

20. Hochschultage Berufliche Bildung an der Universität Siegen

Ein Beitrag zur Fachtagung „FT 15 Politik und Wirtschaftslehre – Politische Bildung an beruflichen Schulen im Kontext einer digitalisierten Arbeitswelt

Faktor Mensch in der Arbeitswelt 4.0 – Anforderungen, Spielräume und Einschränkungen

Olaf Katenkamp

Inhaltsverzeichnis

1	Digitale Transformation – Was ist Digitalisierung?	3
2	Erfolgsfaktoren, Risiken und Tendenzen bei der Einführung digitaler Technologien.....	5
3	Die Schnittstellen Mensch – Technik – Organisation.....	9
4	Fazit und Ausblick	11
	Literatur.....	12

Faktor Mensch in der Arbeitswelt 4.0 – Anforderungen, Spielräume und Einschränkungen

Die Digitalisierung der Arbeitswelt bezeichnet den digitalen Wandel, der durch steigenden Einsatz neuer digitaler Technologien (wie Cloud Computing, additive Fertigung) in Unternehmen möglich ist. Es verändern sich nicht nur die Produkte (smart products), Produktionsprozesse (smart factory) oder Smart Services, sondern auch die Arbeitsorganisation und Anforderungen an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Führungskräfte. Begleiterscheinungen sind die raumzeitliche Entkoppelung der Arbeit und der Steuerung vom klassischen Arbeitsort (z.B. Büroarbeitsplatz), ein zunehmendes Work-Life-Blending¹, die Veränderung von Berufsprofilen wie auch zunehmende Ansprüche an Kompetenzen zur Selbstorganisation in agilen Teams.

Das Leitbild der Digitalisierung entspricht einer dynamischen und vernetzten Wertschöpfungskette. Virtuelle und reale Prozesse verschmelzen im so genannten Cyber-Physischen System (vgl. Kap. 1). Ziel ist eine hocheffiziente und wandlungsfähige Produktion, die Kundenwünsche in Echtzeit integriert und eine Vielzahl von Produktvarianten ermöglicht. Smarte Produkte, intelligente Werkzeuge zur Ferndiagnose oder kollaborierende Roboter, die Hand in Hand mit den Beschäftigten arbeiten, nehmen stark zu. Die Digitalisierung geht in großen Schritten voran: Smart factory, mobile Arbeit, App´s, Flexibilisierung von Arbeitszeiten, agile Führung oder neue digitale Lernformen haben Einzug gehalten in die moderne Arbeitswelt.

Ziel des folgenden Beitrages ist es, den Faktor Mensch in der Arbeitswelt 4.0 näher zu betrachten. Die Ausgangshypothese ist, dass der Faktor Mensch kein Anhängsel der Technologie sein darf und die Gestaltung von Organisation, Mensch und Technologie nur als Triade zu begreifen ist, in dem jedem Faktor eine eigenständige Rolle zukommt. Um dieser These nachzugehen, werden im ersten Kapitel aktuelle digitale Veränderungsprozesse behandelt. In Kapitel 1 werden Aspekte der digitalen Transformation behandelt, in Kapitel 2 die Gefahr der Substitution von Arbeit und die Entwertung von Erfahrungswissen durch den digitalen Wandel analysiert und in Kapitel 3 ein sozio-digitaler Gestaltungsansatz und der Faktor Mensch in der digitalen Organisation thematisiert. Schließlich wird in Kapitel 4 ein Fazit gezogen.

1 Digitale Transformation – Was ist Digitalisierung?

Die Arbeitswelt steht vor einem fundamentalen Umbruch, der mit Schlagworten wie „Digitalisierung“ oder „Arbeit 4.0“ beschrieben wird. Die weitreichenden Veränderungen bestehender Wertschöpfungsprozesse und Geschäftsmodelle sind im Terminus der digitalen Transformation abgebildet. Dieser bezeichnet die durchgängige digitale Vernetzung aller Wirtschaftsbereiche und die damit zusammenhängenden Anpassungsleistungen der betroffenen Akteure. Dabei existieren digitale Strategien, die auf neue Geschäftsmodelle, neue Produkte,

¹ Work-Life-Blending bedeutet, dass sich die Phasen von Arbeiten und Leben immer mehr vermischen.

neue Produktionen oder neue Wertschöpfungsketten ausgerichtet sind. Im Vergleich zur Industrie 3.0, die nach Kagermann (2012, vgl. Abb. 1) auf Automatisierung, Lean Production und Internet beruht, setzt die Digitalisierung auf das Internet der Dinge, auf Clouds, Smart Factory und Virtualisierung der Produktion. Ein zentraler Begriff für die Industrie 4.0 stellt das Cyber-Physische-System (CPS) dar (vgl. Cernavin et al. 2018).

Abb. 1: Industrie 4.0 (nach Kagermann)

	Gestern Industrie 1.0 und 2.0	Heute Industrie 3.0	Morgen Industrie 4.0
Super-system	Analog-Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> • Heimatmärkte • Großrechner 	Internet und Intranet <ul style="list-style-type: none"> • Exportmärkte • PCs 	Internet der Dinge <ul style="list-style-type: none"> • Lokalisierte Märkte • Mobile & Cloud Computing
System	Neo-Taylorismus <ul style="list-style-type: none"> • Vorratsfertigung • Verrichtungsorientierung • Meister-Organisation 	Lean Production <ul style="list-style-type: none"> • JiT-Produktion • Prozessorientierung • Team-Organisation 	Smart Factory <ul style="list-style-type: none"> • Individualproduktion • Resiliente Produktion • Augmented Operators
Subsystem	Mechanisierung <ul style="list-style-type: none"> • Konv. Maschinen • Arbeitspläne • Zeichenbretter • Handräder 	Automatisierung <ul style="list-style-type: none"> • CNC-Maschinen • ERP / MES • 3D-CAD / CAD-CAM • Bedienpulte 	Virtualisierung <ul style="list-style-type: none"> • Social Machines • Virtual Production • Smart Products • Mobile Devices

Quelle: Kagermann et al. (2012, S. 12)

Cyber-Physische-Systeme (CPS) bilden eine Verbindung der physischen („realen“) Welt mit der virtuellen („cyber“) Welt über jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze. Sie ermöglichen eine Vernetzung von Maschinen, Menschen und Produkten, Betriebsmitteln, Lagersystemen usw. in Echtzeit. Mithilfe von Sensoren und Aktoren werden durch lernende, selbstorganisierende Technologien Daten aus der physischen Welt erhoben und mit intelligenten, adaptiven Steuerelementen verarbeitet.

In der erweiterten Realität (engl. *Augmented Reality*) ergänzen digitale Informationen die tatsächliche reale Umgebung. Beispielsweise kann einem Servicetechniker am Arbeitsort über eine Datenbrille der Konstruktionsplan einer zu reparierenden Maschine angezeigt werden. In der Arbeitswelt finden eben solche Technologien über Datenbrillen vermehrt Anwendung, v.a. im Bereich der Fernwartung und in der Lagerhaltung, wo ein schnelles Auffinden der Produkte unterstützt wird.

Allgemein können vier Ebenen der Auswirkungen der digitalen Transformation unterschieden werden:

1. Auswirkungen auf das *Individuum*: neue Berufsbilder, konkrete Arbeitstätigkeiten, Erlernen von Wissen und neue Kompetenzen

2. Auswirkungen auf die *Prozesse am Arbeitsplatz*: smarte Teamarbeit und Kooperation, agile Führung oder die Selbstorganisation der Arbeitssysteme
3. Auswirkungen in der *Organisation*: neue smarte Produkte und Services, hybride Prozesse oder neue Wertschöpfungsketten
4. Auswirkungen auf *volkswirtschaftlicher und gesellschaftlicher Ebene*: Wie wird sich die digitale Produktion langfristig entwickeln und die sozialen Arbeitsformen verändern? Wie verändert sich der Wohlfahrtsstaat? Welche neuen soziale Spaltungen und Entgrenzungen können auftreten?

Der Flexibilitätsgewinn kann aber auch zu Lasten der Work-Life-Balance gehen. Der Trend zu steigenden psychosozialen Belastungen hält an. Die ersten empirischen Untersuchungen zeigen eine Zweiteilung der gesundheitlichen Gefährdungen: Nach einer repräsentativen Befragung im Auftrag der BKK sehen 28 % eine stärkere Belastung durch die Digitalisierung. Nur einer von zehn Befragten fühlt sich dagegen weniger belastet. Bereits jeder zweite Beschäftigte gibt an, dass die Digitalisierung bereits fester Bestandteil seiner Arbeit geworden ist und 38,5 % vermerken, dass intelligente Werkzeuge eine wichtige Rolle an ihrem Arbeitsplatz einnehmen (Knieps/ Pfaff, 2017, S. 115ff.).

Wo Prozesse von Maschinen und intelligenten Assistenzsystemen übernommen werden, die sich selbst steuern, werde irgendwann der Mensch überflüssig – so die „Rationalisierungsthese“, nach der im Zuge der Digitalisierung fast die Hälfte aller Arbeitsplätze wegfallen könnten (Frey & Osborne, 2013). Der Mensch sei nicht ersetzbar, sondern werde nur an anderer Stelle als zuvor gebraucht, lautet die Gegenthese, nach der kein Wegfall, sondern eher eine Aufwertung von Arbeit in der Entwicklung der digitalen Transformation dominieren wird.

2 Erfolgsfaktoren, Risiken und Tendenzen bei der Einführung digitaler Technologien

Aus anderen Einführungsprozessen digitaler Technik ist bekannt (vgl. Cernavin et al., 2018), dass Digitalisierung erfolgreich gestaltet werden kann, wenn:

- die Akzeptanz der Technologie durch die Beschäftigten vorhanden ist,
- die Qualifizierung zeitnah und in Absprache mit den Beschäftigten erfolgte und
- digitale Lernformen mit Rücksicht auf die örtlichen und zeitlichen Gegebenheiten eingesetzt wurden,
- Usability und Handhabung der digitalen Techniken frühzeitig überprüft werden,
- saubere Schnittstellen in der Gestaltung der Technologien vorweggenommen werden,
- eine hohe Einbindung der Beschäftigten und eine dichte Kommunikation gefördert werden,

- die Wertschätzung und Anerkennung (v.a. durch die Führungskräfte) hoch ist und
- eine Einbettung der digitalen Technologie in die organisatorische und soziale Kultur des Unternehmens erfolgt.

In den Einführungsprozessen der Digitalisierung treten diverse Risiken der digitalen Technologie auf. Sehr häufig wird von *Schnittstellen- und Synchronisierungsproblemen* in Kombination berichtet. Durch diese entsteht ein erhöhter Arbeitsaufwand und Koordinationsbedarf, der bei der Digitalisierung geregelt werden muss. Akzeptanzprobleme sind häufig eine Folge ungenügender Transparenz und Beteiligung (vgl. Abel et al., 2019). Auch negative Auswirkung auf Aufgabenumfang für Beschäftigte, sowie fehlende Entscheidungsspielräume und Wertschätzung der eigenen Fähigkeiten (inkl. Erfahrungswissen) schlagen leicht in fehlende Akzeptanz der neuen Lösung um. Eine *Musterlösung* zur Digitalisierung ist somit nicht in Sicht. Im Gegenteil: *"Es wird vermutlich immer schwieriger von eindeutigen Mustern der Arbeitsorganisation und der betrieblichen Hierarchie zu sprechen,"* so Hirsch-Kreinsen und ten Hompel (2017, S. 368).

Auf der *gesellschaftlichen Ebene* wird u.a. das Substitutionspotenzial² der digitalen Transformation intensiv diskutiert. Nach dem „Horrorszenario“ von Frey/Osborne (2013) war und ist die Frage relevant, wie realistisch eine Übertragung der Ergebnisse auf deutsche Verhältnisse ist. Frey und Osborne berechneten für die USA einen *möglichen* Verlust von knapp 50% aller Arbeitsplätze im Jahre 2020 (vgl. Frey/Osborne, 2013). Das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), welches sich der Frage der Übertragbarkeit gewidmet hat, kommt für Deutschland zu einem deutlich differenzierten Ergebnis. Anhand einer Auswertung empirischer Daten im Frühjahr 2017 beschreiben sie weder starke Verluste, noch starke Zunahmen von Arbeitsplätzen, sodass sie lediglich Substitutionspotenziale von bis zu 20 % in Abhängigkeit von Berufsgruppe und Region sehen (vgl. Buch et al. 2016). Auch das Institut der deutschen Wirtschaft (IW) sieht auf absehbare Zeit keine negativen Beschäftigungseffekte für Deutschland (vgl. Bertenrath et. al, 2016). Demnach plant jeder dritte digitalisierte Betrieb eine Personalaufstockung, nur jedes zehnte Unternehmen plant hingegen, Personal abzubauen (ders. et. al 2016, 8). Tendenziell ließen sich positive Effekte für hochkomplexe Expertentätigkeiten ausmachen, während Helfertätigkeiten mit geringem Qualifikationsniveau Arbeitsplatzverluste hinnehmen müssen (Lehmer/Matthes, 2017). Zwar scheint die Sorge vor der menschenleeren Fabrik unbegründet zu sein, jedoch wird es zu umfangreichen Verschiebungen von Tätigkeitsprofilen kommen.

Die *Substitution von Arbeit* durch den digitalen Wandel kann auf mehreren Ebenen erfolgen.

- Roboter *ersetzen* die menschliche Arbeitskraft (z.B. in der Montage eines Maschinenbauers ersetzt ein Industrieroboter drei Mitarbeiter pro Schicht, vollautomatische La-

² Zu anderen gesellschaftlichen Aspekte der Digitalisierungen vgl. z.B. Reckwitz (2017) oder Grunwald (2019).

ger kommen mit weitaus weniger Arbeitskräften aus oder Smartglasses bzw. Datenbrillen ersetzen die Disponenten im erheblichen Umfang.

- *Neue digitale Geschäftsmodelle* können Tätigkeiten verändern oder überflüssig machen. Zum Beispiel werden Geschäftsprozesse, die vollständig automatisiert werden, und nicht sichtbar sind, als Dunkelverarbeitung bezeichnet (z. B. Datenabgleiche in der Finanzbranche). Online-Reisebüros verändern die Interaktionen und Beratungen mit den Kunden.
- Hybride Systeme *vereinfachen* die Arbeitsprozesse (Prozessoptimierung): Durch Kollaboration von Mensch und Maschinen oder in einem kognitiven Assistenzsystem kann flexibler gearbeitet werden.
- *Dequalifizierung* („Deskilling“): Die Arbeitstätigkeiten werden *abgewertet* in dem Sinne, dass die digitalen Maschinen deutlich mehr Tätigkeiten übernehmen können. *Deskilling* bedeutet, dass die Kompetenzen und das Erfahrungswissen in der Arbeit abgewertet werden. Bei einem Internetversandhändler müssen die Beschäftigten dank digitaler Prozesssteuerung weder spezifischen Kenntnisse über die Arbeitsumgebung haben, noch müssen sie sich merken, wo die Produkte gelagert werden (vgl. Staab 2016, S. 95).

Neben der *Dequalifizierung* wird allerdings zugleich ein *möglicher* Trend zum Upgrading ausgemacht. Während Roboter und Algorithmen zunehmend Routineaufgaben übernehmen, entstehen neue und anspruchsvollere Aufgaben. Um den Aufgaben gewachsen zu sein, bedarf es weiterer Qualifikationen und Kompetenzen (vgl. Spöttl et al. 2017).

Die Digitalisierung kann langfristig dazu führen, dass analytische Tätigkeiten, Wissensarbeit, Prozesssteuerung u.v.m. zunehmen und neue Berufe am Arbeitsmarkt entstehen (z.B. Social Media-Marketing, Prozesscontroller, Big-Data-Analyst). Es wird damit gerechnet, dass neue Berufe wie Data Scientist, Social Media Marketing, digitale Instandhaltung/Wartungen, Prozesscontrolling (vgl. Institut für Innovation und Technik 2016, S. 28 ff.) entstehen. Die neuen Berufsbilder sind aktuell noch nicht zu fassen: Wer konnte sich vor 15 Jahren z. B. den Beruf eines App-Entwicklers vorstellen?

Ob es eher zu einem Upgrading- oder einem Polarisierungsprozess kommt, hängt stark von der Organisation im Unternehmen ab. Die generelle Aufwertung der Qualifikationen, das Upgrading, erfordert von der Organisation ein hohes Maß an struktureller Offenheit und Flexibilität. Es wird hier von der Schwarm-Organisation gesprochen, die sich die Nutzung informeller sozialer Prozesse und Kommunikation sowie Kooperation in flachen Organisationen und Netzwerken zu Eigen macht.

Polarisierungstendenzen entstehen dagegen eher bei einer ausgeprägten Arbeitsteilung. Im unteren Segment dominieren einfache standardisierte Überwachungs- und Kontrollaufgaben weitestgehend ohne Handlungsspielraum. Im oberen Segment agieren hingegen Spezialisten, die Dispositions- und Managementaufgaben übernehmen. Insgesamt werden die Entwicklungen sehr divergent sein, ohne dass es *den einen* richtigen Weg gibt.

Die Schwierigkeit der Prognosen zur Arbeitswelt 4.0 besteht vor allem darin, dass die volkswirtschaftliche Entwicklung von mehreren ökonomischen, politischen und sozialen Faktoren abhängt (wirtschaftliche Lage, Konsumnachfrage, Konjunkturverlauf, Investitionstätig-

keit, regionale Differenzen, Bildung, demografischer Wandel etc.) (vgl. Herzog-Stein et al., 2017). Um dies zu veranschaulichen, sollen drei verschiedene Studien und Fallstudien zur Veränderung von Arbeitstätigkeiten kurz behandelt werden.

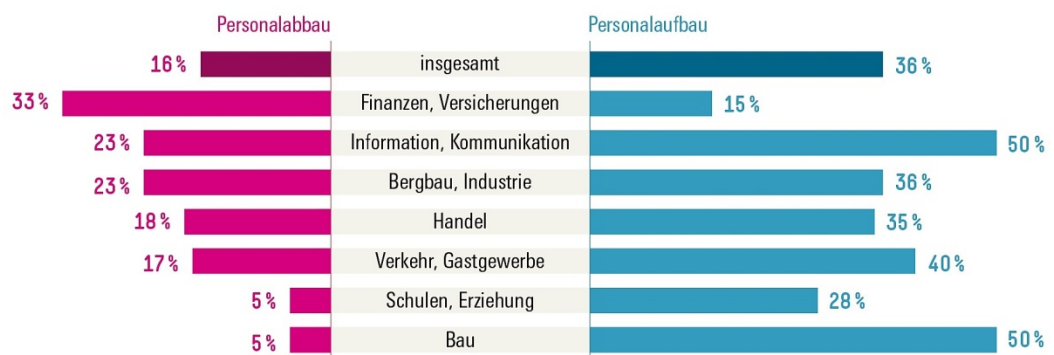
Nach einer repräsentativen Stichprobe des IAB-Panels (mit 12.000 Betrieben) findet *aktuell kein* Stellenabbau durch Digitalisierung statt: „Eine Tendenz in Richtung Personalabbau durch Digitalisierung ist nicht erkennbar (...)“ (Warning/Weber 2017, S. 4).³ Verglichen wurden Unternehmen mit interner Digitalisierung (digitale Vernetzung der internen Produktions- oder Dienstleistungskette), mit externer Digitalisierung (digitale Vernetzung mit Zulieferern oder Kunden) oder Unternehmen mit dem Aufbau lernender Systeme (Einführung von CPS). Im gewichteten Durchschnitt über alle Betriebe gab es 13,2 Neueinstellungen je 100 Beschäftigte. In Betrieben mit beginnender interner Digitalisierung gab es 1,46 Neueinstellungen (aller Stellen je 100 Beschäftigte) *weniger* als in Betrieben ohne interne Digitalisierung, wohingegen es in Betrieben mit lernenden Systemen 4,39 Neueinstellungen (aller Stellen je 100 Beschäftigte) *mehr* als in Betrieben ohne interne Digitalisierung gab.

Dagegen wird vor allem in der Logistik befürchtet, dass Sensoren, Datenbrillen oder automatische Lagersysteme („Chaotisches Lager“) hohe Einsparungen im Beschäftigtenbereich ermöglichen. Vogler-Ludwig (2017:866) hat *einzig* für den Handel in einem Vergleich von 44 Branchen negative Effekte auf die Nachfrage durch die Digitalisierung bis 2030 berechnet. Bis 2030 prognostiziert er für Handel und Verkehr einen Rückgang um 114.000 Beschäftigte (ders. 2017, S. 867). Nach Einstufung der Betriebsräte des WSI-Betriebsrätepanels von 2016 (N=2.606) gaben 36 % der beteiligten Betriebs- und Personalräte an, dass es einen Personalabbau durch die Digitalisierung innerhalb der letzten fünf Jahre gab, wohingegen nur 16 % der beteiligten Betriebs- und Personalräte in dieser Branche von einem Personalaufbau ausgehen. Der höchste Personalabbau ist aktuell in der Finanzbranche zu beobachten (vgl. Abb. 2).

Abb. 2: WSI-Betriebsrätebefragung

Unter dem Strich ist die Digitalisierung bislang kein Jobkiller

In so vielen Betrieben gab es durch den technologischen Fortschritt der vergangenen fünf Jahre ...



Quelle: Ahlers 2018, WSI-Betriebsrätebefragung 2016 Grafik zum Download: bit.do/impuls1200 Daten: bit.do/impuls1201

Hans Böckler
Stiftung

Quelle: Ahlers (2018, S. 11)

³ Auch die Frage nach der Entwicklung in den nächsten fünf Jahren wurde ähnlich beantwortet!

Brandt et al. (2016) konstatieren auf der Basis von zwei Fallstudien im Bereich *Handel und Logistik*: „Die Digitalisierung des *Handels und der Logistik* ist vergleichsweise weit fortgeschritten. Während die Prozesse der Verwaltung und der Intralogistik einen relativ hohen Digitalisierungsgrad aufweisen, verfügen andere Branchensegmente, wie die Transportlogistik, über größere Potenziale für den Einsatz neuer Technologien“ (diess. 31). Beide Branchen sind durch einen enorm hohen Wettbewerbsdruck als auch durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet. Die Optimierung der Kostenstrukturen und der Effektivität ist oft ein wesentliches Ziel der Digitalisierung. Vollautomatische Lösungen oder die systematische Integration der Wertschöpfungskette sind zwar technisch in Echtzeit möglich, führen aber zu hohen Investitions- und die Programmierungskosten. Eine Erleichterung und Vereinfachung von Tätigkeiten wird vor allem bei Routinetätigkeiten durch die digitale Prozesssteuerung konstatiert, wobei gleichzeitig oft aber auch eine Einengung des Handlungsspielraums und eine Standardisierung beklagt wird.

Nach der Einführung der Digitalisierung (v.a. Datenbrillen, digitale Assistenzsysteme) nahm in beiden Fallstudien die Komplexität der Arbeit zu. Die Beschäftigten gaben an, dass die Anforderungen besonders in den Bereichen der Präzision und der Geschwindigkeit deutlich anstiegen. Es zeichnete sich eine höhere Verantwortung der Beschäftigten bei Fehlern ab, die im digitalisierten System direkte Folgen nach sich zieht. Die Steuerung der digital gestützten Prozesse wurde auf nur wenige sehr gut qualifizierte Personen gebündelt. Viele Beschäftigte berichten von einer Einschränkung autonomer Handlungs- und Entscheidungsspielräume durch digitale Assistenzsysteme. Durch die Kommissionierung mit Datenbrillen gab es eine Dequalifizierung der Beschäftigten, die ebenso von einer Degradierung ihres Erfahrungswissen („implizites Wissen“) berichteten. Die Beschäftigten sprachen metaphorisch vom „verlängerten, kosteneffizienten Arm der Technik“ (Brandt et al. 2016, S. 31).

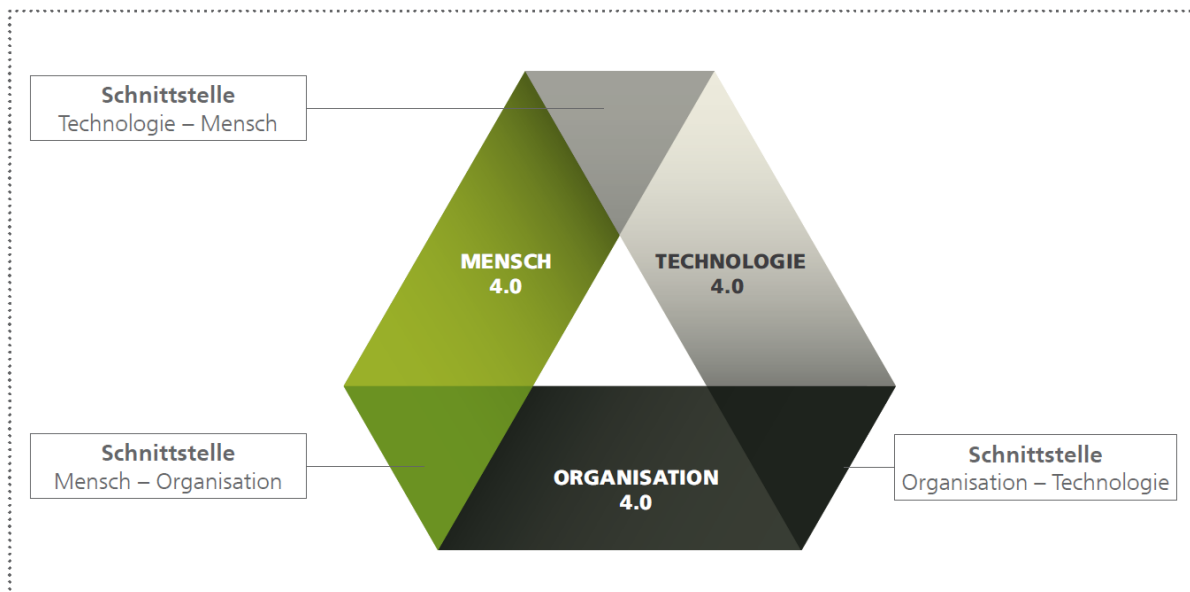
3 Die Schnittstellen Mensch – Technik – Organisation

Überall dort, wo neue Technologien eingeführt werden, müssen die Auswirkungen auf den Menschen und die Organisation beachtet werden. Die Balance muss stimmen: Nur wo alle drei Bereiche berücksichtigt werden, zeichnen sich Erfolge in der Gestaltung der Digitalisierung ab. Alleingänge der Technik garantieren keine Erfolge. Im Gegenteil: Wer einseitig auf Technik setzt, erzielt unter Umständen weniger Produktivität. Diese Botschaft ist seit Jahren bekannt. Und dennoch wirft die Umsetzung folgende Frage auf: Wie kann für alle drei Bereiche die beste Balance hergestellt werden?

Die Idee des ausgewogenen Change hat das Tavistock-Institut und Kurt Lewin (vgl. Trist/Bamforth 1951) entwickelt. Sie konnten belegen, dass die beste Technologie nicht automatisch die höchste Produktivität erzeugt. Dort, wo es gelingt, die Arbeit der Teams, die Kompetenz und Qualifizierung der Mitarbeiter, die Ressourcen und Belastungen im Einklang mit der neuen Organisation und der neuen Technologie zu bringen, waren die Erfolge eindeutig besser. Es ist davon auszugehen, dass der soziotechnische Ansatz bzw. das Mensch – Technik – Organisation – Modell (MTO-Modell) in der Digitalisierung der Arbeitswelt an

Gewicht gewinnen wird, weil die Schnittstellen und Komplexität deutlich zunehmen und sich der Aufwand für die Koordination erhöhen wird (Grote, 2018).

Abb. 3: Die Schnittstellen im sozio-technischen System Industrie 4.0



Quelle: Hirsch-Kreinsen 2018

Ein Beispiel für die Analyse und Anwendung der drei Ebenen ist die Betriebslandkarte, die zunächst als Experimentierraum entwickelt wurde. Ziel war es, die steigende Komplexität der Digitalisierung besser abzubilden und Lösungswege der gemeinsamen Gestaltung aufzuzeigen (vgl. Nettelstroth/Schilling, 2018). Digitale Technik wurde als lösungsoffen, vielfältig und variantenreich betrachtet. In einem gemeinsamen Dialog von Management, Führungskräften, Betriebsräten und Beschäftigten wurde kooperativ die neue Dimension digitaler Technologien aufgezeigt, in dem in einer Landkarte die abteilungsübergreifenden Auswirkungen auf die Arbeitsplätze und Arbeitsbedingungen beurteilt wurden, um schließlich zu einer gemeinsamen Optimierung des Lösungsweges zu kommen. Die Mitgestaltung der Arbeit 4.0 schließt alle wichtigen betrieblichen Akteure in einem Unternehmen ein. Ziel hierbei ist es Arbeitsplätze langfristig sicherzustellen und die Zusammenhänge und Auswirkungen digitaler Technik unter Beteiligung der Beschäftigten gemeinsam zu erarbeiten. Insellösungen sollen hierbei überwunden und digitale Werkzeuge und Produkte bedarfsgerecht entwickelt werden. Durch eine Reorganisation des Wertstroms auf Basis der Vorschläge zur Arbeitsgestaltung der Beschäftigten sollen konkrete Qualifikationsanforderungen ermöglicht und erarbeitet werden. Die Betriebslandkarte zeigt Gestaltungsoptionen auf, klärt die Interessen und Ziele am Beginn eines Digitalisierungsprojektes und vereinbart konkrete Maßnahmen zur Etablierung digitaler Technologien.

Die Schnittstellen von Mensch, Organisation und Technik stehen dabei im Vordergrund. Um eine höhere Verankerung der Digitalisierung im Betrieb zu erreichen, wird die aktive Beteiligung von Betriebsrat, Beschäftigten und Management am Prozess angestrebt. Der Vorteil dieses Vorgehens besteht darin, die Sichtweisen der verschiedenen Abteilungen auf die übergreifende Digitalisierung besser zu verstehen, die Kommunikation zwischen den Berei-

chen zu steigern und alle Bereiche des Unternehmens in die Analyse der Digitalisierung einzubeziehen.

4 Fazit und Ausblick

Die Digitalisierung verändert die Arbeit, das Wissen und die Kompetenzen. Die digitale Transformation verlangt Wandlungsfähigkeit, Selbstorganisation, neue Kooperationen bis hin zu einer anderen Führungskultur, Arbeitsorganisation und neuen Vernetzungsformen (vgl. Antoni/Syrek 2017, Kempa et al. 2019). Das Managen und Koordinieren von komplexen Wertschöpfungsketten in Cyber-Physischen Systemen (CPS) stellt eine zentrale Herausforderung dar. Virtual Reality, kollaborative Roboter, kognitive Assistenzsysteme oder hybride Teams verlangen neues Wissen und neue Lernformen (vgl. Guhlemann et al. 2017, Apt et al. 2018).

Die digitale Transformation erzeugt Ängste und große Erwartungen: die Einen befürchten einen Jobkiller und eine neue Taylorisierung von Organisationen (vgl. Staab, 2016, Engel et al., 2017), die Anderen konstatieren ein erhebliches Potenzial für den wirtschaftlichen Wachstum. Der „*digitale Zug*“ fährt mit großer Geschwindigkeit: Die Technologie macht rasante Fortschritte. Der Faktor Mensch wird sich verändern – es bleibt nichts, wie es war. Die Frage ist aber, wie die organisationale Gestaltung und die technischen Veränderungen auf den Faktor Mensch durchschlagen wird. In der Regel wird diese Debatte einseitig um Substitutionsrisiken und Qualifizierungsfragen geführt. Viel wichtiger wäre eine umfangreiche Einbettung in die soziale Dimension und die humanen Ressourcen, die durch die Digitalisierung entstehen.

Die Digitalisierungsprozesse sind sehr heterogen in ihren Formen und Auswirkungen – je nach Branchen, Nation und Industriekultur. Ein „one-best-way“ ist – auch international – nicht in Sicht. Im internationalen Vergleich dominierten zunächst viele Beratungsstudien und Befragungen, die sich auf das Neue der Digitalisierung stürzten und die *disruptive* Strategien betonten, obwohl diese doch noch eher seltener auftreten (vgl. die Anzahl der Unternehmen, die disruptive Strategien verfolgen, liegen – je nach Studie – zwischen 5 bis 13 %, vgl. Hirsch-Kreinsen 2018, 13). Die Bandbreite der Strategien kann nach der Produkt- und Lösungsorientierung (vgl. Müller-Stewens et al. 2018), nach der Neu-Konfiguration der vertikalen und horizontalen Wertschöpfung oder nach strategischen Vorgehensmodellen betrachtet werden (vgl. IPA/ISI 2018, Kempa et al. 2019).

1. In den strategischen Studien zur Digitalisierung werden vier Strategien zur Digitalisierung herauskristallisiert:
2. Digitalisierung als flexible Automatisierung
3. Digitalisierung als Vernetzung und Hybridisierung
4. Digitalisierung als neues Geschäftsmodell
5. Digitalisierung zur erhöhten Wandlungsfähigkeit

Viele Unternehmen folgen in ihrer strategischen Ausrichtung bisher keinem zentralen Modell. Es überwiegen Case-Studies, Insellösungen, einzelne Produktlösungen und ein Stra-

tegie-Mix, der nicht immer einem *einheitlichen* Muster folgt. Aus soziotechnischer Sicht sind die technologischen Entwicklungspfade der Einfacharbeit nicht eindeutig auf Substituierbarkeit angelegt, obwohl oft mit der Automatisierung in der Prozesskette von einem hohen Rationalisierungs- und Einspareffekt von bis zu der Hälfte der Arbeitsplätze berichtet wird.

Die hohen Erwartungen an der digitalen Transformation wie Disruption, Produktivitätswachstum bis hin zur adaptiven, sich selbststeuernden Intelligenz werden kontrastiert von negativen Auswirkungen wie Jobkiller, sozialen Spaltungen, unzureichendem Datenschutz, Crowdsourcing oder Entgrenzungen. Mittlerweile liegen viele Erfahrungen im Umgang mit smarterer Technologie und neuer agiler Arbeitsorganisation vor. In der Perspektive der soziotechnologischen Arbeitsgestaltung werden vier Szenarien diskutiert (Dequalifizierung, Upgrading, Polarisierung, Hybride Lösungen, vgl. Kap. 2).

Es sind nicht die technologischen Eigenschaften allein, die über die organisatorischen und sozialen Auswirkungen entscheiden. Die Richtung und Intensität der Auswirkungen digitaler Transformationsprozesse auf die Arbeitssituation der Beschäftigten müssen durch Bemühungen um mitarbeitergerechte, gesundheitsförderliche und partizipative Arbeitsgestaltung beeinflusst werden (vgl. Adolph 2016, Klippert et al., 2018). Um die Potenziale der neuen Technik zu nutzen, muss der digitale Change-Prozess unterstützt werden von einem Dialog über Fragen der Arbeitsplatzgestaltung und neuer Betriebsformen, der Tragweite permanenter Wandlungsfähigkeit oder einer Erweiterung des Handlungsrahmens in der Arbeitszeitpolitik. Die Realisierung der digitalen Transformation im kompletten Arbeitsprozess ist ein kontinuierlicher Prozess, der keinen Endpunkt hat.

Literatur

- Abel, J., Hirsch-Kreinsen, H., Steglich, S. & Wienczek, T. (2019). *Akzeptanz von Industrie 4.0*. Forschungsbeirat Acatech. Verfügbar unter: URL: http://www.acatech.de/wp-content/uploads/2019/04/Forschungsbeirat_Akzeptanz-von-Industrie-4.0_web_bf.pdf, [12.06.2019].
- Adolph, L. (2016). Menschengerechte Arbeit in der digitalen Arbeitswelt Herausforderungen auf dem Weg zur guten Gestaltung. In L. Schröder & H.-J. Urban (Hrsg.), *Gute Arbeit. Digitale Arbeitswelt – Trends und Anforderungen*. Ausgabe 2016. Frankfurt am Main: BUND-Verlag.
- Ahlers, E. (2018). Die Digitalisierung der Arbeit. Düsseldorf, *WSI Report Nr. 40, Mai 2018*. Verfügbar unter: https://www.boeckler.de/pdf/p_wsi_report_40_2018.pdf [12.05.2019].
- Antoni, C. H., & C. Syrek (2017). Digitalisierung der Arbeit: Konsequenzen der Führung und Zusammenarbeit. *Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie*, 48 (4), 247–258.

- Apt, W., Bovenschulte, M., Priesack, K., Weiß, C. & Hartmann, E. A. (2018). *Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb*. Bundesministeriums für Arbeit und Soziales. Forschungsbericht 502. Berlin: Eigenverlag.
- Arntz, M., Gregory, T., Lehmer, F., Matthes, B. & Zierahn, U. (2016). Arbeitswelt 4.0 - Stand der Digitalisierung in Deutschland. *IAB Kurzbericht* (22), 1–9.
- Bertenrath, R., Klös, H.P. & Stettes, O. (2016). *Digitalisierung, Industrie 4.0, Big Data*. Institut der Deutschen Wirtschaft, Köln.
- Brandt, A., L. Polom, & Danneberg, M. (2016). Gute digitale Arbeit. Auswirkungen der Digitalisierung im Dienstleistungsbereich. *Wiso-Diskurs Nr. 16, Friedrich-Ebert-Stiftung in Kooperation mit Verdi Niedersachsen – Bremen*. Bonn: Eigenverlag.
- Buch, T., Dengler, K. & Matthes, B. (2016). Relevanz der Digitalisierung für die Bundesländer. *IAB-Kurzbericht 14/2016*. Verfügbar unter: <http://doku.iab.de/kurzber/2016/kb1416.pdf> [31.01.2019].
- Cernavin, O., Schröter, W. & Stowasser, S. (Hrsg.) (2018). *Prävention 4.0: Analysen und Handlungsempfehlungen für eine produktive und gesunde Arbeit 4.0*. Wiesbaden: Springer.
- Dengler, K. & Matthes, B. (2015). Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt – Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. *IAB-Forschungsbericht 11/2015*.
- Engel, T., Ehrlich, M. & Butollo, F. (2017). Amazonisierung der Industriearbeit? Industrie 4.0, Intra-logistik und die Veränderung der Arbeitsverhältnisse in einem Montageunternehmen der Automobilindustrie. *Arbeit. Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik*, Jg. 26, H.1, 33–59.
- Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2013). *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Verfügbar unter https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf [23.1.2016].
- Grote, G. (2018). Gestaltungsansätze für das komplementäre Zusammenwirken von Mensch und Technik in Industrie 4.0. In H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & J. Niehaus (Hrsg.), *Digitalisierung industrieller Arbeit: Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen* (2., aktualisierte und erweiterte Auflage) (S. 215-233). Baden-Baden: Nomos.
- Grunwald, A. (2019). *Der unterlegene Mensch*. München:RIWA.
- Guhleemann, K., Georg, A. & Katenkamp, O. (2018). Der Mensch im Mittelpunkt oder im Weg? Grenzen und Potenziale menschengerechter Arbeitsgestaltung in der digitalen Transformation. *WSI-Mitteilungen*, 3, 211–219.
- Herzog-Stein, A., Friedrich, B., Sesselmeier, W. & Stein U. (2017). *Wachstum und Produktivität im Gegenwind*. IMK-Report 124. Verfügbar unter: https://www.boeckler.de/pdf/p_imk_report_124_2017.pdf [20.01.2019]
- Hirsch-Kreinsen, H. (2018). *Arbeit 4.0: Pfadabhängigkeit statt Disruption*. Arbeitspapier Nr. 52. Technische Universität Dortmund, Dortmund.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2019). Autonomie in der industriellen Arbeitswelt. In C. Woopen, & M. Jannes (Hrsg.), *Roboter in der Gesellschaft*. Schriften zu Gesundheit und Gesellschaft – Studies on Health and Society 2(S. 69–86). Berlin: Springer Nature.
- Hirsch-Kreinsen, H. & ten Hompel, M. (2017). Digitalisierung industrieller Arbeit: Entwicklungsperspektiven und Gestaltungsansätze. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), *Handbuch Industrie 4.0: Bd. 3: Logistik* (S. 357–376). Berlin: Springer Vieweg.
- Hirsch-Kreinsen, H., Ittermann, P. & Niehaus, J. (Hrsg.) (2018). *Digitalisierung industrieller Arbeit: Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Baden-Baden: Nomos.

- Institut für Innovation und Technik (2016). *Foresight-Studie: Digitalisierung der Arbeitswelt*. BMAS Forschungsbericht 463, Berlin, Aufgerufen unter <http://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/Forschungsberichte-Arbeitsmarkt/fb-463-digitale-arbeitswelten.html> [20.02.2019]
- IPA, ISI (2016). *Automatisierung und Robotiksysteme*. Studien zum deutschen Innovationssystem, 11, Karlsruhe: Fraunhofer. Verfügbar unter: http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-3938304.pdf [09.12.2016].
- Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J. (2012). *Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern - Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Verfügbar unter: http://www.hightechstrategie.de/_files/industrie_4_0_umsetzungsempfehlungen.pdf [17.03.2019]
- Kempa, B., Pflaum, A. & Naumann, V. (2019). Identifikation von Anwendungspotenzialen für Industrie 4.0 durch strategisches Roadmapping – ein Beispiel aus der Elektroindustrie, Erkenntnisse aus der Maschinenfabrik Reinhausen. In W. Becker et al. (Hrsg.), *Geschäftsmodelle in der digitalen Welt* (S. 587-602). Berlin: Springer.
- Klippert, J., Niehaus, M. & Gerst, D. (2018). Mit digitaler Technologie zu Guter Arbeit? Erfahrungen aus dem Einsatz digitaler Werker-Assistenzsysteme. *WSI-Mitteilungen*, 3, 235–240.
- Knieps, F. & Pfaff, H. (2017). *Digitale Arbeit – Digitale Gesundheit: BKK Gesundheitsreport 2017*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. Verfügbar unter: www.bkk-dachverband.de/fileadmin/publikationen/gesundheitsreport_2017/BKK_Report_2017_gesamt_final.pdf [20.09.2018]
- Lehmer F., & Matthes, B. (2017). *Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigungsentwicklung in Deutschland* (Aktuelle Berichte No. 05/2017). Nürnberg.
- Lerch, C, A. Jäger, S. Maloca (2017). Wie digital ist Deutschlands Industrie wirklich? *Mitteilungen aus der ISI-Erhebungen. Ausgabe 71*. IPI Karlsruhe.
- Müller-Stewens, G., Linz C. & Zimmermann, A. (2018). Fit für die Zukunft. *Harvard Business*, Juli 2017, 2-14.
- Nettelstroth, W. & Schilling, G. (2018). Mitbestimmung 4.0: Die digitale Arbeit menschenwürdig gestalten. In G. W. Maier, G. Engels & E. Steffen (Hrsg.), *Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten*. Berlin: Springer.
- Reckwitz, A. (2017). *Die Gesellschaft der Singularitäten*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Spöttl, G., & Windelband, L. (Hrsg.) (2017), *Industrie 4.0: Risiken und Chancen für die Berufsbildung*. Berufsbildung, Arbeit und Innovation. Bielefeld: WBV
- Trist, E. L., & Bamforth, K.W. (1951). Some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting – an examination of the psychological situation and defences of a work group in relation to the social structure and technological content of the work system. *Human Relations*, 1951, 4,3, 3-37.
- Staab, P. (2016). *Falsches Versprechen*. Wachstum im digitalen Kapitalismus. Hamburg: Hamburger edition.
- Vogler-Ludwig, K., Düll, N. & Kriechel, B. (2016). *Arbeitsmarkt 2030. Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter Prognose 2016*. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, München.
- Warning, A., & Weber, E. (2017). *Digitalisierung verändert die betriebliche Personalpolitik*. IAB-Kurzbericht 12/2. Verfügbar unter: <http://doku.iab.de/kurzber/2017/kb1217.pdf> [11.02.2019].