

Arbeit in der Industrie 4.0

Jetzt die Weichen richtig stellen

Viktor Steinberger, Technologieberatungsstelle Nordrhein-Westfalen

Hier lesen Sie

- wie sich alle Bereiche der Industrie untereinander vernetzen
- in welcher »Sprache« Maschinen künftig kommunizieren
- welche Rolle in diesem Szenario der Mensch noch spielt
- warum Beschäftigte und ihre Vertreter sich schon jetzt in das Formulieren dieser Vision einbringen sollten



© Reinhard Aiff

Die Vision einer vernetzten industriellen Fertigung nimmt konkrete Formen an. Die Maschinen beginnen untereinander zu kommunizieren und selbst zu entscheiden. Auf der diesjährigen Hannover Messe war die »Industrie 4.0« das Leitthema. Höchste Zeit also, sich damit zu beschäftigen. Dieser Artikel verschafft Übersicht und möchte einen Beitrag zur Diskussion leisten – aber keinesfalls die Schaffensfreude in den technischen Disziplinen schmälern. Adorno hat uns die Augen geöffnet für die »Macht des Faktischen«. Deshalb bringt der Text einige bereits wirksame Entwicklungen mit den Wunschwelten zur Arbeit 4.0 zusammen. Immer verbunden mit der Hoffnung, Risiken zu minimieren und damit die Chancen, Gute Arbeit zu realisieren, zu verbessern.

Eine Idee geht um in Europas Forschungsszene. Noch irrlichtern viele Begriffe: Smart Factory, Cyber-Physische Systeme, Industrie 4.0, Arbeitswelt 4.0. Der Leser assoziiert zum Beispiel »Smart« Phone, Smart Home, Smart Grids, Services. Smart bedeutet hier »eingebaute« oder »eingebettete« (englisch: embedded) »Intelligenz«. Damit wiederum bezeichnen Techniker Mikroprozessoren oder Rechner mit Software, man spricht auch von eingebetteten Systemen (»embedded systems«). Um smart zu sein braucht ein System die Fähigkeit, Daten und Informationen aufzunehmen, zu behalten und abzugeben, Input und Output. Ein weiteres Merkmal smarter Systeme ist die Fähigkeit zur Kommunikation beziehungsweise Datenübertragung, sei es per Funk oder Kabel. Als Medium und Netzwerk

zur Übertragung multimedialer Informationen steht das Internet bereit: Internet 2.0, Cloud Computing, Crowd Sourcing, Enterprise 2.0, Social Media, Internet der Dinge und Dienste.

Worum geht es bei der Industrie 4.0? Zunächst einmal um sehr viel Geld: Der 19.12.2011 ist gewissermaßen der Schicksalstag der vierten industriellen Revolution: An diesem Tag schreibt das Bundesforschungsministerium gemeinsam mit dem Bundeswirtschaftsministerium das Forschungsprogramm »Industrie 4.0« aus. 400 Millionen Euro an Fördergeldern stehen zur Verfügung. Bis 2020 soll »Deutschland sich zum Leitanbieter für cyber-physische Systeme entwickeln«.¹ Es stehen somit starke Interessen als Treiber hinter der Entwicklung hin zur Industrie 4.0.

Promotoren aus wirtschafts- und forschungsnahen Institutionen haben diese Interessen im Auftrag der Bundesregierung als »Arbeitskreis Industrie 4.0« gebündelt. Da ist zunächst die »Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft« als innovationspolitisches Beratungsgremium zur begleitenden Umsetzung und Weiterentwicklung der Hightech-Strategie 2020 für Deutschland. Diese Einrichtung besteht zu etwa 96,5 Prozent aus Vertretern der Wirtschaft und Wissenschaft (überwiegend ist die Wirtschaft). Sie wurde 2006 von der Bundesregierung in Rahmen ihrer »Hightech-Strategie« mitini-

¹ pzh 2012 (Magazin des Produktionstechnischen Zentrums der Leibniz Universität Hannover), Jahresbericht 2011, www.pzh-hannover.de/fileadmin/PZH/_downloads/pzh2012_magazin.pdf

tiert. Die gewerkschaftliche Beteiligung liegt bei 3,5 Prozent.²

Zweiter Initiator ist die aus dem 1997 von Günter Spur mit ins Leben gerufenen »Konvent für Technikwissenschaften« hervorgegangene »acatech – Akademie der Technikwissenschaften«. Seit 2008 hat sie die Funktion »... einer eigenen nationalen Interessenvertretung der Technikwissenschaften«.³ Diese nationale Akademie wird von Bund und Ländern gefördert und soll mit circa 200 Mitgliedern aus Wissenschaft und Wirtschaft die »... Bedeutung der Technikwissenschaften für die Bewältigung globaler ökonomischer und ökologischer Probleme« verdeutlichen.⁴ Im Senat der acatech vertreten Gewerkschaftler Arbeitnehmerinteressen mit einem Anteil von fast zwei Prozent.

In den Gremien und Beiräten beider Einrichtungen sind viele bekannte Firmennamen aus Industrie und Wirtschaft, auch aus dem Finanzsektor, vertreten. Die namhaften einschlägigen wissenschaftlichen Institutionen Deutschlands sind dabei, besonders die anwendungsorientierten. Neben der Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren Instituten soll hier das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH genannt werden, eine Öffentlich-Private Partnerschaft (ÖPP).⁵ Sie betreibt bereits eine »Modellfabrik«, die die Anwendbarkeit der »Smart Factory« demonstrieren soll.⁶

Der von Forschungsunion und acatech gebildete »Arbeitskreis Industrie 4.0« durfte für die Bundesregierung eine Empfehlung zur Forschungspolitik erarbeiten und Forschungsbedarfe für die Fabrik der Zukunft benennen. Nach Intervention der IG Metall sind seit Anfang 2012 auch Gewerkschaftsvertreter dabei. Sein Bericht wurde öffentlichkeitswirksam als »Handlungsempfehlung« am 2.10.2012 im renommierten Produktionstechnischen Zentrum in Berlin Vertretern der Bundesregierung – noch als Vorabversion – übergeben.

Seit April 2013, pünktlich zur Hannover Messe lag die Endversion vor. Im Text wird eine industrielle »Revolution« angekündigt, nach Rechnung der Autoren die vierte (nach *mechanischem* Webstuhl, *elektrisch* angetriebenen Fließbändern sowie der *elektronischen* Datenverarbeitung). Sie lässt aber noch auf sich warten:

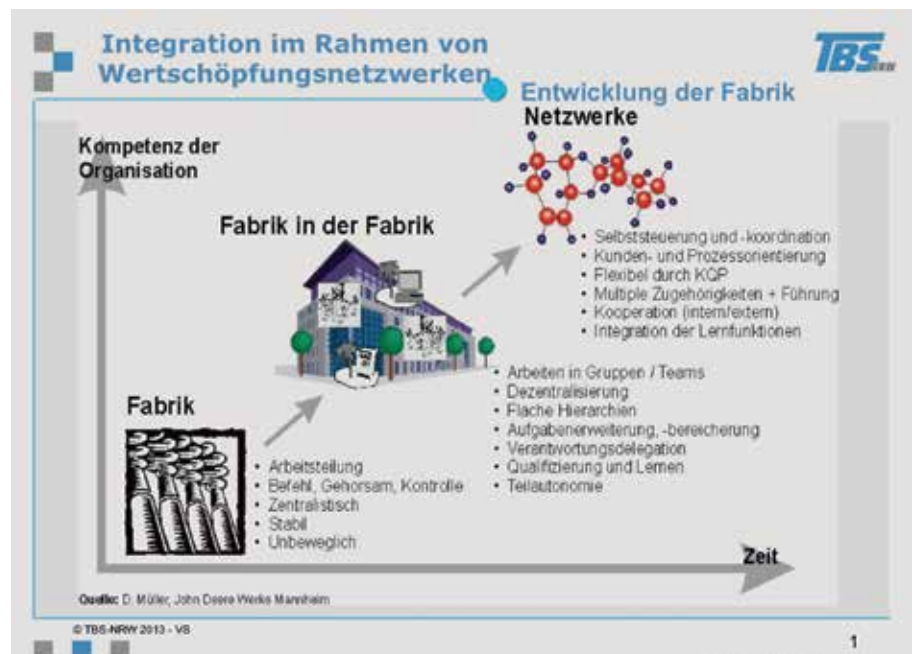
»Der Weg zur Industrie 4.0 ist ein evolutiv-organisatorischer Prozess.«⁷

Die Industrieverbände ZVEI, Bitkom und VDMA erhielten den Auftrag, als zentrale Koordinierungs- und Steuerungsinstanz die »Plattform Industrie 4.0« für die Umsetzung der Handlungsempfehlung zu organisieren. Auf deren Internetseite genauso wie in der Handlungsempfehlung wird eine Einladung zur Mitgestaltung der Industrie 4.0, insbesondere auch beim Thema »Mensch & Arbeit« ausgesprochen.⁸

wird ein aktiver Teil der Produktion.«⁹ Cyber-physische Systeme verbinden IT-Komponenten mit mechanischen und elektronischen Komponenten über Draht oder Funk zu vernetzten Systemen.¹⁰

Vision einer vernetzten Welt

Die Promotoren sehen in ihrer Empfehlung die Entwicklung als eine »... Vision: Industrie 4.0 als Teil einer vernetzten



Die Smart Factory im Internet der Dinge und Dienste

Internet der Dinge und Dienste

Industrie 4.0 bringt die »Intelligente Fabrik« – die Smart Factory – als Bestandteil des Internet der Dinge und Dienste, neben anderen »smart«-Technologie-Anwendungsbereichen (wie city, building, home, services, mobility, logistics).

Die Abbildung oben zeigt eine Fabrik, »in der Bauteile und Maschinen als ebene jense cyber-physische Systeme Teil eines Informationsnetzes sind, das sich selbst steuert und überwacht, das kommuniziert und Entscheidungen trifft. Sie sehen Bauteile, die ihren Weg durch die Produktion finden, die mit Transportmodulen und Werkzeugmaschinen Details ihrer Fertigung abstimmen und ihre Herstellungs- und Produktdaten sammeln, abgleichen und speichern. Das entstehende Bauteil

intelligenten Welt.«¹¹ Technologische Sprünge sind somit kaum zu erwarten, eher werden kontinuierliche Entwicklungen, die wir bereits von Ganzheitlichen Produktionssystemen kennen, weiterge-

² <http://forschungsunion.de/mitglieder/index.html>

³ Zitiert nach www.acatech.de/de/ueber-uns/geschichte/wissenschaftliche-akademien-in-deutschland.html

⁴ Siehe Fußnote 3

⁵ www.dfki.de/web/ueber

⁶ www.dfki.de

⁷ Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, April 2013

⁸ www.plattform-i40.de/

⁹ pzh 2012, aaO.

¹⁰ www.iuk.fraunhofer.de/index2.html?Dok_ID=82&Sp=1&MID=2262 (Stand: 7.5.2013)

¹¹ Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, aaO.

führt.¹² Die Potenziale stecken im Zusammenwachsen bisher getrennter Welten. Da ist das Konzept der Automation, das Übertragen von Arbeit vom Menschen auf »Automaten« – also auf selbsttätige Maschinen. Vom Toyota Produktionssystem kennen wir das Prinzip der Automation (japanisch: Jidoka). Seit Toyoda Sakichi 1902 den bei Fadenbruch selbsttätig anhaltenden Webstuhl erfunden hat,

und ausgeprägter vertikaler Integration über »downsizing« und »rightsizing« (durch Fremdvergabe, Abspalten und Verlagern) hin zu Produktionsnetzwerken.

Sie sind umfassend darauf angewiesen, mit rechtzeitiger (just-in-time) Belieferung versorgt zu werden, um ihre jeweiligen Abnehmer versorgen zu können. Die Bedeutung der Logistik wuchs in dem Maße, wie die Zerlegung und Auflösung

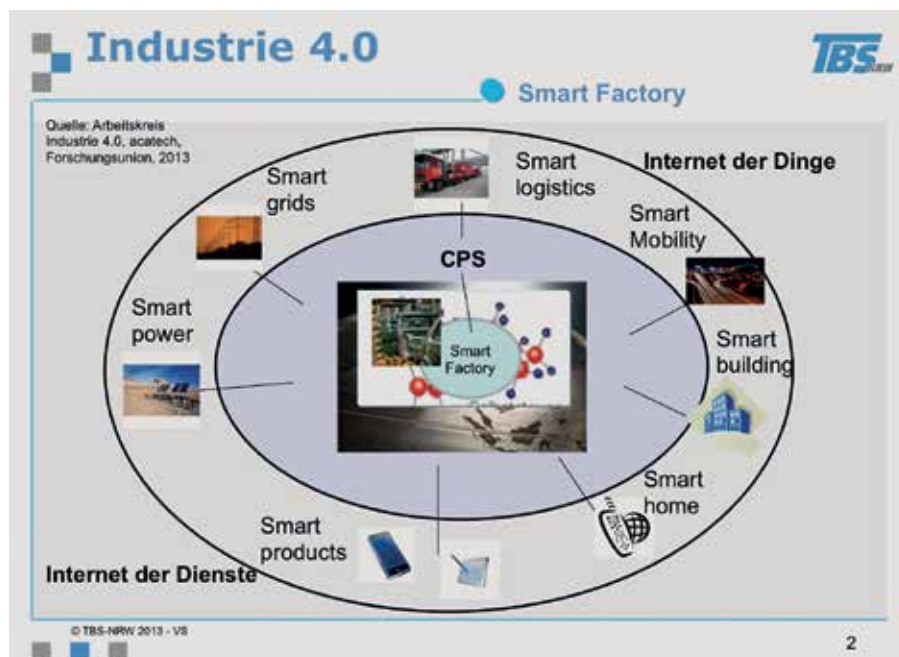
integrated Manufacturing), die rechnerintegrierte Fertigung. Damals sollten die verschiedenen EDV-Systeme verschiedener Hersteller durch Software- und Hardware-Standards in die Lage versetzt werden, zu kooperieren. Zu jener Zeit waren die Systeme von ihrer Leistung her langsam und technisch noch unausgereift. Die Diskussion über die Rolle »des Menschen« in der Produktion war dagegen so heftig, dass heute der Eindruck durchscheint, dass die Förderer der Industrie 4.0 jetzt bereit sind, einiges dafür zu tun, eine solche Debatte gar nicht erst entstehen zu lassen.

Im Jahr 2013 ist wieder »Integration« das Thema und Leitthema der Hannover Messe. Wieder geht es um ein Zusammenwachsen. Aber dieses Mal nicht nur von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) und Teilsystemen der Produktion wie Konstruktion, Planung und Fertigung. Vielmehr geht es in einem weiteren Sinne um die Konvergenz von IKT und Produktionstechnik auf der Grundlage weiter entwickelter Technologie über Produktions- und Logistiknetzwerke hinweg, wobei als neuer Standard das Integrationsmedium per se, das Internet hinzukommt.

Integration geht auf zweierlei Weise, nämlich als:

- Zusammenführen von Zulieferern, Herstellern und Kunden entlang von Wertschöpfungsketten und -netzwerken (horizontal).
- Zusammenführen von hierarchischen Ebenen wie Unternehmens-, Leit- und Prozessebene im Rahmen von Steuerungsebenen (vertikal).

Was ist neu beim Thema Integration? Die Hannover Messe lässt in einem Video einen Aussteller folgende knappe Zusammenfassung treffen: »Schwerpunkt unseres diesjährigen Auftritts ist die durchgängige Echtzeit-Integration und Flexibilisierung der logistischen Prozesse und der Fertigungssteuerungen, und damit wird das MES (Manufacturing Execution System) zum Nukleus der Smart



Von der Großfabrik zum Produktionsnetzwerk

war das Jidoka-Prinzip eingeführt. Mit beispielsweise den »Andon-Leinen« zum Anhalten von Montagebändern findet das Prinzip seine arbeitsorganisatorische Weiterführung und spiegelt sich in den Kompetenzen und Aufgabenbeschreibungen der Beschäftigten.¹³

Selbststeuernde Maschinen, die mit Sensoren, Aktoren und »intelligenten«, also rechnergestützten Steuerungen versehen sind, kennt die Produktionstechnik seit Langem. Im Zuge der Globalisierung sind neue Organisationskonzepte entstanden. Make-or-Buy-Entscheidungen für ein ökonomisch oder marktstrategisch begründetes Abspalten und Verlagern von Produktionsaufgaben hin zu anderen Standorten und Unternehmen (Outsourcing) haben gemeinsam mit weltweiter Beschaffung (Global Sourcing) längst eine auch global vernetzte Produktion hervorgebracht. Die Entwicklung verlief über die Auflösung monolithischer Großunternehmen mit hoher Fertigungstiefe

der Systemgrenzen eines Unternehmens oder einer Fabrik fortschritten. Zu diesem Zweck mussten nicht nur Standards, etwa für Qualität und Kommunikation geschaffen werden. Auch die Zulieferer und Lieferketten (Supply Chains) mussten daten- und informationsseitig verbunden und vernetzt werden, was derzeit noch mit hohen Aufwänden verbunden ist, und in der Regel unternehmensbezogene Eigenheiten aufweist. Die neuen Fähigkeiten des Internet, die mit dem nahezu unbegrenzten Adress-Vorrat des Protokolls der Version 6 entstanden, lassen jetzt die Vision allseitig verbundener oder »integrierter« Cyber-Physischer Systeme als realisierbar erscheinen.

Integration aller Industriesysteme

Integration: Das erinnert viele Leser an die Diskussion um CIM (Computer In-

¹² Siehe dazu den Schwerpunkt in der CuA: Die Vision eines arbeitsorientierten Ganzheitlichen Produktionssystems, in: CuA 2/2012, 4 ff.

¹³ Näheres im Glossar zu Ganzheitlichen Produktionssystemen, in: CuA 2/2012, 33

Factory im Industrie 4.0 Zeitalter.«¹⁴ MES kann etwa mit »Fertigungs-Ausführungs-System« übersetzt werden und bezeichnet IKT-Systeme, die in der betrieblichen Planungs- und Steuerungshierarchie zwischen dem übergeordneten Enterprise Resource Planning (ERP) und der Prozesslebene oder Steuerungsebene angesiedelt sind (siehe die Abbildung unten).¹⁵

beitungsgänge und -reihenfolgen, aber auch Planungs-, Instandhaltungs- oder Qualitätsprozesse selbst mit, indem sie Daten übertragen, aufnehmen, speichern, verarbeiten und ausgeben.

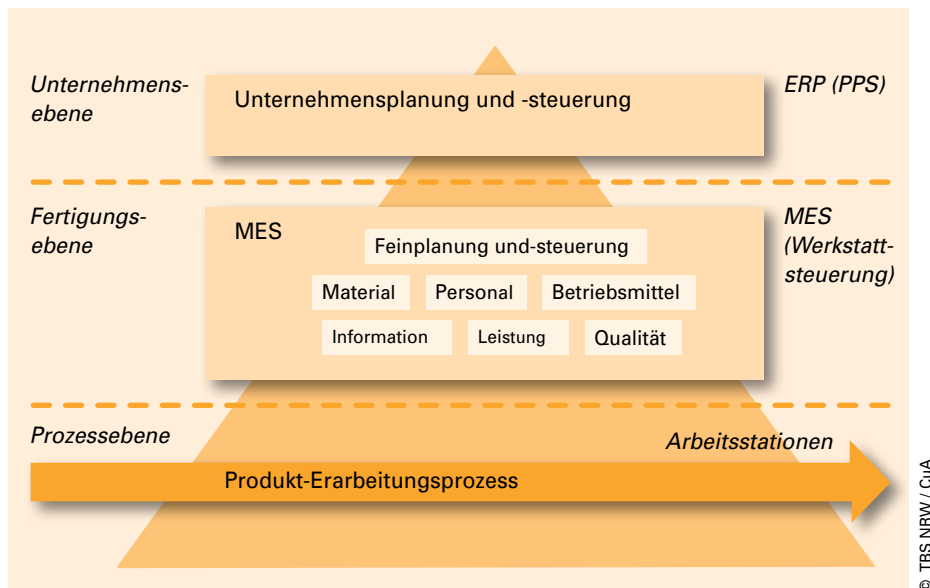
Das »intelligente« Produkt (und/oder der »intelligente« Ladungsträger oder das »automatisch geführte Transportmittel«) übernimmt selbst eine aktive Rolle im Produktionssystem. Es kommuniziert

gende technische Komplexität optimal zu beherrschen.«¹⁶

Assistierter »Bediener«, das klingt aber nicht danach, als sei die Technik das Werkzeug und »der Mensch« der Benutzer der Technik? Von solchen wesentlichen Kleinigkeiten abgesehen: In der Arbeitswelt 4.0 sollen die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Arbeitnehmer durch technische Hilfsmittel erweitert werden, die es ihnen erlauben, bruchlos mit der digitalen Welt zu kommunizieren. Passende Benutzungsschnittstellen sind die Bedingung dafür. Beispielsweise können sie mit Hilfe von speziellem Sehgerät, über Displays oder berührungsempfindliche Mensch-Maschine-Schnittstellen auf unterstützende Techniken wie Computer-Simulation im 3-D-Format oder auf Methodenbanken zugreifen.

Voraussetzung für Integration ist die digitale Fabrik, besser: die digitale Produktion. Das bedeutet, dass alle zugehörigen Informationen in Form von digitalen Daten vorliegen, beziehungsweise erzeugt und umgewandelt werden können. Und es braucht Konventionen und Standards, damit die Datenformate auch allgemein und sicher verarbeitet werden können. Weiterhin braucht es – neben den unterschiedlichsten Arten von Sensoren – Technologien zur Identifikation von Objekten und Prozess-Zuständen wie Bilderkennungs- und Verarbeitungstechnologien. Hinzukommen müssen Speicherung und Übertragung, zum Beispiel in Form von RFID-Technologie in Funketiketten, oder durch »intelligente« Ladungsträger wie Behälter und Container, die im Rahmen der Intralogistik wie auch der Extralogistik sowohl Identifikations-, Ortungs- als auch Steuerungsaufgaben wahrnehmen können.

Auch damit die Steuerungsebenen im Rahmen einer Steuerungsarchitektur miteinander kommunizieren können, sind Standards und Schnittstellen erforderlich, damit durchgängige Datenflüsse



MES-Systeme sind zwischen ERP-System und Prozesslebene angesiedelt.

MES als Integrationsmedium: Sie bringen den Produkterarbeitungsprozess mit den Beschäftigten, verteilten und eingebetteten Systemen und smarten Objekten der Fertigung und der Logistik in der vernetzten Industrie 4.0 – unabhängig von deren Ort – zusammen mit der Unternehmensplanungs- und Steuerungsebene. Gesteuert wird somit im Rahmen von IKT-Architekturen mit gestuften Steuerungshierarchien.

Ein Modell der Smart Factory zeigte auf der Messe, dass in einer modular aufgebauten Produktionslinie bereits praxistaugliche Anwendungen möglich sind. Die Kommunikation zwischen Produkt, Anlage, Maschine und dem menschlichen Benutzer ist die Grundlage für diese neue Form der durch das Internet getriebenen, fortschreitenden Vernetzung aller Bereiche und Systeme von Industrie, Logistik und Produktion.

Mit Prozessoren, Speicher und Kommunikationstechnik versehene Objekte, zum Beispiel die zu bearbeitenden Werkstücke, steuern Abläufe und Bear-

mit Maschinen und Werkern und anderen Systemkomponenten wie der Fertigungsleittechnik um als »selbsttätiger materialisierter Produktionsauftrag« seine Bearbeitung sowie seinen Durchlauf durch die Produktion mitzusteuern.

In der Sprache der »künstlichen Intelligenz« klingt das so: »Durch intelligente Maschinen werden Produktionsmittel zu Cyber-Physischen Systemen (CPS), autonomen Elementen mit lokaler Steuerungszintelligenz, die über offene Netze und semantische Beschreibungen in einem Automatisierungsnetzwerk mit anderen Maschinen, Produkten und Anlagen kommunizieren. Sie sind verteilte, intelligente Objekte, die miteinander über Internet-Technologien vernetzt sind. Im Bereich der Produktionstechnik werden sie auch als Cyber-Physische Produktionssysteme (CPPS) bezeichnet. Das Paradigma des assistierten Bedieners stellt schließlich den Menschen im Zentrum der Fabrik dar, der durch kontextsensitive Informationsbereitstellung und Augmented Reality unterstützt wird, um die stei-

14 Ahlers, »Industrie 4.0« auf der Hannover Messe Industrie 2013

15 Steinberger, Manufacturing Execution Systems – (neue?) Aufgaben für die Belegschaftsvertretung, in: CuA 8/2011, 14 ff.

16 www.dfki.de/web/presse/pressemitteilung_intern/2013/fabriken-werden-intelligent-die-dfki-smartfactorykl-revolutioniert-die-industrie, 14

in zwei Richtungen möglich sind, nach unten wie nach oben. Abgestufte Steuerungskonzepte nach dem Modell der Kaskadensteuerung sollen durch schrittweise Verfeinerung nach unten oder Verdichtung nach oben sowie modularen Aufbau und Aufgabenteilung zwischen den verschiedenen Ebenen dafür sorgen, dass auch in komplexen Systemen die Anforderungen von Echtzeitverarbeitung und Reagibilität umgesetzt werden können.

Dabei werden jeder Steuerungsebene diejenigen Daten und Aufgaben zugeordnet, die technisch und informationell

ner Schlüssel-Leistungs-Kennziffer (englisch: Key Performance Indicator, KPI) zurück bis auf die Maschine oder den Arbeitsplatz oder die Person im Rahmen der Tracking-Funktion ist ein möglicher Bestandteil der »vertikalen« Integration.¹⁷

Integration hat noch eine weitere Dimension. Im Zuge der Auffächerung von Produktionsaufgaben auch über verschiedene Zuliefer-Ebenen braucht es die Zusammenführung aller Partner im Rahmen von Produktions- oder Wertschöpfungs-Netzwerken, die sogenannte »horizontale Integration«. Dazu sind Zu-

der Smart Factory an die Industrie der Zukunft herangehen.

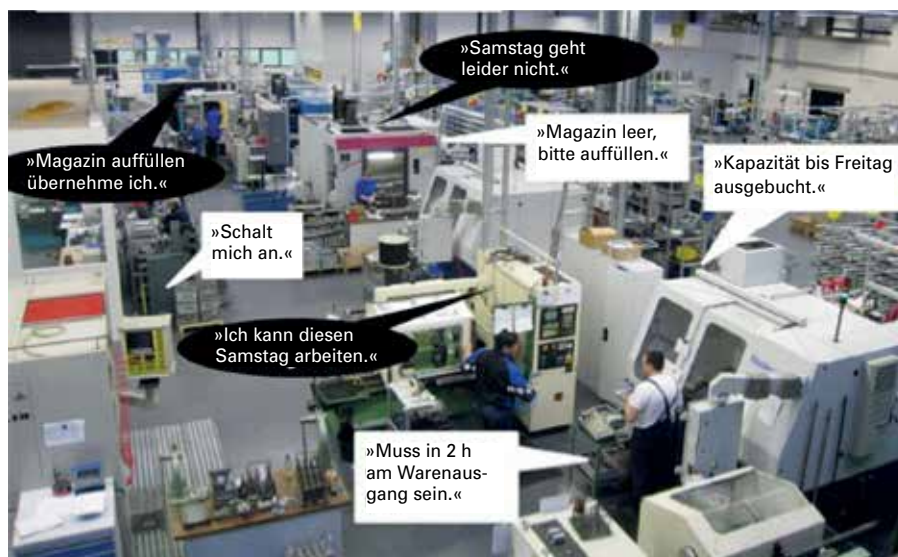
Fabriken werden »intelligent«

»Fabriken werden intelligent«, titelt das DFKI auf seinen Internetseiten. Als ob die hoch wettbewerbsfähige deutsche Industrie hieran Mangel hätte.¹⁸ Diese berufliche Deformation zeigt wohl vielmehr die verkürzte Sicht, mit der manche Technikvertreter das Thema Industrie 4.0 angehen. Es zeigt vor allem die Notwendigkeit einer übergreifenden Beteiligung und Kooperation über Interessen und wissenschaftliche Disziplinen hinweg. Nur wenn diese gelingt, kann die Entwicklung der Industrie 4.0 im »intelligenten« Zusammenspiel von menschlicher und technischer Intelligenz die Chancen einer neuen Arbeitswelt realisieren, ohne auf technikzentrierten Teiloptima sitzen zu bleiben.

Achillesferse – Datenschutz und -sicherheit

Einen besonderen Stellenwert in der umfassend digitalisierten Welt besitzen die Datensicherheit gegenüber akzidentellen Störereignissen oder kriminellen Angriffen und der Datenschutz. Das betrifft alle Bereiche des Rechnereinsatzes. Die alte Regel besagt, es gibt immer nur relativen Datenschutz beziehungsweise relative Datensicherheit. Durch umfassenden Einsatz unmittelbarer Sicherheitstechnik kann versucht werden, Gefährdungen zu minimieren.

Wegen der unüberschaubaren Gefährdungspotenziale im Bereich der internet-basierten IKT, Steuerungstechnik, der Prozess- und Fertigungsautomation liegt hier für die Industrie 4.0 ein hoher Forschungsbedarf. Ein Schlagwort für internet-gestützte Technologien ist das Cloud Computing. Das meint »... Anbieten, Nutzen und Abrechnen von IT-Dienstleistungen«, und »... umfasst das komplette Spektrum der Informationstechnik und beinhaltet unter



Maschinen, Produkte, Objekte und Menschen kommunizieren vernetzt.

von den Steuerungsinstanzen der jeweiligen Ebene zu verarbeiten sind. Hierzu zählen auch die menschlichen Akteure auf den jeweiligen Steuerungsebenen, die mit ihrer jeweiligen Informationsverarbeitungskapazität genauso zu den Gestaltungsfaktoren gehören, wie die technischen Instanzen. Hier sind jeweils aufgabenspezifische Sprachen im Spiel und Übersetzungen erforderlich, die systemseitig umzusetzen sind. Ein Beispiel: Der Impuls eines Sensors in der spannenden Fertigung kommt auf der obersten Steuerungsebene – zum Beispiel im ERP-System – an als Veränderung in einer Produktivitäts-Kennziffer oder in der Gewinn- und Verlustrechnung. Die »Übersetzungen« aus der Sprache des Sensors oder der Maschinensteuerung in die der Betriebswirtschaft können etwa durch das MES-System zu leisten sein. Auch der umgekehrte Weg (»drill down«) der Verfolgung der Information von ei-

sammenarbeits- oder »Kollaborations«-Konventionen, das heißt vertragliche Absprachen genauso wie technische Standards der Kommunikation erforderlich. Und als verbindendes Medium das Netz der Netze, das Internet.

Von der Hierarchie zur Selbststeuerung

In Zukunft erfolgt die Steuerung vielleicht durch neue, eine umfassendere »Selbststeuerung« ermöglichende Technologien und Architekturen. Dabei könnte nicht nur ein beträchtlicher Teil heute noch von menschlichen Aufgabenträgern ausgefüllten Steuerungs- und Managementaufgaben auf die neuen Systeme übertragen werden.

Wer einen Hammer hat, sieht überall Nägel! Diese Redensart verweist auf die Einseitigkeit, mit der manche Promotoren

¹⁷ Steinberger/Fickert, GPS-Leistungsdaten / Eigene Kennzahlen für eine humanere Arbeitswelt, in: CuA 2/2012, 19 ff.

¹⁸ www.dfki.de/web/presse/pressemitteilung_intern/2013/fabriken-werden-intelligent-die-dfki-smartfactorykl-revolutioniert-die-industrie

anderem Infrastruktur (beispielsweise Rechenleistung, Speicherplatz), Plattformen und Software.«¹⁹ Daten die irgendwo im weltweiten Netz gespeichert sind, oft ohne Transparenz über die Verhältnisse bei der speichernden Stelle. Im deutschen findet die Ambivalenz gegenüber diesen wolkigen Umständen besonders unter Datenschützern ihren Ausdruck in dem »Running Gag«: »Die Cloud die klagt.«

Nach den großen Datenschutz-Skandalen der letzten Jahre in der deutschen Wirtschaft sind die Erwartungen an Datenschutz- und -sicherheit dabei noch stark gestiegen. Das gilt nun auch im Hinblick auf ein angemessenes Datenschutzniveau in der allseits und umfassend vernetzten Industrie 4.0, besonders, wenn unsichere Drittländer und Staaten den Schutz vor unberechtigten Zugriffen nicht gewährleisten.

Die Vorstellung eines außer Kontrolle geratenen Roboters, einer Fehlsteuerung explosionsgefährdeter Prozesse, des Datendiebstahls durch nicht autorisiertes Auslesen beziehungsweise Diebstahl von Produktionsdaten oder von Produkten, die Datenträger mit sich führen, soll hier genügen, um die Angreifbarkeit der Smarten Fabrik zu verdeutlichen. Aus diesen Gründen waren die Themen »Safety und Security in Automation« mit dem vertrauensbildenden Motto »Das Digitale Fort Knox« im Forum Industrial IT auch auf der Hannover Messe 2013 vertreten.

Arbeitswelt 4.0 – der Mensch im Mittelpunkt

In der Industrie 4.0 soll »der Mensch« im Zentrum stehen. IKT-gestützte Qualifizierungs- und Assistenzsysteme sollen ihn bei seiner Arbeit in der Arbeitswelt 4.0 unterstützen. Mit Hilfe solcher Smart-Technologien soll aus dem Arbeitnehmer der »Augmented Operator« werden, übersetzt: der durch die Technik in seinen Möglichkeiten und in seiner Arbeitskapazität »vergrößerte« oder »erweiterte« Werker.

Nach einer Publikation des Produktionstechnischen Zentrums der Leibniz Universität Hannover (PZH) wird in der Smart Factory weniger ausführende und mehr hoch qualifizierte Arbeit anfallen: »Damit wird sich auch die Arbeitswelt

weiter verändern: Mehr hoch qualifizierete Mitarbeiter werden gebraucht, um Prozesse zu initiieren; weniger, um sie auszuführen. In einer Welt, in der immer mehr Produkte individuell nach Kundenwünschen produziert und in immer größeren Warenströmen unterwegs sind, bergen diese Ideen auch jenseits der Fertigung immense Potenziale.«²⁰ Dahin verweist auch das Stuttgarter Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation in seiner Publikation »Arbeit der Zukunft«: »Denn für Niedrigqualifizierte ist kaum noch Platz ...«²¹ Wahrscheinlich ist, dass die Anforderungen an die Flexibilität aller Beschäftigten nach einer aktuellen Studie des IAO eher noch zunehmen werden: »Flexibilität ist nach wie vor der Schlüsselfaktor für die Produktionsarbeit in Deutschland – in Zukunft aber noch kurzfristiger als heute.«²²

Szenario – mehr qualifizierte Arbeit

Es lassen sich sicher ganz unterschiedliche Szenarien vorstellen, wie sich die Arbeit in der Industrie 4.0 darstellen wird. Wie immer reicht die Spanne von optimistisch bis pessimistisch. Wo mittlerweile in vielen Publikationen vorrangig die Optimisten zu Wort kommen, sei hier auch etwas Pessimismus erlaubt: Es spricht einiges dafür, dass das PZH-Szenario plausibel ist. Erstens steht es nicht allein, zum Beispiel die Computerwoche berichtete:

»Doch IG-Metall-Vize Detlef Wetzel hält auch Negativszenarien für möglich. »Die Beschäftigten sind nur noch vernetztes Rädchen in einer unmenschlichen Cyber-Fabrik, ohne nennenswerte Handlungskompetenzen, entfremdet von der eigenen Tätigkeit«, fürchtet er und fordert: »Nach der vielfach festzustellenden Dequalifizierung von Produktionsarbeit brauchen wir jetzt einen Schub an Requalifizierung.«

Das sieht Bosch-Manager Struth ähnlich. Neben Ingenieuren mit vertieftem Wissen über die Produktion brauche die vernetzte Fabrik auch »qualifizierte Menschen, die diese Abläufe mit Algorithmen regelungstechnisch beschreiben, Strategien entwickeln und all das in Software gießen«. Statt kühler Cyber-Fabriken also mehr Faktor Mensch.

Von entscheidender Bedeutung für den Erfolg von Industrie 4.0 würden Fachleute sein, die an den Schnittstellen von Produktion und IT arbeiten. »Bei uns sieht der Lösungsansatz so aus, dass wir Ingenieure ausbilden, damit sie sich über die Schnittstellen hinweg, also sowohl in Produktion als auch IT, auskennen«, sagt Struth.«²³

Mit Einsatz der »smarten« Technologien und bei Gelingen ihrer jeweils zielgenauen »Orchestrierung« sind optimierte Planungen auf der Basis gültigerer Informationen möglich sowie eine effizientere Steuerung von Abläufen und des Einsatzes von Ressourcen. Die Leistungen und Kapazitäten der Beschäftigten werden transparenter, ihre Leistungserbringung noch stärker steuerbar und beherrschbar. Eine daraus entstehende stärkere Nutzung der Binnenpotenziale des Unternehmens kann zu höheren Beanspruchungen und Belastungen für die Beschäftigten führen, sofern es nicht gelingt, passende Regularien zu entwickeln, betrieblich wie überbetrieblich.

Soweit der Einsatz smarter Technologien zu einer Entleerung von Arbeitsaufgaben beispielsweise von dispositiven Teilaufgaben führt, besteht zudem die Gefahr einer Dequalifizierung und möglicher Einkommensverluste für die betroffenen Beschäftigten. Und immer ist auch die Übertragung von menschlicher Arbeit auf »smarte« technische Aufgabenträger eine Option, besonders aus Arbeitgebersicht.

Die Produktions- und Automatisierungstechnik ist auf dem Weg, noch höhere Automationsgrade zu ermöglichen. Der Anteil der direkt produktiven Tätigkeiten wird dadurch noch stärker sinken, genauso wie auch bei den indirekt produktiven Tätigkeiten durch Rationalisierungseff-

¹⁹ Zitiert nach Konrad-Klein/Michalke, Virtualisierung + Cloud Computing, in: Heft 73, Reihe Arbeit, Gesundheit, Umwelt, Technik, TBS beim DGB NRW e.V. (Hrsg.), 2012

²⁰ pzh 2012, aaO.

²¹ Aus: Wilke, Lernen wir nie aus?, in: Spath/Bauer/Ganz (Hrsg.), Arbeit der Zukunft / Wie wir sie verändern, wie sie uns verändert, Fraunhofer-IAO, 2013, www.iao.fraunhofer.de

²² Spath (Hrsg.)/Ganschar/Gerlach/Hämmerle/Krause/Schlund, Produktionsarbeit der Zukunft / Industrie 4.0, 2013, www.iao.fraunhofer.de

²³ Zitiert nach www.computerwoche.de/a/hype-um-industrie-4-0,2536189

fekte klassische »Kopfarbeit« wegfällt. Von der Tendenz her wird der relative Anteil lebendiger Arbeit in den Cyber-Physical Production-Systems (CPPS) sinken.

Arbeit und Technik kein Gegensatz

Das Würdigen von Können, Schaffensfreude und Schöpferstolz und das Anerkennen der Kreativitätsleistungen der Akteure in den Informatik- und Ingenieurwissenschaften sind ein Aspekt bei der Entwicklung der Industrie 4.0. Und es bestehen viele Chancen und Möglichkeiten, die es zu realisieren gilt.

Ein anderer Aspekt ist, dafür zu sorgen, dass nicht einseitiges Wahrnehmen der Technikpotenziale den Blick für die Seite der Arbeit verstellt. Hier ist einerseits die – nicht nur marginale Beteiligung – der Human-, Gesellschafts- und der Arbeitswissenschaften sicherzustellen. Technik- und Arbeitsgestaltung müssen zusammengedacht werden – nicht erst die Technik, danach die Arbeit.

Auch die Beschäftigten in den anwendenden Betrieben sind – als Experten ihrer Arbeit – in beteiligungskompetenter Form einzubeziehen. Dies in tariflichen sowie betrieblichen und überbetrieblichen prozessbezogenen Vereinbarungen zu regeln, ist ein Gestaltungsfeld für die Interessenvertretungen. Damit ist keineswegs eine Form der Pseudo-Beteiligung gemeint, die unter Vortäuschung gleichberechtigter Teilhabe an den verbundenen Entscheidungen eine »Einbindung« der Betroffenen in Zielvorgaben betreibt, die Resultat von – an anderer Stelle bereits getroffenen – Vor- und Fremdentscheidungen sind.

Vierte Arbeitswelt verändert Gesellschaft

Dann ist da auch die Diskussion über die gesellschaftlichen Folgen des Einsatzes der neuen Technologien und ihrer Potenziale. Die Fragen, die in demokratisch legitimer Form zu beantworten sind, lauten: Wie wollen wir leben, wie wollen wir arbeiten, wie wird gesellschaftlich geschaffener gesellschaftlicher Reichtum verteilt?

In der »vierten« Arbeitswelt entstehen auch neue Tätigkeiten und Dienstleistungen. Das sind zum einen solche, die zu umfassenderen Aufgabenzuschnitten bei den durch die smarten Systeme »augmentierten« Beschäftigten führen. Hier werden zum Beispiel leistungsgerechte Entgeltregelungen zu gestalten sein. Auch arbeitswissenschaftlich fundierte, lebensphasen- und altersgerechte Arbeits- und Laufbahngestaltung unter Berücksichtigung familiärer Situationen sowie körperlicher und psychischer Belastungen sind auf der Tagesordnung.

Falls die Bedingung eintritt, dass der Anteil höher qualifizierter Arbeit in der Industrie 4.0 steigt, bieten sich Chancen für die Beschäftigten. »Wenn die zentrale, hierarchische Steuerung entfällt, können Gestaltungsspielräume für die Beschäftigten entstehen. Und diese Gestaltungsspielräume müssen wir nutzen. Dann wird auch die Arbeit besser, interessanter, verantwortungsvoller ... und wird sich in Richtung Problemlösung verlagern. [...] die Menschen müssen die Systeme steuern, nicht umgekehrt. Höhere Flexibilität ja, aber nicht auf Kosten der Beschäftigten. Und die Arbeit darf auch nicht prekär sein, mit Niedriglöhnen und Leiharbeit. Wir wollen bessere statt billigere Arbeit. Basis dafür ist eine lernförderliche Arbeitsorganisation. Alle müssen die Chance haben, von den Ingenieuren bis zu den Angelernten.«²⁴

Dazu sind auch auf Unternehmens- und Betriebsebene Regelungen für den Erhalt und die Weiterentwicklung von Qualifikationen sowie die mitlaufende »kontinuierliche« Qualifizierung zu schaffen, die auch umgesetzt werden müssen.

Crowd Sourcing bedroht Arbeitsplätze

Wie und wo aber wird hoch qualifizierte Arbeit realisiert werden? Hier tun sich durch die Potenziale des World Wide Web ebenfalls ganz neue Dimensionen auf. Und ganz konkret auch die Gefahr weiterer Zunahme prekärer und unsicherer Beschäftigung, etwa in Form von Werkvertragsarbeit, auch in neuer Form vermittelt über das Internet.

Besonders für rechnergestützte Tätigkeiten, die unabhängig von Arbeitszeit und -ort erbracht werden können, entstehen neue Märkte. Dazu gehört nicht nur

die Verlagerung ganzer Informatik-, aber auch Entwicklungs- und Dienstleistungsbereiche in neue Informatik- und Entwicklungszentren – etwa in Indien oder China.

Neue Formen der Arbeit im Werkvertragsverhältnis entstehen.²⁵ Nicht finstere Halbweltgestalten, die mit der Not von Menschen Geschäfte machen, treten hierbei als Schlepper auf und teilen sich die Beute mit Verbündeten in den beauftragenden Betrieben. Vielmehr schreiben Firmen über spezifische Vermittlungsplattformen Auftragsarbeiten im Internet aus und suchen sich darüber Anbieter – Crowd Sourcing eben. Über die Angebots- und Preispolitik der Anbieter entscheiden Faktoren wie Lebenshaltungskosten am Standort – und über deren Beauftragung letztlich immer auch der Preis.

Auch dieses Crowd Sourcing stellt eine Bedrohung für die Arbeitsplatzsicherheit eben jener Beschäftigtengruppen dar, die nach allgemeiner Auffassung zu den potenziellen Rationalisierungsgewinnern der Industrie 4.0 gehören könnten. Aus gewerkschaftlicher Sicht ist »... Crowd Sourcing dann ein Problem, wenn Aufträge extern vergeben werden, was mittlerweile gang und gäbe ist. Das ist dann nichts anderes als Akkordarbeit mit geringen Stundenlöhnen«. »Unsichere Arbeit ist leider inzwischen auch ein Thema für Ingenieure und IT-Beschäftigte.« Die IG Metall beispielsweise möchte dem begegnen durch »... lebensverträgliche Arbeitszeiten statt Arbeiten ohne Ende und Burn-out.«²⁶

Jan Marco Leimeister forderte auf der Engineering- und IT-Tagung »Zukunft der Arbeit« im September 2012 in Wolfsburg: »Damit es dabei nicht zu prekären Unterbietungswettbewerben kommt, muss es neue Spielregeln für ›Gute Arbeit‹ und eine starke Interessenvertretung in diesem Bereich geben.«²⁷

Dort berichtete auch der Betriebsrat Udo Lemke aus Düsseldorf über das bei

²⁴ Kurz in der metallzeitung, Mitgliederzeitung der IG Metall, Mai 2013

²⁵ Siehe dazu das Schwerpunktheft »Prekäre Beschäftigung«, in: AIB 6/2013

²⁶ Benner auf der Engineering- und IT-Tagung »Zukunft der Arbeit«, vom 25. bis 27.9.2012 AutoUni Wolfsburg, siehe auch www.igmetall.de/cps/rde/xchg/internet/style.xsl/zukunft-der-it-arbeit-10619.htm

²⁷ Leimeister auf der Engineering- und IT-Tagung »Zukunft der Arbeit«, 2012

IBM praktizierte Crowd Sourcing-Konzept »Liquid« und über »... einen enormen Aufwand, Crowd Sourcing-Projekte zu entwickeln, entsprechende (Teil-)Aufgaben zu definieren, auszuschreiben, zu prüfen und zusammenzuführen«. Gleichzeitig weist er darauf hin, dass das Unternehmen keinerlei Informationen über die damit verbundenen tatsächlichen Kosten herausgibt. Ungeachtet davon würden jedoch mehr und mehr Projektteams gezwungen, ihre Projekte mit einem »Liquid«-Anteil von rund 40 Prozent zu kalkulieren und umzusetzen.²⁸

In dem Forum zu Crowd Sourcing ging es um fortschreitende Standardisierung von Arbeitstätigkeiten und internationales Lohndumping durch Crowd Sourcing-Projekte.

Dabei wird Freiberuflichkeit von Freelancern auch »... als Chance für Autonomie, Selbstverwirklichung und Wertschätzung« angesehen, wenn sie dazu beitragen könne, dass künftig mehr IKT'ler einer nachhaltigen und intelligenten statt einer prekären und standardisierten Arbeit nachgingen. In der Debatte wurde deutlich, dass das bestehende gewerkschaftliche Instrumentarium – Tarifverträge, betriebliche Mitbestimmung, soziale Leistungen – angesichts der neuen Herausforderungen durch Crowd Working und Cloud-Strategien nur begrenzt greift, um in der wachsenden Hightech-Branche Leitplanken für sichere und faire Arbeit einzuziehen. Es gilt nun, Mittel und Wege ausfindig zu machen, um diese Entwicklung im Sinne der Beschäftigten beeinflussen zu können.«²⁹

Gesundheit am seidenen Faden

Zum pessimistischen Szenario können auch die folgenden Tatsachen beitragen. Sofern die Arbeit 4.0 mehr höher qualifizierte Tätigkeiten beinhaltet, sollten solche bereits sichtbaren Entwicklungen für die Gestaltung Guter Arbeit in der Industrie 4.0 berücksichtigt werden.

Projekte, internationale Teamarbeit und globaler Wettbewerb prägen die Arbeit von Ingenieuren und IT-Beschäftigten schon heute. Stress und psychische Belastungen nehmen zu. Das zeigte die Diskussion auf der Tagung »Zukunft der Arbeit« von Hans-Böckler-Stiftung und IG Metall im September 2012 in Wolfsburg.

»Arbeit in der IT-Branche hatte lange ein positives Image. Die Leute waren hochmotiviert, selten krank und wurden so gut wie nie frühverrentet. Jüngere Erhebungen zeigen jedoch, dass Stress und Burn-out in der Branche inzwischen weit verbreitet sind.« »Seit etwa zwei Jahren verändern sich die Arbeitsbedingungen ins Negative«, berichtete Anja Gerlmaier auf der Tagung in Wolfsburg. Die Wissenschaftlerin von der Uni Duisburg forscht seit Jahren zu den Arbeitsbedingungen in der Branche. Sie coacht Betriebe, um zu verhindern dass Beschäftigte wegen Burn-out und anderer Probleme ausfallen. Denn die Unternehmen riskieren erhebliche Umsatzeinbußen, wenn Mitarbeiter ernstlich erkranken und ausfallen und deswegen Termine platzen.

Beschäftigte in Ingenieurs- und IT-Bereichen laufen Gefahr, nicht mehr wirklich abschalten zu können, wenn ein und derselbe Mensch oft mehrere Aufgaben und Projekte parallel und jeweils unter Zeitdruck zu bearbeiten hat. »Fließbandarbeit am PC ist inzwischen gang und gäbe«, so Gerlmaier.³⁰

Das gilt so auch für viele Beschäftigte in Fertigung und Montage. Genauso wie Entwicklerteams stehen auch sie unter dem Druck, am Rande ihrer Belastbarkeit arbeiten zu müssen. Gründe sind immer kürzere »Product Life Cycles« und – vom Arbeitgeber eingeräumtes – aktives »Hineinregieren« der Kunden – selbst noch in späten Entwicklungs-, Produktions- und Umsetzungsphasen. »Generell sind die Personaldecken dünn. Die Teams sind aus wirtschaftlichen Gründen knapp besetzt und manchmal so spezialisiert, dass man sich kaum mehr gegenseitig vertreten kann, wenn einer krank wird.«³¹

Wenn zur umfassenden Vernetzung in der Industrie 4.0 auch noch die bereits heute vielfach gegebene »Erreichbarkeitsdiktatur« qua E-Mail, SMS und Telefone dadurch erhöht wird, dass Kunden etwa per Internet stärker in Prozesse der Produkt- und Prozessentwicklung mit einbezogen werden, werden solche Probleme verschärft.

Fazit

Jetzt soll das pessimistische Szenario – als ein Puzzlestein im Gesamtbild der

bisher zahlreichen optimistischen – nicht den Abschluss dieses kurzen Überblicks über das junge Thema Industrie 4.0 bilden. Von daher soll der Unternehmer und Aussteller-Vertreter der Hannover Messe Industrie 2013, Dietmar Harting, hier zu Wort kommen: »Wir werden keine menschenleeren Fabriken haben – wir werden Bildungs- und Qualifizierungsangebote machen, für unsere Mitarbeitenden, damit wir diese in die Veränderungen [...] die vor uns liegen, mitnehmen können.«³²

Der Weg wird evolutionär sein. Panikmache ist nicht angesagt. Doch die Zeit, um sich einzumischen in die Formulierung der Vision und das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, ist jetzt.

Neben der Verantwortung der Arbeitgeber auf dem Weg in die Industrie 4.0 besteht auch eine Verantwortung der Beschäftigten und ihrer Interessenvertretungen. Sie sind es, die mit dem Abschluss von betrieblichen und überbetrieblichen Vereinbarungen dafür zu sorgen haben, dass Technikgestaltung und Arbeitsgestaltung auf dem Weg über Qualifizierung und Beteiligung in Gute Arbeit umgesetzt werden.

Autor

Viktor Steinberger ist Berater bei der Technologieberatungsstelle (TBS) Nordrhein-Westfalen, Regionalstelle Düsseldorf, Kurfürstenstraße 10, 40211 Düsseldorf, fon 0211 179310-0

» viktor.steinberger@tbs-nrw.de

» www.tbs-nrw.de

cua-web.de

SERVICE

Voting-Box



²⁸ IT-Magazin Extra – IG Metall-Branchenmagazin 4/2012, Sonderausgabe zur Engineering- und IT-Tagung

²⁹ IT-Magazin Extra, aa0.

³⁰ www.igmetall.de/cps/rde/xchg/internet/style.xsl/zukunft-von-engineering-und-it-arbeit-10642.htm

³¹ IT-Magazin Extra, aa0.

³² www.tvonweb.de/kunden/dmag/hm2013/ab_de/index.html (Stand: 6.5.2013)