

Antworten auf die Fragen der Enquetekommission VI zur Zukunft von Handwerk und Mittelstand in NRW (LT-Drs. 16/8652 am 14.03.16)

Günter W. Maier*, Sonja Ötting & Barbara Steinmann

Universität Bielefeld
Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft
Arbeits- und Organisationspsychologie
Postfach 10 01 31
33501 Bielefeld



* Stellvertretender Sprecher des Fortschrittskollegs „Gestaltung von flexiblen Arbeitswelten – Menschen-zentrierte Nutzung von Cyber-Physical Systems in Industrie 4.0“

Vorbemerkung

1. Die Begriffe Digitalisierung, Industrie 4.0 und Arbeit 4.0

Die Schlagworte Digitalisierung, Industrie 4.0 und Arbeit 4.0 werden für verschiedenste technologische und organisatorische Veränderungen im Arbeitskontext verwendet, jedoch selten klar definiert. Wenn wir im Folgenden von Industrie 4.0, Arbeit 4.0 oder Digitalisierung sprechen, beziehen wir uns auf sechs zentrale technologische Veränderungen, die in einer standardisierten Literaturanalyse als zentrale Design-Prinzipien von Industrie 4.0-Anwendungen identifiziert wurden (Hermann, Pentek & Otto, 2015): Vernetzung, Virtualisierung, Dezentralisierung, Echtzeitfähigkeit, Individualisierung und Modularität. Diese werden im Folgenden erklärt, um eine eindeutige Diskussionsgrundlage zu schaffen.

- *Vernetzung* bezeichnet das Ausmaß, in dem verschiedene cyber-physische Systeme (CPS) fähig sind, miteinander zu kommunizieren und zusammenzuarbeiten. Standards in der Art der Kommunikation sind hier der Schlüsselfaktor.
- Unter *Virtualisierung* wird verstanden, dass eine virtuelle Kopie der physischen Welt geschaffen wird, in der alle durch CPS gesammelten Daten (z.B. Laufzeitmessungen oder Qualitätskontrollen) in ein virtuelles Abbild des Unternehmens eingespeist werden.
- *Dezentralisierung* beschreibt eine Verlagerung der Steuerung von Prozessen in einem Betrieb von einer zentralen Ebene auf eine dezentrale Ebene. Prozesse werden also nicht mehr zentral geplant und gesteuert, sondern die mit eingebetteten Computern versehenen CPS (z. B. die zu fertigenden Produkte) treffen eigene Entscheidungen und kommunizieren die notwendigen Prozessschritte an die relevanten Maschinen.

- *Echtzeitfähigkeit* bezeichnet, dass Daten zum Status des Unternehmens permanent erfasst und analysiert werden, so dass sofort z. B. auf einen fehlerhaften Prozess reagiert werden kann.
- *Individualisierung* bezeichnet eine starke Dienstleistungsorientierung in Form einer kundenspezifischen Zusammensetzung von Produkten und Leistungen.
- Mit *Modularität* wird die Fähigkeit des Unternehmens bezeichnet z. B. die Produktion flexibel an veränderte Nachfragen und Umstände anpassen zu können, indem verschiedene Module ohne großen Aufwand ersetzt oder erweitert werden können. Neue Module werden so, dem Prinzip des „Plug&Play“ folgend, nach dem Anschließen automatisch erkannt und können unmittelbar verwendet werden.

Es gibt also nicht *die* Digitalisierung oder *die* Industrie 4.0-Anwendung, sondern eine Vielzahl von Entwicklungen und Veränderungen, die zu einem kleineren oder größeren Teil technologische Merkmale der Digitalisierung bzw. Industrie 4.0 oder Arbeit 4.0 aufweisen. Daher können Aussagen zu Veränderungen durch den Einsatz von Technologien der Digitalisierung oder Industrie 4.0 nur schwer allgemeingültig getroffen werden.

Diese technologischen Entwicklungen können sich für das Handwerk auf drei Arten auswirken, und zwar indem die Technik im Handwerksbetrieb selbst, im Verbund mit Zulieferern oder Kunden bzw. von industriellen Mitbewerbern zum Einsatz kommt. Innerhalb eines Handwerksbetriebs bedeutet es bspw., dass Vertrieb und Produktion miteinander vernetzt werden, indem etwa in der Bäckerei mit Sensoren die Füllmenge der jeweiligen Backwaren registriert wird und bei Erreichen einer kritischen Grenze die Nachlieferung bzw. Herstellung automatisch ausgelöst wird. Im Verbund mit Zulieferern und Kunden bedeutet es bspw., dass Kunden über eine Schnittstelle sämtliche Informationen eines produzierten Werkstücks mitgeteilt werden sollen oder durch eigene Produktionsmaschinen bei Lieferanten automatisch Bestellungen ausgelöst werden (z.B. für Verbrauchsmaterialien, Rohstoffe oder Dienstleistungen). Traditionell mit dem Handwerk verbundene Produkt- oder Dienstleistungsmerkmale (z.B. Kundennähe, individuelle Fertigung) können durch digitalisierte Technik mehr und mehr auch durch die Industrie angeboten werden.

Schließlich sollte darauf hingewiesen werden, dass die Auswirkungen der Digitalisierung auf Branchen oder Organisationen im Allgemeinen und Handwerksbetriebe im Besonderen, sowie die mit dem technologischen Wandel verbundenen Veränderungen der Arbeit - im Sinne einer Arbeit 4.0 - bislang noch wenig direkt erforscht wurden. Die Beurteilung über die zukünftigen personenbezogenen Auswirkungen der Digitalisierung der Arbeit kann daher am ehesten auf der Grundlage der sehr umfangreichen bisherigen Forschung über die Auswirkung von Arbeitsgestaltung auf funktionales (z.B. Arbeitsleistung) und dysfunktionales (z.B. Kündigungsabsicht) Verhalten am Arbeitsplatz sowie Gesundheit, Wohlbefinden und Einstellungen der Beschäftigten erfolgen (z.B. Humphrey, Nahrgang & Morgeson, 2007). Als arbeitsgestalterische Einflussgrößen wurden dort vor allem motivationale, soziale und kontextuale Ansatzpunkte identifiziert.

Fragen zur Enquetekommission

2. *Wie verändert sich das **Anbieter-Kunde-Verhältnis** durch die Digitalisierung, z.B. durch Einbindung der Kundinnen und Kunden in Design und Produktion von Gütern oder durch Veränderung von Vertriebswegen und Marketing?*

Durch den verstärkten Einsatz des Internets gerade im Bereich des Vertriebs können Kunden die gewünschten Produkte und Leistungen immer stärker nach ihren individuellen Wünschen konfigurieren. Durch den Einsatz neuer Technologien im Zuge der Digitalisierung (z. B. Modularität der Produktion, Dezentralisierung) wird die Produktion immer flexibler und individueller (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2013; Wiesmüller, 2014), und auch kleine Produktserien (bis Losgröße 1) können rentabel angeboten werden (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013). D.h., ein enges Anbieter-Kunde-Verhältnis durch entsprechende technische Unterstützung wird für viel mehr Anbieter möglich. Damit auch für industrielle Anbieter, was sich als Herausforderung für das Handwerk im Wettbewerb mit der Industrie erweisen kann, denn die bisherigen Wettbewerbsvorteile des Handwerks – Kundennähe, individuelle Fertigung – können mit der entsprechenden technischen Unterstützung auch von industriellen Anbietern erbracht werden, möglicherweise günstiger, mit industriellen Qualitätsstandards gefertigt und mit umfangreichen Serviceangeboten verbunden.

Durch die virtuelle Nachverfolgbarkeit des gesamten Lebenszyklus der Produkte in einem digitalen Produktgedächtnis (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2013) können Informationen über den Stand der Produktion und Lieferung jederzeit an die Kunden weitergegeben werden. Zusätzlich entsteht so die Möglichkeit, Änderungen von Bestellungen (evtl. sogar noch nach Produktionsbeginn) einzubinden.

10. *Mit welchen Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitsmärkte und Beschäftigung im Handwerk und im handwerksnahen Mittelstand ist voraussichtlich zu rechnen?*

Viele Prognosen erwecken in den Schlagzeilen den Eindruck, dass die Entwicklung und die Folgen der Digitalisierung klar vorhersagbar seien. Dieser Determinismus, d.h. die Festgelegtheit der technischen Entwicklung ist nicht gegeben. Vielmehr trifft jedes Unternehmen bei jedem weiteren Schritt der Digitalisierung die Entscheidung, welche Technik wie eingesetzt werden soll. Das betrifft bspw. auch die Frage, welche Qualifikation der Beschäftigten nach Einführung dieser Technik vorhanden sein soll, welche Entscheidungen die Beschäftigten (noch) selbstständig treffen können, welche Daten von ihnen gesammelt werden, etc. Gerade Industrie 4.0-Anwendungen eröffnen bislang ungeahnte Möglichkeiten der Arbeitsgestaltung, mit sehr weitreichenden, die Gesellschaft insgesamt betreffenden Folgen. So können bspw. Assistenzsystem in Produktion und Logistik mit vielfältigen Zielsetzungen entwickelt werden: Überwachung und Steuerung des Produktionsprozesses für Qualitätssicherung und Leistungsmaximierung, Beschäftigte sollen flexibler eingesetzt werden können (durch Reduzierung des produktspezifischen Trainingsaufwands), gesundheitsbeeinträchtigende Bedingungen sollen eliminiert werden, um eine langfristige Ausübung der Tätigkeit zu ermöglichen, Integration leistungsgeminderter Personen in das Arbeitsleben, etc. Ob diese Gestaltungsmöglichkeiten

erkannt oder dann auch genutzt werden, ist weitgehend offen. Ebenso wichtig wie die Frage nach der zukünftigen Entwicklung erscheint daher auch die Frage zu sein, ob die Gestaltungsmöglichkeiten wahrgenommen werden.

Mit Arbeitsgestaltung können unterschiedliche Zielsetzungen verbunden werden, je nachdem welches Ziel angestrebt wird. Vor allem vier große Zielbereiche werden unterschieden, die bestimmten Gestaltungsmodellen zugeordnet werden (im Überblick: Campion, Mumford, Morgeson & Nahrgang, 2005). Im *mechanistischen Modell* geht es typischerweise um die Optimierung der Effizienz der Arbeit oder die Reduzierung des Trainingsaufwand, im *motivationalen Modell* um die Erhöhung von Arbeitszufriedenheit und Motivation, im *wahrnehmungsbezogenen Modell* um die Reduzierung von Fehlern oder Unfällen und im *biologischen Modell* um Reduzierung von Müdigkeit und physischen Stressoren. Je nachdem welches Arbeitsgestaltungsmodell zur Anwendung kommt bzw. welche Ziele mit der Arbeitsgestaltung verfolgt werden, wird eine andere Art der Arbeitsgestaltung realisiert.

Als inhaltliche Anforderung wird durch die Digitalisierung erwartet werden können, dass IT Grundkenntnisse als Ergänzung zu den jeweiligen Fachausbildungen unabdingbar sein werden. Nahezu alle Branchen machen durch „4.0“ Initiativen kenntlich, dass auch dort über die Digitalisierung nachgedacht und sie propagiert wird. Die erforderlichen IT Grundkenntnisse müssen langfristig in Schule und Ausbildung geschaffen werden. Kurzfristig müssen Weiterbildungsprogramme für das Handwerk weiterentwickelt werden, damit die Handwerksbetriebe nicht im Wettbewerb mit der Industrie zurück bleiben. Für die vorhandenen Fachkräfte kann spekuliert werden, dass diese neuen, domänenspezifischen IT Kenntnisse elementarer Bestandteil ihrer Rollendefinition werden. D.h., nicht mehr die allein werden in Handwerksbetrieben die angesehenen und gefragten Experten sein, die die konventionellen Techniken beherrschen (z.B. Leitungen verlegen, Heizungsanlagen installieren, Küche ausmessen), sondern manche dieser Kompetenzen werden durch elektronische Systeme oder Hilfsmittel ersetzt werden und/oder digitale Zusatzfunktionen müssen geplant und bedient werden. Nur die Fachkräfte, die diesen Wandel mitvollziehen, werden weiterhin vielseitig einsetzbare Fachkräfte bleiben.

11. *Inwiefern wirkt sich die Digitalisierung im Handwerk auf die Fachkräfteentwicklung aus?*

Verschiedene Forschungsgruppen (z. B. Hirsch-Kreinsen, 2014b; Windelband & Spöttl, 2012) haben sich mittlerweile mit der möglichen Fachkräfteentwicklung durch den fortschreitenden Einsatz von Technologien der Digitalisierung bzw. der Industrie 4.0 beschäftigt. Sie alle kommen zu einem ähnlichen Schluss: Die Zukunft der Fachkräfte ist nahezu völlig offen. Sie hängt wesentlich von der Art, wie Technologien verwendet und eingesetzt werden, und der damit verbundenen Entscheidung für eine bestimmte Arbeitsgestaltung ab.

Windelband und Spöttl (2012) erkennen in der Entwicklung und Nutzung dieser Technologien im Logistikbereich zwei mögliche Szenarien: Das *Werkzeugszenario*, einhergehend mit der Entwicklung von Expertensystemen mit Werkzeugcharakter für

qualifizierte Fachkräfte, bei denen die Gestaltungsfreiheit der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gewahrt wird, sowie das *Automatisierungsszenario*, mit der Einschränkung der Autonomie versierter Fachkräfte durch das Vordringen intelligenter Technik. Bei ersterem System würde die Technik im Sinne eines Assistenzsystems gesehen, das von den Fachkräften verwendet wird, in letzterem würden Fachkräfte von der Technologie gelenkt und verfügen über keine Informationen und Kompetenzen.

Hirsch-Kreinsen (2014b) hat zwei ähnliche, mögliche Automatisierungskonzepte entwickelt, die den Szenarien von Windelband und Spöttl sehr nahe kommen. So beschreibt der Autor zum einen das komplementäre Automatisierungskonzept, in dem eine Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine ermöglicht wird, in dem Facharbeiter eine weiterhin wichtige Funktion einnehmen. Zum anderen verweist Hirsch-Kreinsen (2014b) auf das technologiezentrierte Automatisierungskonzept, das dem menschlichen Arbeitshandeln einen lediglich kompensatorischen Charakter zuspricht, bei dem den Beschäftigten nur schwer zu automatisierende Aufgaben verbleiben. Dieses Konzept liefe auf eine vollständige Automatisierung hinaus.

Insgesamt sind sich die Autoren jedoch einig, dass nicht die Technologie den Weg der Fachkräfteentwicklung diktiert, sondern es jedem Unternehmen frei steht, sich für den einen oder anderen Umgang mit neuen Technologien zu entscheiden.

12. *Welche einfachen und welche spezialisierten bzw. komplexen Tätigkeiten drohen wegzufallen – und in welchen Branchen? Welche Qualifikationen werden stärker, welche weniger nachgefragt?*

Tätigkeiten

Bezüglich der einfachen, manuellen Tätigkeiten kommen verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen zu sehr ähnlichen Ergebnissen: Den bisherigen Trend fortsetzend, werden weiterhin viele einfache, manuelle Tätigkeiten wegfallen, da sie mittlerweile ohne Weiteres von Robotern ausgeführt werden können (Kärcher, 2014; Kinkel, Friedewald, Hüsing, Lay & Lindner, 2007, 2008; Spath, Ganschar, Gerlach, Hämmerle, Krause, & Schlund, 2013; Windelband, 2014). Es wird angenommen, dass diese Veränderung gerade in nicht-industriellen Branchen stark sichtbar wird, da in der Industrie schon jetzt nur noch wenige einfache, manuelle Tätigkeiten verblieben sind (Botthof & Bovenschulte, 2009). Neben Produktionsarbeitsplätzen der Luftfahrt-, Elektro- und Automobilbranche, die sich bereits heute durch einen hohen Technologisierungsgrad auszeichnen, der auch künftig weiter fortschreiten wird, werden vor allem Produktionsarbeitsplätze in der Bekleidungsbranche von der zunehmenden Digitalisierung betroffen sein (Lorenz, Rübmann, Strack, Lueth & Bolle, 2015).

Basierend auf einer Untersuchung in Logistikunternehmen, unterscheidet Windelband (2014) zwei Entwicklungsrichtungen beim bisherigen Einsatz von Technologien des Internet of Things (einer der Technologien, die die Digitalisierung maßgeblich ausmachen): Zum einen wird diese Technik benutzt, um Prozesse zu automatisieren. Hierdurch zeigte sich eine Vereinfachung des Aufgabenprofils und somit eine Dequalifizierung auf der

Facharbeiterebene. Zum anderen werden die Technologien verwendet, um Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung der Stärken der Beschäftigten zu optimieren. Hier sprechen die Autoren von einer Anreicherung der Aufgaben durch eine zunehmende Zusammenarbeit der Ebenen und Funktionsbereiche und einer Zunahme von benötigtem Überblickswissen über Gesamtprozesse. Die Autoren kommen insgesamt zu dem Schluss, dass die weitere IT-Durchdringung in der Logistik und Produktion zu einem Abbau manueller und einfacher Tätigkeiten führe und somit der Anteil ungelerner Beschäftigter zurückginge.

Bisher ist jedoch weniger klar, wie sich die Digitalisierung und Industrie 4.0 auf komplexere Tätigkeiten auswirken wird. Vielfach wird jedoch angenommen, dass gerade Planungs- und Kontrolltätigkeiten (z.B. Planung der Auftrags erledigung oder Qualitätskontrollen) wegfallen, wenn die Umsetzung eines dezentralen, sich selbst organisierenden Unternehmens gelänge, da intelligente Systeme diese Tätigkeiten selbst übernehmen (Botthof & Bovenschulte, 2009).

Auf der Leitungs- bzw. Managementebene lassen sich aus bisheriger Forschung kaum eindeutige Trends erkennen (Hirsch-Kreinsen, 2014b). Zum einen wird angenommen, dass durch die Dezentralisierung verschiedene Planungs- und Steuerungstätigkeiten auf tieferen Ebenen angesiedelt oder an technische Systeme abgegeben werden, was einen Hierarchieabbau bedeuten könnte. Zum anderen können durch die zunehmende Systemkomplexität neue Aufgaben, wie das sogenannte "trouble shooting", an Bedeutung gewinnen (Uhlmann, Hohwieler & Kraft, 2013). Veränderungen wie die zunehmende Möglichkeit des Einbezugs von Echtzeitdaten des Unternehmens können zum einen betriebswirtschaftliche Entscheidungen vereinfachen, zum anderen aber neue Herausforderungen in der Verarbeitung großer Datenmengen stellen.

Die Welle der Digitalisierung beschränkt sich nicht nur auf die Produktion, wie dies z. B. bei den ersten drei industriellen Revolutionen der Fall war, sondern durchzieht sowohl vertikale als auch horizontale Wertschöpfungsketten von Unternehmen (Kagermann et al., 2013; Russwurm, 2013). So werden durch Vernetzung, Virtualisierung und Dezentralisierung sowohl alle Ebenen eines Unternehmens als auch die mit diesem Unternehmen in Verbindung stehenden Zulieferer und Abnehmer verbunden und verändert. Es ist zu erwarten, dass sich diese Veränderungen nicht nur auf die Industrie oder das produzierende Gewerbe beschränken, sondern sich auch in Bereichen der Dienstleistung vollziehen werden.

Qualifikationen

Ausgehend von den oben beschriebenen Veränderungsmöglichkeiten (Hirsch-Kreinsen, 2014b, Windelband, 2014), besteht die Möglichkeit, dass Qualifikationen im Bereich der einfachen und manuellen Tätigkeiten weniger nachgefragt werden als Qualifikationen der mittleren oder oberen Ebenen. Andererseits ist es auch möglich, dass die Dezentralisierung von Entscheidungs-, Kontroll- und Koordinationsfunktionen dazu führt, dass Verantwortung der oberen Ebenen auf die mittlere Ebene der Facharbeiter übertragen wird. Von diesen würden dann zunehmend Qualifikationen im Bereich der eigenständigen Planung, der Abstimmung von Abläufen und ein Verständnis des Gesamtprozesses abverlangt. Zusätzlich

sollen soziale Kompetenzen, z. B. bei der Zusammenarbeit zwischen Funktionsbereichen und Disziplinen, einen höheren Stellenwert erlangen. Soft Skills, zu denen Kompetenzen und Eigenschaften wie Flexibilität, Offenheit gegenüber Veränderungen und die Anpassungsfähigkeit an neue Rollen und Arbeitsumgebungen gehören, werden maßgeblich (Lorenz, et al., 2015). Gleichzeitig werden von den Mitarbeitern – auch in der Produktion – umfangreiche Fachkenntnisse erfordert. Neben Kenntnissen, die sich auf die Ausübung ihrer genuinen Arbeitstätigkeit beziehen, rücken vermehrt Kenntnisse aus dem Bereich der IT in den Vordergrund (Lorenz, et al., 2015). In diesem Zusammenhang werden auch verschiedene Schlagworte für neue Qualifikationsmuster genannt: Der Ausdruck des "Facharbeiteringenieurs", soll verdeutlichen, dass manuelle Fähigkeiten an Bedeutung verlieren wohingegen zunehmend Programmierkenntnisse, sowie das Steuern, Führen und Einstellen von komplexen (informations-)technischen Systemen an Bedeutung gewinnen (Hirsch-Kreinsen, 2014a). Der Arbeitstypus "Systemregulierer" beinhaltet ein Qualifikationsmuster von theoretischem Wissen und praktischer Erfahrung, das sowohl überwachende Fähigkeiten in der Anlagenführung als auch improvisatorisch-experimentelles Arbeitshandeln einschließt, was den effektiven Umgang mit sowohl Routinetätigkeiten als auch Störungen gewährleisten soll (Hirsch-Kreinsen, 2014b) .

Bisher unklar ist die Frage, ob der verstärkte Umgang mit Technik neue Qualifikationsanforderungen an die Ausübung von Arbeitstätigkeiten stellt. Zwar werden Beschäftigte zunehmend mit intelligenten technischen Systemen zusammenarbeiten, bei dem Design von assistierenden Robotern oder Systemen wird jedoch meist explizit darauf hingewiesen, dass die Bedienung ohne neue Qualifikationsanforderungen möglich sein soll (für Beispiele siehe Wischmann, 2014).

13. Verändert die Digitalisierung das Verhältnis von selbstständiger Erwerbstätigkeit und abhängiger Beschäftigung, zum Beispiel durch Eröffnung von Geschäftsfeldern von Soloselbstständigen in digitalisierten Prozessen der Arbeitsteilung?

Nach Auffassung einiger Autoren ist mit einem Wachstum der "Projektwirtschaft" zu rechnen (z. B. Eichhorst & Tobsch, 2015; Hofmann, Rollwagen, & Schneider, 2007), in der Unternehmen projektbasiert viele Aufgaben an spezialisierte Zulieferer oder freie Mitarbeitende auslagern, wenn diese günstiger, flexibler und leichter verfügbar sind als im eigenen Unternehmen. Andere Autoren sprechen hier von einem wachsenden Trend des Einsatzes von Freelancern (Botthof & Bovenschulte, 2009; Eichhorst & Buhlmann, 2015), z. B. auch durch Crowdsourcing. Letzter Begriff bezeichnet "die Auslagerung von bestimmten Aufgaben durch ein Unternehmen oder im Allgemeinen eine Institution an eine undefinierte Masse an Menschen mittels eines offenen Aufrufs, der zumeist über das Internet erfolgt." (Leimeister, Zogaj, & Blohm, 2014, S. 19).

14. *Wie können die Beschäftigungsoptionen in kleinen und mittleren Unternehmen des Handwerks attraktiver werden?*

Vereinbarkeit von Familie und Beruf / Work-Life-Balance

Durch die zunehmende Fähigkeit der Unternehmen sich flexibel und kurzfristig an veränderte Umstände anzupassen, besteht die Möglichkeit, dass Arbeit räumlich wie zeitlich flexibler ausgeübt werden kann. Diese Flexibilisierung kann von Unternehmensseite ausgehen, aber auch von Seiten der Beschäftigten forciert werden. Hierdurch können sowohl Freiräume und Möglichkeiten zur besseren Vereinbarkeit von Familie oder Freizeit und Beruf geschaffen werden. Die Flexibilisierung kann aber auch zusätzliche Belastungen, z. B. durch die Nachfrage nach ständiger Verfügbarkeit, bedeuten. Attraktive Modelle der Arbeitszeitgestaltung können mit Unterstützung der Technologien der Digitalisierung geschaffen werden, indem Präferenzen der Beschäftigten sowie Anforderungen des Unternehmens in die Planungen einbezogen werden.

Fortbildungs- und Aufstiegsperspektiven

Eine umfassende betriebliche Weiterbildung hält nicht nur die Beschäftigten des Unternehmens auf dem neuesten Stand der Technik, was gerade bei schnell voranschreitenden technologischen Entwicklungen in der Digitalisierung wichtig ist, sondern erhöht auch die Attraktivität gegenüber potentiellen Bewerberinnen und Bewerbern (Kauffeld, 2016). Auch halten aktuelle und umfassende Weiterbildungsprogramme die Beschäftigten beschäftigungsfähig, beugen Arbeitslosigkeit vor, bieten im besten Fall gute Aufstiegschancen innerhalb und außerhalb des Unternehmens. Bei immer seltener werdenden "Normalbiographien" ist eine aktuelle Fort- und Weiterbildung essentiell. Für die Qualifizierung ist dabei erforderlich, dass sie gezielt und kompetent gesteuert wird und zwar über kompetente Beratung von Unternehmen und Beschäftigten, Qualifizierungsmaßnahmen müssen aufeinander abgestimmt sein (sog. Spitzenarbeitsbedingungen / high-performance work systems) und die Maßnahmen können auch am Arbeitsplatz, bei der Ausübung der Arbeitstätigkeit erfolgen (z.B. über job rotation; vgl. im Überblick: Maier, Sobiraj, Steinmann & Nübold, 2014). Einzelne Handwerksunternehmen können solche Fortbildungsperspektiven oftmals nicht alleine bieten. Hier könnten Fortbildungsverbände eine Möglichkeit sein, bei denen Handwerksunternehmen gemeinsam eine umfassende, auch betriebsübergreifende Personalentwicklung anbieten.

Digitale Arbeitsplätze

Die zunehmende Vernetzung und Virtualisierung der Unternehmensprozesse bieten nun noch stärker die Möglichkeit den Arbeitsplatz auch räumlich zu flexibilisieren. Zum Beispiel bietet die Virtualisierung die Möglichkeit, die Planung und Organisation der Einführung neuer Maschinen oder Produkte computerbasiert zu simulieren, um erste Fehler oder Unstimmigkeiten auszubessern. Dezentrale, von einem System organisierte Personaleinsatzplanung kann zu einem vereinfachten Überblick über das eingesetzte und verfügbare Personal beitragen.

15. *Wie verändern sich durch die Digitalisierung Arbeitsorganisation, Unternehmenskultur und Anforderungen an die Personalführung in kleinen und mittleren Unternehmen?*

Arbeitsorganisation

In der Arbeits- und Organisationspsychologie wird die Arbeitsorganisation als Teil der Arbeitsgestaltung betrachtet (Arbeitsumgebung, Arbeitsmittel, Arbeitsplatz, Arbeitsinhalte, Arbeitszeit, Arbeitsorganisation; Nerdinger, Blickle, & Schaper, 2014). Aus diesem Blickwinkel sollte Arbeit ausführbar, schädigungslos, beeinträchtigungsfrei und persönlichkeitsförderlich gestaltet sein (Hacker, 1984; Hacker & Richter, 1984). Hierbei liegt der Fokus klar auf der Gestaltung der Arbeit, unter Einbeziehung der Technik, aber auch des Menschen und der Organisation, und nicht auf einer reinen Technikgestaltung (Ulich, 2005). Um die Ziele der Arbeitsgestaltung zu erreichen, werden verschiedene Merkmale beschrieben, wie Arbeit gestaltet sein sollte (nach Morgeson & Humphrey, 2006). Diese Merkmale gliedern sich in

- Merkmale, die die auszuübenden Aufgaben selbst betreffen (Aufgabenmerkmale wie Autonomie bei der Arbeitsplanung, Autonomie bei Entscheidungen, Autonomie hinsichtlich der Arbeitsmethoden, Aufgabenvielfalt, Bedeutsamkeit der Aufgabe, Feedback durch die Aufgabe),
- Merkmale, die sich auf das erforderliche Wissen, die notwendigen Kompetenzen und vorhandenen Fertigkeiten seitens der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei der Ausübung der Tätigkeit beziehen (Wissensmerkmale wie die Komplexität der Tätigkeit, erforderliche Informationsverarbeitung, Problemlösekompetenz, Vielfalt erforderlicher Fertigkeiten, Spezialisierung),
- Merkmale, die sich auf Möglichkeiten und Notwendigkeiten zur Interaktion mit anderen beziehen (soziale Merkmale wie soziale Unterstützung, Interdependenz bei der Aufgabebearbeitung, Interaktionen mit relevanten Dritten außerhalb der Organisation, Feedback durch andere) und
- Merkmale, die sich auf die Gestaltung und die Bedingungen der unmittelbaren Arbeitsumgebung beziehen (kontextuelle Merkmale wie Ergonomie, physische Anforderungen, Arbeitsbedingungen und (technische) Ausstattung).

Die Digitalisierung kann genutzt werden, um Verbesserungen der Arbeitsgestaltung in allen Merkmalsbereichen zu erzielen. Dies würde sich positiv auswirken auf das Verhalten, die Einstellungen der Beschäftigten und in Folge auf die Unternehmen. Gerade im Feld der Arbeitsgestaltung wird deutlich, dass es nicht *die* Entwicklung der Arbeit durch die Digitalisierung geben wird, sondern dass sich in jedem Einzelfall zeigen wird, wofür Unternehmen die Veränderungen der Arbeit nutzen wollen. So wie wir hier die möglichen positiven Folgen darstellen, so könnte aber auch genau das Gegenteil durch eine zunehmende Digitalisierung erreicht werden, indem bspw. die Beschäftigten weniger Entscheidungsspielraum als bisher haben, die Arbeit vollständig digital überwacht wird, die Anforderungen so vereinfacht werden, dass Kompetenzen auf lange Sicht verloren gehen etc.

Im Bereich der *Aufgabenmerkmale* kann zum Beispiel durch den Einsatz von Assistenzsystemen, die über Sensoren Informationen über die Bediener sammeln können, mehr und detailliertere Rückmeldung durch die Tätigkeit selbst gegeben werden.

Ein viel diskutiertes Beispiel im Bereich der *Wissensmerkmale* ist die Veränderung der Komplexität. Zum einen kann angenommen werden, dass durch den zunehmenden Einsatz von Informationstechnologie Prozesse und Abläufe komplexer werden und schwieriger zu überblicken sind. Zum anderen werden Systeme genau so konzipiert, dass die Informationen für den Bediener so aufgearbeitet werden, dass sie einfach verarbeitet werden können und auch Menschen mit wenig Vorerfahrung z. B. Roboter bedienen können.

Ein Merkmal im Bereich der *sozialen Merkmale* ist die Interaktion mit Menschen außerhalb der eigenen Organisation. Diese wird voraussichtlich, durch die stärkere Vernetzung mit anderen Unternehmen, zunehmen. Die Rückmeldung durch andere Menschen am Arbeitsplatz könnte hingegen durch die fortschreitende Zusammenarbeit mit technischen Systemen abnehmen.

Im Bereich der *kontextuellen Merkmale* sind mögliche Veränderungen besonders gut zu sehen. Es kann angenommen werden, dass Merkmale wie der Technikgebrauch zunehmen, wohingegen physische Anforderungen durch den Einsatz ebendieser Technik, z. B. Assistenzsysteme, abnehmen werden.

Unternehmenskultur

Der Anpassungsdruck auf die Unternehmenskultur auch in Unternehmen des Handwerks wird sich von mehreren Seiten aus entwickeln, wobei sich die Unternehmen dem mittelfristig kaum entziehen können. Zum einen wird der Druck durch die eigenen Beschäftigten aufgebaut, die in allen Bereichen ihres Privatlebens die Digitalisierung erleben (z.B. in der Unterhaltungselektronik, Haushaltgeräten, PKW etc.) und die Erfahrung machen, dass damit mehr Flexibilität verbunden ist. Durch diese positiven Erfahrungen unterstützt, wird auch im Betrieb erwartet, dass die Digitalisierung dort zur Verbesserung beiträgt, weil sie die Möglichkeit eröffnet, ortsungebunden und zeitlich flexibler zu arbeiten (z.B. kann die Buchhaltung teilweise auch im Homeoffice erledigt werden), Informationen auch online zu Verfügung zu stellen etc.

Zum anderen wird der Druck von außen – dem Arbeitskräftemarkt – auf die Unternehmen aufgebaut, weil mit der zunehmenden Digitalisierung Vergleichs- und Bewertungsportale immer mehr zum alltäglichen Werkzeug der Lebensführung werden. Somit werden mittelfristig auch Unternehmen nur dann noch Fachkräfte anziehen können, wenn sie (ausreichend positiv) in Arbeitgeberbewertungsportalen (z.B. jobvoting.de, kunuu.com) repräsentiert sind oder entsprechende Auszeichnungen oder Preise erhalten haben. Solche Darstellungen und Portale sorgen für eine Transparenz über die Unternehmensgrenze hinaus. Das erhöht auch den Druck auf Betriebe des Handwerks, überhaupt die Unternehmenskultur in den Blick zu nehmen und sie optimal zu gestalten – um so auf dem Fachkräftemarkt wettbewerbsfähig zu bleiben.

Anforderungen an Personalführung

Durch veränderte Qualifikations- und Tätigkeitsprofile werden sich auch die Anforderungsprofile verändern, die vielen Stellenbeschreibungen zugrunde liegen und als Einstellungskriterien verwendet werden. Hier muss vor allem das Personalmanagement informiert bleiben, um Veränderungen in Stellenbeschreibungen zu erfassen.

Für die Personalführung selbst könnten sich durch die Digitalisierung auf verschiedenen Ebenen Veränderungen der Aufgaben ergeben: Z. B. können Planungs- und Steuerungsaufgaben durch die Dezentralisierung von Geschäfts- und Produktionsprozessen auf niedrigere Hierarchieebenen oder gar vollständig auf technische Systeme übertragen werden. Auch kann das Führen von Teams mit menschlichen und technischen Mitgliedern neue Herausforderungen bedeuten: Wem werden welche Aufgaben übertragen? Wie werden nicht-menschliche Teammitglieder in das Team einbezogen?

Der fortschreitende Einsatz von Technologien wird neue Formen der Führung erfordern (Lorenz, et al., 2015). So gehört es zu den Aufgaben von Führungskräften in einer digitalisierten (Arbeits-)Umwelt u.a. auch sich digitaler Chancen und Risiken bewusst zu sein, und diese abzuwägen, digitale Ideen zu kommerzialisieren, durch die Wahl und den Einsatz von Befähigern nachhaltige Ergebnisse zu erzielen und nicht zuletzt auch digitale Teams zu führen (Lorenz, et al., 2015). Zu den bedeutsamsten Aufgaben einer Führungskraft, um beispielsweise die Zusammenarbeit virtueller Teams zu leiten, gehört es, durch den Einsatz von Kommunikationstechnologien den Arbeitsfortschritt des Teams zu überwachen, die Sichtbarkeit der Teammitglieder innerhalb einer Organisation, aber auch gegenüber Dritten zu gewährleisten und das Vertrauen zwischen den Teammitgliedern aufzubauen und aufrecht zu erhalten (Malhotra, Majchrzak & Rosen, 2007). Besondere Relevanz scheint dabei Maßnahmen der strukturellen Unterstützung wie dem Einsatz von Belohnungssystemen oder dem Management von Informationen und Ressourcen zuzukommen (Hoch & Kozlowski, 2014). Durch einen höheren Informationsgehalt bei der Ausübung von Tätigkeiten, der aus dem Technologieeinsatz selbst resultieren kann (wie bspw. bei dem Einsatz eines assistierten Arbeitsplatzes), könnte die Relevanz von Führung gemäß dem Postulat der Substitutionstheorie der Führung in einer zunehmend digitalisierten Arbeitswelt an Bedeutung verlieren. Die Substitutionstheorie der Führung besagt, dass Strukturen, die der Organisation oder Aufgabe immanent sind, den Einfluss von menschlicher Führung auf das Verhalten von Mitarbeitern kompensieren, neutralisieren, oder auch stärken können (Kerr, 1977; Kerr & Jermier, 1978). Zu bedenken bleibt jedoch, dass nicht nur die Einführung neuer Technologien einen Einfluss auf Führung hat, sondern auch durch Führung die Einführung neuer Technologien erleichtert werden kann (Avolio, Kahai & Dodge, 2000). Auch das wird eine der Führungsaufgaben der Zukunft sein.

16. *Welche Chancen zur Verbesserung des Arbeitsschutzes sowie zur Aufwertung und Humanisierung körperlich und gesundheitlich belastender Tätigkeiten bestehen durch die Digitalisierung bzw. für Wirtschaft 4.0 (zum Beispiel durch Roboter-Hilfe, Google-Glasses, Liefer- und Lagerketten-Management)?*

Gerade im Bereich der körperlich belastenden Tätigkeiten, wie dem Heben und bewegen schwerer Lasten, können durch Technologien der Digitalisierung Verbesserungen erwartet werden. Assistenzsysteme werden in der Lage sein die Beschäftigten bei diesen schweren körperlichen Aufgaben, z.B. dem Anreichen, Halten oder Bewegen schwerer Bauteile, zu unterstützen, wie unterschiedliche Forschungsprojekte bereits zeigen (z. B. Projekt raborob, Busch & Deuse, 2014; Projekt JILAS: <http://www.echord.info/wikis/website/jilas>).

Zusätzlich können, durch zunehmende autonome Fähigkeiten von Robotern, Aufgaben in schädigenden oder gefährlichen Arbeitsumfeldern (z.B. durch Lärm, Gifte oder Gase) autonom oder teilautonom durch Teleoperation ausgeführt werden (z. B. Projekt RoboGasInspector: <http://www.robogasinspector.de/>).

Intelligente Assistenzsysteme sollen in der Zukunft aber noch weit mehr können, als lediglich bei schweren körperlichen Aufgaben zu unterstützen. Mit Hilfe von Sensorik sollen Assistenzsysteme künftig Informationen über das Verhalten und sogar die mentalen Zustände der Benutzer sammeln können, um z. B. zu erkennen, ob Warnungen gehört und beachtet wurden, eine Änderung des Arbeitsablaufes notwendig ist, um z. B. Monotonie zu verhindern, oder eine Hilfestellung benötigt wird (Töniges, Ötting, Wrede, Maier & Sagerer, in press).

17. *Welche Auswirkungen kann die Digitalisierung für die Beschäftigungsmöglichkeiten älterer Arbeitnehmer oder Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen haben?*

Gerade bei älteren Arbeitnehmenden oder Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen können die Möglichkeiten von individuell angepassten Assistenzsystemen enorme Vorteile bringen, um körperlich belastende Tätigkeiten zu minimieren und die Arbeitsfähigkeit zu erhalten (siehe auch vorherige Frage). Assistenzsysteme können zusätzlich die Möglichkeit bieten Daten von den Beschäftigten aufzunehmen. Diese könnten nicht nur dazu verwendet werden das Lernen neuer Aufgaben zu erleichtern, sondern könnten auch zur erleichterten Weitergabe von Wissen an neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter genutzt werden, indem z.B. Informationen über häufig auftretende Fehler in das System aufgenommen werden.

Literatur

- Avolio, B. J., Kahai, S., & Dodge, G. E. (2000). E-Leadership: Implications for theory, research, and practice. *Leadership Quarterly*, *11*, 615–668. doi:10.1016/S1048-9843(00)00062-X
- Bothhof, A., & Bovenschulte, M. (2009). *Das "Internet der Dinge". Die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags* (Arbeitspapier 176). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2013). *Zukunftsbild "Industrie 4.0"*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung Referat IT-Systeme.
- Busch, F., & Deuse, J. (2014). *rorarob - Schweißaufgabenassistentz für Rohr- und Rahmenkonstruktionen durch ein Robotersystem - Teilvorhaben: Ergonomische, arbeitsorganisatorische und sicherheitstechnische Gestaltung der Fertigungs- und Anlagenkonzepte*. Retrieved from Technische Universität Dortmund, Eldorado Resources for and from Research, Teaching and Studying website: <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/33519>
- Campion, M. A., Mumford, T. V., Morgeson, F. P., & Nahrgang, J. D. (2005). Work redesign: Eight obstacles and opportunities. *Human Resource Management*, *44*, 367–390. doi:10.1002/hrm.20080
- Eichhorst, W., & Buhlmann, F. (2015). *Die Zukunft der Arbeit und der Wandel der Arbeitswelt* (IZA Standpunkte Nr. 77). Bonn: Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit.
- Eichhorst, W., & Tobsch, V. (2015). Flexible Arbeitswelten – eine Bestandsaufnahme. In W. Widuckel, K. de Molina, M. J. Ringlstetter, & D. Frey (Eds.), *Arbeitskultur 2020. Herausforderungen und Best Practices der Arbeitswelt der Zukunft* (pp. 45–58). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Hacker, W. (1984). *Psychologische Bewertung von Arbeitsgestaltungsmaßnahmen. Ziele und Bewertungsmaßstäbe* (2nd ed., Vol. 1). Berlin: Springer.
- Hacker, W., & Richter, P. (1984). *Psychische Fehlbeanspruchung. Psychische Ermüdung, Monotonie, Sättigung und Streß* (2nd ed., Vol. 2). Berlin: Springer.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2015). *Design principles for Industrie 4.0 scenarios: A literature review* (Working Paper No. 01/2015). Retrieved from Technische Universität Dortmund, Audi Stiftungslehrstuhl Supply Net Order Management website: http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014a). Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Ed.), *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0* (pp. 37–42). Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Öffentlichkeitsarbeit.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014b). Wandel von Produktionsarbeit – "Industrie 4.0". In H. Hirsch-Kreinsen, & J. Weyer, *Wandel von Produktionsarbeit – "Industrie 4.0"* (Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38/2014). Retrieved from Technische Universität Dortmund website http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/is/de/forschung/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-38.pdf
- Hoch, J. E., & Kozlowski, S. W. J. (2014). Leading virtual teams: Hierarchical leadership, structural supports, and shared team leadership. *Journal of Applied Psychology*, *99*, 390–403. doi:10.1037/a0030264

- Hofmann, J., Rollwagen, I., & Schneider, S. (2007). *Deutschland im Jahr 2020. Neue Herausforderungen für ein Land auf Expedition* (Aktuelle Themen 382). Frankfurt am Main: Deutsche Bank Research.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*. Berlin: Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft.
- Kärcher, B. (2014). Alternative Wege in die Industrie 4.0. Möglichkeiten und Grenzen. In Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Ed.), *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0* (pp. 19–25). Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Öffentlichkeitsarbeit.
- Kauffeld, S. (2016). *Nachhaltige Personalentwicklung und Weiterbildung. Betriebliche Seminare und Trainings entwickeln, Erfolge messen, Transfer sichern* (2nd ed.). Berlin: Springer.
- Kerr, S. (1977). Substitutes for leadership: Some implications for organizational design. *Organization and Administrative Sciences*, 8, 135–146.
- Kerr, S. & Jermier, J. M. (1978). Substitutes for leadership: Their meaning and measurement. *Organizational Behavior and Human Performance*, 22, 375–403. doi:10.1016/0030-5073(78)90023-5
- Kinkel, S., Friedewald, M., Hüsing, B., Lay, G., & Lindner, R. (2007). *Arbeiten in der Zukunft – Strukturen und Trends der Industriearbeit. Zukunftsreport* (Arbeitsbericht Nr. 113). Retrieved from Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, website <https://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab113.pdf>
- Kinkel, S., Friedewald, M., Hüsing, B., Lay, G., & Lindner, R. (2008). *Arbeiten in der Zukunft. Strukturen und Trends der Industriearbeit*. Berlin: edition sigma.
- Leimeister, J. M., Zogaj, S., & Blohm, I. (2014). Crowdwork - digitale Wertschöpfung in der Wolke: Ein Überblick über die Grundlagen, die Formen und den aktuellen Forschungsstand. In C. Benner (Ed.), *Crowdwork - zurück in die Zukunft? Perspektiven digitaler Arbeit* (pp. 9–41). Frankfurt am Main: Bund-Verlag.
- Lorenz, M., Rüßmann, M., Strack, R., Lueth, K. L., & Bolle, M. (2015). *Man and machine in Industry 4.0. How will technology transform the industrial work force through 2025?* München: Boston Consulting Group.
- Maier, G., Sobiraj, S., Steinmann, B., & Nübold, A. (2014). Personalentwicklung I: Training und Transfer. In H. Schuler & K. Moser (Eds.), *Lehrbuch Organisationspsychologie* (5th ed., pp. 127–175). Göttingen: Hogrefe.
- Malhotra, A., Majchrzak, A., & Rosen, B. (2007). Leading virtual teams. *Academy of Management Perspectives*, 21, 1, 60–70. doi:10.5465/AMP.2007.24286164
- Morgeson, F. P., & Humphrey, S. E. (2006). The Work Design Questionnaire (WDQ): Developing and validating a comprehensive measure for assessing job design and the nature of work. *Journal of Applied Psychology*, 91, 1321–1339. doi:10.1037/0021-9010.91.6.1321
- Nerdinger, F. W., Blickle, G., & Schaper, N. (2014). *Arbeits- und Organisationspsychologie*: (3rd ed.). Berlin: Springer.

- Russwurm, S. (2013). Software: Die Zukunft der Industrie. In U. Sendler (Ed.), *Industrie 4.0* (pp. 21–36). Berlin: Springer.
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., & Schlund, S. (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer-Verlag.
- Töniges, T., Ötting, S. K., Wrede, B., Maier, G. W., & Sagerer, G. (in press). Human-state recognition for process adaptation in cyber-physical systems and perception of machine-fairness: A human-centered perspective. In H. Song, D. B. Rawat, S. Jeschke, & C. Brecher (Eds.), *Intelligent data-centric systems: Sensor collected intelligence. Cyber-physical systems. Foundations, principles, and applications*. Elsevier.
- Uhlmann, E., Hohwieler, E. & Kraft, M. (2013). Selbstorganisierende Produktion mit verteilter Intelligenz. Intelligente Werkstücke steuern ihren Weg durch die Fertigung. *wt Werkstattstechnik online*, 103, 114–117.
- Ulich, E. (2005). *Arbeitspsychologie* (6th ed.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Ulich, E. (2011). *Arbeitspsychologie* (7th ed.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Wiesmüller, M. (2014). Industrie 4.0: Surfing the wave? *Elektrotechnik & Informationstechnik*, 131, 197–197. doi:10.1007/s00502-014-0217-x
- Windelband, L. (2014). Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. *Journal of Technical Education*, 2(2), 138–160.
- Windelband, L. & Spöttl, G. (2012). Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des "Internet der Dinge". In U. Faßhauer, B. Fürstenau, & E. Wuttke (Eds.), *Berufs- und wirtschaftspädagogische Analysen – aktuelle Forschungen zur beruflichen Bildung* (pp. 205–219). Opladen: Budrich. Retrieved from <http://www.pedocs.de/volltexte/2013/7118/>
- Wischmann, S. (2014). Arbeitssystemgestaltung im Spannungsfeld zwischen Organisation und Mensch-Technik-Interaktion - das Beispiel Robotik. In Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Ed.), *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0* (pp. 72–77). Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Öffentlichkeitsarbeit.