Berufsförderungsinstitut OÖ

Pädagogische Schriftenreihe des BFI OÖ
BAND 2

SEKTOR 4

Bildung und Arbeit 4.0

Wie wir lernen und arbeiten werden

Pädagogische Schriftenreihe des BFI OÖ

BAND 2

Bildung und Arbeit 4.0

Wie wir lernen und arbeiten werden

herausgegeben von

Mag.ª Katja Hemedinger

Leonhard Niederwimmer, BEd MA

© Berufsförderungsinstitut Oberösterreich
4020 Linz, Muldenstraße 5
www.bfi-ooe.at

Redaktion:
Mag.ª Katja Hemedinger, Leonhard Niederwimmer, BEd MA

Mail:
katja.hemedinger@bfi-ooe.at
leonhard.niederwimmer@bfi-ooe.at

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und der Verbreitung sowie der Übersetzung, sind vorbehalten. Alle Angaben sind trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr, eine Haftung des Autors oder des Verlages ist ausgeschlossen.

Satz und Druck: Berufsförderungsinstitut OÖ
Printed in Austria
ISBN: 978-3-9504172-1-0

Vorwort zur Pädagogischen Schriftenreihe

BAND 2
Bildung und Arbeit 4.0

Wie wir lernen und arbeiten werden

Seit jeher haben technische Errungenschaften die menschliche Arbeit und das alltägliche Leben verändert.

Doch die weitgehende Digitalisierung sowie wachsende Internettechnologien zur Kommunikation zwischen Menschen, Maschinen und Produkten (Industrie 4.0) verändern den Arbeitsmarkt und bewährte Ausbildungsmodelle in ungeahnter und rasanter Art und Weise. Der Arbeits- und Ausbildungsmarkt ist daher einem steten Wandel unterworfen, in welchem sich gleichzeitig die Qualifikationsanforderungen ändern.

Diese Veränderungen erfordern jedoch nicht nur die Anpassung an neue Technologien und Produktionsabläufe, sie benötigen ebenso ein neues Verständnis von Bildung. Weniger (formale) Qualifikationen, sondern Schulung von (Handlungs-) Kompetenzen und Flexibilität bilden die Grundlage eines neuen Ausbildungsverständnisses.

Die Aufgabe der Erwachsenenbildung ist es, diese Herausforderungen aufzunehmen und mit innovativen Lösungen Bildungsprozesse weiterzuentwickeln, um somit als wesentliche Stütze zur wirtschaftlichen Entwicklung des Landes beizutragen.

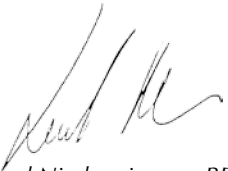
Die Frage, wie wir in Zukunft lernen und arbeiten werden war deshalb auch der thematische Schwerpunkt der letztjährigen Perspektiva Konferenz in Linz. Mit Referenten aus Kultur, Industrie, Wirtschaft und Wissenschaft wurden diese zukunftsweisenden Themen erörtert um im Weiteren die notwendigen Konsequenzen für den Bildungsbereich daraus abzuleiten.

Die Beiträge dieser Expertentagung finden sich in diesem Band und ganz im Sinne von Big Data auch online wieder.

Wir wünschen Ihnen auch dieses Mal wieder eine spannende Lektüre!

Die Herausgeber

Mag.ª Katja Hemedinger
(Leiterin der Abteilung Pädagogik)



Leonhard Niederwimmer, BEd MA

Inhaltsverzeichnis

Dr. Erol Selim
Industrie 4.0 – Chancen und Risiken einer angekündigten technischen Revolution 2

Mag. Michael Badics
(Digital) Art ist Power 16

Ing. Hermann Studnitzka
Kompetenzen für Industrie 4.0 22

Julian Wenz, M.A.
Was macht Industrie 4.0 mit uns? Was machen wir mit Industrie 4.0? 34

Industrie 4.0 – Chancen und Risiken einer angekündigten technischen Revolution

Dr. Erol Selim
Technische Universität Wien

Inhalt

1. Hintergrund der Industrie 4.0 – Die europäische Gesellschaft steht vor Herausforderungen 2

2. Hintergrund der Industrie 4.0 – Die europäische Industrie steht vor Herausforderungen 3

3. Industrie 4.0 als politisches Programm 4

   3.1 Industrie 4.0 als unternehmerische Hoffnung 4

   3.2 Industrie 4.0 als technologische Konsequenz 5

4. Intelligenz 6

   4.1 Intelligente Maschinen 7

   4.2 Intelligente Fabrik und intelligente Produktionsnetzwerke 7

5. Industrie 4.0 ist bereits hier! 8

6. Neue Geschäftsmodelle und Organisationsformen 9

7. Industrie 4.0 Aktivitäten an der Technischen Universität Wien 9

   7.1 Industrie 4.0 in der Lehre 10

8. Chancen und Risiken 11

Industrie 4.0 – Chancen und Risiken einer angekündigten technischen Revolution

Seitdem ich mich mit dem Thema Industrie 4.0 beschäftige, fragen Kollegen/innen und Fachkollegen/innen immer wieder: „Was ist das, Industrie 4.0?“ Man merkt, das Thema ist inzwischen sehr populär, vielfach jedoch noch nicht angekommen und auch noch nicht begrifflich fassbar.

Wirft man einen Blick auf die aktuellen Google Trends, bemerkt man ebenso, dass Industrie 4.0 inzwischen sehr populär geworden ist. Jedoch wurde noch nicht die Dimension der Internetwelle des Jahres 2000 oder die nachfolgende Web-2.0 Welle erreicht.

1. Hintergrund der Industrie 4.0 – Die europäische Gesellschaft steht vor Herausforderungen

Man kann die Beweggründe für Industrie 4.0 aus verschiedenen Perspektiven betrachten. Grundlage als auch Hoffnung für Industrie 4.0 bilden:

– Demographische Veränderungen

Derzeit sind demographische Veränderungen im Gange, denen sich niemand entziehen kann. Glaubt man Experten, wird das Bevölkerungswachstum zwischen 2050 und dem Jahr 2100 stagnieren. Dem Wirtschaftswachstum durch Bevölkerungswachstum sind somit Grenzen gesetzt.

Weiters werden die Menschen älter und es kommt zu einer Verschiebung innerhalb der Bevölkerungspyramide. Auch dies hat Auswirkungen auf die Arbeits- und Konsumwelt. Wir erleben in Zukunft mehr „ältere“ Mitarbeiter/innen und gleichzeitig „ältere“ Kunden/innen.

– Sinkende Verfügbarkeit von Rohstoffen

Die geringere Verfügbarkeit bestimmter Rohstoffe schlägt sich am Markt in Form von erhöhten Preisen nieder. Da ebenso der pro Kopf Verbrauch bestimmter Rohstoffe in den letzten zehn bis zwanzig Jahren sehr stark gestiegen ist, führt dies mitunter zu Problemen für die Industrie.

– Klimatische Veränderungen

Man spürt schon jetzt, dass klimatische Veränderungen stattfinden. Eine kürzlich ver-

öffentlichte Studie des deutschen Bundesumweltamtes schildert in ihrer Prognose sehr konkrete Auswirkungen. So ist davon auszugehen, dass bis in das Jahr 2100 in manchen Teilen Europas die Temperatur um bis zu sechs Grad Celsius steigen wird. Darüber hinaus sind sich die meisten Wissenschaftler/innen darüber einig, dass Wetterextreme in Zukunft häufiger anzutreffen sind und man vor allem in Europas Süden mit Dürreperioden rechnen muss.

2. Hintergrund der Industrie 4.0 – Die europäische Industrie steht vor Herausforderungen

– Globalisierung der Märkte

Dazu kommen weitere Herausforderungen, welche ebenso zum Teil in den globalen Veränderungen begründet liegen. So liegen Transport- oder Kommunikationskosten heutzutage in manchen Industrien nur mehr bei einem Bruchteil jener Kosten, die noch vor fünfzig oder hundert Jahren für dieselbe Leistung anfielen. So sank der Aufwand der Transportkosten auf zwei bis fünfzehn Prozent (je nach Industrie) des Warenwertes.

– Steigende Kunden- und Qualitätsansprüche

Es steigen die Kunden- und Qualitätsansprüche, die sicherlich in einem höheren Wohlstand in bestimmten Teilen der Welt begründet liegen. Dieser Qualitätsanspruch schreitet nicht nur in der westlichen Welt voran, sondern auch zunehmend im östlichen Teil unserer Erde.

– Mehr Konkurrenz zu europäischen Kernkompetenzen

Als weitere Triebkraft von Industrie 4.0 kann ebenso die Angst vor Konkurrenz betrachtet werden. Da in immer mehr Teilen der Welt höhere technische Kompetenz heranwächst, sehen sich Teile der Industrie (vor allem in Deutschland) zunehmend unter Druck gesetzt. Betrachtet man an dieser Stelle das Beispiel des Google Self-Driving Car, kann man die Anspannung bei deutschen Autobauern gut nachvollziehen.

Ein weiteres Beispiel ist die Solarindustrie, welche lange Zeit in Deutschland beheimatet war, deren Produktion inzwischen jedoch hauptsächlich in China stattfindet. Und auch der Maschinen– und Anlagenbau, eines der Herzstücke der deutschen Industrie, hat zunehmend mit Konkurrenz aus allen Erdteilen zu kämpfen. Selbst deutsche Indus-

trieunternehmen kaufen mittlerweile Maschinen und Anlagen aus chinesischer Produktion, weil sich Qualitätsstandards zunehmend angleichen.

3. Industrie 4.0 als politisches Programm

Nach dieser, vielleicht furchterregenden Abhandlung der Hintergründe für Industrie 4.0, sollte aber betont werden, dass Industrie 4.0 als politisches Programm auch einiges leisten kann. So bildet Industrie 4.0 auch eine ausgezeichnete Möglichkeit der Reindustrialisierung.

Einen langen Zeitraum hinweg, wurden Produktionsprozesse vor allem in Billiglohnländer ausgelagert. Es hat sich jedoch herausgestellt, (auch hier ist Deutschland wiederum Vorreiter) dass ein starker Industriestandort als wesentlicher Garant für Beschäftigung und volkswirtschaftliche Stabilität gelten kann. Des Weiteren ist Industrie auch eine wesentliche Grundlage um Forschung und Entwicklung voranzutreiben, um Innovationen zu fördern und um Arbeitsplätze zu schaffen und zu sichern. So ist Industrie 4.0 auch eng verbunden mit der Sicherung des Wirtschaftswachstums und daher als politisches Programm zu werten.

3.1 Industrie 4.0 als unternehmerische Hoffnung

Industrie 4.0 ist nicht nur ein politisches Programm sondern auch eine wichtige unternehmerische Hoffnung. Der Markt erwartet sich durch die Veränderungen neue Geschäftsmodelle:

- Mittels „Big Data“ kommen den Unternehmen mehr Informationen über Kunden/innen und Produktanwendungen zu.
- Der Konsument als Produzent oder die „Demokratisierung von Innovation“ wie Von Hippel es formuliert, führt dazu, dass Konsumenten/innen auch in die Produktentwicklung miteinbezogen werden.
- Die Servitisierung der Produktion welche dazu führt, dass Servicedienstleistungen mit dem Produkt gekoppelt werden.

Dies sind nur einige der neuen Geschäftsmodelle, denen wir tagtäglich begegnen.

Daneben verbindet man mit Industrie 4.0 auch neue Organisationsformen. Nicht selten

erlebt man Unternehmen, die einen Kurswechsel im Bezug zu Industrie 4.0 einleiten möchten. Bei solchen, oftmals vorstandsgetriebenen Entscheidungen, sollte jedoch vorab die Frage gestellt werden, ob dies mit der unternehmenseigenen Organisationsstruktur zu bewerkstelligen ist.

Vielfach wissen Unternehmen nicht, welche verändernden Auswirkungen eine Hinwendung zu Industrie 4.0 mit sich bringen, die in letzter Konsequenz auch eine veränderte Organisationsstruktur benötigen.

Neben neuen Geschäftsmodellen und Organisationsformen erhofft man sich durch Industrie 4.0 auch neue Produkte, die neue Bedürfnisse schaffen und gleichzeitig erfüllen sowie neue Technologien. Von den neuen Technologien erhoffen sich Unternehmen, effizienter zu produzieren und somit Kosten zu senken.

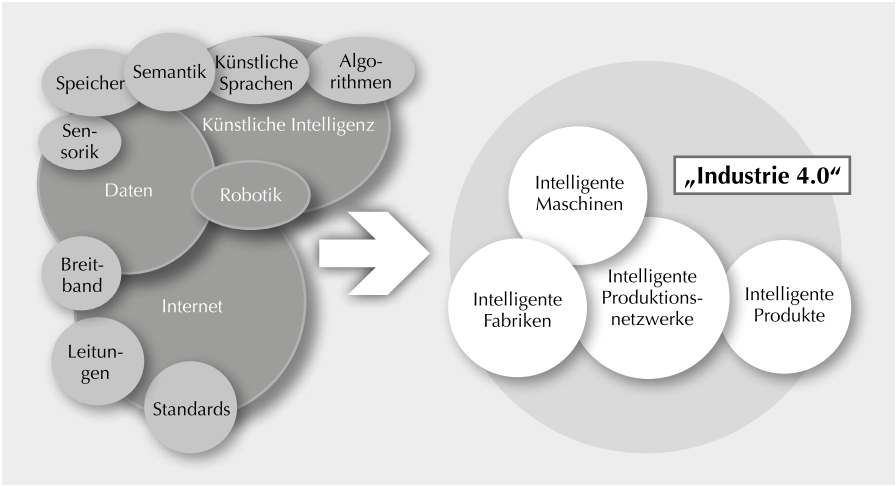
3.2 Industrie 4.0 als technologische Konsequenz

Industrie 4.0 kann als technologische Konsequenz einer technologischen Entwicklung betrachtet werden, die seit der ersten mechanischen Revolution stattfindet. Sie ist keine Revolution im klassischen Sinne, sondern erfolgte in kleinen Schritten, weshalb man die Gesamtheit der Veränderungen betrachten muss.

Von den ersten Maschinen, welche noch mäßig funktionsfähig waren, bis zur ausgereiften Serienfertigung von Maschinen, welche die Produktionshallen revolutioniert haben, sind viele Jahrzehnte vergangen. Das ist der Grund weshalb, diese technologische Revolutionen oftmals nicht als Solche erlebt wurden.

Von einem persönlichen, wissenschaftlich-technischen Standpunkt aus, kann Industrie 4.0 als Essenz verschiedener Forschungsgebiete verstanden werden, die nun langsam zueinander finden. Ob nun dafür der Begriff Industrie 4.0, Smart Manufacturing Industrial Internet, Internet of Things oder Cloud Manufacturing (Asien) verwendet wird, spielt keine wesentliche Rolle.

Es verschmelzen verschiedene Wissensgebiete wie Künstliche Intelligenz, Datenmanagement oder Internet zu einem großen Ganzen unter dem gemeinsamen Namen Industrie 4.0.



4. Intelligenz

Industrie 4.0 ermöglicht intelligente Maschinen, intelligente Fabriken, intelligente Produktionsnetzwerke und ebenso intelligente Produkte.

Der Begriff „Intelligenz“ wird sehr häufig im Zusammenhang mit Industrie 4.0 gebraucht, wie auch der Begriff „smart manufacturing“. Dabei versuchen Techniker/innen die menschliche Intelligenz nachzubilden und mit neuen Technologien zu ergänzen. Dies bedeutet, dass manche Intelligenzfaktoren wie:

- Selbstbewusstsein und Identität,
- Fähigkeit zur Wahrnehmung der Umgebung,
- Gedächtnis und Lernfähigkeit,
- Kommunikationsfähigkeit,
- Entscheidungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit,
- Kreativität und
- Ethik des Handelns

mit technischen Errungenschaften wie Computerchips verbunden werden, die bei-

spielsweise um ein vielfaches schneller rechnen können als das menschliche Gehirn oder deren Speicherfähigkeit um ein vielfaches höher ist, als die des Menschen.

Viele der genannten Intelligenzfaktoren, wie Identität, Fähigkeit zur Wahrnehmung der Umgebung, Gedächtnis und Lernfähigkeit oder die Kommunikationsfähigkeit, sind heute schon in Produktionsprozesse der Industrie 4.0 eingebunden. Auch Entscheidungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit werden in naher Zukunft in die Produktionsprozesse der Industrie 4.0 einfließen. Im Gegensatz zu Kreativität und Ethik des Handelns.

4.1 Intelligente Maschinen

Industrie 4.0 erlaubt den Einsatz von Maschinen, die kommunikativ, lernfähig und entscheidungsfähig sind. Dies bedeutet, dass Maschinen aus Erfahrungen in Produktionsprozessen lernen und entsprechend reagieren.

Verzögert sich beispielsweise bei der Herstellung eines Produktes regelmäßig die Lieferung einer speziellen Komponente, revidiert das System der Maschine dank Big Data automatisch das Datum der Fertigstellung des Produkts und gibt ein neues Fertigungsdatum aus.

Des Weiteren kommunizieren intelligente Maschinen mit der Umgebung und geben beispielsweise einen niedrigen Ölstand bekannt.

4.2 Intelligente Fabrik und intelligente Produktionsnetzwerke

Die Vision von Industrie 4.0 geht dahin, eine Fabrik letztendlich wie eine Maschine von außen zu betrachten. So soll eine Fabrik als Maschine funktionieren, die ein bestimmtes Produkt produziert und in welcher viele Maschinen, Betriebsmittel und Prozesse ineinandergreifen und letztendlich mit ihrer weiteren Umgebung zu kommunizieren und lernen, Entscheidungen zu treffen.

Im Moment befinden wir uns in einem Vorstadium – sozusagen der „Fabrik 3.9“. Die Entwicklung legt jedoch nahe, dass es zukünftig eine unvorhersehbare Konfiguration und Zusammenstellungen von Partnern aus unterschiedlichsten Teilen der Wertschöpfung geben wird, welche auf eine bestimmte Tätigkeit spezialisiert sind und Kundenwünsche ad hoc und flexibel erfüllen.

Damit rücken Kunden/innen wieder mehr in den Mittelpunkt des Geschehens, weshalb

Produktion in Zukunft mehr und mehr als Service betrachtet werden kann („Production as a Service").

5. Industrie 4.0 ist bereits hier!

In vielen Bereichen ist Industrie 4.0 bereits angekommen. Manifest wird dies vor allem in Produkten die von außen sichtbar sind.

So auch am Beispiel der Landwirtschaft, in der jetzt schon Maschinen miteinander kommunizieren. So werden aufgrund von Wetterdaten (Big Data) Entscheidungen getroffen, um anschließend selbstfahrend Arbeitsprozesse umzusetzen. Weiters sind inzwischen Drohnen im Einsatz, die Felder überwachen und den Fahrern/innen landwirtschaftlicher Fahrzeuge Informationen darüber geben, ob sich beispielsweise Tiere im Maisfeld befinden, die durch die anfallende Arbeit gefährdet sind.

Auch LKW-Flotten sind zunehmend ausgerüstet mit Kommunikationssystemen und intelligenten Steuerungen. Auch bei den Automobilherstellern wird fieberhaft daran gearbeitet, eben diese selbstfahrenden Fahrzeuge zu entwickeln.

Dasselbe gilt für die Intralogistik. Selbstfahrende Stapler, welche eigenständig ein Lager verwalten und miteinander kommunizieren führen dazu, dass kein Fahrzeug unnötige Wege auf sich nimmt. Das Lagersystem weiß, an welchen Positionen sich die Fahrzeuge in jedem Moment befinden und wohin im nächsten Augenblick gefahren werden muss.

Auch das Bauwesen schöpft inzwischen die Möglichkeiten von Industrie 4.0 aus. Durch Geländeprofildaten ist es möglich, optimal angepasste Routen für Baufahrzeuge herauszufiltern.

Es gibt viele weitere Beispiele aus Produktion und Konsumwelt, wie zum Beispiel das Google Self Driving Car, von welchem inzwischen eine ganze Flotte unterwegs ist. Die ausgesprochen geringen Unfalldaten weisen darauf hin, dass diese selbstgesteuerten Fahrzeuge ihre Aufgabe scheinbar sehr gut erledigen.

Die Folgen von Industrie 4.0 begegnen mitunter auch im eigenen Garten. Es gibt inzwischen viele Roboter, die vor sich hin mähen und brav ihre Mäharbeiten verrichten. Man denke auch an 3D-Drucker, welche inzwischen fast jede beliebige geometrische Form materialunabhängig herstellen können.

Man könnte an dieser Stelle noch viele weitere Beispiele nennen. Angefangen von Ver-

sandhändlern wie Amazon, welche beginnen menschliche Arbeit weiter zu automatisieren, bis hin zu Robotern, die Fußballspielen und menschliche Bewegungen immer besser imitieren können.

6. Neue Geschäftsmodelle und Organisationsformen

Nicht nur neue Technologien verändern unsere Produktionsprozesse und unser Leben. Es entwickeln sich auch neue Geschäftsmodelle. Digitale Plattformen ermöglichen Geschäftsmodelle, die bis vor kurzem unmöglich erschienen. Als Beispiele seien hier die Buchungs- und Vermittlungsplattform „airbnb" oder der Fahrdienstleister „Uber" genannt, der die Taxibranche im Moment frontal attackiert.

Große Unternehmen wie Mercedes oder BMW haben bereits erkannt, dass nicht mehr Produkte allein von Bedeutung sind, sondern, dass Produkte ebenso in Serviceleistungen umgewandelt werden müssen.

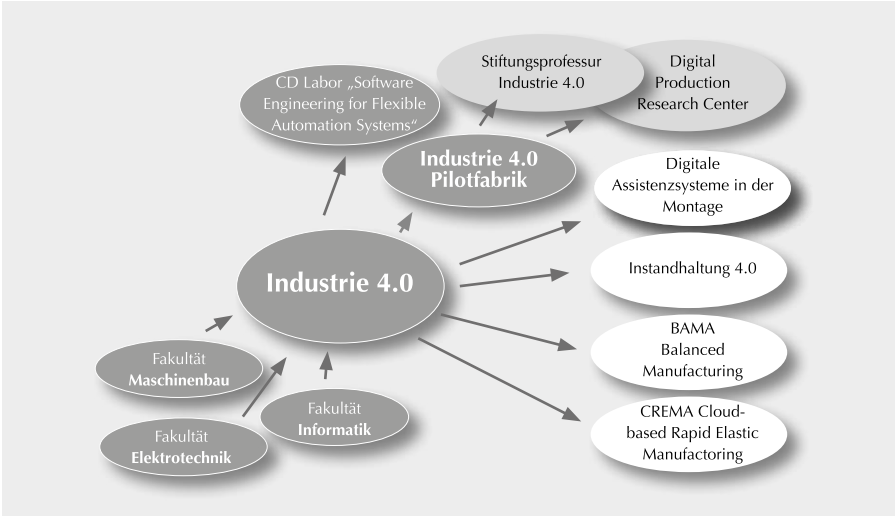
Auch im Finanzwesen sind momentan starke Veränderungen im Gange. Viele Banken haben heute Angst vor neuen Möglichkeiten der Finanzierung von Unternehmen, welche sich weit weg von Banken etabliert haben. Dabei sei an dieser Stelle die Finanzierungsplattform „Kickstarter" genannt.

Auf der anderen Seite ist positiv hervorzuheben, dass neue Organisationsformen und neue Geschäftsmodelle entstehen. Dies führte speziell in den USA zur Gründung vieler kleiner Unternehmen und zu einem Aufleben des Handwerkes – die sogenannte "Maker" Bewegung.

So gibt es aufstrebende Do-it-yourself-Portale, in welchen Einzelpersonen selbstproduzierte Waren verkaufen. Über diese Plattformen werden inzwischen sehr große Umsätze abgewickelt. Wenn auch festgehalten werden muss, dass diese teilweise noch nicht gewinnbringend arbeiten.

7. Industrie 4.0 Aktivitäten an der Technischen Universität Wien

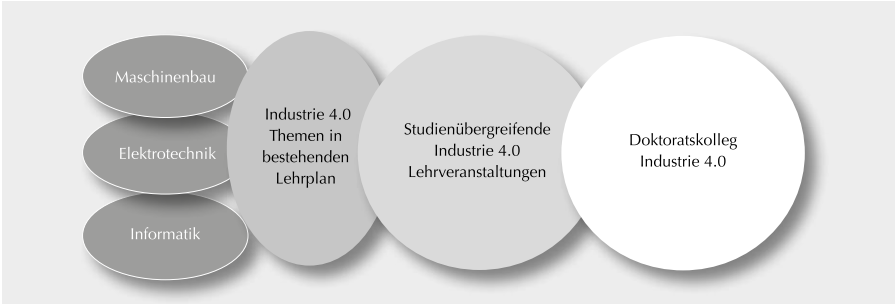
Industrie 4.0 ist für die Technische Universität Wien inzwischen ein großes Aufgabengebiet. Die Fakultäten der Technischen Universität Wien haben durch das Thema Industrie 4.0 und somit durch die Verknüpfung verschiedener Technologien mehr und mehr die Möglichkeit zusammenzuwachsen und in Form von konkreten Projekten zusammenzuarbeiten.



Als Flag-Ship-Projekt seien an dieser Stelle die Industrie-4.0-Pilotfabrik in Wien-Aspern sowie das Doppler Labor genannt, in welchen intensiv zum Themenbereich Industrie 4.0 geforscht wird.

Viele weitere Projekte werden momentan an der TU implementiert oder sind in Planung. Die Themenbereiche reichen dabei von Balanced Manufacturing über digitale Assistenzsysteme bis hin zu einer mit entsprechenden Budgetmitteln ausgestatten Stiftungsprofessur an der TU Wien.

7.1 Industrie 4.0 in der Lehre



Die Technische Universität Wien muss die zukünftige Generation an Ingenieuren/innen, Managern/innen, Mitarbeitern/innen in Entwicklungsabteilungen natürlich auf die Bedingungen von Industrie 4.0 vorbereiten.

Aus diesem Grund gibt es studienübergreifende Industrie-4.0-Lehrveranstaltungen, die Studenten/innen besuchen können. Zudem hat die TU Wien natürlich auch die Inhalte von Industrie 4.0, sofern sie neu sind, in die Lehrveranstaltungen implementiert.

An der Spitze der Lehre steht ein eigenes Doktoratskolleg, welches nun seit etwa zwei Jahren besteht und in welchem Doktoratsstudenten/innen daran arbeiten, das Thema Industrie 4.0 aus vielfältigsten Perspektiven in ihren Dissertationsprojekten zu erforschen.

Die schon kurz genannte Industrie-4.0-Pilotfabrik in Wien-Aspern wiederum soll als Lernfabrik dienen. Aus diesem Grund ist der Aufbau einer konkreten Produktionsanlage, im Sinne der Industrie 4.0 Vision, mit Hilfe von Technologieführern aus den Bereichen Automation, Robotik, IT und Software geplant.

Die Fabrik dient dem Wissensaufbau und als Grundlage für Forschungsprojekte im Bereich Smart Manufacturing, Internet of Things, Industrial Internet und gleichzeitig dem Wissenstransfer als Plattform für Erfahrungsaustausch und Zusammenarbeit von Industrie und Forschungseinrichtungen.

8. Chancen und Risiken

Industrie 4.0 birgt natürlich enorme Chancen, jedoch auch Risiken. Diese lassen sich in eine ökonomische, technologische und eine menschliche Dimension kategorisieren. Aus ökonomischer Perspektive stechen besonders die Wachstumschancen durch Industrie 4.0 hervor, wenn auch beachtet werden muss, dass die Zahlen dazu noch unsicher sind und gleichzeitig die dafür nötigen Rahmenbedingungen (man denke an das Investitionsklima in Österreich) noch nicht ausreichend vorhanden sind.

Aus technischer Perspektive bergen die weitere Vernetzung und Nutzung von Daten und Technologien viele Chancen zur weiteren technologischen Entwicklung. Nicht zu übersehen sind aber auch hier die Risiken dieses Prozesses, wenn man beispielsweise an Studien der 80er Jahre denkt, dass mit der weiteren Automatisierung auch eine weitere Entfremdung und Entfernung vom eigentlichen Produktionsprozess vonstattengeht.

Aus menschlicher Perspektive wiederum ist hervorzuheben, dass Industrie 4.0 Ent-

wicklungen neue Organisationsformen ermöglicht und auch zu einer Entkoppelung von Büro oder Arbeitsstätte führt. Altersgerechte Technologien wiederum erhöhen die Flexibilität und geben Menschen die Möglichkeit, länger im Arbeitsgeschehen zu verbleiben. Das größte Risiko wiederum besteht darin, dass die technologische Revolution nicht mit einer sozialen Innovation oder Revolution einhergeht.

Ökonomische Perspektive

Chancen

- Reindustrialisierung – Erhöhung des Industrieanteiles am BIP
- Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und damit Arbeitsplatzsicherung
- 20 Mrd. Euro Zuwachs des inkrementellen Umsatzes pro Jahr in Deutschland (BMWi)
- 3 Mrd. Euro Umsatzwachstum pro Jahr in Österreich (PwC)

Risiken

- Ca. 4 Mrd. Euro Investitionsbedarf pro Jahr aus österreichischer Unternehmenssicht
- Übersehen struktureller Problembereiche – Besteuerung von Arbeit!
- Rahmenbedingungen fehlen teilweise – Investitionsklima!

Technologische Perspektive

Chancen

- Konsequente technische Vernetzung von Produktionsmitteln und damit effiziente Nutzung von Daten
- Intelligente Materialien und Maschinen, neue Produktionstechnologien, als Basis für mehr Produktivität
- Assistenzsysteme für alterns-und altersgerechte Produktionssysteme

Risiken

- Vernetzung ist immer auch Abhängigkeit
- Ironie der Automatisierung

Menschliche Perspektive

Chancen

- Entwurf einer fairen und nachhaltigen digitalen Wirtschaft
- Ethische Gesichtspunkte von Anfang an integrieren
- Transformation konventioneller Organisationsformen hin zu einem offenen und innovationsfördernden Arbeitsumfeld
- Verlagerung von einfachen Routineaufgaben hin zu kreativen und komplexeren Tätigkeiten
- Intelligente Unterstützung kognitiv und physisch schwer belastender Tätigkeiten

Risiken

- Nicht alle Gesellschaftsgruppen können am digitalen Wandel teilhaben
- Datenschutz und Sicherheit
- Technologische Innovation ohne Soziale Innovation
- Keine Grenze zwischen Privat-und Arbeitsleben - Permanente Überwachung

Industrie 4.0 – Chancen und Risiken einer angekündigten technischen Revolution

Der Autor

Dr. Selim Erol ist seit 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Managementwissenschaften. Er war lange Jahre unter anderem als Unternehmensberater und Ingenieur in der Industrie tätig.

Seit 2008 forscht und lehrt er an der WU Wien, Fachhochschule Technikum, Fraunhofer Austria und an der TU Wien in den Bereichen Betriebliche Informationssysteme, Intelligentes und Nachhaltiges Produktions- und Qualitätsmanagement, Produktion der Zukunft, Industrie 4.0.

Er ist Mitglied des Führungsteams der Industrie 4.0 Pilotfabrik der TU Wien und ist federführend an zahlreichen Projekten und Aktivitäten im Themenbereich Industrie 4.0 beteiligt.

(Digital) Art ist Power

Mag. Michael Badics, Senior Director Ars Electronica Solutions

Inhaltsverzeichnis

Ars Electronica 16

Technologien – zukünftige Entwicklungen und Forschungsfelder 17

Technologie wird Menschen und ihre Arbeit beeinflussen 18

Big Data 19

Ars Electronica

Die Ars Electronica betrachtet auf der einen Seite die neuesten technologischen Entwicklungen sowie die Entwicklung der Gesellschaft auf der anderen Seite und untersucht dabei deren gegenseitige Beeinflussung aus einer Perspektive der Kunst.

Als eine von fünf Bereichen der Ars Electronica sieht sich das Museum der Zukunft selbst primär als Bildungseinrichtung, welche jungen als auch alten Menschen versucht zu vermitteln, in welche Richtung uns Technologie im tagtäglichen Leben beeinflusst.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Ars Electronica ist der Bereich Prix Ars Electronica. Dieser Wettbewerb für digitale Kunst mit vielen tausenden Einreichungen jedes Jahr, bildet einen jährlichen Trendbarometer, in dem sich ablesen lässt, in welcher Weise Technologie genutzt wird und in welche Richtung sie sich entwickelt.

In den verschiedenen Kategorien des Prix Ars Electronica verschmelzen vielfach Kunst und Wissenschaft miteinander und führen zu erstaunlichen Ergebnissen. Beispielhaft sei an dieser Stelle ein brasilianischer Künstler und Gewinner der goldenen Nica (der Hauptpreis des Prix Ars Electronica) 2009 hervorgehoben, dem es in einer siebenjährigen Arbeit in Zusammenarbeit mit einem Biologielabor gelang, sein eignes Blut, seine eigene DNA in eine Pflanze einzuarbeiten, wodurch eine eigene Hybridform entstand.

Somit ist der Input der Kunst auch ein wesentlicher Input für die Industrie und somit auch für die Arbeitswelt. Aufgrund der Bedeutung dieses Zusammenhangs wird die Ars Electronica im Jahr 2016 auch eine neue Kategorie parallel zum Prix Ars Electronica implementieren in welchem die Bereiche Science, Technology, Art und Industry miteinander verbunden sind: STARTS.

- **Urban Media Development**

Seit einigen Jahren versucht die Ars Electronica die vielen Ergebnisse der Forschungen und Untersuchungen auf dem Markt zu transferieren. Von besonderer Bedeutung und mit viel Know-how geprägt ist dabei der Bereich des Urban Media Development (Entwicklungen im öffentlichen Raum einer Stadt, Stadtentwicklung).

Aus diesem Grund ist die Ars Electronica in verschiedenste Projekte auf allen Kontinenten der Erde involviert, in welchen versucht wird mit unterschiedlichen Methoden wie

spezielle Datenvisualisierungen, Partizipation und weiteren Tools die Möglichkeiten von Entwicklungen im städtischen Umfeld weiterzuentwickeln.

- **Technologien – zukünftige Entwicklungen und Forschungsfelder**

Die wichtigste Frage für alle Technologien, die uns in unserer Zukunft begegnen, stellt sich für die Ars Electronica folgendermaßen: „Wie kann man Technologie so nutzen, dass sie sinnhaft wird und somit eine Unterstützung für den Menschen darstellt?“ Technologie ist nicht dazu gedacht, dass sie den Menschen beherrscht, sondern dass sie dem Menschen hilft, z.B. um neue und komplexe Inhalte besser zu verstehen.

Als Beispiel für eine neue Technologie, welche in Zukunft die Menschen beschäftigen wird, sei an dieser Stelle das Brain-Interface vorgestellt. Diese, gerade eben in der Spieleindustrie angekommene Technologie, erlaubt es, elektrische Aktivitäten des Gehirns auf Geräte und in Programme zu übertragen. Damit können Objekte in der Umgebung gesteuert werden, ohne dabei das periphere Nervensystem (z.B. die Nutzung der Extremitäten) zu benutzen.

Es liegt durchaus im Bereich des Möglichen, dass Barin-Interfaces in drei bis fünf Jahren einen Standard erreichen, der eine allgemeine Verwendung in verschiedenen Anwendungsgebieten zulässt.

Ähnlich verlief es bei der Technologie der Gestensteuerung welche vor über zehn Jahren noch eine technologische Herausforderung darstellte und inzwischen jedoch soweit ausgereift ist, dass sie mittlerweile über ein sehr günstig erhältliches Standardinterface einsetzbar ist.

Weitere Entwicklungen wie spezielle Formen von Retina Displays, welche durch die Energie der Augen gespeist werden und ständig mit dem Internet verbunden sind, werden folgen.

Als weiteres Beispiel eines neuen technologischen Interfaces zum Menschen sei an dieser Stelle der Bereich der Muskelinterfaces genannt. Im Moment wird dabei ein hochempfindliches Band verwendet, welches um die Hand gebunden wird und die elektrischen Ströme aus der Muskulatur aufnimmt. Durch die Übertragung, Analyse und Weiterverarbeitung dieser Signale ergibt sich für den Menschen die Möglichkeit, ohne jegliche Nutzung anderer Geräte mit der Umwelt zu interagieren.

Die Einsatzgebiete sind sehr vielfältig. Durch Muskelinterfaces lassen sich Arbeitsmaschinen ebenso bedienen wie Haushaltsgeräte oder die bloße Hand dient als Werkzeug bei Präsentationen anstelle eines Mausbuttons.

In dieselbe Richtung gehen intensive Forschungen in den USA welche es ermöglichen sollen, die Gesten von Menschen im Raum durch W-LAN zu verstehen. Die Veränderungen der W-LAN Struktur durch Bewegung sollte ausreichen, um Gesten zu erkennen und mit der Umwelt zu interagieren.

- **Technologie wird Menschen und ihre Arbeit beeinflussen**

Wie rasant technologische Neuerungen in die tägliche Arbeits- und Lebenswelt einfließen sieht man am Bespiel des 3D Drucks. Während der erste 3D Drucker des Ars Electronica im Jahr 2008 noch ca. 25.000 gekostet hatte, kostet ein vergleichbarerer Drucker heute um ein vielfaches weniger – etwas mehr als zweitausend Euro.

Ähnlich verhielt es sich damals bei Farbdruckern. Diese Geräte waren anfangs für eine vergleichsweise niedrige Qualitätsstufe sehr teuer, während heute Farbdrucker in brillanter Qualität und großer Variabilität sehr günstig zu erstehen sind.

Zusätzlich verändern sich auch die eingesetzten Materialien. So entstehen Gebilde aus den 3D Druckern inzwischen aus Beton oder organischen Material. Dadurch ist es auch möglich z.B. voll funktionsfähige Nieren aus Zellmaterial zu drucken (auch wenn dazu bemerkt werden muss, dass der menschliche Körper diese Nieren noch abstößt).

Wie breit diese Verfahrenstechnik jedoch mittlerweile eingesetzt wird, zeigt sich am Beispiel der US Firma Boeing. Dort werden inzwischen 3D Drucker entwickelt, welche Turbinen zur Gänze drucken können sollen.

Global lässt sich daraus ableiten, dass sämtliche Produktionsprozesse durch die Weiterentwicklung dieser Technik sich einer möglichen Veränderung stellen müssen.

- **Big Data**

Die Welt der Daten ist mittlerweile enorm wichtig und mächtig geworden. Allein der Blick auf die Zahlen ist beeindruckend. Man kann davon ausgehen, dass bis ins Jahr 2020 um die 50 Billiarden Geräte mit dem Internet verbunden sind. Diese Zahl legt sehr deutlich klar, dass digitale Information inzwischen zu unserem tagtäglichen Leben

gehört.

Doch ist das Potential der Nutzung der Daten noch nicht annähernd erschöpft. Wie neueste Forschungsergebnisse zeigen, werden erst zwölf Prozent der gespeicherten Daten tatsächlich für Auswertungen im Big Data Bereich genutzt.

Big Data Analysen stellen auch die Frage des „Warum“ nicht mehr, sondern fokussieren sich eher auf das „Was“. Korrelationen ersetzen Kausalität. Sehr schwierig und komplex ist für diese gewaltigen Datenmengen die Frage des Umgangs mit den Daten. Als Beispiele seien hier Individualität und Datenschutz genannt, die besonderen Schutz bedürfen.

(Digital) Art ist Power

Der Autor

Michael Badics ist Senior Director von Ars Electronica Solutions, der neuen Division innerhalb der Ars Electronica, die in unterschiedlichen Marktbereichen Projekte vorrangig mit interaktiven Installationen abwickelt.

Nach dem Studium der Informatik an der Johannes Kepler Universität in Linz arbeitete er 15 Jahre als Software Engineer und Vice President Professional Services beim multinationalen Softwareunternehmen Fabasoft AG. Danach wechselte er zur Ars Electronica. Nach 5 Jahren im Futurelab als Leiter des Business Developments gründete er das Softwareunternehmen Memetics GmbH in Berlin. Nach 2 Jahren als Managing Director wechselte er wieder zur Ars Electronica, wo er seither als Senior Director die Division Ars Electronica Solutions leitet.

Kompetenzen für Industrie 4.0

Ing. Hermann Studnitzka
FESTO Gesellschaft m.b.H. Wien (A)

Inhalt

1. Kompetenzen für Industrie 4.0 22
2. Die Dilemmata der Technikqualifizierung 22
3. Das Denken in Kompetenzen eröffnet neue Möglichkeiten 23
   3.1 Selbstkompetenz 24
   3.2 Sozialkompetenz 24
   3.3 Methodenkompetenz 24
   3.4 Fachkompetenz 24
4. Qualifikationen vs. Kompetenzen 25
5. Kompetenzentwicklung im Unternehmen 27
6. Kompetenzentwicklung verlangt neue Lernformen und neue Lehrmethoden 30

1. Kompetenzen für Industrie 4.0

Dieser Beitrag möchte nicht in die Tiefen der Technikwelt einführen. Vielmehr geht es, wie der Titel des Beitrags schon verrät, um die Kompetenzen für Industrie 4.0.

Dazu sei jedoch vorweg bemerkt, dass nachfolgender Beitrag keineswegs all jene Kompetenzen aufgreifen kann, welche für Industrie 4.0 in den nächsten Jahren tatsächlich notwendig sind. Dies würde auf seriösem Niveau nicht möglich sein, denn im Moment ist nicht vorhersehbar, welche Qualifikationen nun im Detail für die weitere Entwicklung von Industrie 4.0 von Nöten sind.

Vielmehr sollen in diesem Beitrag die Themen:

- Technikqualifikation heute
- Denken in Kompetenzen
- Die vier Kompetenzarten
- Qualifikationen vs. Kompetenzen
- Kompetenzprofile
- Kompetenzentwicklung
- Neue Lernformen

behandelt werden.

2. Die Dilemmata der Technikqualifizierung

Zur Zeit schwirren sehr viele Begriffe aus dem Umfeld der Industrie 4.0 herum. Doch niemand ist zurzeit in der Lage, zu diesen Begriffen die notwendigen Qualifikationen herauszuarbeiten. Selbst wenn dies in mühevoller Arbeit gelänge, wäre es nicht möglich zu sagen, ob diese Qualifikationen morgen oder übermorgen auch tatsächlich noch gebraucht werden würden.

Für die Bildungslandschaft ist die rasante Entwicklung der für Industrie 4.0 notwendigen Qualifikationen naturgemäß problematisch, benötigt das Einspeisen neuer Qualifikationen in ihre jeweiligen Curricula und deren Umsetzung nämlich eine bestimmte Vorlaufzeit. Doch dieses neu einzuspeisende Wissen unterliegt einer gewissen Halbwertszeit und somit bedarf es einer ständigen Neuanpassung und Adaptierung der Ausbildungen.

3. Das Denken in Kompetenzen eröffnet neue Möglichkeiten

Das Denken in Kompetenzen eröffnet allerdings neue Möglichkeiten.

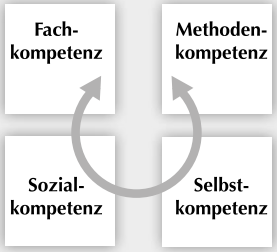
Als Beispiel seien an dieser Stelle die Anforderung an Produktionsmitarbeiter/innen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 genannt: Produktionsmitarbeiter/innen müssen heutzutage hochautomatisierte Anlagen bedienen können, Störungen beheben können und weiter muss es problemlos möglich sein, mit den ihnen zur Verfügung stehende Daten umgehen zu können.

Die Autoren Erpenbeck/Rosenstiel 2004 beschreiben dazu die Handlungskompetenz als Schlüsselkompetenz, um den genannten Anforderungen zu begegnen. Der Leitsatz der Autoren in Bezug auf die Kompetenz aller Mitarbeiter/innen lautet daher: *„Die Fähigkeit, sich in offenen und überschaubaren, komplexen und dynamischen Situationen selbstorganisiert zurecht zu finden, wird zum zentralen Wettbewerbsfaktor der Unternehmen."*

In diesem Satz, der schon 2004 überlegt wurde, als noch in keiner Weise von Industrie 4.0 gesprochen wurde, zeigt sehr deutlich, dass Fachkompetenz alleine nicht ausreichend ist.

Die Bildungslandschaft und gerade die Erwachsenenbildung hat in den letzten 10 Jahren sehr deutlich erkannt, wie wichtig es ist, über den Tellerrand hinaus zu blicken und neben der Fachqualifikation noch weitere Kompetenzen zu vermitteln. So sind neben der Fachkompetenz auch Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz von zentraler Bedeutung.

Handlungskompetenz besteht aus vier Kompetenzarten



3.1 Selbstkompetenz

Wirft man einen genauen Blick auf die Selbstkompetenz bemerkt man, dass neben Konzentrationsfähigkeit und Zuverlässigkeit auch Beharrlichkeit, Verantwortungsbewusstsein aber auch Work-Life-Balance sowie Entscheidungsstärke die wesentlichen und zentralen Merkmale der Selbstkompetenz darstellen.

3.2 Sozialkompetenz

Die Bedeutung von Sozialkompetenz wird in Zukunft noch weiter steigen. Merkmale wie Kommunikationsfähigkeit und Teamfähigkeit sind wesentliche Voraussetzungen für zukünftige Entwicklungen von Industrie 4.0. Wie bisher funktioniert ein Unternehmen in jeder Entwicklungsphase durch Teamarbeit und daher auch immer über Kommunikation.

Doch nun erweitert sich der Kommunikationsbegriff. So findet Kommunikation inzwischen nicht mehr nur zwischen Menschen statt, sondern Kommunikation findet nun ebenso zwischen Maschinen und Produkten statt.

3.3 Methodenkompetenz

Im Bereich der Methodenkompetenz sind im Hinblick auf Industrie 4.0 zwei Dinge wesentlich: Zum einen die Prozesssicherheit, also das Verstehen von (Produktions-) Prozessen als Ganzes welche den Mitarbeiter/innen die Möglichkeit gibt, Arbeitsprozesse und Zusammenhänge zu verstehen und zum andern die Problemlösungsfähigkeit. Denn die Mitarbeiter/innen der Zukunft, werden mit Situationen, Produkten und Maschinen in Berührung kommen, welche sie noch nicht kennen und welche in ihrer bisherigen Qualifikation noch gar nicht vorgekommen sind.

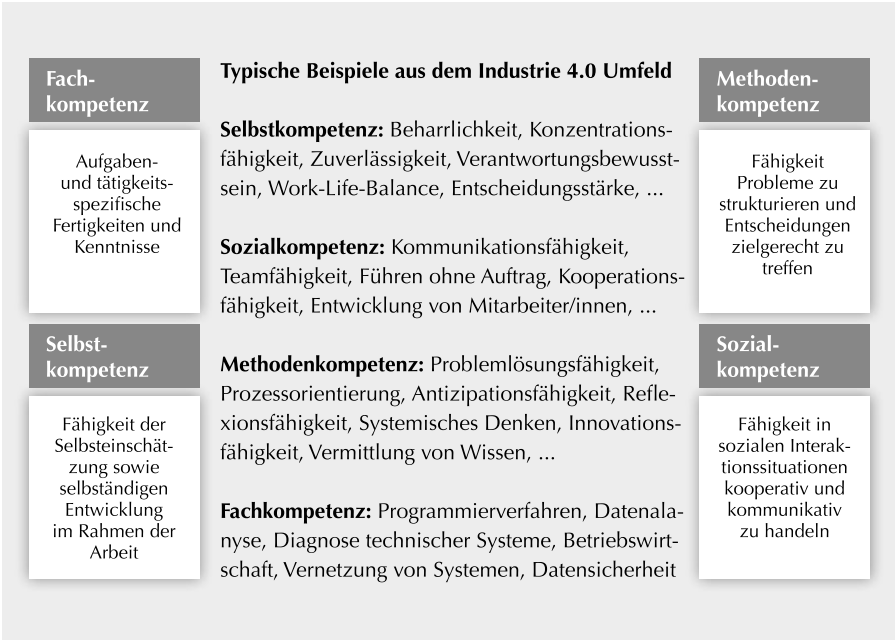
3.4 Fachkompetenz

Für den vierten Punkt, die Fachkompetenz, ist zukünftig eines ganz entscheidend: Der/die Mitarbeiter/in der Zukunft braucht die Kompetenz, mit neuen Produkten und neuen Elementen umgehen zu können.

Dies bedeutet, dass Mitarbeiter/innen im Sog von Industrie 4.0 soweit ausgebildet sein müssen, dass ihre Flexibilität dazu ausreicht, jederzeit neue Produkte und Funktionen zum Einsatz bringen zu können.

Die Fachkompetenz ist deshalb eine zweidimensionale Angelegenheit. Zieht man das Beispiel einer Matrix heran und setzt man auf der senkrechten Achse die Tiefe des Wissens an und auf der waagerechten Achse die Umsetzungsfähigkeit, ergeben sich unzählige von zu erreichenden Kompetenzarten.

Die vier Komponenten der Handlungskompetenz



4. Qualifikationen vs. Kompetenzen

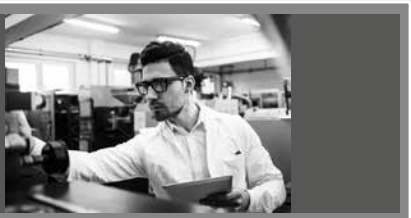
Wenn klassische Qualifizierungsmaßnahmen betrachtet werden, kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass klassische Qualifikation normiert und strukturiert ist sowie ein Curriculum vorhanden ist, wodurch genaue Inhalte abgearbeitet werden, die daher auch prüfbar sind.

Wissensvermittlung folgt damit dem Grundsatz mit Wissen zu arbeiten, welches letztlich abprüfbar ist. Es beschränkt sich somit auf die Erfüllung von Anforderungen an die zu qualifizierende Person.

Dies bedeutet, dass die Qualifikation objektorientiert ist. So steht im Bereich der Qualifikation nicht die Person, sondern das Objekt im Mittelpunkt des Geschehens.

Im Vergleich dazu steht die Handlungskompetenz als Überbegriff für alle Begriffsarten, in welcher die Handlungen der Mitarbeiter/innen im Mittelpunkt stehen. Es wird die Fähigkeit, auch in offenen und neuen Situationen adäquat zu handeln bewertet, wodurch diese Prozesse subjektbezogen einzustufen sind.

Qualifikationen vs. Kompetenzen

Qualifikation	 **Handlungskompetenz**
... wird in vorgegebenen, normierten, mechanisch abzuarbeitenden Prüfungen sichtbar.	... wird durch Handlungen manifest und ist als Leistung messbar.
... spiegelt das aktuelle Wissen und Können wider, ist abgefordertes Prüfungshandeln.	... ist die Fähigkeit, in offenen Situationen adäquat zu handeln.
... beschränkt sich auf die Erfüllung konkreter Anforderungen, ist objektbezogen.	... beinhaltet die Disposition zur Selbstorganisation, ist subjektbezogen.

Kompetenzentwicklung beschäftigt sich somit nicht mit dem Objekt des Gelernten, sondern mit der Person des Lerners.

Dabei sei an dieser Stelle auf Professor Arnold von der Universität in Dresden hingewiesen, der seit einigen Jahren darauf aufmerksam macht, dass der Weg von der Belehrungsdidaktik hin zur Ergebnisdidaktik vollzogen werden muss.

5. Kompetenzentwicklung im Unternehmen

Als Grundlage für Kompetenzentwicklung muss ein Unternehmen sich seiner eigenen, strategischen Unternehmenskompetenzen bewusst sein. Diese sollten definiert sein, denn erst dann besteht die Möglichkeit, in die nächste Ebene zu gelangen, um die nötigen Kompetenzen für die Mitarbeiter/innen zu definieren **(Kompetenzdefinition).**

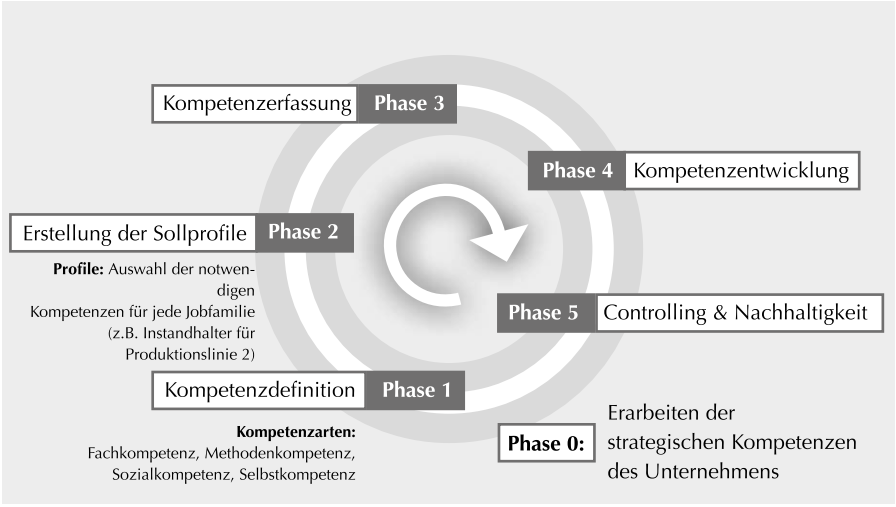
Vor einigen Jahren noch, wurden von Betrieben vorwiegend Arbeitsplatzbeschreibungen in den Mittelpunkt gestellt. Dabei wurde für jeden Arbeitsplatz eine personenunabhängige Beschreibung erstellt, die erfasst, welche Tätigkeiten an besagter Stelle gefordert sind.

Heutzutage weiß man, dass sich kaum Personen finden lassen, die exakt die aufgelisteten Anforderungen der beschriebenen Stellen zur Gänze erfüllen.

So ist auch hier der umgekehrte Weg entscheidend. So sollten Mitarbeiter/innen und deren Kompetenzen im Mittelpunkt stehen.

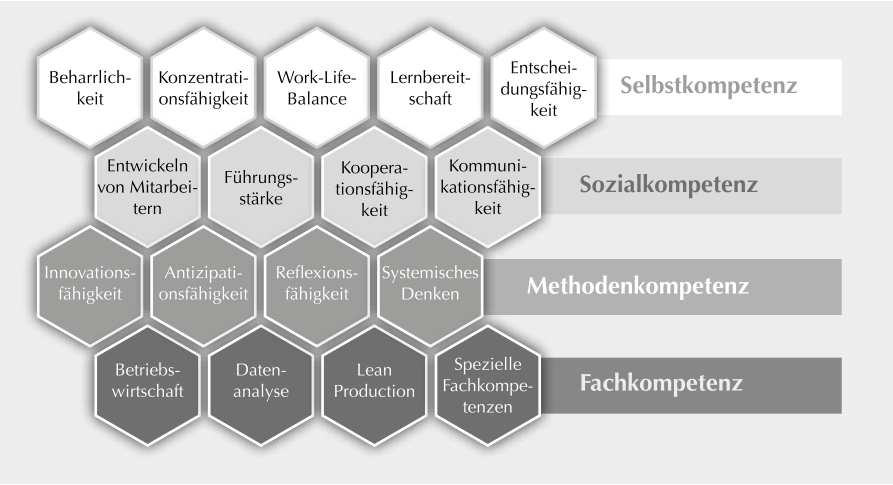
Ein Unternehmen sollte im wesentlichen Kompetenzen für Personen oder Bereiche definieren, die aus den strategischen Kompetenzen des Unternehmens herausgearbeitet wurden. Diese sind die sogenannten Soll-Kompetenzen **(Sollprofile)**.

Vorgehensmodell



Die nachfolgende **Kompetenzerfassung** ist wahrscheinlich die schwierigste Phase im Vorgang der Kompetenzentwicklung in Unternehmen. Diese muss mehrschichtig sein. So sollte die Kompetenzerfassung- oder -einschätzung durch den/die Mitarbeiter/in selbst, durch seine/ihre Führungskraft sowie durch Kollegen/innen erfolgen.

Ein typisches **Kompetenzprofil** eines/einer Mitarbeiters/in eines Industrie 4.0 Betriebs sei an dieser Stelle hier vereinfacht in verschiedenen Ebenen/Grautönen dargestellt:



Solche Kompetenzprofile müssen nicht per se für jede/n Mitarbeiter/in individuell gefertigt werden. So lassen sich Kompetenzprofile auch für Berufsgruppen in Unternehmen verwenden. Werden jedoch Zusatzaufgaben verlangt, ist auch das Kompetenzprofil dahingehend individuell zu adaptieren bzw. definieren.

Der Kompetenzanalyse folgt die Kompetenzentwicklung

Der Kompetenzanalyse folgt die Kompetenzentwicklung. Für die Umsetzung der Analyseergebnisse gibt es verschiedene Möglichkeiten.

Eine der besten Möglichkeiten - und an dieser Stelle hervorzuheben - ist die selektive Job-Rotation. Diese Arbeitsplatzrotation auf Zeit dient dazu, verschiedene Aufgabenbereiche oder Arbeitsplätze in einem Unternehmen oder einem Arbeitssystem kennen zu lernen und auszuprobieren.

Dies kann manches Mal dazu führen, dass ersichtlich wird, dass ein Kompetenzprofil eines/r Mitarbeiters/in in einer anderen Abteilung/an einem anderen Arbeitsplatz wesentlich besser aufgehoben wäre und dass aufgrund seiner/ihrer Kompetenzen sogar Strukturänderungen, Strukturmaßnahmen oder Änderungen in der Struktur des Unternehmens machbar sind.

Kompetenzentwicklung gestattet Messbarkeit

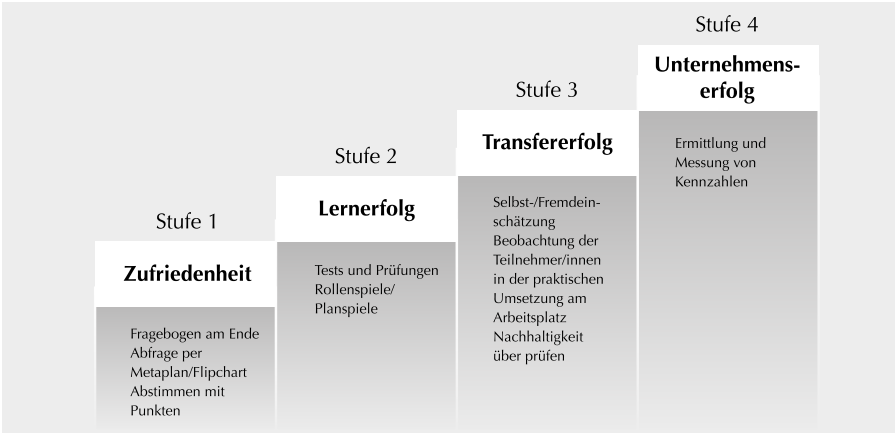
Einige Beispiele für Formen der Kompetenzentwickliung

- Projektarbeit
- Jobrotation und Jobenrichment
- Hospitation
- Coaching
- Optimierung bestehender Prozesse
- Gestaltung neuer Prozesse
- Übertragung besonderer Aufgaben
- Stellvertretung
- Strukturierte Problemlösung
- Diskussionen unter Kollegen/innen
- Strategieworkshops
- Gemeinsame Fallbetrachtung
- Mitarbeit in anderen Bereichen
- ...

Für das **Bildungscontrolling** ist die Messbarkeit von Kompetenzentwicklungsmaßnahmen von großer Bedeutung, um einen Output nachzuweisen.

Donald L. Kirkpatrick, welcher mit seinem Sohn und seiner Schwiegertochter das Buch *„Evaluation Training Programs/The four Levels"*, verfasste und als wegweisend in der Evaluation von Lernen gilt, legte ganz klar fest: Echter Kompetenzerwerb liegt vor, wenn sich neue Fähigkeiten im Handeln bewährt haben. Dafür entwickelten Kirkpatricks vier Levels der Evaluierung von Trainingsprozessen, in welcher die Handlungsfähigkeit am Ende steht.

Stufe 1 der Evaluierung von Trainingsmaßnahmen beginnt mit Fragebögen am Ende von Schulungsmaßnahmen, welche meistens als die organisatorischen Befindlichkeiten abfragen (Essen, Raumtemperatur usw.). Die erste Stufe sagt noch nichts Wesentliches über den Lerntransfer aus. Ebenso wie **Stufe 2,** welche die Kontrolle des Lernerfolgs mittels Tests und Prüfungen meint.



Stufe 3 misst den Transfererfolges mittels Fremd- und Selbsteinschätzung und somit die tatsächliche Auswirkung auf die eigene Tätigkeit im Unternehmen.

Die letzte **Stufe (4)** schließlich misst den Unternehmenserfolg mittels vorher definierten, strategischen Kennzahlen und ist schließlich entscheidend für die Messbarkeit von Kompetenzentwicklungsmaßnahmen. Und diese Kennzahlen geben letztendlich auch eine klare Aussage darüber, ob das Unternehmen mit seinen Kompetenzentwicklungsmaßnahmen weiter gekommen ist oder nicht.

Messkennzahlen, welche sofort Rückschlüsse auf die Kompetenzentwicklungsmaßnahmen zulassen, sind beispielsweise die Stillstandzeiten von Maschinen. Anhand solcher und anderer Kennzahlen lässt sich der der Erfolg ablesen.

6. Kompetenzentwicklung verlangt neue Lernformen und neue Lehrmethoden

Für das Industrie 4.0 Zeitalter besteht nicht die Notwendigkeit Spezialisten auszubilden, die ein unendlich weites technisches Grundwissen aufweisen. Vielmehr ist es notwendig, mit vorhandenem Basiswissen aus dem jeweiligen Berufsbereich, problemlos mit neuen Produkten und neuen Komponenten zurecht zu kommen.

Dafür werden sich notwendigerweise Lernmethoden verändern müssen, welche auch intuitives Erlernen komplexer Themenkreise ermöglicht.

Lernen und Arbeiten werden zunehmend verschmelzen

Beispielhaft ist die Produktionsstätte von FESTO in Scharnhausen (Baden-Württemberg, Deutschland) genannt. Das Zentrum dieser Produktionsstätte ist eine Lernfabrik welche die Aufgabe hat, der/die Mitarbeiter/in zu neuen Themen für kurze Lernsequenzen abzuholen, sie mit neuen Situationen (Produktionsschrittänderungen, neue Produkte für die Instandhaltung, das Handhaben von Fehlersuchmöglichkeiten, usw.) vertraut zu machen. Das Lernen selbst erfolgt in kleinen Häppchen von 20 Minuten bis drei Stunden. Im Anschluss können die Mitarbeiter/innen wieder an ihren Arbeitsplatz zurück gehen und das Gelernte umsetzen.

Klassische mehrtägige Trainings und Seminare, welche Mitarbeiter/innen an vier bis fünf aufeinanderfolgenden Tagen als Qualifizierungsmaßnahme besuchen, werden in Zukunft deshalb eine Ausnahme bilden.

Bei diesen Bildungsveranstaltungen sind oftmals nur vierzig Prozent tatsächlich für Mitarbeiter/innen relevant, während die restlichen sechzig Prozent ohne Aufnahme von Neuem „abgesessen" werden. Aus diesem Grund werden „Training on Demand" sowie „Training in Lernhäppchen" immer attraktiver.

Die jungen Generationen sind mit den neuen Techniken und Lernmitteln (Tablets…) immer besser vertraut und im Umgang sehr viel geschickter. Die virtuelle Welt in die Realität umzusetzen ist jedoch schwierig.

Der Autor

Ing. Hermann Studnitzka ist Senior Expert Didactic bei Festo Österreich. Er arbeitete nach der Fachmatura am TGM Wien als Ingenieur im Bereich Forschung und Entwicklung bei Elin, um 1978 als Assistent für den theoretischen Unterricht ans TGM zurückzukehren.

Nach einigen Jahren als selbstständiger Unternehmer übernahm Hermann Studnitzka im Jahr 2003 die Leitung des Geschäftsgebiets Didactic bei Festo Österreich. Er ist seit 2001 offizieller österreichischer Experte für den Beruf Mechatronik bei den Berufsweltmeisterschaften und wurde 2013 zum Debuty Chief Expert für die Berufswelt- und Europameisterschaften gewählt. Zudem ist Ing. Studnitzka Mitglied im Entwicklungsteam für Bakkalaureats- und Magisterstudium im Bereich Mechatronik / Robotik am Technikum Wien, Mitglied in den Arbeitskreisen des Lehrlingsbeauftragten Komm. Rat Egon Blum und auch bei Durchführung von Meisterprüfungen im Bereich Mechatronik (Wirtschaftskammer Salzburg) tätig. In Wien ist er ständiger Prüfer für die Facharbeiterprüfung Mechatronik.

Diverse Vorträge zu „Kompetenzerfassung und Kompetenzentwicklung“, „Bionik – Lernen von der Natur“ und „Industrie 4.“. Der erste Landeslehrlingswettbewerb „Industrie 4.0“ in St. Pölten im Mai 2016 entstammt seinem Engagement.

Was macht Industrie 4.0 mit uns?
Was machen wir mit Industrie 4.0?

Julian Wenz
Ressort Zukunft der Arbeit, IG Metall Vorstand

Inhalt

1. Einleitung 34

2. Industrie 4.0: Neue Technologien, neue Arbeit 34

   2.1 Cyber-physische Systeme - Vernetzung Mensch, Produkt, Fertigung 35

   2.2 Vernetzung Mensch, Produkt, Fertigung 37

3. Handlungsfelder für gute Arbeit in der Industrie 4.0 45

1. Einleitung

Der nachfolgende Beitrag wird im Wesentlichen die Veränderungen durch Industrie 4.0 Gewerbe aus Beschäftigtenperspektive darstellen. Konkret geht es im Beitrag um die Frage der Rationalisierung und Veränderung von Arbeit durch neue Automatisierungstechnologien, der in zwei Schritten nachgegangen wird:

1. Neue Technologien, neue Arbeit: Welche neuen Technologien gibt es heute bereits in Industriebetrieben und wie werden diese eingesetzt? Welche Konsequenzen haben diese Technologien für Arbeitsabläufe und Beschäftigungsentwicklung?
2. Handlungsfelder für gute Arbeit in Industrie 4.0: Welche Handlungsfelder sehen Gewerkschaften in der Gestaltung von Arbeit in der Industrie 4.0 und welche davon sind besonders wichtig?

2. Industrie 4.0: Neue Technologien, neue Arbeit

Der Begriff „Industrie 4.0“ wurde von der „Forschungsunion Wirtschaft und Wissenschaft“ in Deutschland um den ehemaligen Vorstand von SAP, Henning Kagermann sowie dem Chef des deutschen Zentrums für künstliche Intelligenz, Wolfgang Wahlster, geprägt. Der Begriff Industrie 4.0 (also die „vierte industrielle Revolution“) beschreibt grundsätzlich die Entwicklung und den Einsatz neuer Technologien zur Verbesserung und effizienteren Gestaltung von Produktionsprozessen.

Die Begriffsgeschichte von Industrie 4.0

Nach der Erfindung der Dampfmaschine, nach der Entwicklung des Fließbandes und der Einführung des Computers folgt eine neue Phase industrieller Entwicklung: In der digitalisierten Produktion verschmelzen die physische Produktionswelt mit der virtuellen Welt der IT und des Internet ("Maschinenbau trifft Softwareindustrie").

Warum nun „vierte industrielle Revolution“?

Die erste industrielle Revolution, deren Beginn auf das Ende des 18. Jahrhunderts datiert wird, war geprägt von der Ersetzung bzw. teilweisen Ersetzung der menschlichen Arbeitskraft durch neue mechanische Anlagen, die z. B. durch Wasser und Dampfkraft angetrieben wurden.

Die zweite industrielle Revolution war vor allem geprägt durch die günstige, massenhafte Verfügbarkeit von elektrischer Energie, die den Aufbau von großen Fabriken ermöglichte. Als bekanntes Beispiel sei hier der Fordismus dargebracht, in welchem standardisierte, Produkte nach dem mehr oder weniger immer gleichen Schema für den Massengeschmack hergestellt wurden. Fließbandarbeit wurde zum prägenden Organisationsprinzip.

Die dritte industrielle Revolution ist jene, in welcher wir uns meines Erachtens heute befinden. Es ist die Verbindung von Mechanik und IT, von computergestützten Fabriksteuerungen und NC-Steuerungen („Numerical Control"), also jenen Technologien, die ab den 1970er Jahren Einzug in die Fabrikhallen hielten.

Das, was sich heute zusätzlich zur beschriebenen Computersteuerung in Industriebetrieben im Zuge der Implementierung befindet, wird mit dem Begriff Industrie 4.0 beschrieben. Im Kern geht es dabei um die „Verheiratung" der klassischen Fabrikwelt mit der Welt der IT und vor allem mit der Welt des Internet. „Maschinenbau trifft Softwareindustrie" steht hierfür als Chiffre. Geht man der Frage nach, auf Basis welcher Technologien diese „Verheiratung" und Integration von Internet mit der klassischen Fabrikwelt funktioniert, stößt man rasch auf den Begriff der „Cyber-physischen Systeme".

2.1 Cyber-physische Systeme - Vernetzung Mensch, Produkt, Fertigung

Cyber-physische Systeme (CPS) basieren im Wesentlichen auf einer neuen Generation von Sensoren, Mikroprozessoren und Kleinstcomputern, welche in Produkte und Produktteile integriert werden können und welche Informationen nicht nur aufnehmen, sondern über Funkverbindungen bzw. das Internet auch abgeben können.

CPS ermöglichen in der Fabrikorganisation, dass bspw. Produkte mit den Maschinen, die sie bearbeiten, kommunizieren können. Alle am Produktionsprozess beteiligten Maschinen und Betriebsmittel werden in die Lage versetzt, miteinander zu kommunizieren.

Auch bedeutet dies eine Umkehrung der Produktionslogik: Während bisher bspw. Fertigungsanlagen dahingehend programmiert werden, wie bestimmte Produkte zu produzieren sind, gibt in der Fabrik der Zukunft das Produkt selbst Informationen an die Maschinen und Anlagen darüber weiter, wie es z.B. be- und verarbeitet oder montiert werden soll.

Bild: Das „Active Cockpit“ bei Bosch Rexroth, Homburg, eine der modernsten Industrie 4.0 – Montagelinien.

An oben sichtbarem Beispiel kann man die Veränderung von Tätigkeiten durch neue Technologien nachvollziehen. Melden sich die Beschäftigten an der Montagelinie an, werden alle arbeitsrelevanten Informationen über den Mitarbeiter oder die Mitarbeiterin an den Montagearbeitsplatz überführt. So ist es z. B. möglich, das Ergonomieprofil (Körpergröße, Sehstärke etc.) der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auf ihren jeweiligen Arbeitsplatz zu übertragen. Des Weiteren ist es auch möglich, die Qualifikationen und Voraussetzungen des Mitarbeiters oder der Mitarbeiterin im System zu erfassen, sodass den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen an der Montagelinie bedarfsgerechte Anweisungen zur Verfügung gestellt werden können.

Auch stellt die abgebildete Fertigungslinie gesammelte Daten des Fertigungsprozesses in Echtzeit auf einem Bildschirm zur Verfügung. Alle Informationen über Ablauf- und Prozesszustände können von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen abgerufen werden, was wiederum eine bessere Informationsbereitstellung und erhöhte Transparenz bedeuten kann.

Es entstehen dadurch Effizienzgewinne, aber bei entsprechender Gestaltung der Arbeitsorganisation auch neue Freiräume für Mitarbeiter oder Mitarbeiterinnen, die in der gewonnenen Zeit andere, eventuell kreativere Tätigkeiten übernehmen können.

Die gewonnene Transparenz öffnet jedoch gleichzeitig auch Tür und Tor für eine unbeschränkte Kontrolle der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. Es besteht die Gefahr einer grenzenlosen und restriktiven Leistungsbewertung und Leistungssteuerung am Arbeitsplatz. Aus diesem Grund ist die Nutzung, Gestaltung und Frage der Art und Weise der Integration neuer Technologien entscheidend dafür, ob Industrie 4.0 auch im Sinne der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen zur Verbesserung führt oder lediglich ein Instrument zur Effizienzsteigerung und Rationalisierung darstellt.

2.2 Vernetzung Mensch, Produkt, Fertigung

Die neuen Technologien ermöglichen vielfältigste Möglichkeiten der Vernetzung von Menschen, Produkten und Fertigungsprozessen, die Tätigkeits- und Berufsbilder verändern. Die folgenden Beispiele beschreiben die Auswirkungen dieser Technologien:

Instandhaltung: Neue, auf Vernetzung ausgerichtete Maschinen und Anlagen enthalten Sensortechnologien, die es ermöglichen Maschinenzustände und Produktionsprozesse in Echtzeit nachzuverfolgen. Ändert sich beispielsweise das Vibrationsverhalten oder die Hitzeentwicklung einer Anlage, kann aufgrund der in Echtzeit bereitgestellten Informationen im Bedarfsfall sofort eingeschritten werden und einem Produktionsausfall vorgebeugt werden. Wartungstätigkeiten werden dadurch proaktiv, reaktive Reparatur- und Instandhaltungstätigkeiten nehmen ab.

Ein weiteres, viel diskutiertes Beispiel sind Datenbrillen. So gibt es u. a. bei Volkswagen einen Pilotbetrieb der Datenbrille in der Intralogistik. Dabei bekommen Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, bspw. in der Kommissionierung, kontextsensitive Informationen eingeblendet, welche bei der Arbeit unterstützen. Diese Datenbrillen sind teilweise auch mit scanfähigen Kameras ausgestattet. Es wird dadurch verhindert, dass das falsche Produkt kommissioniert wird. Hier wird der Doppelcharakter von 4.0-Technologien deutlich: sie können der Unterstützung im Arbeitsprozess dienen, gleichzeitig aber auch als Überwachungsinstrument genutzt werden und zur Standardisierung und Dequalifizierung von Arbeit führen.

Beispielhaft für Veränderungen in der Logistik/Beschaffung erwähnt sei der sogenannte „iBin", ein intelligenter Behälter. Dieser erkennt, wenn eine bestimmte Füllhöhe von Schrauben unterschritten wird und löst einen Bestellvorgang aus. Die Bestellung von Produktionsmitteln wird dadurch automatisiert.

Hinter der Entwicklung des sogenannten „Schichtdoodle“ steckt die Idee eines mittelständischen Industrieunternehmens, welches mit großen Auftragsschwankungen und daher schwankendem Kapazitäts- und Personalbedarf konfrontiert ist. Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation wurde beauftragt, in einem Pilotprojekt eine App zu entwickeln, um auf diese Herausforderungen flexibel reagieren zu können. Die entwickelte App, der Schichtdoodle, versendet bei zusätzlichem Kapazitätsbedarf automatisch an die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen eine Anfrage auf das Smartphone, ob sie beispielsweise am Samstag zusätzlich arbeiten können. Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen können dann abstimmen, ob sie am Samstag zusätzlich diese Schicht fahren wollen oder nicht. An dieser Stelle lassen sich Auswirkungen auf mitbestimmungspflichtige Tatbestände nach dem Betriebsverfassungsgesetz in Deutschland (z. B. Mitbestimmung bei der Gestaltung der Arbeitszeit) erkennen. Es wird deutlich, dass hierdurch auch neue Vergleichs- und Drucksituationen entstehen könnten (z. B. „Wer übernimmt am häufigsten Zusatzschichten?, Wer drückt sich?“), die es durch eine sinnvolle und am arbeitenden Menschen orientierte Arbeitsgestaltung zu begleiten gilt.

Die soeben dargestellten Beispiele von Industrie 4.0-Technologien zeigen:

Die Entwicklungen, die unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ firmieren, können zu einer Entlastung von Routinetätigkeiten sowie zu neuen Formen der Unterstützung in Arbeitsprozessen führen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob sich eine Zunahme an komplexen Tätigkeiten, also die Möglichkeit einer Höherqualifizierung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen realisieren lässt, oder ob es dazu führt, dass eine Standardisierung, eine klare Vorgabe von Arbeitstätigkeiten und Abnahme von Entscheidungsspielräumen zunimmt, sozusagen eine „Taylorisierung“[1] digitaler Arbeit, die natürlich auch bei Fragen von Entgelt und Qualifizierung eine große Rolle spielen.

---

[1] Damit ist in diesem Zusammenhang die Zerteilung von Arbeitsvollzügen in möglichst kleine Einheiten zur Produktivitätssteigerung gemeint. Die „wissenschaftliche Betriebsführung“ nach Taylor führt in der Praxis zu einer Zunahme von monotonen, repetitiven Tätigkeiten und einer Abnahme der Qualifikationsanforderungen. Sie steht daher im Gegensatz zu den Gestaltungsanforderungen an humane Arbeitsbedingungen und Gute Arbeit.

Neue Roboter erobern die Fabrikhallen

Eine weitere zentrale Technologieentwicklung betrifft neue Formen der Robotik, die direkt mit dem Arbeiter bzw. mit dem Beschäftigten am Arbeitsplatz interagieren. Diese Technologien gewinnen vor allem, aber längst nicht nur im Automobilbereich immer mehr an Bedeutung.

Bisher im industriellen Einsatz sind vor allem Roboter, die hinter großen Schutzzäunen versteckt waren, die man von außen bedienen konnte. In Zukunft werden Mensch und Roboter vermehrt kollaborieren, also direkt zusammenarbeiten.

Die neuen Robotergenerationen sind lernfähig. Neue Arbeitsschritte können bspw. nach kurzer Zeit gespeichert werden („teach in") und machen es möglich, diese Arbeitsschritte in ungeahnter Häufigkeit und Genauigkeit zu erledigen, wie es für einen „menschlichen" Mitarbeiter oder eine „menschliche" Mitarbeiterin nicht möglich wäre.

Die neuen Technologien bergen daher ein großes Rationalisierungspotenzial, gerade auch bei an- und ungelernten Arbeitskräften. Andererseits ergeben sich aber auch neue Betätigungsfelder und Tätigkeiten: Etwa in der Programmierung, der Wartung, der Kontrolle und Prozessverbesserungen.

Insgesamt ist eine Ablösung von rein repetitiven und monotonen Tätigkeiten, wie sie bisher noch sehr stark in der Montage vorherrschen, zu erwarten.

Die vernetzte und selbststeuernde Fabrik als Leitbild

Das Institut für Arbeits- und Organisationsforschung stellt sich die Arbeitsorganisation der Zukunft als Komplettvernetzung vor: Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, Betriebsmittel, Maschinen und alle am Produktionsprozess beteiligten Menschen und Akteure werden mit Echtzeitinformationen versorgt, wodurch eine Selbststeuerung der Fabrikabläufe ermöglicht wird.

Noch in den siebziger und achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts herrschte das Ziel vor, durch Automatisierungslösungen menschenleere Fabriken zu schaffen und den Menschen als „störendes Element" zu entfernen.

Interessanterweise ist der Diskurs heute, sowohl in der Wissenschaft als auch in Politik und Wirtschaft, etwas anders gelagert.

Es ist klar, dass es auch in Zukunft einen hohen Bedarf an qualifizierten Fachkräften

geben wird, um in diese hochtechnisierten und digitalisierten Abläufe eingreifen und diese steuern zu können. Deswegen geht man heute davon aus, dass man trotz Automatisierung weiterhin qualifizierte Fachkräfte brauchen wird und Industrie 4.0 als reine Rationalisierungsstrategie nicht von Erfolg sein wird.

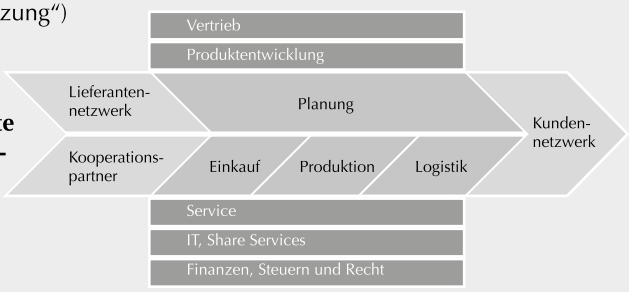
Industrie 4.0: Ziel und Vision

Die Vernetzung bleibt nicht auf die Ebene des einzelnen Unternehmens („vertikale Vernetzung") beschränkt.

vertikale Wertschöpfung im Unternehmen

Ziel ist eine durchgängige, unternehmens- und branchenübergreifende Vernetzung entlang der Wertschöpfungskette („horizontale Vernetzung")

horizontale Wertschöpfungskette Lieferanten-Kunden-Beziehungen



Die durchgängige Vernetzung der Produktions-, Verwaltungs-, Logistikabläufe innerhalb des Unternehmens ist im Begriff der Realisierung. Für eine durchgängige Vernetzung entlang der gesamten Wertschöpfungskette wird ein Zeitraum von 15-20 Jahren veranschlagt.

Bisher haben wir in diesem Beitrag die Ebene des einzelnen Unternehmens betrachtet, die große Vision von Industrie 4.0 ist aber eine daran anschließende. Es geht in der Vision nicht nur um Vernetzung innerhalb eines Unternehmens, sondern eine echtzeitnahe Vernetzung entlang der ganzen Wertschöpfungskette über Unternehmen, Regionen und Branchen hinweg.

Die Realisierung einer derartigen durchgängigen Vernetzung ist allerdings ein langfristiges Projekt, deren Realisierbarkeit u.a. auch davon abhängen wird, inwiefern die Standardisierung von Maschinensprachen gelingt, um tatsächlich medienbruchfrei miteinander kommunizieren zu können.

Mobilisierung und Flexibilisierung

Durch die Informationsbereitstellung in Echtzeit besteht heute auch die Möglichkeit, wesentlich mobiler und virtueller zu arbeiten. Remotesteuerungen, Visualisierung oder Echtzeit-Zugriffe machen es zudem möglich, ortsungebunden zu arbeiten.

Anstatt beispielsweise reaktive Wartungsaufträge zu erfüllen, informieren intelligente Systeme im Bedarfsfall Mitarbeiter oder Mitarbeiterinnen über einen bestehenden Wartungsauftrag.

Durch die Mobilisierung und Virtualisierung von Arbeit und völlig neuen Möglichkeiten des Echtzeitzugriffs auf Arbeitsmittel, hat man die Möglichkeit, flexibler und auch

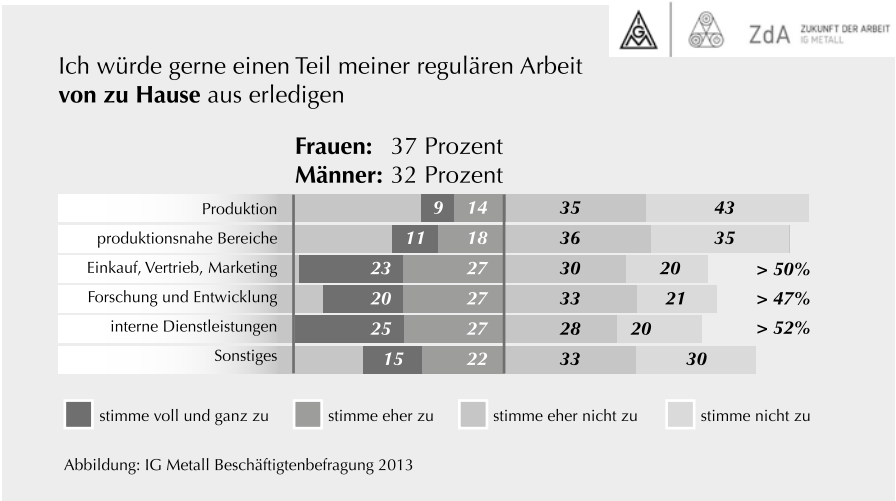


Abbildung: IG Metall Beschäftigtenbefragung 2013

mobiler zu arbeiten. Dies wird von den Beschäftigten auch oft selbst eingefordert. Andererseits: Durch Smartphone, Tablet und Co. ist man ständig erreichbar. Folgen können übermäßige Belastung durch „Arbeiten rund um die Uhr" und neue psychische Belastungssituationen sein. Ein Kompromiss aus Flexibilität und verlässlichen Auszeit- und Ruhephasen wird daher ein wesentlicher Baustein zukünftiger Auseinandersetzungen um die Ausgestaltung der Arbeit sein.

Die umseitige Abbildung zeigt eine Auswertung aus der großen Beschäftigtenbefragung der IG Metall aus dem Jahr 2013. Es wurden knapp 600.000 Beschäftigte hinsichtlich Flexibilisierungswünschen befragt, ob sie einen Teil ihrer regulären Arbeit, ein bis drei Tage pro Woche, von zu Hause aus nachgehen würden. Interessant ist, dass nicht nur in den Angestelltenbereichen der Bedarf als auch die Wünsche an Flexibilität hoch sind, sondern auch in der Produktion. Auch hier gibt es einen ausgeprägten Wunsch nach mehr Flexibilität in der Gestaltung von Arbeitszeit und Arbeitsort.

Durch die Möglichkeiten des Maschinenzugriffs durch Vernetzung, etwa wie dargestellt bei Service und Wartung, wird es tendenziell möglich, auch Produktionstätigkeiten und produktionsnahe Tätigkeiten in Zukunft flexibler zu gestalten. Heute hat ein Prozent aller Beschäftigten im Fertigung- und Produktionsbereich die Möglichkeit, flexibel zu arbeiten. Dreiundzwanzig Prozent jedoch würden sich genau das wünschen. Dies bedeutet, dass die Gestaltung guter, digitaler Arbeit auch auf diese Ansprüche an Flexibilität reagieren muss und entsprechende Flexibilitätsspielräume – bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung von Schutzrechten - geschaffen werden sollten.

Industrie 4.0 und die Frage der Beschäftigungsentwicklung

Die Auswirkungen der Digitalisierung auf die quantitative Beschäftigung werden sehr intensiv diskutiert. In der viel diskutierten Studie von Frey und Osborne „The future of employment"[2] heißt es: Fast jeder zweite Arbeitsplatz in den USA könnte neuen Technologien zum Opfer fallen. Es gibt auch Folgestudien dazu, die den europäischen Arbeitsmarkt untersuchen. Für den deutschen Arbeitsmarkt präzisiert, wird davon ausgegangen, dass maximal zwölf Prozent aller Berufe „automatisierbar" sind.

---

[2] Frey, Carl B. / Osborne, Michael A. (2013): The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Oxford.

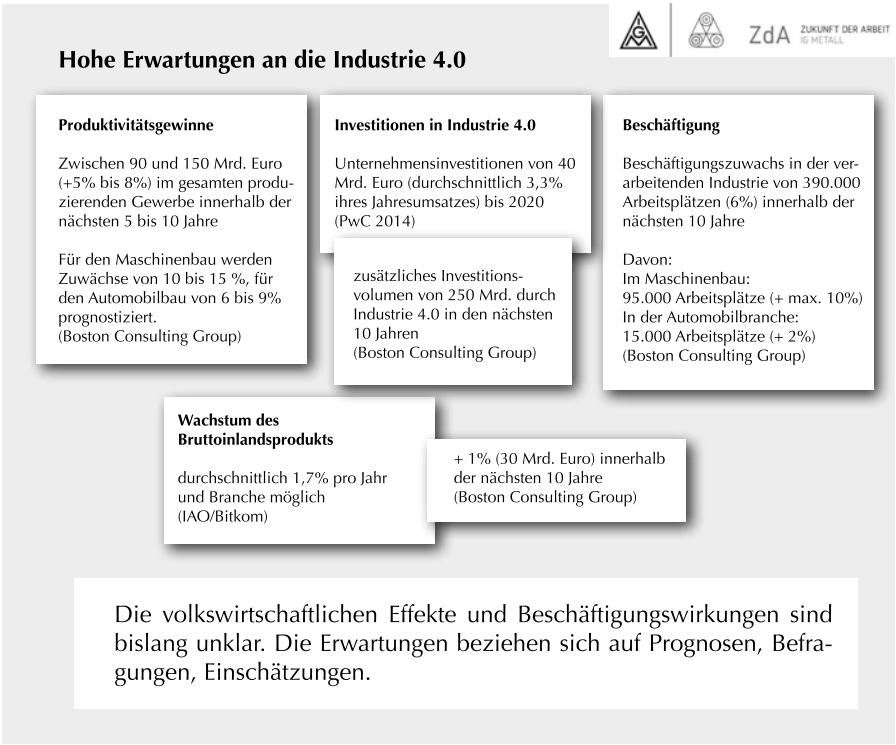
Dabei ist jedoch noch nicht eingerechnet, inwiefern neue Tätigkeiten und neue Geschäftsfelder durch Industrie 4.0 entstehen können. Es wird bspw. die Tatsache nicht miteinbezogen, dass diese Anlagen und Technologien auch produziert werden müssen - für Deutschland und auch Österreich, als wichtige Anbietermärkte von 4.0-Technologien („Fabrikausrüster"), könnten sich hier neue Absatzmärkte ergeben, wodurch neue Arbeitsplätze entstehen können.

Nichtsdestotrotz bedeuten die neuen Technologien auch eine Gefahr für Arbeitsplätze. So gehen weitere aktuelle Studien und Szenarien für den deutschen Arbeitsmarkt davon aus, dass innerhalb der nächsten zehn Jahre insgesamt 490.000 Arbeitsplätze wegfallen und gleichzeitig 430.000 neue Tätigkeiten entstehen werden. Das bedeutet nach wie vor einen Arbeitsplatzabbau von 60.000 Stellen. Bedeutsam an dieser Auswertung ist, dass sie eine große Strukturverschiebung auf dem Arbeitsmarkt unterstreicht. Tätigkeitsbilder werden sich stark verschieben und durch neue Aufgaben verändern. Aus diesem Grund sind die Schaffung neuer und besserer Möglichkeiten betrieblicher Kompetenzentwicklung für Beschäftigte und neue Konzepte zur ständigen Weiterqualifizierung (Lernen im Prozess der Arbeit) eine der zentralen Herausforderungen zur Gestaltung einer humanen Arbeitswelt von Morgen.

Dies gilt nicht nur, aber insbesondere für manuelle, niedriger qualifizierte Tätigkeiten, (etwa im verarbeitende Gewerbe, sowie der Chemie- und Kunststoffberufe), da das Rationalisierungspotenzial hier besonders stark ausgeprägt ist.

Volkswirtschaftliche Kennzahlen und Beschäftigungszahlen:
Erwartungen an Industrie 4.0

Ein Paradoxon ergibt sich, wenn man Personalverantwortliche und Produktionsplaner fragt, wie sie die Entwicklung des Automatisierungsgrades in den nächsten fünf Jahren einschätzen (Studie Fraunhofer IAO/Ingenics). Die Ergebnisse der Befragung lauten, dass für allen Unternehmensbereiche davon ausgegangen wird, dass es mehr Automatisierung und dadurch auch mehr Rationalisierung – also einen Arbeitsplatzabbau geben wird. Die Befragung ergibt gleichzeitig, dass menschliche Arbeit sowohl in der Planung, als auch in der Steuerung, Ausführung und auch in der Überwachung von Produktionsprozessen sehr wichtig bleiben wird. Über 90 Prozent der Befragten geben an, dass menschliche Arbeit in Zukunft wichtig bleiben wird.



Die Abbildung oben zeigt verschiedene Kriterien, nach denen Beratungsinstitute die Erwartungen an die Industrie 4.0 zusammengefasst haben:

Demnach werden die Produktivitätsgewinne sehr positiv bis euphorisch betrachtet. So gehen die Autoren einer Studie der Boston Consulting Group von einem Zuwachs der Produktivität von 5 bis 8 Prozent innerhalb der nächsten fünf bis zehn Jahre aus.

Die Investitionssummen, die in 300 befragten Unternehmen bis 2020 in Industrie 4.0-Technologien investiert werden, belaufen sich nach eine Studie von PricewaterhouseCoopers auf 40 Milliarden Euro was wiederum 3,3% des Jahresumsatzes dieser Firmen entspricht.

Hinsichtlich der Beschäftigung wird nach einer Prognose der Boston Consulting Group im Maschinenbau und der Automobilbranche ein Zuwachs von 390.000 Beschäftigten erwartet.

Es bleibt jedoch zu beachten, dass es sich bei genannten Zahlen vielfach um Einschätzungen handelt, da Industrie 4.0 bisher nicht breitflächig umgesetzt wurde und bisher lediglich einzelne Projekte und Teilumsetzungen zu beobachten sind. Empirisch sind diese bisher auch noch nicht ausgewertet worden.

Es lässt sich heute auch noch nicht genau sagen, welche Auswirkungen der stattfindende Wandel auf die Qualität der Arbeit haben wird. Was man aber sagen kann ist, dass Arbeit, wesentlich flexibler werden wird und vor allem direkte Tätigkeiten, wie beispielsweise Montagetätigkeiten, sehr stark abnehmen werden, da solche Arbeiten leichter als in der Vergangenheit durch Maschinen ersetzt werden können.

So geht man bei Volkswagen davon aus, dass die vor allem taktgebundenen Arbeiten innerhalb der nächsten fünf bis zehn Jahre zu einem großen Teil abgeschafft und durch neue Roboter ersetzt werden. Gleichzeitig ist der demographischen Wandel in dem Unternehmen – als Beispiel – absehbar. Volkswagen rechnet damit, dass die so genannten „Babyboomer" – Beschäftigte, die heute um die 50 Jahre alt sind – die Betriebe ohnehin in den nächsten Jahren altersbedingt verlassen werden. Nach dieser Logik würden Rationalisierungseffekte durch den demographischen Wandel abgeschwächt.

Gleichwohl arbeitet auch ein beträchtlicher Anteil jüngerer Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen in diesen (taktgebundenen) Bereichen. Besonders hier zeigt sich ein hoher Bedarf an neuen Qualifizierungsmöglichkeiten, der die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auf sich verändernde Anforderungen vorbereitet und eine beständige Kompetenzentwicklung ermöglicht.

3. Handlungsfelder für gute Arbeit in der Industrie 4.0

Im Folgenden sollen jene Handlungsfelder dargelegt werden, die aus Sicht der IG Metall elementar für eine neue Humanisierungspolitik sind und technologischen Wandel für eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen nutzt.

Eine große Herausforderung und auch für die „Funktionsfähigkeit" von Industrie 4.0 elementar ist, dass die Beschäftigten an den Implementierungsprozessen neuer Technologien beteiligt werden müssen. Bereits in vorigen Automatisierungswellen hat man gesehen, dass bei der Einführung von neuen Technologien, in welche die Beschäftigten und Betriebsräte nicht einbezogen wurden, fehlende Akzeptanz in der Belegschaft zum Scheitern von Innovationsprozessen geführt hat.

Aus diesem Grund akzeptieren führende Industrieunternehmen heute, zumindest im Diskurs, der in Deutschland geführt wird, die Beteiligung der Mitarbeiter, Mitarbeiterinnen und Betriebsräte an der Umsetzung von Industrie 4.0. Beteiligung und Partizipation unterstützt die Innovationsfähigkeit der Unternehmen. Gleichzeitig kann durch Beteiligung Akzeptanz neuer Technologien sichergestellt werden, wenn sich dadurch auch Verbesserungen für die Belegschaften verbinden.

Ein weiterer wichtiger Punkt für die Gestaltung von guter Arbeit betrifft die Möglichkeiten der Auslagerung, also dem „Outsourcing", von bestimmten Tätigkeiten. Schlagworte in diesem Zusammenhang sind Crowdworking oder Crowdsourcing, also die Auslagerung von einzelnen Tätigkeiten über Internetplattformen.

Beispielsweise werden bei Amazon Mechanical Turk bestimmte Tätigkeiten zergliedert und über Internetplattformen global ausgeschrieben. Diese Tätigkeiten können von jedermann übernommen werden. Dabei gibt es kaum standardisierte Beschäftigungsverhältnisse. Vielmehr basieren die Beschäftigungsverhältnisse auf allgemeinen Geschäftsbedingungen. Selbstverständlich gibt es auch hochqualifizierte Tätigkeiten auf dieser und vielen weiteren ähnlichen Plattformen, die gut bezahlt sind, jedoch auch das schlechtbezahlte Gegenteil.

Diese Form der Auslagerung bildet auf alle Fälle eine wichtige Gestaltungsfrage aus Gewerkschaftssicht.

Ein weiterer Gestaltungspunkt ist das Thema mobile Arbeit. Durch diese Möglichkeit, immer flexibler und mobiler arbeiten zu können, entsteht die Notwendigkeit der Entwicklung von Schutzmechanismen hinsichtlich Arbeitszeitgestaltung und Arbeitsschutz.

Die empirische angelegte Studie „DGB-Index Gute Arbeit" von 2014, beschäftigt sich mit mobil arbeitenden Beschäftigten und deren Arbeitsqualität. Daraus geht hervor, dass durchaus positive Aspekte von mobiler und flexibler Arbeit bestehen. Interessanterweise können die Beschäftigten, die mobil arbeiten, ihre Arbeit viel selbständiger planen. Sie haben auch mehr Einfluss auf die eigene Arbeitsmenge, also mehr Gestaltungsmöglichkeiten der eigenen Arbeit und sie erhalten auch mehr Wertschätzung durch die Vorgesetzten. Mit mobiler Arbeit geht aber auch ein Mehr an unbezahlter Arbeit einher. Arbeitsverdichtung und Arbeitsdruck sind wesentlich größer und natürlich ist die Notwendigkeit der ständigen Erreichbarkeit erhöht.

Mobile Arbeit zeigt somit einen Doppelcharakter. Die Grafik (s. u.) zeigt die Ergebnisse einer Umfrage, laut der heute schon 23 Prozent aller Beschäftigten am deutschen Arbeitsmarkt, regelmäßig bzw. häufig und sehr häufig für den Arbeitgeber erreichbar sein müssen.

„Always on“: Entgrenzung durch Digitalisierung

Arbeitszeitlage

	sehr häufig	oft	selten	nie
Wie häufig arbeiten Sie an Wochenenden?	13%	14%	33%	40%
Wie häufig arbeiten Sie nachts, in der Zeit zwischen 18:00 und 23:00 Uhr?	14%	17%	24%	45%
Wie häufig arbeiten Sie nachts, in der Zeit zwischen 23:00 und 6:00 Uhr?	5%	4%	11%	80%
Wie häufig wird von Ihnen erwartet, dass Sie außerhalb Ihrer normalen Arbeitszeit, z.B. per E-Mail oder per Telefon, für Ihre Arbeit erreichbar sind?	12%	11%	29%	48%
Wie häufig erledigen Sie außerhalb Ihrer normalen Arbeitszeit unbezahlte Arbeit für Ihren Betrieb?	7%	10%	23%	60%

Quelle: DGB Index Gute Arbeit, 2014

44% derjenigen, die ständig oder oft erreichbar sein müssen, geben an, häufig oder oft unbezahlte Mehrarbeit zu leisten.

Digitalisierung und Vernetzung bringen neue Formen der Arbeitsorganisation mit sich und damit Herausforderungen für Arbeitszeitpolitik und Arbeits- und Gesundheitsschutz.

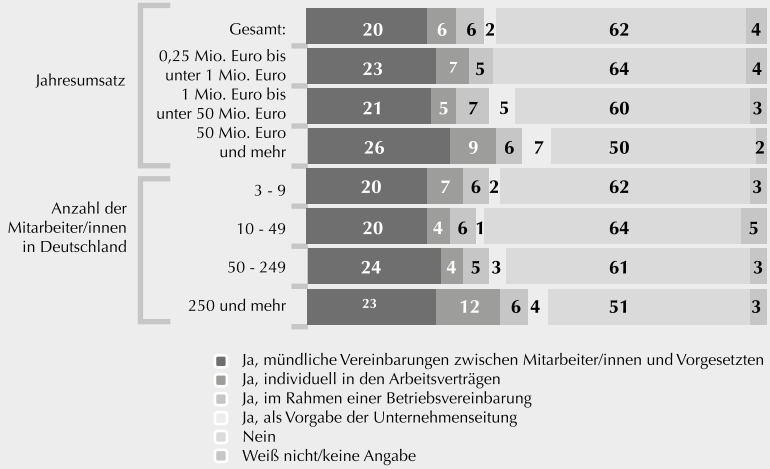
Von diesen 23 Prozent, die ständig erreichbar sein müssen, leisten 44 Prozent häufig oder oft unbezahlte Mehrarbeit. Das bedeutet, es gibt hier einen Zusammenhang von Mobilität, Entgrenzung und unbezahlter Arbeit, der neue Regelungen für den Arbeits- und Gesundheitsschutz und auch für die Arbeitszeitpolitik notwendig macht.

Es gibt heute in sehr geringem Ausmaß auch Absprachen in Form von Betriebsvereinbarungen zu diesem Thema. Einige große Unternehmen in Deutschland wie beispielsweise BMW und Bosch haben bereits erkannt, dass sie ihre Beschäftigten vor ständigen Zugriff schützen müssen und entsprechende Vereinbarungen abgeschlossen.

Ein genereller Indikator für neue Belastungssituationen in dem Zusammenhang ist, dass Arbeitsausfälle aufgrund psychischer Belastungen, durch mehr Arbeitsdruck und ständige Erreichbarkeit, zunehmen. Aus diesem Grund sollten Unternehmen ein ureigenes Interesse daran haben, sinnvolle Regelungslösungen mit den Beschäftigten zu erarbeiten. Insbesondere in KMUs hingegen gibt es nur sehr wenige Regelungen. Bisher sind es fast ausschließlich Großunternehmen (und auch hier nur ein Teil), die hier tätig werden.

Erreichbarkeit und Verfügbarkeit:
Geringe Verbreitung von Regelungen und Absprachen

Regeln für die Erreichbarkeit außerhalb der Arbeitszeit



Basis: 854 Entscheider der Führungsebene und Personalchefs von Unternehmen in Deutschland ab 3 Mitarbeiter/innen. Angaben in Prozent. **Frage:** Gibt es in Ihrem Unternehmen Regeln für die Erreichbarkeit der Mitarbeiter/innen außerhalb der regulären Arbeitszeit?
Quelle: Bitkom 2013

Bei der mobilen Arbeit ist die Frage der Beteiligung der Beschäftigten, aufgrund der sehr unterschiedlichen Bedürfnisse, elementar. Vor allem jüngere Beschäftigte, Beschäftige mit Kindern oder pflegebedürftigen Eltern haben oft den Wunsch nach flexibler, mobiler Arbeit. Andererseits wollen andere Beschäftigtengruppen eher nicht mobil arbeiten und wollen auch nicht unter Druck geraten, flexibel und möglicherweise von zu Hause aus oder an anderen Orten arbeiten zu müssen bzw. erreichbar zu sein. Die Frage nach be-

rufsgruppenspezifischen Regelungen stellt eine große Herausforderung dar. Aus diesen Gründen ist aus unserer Sicht im aktuellen Kontext von Industrie 4.0 und Digitalisierung eine starke Beteiligungsorientierung bei der Arbeitsgestaltung sehr wichtig.

Daimler beispielsweise erstellte dazu eine groß angelegte Kampagne im eigenen Betrieb. Es wurden 82.500 Beschäftigte angeschrieben und ihre Wünsche und ihre Vorstellung an Mobilität von Arbeit abgefragt und ausgewertet. Es gab großes Interesse und einen Rücklauf von über 40.000 Fragebögen. Aktuell wird in Workshops untersucht, wie sinnvolle Regelungen für mobile Arbeit gefunden werden können, die die Bedarfe und Bedürfnisse sowohl der Unternehmen wie auch der Beschäftigten abdecken.

Ein weiterer Grundsatz, der aus gewerkschaftlicher Sicht auch für die Frage von Qualifikationen besonders wichtig ist: technische Assistenzsysteme sollen als Unterstützungsinstrumente genutzt werden und es sollte verhindert werden, dass Maschinen Menschen steuern.

Wenn man an einer nachhaltigen Kompetenzentwicklung von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen im Zuge des demographischen Wandels und der Digitalisierung interessiert ist, dann ist eine Implementierung von Industrie 4.0-Technologien (bspw. beim Einsatz von flexiblen digitalen Assistenzsystemen) nicht sinnvoll, welche die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen zum Anhängsel von Maschinen macht und Arbeit immer weiter zergliedert, standardisiert und dequalifiziert.

Alles in allem hängt die Antwort auf die Frage, ob eine Humanisierung der Arbeitswelt gelingt und Industrie 4.0 eine Erfolgstory wird, davon ab, inwieweit sich Unternehmen einer partizipativen Umsetzung hinsichtlich Technikgestaltung und Gestaltung der Arbeitsorganisation öffnen, die qualifizierte, selbstbestimmte, gesunde und gut bezahlte Arbeit ermöglicht. Beteiligt man im Umsetzungsprozess von Industrie 4.0 Betriebsräte und Beschäftigte wird eine neue, und auch sinnvolle Arbeitsorganisation entstehen, die sowohl zu einer höheren Innovationsfähigkeit und Produktivität der Unternehmen, als auch zu einer Verbesserungen von Arbeitsbedingungen führen kann.

Was macht Industrie 4.0 mit uns?
Was machen wir mit Industrie 4.0?

Der Autor

Julian Wenz studierte Politikwissenschaften und Soziologie mit dem Schwerpunkt Arbeitsbeziehungen an den Universitäten Kassel, Berlin und Madrid.

Nach Tätigkeiten am Hamburger Institut für Sozialforschung sowie als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Otto Brenner Stiftung arbeitete Julian Wenz im Ressort „Zukunft der Arbeit“ beim Vorstand der IG Metall zu den Themenfeldern Digitalisierung und Industrie 4.0.

Seit 2016 bearbeitet er das bundesweite Projekt „Arbeit und Innovation 4.0“ am Bildungszentrum der IG Metall in Berlin.

Kontakt: Julian.Wenz@igmetall.de