

# Künstliche Intelligenz – Anwendungsperspektiven für Arbeit und Qualifizierung



**MATTHIAS PEISSNER**

Dr., Leiter des Forschungsbereichs Mensch-Technik-Interaktion, Fraunhofer IA0 Stuttgart



**FALKO KÖTTER**

Dr., Researcher im Team Digital Business Innovation, Fraunhofer IA0 Stuttgart



**HELMUT ZAISER**

Wiss. Mitarbeiter im Team Kompetenzmanagement, Fraunhofer IA0 Stuttgart

**Die Fortschritte in der künstlichen Intelligenz (KI) bewirken tief greifende Veränderungen der Arbeit und damit auch der Berufsbildung. Anhand ausgewählter Projekte des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation zeigt der Beitrag, vor welchen Herausforderungen die Arbeitsgestaltung und Berufsbildung stehen. Besonders möchten wir die positiven Potenziale der KI-Nutzung hervorheben. KI kann zur Gestaltung von Arbeit mit menschengerechten – fordernden, aber nicht überfordernden – Tätigkeitsprofilen beitragen und neue Möglichkeiten der berufsbegleitenden Qualifizierung eröffnen.**

## Künstliche Intelligenz – was ist das?

Auf die Frage »Was ist eigentlich künstliche Intelligenz?« gibt es keine einfache Antwort. Das liegt schon am vielfältigen Verständnis des Begriffs der Intelligenz. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) schlägt folgende Definition vor: »Künstliche Intelligenz erweitert technische Systeme um die Fähigkeit, Aufgaben selbstständig und effizient zu bearbeiten.« (VDI 2018, S. 8). Dabei wird die Rolle des maschinellen Lernens als Grundlage für die Eigenständigkeit und das effiziente Beherrschen großer Komplexität hervorgehoben.

Ähnlich sehen es die Expertinnen und Experten der »Plattform Lernende Systeme«.<sup>1</sup> Für sie steht der »Begriff künstliche Intelligenz [...] für Systeme, die ein Verhalten zeigen, für das gemeinhin menschliche Intelligenz vorausgesetzt wird.« Als Ziel der KI betrachten sie es, »Maschinen, Roboter und Softwaresysteme zu befähigen, abstrakt beschriebene Aufgaben und Probleme eigenständig zu bearbeiten und zu lösen, ohne dass jeder Schritt vom Menschen programmiert wird« (ebd.).

Unter dem Sammelbegriff künstliche Intelligenz (KI) wird eine Vielzahl von Technologien zusammengefasst. Ähnlich wie Motoren zuvor durch Muskelkraft erledigte Tätigkeiten automatisierten, kann KI intellektuelle Tätigkeiten automatisieren.

RUSSELL/NORVIG (2013) teilen die Aufgabengebiete von KI wie folgt ein:

- **Problemlösung durch Suchen:** KI-Systeme, die durch Suchen im möglichen Lösungsraum (nahezu) optimale Lösungen für ein Problem finden. Das klassische Beispiel dafür ist die Schach-KI, die mögliche zukünftige Züge sucht, um den Zug zu finden, der den größtmöglichen Vorteil bringt.
- **Planen:** das Aufstellen von optimalen Plänen, beispielsweise das Erstellen von Produktionsplänen unter Berücksichtigung von Personal-, Material- und Maschinenverfügbarkeit.
- **Wissensrepräsentation:** die Aufbereitung von Wissen in einer maschinenlesbaren Form, beispielsweise bei der Kategorisierung von Objekten und bei der Suche, z. B. in Internetsuchmaschinen.
- **Entscheidung:** Treffen von Entscheidungen bezüglich definierter Ziele auch unter Unsicherheit. Dazu gehört es, Wahrscheinlichkeiten der Konsequenzen von Entscheidungen zu erkennen und die Unsicherheit einer Entscheidung zu quantifizieren. Beispiele sind Klassifikationssysteme, z. B. Diagnosesysteme (Medizin) oder Betrugserkennungssysteme (Transaktion ist verdächtig oder nicht).
- **Lernen:** das (wiederholte) Lernen von Aufgaben anhand vorgegebener Daten, beispielsweise die Erkennung von Krankheiten mithilfe einer Liste früherer Patientinnen und Patienten inklusive Symptomen und tatsächlicher Diagnose.

<sup>1</sup> Vgl. zum Begriff KI Glossar unter [www.plattform-lernende-systeme.de/glossar.html](http://www.plattform-lernende-systeme.de/glossar.html) (Stand: 01.04.2019)

- **Spracherkennung:** das Interpretieren menschlicher Sprache, beispielsweise die Ableitung von Aussagen aus Texten, die sinngemäße Zusammenfassung von Texten und maschinelle Übersetzung.
- **Wahrnehmung:** die sinnhafte Erfassung der realen Welt, beispielsweise die Erkennung von Objekten in Bildern, von geschriebenen Texten, gesprochener Sprache und die Rekonstruktion dreidimensionaler Modelle aus visuellen Daten.
- **Robotik:** Fortbewegung im Raum, Planung von Bewegungen und Interaktion mit physischen Objekten.

Viele bestehende Technologien erfüllen mehrere dieser Aufgaben. Ein autonomes Fahrzeug enthält beispielsweise Technologien aus fast allen genannten Aufgabenbereichen. Häufig wird der Einsatz von KI im Zusammenhang mit der Digitalisierung diskutiert. Die Digitalisierung eines Unternehmens bezeichnet die Umstellung von Prozessen und Daten von einer analogen hin zu einer digitalen Arbeitsweise. Während KI nicht zwingend Teil der Digitalisierung eines Unternehmens ist, sind digital vorhandene Daten in ausreichender Zahl und Qualität sowie eine hohe Digitalisierungsstufe für die Verwendung von KI notwendige Voraussetzungen. Ausgedrückt in den in der Tabelle 1 genannten Digitalisierungsstufen, muss Stufe 4 mit autonom handlungs- und entscheidungsfähiger Technik erreicht sein oder hergestellt werden, um den Schritt zu KI – lernenden Systemen, die Aufgaben eigenständig bearbeiten – direkt gehen zu können.

### Künstliche Intelligenz: Forschungs- und Entwicklungslinien

Das Thema KI beschäftigt die Informatik schon lange. ALAN TURING ersann 1952 den Turing Test für KI, der dann bestanden ist, wenn ein menschlicher Beobachter den Computer im Gespräch nicht mehr von einem Menschen unterscheiden kann. Als Geburtsstunde der KI gilt die Dartmouth Conference von 1956, bei der die Annahme getroffen wurde, »dass grundsätzlich alle Aspekte des Lernens und anderer Merkmale der Intelligenz so genau beschrieben werden können, dass eine Maschine zur Simulation dieser Vorgänge gebaut werden kann« (MCCARTHY u. a. 2006, S. 12). Diesem Enthusiasmus folgte nach anfänglichen Forschungserfolgen allerdings ein sogenannter KI-Winter (ca. 1970–1975), da die Fähigkeiten der Hardware noch nicht ausreichend und die Komplexität der zu lösenden Aufgaben unterschätzt worden waren. Dem folgten erste praktische Erfolge wie das Expertensystem MYCIN zur Diagnose von Blutkrankheiten (1976) und R1, das erste kommerzielle Expertensystem zur Konfiguration von Computersystemen (1978). Weitere Meilensteine sind der Sieg von Deep Blue über den Schachweltmeister

Tabelle 1

Digitalisierungsstufen nach vbw (2017)

<b>0</b>	<b>Offline</b> Digital blind
<b>1</b>	<b>Unterstützende Computerisierung</b> Digital sehen
<b>2</b>	<b>Steuernde Computerisierung</b> Digital agieren
<b>3</b>	<b>Teilautonome Computerisierung</b> Digital abbilden
<b>4</b>	<b>Autonome Computerisierung</b> Digital entscheiden

Quelle: in Anlehnung an Twin Economics in vbw 2017, S. 41

GARRY KASPAROW (1997), die Bewältigung der DARPA Grand Challenge, einer autonomen Autofahrt durch die Wüste (2005), die Jeopardy-Fähigkeiten von IBMs Watson (2011) und der erste Sieg einer KI über einen professionellen Go-Spieler (2017).

Eine praktische Anwendung dieser wissenschaftlichen Durchbrüche ist bereits auf dem Weg. So spielt IBMs Watson längst nicht mehr nur Quizshows, sondern übernimmt inzwischen die Arbeit von Beschäftigten bei Versicherungen und hilft bei Diagnosen im Gesundheitswesen. Ein inzwischen recht prominentes Anwendungsfeld sind Social Chatbots. Hierbei handelt es sich um sprechende Software, die in sozialen Netzwerken wie Facebook und Twitter agiert, Pizza-Bestellungen entgegennimmt, Kundenanfragen zu Paketzustellungen und Flugtickets beantwortet, Beschwerden bearbeitet usw. Ein weiteres Beispiel sind Expertensysteme. Dabei handelt es sich um KI-Systeme, die darauf spezialisiert sind, komplexe, klar definierte Probleme ähnlich gut wie ein/-e menschliche/-r Expertin/Experte zu lösen (vgl. BUCHANAN 1986). Mit einer großen deutschen Versicherung entwickelte Fraunhofer IAO ein regelbasiertes Expertensystem zur Prüfung von Kfz-Schadensfällen. Im Rahmen der Schadenregulierung führt es zunächst eine automatische Prüfung durch und identifiziert Schadensfälle, die von menschlichen Sachbearbeiterinnen und -bearbeitern noch mal geprüft werden sollen. Der Kfz-Markt, das Kundenverhalten und die gesetzlichen Rahmenbedingungen ändern sich allerdings oft und machen eine fortlaufende Anpassung der Regeln notwendig. Daher wurden Ansätze des maschinellen Lernens eingesetzt, um die Regeln kontinuierlich anzupassen und zu optimieren.

Die Beispiele zeigen, dass KI bereits in einigen Arbeitsbereichen operativ eingesetzt wird. Für die Zukunft sind durch KI in allen Bereichen der Arbeit weitere Veränderungen zu erwarten.

## Wie verändern sich Arbeit und Qualifizierungsmöglichkeiten durch KI?

Durch KI ergeben sich neue Möglichkeiten der Automatisierung von Arbeit. Wie sich Arbeit verändert, hängt insbesondere in automatisierten Arbeitssystemen davon ab, wie die Arbeitsteilung und die Schnittstellen zwischen Mensch und intelligenter Technik gestaltet sind. Dies lässt sich anhand zweier extremer Szenarien erläutern: dem »Automatisierungsszenario« und dem »Werkzeugszenario« (auch »Spezialisierungsszenario«) (vgl. WINDELBAND/SPÖTTL 2012).

- Im **Automatisierungsszenario** werden immer mehr Aufgaben und Entscheidungen der Beschäftigten durch die Technik übernommen. In Störfällen sollen sie jedoch eingreifen und ggf. manuell übernehmen. Allerdings haben sie die dafür erforderlichen Kompetenzen im störungsfreien Betrieb nicht erworben. Für BAINBRIGDE (1983) ist dies eine der »Ironien der Automatisierung«.
- Im **Werkzeugszenario** unterstützt die Technik die menschliche Arbeit und macht sich die zunehmenden Gestaltungsmöglichkeiten der Mensch-Technik-Interaktion zunutze. Im Werkzeugszenario bleiben dem Menschen ausreichende Entscheidungs- und Handlungsspielräume, um Kompetenzen für Problemlösungen zu erwerben und zu erhalten, die zu Innovationen führen können.

Die folgenden Beispiele illustrieren Möglichkeiten der Gestaltung von Arbeit und Qualifizierung im Sinne des Werkzeugszenarios:<sup>2</sup>

**KI unterstützt Entscheidungen und den Umgang mit Komplexität:** Digitalisierung und Vernetzung erhöhen die Komplexität von Produktionsanlagen. Damit wird es für die Beschäftigten immer schwieriger, gute Entscheidungen zu treffen und optimale Prozessparameter auszuwählen. Dies bedeutet nicht, dass Entscheidungen vollständig durch die Technik getroffen werden müssen oder sollten. Um die Problemlösungskompetenzen des Menschen zu nutzen und zu erhalten, besteht die Möglichkeit, Mensch-Technik-Schnittstellen so zu gestalten, dass die Technik den Menschen in unterschiedlichem Grad bei der Entscheidung unterstützt (vgl. Tab. 2, Stufen 2–4). Hier kann KI unterstützen, indem sie alle verfügbaren Daten auswertet und die Beschäftigten mit Informationen zu aktuellen Bedingungen und prognostizierten Entwicklungen versorgt. Intelligente Werkzeugmaschinen zeigen dem Bediener verschiedene Programmoptionen und deren Effekte auf die Gesamtproduktivität an.

<sup>2</sup> Die Beispiele stammen aus den interaktiven Exponaten der »Erlebniswelt #Zukunftsarbeit«. Diese wurde anlässlich des Wissenschaftsjahre 2018 »Arbeitswelten der Zukunft« des BMBF von der Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt (vgl. PEISSNER u.a. 2018).

Tabelle 2

Automatisierungsstufen (nach SHERIDAN/VERPLANK 1978)

1	Computer bietet keine Unterstützung, Mensch ist tätig.
2	Computer schlägt vollständige Menge von Handlungsalternativen vor und
3	schränkt die Auswahl auf einige wenige ein,
4	schlägt eine Alternative vor,
5	führt Vorschlag aus, wenn Mensch ihn bestätigt, oder
6	erlaubt dem Menschen eine begrenzte Zeit, Veto einzulegen, um automatische Ausführung zu verhindern,
7	führt automatisch aus und informiert den Menschen,
8	informiert ihn über Ausführung nur, wenn er anfragt, und
9	informiert ihn über Ausführung nur, wenn der Computer das entscheidet.
10	Computer entscheidet alles und handelt autonom, ignoriert den Menschen.

### KI schafft Flexibilisierungspotenziale und unterstützt Qualifizierung:

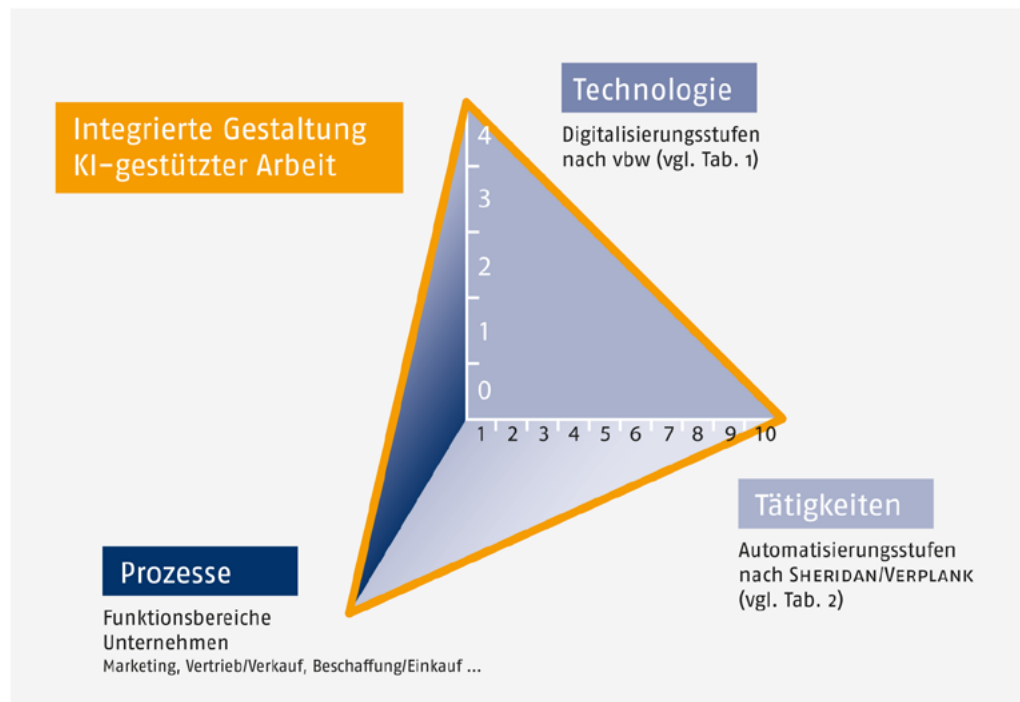
KI-gestützte Assistenzsysteme können in Arbeitsaufgaben eingefügt werden, den Arbeitsfortschritt analysieren und Informationen direkt dorthin projizieren, wo sie benötigt werden. Durch den Fortschritt in der KI konzentrieren sich Assistenzsysteme zukünftig nicht mehr nur auf einzelne vordefinierte Aufgaben, sondern bieten durchgängige Unterstützung für alle Arbeitssituationen. Da sich Kompetenzanforderungen im Digitalisierungsprozess schnell ändern, kommt einer arbeitsbegleitenden Weiterqualifizierung große Bedeutung zu. Hierzu können die projizierten Informationen mit Lerninformationen angereichert oder in virtuellen Umgebungen Übungsszenarien simuliert werden, die der Ironie der Automatisierung entgegenwirken. In Verbindung mit didaktischen Konzepten können so integrierte Lern- und Assistenzsysteme entstehen (vgl. HAASE/TERMATH/SCHUMANN 2015; PEISSNER/HIPP 2013).

### Arbeitssysteme mit KI produktiver und menschengerecht gestalten

Arbeitssysteme sind Systeme, »in denen der Mensch zur Erfüllung einer bestimmten Aufgabe in einem definierten Arbeitsablauf mit Produktionsmitteln zusammenwirkt« (HAASE/TERMATH/SCHUMANN 2015, S. 184). Die Arbeitswissenschaft zielt auf eine produktivitätssteigernde Gestaltung von Arbeitssystemen mit zugleich »menschengerechten«, d.h. lernförderlichen, fordernden, aber nicht überfordernden Tätigkeitsprofilen. Im Verbundprojekt

Abbildung

Vorgehen im Projekt »SmartAIwork«: Dimensionen und Gestaltungsraum der Arbeitsgestaltung



Quelle: eigene Darstellung

»SmartAIwork«<sup>3</sup> werden Potenziale des KI-Einsatzes in Pilotprojekten bei drei Unternehmen für eine produktivere und menschengerechte Gestaltung von Arbeitssystemen der Sachbearbeitung erschlossen. Dies erfolgt entlang der drei Dimensionen KI-Technologie, (Sachbearbeitungs-) Prozess und Tätigkeiten (vgl. Abb.).

Ausgangspunkt des Vorgehens ist die Analyse eines ausgewählten Prozessausschnitts der Sachbearbeitung. Der Prozessausschnitt wird auf seine bestehende Qualität und Potenziale für einen KI-Einsatz geprüft. Auf der Grundlage von Betriebsbegehungen, Interviews und Workshops wird für jeden Schritt untersucht, inwieweit er durch KI-Verfahren potenziell übernommen oder unterstützt werden kann. Voraussetzungen für KI sind ein ausreichend hoher Digitalisierungsgrad und eine ausreichende Zahl und Qualität von Daten. Bei der KI-Technologieanalyse wird geprüft, ob diese Voraussetzungen vorliegen oder im Zuge der Arbeitssystemgestaltung lohnend hergestellt werden können. In den Pilotprojekten werden für Sachbearbeitung geeignete KI-Anwendungen an die konkreten Prozessanforderungen angepasst.

Die Gestaltungsoptionen des Arbeitssystems hängen insbesondere davon ab, welche Tätigkeiten des Prozessausschnitts durch KI automatisiert werden können.

Hierfür ist eine genaue Tätigkeitsanalyse notwendig. In Bezug auf Automatisierung wird zwischen »Routine-Tätigkeiten«, die von Computern vollständig ausgeführt werden können, und »Nicht-Routine-Tätigkeiten«, die von Computern lediglich unterstützt werden können, unterschieden (vgl. AUTOR/LEVY/MURNANE 2003). Einerseits birgt KI das Potenzial, auch Nicht-Routine-Tätigkeiten zu automatisieren. So gilt es zu analysieren, welche Tätigkeiten dies im betreffenden Prozess bei Einsatz einer bestimmten KI sein könnten. Durch Befreiung von repetitiven Tätigkeiten und Unterstützung von komplexen Entscheidungen kann KI andererseits Raum für Aufgaben schaffen, deren Bewältigung problemlösend, lern- und innovationsförderlich wirkt. Insofern besteht das Ziel des Vorgehens darin, diesen Raum für fordernde, aber unter anderem durch Routinetätigkeitsanteile nicht überfordernde, menschengerechte Tätigkeitsprofile zu entwickeln.

### Lernförderliche Arbeitsumgebung mit KI schaffen

Durch eine zunehmend intelligente und autonome technische Arbeitsumgebung muss das Rollenverhältnis von Mensch und Technik neu verhandelt werden. An den Mensch-Technik-Schnittstellen kann dieses so gestaltet werden, dass die Technik den Menschen in unterschiedlichem Grad unterstützt. Zur effizienten und verantwortlichen Nutzung dieser Unterstützung benötigt der Mensch

<sup>3</sup> Das Verbundprojekt »SmartAIwork« wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm »Innovationen für die Produktion, Arbeit und Dienstleistung von morgen« unter dem Förderkennzeichen 02L17B00ff gefördert. Es wird vom Fraunhofer IA0 geleitet. Weitere Informationen: [www.smart-ai-work.de](http://www.smart-ai-work.de) (Stand: 01.04.2019).

Kompetenzen zum Informationsaustausch mit der Technik und ein Verständnis von Rollen und Prozessen in Systemen aus Menschen und Entscheidungsalternativen vorschlagender Technik. Beim KI-Einsatz werden Kompetenzen zur Analyse, Aufbereitung und Interpretation von Daten noch wichtiger als auf weniger hohen Digitalisierungsstufen. Bei einer Organisation der Arbeit in Richtung Werkzeug-szenario besteht die besondere Herausforderung an die Berufsbildung darin, dass sich diese Anforderungen auf alle Qualifikationsebenen beziehen – differenziert von der Grund- bis zur Expertenkompetenz.

In Verbindung mit KI-gestützten Assistenzsystemen bestehen neue Möglichkeiten der arbeitsbegleitenden Weiterqualifizierung. Diese müssen von der Berufsbildung aufgegriffen und ausgestaltet werden, um bedarfsgerechte Formen der Mitarbeiterqualifizierung in den Unternehmen zu ermöglichen. In der abschließenden Beschreibung des Vorgehens im Projekt SmartAIwork wurde erläutert, dass KI auch Potenziale für eine menschengerechte Gestaltung von Arbeit birgt. Dazu gehört die mögliche Schaffung von Raum für problemhaltige und damit lernförderlich wirkende Aufgaben. ◀

---

#### Literatur

- AUTOR, D. H.; LEVY, F.; MURNANE, R. J.: The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. In: *The Quarterly Journal of Economics* 118 (2003) 4, S. 1279–1333
- BAINBRIDGE, L.: Ironies of Automation. In: *Automatica* 19 (1983) 6, S. 775–779
- BUCHANAN, B. G.: Expert Systems: Working Systems and the Research Literature. In: *Expert systems* 3 (1986) 1, S. 32–50
- HAASE, T.; TERMATH, W.; SCHUMANN, M.: Integrierte Lern- und Assistenzsysteme für die Produktion von morgen. In: MEIER, H. (Hrsg.): *Lehren und Lernen für die moderne Arbeitswelt*. Berlin 2015, S. 183–207
- MCCARTHY, J. u. a.: A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, august 31, 1955. In: *AI magazine* 27 (2006) 4, S. 12–14
- PEISSNER, M. u. a.: #ZUKUNTSARBEIT. Zukunftsbilder und Handlungsfelder. München 2018 – URL: <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-531119.html> (Stand: 01.04.2019)
- PEISSNER, M.; HIPPE, C.: Potenziale der Mensch-Technik Interaktion für die effiziente und vernetzte Produktion von morgen. Stuttgart 2013 – URL: [www.fraunhofer.de/lang-de/images/iao-news/studie\\_future\\_hmi.pdf](http://www.fraunhofer-iaa.de/iaa-news/studie_future_hmi.pdf) (Stand: 01.04.2019)
- RUSSELL, S.; NORVIG, P.: *Künstliche Intelligenz. Ein moderner Ansatz*. 3. Aufl. München 2013
- SHERIDAN, T. B.; VERPLANK, W.: *Human and Computer Control of Undersea Teleoperators*. Cambridge (Ma.) 1978
- VBW (Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft) (Hrsg.): *Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung. Analyse und Handlungsempfehlungen*. 2017 – URL: [https://vbw-zukunftsrat.de/downloads/wertschoepfung/publikationen/vbw\\_zukunftsrat\\_handlungsempfehlung.pdf](https://vbw-zukunftsrat.de/downloads/wertschoepfung/publikationen/vbw_zukunftsrat_handlungsempfehlung.pdf) (Stand: 01.04.2019)
- VDI (Hrsg.): *VDI-Statusreport Künstliche Intelligenz*. o.O. 2018 – URL: [www.vdi.de/vdi-statusbericht-kuenstliche-intelligenz/](http://www.vdi.de/vdi-statusbericht-kuenstliche-intelligenz/) (Stand: 01.04.2019)
- WINDELBAND, L.; SPÖTL, G.: Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des »Internet der Dinge«. In: FAßHAUER, U.; FÜRSTENAU, B.; WUTTKE, E. (Hrsg.): *Berufs- und wirtschaftspädagogische Analysen – aktuelle Forschungen zur beruflichen Bildung*. Opladen 2012, S. 205–219