

Bertenrath, Roman; Klös, Hans-Peter; Stettes, Oliver

**Research Report**

## Digitalisierung, Industrie 4.0, Big Data

IW-Report, No. 24/2016

**Provided in Cooperation with:**

German Economic Institute (IW), Cologne

*Suggested Citation:* Bertenrath, Roman; Klös, Hans-Peter; Stettes, Oliver (2016) : Digitalisierung, Industrie 4.0, Big Data, IW-Report, No. 24/2016, Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Köln

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/157185>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



## **Digitalisierung, Industrie 4.0, Big Data**

### **Autoren:**

Dr. Roman Bertenrath

Telefon: 0221-4981-805

E-Mail: [bertenrath@iwkoeln.de](mailto:bertenrath@iwkoeln.de)

Dr. Hans-Peter Klös

Telefon: 0221 4981-710

E-Mail: [kloes@iwkoeln.de](mailto:kloes@iwkoeln.de)

Dr. Oliver Stettes

Telefon: 0221-4981-697

E-Mail: [stettes@iwkoeln.de](mailto:stettes@iwkoeln.de)

Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Postfach 10 19 42

50459 Köln

13. Juli 2016

## Inhalt

1. Aktuelle Entwicklungen und Verbreitung von Digitalisierung und Industrie 4.0 ..	3
2. Veränderungen von Arbeitsmarkt und Arbeitswelt .....	7
3. Qualität digitaler Arbeit .....	10
4. Weiterentwicklung bei Gesundheitsmanagement und Qualifizierung .....	12
5. Bedeutung von Wissenskapital .....	14
Literatur .....	18

## 1. Aktuelle Entwicklungen und Verbreitung von Digitalisierung und Industrie 4.0

Gesamtwirtschaftlich betrachtet ist Digitalisierung für sich genommen kein neuer Trend. Die Mehrheit der Beschäftigten arbeitet bereits heute mit Computern, in rund zwei Dritteln der Unternehmen gibt es eine eigene Website. Wirklich neu und zur „Wirtschaft 4.0“ wird Digitalisierung erst, wenn sie in Kombination mit Automatisierung und Vernetzung betrachtet und damit zur „Industrie 4.0“ wird. Im Mittelpunkt von „Industrie 4.0“ steht die echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen (Informations- und Kommunikationstechnik-Systemen) zum dynamischen Management von komplexen Systemen (BMW, 2015a).

Nach mehrheitlicher Auffassung befindet sich „Wirtschaft 4.0“ derzeit überwiegend noch in einer frühen Umsetzungsphase. Allerdings bietet insbesondere die Gestaltung der sogenannten Enabler-Ebene ein weites und schnell wachsendes interdisziplinäres Handlungsfeld. Dabei geht es um externe Enabler wie Technologien, Datensicherheit, Datenrecht, Standards, Infrastruktur sowie um interne Enabler wie Fachkräfte, Unternehmensorganisation, Unternehmensstrategie und Prozessen.

„Industrie 4.0“ ist im Kern zunächst ein Technikthema, bei dem es um Sensorik, Auto-ID-Technologien, Robotics, Automatisierung, IT-Systemtechnik, Virtualisierungs- und Simulationstechniken, Datenanalyse, Big Data, Internettechnologien und Cloud Computing geht. Ziel ist die Schaffung von mehr Effizienz durch sinkende Leerkosten, skalierbare Losgrößen bis zur Losgröße von nur eins sowie die Etablierung datengetriebener neuer Produkte und Geschäftsmodelle, die eine Monetarisierung von digitalisierten Produkten und Prozessen erlauben.

Aus ökonomischer Perspektive konstitutiv für „Industrie 4.0“ sind drei Elemente: Automatisierung, Virtualisierung und Vernetzung. Mindestens zwei der drei Merkmale müssen erfüllt sein, damit von Industrie 4.0 gesprochen werden kann. Zentrale Merkmale eines „Geschäftsmodells 4.0“ sind mit IT ansteuerbare Anlagen und Produkte, der Einsatz von Datenanalyse und Algorithmen, der Verkauf digitalisierter Produkte, die digitale Vernetzung mit Kunden sowie eine interaktive Vernetzung mit Partnern in der Wertschöpfungskette.

Von den „4.0-Geschäftsmodellen“ sollte der Prozess der Zulieferer- oder der Nachfragerebene abgegrenzt werden. Dazu gehören alle Hardware-Produzenten oder Dienstleister, die selbst keine 4.0-Merkmale aufweisen, aber Komponenten oder

Leistungen zuliefern oder über die Wertschöpfungskette in den industriellen Vorleistungsverbund eingegliedert sind. Es kann daher angenommen werden, dass 4.0-Geschäftsmodelle eine Multiplikatorwirkung haben und zusätzliche Nachfrage (z. B. Schulung, Rechtsberatung, Komponentenhersteller, Softwareentwickler und auch Handwerksleistungen) induzieren. Auf diese Weise wird ein tiefgreifender Strukturwandel ausgelöst, wenn die Durchdringungstiefe hoch genug ist. Das hängt vor allem von der Gestaltung der Enabler-Ebene ab.

Über die Durchdringung der deutschen Volkswirtschaft mit „4.0“-Konzepten gibt es bisher noch kein abschließendes Bild. Die Studie „Industrie 4.0-Readiness“, erstellt von der IW Consult und dem Forschungsinstitut für Rationalisierung an der RWTH Aachen im Auftrag der IMPULS-Stiftung des VDMA (VDMA, 2016), zeigt neben der „Industrie 4.0-Readiness“ der Unternehmen im deutschen Maschinen- und Anlagenbau und dem aktuellen Umsetzungsstand auch konkrete Handlungsfelder auf. Im Maschinenbau befassen sich derzeit knapp 60 Prozent der Unternehmen mit Industrie 4.0, davon rund ein Drittel intensiv. Das sind doppelt so viele wie im gesamten Verarbeitenden Gewerbe. Im Detail zeigt die Studie die Readiness-Unterschiede der Unternehmen in den einzelnen 4.0-Dimensionen auf und definiert kritische Schritte, um die jeweils nächste Stufe zu erreichen. So lassen sich derzeit knapp 6 Prozent der Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus als Industrie-4.0-Pioniere klassifizieren, weitere gut 18 Prozent haben erste systematische Maßnahmen getroffen und zählen daher zu den Einsteigern.

Es gibt vier zentrale Erkenntnisse, die als grundsätzlich relevant für den Erfolg von Industrie 4.0 betrachtet werden können:

- Entscheidend für die erfolgreiche Etablierung von Industrie 4.0 ist, dass die Unternehmensleitung entsprechende Konzepte vordenkt und vorlebt.
- Eine breit qualifizierte Belegschaft ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor zur Zielerreichung von Industrie 4.0.
- Die Sammlung und Auswertung anfallender Daten im Produktlebenszyklus bieten ein enormes Potenzial für Unternehmen, um künftig ihr Serviceportfolio oder ihr Geschäftsmodell zu erweitern und Erträge zu erzielen.
- Vor allem Industrie 4.0-Pioniere sehen die Finanzierungsfrage als deutliches Hemmnis, noch vor einheitlichen Standards, der IT-Security oder der Klärung von Rechtsfragen.

Bisher scheinen sich mehr Unternehmen mit der Digitalisierung als mit Industrie 4.0-Konzepten zu beschäftigen. Damit bestätigt sich, dass es sich bei „Industrie 4.0“ um eine Teilmenge der allgemeinen Digitalisierung der Volkswirtschaft handelt. Einen innovativen Big Data-Ansatz zur Vermessung der Digitalisierung haben IW Consult,

beDirect und DATAlovers mit dem DIGITAL INDEX generiert. Der DIGITAL INDEX misst den digitalen Reifegrad aller deutschen Unternehmen. Dabei werden die Websites mit Hilfe moderner Webcrawling-Strategien systematisch ausgewertet. Da nur öffentlich zugängliche Daten verwendet werden, beschreibt der DIGITAL INDEX das digitale Gesicht der Unternehmen nach außen. Da für jedes Unternehmen Individualdaten vorliegen, können beliebige Analyse-Cluster (z. B. Regionen, Branchen, Größenklassen) gebildet werden.

Das entscheidende Alleinstellungsmerkmal des DIGITAL INDEX ist die Kombination von Information aus klassischen Unternehmensdaten von beDirect, digitalen Keywords und den eigens erhobenen Web Data. Von 4,7 Millionen Unternehmen in Deutschland sind bis zu 10.000 Merkmale einbezogen, die von außen beobachtbar sind und die einen Beitrag zur Messung des Digitalisierungsgrades der Unternehmen leisten. Dazu gehören etwa Merkmale wie Homepage-Technik, Analytics/Tracking, Widgets oder auch das Pagerank des Unternehmens in Suchmaschinen. Auf diese Weise können alle Unternehmen in einer Tiefenanalyse hinsichtlich ihres Status quo und möglicher digitaler Verbesserungschancen analysiert und miteinander verglichen werden. Der digitale Reifegrad ist dabei auf einen Wertebereich von 0 bis 100 kalibriert. So weist beispielsweise Amazon einen digitalen Reifegrad von 60 auf, wohingegen der durchschnittliche digitale Reifegrad aller Unternehmen in Deutschland 4,7 beträgt.

Offen ist bisher, inwiefern und wie stark auch andere Wirtschaftszweige von dieser technikgetriebenen Entwicklung der „Wirtschaft 4.0“ tangiert werden. Eine erste systematische Befassung mit dem Zusammenhang zwischen der Digitalisierung der Wertschöpfungs- und Marktprozesse und der Entwicklung am Beispiel des Handwerks kommt zu dem Schluss, dass „das Thema Digitalisierung insbesondere bei vielen Klein- und Kleinstbetrieben noch nicht angekommen ist“ (Welzbacher et al., 2015, 31). Allerdings wird deutlich, dass sich die bisherige Betroffenheit der Unternehmen vom digitalen Wandel und vom Umsetzungsgrad der Digitalisierung im Unternehmen je nach Gewerk, Betriebsgröße, regionaler oder überregionaler Aufstellung sowie Spezialisierungsgrad voneinander unterscheidet. Besonders intensiv werden derzeit folgende Themen diskutiert (Hammermann/Klös, 2016a):

**Technologien:** Bedingt durch die Digitalisierung und die damit einhergehenden Entwicklungen ergeben sich zum Teil neue Wettbewerbssituationen für Unternehmen. Aus den Bereichen Industrie und Handel werden neue Herausforderungen erwartet, etwa im Bereich Online-Handel oder Smart Home. Dabei bieten sich Chancen und Risiken gleichermaßen. So sind etwa neue Möglichkeiten im Bereich Ferndiagnose, Fernwartung im Elektro- und

Schornsteinfegerhandwerk zu erwarten. Auch der Bereich BIM (Building Information Modeling) ermöglicht neue Formen gewerkeübergreifender Zusammenarbeit mit einer zentralen 3D-Datenbasis.

**Unternehmensabläufe:** Bezogen auf die Wertschöpfungskette Lieferant – Unternehmen – Kunde eröffnen neue Techniken zusätzliche betriebliche Optionen, aber auch Herausforderungen: Im Bereich der Rahmenbedingungen werden IT-Sicherheit, Datenqualität, Datenschutz und digitale Signaturen wichtiger. Die technische Infrastruktur und deren Kosten gewinnen ebenfalls an Bedeutung. Für das Datenmanagement erhöhen sich die Anforderungen bezüglich des Kunden- und Reklamationsmanagements, der Schnittstellen zwischen Händler-, Hersteller- und Branchensoftware sowie der Vergabepattformen. Dazu kommt die Digitalisierung der Verwaltung, Kassensysteme, Buchführung und interner Kommunikation. Zudem treten „harte“ neue Produktionstechnologien, der 3D-Druck und differenzierte CAD-Systeme hinzu.

**Open Source:** Nach einer Studie aus dem Jahr 2009 gilt die Einschätzung, dass Open Source eine umso wichtigere Rolle spielt, je kleiner das Unternehmen ist. In 94 Prozent der Unternehmen mit weniger als zehn Mitarbeitern ist Open Source unternehmenskritisch oder wichtig, im Mittelstand liegt der Wert bei 85 (Unternehmen bis 50 Mitarbeiter) und 81 Prozent (50 bis 500 Mitarbeiter). In großen Unternehmen über 500 Mitarbeitern ist Open Source bei 70 Prozent der Firmen von unternehmenskritischer oder wichtiger Bedeutung (Diedrich, 2009). Es ist davon auszugehen, dass Open Source inzwischen sogar noch an Bedeutung hinzugewonnen hat. Besonders in den Bereichen ERP (Enterprise Resource Planning) und CRM (Customer Relationship Management) gibt es Open Source-Alternativen, die KMU helfen können. Kostenlose Open Source-Anwendungen im Bereich ERP und CRM gibt es vor allem für kleine und mittelständische Unternehmen (Computerwoche, 2014).

**Datensicherheit:** Nach einer Studie des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI, 2011) sei zwar „das Bewusstsein für Themen der IT-Sicherheit .... bei den Verantwortlichen in deutschen KMU vorhanden“. Auch in technischer Hinsicht seien viele Unternehmen gegen die Gefahren und Angriffe auf ihre IT gerüstet. Die Ergebnisse der Studie zeigten aber einen Nachholbedarf insbesondere im geordneten Management des IT-Sicherheitsprozesses und hinsichtlich präventiver IT-Sicherheitsmaßnahmen. Insbesondere im Bereich der geschäftskritischen IT-Sicherheitsprozesse, wie etwa dem Umgang mit Sicherheitsvorfällen, dem Notfallmanagement und der Bewertung der Gefahrenbereiche, zeigten sich noch deutliche Schwächen. Hier vertrauten die Unternehmen auf die eigenen Fähigkeiten, im Fall des Falles situationsabhängig

schnell geeignet reagieren zu können. Es seien jedoch die dazu notwendigen Prozesse eines IT-Sicherheitsmanagements weder durchgehend vorhanden noch standardisiert.

Nach einer weiteren Studie des BSI könnten besonders KMU von „Cloud Computing“ profitieren, da dies eine bessere Datensicherheit biete: „Den aktuellen Herausforderungen stehen deutliche Vorteile der Cloud-Technik gegenüber. Ein Cloud-Anbieter kann – sofern er viele Kunden hat – Sicherheitsmaßnahmen kostengünstiger für alle Kunden umsetzen, als dies ein Unternehmen für sich könnte. Dies gilt für klassische Maßnahmen der Informationssicherheit, wie zum Beispiel Backup und georedundante Spiegelung von Daten, aber auch im Bereich der Cyber-Sicherheit, da ein Cloud-Dienstleister meist mehr Ressourcen einsetzen kann, um sich gegen DDoS (Distributed Denial of Services)-Attacken zu schützen. Davon können besonders kleine und mittelständische Unternehmen profitieren“ (BSI, 2015).

**Blockchain:** Hierbei handelt es sich um eine neue, disruptive Technologie im Bereich der Financial Services, die auf alle anderen Branchen ausstrahlt, da sie eine neue Form des verteilten Speicherns und der automatisierten Abwicklung von digitalisierten Verträgen (Smart Contracts) offeriert. Dabei werden die Transaktionsdaten in Datei-Ketten, so genannten Blocks, in der Cloud gespeichert. Jeder Block wird mit einem Hash-Wert versehen, der auf Basis des Hash-Werts des jeweils vorherigen Blocks generiert wird. Auf diese Weise kann der gesamte Transaktionsprozess schrittweise bis auf seinen Ursprung nachvollzogen werden. Die dezentrale Verwaltung der Daten im Netzwerk macht die Transaktionen fälschungssicher und lückenlos verifizierbar. Durch den Wegfall von Mittelsmännern ergibt sich ein immenses Einsparpotenzial, Finanzinstitute oder Versicherungen würden in ihrer Funktion als Instanzen überflüssig. Denn die Blockchain ließe sich auch auf die Wertpapierverwahrung oder die Bereitstellung syndizierter Kredite usw. anwenden. Auch die Usancen oder Geschäftsmodelle anderer Bereiche (Finanzverwaltung, Notare, Steuerberatung, Gutachtertätigkeiten usw.) würden durch diese Technologie grundlegend verändert oder erodiert.

## 2. Veränderungen von Arbeitsmarkt und Arbeitswelt

Zu den Beschäftigungseffekten der Digitalisierung gibt es bisher weit auseinanderliegende Forschungsergebnisse. Während frühere Studien für die USA zu der pessimistischen Einschätzung kamen, wonach jeder zweite Arbeitsplatz digitalisierungsbedroht sei, und diese Einschätzung dann auf europäische Länder und auch auf Deutschland übertragen wurde, kommen neuere Arbeiten zu insgesamt

weniger pessimistischen, den qualifikatorischen Strukturwandel betonenden, vielmehr eher neutralen oder sogar positiven Einschätzungen des Nettobeschäftigungseffekts (Arntz et al., 2016). Eine Studie des IW Köln kommt zu dem Ergebnis, dass für Deutschland auf absehbare Zeit keine negativen Beschäftigungseffekte zu erwarten sind (Hammermann/Stettes, 2015a). Vielmehr plant rund ein Drittel der digitalisierten Unternehmen eine Aufstockung des Personalbestandes, nur jeder zehnte digitalisierte Betrieb möchte Personal abbauen.

Stellt man stärker auf die ausgeübte Tätigkeiten als auf die Berufsbilder ab und fragt nach der Substituierbarkeit von bisherigen Kerntätigkeiten durch Computer, ergibt sich ein Substituierbarkeitspotenzial von knapp 19 Prozent in Expertenberufen bis zu 46 Prozent in Helferberufen. Berufe mit der höchsten Substituierbarkeit sind danach die Fertigungsberufe mit über 70 Prozent, während soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe zu weniger als 10 Prozent substituierbar sind (Dengler/Matthes, 2015, 4). Insgesamt liefert ein solcher tätigkeitsbasierter Ansatz eine wichtige Information dazu, warum eine sehr differenzierte Betrachtung der ausgeübten Tätigkeiten für die Frage nach den vermuteten Nettobeschäftigungseffekten der Digitalisierung erforderlich ist.

Arbeitsmarkt und Arbeitswelt folgen zudem keiner einfachen Mechanik, sondern sind immer gekoppelt an die betriebliche Wirklichkeit, in der durch betriebliches Handeln die Anpassung an die verschiedenen ökonomischen und technischen Trends erfolgt. In diesem Kontext kommt der betrieblichen Personalpolitik eine herausgehobene Bedeutung zu, denn sie bildet ein wichtiges Fundament für eine nachhaltig erfolgreiche Unternehmensentwicklung (Hammermann/Klös, 2016b). Mit der weiteren Ausbreitung der digitalisierbaren Wissensarbeit in Verbindung mit zunehmenden Fachkräfteengpässen gewinnt deshalb die Personalpolitik an Bedeutung und entwickelt zunehmend professionalisierte Strukturen. Dieser Trend dürfte sich durch den seitens des digitalen Wandels zusätzlich geförderten Höherqualifizierungsbedarf in folgender Hinsicht noch weiter verstärken (Stettes, 2016):

Der digitale Wandel bietet für die betriebliche Personalpolitik, besonders bezogen auf flexible Arbeitszeit- und Arbeitsorganisationsmodelle, neue Gestaltungsspielräume. Mobile Endgeräte wie Tablets und Smartphones ermöglichen es, ortsungebunden mit Zugriff auf die in Cloud-Systemen gespeicherten Daten zu arbeiten. Mit der Verbreitung von modernen Informations- und Kommunikationstechnologien nehmen auch die weltweite Vernetzung mit Kollegen, Kunden und Zulieferern und die Kommunikation in Echtzeit zu. Ein stabiles und leistungsstarkes Internet und sichere, in sich geschlossene Kommunikationsnetze (VPN-Zugänge) schaffen Freiräume, den Arbeitsort beispielsweise bei Betreuungsnotfällen nach Hause zu verlegen oder sich

mit Kollegen zur Videokonferenz zu verabreden, statt eine mehrstündige Anreise in Kauf nehmen zu müssen.

Im Zusammenhang mit der Digitalisierung der Arbeitswelt wird diskutiert, ob das Internet in Zukunft mehr und mehr zu einer Plattform wird, über die Unternehmen temporär und fallweise externes Know-how einkaufen und damit eigenes Stammpersonal ersetzen beziehungsweise deren Arbeitsstandards bewusst absenken können. Insbesondere das Crowdfunding wird als eine neue Form der Solo-Selbstständigkeit interpretiert. Crowdfunding auf der Beschäftigtenseite steht dem Crowdsourcing auf der Unternehmensseite gegenüber. Letzteres wird in Anlehnung an den Begriff „Outsourcing“ als Auslagerung eines ganzen Projekts oder auch von Teilaufgaben an einen bestimmten Nutzerkreis im Internet verstanden (Leimeister et al., 2015).

Crowdsourcing ist zwar ein prominent diskutiertes, allerdings empirisch noch wenig relevantes Phänomen. Dies gilt selbst für Unternehmen in der Informationswirtschaft, der eine Vorreiterrolle in der Umsetzung solcher Konzepte zukommen dürfte. Hier gaben im Jahr 2015 lediglich 4,2 Prozent der Unternehmen an, Crowdfunding-Plattformen aktuell zu nutzen oder in absehbarer Zeit nutzen zu wollen (ZEW, 2015a, 3). Lediglich im Bereich der Mediendienstleister ist der Anteil mit 9,1 Prozent deutlich höher, bleibt aber weit davon entfernt, auf eine große Relevanz des Crowdfundings schließen zu können.

Einen interessanten Hinweis, warum Crowdsourcing und -working auch in Zukunft kein Massenphänomen sein könnte, vermitteln die Antworten aus der Informationswirtschaft, welche Gründe gegen den Einsatz von Crowdworkern sprechen. Knapp acht von zehn der befragten Unternehmen geben an, dass sich die Arbeitsinhalte für eine Fremdvergabe über eine Plattform gar nicht eignen würden (ZEW, 2015a, 3). Die Hälfte der Befragten sieht Schwierigkeiten bei der Qualitätskontrolle, etwas weniger Befragte sehen juristische Unsicherheiten und das Risiko, dass sensibles unternehmensinternes Wissen an Externe abfließt.

Eine Befragung von 408 Crowdworkern, die ihre Dienste über zwei Internetplattformen anbieten, signalisiert bei aller Vorsicht aufgrund der Stichprobengröße und -zusammensetzung, dass es sich weniger um ein Massenphänomen, sondern vielmehr um eine sehr spezifische Erwerbsform handelt. So sind Crowdworker nicht nur deutlich jünger als andere Erwerbstätige, sondern üben diese Tätigkeit häufig auch nur als Nebenbeschäftigung zu einer abhängigen Beschäftigung oder einer betrieblichen beziehungsweise akademischen Ausbildung aus (ZEW, 2015b).

Grundsätzlich lässt sich das Phänomen Crowdwork nicht eindeutig von einer klassischen freiberuflichen Mitarbeit trennen (ZEW, 2015b, 3). Vor diesem Hintergrund bietet sich daher an, die empirische Relevanz eines potenziellen Digitalisierungseffektes hinsichtlich einer „neuen Selbständigkeit“ zusätzlich anhand der Struktur und Entwicklung der Verbreitung von Solo-Selbständigkeit gegenüber der freiberuflichen Tätigkeit einzuschätzen. Hier besteht zusätzlicher Forschungs- und Transferbedarf.

### 3. Qualität digitaler Arbeit

Digitale Technologien erweitern die Möglichkeiten, Arbeitsort und Arbeitszeit zu flexibilisieren. Mobile Endgeräte erlauben es, auch außerhalb der eigentlichen Betriebsstätte oder eines Arbeitsplatzes im eigenen Haus (Stichwort: Telearbeit, Heimarbeit) beruflich aktiv zu werden, auf interne Netzwerke und Informationsquellen zurückzugreifen, Prozesse zu überwachen, zu steuern und zu planen sowie mit betrieblichen oder externen Partnern zu kommunizieren. Auch die Restriktion eines bestimmten zeitlichen Rahmens kann dadurch weiter aufgeweicht werden, weil die Pflege von beruflichen Kontakten nicht mehr an die Anwesenheit an einem bestimmten Ort gebunden sein muss. Internetfähige mobile Geräte werden bevorzugt an Führungskräfte ausgegeben. Smartphones, Tablets oder Notebooks gehören für Führungskräfte in großen Unternehmen zur Standardausstattung. Auch in kleinen und mittleren Betrieben ist die große Mehrheit der Beschäftigten mit Führungsverantwortung mit entsprechenden Geräten ausgestattet. Bei den Beschäftigten ohne Führungsverantwortung liegen die Anteile deutlich darunter.

Die Ausstattung mit digitalen Endgeräten korreliert mit der potenziellen Nutzungsmöglichkeit des Homeoffices. Allerdings ist ein Homeoffice nicht gleichzusetzen mit mobilem Arbeiten, denn die Ausübung beruflicher Aufgaben ist auch mit einer stationären Informations- und Kommunikationsausrüstung möglich. Es ergibt sich gleichwohl hier ein ähnliches Bild wie bei mobilem Arbeiten. Auch hier ist ein deutlicher Unterschied zwischen Beschäftigten mit und ohne Führungsverantwortung zu beobachten (Arnold et al., 2015, 25): Personen, die einen relativ großen Handlungsspielraum in ihrem Job aufweisen, und solche, die unter Termindruck arbeiten und mehrere Aufgaben erledigen müssen, nutzen ebenfalls häufiger das Homeoffice. Auffällig ist auch, dass Beschäftigte, die das Homeoffice nutzen, signifikant mehr Überstunden leisten.

Mehr als die Hälfte der Beschäftigten, die das Homeoffice nutzen, werden außerhalb der regulären Geschäftszeiten tätig (Arnold et al., 2015, 9). Dies gilt insbesondere für

männliche Führungskräfte und Beschäftigte mit Termindruck und mehreren Arbeitsaufgaben. Auffällig ist zudem, dass bei weiblichen Beschäftigten die Wahrscheinlichkeit ansteigt, zumindest gelegentlich im Homeoffice zu arbeiten, wenn im eigenen Haushalt Kinder unter 14 Jahren zu betreuen sind. Dies gilt tendenziell in der Gruppe, die den betrieblichen mit dem heimischen Arbeitsplatz im Rahmen der üblichen Arbeits- oder Geschäftszeiten tauscht, auch für männliche Mitarbeiter. Dies signalisiert, dass mobiles Arbeiten beziehungsweise Arbeiten im Homeoffice einen Beitrag zur Verbesserung der Vereinbarkeit von familiären und beruflichen Anforderungen leisten kann.

Dies bestätigen auch Aussagen der Beschäftigten. Drei Viertel der Beschäftigten, die im Rahmen der üblichen Arbeits- oder Geschäftszeiten zu Hause tätig werden, versprechen sich eine bessere Balance zwischen Beruf und Privatleben. Unter den Personen, die das Homeoffice eher außerhalb der üblichen Arbeits- oder Geschäftszeiten nutzen, sind es immerhin noch drei von zehn. Hinzu kommt noch, dass die Beschäftigten in gleichem Umfang auch den Vorteil sehen, Fahrzeiten einzusparen. Der Zeitgewinn steht dann für andere (berufliche oder private) Zwecke zur Verfügung.

Diese empirischen Befunde bestätigen die Evidenz, die auch für das Arbeiten in einem digitalisierten Arbeitsumfeld allgemein gefunden wird. Arbeitnehmer, die an einem Internetarbeitsplatz mit anderen Akteuren vernetzt arbeiten, weisen signifikant häufiger die Möglichkeit auf, bei der Planung der eigenen Arbeitszeiten auf ihre familiären und privaten Belange Rücksicht nehmen zu können (Hammermann/Stettes, 2015b, 130). Während dies auf knapp zwei Drittel dieses Beschäftigtenkreises in Deutschland zutrifft, gilt dies nur für gut die Hälfte der Personen, die relativ isoliert, ohne Zugang zum Internet beziehungsweise ohne Computer ihre Aufgaben verrichten.

Wenn die Mehrheit der Beschäftigten nicht mobil arbeitet, ist dies vorwiegend auf drei Gründe zurückzuführen: Zwei Drittel der Beschäftigten, die nicht das Homeoffice nutzen, wünschen sich eine strikte Trennung zwischen Beruf und Privatleben (BMAS, 2015, 16). Für ebenso viele ist die eigene Tätigkeit nicht geeignet, weil zum Beispiel die Anwesenheit am betrieblichen Arbeitsplatz zwingend erforderlich ist oder aber auch weil die Anwesenheit von den Führungskräften erwünscht wird. Dies signalisiert, dass die technischen Möglichkeiten der Digitalisierung zwar den Spielraum für eine räumliche und zeitliche Flexibilisierung erweitern. Ob dieser dann auch genutzt wird, hängt von den Vorstellungen und Präferenzen der Beteiligten sowie von Effizienzaspekten bei der Organisation von Arbeit ab.

## 4. Weiterentwicklung bei Gesundheitsmanagement und Qualifizierung

Die potenzielle Verschmelzung von Arbeits- und Freizeiten und die hohe Intensität und Frequenz der Nutzung digitaler Kommunikationsmittel im beruflichen Alltag rufen Sorgen hervor, dass dies zu einer steigenden psychischen Beanspruchung und möglichen Fehlbelastungen der Beschäftigten führt. Die Evidenz eines mutmaßlichen Zusammenhangs zwischen den sich verändernden beruflichen Arbeitsanforderungen und steigenden psychischen Erkrankungen ist jedoch alles andere als eindeutig. In den letzten Jahren ist weder ein starker Anstieg an psychischen Überforderungen noch an fachlicher oder mengenmäßiger Überforderung festzustellen.

Erwerbstätigenbefragungen signalisieren ferner, dass Anforderungen, wie Leistungs- und Termindruck, die simultane Bearbeitung mehrerer Arbeitsaufgaben und ein hoher Zeitdruck von Beschäftigten, sehr unterschiedlich und nicht durchweg negativ wahrgenommen werden (vgl. Lohmann-Haislah, 2012). Potenziell belastenden Effekten einer vernetzten, sich beschleunigenden Arbeitswelt sind zudem die entlastenden Effekte der Digitalisierung gegenüberzustellen, etwa in Form einer größeren Autonomie bei der Erledigung von Aufgaben.

Der digitale Wandel verändert somit nicht nur die Art und Weise der Arbeit und die Arbeitsintensität, sondern auch die Zusammenarbeit zwischen den Beschäftigten. Er unterstützt die Beschäftigten bei der Bewältigung beruflicher Anforderungen und kann negative Belastungen abmildern. Erst ein Ungleichgewicht von fordernden Arbeitssituationen und mangelnden unterstützenden Ressourcen kann zu Fehlbeanspruchungen führen. Vor dem Hintergrund alternder Belegschaften und eines sich verlängernden Erwerbshorizontes gewinnen deshalb die Krankheitsprävention und die Stärkung der persönlichen Widerstandsfähigkeit („Resilienz“) der Mitarbeiter – namentlich für KMU – noch weiter an Bedeutung. Prävention ist dabei nicht nur im Kontext betrieblicher Gesundheitsprogramme zu sehen, sondern oft auch Teil anderer personalpolitischer Maßnahmen, beispielsweise in Form von Schulungen zu gesundheitsbewusstem Führen.

Damit Unternehmen vom digitalen Wandel profitieren können, bedarf es grundlegender infrastruktureller Gegebenheiten, wie eines flächendeckenden schnellen Internets und eines verlässlichen Rechtsrahmens, beispielsweise zum Datenschutz. Die größte Gefahr für den Wirtschaftsstandort Deutschland dürfte indessen nicht in einem zu langsamen Voranschreiten des Breitbandausbaus, sondern darin liegen, dass nicht genügend Fachkräfte zur Bewältigung des digitalen Wandels verfügbar sind (vgl. BMWi, 2015b). Anders als in vorherigen Phasen technologischer Umbrüche wird in Zukunft das Potenzial der heutigen Belegschaften maßgeblich die Wandlungsfähigkeit der Unternehmen mitbestimmen. Während

Unternehmen bislang neue Technologien oftmals hauptsächlich mithilfe extern erworbenen Know-hows implementiert haben, müssen zukünftig mit Blick auf bestehende und gegebenenfalls verstärkte Rekrutierungsschwierigkeiten Veränderungsprozesse durch den technischen Fortschritt in zunehmendem Maße durch die bestehende Belegschaft vorangetrieben und umgesetzt werden.

Die hohe Bedeutung der Weiterqualifizierung zeigt sich in der großen Verbreitung betrieblicher Weiterbildungsprogramme und Personalentwicklungsmaßnahmen, die in immer mehr Unternehmen Anwendung finden, um die Erstausbildung in Schulen, Hochschulen und Ausbildungsbetrieben zu ergänzen. Der Anteil gerade auch kleinerer Unternehmen mit Weiterbildungsangeboten hat sich in jüngster Zeit deutlich erhöht (Janssen/Leber, 2015). Die Anpassung vorhandener Qualifikationen an neue Aufgaben und Verantwortungsbereiche steht als Motivation bei Unternehmen und Teilnehmern gleichermaßen an erster Stelle.

Qualifizierungsmöglichkeiten bieten nicht nur formale Schulungsangebote, sondern auch Möglichkeiten des Lernens im Arbeitskontext. Gerade die arbeitsnahen Lernmöglichkeiten bieten die Chance, den digitalen Wandel bei alternden Belegschaften erfolgreich zu gestalten. Sie sind für die Weiterentwicklung beziehungsweise den Erhalt von beruflichem Know-how älterer Beschäftigter in der Regel effektiver und effizienter als formale Weiterbildungskurse. Mithilfe unterschiedlicher Personalentwicklungs- und Weiterbildungsmaßnahmen wird das Konzept des lebenslangen Lernens in Unternehmen verankert.

Zu den am häufigsten angewendeten Personalentwicklungsmaßnahmen zählen strukturierte Wissenstransfersysteme, altersgemischte Teams und die Schaffung einer lernförderlichen Arbeitsumgebung. Unternehmen, die sich mit dem Thema des digitalen Wandels schon intensiv auseinandergesetzt haben und deren Geschäftsmodell in hohem Maße vom Internet abhängt (hier als Unternehmen 4.0 bezeichnet), sind besonders aktiv in der Personalentwicklung. Die große Bereitschaft dieser Unternehmen, ihre Mitarbeiter heute mit Blick auf die Zukunft weiterzuentwickeln, ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass bestimmte Qualifikationen, die heute noch eher als spezifische Fachkompetenzen gelten, im digitalen Wandel zunehmend zur Breitenkompetenz werden müssen.

Zu den in Zukunft stärker benötigten Qualifikationen zählen voraussichtlich tiefere Kenntnisse der Informationstechnik und Datenverarbeitung sowie die Fähigkeit zur Softwareprogrammierung. Auch der Umgang mit dem Internet im beruflichen Kontext gewinnt an Bedeutung. Es dürfte aller Voraussicht nach ein hoher Schulungsbedarf gerade bei Themen wie IT-Sicherheit und Datenschutz bestehen, die sich im beruflichen und privaten Umgang stark voneinander unterscheiden können. Die

Digitalisierung der Wirtschaft benötigt jedoch nicht nur IT-Spezialisten, sondern nach wie vor erfahrene Mitarbeiter, die betriebliche Abläufe der Unternehmen gut kennen und den Einsatz moderner Technologien den spezifischen betrieblichen Anforderungen anpassen können. Deshalb entwertet sich auch das bisher akkumulierte berufliche Erfahrungswissen der Mitarbeiter nicht zwangsläufig. Gefordert ist vielmehr eine gute Mischung von beruflichem und betrieblichem Erfahrungswissen mit technischem Fachwissen und IT-Sachverstand.

Alles in allem nehmen im digitalen Wandel die Anforderungen an die Fähigkeiten, Fertigkeiten und das Wissen der Mitarbeiter zu. Beschäftigte müssen in einer sich weiter wandelnden Arbeitswelt im Laufe ihrer Erwerbsbiografie ihre berufliche Handlungsfähigkeit aufbauen, erhalten und weiterentwickeln können (vgl. dazu Werner, 2016). Dies gilt für IT-bezogene Kompetenzen (Fachwissen und Handlungsfähigkeit) gleichermaßen wie für soziale Kompetenzen (z. B. Selbstständigkeit, Kommunikationsfähigkeit) sowie für das berufliche und betriebliche Erfahrungswissen. Dies stellt insbesondere mit Blick auf die Personalentwicklung und Qualifizierung zusätzliche Anforderungen an die Personalführung.

Stark digitalisierte Unternehmen zeigen sich bereits heute gut vorbereitet und können als Leitbild fungieren. Die systematische Analyse von Kompetenzprofilen und beruflichen Ambitionen hilft den Führungskräften, die Mitarbeiter für Veränderungen zu gewinnen und zu befähigen. Eine lernförderliche Arbeitsumgebung, altersgemischte Teams und Wissenstransfersysteme bieten die Gewähr, dass die Beschäftigten in einem digitalisierten Umfeld das erforderliche berufliche und betriebliche Erfahrungswissen aufbauen, erhalten, weiterentwickeln und auch an andere weitergeben können.

## 5. Bedeutung von Wissenskapital

Die Messung des Wissenskapitals einer Volkswirtschaft ist ein vergleichsweise junger Forschungszeitpunkt, zu dem es erst seit Anfang der 90er Jahre einen breiteren Kreis von Arbeiten gibt. Die volkswirtschaftliche Diskussion folgt dabei zeitverzögert Ansätzen aus der Betriebswirtschaftslehre, mit denen versucht wird, das intellektuelle Eigentum (intellectual capital, IC) von Betrieben methodisch und empirisch zu erfassen. Unter IC werden dabei alle immateriellen Ressourcen eines Unternehmens verstanden, durch die das Unternehmen einen komparativen Vorteil besitzt und durch deren Kombination zukünftiger Gewinn erwirtschaftet werden kann.

IC differenziert sich weiter aus in Organisationskapital, Beziehungskapital und Humankapital. Humankapital umfasst alles, was mit Menschen zu tun hat (Wissen, Ausbildung und Kompetenzen), wobei die Ausbildung das Fundament des Humankapitals darstellt. Organisationskapital/Strukturkapital umfasst nicht an Menschen gebundenes Wissen einer Volkswirtschaft in Form ihrer technologischen Systeme, ihres Informations- und Kommunikationssystems, das aus Hardware, Software, Datenbasen, Laboratorien und Organisationsstrukturen besteht. Beziehungskapital umfasst die Beziehungen innerhalb und zwischen den Organisationen und die Fähigkeit, Kooperation und Koordination gewinnbringend zu nutzen (Andriesen/Stam, 2004).

Schon die Semantik der Abgrenzungsversuche macht deutlich, dass es bis dato – trotz zahlreicher Versuche – noch an einer trennscharfen und operationalisierbaren Begrifflichkeit und erst recht an einer belastbaren empirischen Fundierung fehlt. Außer Frage steht aber, dass IC aus betrieblicher Sicht eine wichtige Ressource ist, deren Messung und Charakteristika entscheidend für die Strategieentwicklung sind. Bontis (2001) spricht von „knowledge assets“, deren Bedeutung stark zunehme, weil sie eine neue Form des ökonomischen Wertes und insoweit auch ein neues Paradigma beschreiben, wonach ein nachhaltiger Wettbewerbsvorteil eng verbunden ist mit dem einzelnen Mitarbeiter und „organizational knowledge“. Der wirksame Einsatz von Wissen dürfte der Schlüsselfaktor für unternehmerischen Erfolg schlechthin sein.

Auch volkswirtschaftlich ist dies von Bedeutung, wenn etwa nach dem Zusammenhang zwischen dem Wissensbestand einer Volkswirtschaft und der wirtschaftlichen Entwicklung gefragt wird. Dies betrifft zum einen die Frage, ob es zwischen dem Maß an IC und der wirtschaftlichen Entwicklung einen kausalen Zusammenhang gibt (Wang/Chang, 2005). Die Evidenz dazu ist bisher nicht eindeutig: Während Andriesen/Stam zum Ergebnis kommen, dass zwischen Humankapital und Organisationskapital ein positiver Zusammenhang besteht, ein hoher Wert für IC aber keine Garantie für eine höhere Produktivität ist, geht van der Marel davon aus, dass größere Investitionen in Software nicht unbedingt auch zu einem größeren Niveau an datengetriebenen Wirtschaftsaktivitäten führen (van der Marel, 2016). Van Ark (2016) kommt zu dem Ergebnis, dass sich bisher die steigenden Ausgaben für digitale Innovationen noch nicht in steigenden Produktivitätsraten niederschlagen.

Zum anderen gibt es bisher ungelöste Schwierigkeiten der Abgrenzung, denn auch die volkswirtschaftlichen Ansätze bleiben zunächst in derselben Logik wie die innerbetriebliche Messung und übertragen die Erfassung lediglich auf gesamtwirtschaftliche Aggregate. Unter dem IC von Staaten werden dabei etwa die

versteckten Werte (hidden values) der Individuen, der Unternehmen, der Institutionen, der Gemeinschaften und der Regionen verstanden, welche die aktuellen und potenziellen Quellen für Wohlstand sind. Eine allgemein akzeptierte Metrik für den internationalen Vergleich ist bisher aber nicht erkennbar.

Im Rahmen der seinerzeitigen Lissaboner Agenda, die den Schwerpunkt auf die wissensbasierten Volkswirtschaften legt, wurde ein indikatorengestützter Vergleich des IC in der Europäischen Union vorgenommen. Die Auswahl der Indikatoren wird naturgemäß durch die Verfügbarkeit internationaler Daten begrenzt. Außerdem erlauben die Daten wenig Aussagen über die Zukunft, da Investitionen kaum erfasst werden, denn etwa hinsichtlich der Investitionen in Beziehungskapital ist kein Indikator verfügbar. Deutschland nahm bei diesen Vergleichen in der Vergangenheit insgesamt einen Platz im Mittelfeld ein. Führend waren die skandinavischen Länder, Schlusslichter die südeuropäischen Länder. Hinsichtlich des Bestands an IC nahm Deutschland den neunten Platz ein, lag aber bei den Investitionen in IC auf Platz vier. Betrachtet man den Effekt, also die produktive Nutzung der „intangibles“, lag Deutschland an erster Stelle (Andriesen/Stam, 2004).

Diese definitorischen wie messtechnischen Probleme bergen zudem ein ernsthaftes innovationspolitisches Problem in sich. Bekannt ist, dass der Zugang zu Wagniskapital in Deutschland noch hinter international vergleichbaren Standards zurückbleibt (OECD, 2013). Damit bleibt die Außenfinanzierung von risikobehafteten Projekten ein kapitalmarktbedingter Innovationsengpass. Denn nach geltenden Bilanzvorschriften sind immaterielle Vermögensgegenstände nur dann bilanzierungsfähig, wenn ihnen ein objektivierbarer Wert beigemessen werden kann. Einfacher formuliert: Humankapital kann nicht beliehen werden. Für selbst erstellte immaterielle Werte gilt im deutschen Handels- und Steuerrecht überwiegend noch ein uneingeschränktes Aktivierungsverbot. In der Handelsbilanz ist unter diesem Gesichtspunkt die Aktivierung selbstgeschaffener (originärer) immaterieller Werte ganz, nach IFRS (International Financial Reporting Standards) zumindest noch in Teilen verboten. Erworbene (derivative) Werte sind hingegen in beiden Systemen bilanzierungspflichtig. Als ausreichender Objektivierungsnachweis gilt insofern die Entgeltlichkeit des Erwerbs.

Daher ist eine Diskussion lohnend, ob und wie durch eine bessere Erfassung von IC ein Beitrag zu einer verbesserten Innovationsbilanz in Deutschland geleistet werden kann. In einer wissensbasierten Volkswirtschaft wie der deutschen sind Wissen und Humankapital zentrale Ressourcen. Intellectual Capital bildet die Basis für unternehmerische Tätigkeit, insbesondere für Invention und Innovation. Innovationen werden dabei als Triebkräfte wirtschaftlichen Wachstums gesehen, das vorhandene Humankapital einer Gesellschaft als wesentliche Voraussetzung für die Produktion

von wissensintensiven Gütern und Dienstleistungen. Heutige und zukünftige Wettbewerbsvorteile liegen immer weniger in physischen Ressourcen, sondern in immateriellen und nicht-finanziellen Vermögenswerten (intangible assets).

Die traditionellen Bewertungssysteme und makroökonomischen Verfahren, die noch auf finanziellen Messzahlen beruhen, haben mithin der Tendenz nach an Relevanz verloren, weil sie nur noch einen kleinen Teil des Vermögens moderner Volkswirtschaften abbilden können. Der Aufbau eines allgemeinen Bewertungsmusters für diesen Bedeutungszuwachs intangibler Größen ist bisher noch in der Entwicklung (Frederick, 2009). Diese strukturelle Lücke wirft die Frage auf, welche Folgen diese ungenügende Erfassung beziehungsweise die daraus folgende konzeptionelle Untererfassung von IC und vor allem Humankapital gegenüber dem Sachkapital hat. Hier liegt mithin ein beträchtliches Forschungspotenzial für eine digitale Ökonomie. Dies betrifft aber auch die wirtschafts- und innovationspolitische Behandlung verschiedener Formen geistigen Eigentums<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> In der Diskussion um sogenannte Innovationsboxen wirft etwa die OECD die Frage auf, in welchem Maße Einkünfte aus geistigem Eigentum (z.B. Patente, urheberrechtlich geschützte Software) steuerwirksam sein sollen (vgl. Bitkom, 2016, 5)

## Literatur

**Andriesen**, D.G. / **Stam**, C.D., 2004, The intellectual capital of the European Union. Measuring the Lisbon Agenda Version 2004, Diemen

**Ark**, Bart van, 2016, The New Digital Economy is not paying off in terms of higher productivity – yet, <http://tcbblogs.org/economy/2016/05/17/the-new-digital-economy-is-not-paying-off-in-terms-of-higher-productivity-yet/> [6.7.2016]

**Arnold**, Daniel / **Steffes**, Susanne / **Wolter**, Stefanie, 2015, Mobiles und entgrenztes Arbeiten, BMAS-Forschungsbericht, Nr. 460, Berlin

**Arntz**, Melanie, Gregory, **Terry**, Zierahn, Ulrich (2016), “The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis”, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, Paris

**Bitkom**, 2016, Stellungnahme: Steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung in Deutschland, <https://www.bitkom.org/Publikationen/2016/Positionspapiere/Bitkom-Positionspapier-zur-steuerlichen-Foerderung-von-Forschung-und-Entwicklung/Bitkom-Position-zur-steuerlichen-FuE-Foerderung-final.pdf> [8.7.2016]

**BMAS** – Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2015, Grünbuch Arbeiten 4.0, Berlin

**BMWi** – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2015a, Memorandum der Plattform Industrie 4.0, 2015, Berlin, <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/M-O/memorandum-industrie-4-0,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> [14.3.2016]

**BMWi** – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2015b, Monitoring-Report, Wirtschaft DIGITAL 2015, Berlin

**Bontis**, Nick, 2001, Assessing knowledge assets: a review of the models used to measure intellectual capital, in: International Journal of Management Reviews, Vol. 3, No. 1, S. 41–60

**BSI** – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2011, Studie zur IT-Sicherheit in kleinen und mittleren Unternehmen. Grad der Sensibilisierung des Mittelstandes in Deutschland, Berlin

**BSI** – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2015, Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland, Berlin

**Computerwoche**, 2014, ERP und CRM für den Mittelstand, <http://www.computerwoche.de/a/erp-und-crm-fuer-den-mittelstand,2531849> [14.3.2016]

**Dengler**, Katharina / **Matthes**, Britta, 2015, In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar, IAB-Kurzbericht, 24/2015, Nürnberg

**Diedrich**, Oliver, 2009, Trendstudie Open Source, <http://www.heise.de/open/artikel/Open-Source-ist-in-den-Unternehmen-angekommen-224504.html> [14.3.2016]

**Frederick**, William, 2009, Recent Developments in Intellectual Capital Reporting and their Policy Implications, OECD Education Working Papers, No. 17, Paris

**Hammermann**, Andrea / **Klös**, Hans-Peter, 2016a, Digitalisierung und Arbeitsmarkt, Stellungnahme für die Enquetekommission „Zukunft von Handwerk und Mittelstand in NRW“ des Landtages NRW, IW-Report, Nr. 8, Köln

**Hammermann**, Andrea / **Klös**, Hans-Peter, 2016b, Digitalisierung und „Industrie 4.9“: Auswirkungen auf das Personal- und Qualifizierungsmanagement, in: Giesen, Richard / Junker, Abbo / Rieble, Volker (Hrsg.), Industrie 4.0 als Herausforderung des Arbeitsrechts, ZAAR-Schriftenreihe, Bd. 39, München, S. 77–101

**Hammermann**, Andrea / **Stettes**, Oliver, 2015a, Beschäftigungseffekte der Digitalisierung, Erste Eindrücke aus dem IW-Personalpanel, in: IW-Trends, Nr. 3, 2015, S. 77–94

**Hammermann**, Andrea / **Stettes**, Oliver, 2015b, Bewältigung von Stress in einer vernetzten Arbeitswelt – Befunde aus der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, in: IW-Trends, Nr. 2, S. 113–135

**Janssen**, Simon / **Leber**, Ute, 2015, Weiterbildung in Deutschland, Engagement der Unternehmen steigt weiter, IAB-Kurbericht, Nr. 1, Nürnberg

**Leimeister**, Jan Marco / **Zogaj**, Shkodran / **Durward**, David / **Bretschneider**, Ulrich, Neue Geschäftsfelder durch Crowdsourcing: Crowd-basierte Start-ups als Arbeitsmodell der Zukunft, in: Arbeit der Zukunft, Möglichkeiten nutzen – Grenzen setzen, Hoffmann, Reiner / Bogedan, Claudia (Hrsg.), Frankfurt, 2015, S. 141–158

**Lohmann-Haislah**, Andrea, 2012, Stressreport Deutschland, Psychische Anforderungen, Ressourcen und Befinden, in: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.), Dortmund / Berlin / Dresden

**Marel**, Erik van der, 2016, Digital Investments, Data and Growth in Europe: A Framework for Analysis, Policy Brief, No. 2, European Centre for International Political Economy, [http://ecipe.org/app/uploads/2016/05/5Freedoms-PB\\_0216\\_v2.pdf](http://ecipe.org/app/uploads/2016/05/5Freedoms-PB_0216_v2.pdf) [8.7.2016]

**OECD**, 2013, Entrepreneurship at a glance, Table 6.1, [http://www.oecd-ilibrary.org/sites/entrepreneur\\_aag-2013-en/06/03/index.html?itemId=/content/chapter/entrepreneur\\_aag-2013-27-en](http://www.oecd-ilibrary.org/sites/entrepreneur_aag-2013-en/06/03/index.html?itemId=/content/chapter/entrepreneur_aag-2013-27-en) [8.8.2016]

**Stettes**, Oliver, 2016, Arbeitswelt und Arbeitsmarktordnung der Zukunft, Gutachten für die Initiative Neue Soziale Marktwirtschaft, Köln

**VDMA**, 2016, Industrie 4.0 – Readiness, Frankfurt

**Wang**, Wen-Ying / **Chang**, Chingfu, 2005, Intellectual Capital and Performance in Causal Models, in: Journal of Intellectual Capital, Vol. 6, No. 2, S. 222–236

**Welzbacher**, Christian / **Pirk**, Walter / **Ostheimer**, Anne / **Bartelt**, Karen / **Bille**, Jens / **Klemmt**, Markus, 2015, Digitalisierung der Wertschöpfungs- und Marktprozesse – Herausforderungen und Chancen für das Handwerk, Deutsches Handwerksinstitut, Hannover

**Werner**, Dirk, 2016, Öffentliche Anhörung der EK VI zum Thema „Zukunft der beruflichen Bildung im Handwerk NRW“, Stellungnahme vom 17.2.2016, Köln

**ZEW** – Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, 2015a, Branchenreport Informationswirtschaft, Mannheim

**ZEW** – Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, 2015b, IKT-Report, Unternehmensbefragung zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien, Mannheim