [21] insbesondere folgende Gestaltungsgrundsätze zu beachten:

- Beschränkung des Informationsangebots auf aktuell benötigte Informationen und Dienste
- Verfügbarkeit aller relevanten Informationen und Dienste aus unterschiedlichen Quellen

- Erfassung relevanter Informationen durch den Benutzer mit möglichst geringer Aufmerksamkeit
- Beschränkung der Meldungen und Rückfragen des Systems auf ein Minimum

Bei einer Beachtung dieser Ansätze, die zu einer einfachen und intuitiven Bedienung beitragen, können Apps für mobile Endgeräte eine hohe Akzeptanz im industriellen Bereich finden. Insbesondere zur Einbindung von Geringqualifizierten sind diese Grundsätze relevant, um die Apps auch ohne umfassende Vorkenntnisse bedienen zu können. Beispielhaft für eine intuitive prozessintegrierte Benutzerschnittstelle ist in Bild 2 die auf einem Smartphone angezeigte Benutzeroberfläche des eTS dargestellt.

Ein weiterer Ansatz bei der Gestaltung von Software, welche im Umfeld von Industrie 4.0 in weitere Arbeitsumgebungen Einzug halten wird, ist beispielsweise Gamification. Dieser Ansatz zielt darauf ab, Spiele nutzbringend im geschäftlichen Bereich anzuwenden. Nach [22] erfolgt dies durch die Verwendung von spielbasierten Mechanismen, Ästhetik und Denkweise, um Menschen zum Handeln, zum Lernen und zur Lösung von Problemen zu motivieren.

Welche Attraktivität beispielsweise Computer- und Videospiele im privaten Umfeld haben, zeigt sich in den Statistiken des Bundesverbands Interaktive Unterhaltungssoftware e. V. (BIU), die durch die GfK erhoben wurden. So wurden im Jahr 2012 73,7 Millionen Computer- und Videospiele in Deutschland verkauft, welche von knapp 26 Millionen Menschen regelmäßig genutzt werden [23]. Die Anzahl der Nutzer verteilt sich dabei auf alle Bildungsschichten [23], sodass davon auszugehen ist, dass Gamification auch bei Geringqualifizierten in der Arbeitswelt die aufgeführten Potenziale entfalten kann. Nachfolgend werden beispielhaft zwei Forschungsprojekte erwähnt, die die Möglichkeiten von Gamification

für Geringqualifizierte in der Praxis aufzeigen.

Im Forschungsprojekt GameLog wird auf allgemeiner Ebene untersucht, welche Einsatzmöglichkeiten es für Gamification in der Intralogistik gibt. Hierzu wird unter anderem ein Demonstrator gebaut, um den Einsatz von Gamification-Ansätzen, im Speziellen bei der Kommissionierung, zu untersuchen [24].

Ein weiteres Projekt, welches explizit ältere und behinderte Personen adressiert, war das Projekt ASLM (Assistenzsysteme für leistungseingeschränkte Mitarbeiter in der manuellen Montage). Ziel war es, basierend auf Sensoren den Arbeitsprozess zu erfassen und mit spielerischen Elementen zu visualisieren, um die Beschäftigten zu motivieren [25].

Auch adaptive Benutzerschnittstellen versprechen eine Steigerung der Motivation der Beschäftigten. Solche sich an das Verhalten anpassenden Benutzerschnittstellen gibt es schon sehr lange [26]. Hierunter versteht man beispielsweise eine automatische Anzeige der zuletzt verwendeten Dateien in Programmen oder die automatische Anpassung der im Startmenü angezeigten Programme nach Häufigkeit ihrer Verwendung. Die Anpassungsfähigkeit der adaptiven Benutzerschnittstellen kann sich dabei auf drei wesentliche Bereiche beziehen [27]:

- Anpassung des angezeigten Inhalts
- Anpassung des Designs
- Anpassung des Navigationspfads

Bisher sind die Möglichkeiten, die adaptive Benutzerschnittstellen unter anderem auch für Geringqualifizierte bieten, bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. Aufbauend auf der technologischen Weiterentwicklung können sich weitere innovative Einsatzgebiete ergeben. Beispielhaft werden nachfolgend drei Forschungsprojekte aufgeführt, die das Potenzial von adaptiven Benutzerschnittstellen zur Anpassung an die Fähigkeiten des Benutzers aufzeigen. So erforscht das Projekt MyUI (Mainstreaming Accessibility through Synergistic User Modeling and Adaptability) die automatische Anpassung von Benutzerschnittstellen an die individuellen Bedürfnisse behinderter und älterer Menschen [28]. Im Forschungsprojekt SUPPLE wurde eben-

Bild 2: Intuitive Benutzerschnittstelle des eTS.



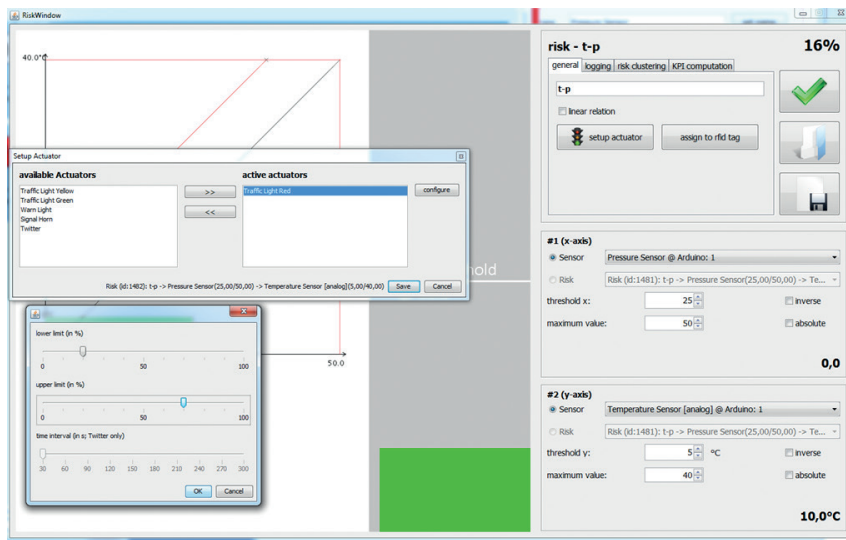


Bild 3: Screenshot des ELLIOT Toolkits.

falls an einer adaptiven Benutzerschnittstelle gearbeitet, die sich in vielerlei Hinsicht automatisch an die Bedürfnisse des Benutzers anpasst [29]. Berücksichtigung bei der Anpassungsfähigkeit fanden beispielsweise das verwendete Gerät, die durchgeführten Aufgaben und die persönlichen Präferenzen der Benutzer. Ein weiteres Forschungsprojekt, welches sogar über die Gestaltung adaptiver Benutzerschnittstellen hinausging und die gemeinschaftliche Entwicklung neuer innovativer Dienstleistungen für die Intralogistik fokussierte, war das Projekt ELLIOT (Experiential Living Lab for the Internet of Things) [30]. Im Fokus des entwickelten Ansatzes stehen Living Labs und ein Toolkit, mit dem auch ohne Programmierkenntnisse CPS entwickelt werden können. Ein Screenshot des Toolkits ist in Bild 3 zu sehen.

Chancen von CPS auch für Geringqualifizierte

Die beiden nach Meinung der Autoren für die Gestaltung von attraktiven CPS relevanten Kernkomponenten sind in Bild 4 zusammengefasst. Der Fokus dieses Beitrags lag dabei auf der Darstellung von Möglichkeiten, die attraktive Benutzerschnittstellen, aus dem Umfeld von Endkundenprodukten, Beschäftigten und dabei insbesondere Geringqualifizierten bieten können. Die dargestellten

Konzepte befähigen nicht nur zur Umsetzung von CPS, sie ermöglichen auch eine attraktive Umsetzung für alle Benutzergruppen, einschließlich Geringqualifizierter. So sind die dargestellten Konzepte im Endkundenbereich stark verbreitet, was auf eine hohe Attraktivität schließen lässt. Hieraus kann auf eine wahrscheinlich hohe Akzeptanzquote auch im betrieblichen Umfeld geschlossen werden. Eine geeignete Weiterentwicklung der vorhandenen Technologien zu CPS im Rahmen von Industrie 4.0 ermöglicht es, zukünftig die Interessen aller Beschäftigten zu berücksichtigen. Unter Verwendung neuer, im Rahmen von Industrie 4.0 entwickelter Technologien, können bisher nur in Forschungsprojekten umgesetzte Konzepte zu serienreifen Produkten weiterentwickelt werden.

Viele der Konzepte sind jedoch nur für die Einbindung von Geringqualifizierten in die zunehmend komplexere Arbeitswelt anwendbar, wenn die vermehrt komplexen Informationen von intelligenten Algorithmen aufbereitet und auf einfache Art und Weise dem Benutzer übermittelt werden. Um diese Algorithmen zu entwickeln, sind die im Rahmen von Industrie 4.0 vielfach erwähnten Fachkräfte erforderlich. Werden diese Algorithmen und die zugehörigen Benutzerschnittstellen von gut ausgebildeten Fachkräften intelligent entwickelt und die Anforderungen auch

geringqualifizierter Beschäftigter schon im Rahmen der Entwicklung konsequent berücksichtigt, bietet Industrie 4.0 zusammen mit CPS jedoch die Chance, intuitive Benutzerschnittstellen auch für Geringqualifizierte bereitzustellen. Diese können somit an der heutigen und zukünftigen industriellen Wertschöpfung umfassend beteiligt werden.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Bildung und Forschung: Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung von Richtlinien zur Förderung im Programm „Forschung für die Produktion von morgen“ zum Themenfeld Intelligente Vernetzung in der Produktion – Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“. URL: <http://www.bmbf.de/foerderungen/17740.php>, Abrufdatum 12.12.2013.
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft: AUTONOMIK für Industrie 4.0. Produktion, Produkte, Dienste im multidimensionalen Internet der Zukunft. Die Förderrichtlinie zum Technologieprogramm des Bundesministeriums. URL: http://www.autonomik40.de/_media/BM-Wi_Broschuere_Autonomik_WEB.pdf, Abrufdatum 12.12.2013.
- [3] Broy, M.: Cyber-Physical Systems. Wissenschaftliche Herausforderungen bei der Entwicklung. In: Broy, M. (Hrsg.): Cyber-Physical Systems. Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme. Berlin Heidelberg 2010.
- [4] Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig, J. (Hrsg.): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. URL: http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Abschlussbericht_Industrie40%200_barrierefrei.pdf, Abrufdatum 10.12.2013.
- [5] Müller, B.: Mensch im Mittelpunkt. URL: <http://heise.de/-2042986>, Abrufdatum 12.12.2013.
- [6] Statistisches Bundesamt: Bildungsstand. Bevölkerung nach Bildungsabschluss in Deutschland. URL: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/BildungForschungKultur/Bildungsstand/Tabellen/Bildungsabschluss.html>, Abrufdatum 12.12.2013.
- [7] Kurz, C.: Industrie 4.0 verändert die Arbeitswelt. Gewerkschaftliche Gestaltungsimpulse für „bessere“ Arbeit. URL: <http://www.gegenblende.de/++co++c6d14efa-55cf-11e3-a215-52540066f352>, Abrufdatum 10.12.2013.
- [8] Windelband, L.; Spöttl, G.: Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des „Internet der Dinge“. In:

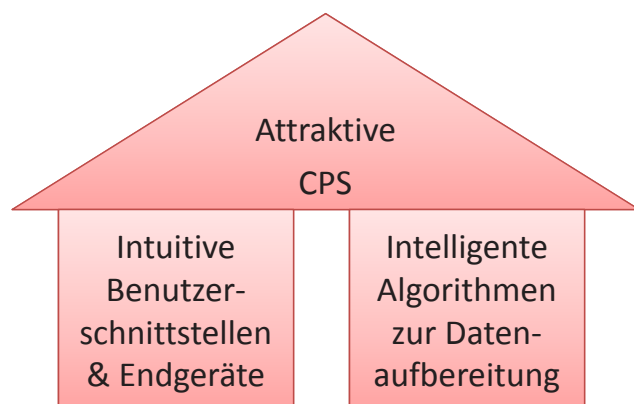


Bild 4: Kernkomponenten zur Gestaltung von attraktiven CPS für die Beschäftigten.

- Faßhauer, U.; Fürstenau, B.; Wuttke, E. (Hrsg): Berufs- und wirtschaftspädagogische Analysen. Aktuelle Forschungen zur beruflichen Bildung. Opladen 2012.
- [9] Hackman, J. R.; Oldham, G. R.: Work redesign. Salem, USA 1980.
- [10] Yitzhak, F.; Gerald, F. R.: The validity of the job characteristics model. A review and meta-analysis. In: Personnel Psychology 40 (1987) 2, S. 287-322.
- [11] Spath, D. (Hrsg): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart 2013.
- [12] Arns, T.; Buggisch, C.; Klöppel, C.; Mohrbach, T.; Portmann, S.; Schulna, R.; Steglich, S.: Apps & Mobile Services. Tipps für Unternehmen. URL: www.bitkom.org/files/documents/Leitfaden_Apps_und_Mobile.pdf, Abrufdatum 10.01.2014.
- [13] Statistisches Bundesamt: Ausstattung mit Gebrauchsgütern. Ausstattung privater Haushalte mit Informations- und Kommunikationstechnik Deutschland. URL: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/EinkommenKonsumLebensbedingungen/AusstattungGebrauchsgueter/Tabellen/A_EVS_Infotechnik_D.html#Fussnote1, Abrufdatum 09.01.2014.
- [14] BITKOM – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.: 63 Millionen Handy-Besitzer in Deutschland. Berlin. Thylmann, Marc. URL: http://www.bitkom.org/files/documents/PI_BITKOM_Handy-Verbreitung_in_Deutschland_26_08_2013.pdf, Abrufdatum 20.01.2014.
- [15] Eckstein, M. (2013): Outdoor-Handys in der Übersicht. Marktübersicht. URL: <http://www.connect.de/vergleichstest/marktuebersicht-outdoor-handys-1414490.html>, Abrufdatum 09.01.2014.
- [16] Lewandowski, M.; Oelker, S.: Mobile Systeme zur Erfassung von Lebenslaufdaten. Einsatzmöglichkeiten, Potenziale und Herausforderungen für den Einsatz im Service. In: Industrie Management 28 (2012) 4, S. 15-19.
- [17] Steier, H.: Das trägt man heute. Wearable Computing an der CES in Las Vegas. URL: <http://www.nzz.ch/aktuell/digital/wearables-ces-2014-1.18216065>, Abrufdatum 10.01.2014.
- [18] Perry, T.: CES 2014 Trends. Everybody's Making Fitness Trackers and Smart Watches, But Who Will Succeed? URL: <http://spectrum.ieee.org/tech-talk/consumer-electronics/portable-devices/ces-2014-trends-everybodys-making-fitness-trackers-and-smart-watches-but-who-will-succeed>, Abrufdatum 10.01.2014.
- [19] Stricker, D.: Cognito. Cognitive Workflow Capturing and Rendering with On-Body Sensor Networks. URL: <http://www.ict-cognito.org>, Abrufdatum 20.01.2014.
- [20] Scholz-Reiter, B.; Lappe, D.; Werthmann, D.; Ruthenbeck, C.: Vorgehensmodell zur Weiterentwicklung eines Wearable Computing Systems. In: Industrie Management 27 (2011) 1, S. 17-20.
- [21] Rügge, I.: Mobile Solutions. Einsatzpotenziale, Nutzungsprobleme und Lösungsansätze. Wiesbaden 2007.
- [22] Kapp, K. M.: The gamification of learning and instruction. Game-based methods and strategies for training and education. San Francisco 2012.
- [23] BIU Bundesverband Interaktive Unterhaltungssoftware e. V. URL: <http://www.biu-online.de/de/fakten/gamer-statistiken.html>, Abrufdatum: 10.01.2014.
- [24] Hense, J.; Klevers, M.; Sailer, M.; Horenburg, T.; Mandl, H.; Günthner, W.: Using gamification to enhance staff motivation in logistics. In: Proceedings of the 44th Conference of the International Simulation and Gaming Association. URL: http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Publikationen/ISAGA_2013.pdf, Abrufdatum 10.01.2014.
- [25] Korn, O.: Industrial Playgrounds. How Gamification Helps to Enrich Work for Elderly or Impaired Persons in Production. In: Proceedings of the 4th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems. New York 2012.
- [26] Nielsen, J.: Usability Engineering, aktualisierte Auflage. San Francisco 1994.
- [27] Brusilovsky, P.; Maybury, M. T.: From adaptive hypermedia to the adaptive web. In: Communications of the ACM 45 (2002) 5, S. 30-33.
- [28] Peissner, M.; Häbe, D.; Janssen, D.; Sellner, T.: MyUI. generating accessible

user interfaces from multimodal design patterns. In: Proceedings of the 4th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems. New York 2012.

- [29] Weld, D.; Anderson, C.; Domingos, P.; Etzioni, O.; Gajos, K.; Lau, T.; Wolfman, S.: Automatically personalizing user interfaces. In: Proceedings of the 18th international joint conference on Artificial intelligence. San Francisco 2003.

- [30] Kalverkamp, M.; Baalsrud Hauge, J.; Thoben, K. D.: Logistics IoT services development with a sensor toolkit in an experiential training environment. In: Proceedings of the 19th International ICE-IEEE ITMC Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE). Den Haag, Niederlande 2013.

Schlüsselwörter:

Industrie 4.0, Cyber-Physische-Systeme, Geringqualifizierte, Mensch-Maschine-Schnittstelle

Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Projekts „EUNA – Empirische Untersuchung aktueller und zukünftiger Nutzungsgrade mobiler Computersysteme zur Unterstützung älterer Arbeitnehmer in Produktion und Logistik“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter dem Kennzeichen 16SV6338K gefördert wird.

Human Machine Interfaces in the Context of Industrie 4.0

The number of cyber-physical systems (CPS) in industrial environments is growing based on the effort of projects like Industrie 4.0. CPS offer the potential to improve processes in modern value networks. By improving processes, especially jobs with no demand for qualified workers can be dispensed. Another effect are jobs being standardised, that they become very monotonous for the workers. For providing satisfying jobs especially for low qualified workers in future working environments some opportunities CPS offer were presented. First opportunities consumer devices offer were presented, second concepts for user-friendly human machine interfaces were illustrated.

Keywords:
Industrie 4.0, cyber-physical systems, low-qualified workers, human machine interface