

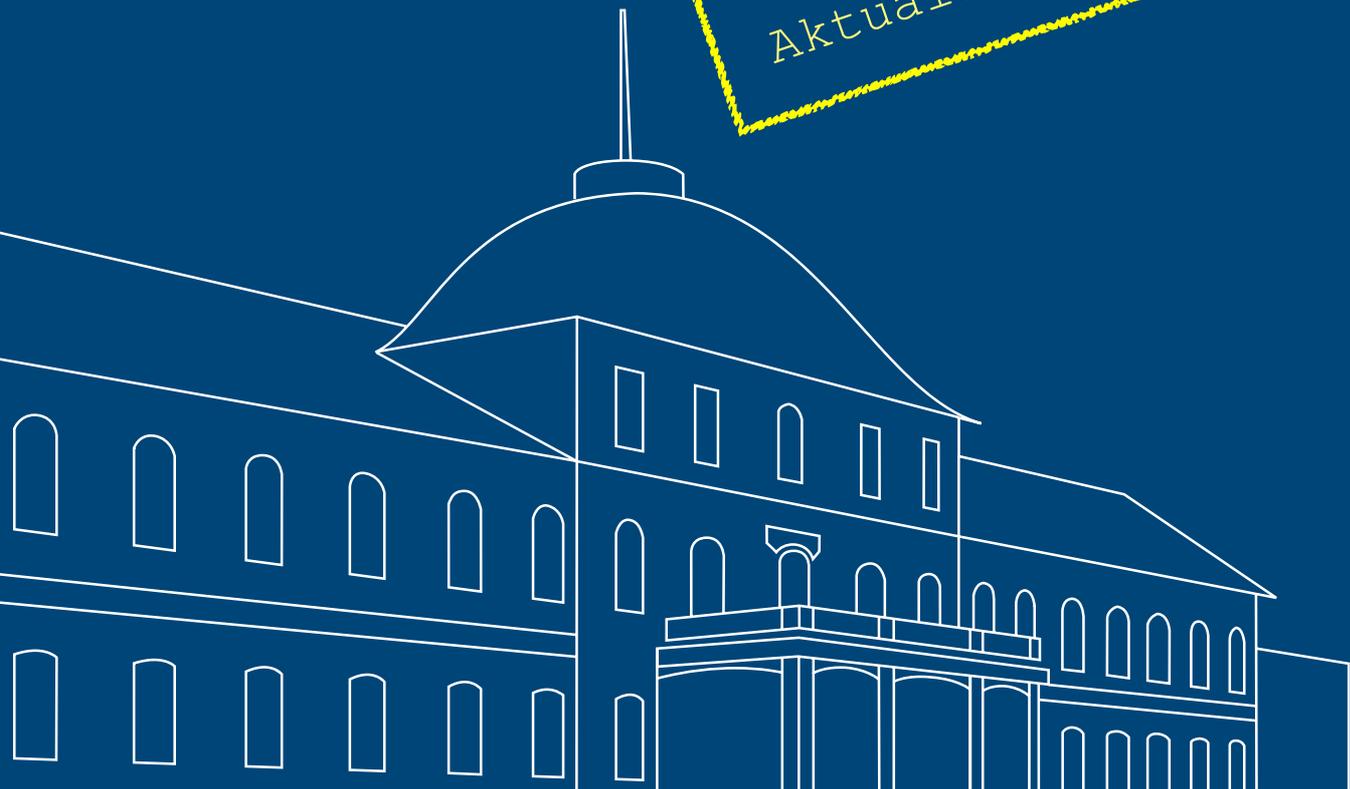
Sabine Pfeiffer, Anne Suphan

## **Der AV-Index.**

# **Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0**

Working Paper 2015 #1

— final —  
Aktualisierte Fassung



## Impressum

Zitierweise:

Pfeiffer, Sabine; Suphan, Anne (2015): Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0. Working Paper 2015 #1 Finalfassung, Universität Hohenheim, Fg. Soziologie.

Download: <http://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-Pfeiffer-Suphan-final.pdf>

Finale Fassung des ursprünglich am 13.04.2015 publizierten Drafts.

Grundlegende konzeptionelle Arbeiten für diesen Artikel entstanden im Projekt „Fortschritt durch aktive Kollaboration in offenen Organisationen (RAKOON)“; gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 01FK13047 und betreut vom Projektträger DLR. Die Arbeiten zum AV-Index entstanden im Rahmen der EU-COST Action „Dynamics of Virtual Work“.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Überlegungen zu einer arbeitssoziologisch fundierten Arbeitsmarktforschung – zur Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2. Zu den Grenzen des Routine-Ansatzes</b>	<b>8</b>
<b>3. Jenseits von Routine: die Bedeutung von Erfahrung im Kontext Industrie 4.0</b>	<b>13</b>
<b>4. Von der Routine zur Erfahrung: der Arbeitsvermögen-Index</b>	<b>17</b>
<b>5. Arbeitsvermögen nach Qualifikationsniveau und ausgewählten Berufen</b>	<b>23</b>
<b>6. Statt Prognose zu Automatisierungsfolgen: Erfahrung als Gestaltungskompetenz nutzen</b>	<b>26</b>
<b>Literatur</b>	<b>31</b>
<b>Anhang</b>	<b>34</b>
Tabelle 1: Anforderungen an Erfahrung durch Industrie 4.0	34
Tabelle 2: AV-Index und Klassifikation auf Basis BIBB/BAuA 2012	35
Tabelle 3: Anteile AV-Index	37
Abbildung 1: AV-Index Histogramm	38
Abbildung 2: Boxplot AV-Index nach Qualifikationsniveau	39
Tabelle 4: Anteile AV nach Bildungsniveau	40
Tabelle 5: Zuordnung AV-Index zu ausgewählten Berufsfeldern	41
Abbildung 3: Boxplot AV-Index für ausgewählte Berufsfelder	42

---

# I. Überlegungen zu einer arbeitssoziologisch fundierten Arbeitsmarktforschung – zur Einleitung

Industrie 4.0 ist aktuell mehr Diskurs als empirische Realität. Selten hat ein erst in die Zukunft weisendes Thema so schnell einen so breiten und vitalen gesellschaftlichen Diskurs in Gang gesetzt. Nicht nur ökonomischen Erfolg und Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit, sondern auch gute und kreative Arbeit, Ressourceneffizienz, Vereinbarkeit von Arbeit und Leben und alternsgerechte Arbeitsplätze – all das soll Industrie 4.0 (er-)schaffen (vgl. Kagermann/Wahlster/Helbig 2013, S. 5).

Technik also als Motor positiver Visionen? Das hatten wir lange nicht mehr. Seit Jahrzehnten kam Technik als Veränderungsinstanz fast nur ins öffentliche Bewusstsein, wenn es um ihre bedrohlichen Nebenfolgen ging: vom Waldsterben über den Klimawandel bis zu Fukushima. Nach vorne gerichtete gestaltende Veränderungsprozesse schienen sich – im Großen und im Kleinen – weitgehend jenseits von Technikentwicklung abzuspielen: vom Fall der Mauer bis zum Organisationsentwicklungsprozess in der eigenen Firma. Nun aber scheint Technik in der Geschichte der menschlichen Entwicklung wieder der Auslöser eines großen und alle sozialen und gesellschaftlichen Bereiche berührenden Prozesses zu sein. „4.0“ verweist bewusst auf die angenommene historische Wiederkehr des revolutionären Wandels. Auch die ersten drei industriellen Revolutionen haben sich nicht in Sprüngen von einer Hauptversionsnummer zur nächsten vollzogen, sondern – will man im Bild der Software-Versionierung bleiben – mit unzähligen Neben- und Revisionsnummern, Builds (und Bugs). Auch eine vierte industrielle Revolution aber würde sich als komplexer soziotechnischer Wandel vollziehen, der erst in der Rückschau nach mehreren Jahrzehnten als radikaler Wandel erscheinen mag, faktisch aber Resultat einer Abfolge unzähliger Such- und Restrukturierungsbewegungen ist, die erst in ihrer Akkumulation im Laufe der Zeit zu substantziellen Veränderungen führen (vgl. Dolata/Schrape 2013). Auch wenn der Diskurs sich noch nicht geeinigt hat, ob wir am Beginn oder bereits mitten in einer neuen industriellen Revolution (oder auch nur Evolution) stehen, und bei Weitem nicht ausgemacht ist, welche der diskutierten Industrie-4.0-Szenarien technisch realisierbar *und* ökonomisch sinnvoll sind, wird schon versucht, die Auswirkungen auf Arbeit (und dies meint vor allem auf Beschäftigung und Qualifikation) zu fassen und möglichst für Berufsgruppen, Qualifikationsniveaus und Branchen zu prognostizieren.

Der deutsche Diskurs um Industrie 4.0 hat tatsächlich sehr viel stärker industrielle und produktionsorientierte Branchen im Blick als der übergreifende Diskurs um die Digitalisierung der Arbeit, nimmt aber vor allem auf eine Studie Bezug: die Einschätzung der Wissenschaftler Frey und Osborne (2013), die für den US-amerikanischen Arbeitsmarkt davon ausgehen, dass 47 % der Beschäftigten in den kommenden Jahren durch neue digitale Technik ersetzbar sind.<sup>1</sup> Auch andere Autoren (vgl. Brynjolfson/McAfee 2014; Collins, 2013; Pistono 2014; Pupo 2014) nehmen wieder in den Blick, was lange aus dem Bewusstsein (auch der soziologischen Arbeitsforschung) verschwunden war: Technik kann zur Rationalisierung menschlicher Arbeit eine Rolle spielen. Und wie schon in vorangegangenen Phasen rasanten technischen Wandels verbinden sich solche Prognosen im Diskurs je nach Perspektive entweder mit positiven Vorstellungen einer (endgültigen) Überwindung monotoner oder körperlich belastender zugunsten kreativer Arbeit und damit einer Perspektive der Re-Qualifizierung oder mit der eher negativen Aussicht steigender Erwerbslosigkeit und einer breiten De-Qualifizierung – diametrale Diskursmuster, die sich zum Zusammenhang von Technisierung und Arbeit immer wieder finden (vgl. Pfeiffer 2010).

Mit welcher Stoßrichtung die aktuellen Studien auch jeweils argumentieren, auf welcher Datenbasis und mit welchen Technikanwendungen im Blick: Die Bewertung von Menschen verrichteter Tätigkeiten als potenziell als automatisierbar und/oder algorithmisierbar wird fast durchgängig entlang der Unterscheidung zwischen Routine und Nicht-Routine vorgenommen, wobei Erstere generell als ersetzbar (Substitutionsthese) und Letztere üblicherweise als aufgewertet begriffen wird (Komplementaritätsthese). Während Routine als sedimentierte, statische und untergeordnete Form von Erfahrung gilt, findet sich auch ein dynamischeres Verständnis von Erfahrung als „Hightech-Gespür“ (Bauer/Böhle/Munz/Pfeiffer/Woicke 2006), dem gerade in hoch automatisierten Systemen eine besondere und unverzichtbare Rolle beigemessen wird. Während die eher quantitativ auf Lohn-, Qualifikations- und Arbeitsmarkteffekte infolge technischen Wandels zielende Forschung Erfahrung mit – tendenziell automatisierbarer – Routine gleichsetzt, erfassen qualitative arbeitssoziologische Studien zu komplexen Mensch-Maschine-Settings Erfahrung als kreative und notwendiger werdende Improvisationsleistung (vgl. Hirsch-Kreinsen 2014: 13–16). Diese unterschiedlichen Disziplinen (Arbeitsmarktforschung und Arbeitssoziologie) mit ihren ungleichen Forschungsparadigmen (quantitativ und qualitativ) verstehen Erfahrung also diametral unterschiedlich, sind sich aber darin einig,

---

<sup>1</sup> Dass die Autoren dabei nicht nur Risiken durch die Digitalisierung, sondern auch durch die Verlagerung von Beschäftigung (Offshoring) im Blick haben, wird in der Rezeption oft übersehen – ebenso, dass sie sich explizit einer Prognose verweigern, sondern nur potenzielle Entwicklungen thematisieren und dabei von großen und unbestimmten Zeiträumen (ein bis zwei Dekaden) sprechen.

dass sie eine besonders zentrale Rolle bei der Bewertung der Effekte des technischen Wandels für Arbeit einnimmt. Trotz aller disziplinären, methodischen und definitorischen Diskrepanzen scheint es also ein Bindeglied zu geben – und dem wollen wir nachgehen.

Unsere Vermutung lautet, dass im systematischen Bezug qualitativer Diagnosen auf der Mikroebene der Mensch-Technik-Interaktion einerseits und quantitativer Arbeitsmarktdaten auf der Makroebene andererseits die Chance auf einen Erkenntniszuwachs zur Erforschung des zukünftigen Wandels von Arbeit liegt, den beide Forschungsrichtungen und Zugriffsebenen alleine nicht generieren können. Unsere Überlegungen münden bewusst nicht in Prognosen, sondern verstehen sich als ein erster methodischer Schritt und mögliche Basis für eine laufende Berichterstattung, die beobachteten qualitativen Wandel in Betrieben und an Arbeitsplätzen frühzeitig und systematisch auf Massendaten der Arbeits- und Berufsforschung bezieht. Ziel dieses Beitrags ist es, in diese Richtung einen vorsichtigen und bewusst hier nur als erste Überlegung gedachten Schritt zu gehen. Die uns leitenden Fragen lauten: Können die Erkenntnisse qualitativer Fallstudien auf Basis eines dynamischen Erfahrungsverständnisses und die Ergebnisse quantitativer Arbeitsmarktdaten auf der Basis eines statischen Routinebegriffs aufeinander bezogen werden? Und Entstehen in dieser gemeinsamen Betrachtung neue Perspektiven auf die Bewertung des Zusammenhangs von Industrie 4.0 und Arbeit? Wir nähern uns diesem Unterfangen in folgenden Schritten:

Zunächst setzen wir uns kritisch mit dem Forschungsstand der tätigkeits und/oder expertenbasierten Arbeitsmarkt- und Berufsforschung auseinander und konzentrieren uns dabei insbesondere auf jüngere Studien, die explizit Aussagen zur potenziellen Automatisierbarkeit durch neue Technikansätze treffen. Ein Schwerpunkt bildet dabei die Studie von Frey und Osborne (2013), da sie aktuell besonders prominent diskutiert wird. Davon ausgehend diskutieren wir in *Kapitel 2* mögliche Grenzen der Einordnung anhand der Pole Routine/Nicht-Routine.

Anschließend skizzieren wir im *dritten Kapitel* den qualitativen Forschungsstand der arbeitssoziologischen Forschung zum Thema Erfahrung und beschränken uns dabei bewusst auf zwei Ansätze: (1) *Subjektivierendes Arbeitshandeln* (vgl. Böhle/Bolte/Drexel/Dunkel/Pfeiffer/Porschen 2009) bietet konzeptionell den größten Kontrast zu einem Erfahrungsbegriff im Sinne von Routine und blickt auf eine über 20-jährige empirische Basis zurück. (2) Das Konzept des lebendigen *Arbeitsvermögens* (vgl. Pfeiffer 2004) entwirft Erfahrung ebenfalls als per se nicht formalisierte Dimension menschlichen Handelns und als Ausdruck lebendigen Arbeitsvermögens. Es hat sich insbesondere zur Analyse der Veränderung von Arbeit durch Informatisierung

bewährt. Beide Konzepte sind auf der Handlungsebene eng miteinander verbunden und fundieren zahlreiche qualitative Studien in unterschiedlichen Branchen und Tätigkeiten.

Ausgehend von dieser Auseinandersetzung versuchen wir in *Kapitel 4* anschließend einen ersten Schritt in Richtung des anvisierten Brückenschlags zwischen qualitativem Forschungsstand und quantitativen Erwerbsdaten: Aus der Perspektive des Arbeitsvermögens entwickeln wir erste Überlegungen zu einem Index, der statt mit statischer Routine mit einem dynamischen Verständnis von Erfahrung arbeitet. Dieser AV-Index versucht auf Basis von Indikatoren der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 Komplexität, Unwägbarkeiten und den subjektivierenden Umgang damit näherungsweise abzubilden.

Im *fünften* Kapitel schließlich stellen wir einige erste Auswertungen aus der Perspektive des AV-Indexes vor und spiegeln Ergebnisse auf Basis der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 u.a. mit der Studie von Frey/Osborne. Dabei konzentrieren wir uns auf Bereiche, die für Szenarien rund um Industrie 4.0 im engeren Sinne besonders relevant oder zumindest für einen ersten Schritt besonders naheliegend sind.

Abschließend diskutieren wir im *sechsten* Kapitel erste Erkenntnisse, die sich aus unseren Überlegungen und tentativen Schritten hin zu einem neuen, arbeitssoziologisch fundierten Index abzeichnen. Wir zielen mit unserem Beitrag explizit nicht auf Prognosen zu quantitativen Arbeitsmarktveränderungen durch Industrie 4.0 ab, denn – wie in Kapitel 2 ausgeführt – wir halten solche aus unterschiedlichen methodischen und inhaltlichen Gründen auf seriöser Basis für unmöglich und in ihrer Aussagekraft nicht hilfreich. Wir wollen stattdessen – mit den begrenzten Möglichkeiten der vorhandenen quantitativen Datenbasis – zeigen: Versteht man Erfahrung als dynamische Ressource, statt als statisches Residuum, dann zeigt sich quer zu formalen Unterscheidungen nach Tätigkeit, Qualifikationsniveau oder Berufsfeld ein breites und weitgehend unterschätztes Spektrum menschlichen Arbeitsvermögens. Da dies in besonderem Maße die Fähigkeit zum Umgang mit Komplexität und Unwägbarkeiten widerspiegelt, kann die zentrale Frage zum Zusammenhang von Erfahrung und Industrie 4.0 nicht sein: Welche Tätigkeiten werden morgen automatisiert? – sondern: Wie kann dieses besondere Potenzial für die Gestaltung von Industrie 4.0 heute genutzt und anerkannt werden?

---

## 2. Zu den Grenzen des Routine-Ansatzes

Aktuell rückt im Kontext der Industrie-4.0-Debatte das lange wenig diskutierte Thema technisch bedingter Rationalisierung neu in den Blick. Die Frage, ob menschliche Arbeit durch die diskutierte Technik ersetzt werde, stellt sich angesichts der erwarteten Dramatik der Entwicklung mit neuer und fast vergessener Vehemenz.

Konjunktur im Diskurs haben momentan daher Abschätzungen auf der Basis tätigkeitsbezogener Massendaten. Besonders prominent wird aktuell vor allem eine Studie (Frey/Osborne 2013) rezipiert und dabei oft sträflich auf die Aussage reduziert, dass „jeder zweite Arbeitsplatz durch eine Maschine ersetzt werden“ könne (vgl. etwa Pennekamp 2014). Frey/Osborne flankieren US-amerikanische Arbeitsmarktdaten mit den Einschätzungen technischer Experten und leiten daraus Aussagen über das Rationalisierungspotenzial aktueller und zukünftiger, digitaler Technik und damit zusammenhängende Arbeitsmarkteffekte ab. Frey und Osborne gehen generell davon aus, dass heute kaum Grenzen der Technisierung bestehen, allerdings identifizieren sie eine Reihe von *engineering bottlenecks* – also Tätigkeiten, die eine Automatisierung zumindest erschweren oder zeitlich verzögern: *perception and manipulation tasks*; *creative intelligence tasks* und *social intelligence tasks* (vgl. Frey/Osborne 2013, S. 24–27).

Ausgangspunkt der Betrachtung ist bei Frey und Osborne zunächst der sogenannte tätigkeitsbasierte Ansatz, der gerade für die aktuelle Situation ohne Frage zwei entscheidende Vorteile hat: *Zum einen* erleben wir zunehmend, dass technische Veränderungen am Arbeitsplatz sich nicht mehr nur aus betrieblichen Prozessen und strategischen Investitionsentscheidungen ableiten, sondern auch durch die IT-Nutzungsweisen und Devices, die Beschäftigte aus ihrem lebensweltlichen Kontext in das Unternehmen mitbringen, beeinflusst werden. *Zum anderen* entscheidet sich letztlich auf der Tätigkeitsebene, wie die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik konkret aussieht – oder sich durch den Wandel von Technik und Arbeit verschiebt oder neu konturiert.

Auch wenn tätigkeitsbezogene Massendatensätze die Differenziertheit und qualitative Aussagekraft anderer Datenquellen wie etwa arbeits- und industriesoziologischer Unternehmensfallstudien oder ethnologischer Arbeitsplatzbeschreibungen fehlt, erlauben sie uns Einschätzungen zum Wandel von Arbeit *in der Breite und über Zeitverläufe* hinweg. Der Blick dorthin also lohnt, solange die notwendigen Einschränkungen zu den Grenzen der Aussagekraft mitreflektiert werden. So stellen sich mehrere grundsätzliche Probleme im Umgang mit tätigkeitsbezogenen Massendaten immer dann, wenn sie nicht nur zu retrospektiven oder ak-

tuellen Betrachtungen verwendet werden, sondern als Basis für Zukunftsprognosen über die Effekte technischer Entwicklung dienen sollen – und diese Probleme lassen sich auf der Ebene der Daten nicht lösen:

- *Erstens* entscheidet im Unternehmenskontext nicht die technische Machbarkeit alleine, welche Technik zum Einsatz kommt; letztlich sind ökonomisch basierte Entscheidungen ausschlaggebend. Das reflektieren Frey und Osborne in ihrer Studie, in der Rezeption gehen diese Differenzierungen aber mitunter verloren.
- *Zweitens* lernen wir aus Beschäftigungsbefragungen mit Tätigkeitsfokus nichts über die jeweils zugrunde liegenden – und zunehmend branchenübergreifend strukturierten – Wertschöpfungsketten, in denen die jeweils erhobene Tätigkeit stattfindet. Entscheidungen über den Einsatz von Technik ergeben sich aber auch heute schon oft mehr aus den sachlichen Zusammenhängen und Machtkonstellationen innerhalb von Wertschöpfungsketten als aus einzelbetrieblichen Strategien.
- *Drittens* lernen wir aus den Daten selbst nichts über die Einschätzung, welche Technik potenziell welche Tätigkeiten beeinflussen kann. Diese Einschätzung wird in allen vorliegenden Studien – mehr oder weniger plausibel – aus bisherigen Erfahrungen der Technikenentwicklung abgeleitet oder basiert wie etwa bei Frey und Osborne auf Annahmen von Experten der Technikforschung. Dass diese das Potenzial ihrer Technikfelder oft über- und mögliche Probleme in deren praktischer Anwendung unterschätzen, ist eine naheliegende Folge ihrer domänencharakteristischen *déformation professionnelle* und methodisch allenfalls zu relativieren, kaum aber zu vermeiden.
- *Viertens* lassen sich bisherige Erfahrungen zur Ersetzbarkeit lebendiger Arbeit in Industrie-4.0-Szenarien nicht linear fortschreiben. Nimmt man die aktuell diskutierten Szenarien ernst, dann ergeben sich nicht nur für Tätigkeiten und/oder Berufen neue technologische Möglichkeiten der Ersetzung oder inhaltlichen Veränderung menschlicher Arbeit. Dann ginge es nicht (nur) um die Frage, ob eine Fertigungsmitarbeiterin durch einen Schweißroboter ersetzt wird oder die Sachbearbeitungstätigkeit in der Beschaffung verschwindet, weil die Bewertung von Zulieferfirmen durch die laufende Auswertung vielfacher Daten wie Lieferqualität, Pünktlichkeit, Preisentwicklung etc. durch einen intelligenten Algorithmus übernommen wird. Viele Industrie-4.0-Szenarien weisen – zumindest diskursiv – weit über diese Rationalisierungslogiken hinaus. Wo sich Geschäftsmodelle radikal ändern, wo sich Wertschöpfungsketten neu konturieren, wo völlig neue Anbieter und Dienstleistungen entstehen, wo sich bisherige disziplinäre Schneidungen und Arbeitsteilungen entgren-

zen und hybride, multidisziplinäre Anforderungsbündel entstehen, greifen einfache Ableitungsprognosen zum Zusammenspiel zwischen Mensch und Technik zu kurz. Gerade wenn man die Annahme einer revolutionären Entwicklung teilen würde, wären Projektionen aus der Vergangenheit in die Zukunft systematisch fraglich.

- *Fünftens* wird in der Rezeption der Frey/Osborne-Studie allzu leicht versucht, die Einschätzungen eins zu eins auf den deutschen Arbeitsmarkt zu übertragen, und vergessen, dass die Qualifikationsstrukturen in den USA und Deutschland nicht so einfach vergleichbar sind. Die „Mitte“ der Beschäftigung ist in Deutschland nämlich vielfältiger als irgendwo sonst auf der Welt: So gehen in Deutschland als Folge und Voraussetzung einer der komplexesten Ökonomien der Weltwirtschaft besonders viele Beschäftigungskategorien in ein Produkt ein (vgl. Hidalgo/Hausmann 2009, S. 10573). Auch im EU28-Vergleich zeigt sich Deutschland insofern als Ausnahme, als hier 70 verschiedene Jobs (definiert als Beschäftigung nach ISCO in einer bestimmten Branche nach NACE) zu 50 % der Beschäftigung beitragen. In der EU und UK sind es 65, in Belgien 64 und in einem Großteil der Länder liegen die Werte noch deutlich niedriger zwischen 30 und 50, Schlusslichter sind Rumänien (15) und Griechenland (16) (Fernández-Macías/Hurley 2014, S. 87). Diese Besonderheit Deutschlands dürfte sich vor allem mit der Existenz des Dualen Berufsbildungssystems erklären, schließlich ist aktuell eine Mehrheit von fast 67 % aller Beschäftigten in Deutschland dual qualifiziert (Bosch 2014).

Frey und Osborne knüpfen mit ihrer Herangehensweise zunächst an Unterscheidungen an, die fast immer als Ausgangspunkt dienen, wenn es um Einschätzungen zu Effekten technischen Wandels geht (neben Frey/Osborne 2013 (nachfolgend FO) siehe auch Alda 2013; Antonczyk/Fitzenberger/Leuschner 2008 (AFL); Spitz-Oener 2006 und 2007 (SO); Tiemann 2014), denn schon 2003 fragen Autor/Levy/Murnane (nachfolgend ALM) auf der Basis von Beschäftigtendaten in den USA, warum die zunehmende Computernutzung zu einem Anstieg höher qualifizierter Beschäftigung führt. Auf der Basis zwischen Nicht-Routine-Tätigkeiten (analytisch oder interaktiv) und Routine-Tätigkeiten (kognitiv oder manuell) unterscheidender Tätigkeitsklassifikationen zeigt die Studie zwei Effekte des Computers: *Substitutionseffekt* (Routinearbeiten werden ersetzt) und *Komplementaritätseffekt* (Unterstützung von Kreativität, Flexibilität und komplexer Kommunikation und damit von Nicht-Routine-Tätigkeiten). Frey/Osborne (2013, S. 15) betonen zehn Jahre später die Verschiebung des technologisch Machbaren und verdeutlichen das am Autofahren: Eine Tätigkeit, die ALM noch als Beispiel für die Grenze der Automatisierung heranziehen, aktuell aber durch Ansätze des fahrerlosen Autos denkbar wird.

Ein Problem (nicht nur) bei FO, sondern auch für unseren hier anzudenkenden Index, sind die groben Tätigkeitsbeschreibungen, die sich sowohl im US-amerikanischen O\*NET-Datensatz als auch in der deutschen Erwerbstätigenbefragung finden.<sup>2</sup> Der Grund für mitunter nicht nachvollziehbare Zuordnungen liegt aus unserer Sicht in den wenig differenzierten Abfragen. So ist auffällig, dass auf Basis des FO-Index bspw. Maschineneinrichter (*machine setters*) als hochgradig automatisierbar gelten: „Milling and Planing Machine Setters, Operators, and Tenders, Metal and Plastic“ sind demnach mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,98 automatisierbar, dicht gefolgt von „Crushing, Grinding, and Polishing Machine Setters, Operators, and Tenders“ mit 0,97. Möglicherweise resultiert dieses Ergebnis aus der Schwierigkeit, dass hier mit Maschineneinrichtern und -bedienern höchst unterschiedliche Tätigkeitsfelder zusammengefasst werden, oder aus der Unterschätzung sachlicher, produktionstechnologischer Notwendigkeiten in der Differenzierung, denn selbst ein sich weitgehend selbstorganisiert steuerndes CPS wird weiterhin nicht ohne Maschineneinrichter, eventuell aber mit deutlich weniger Bedienern auskommen. Die Problematik beginnt – ganz ähnlich wie in den Tätigkeiten der Erwerbstätigenbefragung – damit, dass in der Praxis die Arbeiten der „Setters“, also der Einrichter, und der „Operators“, also der Bediener, je nach Produktionstechnik in den Anforderungen an Fachkenntnisse und Erfahrungswissen oder dem Grad an Routine höchst unterschiedlich sein können. Hinzu kommen Unterschiede in den Tätigkeitsscheidungen unterschiedlicher Datensätze: So zeigen sich Differenzen zwischen BIBB/BAuA-Tätigkeiten und den SO- und ALM-Klassifikationen (vgl. Alda 2013, S. 24 ff.) oder zwischen AFL und SO (vgl. Antonczyk/Fitzenberger/Leuschner 2008). Keine Klassifikation (auch unsere nicht) kann das Problem lösen, dass die Tätigkeiten zu grob und allgemein sind und daher nicht zu klärende Interpretationsspielräume eröffnen. So ließen sich bspw. endlos Gründe und Exempel finden, die Tätigkeit „Organisieren, planen und vorbereiten“ als interaktiv oder als analytisch einzuordnen.

Uns interessiert aber vor allem die von allen genannten Studien als zentral für die mögliche technische Ersetzbarkeit begriffene Unterscheidung zwischen Routine und Nicht-Routine. Und obwohl Routine durchgängig als die alles entscheidende Kategorie konzeptualisiert wird, anhand derer sich Auswirkungen technischen Wandels in Bezug auf die Automatisierbarkeit bewerten lassen, finden sich in allen genannten Studien nur sehr rudimentäre Auseinandersetzungen mit der Definition von Routine. Letztlich basieren alle sogenannten *task-based approaches*

---

<sup>2</sup> Autor (2013, S. 191) kritisiert generelle methodische Schwächen der O\*NET-Datenbasis: Dieser stelle über 400 verschiedene Skalen zur Verfügung, aus denen unterschiedliche Studien oft wenig nachvollziehbar auswählten. Autors Einschätzung zum O\*NET-Datensatz ist daher verhalten: „While I have found that task measures distilled from DOT and O\*NET can serve as powerful proxies for occupational tasks, I am at best only moderately comfortable with these tools because their complexity and opacity places little discipline on how they are applied and interpreted.“ Der IAB/BIBB-Datensatz dagegen versuche die „pitfalls“ des O\*NET zu vermeiden.

auf der Hypothese des *routine-based technical change* (RBTC) (vgl. Fernández-Macías/Hurley 2014, S.37) und setzen Routine fast immer mit repetitiver, monotoner Arbeit gleich. Nur selten finden sich darüber hinausgehende Aussagen zum Begriff der Routine. So betont etwa Alda (2013, S. 8) in der Diskussion des Routine-Verständnisses der ALM-Klassifikationen in einer Fußnote: „Der Begriff Routine bezieht sich (...) nicht darauf, dass Menschen bestimmte Arbeiten als eintönig, abwechslungsarm oder Ähnliches beschreiben bzw. empfinden oder an etwas gewöhnt sind. Es geht ausschließlich darum, ob Technologie zur vollständigen Übernahme der Tätigkeit in der Lage ist.“ Eine „gute und praktikable Definition“ von Routine-Tätigkeiten sei „ein nicht triviales Problem“ (ebd., S. 12). ALM meinen damit, dass in Nicht-Routine-Tätigkeiten dem „Erfahrungswissen der Beschäftigten eine höhere Bedeutung zukommt“ (ebd., S. 15). Mit diesem Hinweis aber ist u.E. die grundsätzliche Schwierigkeit nicht gelöst, denn was Erfahrungswissen ist und wo genau es im Arbeitsalltag unterschiedlicher Tätigkeiten Bedeutung hat, lässt sich nicht lediglich aus der Perspektive technischer Experten und deren Vorstellung von Tätigkeiten ableiten.

Da die Begrifflichkeit von Routine letztlich in den verschiedenen Studien nicht sauber geklärt ist, changieren die Aussagen dazu – soweit es überhaupt welche gibt – zwischen einer doch der Tätigkeit zugeordneten Qualität oder einer daran geknüpften Annahme zu deren (Nicht-)Automatisierbarkeit. Auch wenn statt Befragungen expertenbasierte Daten die Grundlage der Zuordnung bilden, wie jüngst bei Dengler/Matthes/Paulus (2014, S. 17) auf der Basis des BERUFENET, orientiert sich die Zuordnung Routine/Nicht-Routine nicht an einem alltagssprachlichen Verständnis von Routine „eines zur Gewohnheit gewordenen, quasi unterbewusst ablaufenden Tuns“, sondern adressiert vielmehr „die Zerlegbarkeit in computerprogrammierbare Tätigkeitselemente und damit Ersetzbarkeit durch Computer“. Man könnte auch sagen: Die Zuordnung von Tätigkeiten zu Routine/Nicht-Routine, die in fast allen hier diskutierten Studien den entscheidenden Schritt darstellt, ist wenig eindeutig und birgt die Gefahr von Zirkelschlüssen: Die Zuordnungsentscheidung folgt bereits einer wie auch immer basierten Annahme zur Automatisierbarkeit – kein Wunder, dass sich stets die gleichen Befunde bestätigen. Jeder Index – so auch unserer – ist gezwungen, mit groben Annahmen und Zuordnungen zu arbeiten. Uns geht es hier nicht darum, dies grundsätzlich zu kritisieren. Wichtig aber wäre, gerade dann die Grenzen dieses Vorgehens prominenter zu reflektieren, wenn – wie es gerade bei den Kategorien von Routine/Nicht-Routine der Fall ist – daraus in irgendeiner Form Einschätzungen zum technisch bedingten Wandel von Arbeit und Beschäftigung abgeleitet werden.

Auch Fernández-Macías/Hurley (2014, S. 48) weisen darauf hin, dass die üblichen und u.a. von Frey/Osborne verwendeten Einordnungen von Routinearbeit auf Basis der US-Daten des

O\*NET „are not good measures of routine“, da letztlich von überholten Vorstellungen von Produktionsarbeit geprägt: „Using physical and quality control variables for the routine task index makes sense if we look at traditional production line jobs that involve mostly manual work and basic tasks with machines. But the routine content of some jobs may be overestimated or underestimated when relying on these two variable categories“ (ebd.). In ihren eigenen Auswertungen kommen sie zudem zu der Einschätzung, dass Routine kein „key driver“ für die Polarisierung des Arbeitsmarkts darstellt, sondern eher ein Hinweis für ein Upgrading ist (ebd., S. 69): „So the extent of routine in different jobs, according to this analysis, is not the key driver behind polarisation – if anything, it is more related to upgrading, in a similar way as the cognitive index“. Da dieser quantitative Befund konsistent mit einem großen Fundus qualitativer Forschungsergebnisse aus der Arbeitssoziologie zum *subjektivierenden Arbeitshandeln* und zu *lebendigem Arbeitsvermögen* ausfällt, wollen wir im nächsten Schritt dieser Spur nachgehen.

---

### **3. Jenseits von Routine: die Bedeutung von Erfahrung im Kontext Industrie 4.0**

Erfahrung als – wenn man so will – dynamische Schwester statischer Routine zeigt ihre Bedeutung gerade in komplexen und stark automatisierten sowie digitalisierten Arbeitsumgebungen. Das ist keine neue Erkenntnis in der Arbeits- und Industriesoziologie: Schon Ende der 1980er Jahre wurde die Rolle von Erfahrung und subjektivierendem Arbeitshandeln entdeckt, zunächst beim Übergang von konventionellen auf CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen (vgl. Böhle/Milkau 1988) und bei der Steuerung komplexer Vorgänge in der Prozessindustrie (vgl. Böhle/Rose 1992). Diese Entdeckung wird im Zuge der sogenannten CeA-Ansätze (computergesteuerte erfahrungsgeleitete Arbeit) praktisch in der Technikgestaltung umgesetzt (Schulze 2000) und ausgehend von einem Modellversuch in der hoch automatisierten chemischen Industrie (vgl. Bauer/Böhle/Munz/Pfeiffer/Woicke 2006) leitend für eine ganze Reihe von Innovationen in der beruflichen Bildung (vgl. Sevsay-Tegethoff 2007).

Was ist mit Erfahrung im Konzept des subjektivierenden Arbeitshandelns gemeint? Das Konzept sieht den Menschen mit allen Sinnen bei der Arbeit. Nicht nur Verstand und Logik helfen, in (zeit)kritischen Situationen die richtige Entscheidung zu treffen, sondern auch Intuition, Bauchgefühl und Emotion. Wir sind nicht nur Kopf, sondern auch Körper. Und der Körper weiß und spürt, bemerkt und ertastet, merkt sich Abläufe. Diese Fähigkeiten bilden sich oft erst

im Lauf der Zeit aus und finden sich daher vor allem bei erfahrenen Beschäftigten. Theoretisches Fachwissen und Routine helfen bei standardisierten Prozessen und gleichbleibenden, wiederkehrenden Anforderungen. Die wichtigsten Charakteristika dieses subjektivierenden Handelns und Wissens sind a) eine ganzheitliche Wahrnehmung, b) exploratives, dialogisches Vorgehen, c) Intuition und Gespür und schließlich d) eine empathische Beziehung (vgl. Böhle/Bolte/Drexel/Dunkel/Pfeiffer/Porschen 2009).

Erfahrung aber versetzt uns in die Lage, auch das (noch) Unbekannte zu bewältigen, und erlaubt einen souveränen Umgang mit Unwägbarkeiten. Subjektivierendes Arbeitshandeln versteht Erfahrung nicht als eine statische Routinensammlung, sondern als eine besondere Art des Umgangs mit Dingen, Menschen und Situationen im Rahmen der Arbeit – es geht also weniger um die Vorstellung eines Erfahrung-Habens, sondern eines Erfahrung-Machens und -situativnutzen-Könnens. Nun könnte man kritisch einwenden, dass körper- und erfahrungsgebundene Formen des Wissens und Handelns in stofflichen, produktionsnahen Bereichen eine zentrale Rolle spielen – mit zunehmender Digitalisierung der Arbeitsumgebungen aber doch in ihrer Bedeutung abnehmen müssten. So plausibel das auf den ersten Blick erscheinen mag, mittlerweile fast 20 Jahre Forschungsergebnisse zu subjektivierendem Arbeitshandeln und Arbeitsvermögen widersprechen dieser Sichtweise. Gerade in den Arbeitsformen und -tätigkeiten, die üblicherweise als typische Phänomene der Dienstleistungs- und/oder Wissensgesellschaft gesehen und im Kontext Industrie 4.0 aktuell diskutiert werden, spielen diese Qualitäten eines dynamischen Erfahrungswissens eine besonders große Rolle, etwa:

- in stark informatisierten Arbeitsumgebungen, z.B. im Informationbroking (vgl. Pfeiffer 1999);
- bei virtualisierter Expertenarbeit im Tele- bzw. eService (vgl. Pfeiffer 2000);
- bei Planungs- und Ingenieurertätigkeiten in FuE (vgl. Bürgermeister/Schambach/Rogers 2005; Pfeiffer/Schütt/Wühr 2012; Porschen 2002);
- im Wissens- und Projektmanagement (vgl. Habler/Bürgermeister 2010; Porschen 2008; Pfeiffer/Sauer/Ritter 2014).

Subjektivierendes Arbeitshandeln und -wissen scheint also auch in der Wissensgesellschaft alles andere als ein Auslaufmodell zu sein. Wie aber lässt sich das erklären? In allen mit der Forschungsperspektive des subjektivierenden Arbeitshandelns bislang untersuchten empirischen Feldern zeigt sich die besondere Bedeutung dieser Handlungs- und Wissensqualitäten vor allem in komplexen und unübersichtlichen Arbeitssituationen. Erfahrung ist sozusagen core competence im Umgang mit Unwägbarkeiten (vgl. Böhle/Pfeiffer/Sevsay-Tegethoff 2004).

Gerade in den hoch qualifizierten Tätigkeiten, die so oft als paradigmatisch für die Wissensgesellschaft gesehen werden, ist vollständige Planung und Übersicht immanent unmöglich. Trotzdem muss ständig gehandelt und entschieden werden – auch ohne umfassend klare oder potenziell zu klärende Informationslage. Genau das erfordert aber in besonderem Maße die Fähigkeit zu erfahrungsbasierten Handlungs- und Wissensqualitäten wie Intuition, Gespür, Assoziation und eine ganzheitliche Sinneswahrnehmung. Zudem machen Informatisierungsprozesse in solch komplexen Arbeitsumwelten diese qualitative Seite lebendiger Arbeit immer bedeutsamer: Das Komplexe muss bewältigt und das Abstrakte immer wieder neu rückgebunden werden an den eigentlichen Kern der Arbeitsaufgabe – seien es stoffliche Arbeitsprozesse, das konkrete Bedürfnis von Kunden/-innen oder Patienten/-innen oder komplexe Umwelten. Gerade dort also, wo abstrakte und wissensbasierte Tätigkeiten eine große Rolle spielen, ist die sinnliche Erfahrung wichtiger denn je – auch und obwohl sie in der eigenen Tätigkeit keine vordergründige Rolle mehr spielen mag. Wir gehen daher davon aus, dass mit fortschreitender Digitalisierung Beschäftigten vornehmlich alltägliches Bewältigen von Komplexität, souveränes Umgehen mit Unwägbarkeiten und richtiges Handeln in nicht planbaren Situationen abverlangt werden. Dies aber ist nicht einfach nur ein Phänomen hoch qualifizierter Arbeit, sondern subjektivierendes Arbeitshandeln ist ebenso relevant in hoch automatisierter und informatisierter Produktion oder im Bereich der Montage (vgl. Pfeiffer 2007). Dort liegt die Bedeutung nicht routinisierten Handelns nicht nur in der Reaktion auf Störungen und Veränderungen, sondern auch in der Verhinderung von Störungen durch antizipatives Eingreifen.

Diese Sichtweise von Erfahrung als Störfaktor in standardisierten Prozessen und formalisierten Verfahren prägt als kulturelle Hintergrundfolie immer noch unsere Welt (nicht nur) der (industriellen) Arbeit. So beharrlich sich diese Vorstellung in den Köpfen – auch in der Arbeitsmarktforschung – hält, so wenig passt sie zu unseren heutigen Produktions- und Innovationsanforderungen. Im Zuge sich immer dynamischer verändernder Markt- und Umwelterfordernisse ist selbst eine Tätigkeit in standardisierten und damit scheinbar robusten Abläufen nicht vor Unwägbarkeiten gefeit. Zudem schaffen ausgeklügelte Standardisierungs- und Digitalisierungsprozesse – nicht intendiert, aber unvermeidlich – selbst immer neue Komplexitäten und damit verbunden immanente Imponderabilien. Mit diesen ad hoc und situativ erfolgreich umzugehen, ist eine erfahrungsbasierte Leistung – und in den üblichen Kategorisierungen von Routine/Nicht-Routine gerade nicht abbildbar.

- **socialmedia@PRODUCTION**: Ansätze, bei denen Web-2.0-Nutzungsszenarien in der Fertigung ankommen, also webbasierte – und damit auf jeder Plattform und den entsprechenden mobilen Devices – Anwendungen zur Kommunikation zwischen Menschen, also etwa ein

Doodle zur Absprache über Schichteinsätze. Diese Ansätze sind eher ein nachholendes Vordringen von Social-Media-Nutzung in Unternehmensbereiche, in denen dies bislang keine Rolle spielte. Es handelt sich damit im engeren Sinne nicht um Industrie 4.0, da sich nur die Kommunikationsmedien ändern. Nutzungsangepasste Social-Media-Anwendungen können den Austausch von Erfahrungswissen zwischen Beschäftigten situativ und direkt erleichtern. Damit sind Effekte eher für die Unternehmenskultur als für Beschäftigung und Qualifikation verbunden.

- nextGEN PRODUCTION: Neue Ansätze in der Produktions- und/oder Handlingtechnik sind etwa Leichtbauroboter oder Robotik-Konzepte, bei denen Roboter bspw. zweiarmig agieren und/oder mehr und feinfühliger – adaptive – Sensorik mitbringen, additive Verfahren wie das 3D-Printing oder der Einsatz von Drohnen. Mit kostengünstigen Robotern und Drohnen sind wohl am ehesten einschneidende Veränderungen in Bereichen zu erwarten, die bislang aus ökonomischen Gründen vergleichsweise hohe Anteile menschlicher Arbeit aufwiesen, etwa in Transport- und Logistikbereichen, in Pack-, Liefer- und Versanddienstleistungen oder in der manuellen oder hybriden Montage. Das 3D-Printing wird in absehbarer Zeit dagegen in der produzierenden Industrie Innovationszyklen beschleunigen (etwa beim Rapid Tooling) und damit eher zu inkrementellen Veränderungen ohne deutliche Effekte für Arbeitsmarkt und Beschäftigung führen.
- data@INDUSTRY: Qualitativ neue datentechnische Verknüpfungen physischer Gegenstände, die bislang ohne Datenverbindung waren und auf deren Basis sich neue Potenziale der selbstorganisierten Produktionssteuerung, der Instandhaltung und der logistischen Vernetzung ergeben (Cyber Physical Systems), ergänzen und erweitern bisherige Informatisierungsschritte (wie etwa ERP- oder PPS-Systeme) und integrieren diese enger mit der Realebene der Wertschöpfung (innerhalb des Unternehmens) und der Realebene von Logistikprozessen (über globale Wertschöpfungsketten bis hin zum Endkunden). Mit dem Potenzial einer neuen Qualität datentechnischer Durchdringung der physischen Welt ergeben sich daran anknüpfend Szenarien auf Basis von Big Data und intelligenten Algorithmen. Auf dieser Ebene kann es zu größeren Veränderungen kommen, die zu veränderten Produktionssabläufen, neuen Geschäftsmodellen und fluideren Wertschöpfungsketten führen. Diese Entwicklung ist zunächst in Bereichen mit bereits hohen Informatisierungs- und Automatisierungsgraden denkbar und wird vor allem zu einer immensen Steigerung der Komplexität der Gesamtsysteme führen. Effekte für Beschäftigung und Qualifikation lassen sich nicht pauschal abschätzen, sondern treten dann und sehr spezifisch auf, wenn sich Inhalte von und Scheidungen zwischen Tätigkeiten ändern. Ein noch kaum beachteter Aspekt im Kon-

text Industrie 4.0 ist das Internet of Things im Bezug auf arbeitsrelevanten Wearables: Der smarte Handschuh von ProGlove etwa oder das Exoskelett des ChairlessChair sind für die Veränderung und ergonomische Verbesserung von Montagearbeitsplätzen dabei möglicherweise relevanter als die viel zitierte Google-Brille und andere Ansätze visueller Augmented Reality.

Was für den Social-Media-Einsatz kaum gilt, stellt sich als Herausforderung insbesondere bei neuer Produktions- und Handlingstechnik sowie der neuen Datendurchdringungsqualität. Aus den bisherigen Automatisierungserfahrungen und dem hier nur in Kürze skizzierten Forschungsstand begründet sich ein Shift in der Betrachtung. Angesichts von Industrie 4.0 ist nicht die Automatisierungsfrage vordergründig relevant. Entscheidend für eine erfolgreiche Umsetzung ist vielmehr, ob es gelingt, das Erfahrungswissen zu generieren und zu nutzen, das für die Gestaltung von Industrie 4.0 und für deren – wenn man so will – „reibunglosen Betrieb“ unverzichtbar sein wird; die *Tabelle 1 im Anhang* gibt dazu einen groben Überblick: Erfahrungswissen ist in allen drei Dimensionen von Industrie 4.0 besonders relevant für die Einführung und Gestaltung. Eine steigende Komplexität, die weiterhin und teils zunehmend subjektivierendes Handeln im Umgang mit Unwägbarkeiten erfordert, sind nach unserer Einschätzung vor allem auf den Ebenen nextGenProduction und data@INDUSTRY zu erwarten.

---

## **4. Von der Routine zur Erfahrung: der Arbeitsvermögen-Index**

Erfahrung ist also, das war unsere Argumentation bisher, erstens deutlich vielschichtiger als das, was die Zuordnung Routine/Nicht-Routine in der tätigkeitsbasierten Indexbildung umreißt. Und sie wird zweitens gerade auf dem Weg zu Industrie-4.0-Szenarien eine große Rolle spielen. Wir plädieren daher dafür, die stark defizitgetriebene Perspektive auf Routine und deren Automatisierbarkeit um einen ressourcenorientierten Blick auf Erfahrung zu ergänzen. Mit dieser Perspektive wollen wir uns nun den Daten der BIBB/BAuA-Befragung 2012 neu nähern. Deren Items ermöglichen allerdings nur näherungsweise eine Abbildung der besonderen und genuin menschlichen Fähigkeiten – nicht zuletzt weil wir es mit Fähigkeiten und Wissensbeständen zu tun haben, die sich einer Formalisierung und Standardisierung tendenziell entziehen. Trotzdem lassen sich einige Items in der Befragung finden, die mit dem großen Fundus an qualitativer Forschung zum Thema kongruent scheinen, u.E. daher eine solide em-

pirische Fundierung aufweisen und damit eine wertvolle Ergänzung zu den expertenbasierten Ansätzen zu unterstellter technischer Machbarkeit darstellen könnten. Die wesentlichen Prinzipien zum Verständnis von Erfahrung aus Perspektive des Forschungsstands zum subjektivierenden Arbeitshandeln und Arbeitsvermögen führen zu den folgenden Vorgehensweisen im Umgang mit tätigkeitsbasierten Massendaten:

- Wir fragen nicht: Welche Tätigkeit kann den Polen Routine/Nicht-Routine – nach welchen Kriterien oder auf Basis welcher Annahmen auch immer – zugeordnet werden? Sondern wir suchen nach Anteilen von Nicht-Routine *innerhalb* von Tätigkeiten. Der erste Schritt ist daher nicht der Blick auf die Tätigkeitsitems, sondern auf Items, die Anforderungen an Erfahrung möglichst nahe kommen.
- Wir fragen also nicht nach experten- und annahmebasierten Einschätzungen zur Automatisierbarkeit als Folge technischer Machbarkeit, sondern versuchen – soweit die Items der BIBB/BAuA-Befragung das annäherungsweise ermöglichen –, Anteile von Nicht-Routine aus der *subjektiven Einschätzung* der Befragten – und zwar zunächst quer zu allen Tätigkeitsitems – zu rekonstruieren.
- Wir gehen davon aus, dass die diametrale Gegenüberstellung von Routine und Nicht-Routine nicht trägt. Keine Tätigkeit hat eindeutig nur das eine oder das andere, kann ohne jede Art von Routine auskommen respektive ausschließlich aus Routine bestehen. Wir gehen daher von einem *Nicht-Routine-Kontinuum* bzw. einem *Erfahrungs-Kontinuum* in jeder Tätigkeit aus. Dabei kann es jedoch große Unterschiede in den Dimensionen/Qualitäten, den Anteilen und der Bedeutung von Nicht-Routine (oder eben Erfahrung) geben.
- Wir lösen uns von vorschnellen Zuordnungen, die weitgehend jenseits vorliegender qualitativer Forschungsergebnisse dazu neigen, unreflektiert einen Bias in der Einordnung von Hand- vs. Kopfarbeit zu (re-)produzieren, der explizit oder implizit die Arbeit an Maschinen mit Routine bzw. Wissensarbeit mit Kreativität gleichsetzt. Stattdessen suchen wir zunächst nach Anteilen von Nicht-Routine und erst auf dieser Grundlage könnte dann geprüft werden, in welchen Anteilen sich diese in unterschiedlichen Tätigkeiten, Branchen und Qualifikationsniveaus finden. Statt aus der üblichen tätigkeitsbezogenen Zuordnung auf Routine zu schließen, stellen wir also tätigkeitsbezogene Ansätze vom Kopf auf die Füße und beginnen bei der Erfahrung. Mit diesem *erfahrungsbezogenen* Ansatz hoffen wir, gerade im Hinblick auf die potenzielle Automatisierbarkeit von Tätigkeiten neue Einblicke zu generieren.

- Vor allem aber versuchen wir auf Basis der Konzepte und empirischen Ergebnisse zum subjektivierenden Arbeitshandeln/Arbeitsvermögen die Vorstellung von Routine als einfache repetitive Handlung im Sinne eines statischen Erfahrungsschatzes zu überwinden. Stattdessen konzeptualisieren wir entlang der gewählten empirisch-konzeptuellen Perspektive Erfahrung als eine dynamische Fähigkeit des Erfahrung-Machens, die sich insbesondere im Umgang mit Unvorhergesehenem bewährt; vor allem wenn im Kontext von Unsicherheit im konkreten Arbeitshandeln zeitkritische Entscheidungen ad hoc getroffen und erfolgreich – also etwa ohne ökonomische Folgen – umgesetzt werden, auch wenn dafür nur unzureichend Informationen oder nicht alle notwendigen Handlungskompetenzen situativ verfügbar sind. Wie wir im dritten Kapitel zeigen konnten, finden sich solche Situationen auch schon beim angelernten Montagemitarbeiter, der trotz weitgehend repetitiver Kernaufgabe Anlagenstillstände durch vorausschauendes Eingreifen situativ immer wieder verhindert. In der klassischen ALM-Zuordnungslogik würde diese Tätigkeit als leicht ersetzbare manuelle Routinetätigkeit eingeordnet werden. In der Logik des FO-Schemas würde die gleiche Tätigkeit unter dem *engineering bottleneck* „*perception and manipulation*“ eingeordnet werden, weil man ihr einen hohen manuellen Anteil und engen Arbeitsraum mit ggf. unbequemen Körperhaltungen zuordnen könnte.

Bevor wir einen arbeitssoziologisch fundierten Index vorschlagen, möchten wir zweierlei betonen: *Erstens* handelt es sich um einen ersten Entwurf, wir werden diesen tentativen Zugriff an anderer Stelle weiteren Tests und ggf. auch entsprechenden Anpassungen unterziehen. *Zweitens* geht es uns in diesem Schritt nicht um eine Prognose möglicher Automatisierungspotenziale angesichts neuer Technik. Unser Ziel besteht darin, die Grenzen solcher Prognosen deutlich zu machen, wenn sie auf einem einseitig reduzierenden Verständnis von Routine basieren. *Es geht uns also nicht um die Frage: Welche Jobs verlieren wir in der Zukunft durch Industrie 4.0? Vielmehr wollen fragen, ob wir heute über ausreichende Kompetenzen für die Gestaltung von Industrie 4.0 verfügen.* Mit den nachfolgenden Überlegungen zu unserem arbeitsvermögenbasierten Index wollen wir nicht mehr leisten, als prinzipiell schwer automatisierbare Anteile menschlichen Arbeitshandeln als multidimensionales Zusammenspiel situativ und strukturell komplexer Anforderungsstrukturen und die im Umgang mit ihnen notwendigen Handlungsdimensionen zu veranschaulichen. Einfache Zuordnungen in Routine/Nicht-Routine negieren diese Komplexität und erschweren daher eine Bewertung dieser genuin menschlichen Fähigkeiten – und damit der Optionen und Grenzen ihrer Automatisierbarkeit.

Unser Ansatz nimmt seinen Ausgangspunkt auf der Basis des oben skizzierten empirischen und konzeptuellen Forschungsstands zum Arbeitsvermögen und zum subjektivierenden Arbeitshandeln.

deln (siehe *Kapitel 3*). Aus dieser Perspektive skizzieren wir nachfolgend erste Überlegungen zu einer Indexbildung auf Basis der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung (vgl. Rohrbach-Schmidt/Hall 2013),<sup>3</sup> die u.a. nach ausgeübten Tätigkeiten, beruflichen Anforderungen, physischen und psychischen Arbeitsbedingungen und Veränderungen in den letzten zwei Jahren fragt.

Als ersten Vorschlag entwickeln wir daraus anhand einzelner Indikatoren einen AV-Index, der sowohl situative und strukturelle Anforderungen durch Komplexität (KOM) und Unwägbarkeit (UW) als auch die Notwendigkeit subjektivierenden Arbeitshandelns im Umgang damit erfasst. Der Gesamtindex wird mithilfe der in *Kapitel 3* vorgestellten arbeitssoziologischen Konzepte normativ gebildet und basiert auf den dazu vorliegenden empirischen Ergebnissen aus rund 20-jähriger Forschung (zur genauen Zuordnung vgl. *Tabelle 2* im Anhang). Der Index setzt sich aus drei Teilkomponenten und einem Multiplikator zusammen und wird wie folgt berechnet:

$$AV = \left( \frac{\overline{sitKOM} + \overline{sitUW} + \overline{strKOM}}{3} \right) \cdot Rel = [0; 1]$$

Dabei gilt:

$$\overline{sitKOM} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 x_i = [0; 1]$$

$$\overline{sitUW} = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 y_i = [0; 1]$$

$$\overline{strKOM} = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 z_i = [0; 1]$$

- *Indexkomponente sitKOM* „*Situatives Umgehen mit Komplexität*“: Gemeint ist die Häufigkeit des situativen Problemlösens und Entscheidens, alleine und in Abstimmung mit anderen (F327\_01, F327\_02 und F327\_06).
- *Indexkomponente sitUW* „*Situative Unwägbarkeiten*“: Es wird viel subjektivierendes Arbeitshandeln benötigt, wenn unter Zeitdruck (F411\_01 und \_13) mit Unwägbarkeiten (F411\_06) umgegangen oder diese vorausschauend verhindert (F411\_09) und dabei improvisiert wer-

<sup>3</sup> Es handelt sich um eine seit 1979 wiederholt durchgeführte Repräsentativbefragung von rd. 20.000 Erwerbstätigen in Deutschland zu den Themen Arbeit und Beruf im Wandel und Erwerb und Verwertung beruflicher Qualifikation. Erfasst sind Kernerwerbstätige, die mind. 15 Jahre alt sind und einer bezahlten Arbeit von mind. zehn Wochenstunden nachgehen.

den muss, weil Informationen, Kenntnisse und/oder Fähigkeiten in diesem Moment nicht ausreichend vorhanden sind (F411\_08 bis \_11 und F700\_09), nicht erfolgreiches Handeln aber zu größeren Folgeproblemen führt (F411\_11).<sup>4</sup>

- *Indexkomponente strKOM „Strukturelle Komplexitätszunahme“*: Wenn es auf den Phänomenebenen Arbeitsmittel, Arbeitsgegenstand, Arbeitsorganisation in den letzten zwei Jahren Veränderungen mit Einfluss auf das direkte Arbeitsumfeld gab (F1001\_01 bis \_03 = AM, F1001\_04 und \_05 = AG und F1001\_06 = AO) und gleichzeitig der Stress zugenommen hat (F1001\_10). Die Stresszunahme kann für eine Arbeitsverdichtung infolge und/oder im Rahmen der – neben dem Alltagsgeschäft – zusätzlichen Anforderungen durch die jeweiligen Veränderungen stehen. Wir interpretieren eine Stresszunahme als Indikator für zusätzliche Anforderungen an das Erfahrungslernen.
- *Multiplikator „Relevanz von Erfahrungslernen (REL)“*: Wenn zur Ausübung der Tätigkeit eine längere Einarbeitung im Betrieb erforderlich ist (F401), kann dies als eindeutiger Hinweis für die Notwendigkeit subjektivierenden Arbeitshandelns gedeutet werden; gerade komplexe und von Unwägbarkeiten geprägte Arbeitskontexte werden im Tun erlernt und nicht durch ein Lehrbuch oder eine Betriebsanweisung. REL wird zwischen 0 und 1 normiert und erhält durch die Multiplikation eine zentrale, bedingende Stellung im Index. Ist REL = 0, wäre damit mathematisch gesehen auch keinerlei subjektivierendes Arbeitshandeln vorhanden. Da dies für keine Tätigkeit in Gänze gelten dürfte, ist es als methodische Einschränkung gedacht: Wir gehen im Fall von REL = 0 nicht davon aus, dass keinerlei Erfahrung benötigt wird, sondern dass deren Anteil in einem vergleichsweise geringen Bereich liegt und daher kaum als Grenze für eine potenzielle Automatisierung wirken dürfte.

Während einzelne Indikatoren aus Sicht der theoretischen und empirischen Grundlagen zum Arbeitsvermögen nachvollziehbar zugeordnet werden können, liegen in dieser – wie in jeder – Indexbildung grundsätzliche Schwächen in den nutzbaren Daten und der Befragung selbst. Wird bspw. gefragt, wie oft eigenständig schwierige Entscheidungen zu treffen sind, werden Führungskräfte dazu neigen, hier mit einem „häufig“ zu antworten, weil das zum Fremd- und Selbstkonzept der Rolle einer Führungskraft passt. Und zwar selbst dann, wenn das Zustandekommen der einzelnen Entscheidungen im Kontext eines durchgängig entlang von Kennzahlen gesteuerten einzelnen Konzernstandorts nicht immer schwierig sein muss bezogen auf die Tätigkeit des eigentlichen Entscheidens. Möglicherweise aber sind die Konsequenzen der

---

<sup>4</sup> Leider werden in diesem letzten Item in der Aufzählung nur finanzielle Folgen abgefragt, wenngleich an vielen Arbeitsplätzen situativer Handlungsdruck auch entsteht, weil technische Folgen (z.B. Reaktorbrand) oder Folgen für Leib und Leben vermieden werden müssen.

Entscheidung schwierig. Aus der Perspektive des Arbeitsvermögens wäre eine solche Unterscheidung zu Prozess vs. Ergebnis und zum qualitativen Gehalt von „schwierig“ dagegen hoch relevant. Stellen wir uns umgekehrt wie jüngst bei einem Automobilhersteller beobachtet einen Facharbeiter vor, der im Karosseriebau acht Produktionsroboter überwacht und im Laufe einer einzigen Schicht bis zu 30 Mal an ganz unterschiedlichen Stellen in den Prozess eingreift, um damit Störungen des Gesamtprozesses präventiv zu vermeiden. Aus Sicht des Arbeitsvermögens wären solche Handlungsweisen als Phänomen eines dynamischen Erfahrungsbegriffs hoch relevant und zumindest „manchmal“ auch „schwierig“. Die Wahrscheinlichkeit ist aber hoch, dass dieser Facharbeiter hier anders antworten würde, weil sein Handeln im betrieblichen Kontext weitgehend unbemerkt passiert und weder als „schwierig“ noch als „Entscheidung“ eingeordnet würde. Ähnliche Einschränkungen könnten wir aus der AV-Index-Perspektive zu jedem verwendeten BIBB/BAuA-Item vornehmen. Was bei der Erfassung nicht formalisierbarer Tätigkeiten besonders ins Auge fällt, gilt generell aber *für alle* Index-Bildungen: Die eingehenden Annahmen sind so vielfältig wie die Begrenzungen bei der Frage, ob einzelne Indikatoren wirklich das abbilden, was im jeweiligen Index im Fokus steht. Trotz dieser Einschränkungen erweist sich der AV-Index entsprechend den zugrunde gelegten Konzepten und empirischen Fundierungen als multidimensional, d.h., alle Indikatoren korrelieren untereinander signifikant (Spearman-Rho, 1-%-Signifikanzniveau).

**Anders als in unseren ersten Berechnungen zum AV-Index (Pfeiffer/Suphan 2015) ist der Datenzugriff in dieser aktualisierten Finalfassung im Gegensatz zu unserem ersten Draft vom April 2015 hier leicht verändert: Einbezogen sind nun auch Fälle mit einem AV-Wert von 0 sowie Beamte und Auszubildende. Statt der an der Casmin-Klassifikation orientierten drei Bildungsniveaus wird nun auch nach beruflichen Aufstiegsfortbildungen differenziert. Diese haben gerade in industriellen Kernbranchen eine traditionell hohe Bedeutung. Mit diesen Veränderungen sind die Aussagen vorsichtiger und präziser, zudem ist die Datenbasis erweitert. Die Kernaussagen zum Arbeitsvermögen ändern sich in der Tendenz damit nicht, ebenso wenig die theoretische und qualitativ-empirisch fundierte Herleitung des AV-Index.**

---

## 5. Arbeitsvermögen nach Qualifikationsniveau und ausgewählten Berufen

Im Folgenden diskutieren wir den auf Basis des BIBB/BAuA-Datensatzes 2012 gebildeten AV-Index in einem ersten Entwurf und stellen erste Bezüge zum formalen Qualifikationsniveau sowie zu ausgewählten und für das Thema Industrie 4.0 besonders relevanten Berufsfeldern her. In einem ersten Schritt ist es notwendig, die abgetragenen Häufigkeitsverteilungen des Indexes zu bewerten (siehe *Tabelle 3 im Anhang*). Für 16,9 % der befragten Erwerbstätigen<sup>5</sup> ist der AV-Index 0. Deren erfasste Tätigkeiten scheinen vergleichsweise geringe oder mit dem vergleichsweise groben Instrument der Erwerbstätigenbefragung nicht erfassbare Anteile lebendigen Arbeitsvermögens im Umgang mit situativer und/oder struktureller Komplexität und Unwägbarkeiten zu benötigen. Für 83,1 % der Befragten variieren die Ausprägungen des AV-Indexes von sehr gering ( $AV > 0$ ) bis sehr hoch ( $AV = 1$ ). Die Häufigkeitsverteilung dieser Indexwerte ( $AV > 0$ ) folgt einer Normalverteilung: Für einen geringen Anteil der Befragten weist der AV-Index sehr kleine bzw. sehr große Werte auf, während der Großteil im mittleren Feld liegt (vgl. Histogramm in *Abbildung 1 im Anhang*). Allerdings liegt der AV-Index-Mittelwert durchschnittlich bei 0,56 und tendiert demnach in Richtung höherer Indexwerte. Betrachtet man ausschließlich Fälle mit einem Indexwert  $AV > 0$ , verschiebt sich der Mittelwert nochmals in Richtung der Maximalausprägung 1 ( $\varnothing AV = 0,67$ ; vgl. *Tabelle 4 im Anhang*).

Insgesamt weisen die Tätigkeiten von 74,06 % aller befragten Erwerbstätigen einen AV-Index von über 0,50 auf (siehe *Tabelle 3 im Anhang*). Die Mehrheit der Beschäftigten in Deutschland hat demnach informelle Fähigkeiten im Umgang mit Unwägbarkeiten und Komplexität entwickelt, kann also situativ handeln, auch wenn nicht alle Informationen für dieses Handeln zur Verfügung stehen. Diese dynamische Fähigkeit, Erfahrungen zu machen und jederzeit in Anschlag zu bringen, wenn komplexe Arbeitssituationen dies erfordern, finden wir also mit einem überdurchschnittlichen AV-Indexwert bei einem Großteil der Erwerbstätigen. Dieser hohe Wert zeigt, dass die übliche Gegenüberstellung von Routine- und Nicht-Routine-Tätigkeiten zu kurz greift. Trotz aller Einschränkungen, die methodisch bei diesem ersten Versuch einer Messung des schwer Messbaren eingeräumt werden müssen, ist dies ein mehr als beachtenswertes Ergebnis, insbesondere wenn man in Betracht zieht, dass die in der BIBB/BAuA verwendeten Items schon in der Fragestellung weitgehend dem konventionellen Verständnis von Erfahrung als

---

<sup>5</sup> Anders als viele der oben diskutierten Indices verwenden wir dabei bewusst die Daten erwerbstätiger Frauen und Männer.

Routine und von Maschinenarbeit als einfache und repetitive Arbeit weitgehend verhaftet bleiben.

Um für die Tragweite unseres vorgeschlagenen Indexes in diesem ersten Aufschlag weitere Einschätzungen zu gewinnen, interpretieren wir den AV-Index nun in Bezug auf formale Qualifikationsniveaus. Dazu unterscheiden wir vier Stufen formaler Qualifikation auf Basis des höchsten erreichten Ausbildungsabschlusses: ohne jegliche Berufs- oder akademische Ausbildung, betriebliche oder schulische Berufsausbildung, Fortbildung (z.B. Techniker/Meister) und Universitäts- oder Hochschulabschluss. Der *Boxplot* (siehe *Abbildung 2*) und die *Tabelle 4* (beides im *Anhang*) zeigen Unterschiede in Lage und der Streuung entlang der vier Qualifikationsstufen: Fälle in der niedrigsten Qualifikationsstufe liegen im Mittel bei einem  $\bar{AV}$ -Indexwert von 0,38, der Mittelwert bei Fällen mit Berufsausbildung bei  $\bar{AV} = 0,54$ , mit Aufstiegsfortbildung liegt der Wert mit  $\bar{AV} = 0,64$  am höchsten und sogar noch über dem von Fällen mit einem akademischen Abschluss ( $\bar{AV} = 0,61$ ).

Wenig überraschend zeigt sich also, dass mit steigendem Qualifikationsniveau von der Tendenz auch höhere Anforderungen durch Komplexität und Unwägbarkeiten einhergehen und in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit für subjektivierendes Arbeitshandeln zunimmt. Interessant ist dabei der Höchstwert bei Aufstiegsfortbildungen, Fälle in diesem Segment scheinen besonders hohen Anforderungen im Umgang mit Wandel und Komplexität ausgesetzt. Der *Boxplot* zeigt auch enorme Streuungen im unteren Qualifikationsniveau. Hier reicht das untere 25%-Quartil bis zu einem AV-Index = 0, während sich das obere 25%-Quartil bis auf einen AV-Index > 0,65 erstreckt. Im Vergleich dazu sind in den beiden höheren Qualifikationsniveau die Streuungen bzw. die Ausprägung der 25%-Quartile sehr gering (siehe ebenfalls *Tabelle 4 im Anhang*). Dieses Ergebnis kann dahingehend interpretiert werden, dass formal gering Qualifizierte sehr verschiedenartige Tätigkeiten mit deutlich variierenden Anforderungen an eine erfahrungsbasierte Komplexitätsbewältigung ausüben. Dies wäre ein weiteres Indiz dafür, dass die formale Qualifikation allein wenig zur Beurteilung der Routinelastigkeit einer Tätigkeit beiträgt. Die breite Streuung passt zudem zu qualitativen Studien, die zeigen: „einfache“ Arbeit ist bei genauerer Analyse deutlich komplexer, als auf den ersten Blick erkennbar. Das zeigt sich gerade in den für Industrie 4.0 als zentral angesehenen Kernbereichen wie der Automobilindustrie: Hier haben sich die für Facharbeit typischen Anforderungen durch Gruppenarbeit und Produktionssysteme längst in die scheinbar einfach und repetitive Arbeit ausgedehnt, die damit höchst ambivalenten Handlungsanforderungen ausgesetzt ist (vgl. etwa Lacher 2006; Pfeiffer 2007). Die enorme Streuung des AV-Indexes dürfte neben diesen inhaltlichen und in den Tätigkeiten selbst liegenden Gründen auch mit der Formulierung der vorliegenden Items in Zusammenhang stehen. Es

ist plausibel, bedürfte aber entsprechender weiterer Tests, dass sich die Items besser zur Erfassung von Tätigkeiten eignen, die typischerweise mit einem hohen Ausbildungsabschluss verbunden sind. Möglicherweise ist dagegen das breite Tätigkeitsspektrum Erwerbstätiger ohne formalen Berufsabschluss nicht ausreichend differenziert abgebildet und müsste fallweise interpretiert und bewertet werden.

In einem weiteren Schritt betrachten wir den AV-Index in Bezug auf 15 ausgewählte Berufe. Dazu haben wir für diese Veröffentlichung aus der Liste der aktuellen 55 zugeordneten Berufsfelder diejenigen ausgewählt, die im Zuge des Industrie-4.0-Diskurses besonders relevant erscheinen (siehe *Tabelle 5 im Anhang*). Die Mittelwerte des AV-Indexes variieren zwischen den Berufsfeldern: So weist das Berufsfeld „Packer/innen, Lager-, Transportarbeiter/innen“ den niedrigsten  $\bar{AV}$ -Index (0,40) auf, „IT-Kernberufe“ hingegen den höchsten (0,70). Der *Boxplot* (*Abbildung 3 im Anhang*) zeigt zudem, dass die AV-Mittelwerte der Berufsfelder „Packer/innen, Lager-, Transportarbeiter/innen“, „Warenprüfer/innen, Versandfertigmacher/innen“, „Bauberufe, Holz-, Kunststoffbe- und verarbeitung“ sowie „Metall-, Anlagenbau, Blechkonstruktion, Installation“ hin zu niedrigen Werten streuen. Auch hier können die für niedrige Qualifikationsniveaus geäußerten Überlegungen eine Rolle spielen: Die beobachteten Streuungen können sich tatsächlich in der Unterschiedlichkeit der Tätigkeiten begründen, allerdings auch auf die ungenauen und in diesen Berufsfeldern teils unpassenden Formulierungen der Items zurückgeführt werden. Trotz dieser Einschränkung zeigt sich auch hier die Bedeutung von Arbeitsvermögen und des subjektivierenden Umgangs mit situativen Unwägbarkeiten und Komplexität. In nur zwei der 15 betrachteten Berufsfelder findet sich ein unterdurchschnittlicher AV-Index kleiner 0,50. Demnach sind für den Großteil der mit dem Industrie-4.0-Diskurs verknüpften Berufsfelder hohe Anforderungen an Komplexität und Unwägbarkeiten sowie subjektivierendes Arbeitshandeln charakteristisch. Ins Auge fällt dabei, dass im Ranking entlang der AV-Indexwerte die IT-Kernberufe an der Spitze stehen, gefolgt von Technikern/-innen, Ingenieuren/innen und klassischen Metall- und Elektroberufen. Ob beruflich oder akademisch qualifiziert: In diesen Bereichen scheinen die Erwerbstätigen in ähnlichem Ausmaß ihr lebendiges Arbeitsvermögen im Umgang mit Komplexität einzubringen – auch heute schon.

---

## **6. Statt Prognose zu Automatisierungsfolgen: Erfahrung als Gestaltungskompetenz nutzen**

Ob wir wirklich am Beginn einer weiteren industriellen Revolution stehen, werden wohl erst Generationen nach uns abschließend entscheiden können. Dass wir in den kommenden Jahren aber zumindest einen beschleunigenden Wandel von Arbeit erleben und dabei neue digitalisierte Technik eine Rolle spielen wird – daran scheint es kaum einen Zweifel zu geben. So verständlich es ist, angesichts eines erwarteten dynamischen Wandels nach einfachen Antworten zu suchen: In den bestehenden Massendatensätzen finden sich diese nicht. Wir haben diskutiert, warum die momentan kursierenden Zahlen zur Automatisierbarkeit menschlicher Arbeit systematisch zu kurz greifen und die weithin rezipierten 47 % angeblich von technologischer Arbeitslosigkeit bedrohten US-amerikanischen Beschäftigten (auf Basis der Studie von Frey/Osborne 2013) als Prognose und insbesondere in einer Übertragung auf den deutschen Arbeitsmarkt nicht tragen. Wir haben versucht zu zeigen, dass diese und ähnliche Ansätze zur Diagnose der Automatisierbarkeit menschlicher Arbeit auf einem unterkomplexen Verständnis von Routinearbeit basieren und damit in ihrer Aussagekraft höchst begrenzt sind. Unsere These lautete stattdessen – ausgehend von einem rd. 20-jährigen Fundus qualitativer Empirie zur Bedeutung von Erfahrung und basierend auf den beiden empirisch fundierten Konzepten des subjektivierenden Arbeitshandelns (vgl. Böhle/Bolte/Drexel/Dunkel/Pfeiffer/Porschen 2009) und des lebendigen Arbeitsvermögens (vgl. Pfeiffer 2004) –, dass es nicht um Routine/Nicht-Routine geht, sondern um die Fähigkeit, mit Unwägbarkeiten und Komplexität umzugehen. Auf dieser Basis haben wir aus den Indikatoren der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung einen Index entwickelt, der Anforderungsstrukturen durch situative Unwägbarkeiten und strukturelle wie situative Komplexität erfasst. Damit gelingt es soweit auf Basis der vorliegenden Tätigkeitsitems annäherungsweise möglich, die aktuellen Anforderungen an informelle Kompetenzen eines dynamischen Erfahrungswissens und -handelns abzubilden. Der AV-Index basiert damit auf einer qualitativen empirischen Grundlage und daran knüpfenden konzeptuell-normativen Ableitungen und ist u.E. fruchtbarer als ausschließlich expertenbasierte Zuordnungen zu angenommener Automatisierbarkeit und/oder unterstellter Routine.

„Industrie 4.0 scheitert am Menschen“ titelt jüngst die Wirtschaftswoche (o.A. 2015) und beruft sich auf eine Studie der Unternehmensberatung CSC (CSC 2015). Unklar sei, wo all die benötigten „IT-Genies“ herkommen sollen. Überdies fehle es in jedem deutschen Unternehmen heute schon an Fachkräften, die mit „IT-Wissen plus Fertigungs-Know-how die vierte industrielle

Revolution gestalten können.“ Und obwohl der Artikel auch erwähnt, dass nur jeder zweite (der befragten) Unternehmen Aus- und Weiterbildungsaktivitäten zum Thema Industrie 4.0 plane, werden Defizite nicht bei den offensichtlich wenig vorausschauenden Unternehmen gesehen, sondern „[r]iesige Lücken beim Faktor Mensch“ diagnostiziert (o.A. 2015). Sicher ist richtig, dass Unternehmen insgesamt in Deutschland durchaus mehr in die Aus- und vor allem die Weiterbildung investieren könnten – und dies gerade angesichts von Industrie 4.0 auch zukünftig verstärkt tun müssen. Unsere konzeptionellen Überlegungen zu einem AV-Index und unsere ersten Auswertungen der BIBB/BAuA-Daten von 2012 aber weisen – selbst bei vorsichtiger Interpretation – in eine andere Richtung: Demnach liegen die Lücken nicht beim Menschen. Die Erwerbstätigen in Deutschland sind nicht nur formal solide qualifiziert, sondern bereits heute regelmäßig gefordert, mit situativen Unwägbarkeiten und situativer wie struktureller Komplexität umzugehen, haben das dafür nötige lebendige Arbeitsvermögen nicht nur ausgeprägt, sondern wenden es in ihrem Arbeitsalltag an. Zusammengefasst kommen wir auf Basis unserer ersten hier vorgestellten Auswertungen des AV-Indexes zu folgenden Interpretationen:

- 74 % der Erwerbstätigen in Deutschland benötigen lebendiges Arbeitsvermögen im Umgang mit Komplexität und Unwägbarkeiten. Sie haben das dafür nötige Erfahrungswissen entwickelt und bringen es in ihrer Tätigkeit ein.
- Formal gering qualifizierte und scheinbar einfache Tätigkeiten sind nicht über einen Kamm zu scheren, sondern streuen sehr stark im AV-Index und damit in Bezug auf den Umgang mit Komplexität sowie im dafür nötigen subjektivierenden Arbeitshandeln. Voreilige Zuordnungen zu vermeintlicher Routine-/Nicht-Routinearbeit greifen daher zu kurz.
- In den Berufen, die für die Umsetzung der Szenarien von Industrie 4.0 in erster Linie gefordert zu sein scheinen, finden sich vergleichsweise hohe Werte im AV-Index. Dabei mischen sich Berufe akademischer Ausbildung und solche mit beruflicher Aus- und Weiterbildung im Ranking. Beide Ausbildungswege – und nicht nur wie so oft unterstellt die akademischen – münden also in Tätigkeiten, in denen im hohen Maße die Fähigkeit zum Umgang mit Komplexität auch heute schon verlangt wird.

Wenn sich also im Zuge von Industrie 4.0 „an alle Beschäftigten deutlich erhöhte Komplexitäts-, Abstraktions- und Problemlösungsanforderungen stellen“ und „ein sehr hohes Maß an selbstgesteuertem Handeln, kommunikativen Kompetenzen und Fähigkeiten zur Selbstorganisation“ erwartet werden (Kagermann/Wahlster/Helbig 2013, S. 57), dann können wir anhand der vorliegenden Auswertung tendenziell Entwarnung geben. Die in der Wirtschaftswoche beschworene Lücke liegt – das zeigen unsere Zahlen selbst bei vorsichtiger Interpretation –

nicht beim Faktor Mensch. Wenn heute schon 74 % der Erwerbstätigen in Deutschland befähigt sind, häufig mit Komplexität umzugehen, ist auf dieser Seite das Potenzial für größere Veränderungen längst da. Wer den erfahrungsbasierten Umgang mit Komplexität beherrscht und dies im alltäglichen Arbeitshandeln beweist, wird die durch Industrie 4.0 notwendige formale Weiterqualifizierung und informelle Kompetenzentwicklung ohne Probleme bewältigen können. Die Wege der entsprechenden beruflichen und akademischen Weiterbildung müssen nur für den einzelnen auch gangbar gemacht und die Wege zwischen verschiedenen Ausbildungssträngen noch durchlässiger werden. An dieser Stelle sind insbesondere die Institutionen der akademischen Bildung noch beweglicher zu gestalten. Vor allem aber gilt es in den Unternehmen selbst Bedingungen zu schaffen für eine Work-Learn-Life-Balance (vgl. Meyer/Müller 2013).

Unsere Ergebnisse verweisen auf Defizite, die sich nicht auf der Seite des Faktors Mensch finden, sondern in den Unternehmen selbst und in den etablierten Formen der Technikentwicklung und Arbeitsgestaltung. Wenn es etwas gibt, was sich in einer sich zunehmend digitalisierenden Welt nicht einfach kopieren lässt, dann ist es die einmalige Vielfalt der formalen Qualifikation der Erwerbstätigen in Deutschland. Das duale System der beruflichen Aus- und Weiterbildung führt dazu, dass wir anders als in fast allen Ländern der Welt eine vielfältig qualifizierte „Mitte“ haben. Dies trägt nicht nur in besonderem Maße zur Innovationsfähigkeit der deutschen Wirtschaft (vgl. Pfeiffer 2015) bei – das legen unsere Auswertungen nahe –, sondern führt auch dazu, dass die Mehrzahl der Beschäftigten und eben nicht nur ein kleiner Teil hoch Qualifizierter in der Lage ist, mit Komplexität und Unwägbarkeiten umzugehen. Erfahrung als dynamische Ressource statt statische Routine – ein weitgehend unterschätztes Spektrum an Facetten menschlichen Arbeitsvermögens befähigt in besonderem Maße zum Umgang mit Komplexität und Unwägbarkeiten. Bekanntermaßen ist es diese Fähigkeit, die wir anhand des AV-Indexes quantitativ abzubilden versucht haben, die uns in die Lage versetzt, den immer relevanter werdenden *ironies of automation* zu begegnen: „The more we depend on technology and push it to its limits, the more we need highly-skilled, well-trained, *well-practised* people to make systems resilient, acting as the last line of defence against the failures that will inevitably occur“ (Baxter/Rooksby/Wang/Khajeh-Hosseini 2012, S. 65; Hervorh. S.P./A.S.).

Die zentrale Frage zum Zusammenhang von Erfahrung und Industrie 4.0 ist daher nicht, welche Arbeitstätigkeiten *morgen* mutmaßlich wegfallen könnten. Die aktuell zu beantwortende Frage lautet stattdessen: Wie kann dieses besondere Potenzial lebendiger Arbeit für die Gestaltung von Industrie 4.0 *heute* genutzt und anerkannt werden?

Industrie 4.0-Technologien werden die Arbeit in der Produktion, Montage und Instandhaltung stark verändern. Dabei geht es nicht um die Einführung *einer* neuen Technologie (vergleichbar etwa mit der Einführung erster Laseranwendungen vor einigen Jahren). Industrie 4.0 bündelt eine Vielzahl neuer Technologien und Nutzungsszenarios, verbunden mit sehr unterschiedlichem technischen Reifegrad und systemischen Effekten. Mit Industrie 4.0 werden kommende Automatisierungsschritte disruptiver und risikoreicher verlaufen als bisher, denn es stellen sich Anforderungen neuer Qualität:

Industrie 4.0 als Innovationsprozess in einem produktiven Umfeld: Die etablierten Verfahren für inkrementelle Automatisierungsschritte entlang technologisch bekannter Pfade und mit eingespielten Akteuren geraten an ihre Grenzen. Industrie 4.0 erfordert, Automatisierung nicht nur als Implementierung umzusetzen, sondern als – offenen und teils unwägbaren – Innovationsprozess zu managen und zu gestalten. Gleichzeitig aber müssen die Potenziale der neuen Technologien schnell in einen produktiven Einsatz gebracht und in robuste, serientaugliche Anwendungen übersetzt werden. Schon in den Einführungsphasen darf dabei die Anlagenverfügbarkeit nicht gefährdet werden.

- **Den Innovationstreibern fehlt oft spezifisches Produktions- und Prozesswissen:** Viele der relevanten Technologien haben ihren Ursprung nicht in den etablierten FuE-Abteilungen der Investitionsgüterindustrie, sondern in der IT. Bei Anwendungen wie Big Data fehlt oft konkretes produktionstechnologisches Wissen und die Erfahrung mit stofflichen Produktionsprozessen. IT-getriebene Industrie 4.0-Anbieter sind oft noch zu weit weg von den Anforderungen einer kurz getakteten Serienproduktion technisch hoch anspruchsvoller Produkten. Auch die Entscheidungsebene und das Management sind angesichts der Dynamik der Entwicklung und der Vielfalt der technischen Möglichkeiten tendenziell überfordert. So entstehen allzu leicht Lösungen, mit denen die Komplexität unnötig erhöht und damit die Gesamtverfügbarkeit gefährdet wird.
- **Eingespielte Formen der Arbeitsgestaltung und ihrer Regulierung geraten an ihre Grenzen:** Etablierte Prozesse und Institutionen der betrieblichen Mitbestimmung oder gesetzlicher Regelungen zum Arbeits- und zum Datenschutz hinken der Dynamik der technischen Entwicklung hinterher. Es ist immer schwerer, technisch alle relevanten Aspekte zu durchschauen und rechtzeitig gestaltend zu regeln. Auch bereits eingeführte Technik wandelt sich bei Software-Updates schneller und grundsätzlicher als bisher und erfordert immer wieder neue Einschätzungen und ggf. neue Regelungen zum Daten- und Arbeitsschutz. Um nicht nur reaktiv und nachholend zu agieren, müssen neue Formen dafür gefunden werden.

- **Fachkräfte werden mehr gebraucht und mehr können müssen, ihr Einsatzgebiet aber gilt als wenig attraktiv:** Durch Industrie 4.0 wird an vielen Stellen in Produktion, Montage und Instandhaltung höher qualifizierte und stärker spezialisierte Gewährleistungsarbeit nötig werden. Intelligentere Prozesse erhöhen durch ihre zusätzlichen Sensoren und Algorithmen die Komplexität des Gesamtprozesses. Der Mensch wird daher weit mehr Fach- und Erfahrungswissen in Anschlag bringen müssen als bisher, wenn es zu Störungen kommt – das wird aber seltener passieren. Das macht die Arbeit für besser Qualifizierte in jetzt schon takt- und schichtgebundenen Arbeitsplätzen nicht automatisch attraktiver. Die Anforderungen an die Gestaltung guter Arbeit und an deren Anerkennung steigen.
- **Nachhaltige Wettbewerbsvorteile generieren, die nicht leicht kopierbar sind:** Einerseits ist ein frühzeitig produktiver Einsatz von Industrie 4.0-Technologien aus Wettbewerbsperspektive unerlässlich. Andererseits gehen genau damit auch erhöhte Risiken und Aufwände einher. Technologien, die heute noch im Beta-Stadium sind, werden in wenigen Jahren Standard sein und von nachholend agierenden Wettbewerbern mit weniger Risiko eingeführt werden können. Nachhaltige Wettbewerbsvorteile sind also nur dann zu generieren, wenn spezifische und nicht leicht kopierbare Nutzungsformen entwickelt werden. Die damit strategisch entscheidende – und bewusst zu gestaltende – Schnittstelle wird dabei die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine, zwischen menschlicher Erfahrung und Algorithmus sein.

Diesen Herausforderungen kann am besten begegnet werden, indem das bei 74% unserer Beschäftigten stark ausgeprägte Erfahrungswissen eingebracht wird – und zwar schon in der *Gestaltung* von Industrie 4.0. Die Ressource – das Arbeitsvermögen der Beschäftigten – ist also da. Innovative und partizipative Prozesse der Technikgestaltung aber haben bislang wenig Tradition in unserer Arbeitswelt. Damit verbinden sich Fragen zu den Einführungsprozessen: Wie müssen sich unsere immer noch weitgehend starren und ausgeprägt hierarchischen Organisationsformen in den Unternehmen wandeln, damit sich das Potenzial der Beschäftigten in selbstorganisierten, agilen Innovationsprozessen über Abteilungs- und Disziplingrenzen hinweg entfalten kann? Wie kann das Erfahrungswissen der Beschäftigten in *partizipativen Prozessen der Technikentwicklung* Eingang finden? Und wie können schließlich die neu entstehenden Arbeitsplätze in innovativen Prozessen und *partizipativen Organisationsformen* so gestaltet werden, dass *innovationsfähige Arbeitsumgebungen* entstehen, in denen Menschen auch zukünftig ausreichend lebendiges Arbeitsvermögen entwickeln, um mit Komplexität und Unwägbarkeiten auch in einem Industrie-4.0-Setting umzugehen? Oder anders formuliert: wie kann Industrie 4.0 auf dem Hallenboden als Innovationsprozess mit und durch die Beschäftigten gestaltet werden?

---

## Literatur

- Alda, H. 2013: Tätigkeitsschwerpunkte und ihre Auswirkungen auf Erwerbstätige. Bonn
- Antonczyk, D./Fitzenberger, B./Leuschner, U. 2008: Can a Task-Based Approach Explain the Recent Changes in the German Wage Structure? Mannheim. Discussion Paper 08,–132, ZEW Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung. Internet: <http://www.zew.de/de/publikationen/5244> [heruntergeladen am 12.02.2015]
- Autor, D.H. 2013: The “task approach” to labor markets: an overview. In: Journal for Labour Market Research, Jg. 46 (2013), S. 185–199
- Autor, D.H./Levy, F./Murnane, R.J. 2003: The skill content of recent technological change: An empirical exploration. In: The Quarterly Journal of Economics, Jg. 118 (2003), H. 4, S. 1279–1333
- Bauer, H.G./Böhle, F./Munz, C./Pfeiffer, S./Woicke, P. 2006: Hightech-Gespür: Erfahrungsgeleitetes Arbeiten und Lernen in hoch technisierten Arbeitsbereichen. Ergebnisse eines Modellversuchs beruflicher Bildung in der chemischen Industrie. Bielefeld
- Baxter, G./Rooksby, J./Wang, Y./Khajeh-Hosseini, A. 2012: The ironies of automation ... still going strong at 30? Proceedings of the 30<sup>th</sup> European Conference on Cognitive Ergonomics ECCE '12, S. 65–71
- Böhle, F./Rose, H. 1992: Technik und Erfahrung: Arbeit in hochautomatisierten Systemen. Frankfurt/M./New York
- Böhle, F./Bolte, A./Drexel, I./Dunkel, W./Pfeiffer, S./Porschen, S. 2009: Umbrüche im gesellschaftlichen Umgang mit Erfahrungswissen. Theoretische Konzepte, empirische Befunde, Perspektiven der Forschung. München
- Böhle, F./Milkau, B. 1988: Vom Handrad zum Bildschirm: Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozeß. Frankfurt/M., New York
- Böhle, F./Pfeiffer, S./Sevsay-Tegethoff, N. (Hg.) 2004: Die Bewältigung des Unplanbaren. Wiesbaden
- Bosch, G. 2014: Facharbeit, Berufe und berufliche Arbeitsmärkte. In: WSI-Mitteilungen, Jg. 67 (2014), H. 1, S. 5–13
- Brynjolfson, E./McAfee, A. 2014: The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York, London
- Bürgermeister, M./Schambach, C./Rogers, L. 2005: Beim Entwickeln kooperieren: Optimierung unternehmensübergreifender Fahrzeugentwicklung. München/Mering
- Collins, R. 2013: The end of middle class work: No more escapes. In: Wallerstein, I./Collins, R./Derlugian, G./Calhoun, C. (Hg.): Does Capitalism Have a Future? Oxford, New York, S. 37–70
- CSC 2015: Industrie 4.0 Ländervergleich. Wiesbaden. Internet: [http://assets1.csc.com/de/downloads/Ergebnisse\\_CSC-Studie\\_4.0.pdf](http://assets1.csc.com/de/downloads/Ergebnisse_CSC-Studie_4.0.pdf) [heruntergeladen am 01.02.2015]
- Dengler, K./Matthes, B./Paulus, W. 2014: Berufliche Tasks auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Eine alternative Messung auf Basis einer Expertendatenbank. Nürnberg. 12/2014, FDZ der Bundesagentur für Arbeit im IAB. Internet: [http://doku.iab.de/fdz/reporte/2014/MR\\_12-14.pdf](http://doku.iab.de/fdz/reporte/2014/MR_12-14.pdf) [heruntergeladen am 12.02.2015]

- Dolata, U./Schrape, J.-F. 2013: Medien in Transformation. Radikaler Wandel als schrittweise Rekonfiguration. In: Dolata, U./Schrape, J.-F. (Hg.): Internet, Mobile Devices und die Transformation der Medien. Radikaler Wandel als schrittweise Rekonfiguration. Berlin, S. 9–38
- Fernández-Macías, E./Hurley, J. 2014: Drivers of recent job polarisation and upgrading in Europe: Eurofound Jobs Monitor 2014. Luxembourg.Eurofound. Internet: [http://eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef\\_files/pubdocs/2014/19/en/1/EF1419EN.pdf](http://eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_files/pubdocs/2014/19/en/1/EF1419EN.pdf) [heruntergeladen am 16.02.2015]
- Frey, C.B./Osborne, M.A. 2013: The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? Oxford. Working Paper Oxford Martin School. Internet: <http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/publications/view/1314> [heruntergeladen am 31.03.2014]
- Habler, T./Bürgermeister, M. 2010: Erfahrungsgelitetes Projektmanagement im Kontext produktionsnaher Dienstleistungen. In: Heidling, E./Böhle, F./Habler, T. (Hg.): Produktion und Dienstleistung: Integration als Zukunftschance. München, Mering, S. 203–255
- Hidalgo, C.A./Hausmann, R. 2009: The building blocks of economic complexity. In: PNAS – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Jg. 106 (2009), H. 26, S. 10570–10575
- Hirsch-Kreinsen, H. 2014: Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. 38/2014, TU Dortmund
- Kagermann, H./Wahlster, W./Helbig, J. 2013: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt/M. Internet: [http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Abschlussbericht\\_Industrie4%200\\_barrierefrei.pdf](http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Abschlussbericht_Industrie4%200_barrierefrei.pdf) [heruntergeladen am 31.01.2014]
- Lacher, M. 2006: Ganzheitliche Produktionssysteme, Kompetenzerwerb und berufliche Bildung. In: Clement, U./Lacher, M. (Hg.): Produktionssysteme und Kompetenzerwerb. Zu den Veränderungen moderner Arbeitsorganisation und ihren Auswirkungen auf die berufliche Bildung. Stuttgart, S. 73–92
- Meyer, R./Müller, J.K. 2013: Work-Learn-Life-Balance in der wissensintensiven Arbeit. In: BWP – Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, Jg. 42 (2013), H. 1, S. 23–27
- o.A. 2015: Industrie 4.0 scheitert am Mensch. Für vernetztes Arbeiten fehlen die Mitarbeiter. In: Wirtschaftswoche online vom 03.03.2015. Internet: <http://www.wiwo.de/erfolg/beruf/industrie-4-0-scheitert-am-mensch-fuer-vernetztes-arbeiten-fehlen-die-mitarbeiter/11449714.html> [zuletzt aufgerufen am 08.03.2015]
- Pennekamp, J. 2014: Angriff der Roboter. In: FAZ Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 01.04.2014. Internet: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/menschen-wirtschaft/arbeitswelt-der-zukunft-angriff-der-roboter-12873342.html> [zuletzt aufgerufen am 12.02.2015]
- Pfeiffer, S. 2015: Arbeit und Bildung. In: Hoffmann, R./Bogedan, C. (Hg.): Eine neue Ordnung der Arbeit. Frankfurt/M., (im Erscheinen)
- Pfeiffer, S. 2010: Technisierung von Arbeit. In: Böhle, F./Voß, G.G./Wachtler, G. (Hg.): Handbuch Arbeitssoziologie. Wiesbaden, S. 231–261
- Pfeiffer, S. 2007: Montage und Erfahrung: Warum Ganzheitliche Produktionssysteme menschliches Arbeitsvermögen brauchen. München/Mering
- Pfeiffer, S. 2004: Arbeitsvermögen. Ein Schlüssel zur Analyse (reflexiver) Informatisierung. Wiesbaden

- Pfeiffer, S. 2000: Teleservice im Werkzeugmaschinenbau – Innovationsparadoxien und Negation von Erfahrungswissen. In: Arbeit – Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik, Jg. 9 (2000), H. 4, S. 293–305
- Pfeiffer, S. 1999: Dem Spürsinn auf der Spur. Subjektivierendes Arbeitshandeln an Internet-Arbeitsplätzen am Beispiel Information-Broking. München/Mering
- Pfeiffer, S./Sauer, S./Ritter, T. 2014: Agile Methoden als Werkzeug des Belastungsmanagements? Eine arbeitsvermögenbasierte Perspektive. In: Arbeit (Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik), Jg. 23 (2014), H. 2, S. 119–132
- Pfeiffer, S./Schütt, P./Wühr, D. (Hg.) 2012: Smarte Innovation. Ergebnisse und neue Ansätze im Maschinen- und Anlagenbau. Wiesbaden
- Pfeiffer, S./Suphan, A. (2015): Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0. Working Paper 2015 #1 (draft v1.0 vom 13.04.2015), Universität Hohenheim, Fg. Soziologie
- Pistono, F. 2014: Robots Will Steal Your Job But That's Ok. How To Survive the Economic Collapse and be Happy. Los Angeles
- Porschen, S. 2008: Austausch impliziten Erfahrungswissens: Neue Perspektiven für das Wissensmanagement. Wiesbaden
- Porschen, S. 2002: Erfahrungsgel leitete Kooperation im Arbeitsalltag – Neue Anforderungen an Ingenieure. München
- Pupo, A. 2014: Cognitivity Everywhere: The Omnipresence of Intelligent Machines and the Possible Social Impacts. In: World Future Review, Jg. 6 (2014), H. 2, S. 114–119
- Rohrbach-Schmidt, D./Hall, A. 2013: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012. Version 3.0. Bonn. BIBB-FDZ Daten und Methodenberichte 1/2013, Bundesinstitut für Berufsbildung FDZ
- Schulze, H. 2000: Erfahrungsgel leitete Arbeit als Leitbild für die Entwicklung und Gestaltung von Produktionssystemen in der industriellen Fertigung. Dissertation Universität Hamburg
- Sevsay-Tegethoff, N. 2007: Bildung und anderes Wissen: Zur „neuen“ Thematisierung von Erfahrungswissen in der beruflichen Bildung. Wiesbaden
- Spitz-Oener, A. 2006: Rising Educational Demands: Looking outside the Wage Structure. In: Journal of Labor Economics, Jg. 24 (2006), H. 2, S. 235–270
- Spitz-Oener, A. 2007: The Returns to Pencil Use Revisited. Bonn. Internet: <http://ftp.iza.org/dp2729.pdf> [zuletzt aufgerufen am 30.08.2014]
- Tiemann, M. 2014: Homogenität von Berufen. Arbeit und Beruf im Wandel – Ein Blick auf die gesellschaftliche Differenzierung. Bonn

---

# Anhang

---

**Tabelle 1: Anforderungen an Erfahrung durch Industrie 4.0**

Industrie-4.0-Szenarien	Anforderungen an subjektivierendes Arbeitshandeln		Veränderte Anforderungen an das Arbeitsvermögen auf der Ebene von:		
	Im Prozess der Gestaltung	Durch Komplexitätszunahme	Arbeitsmittel	Arbeitsgegenstand	Arbeitsorganisation
socialmedia@PRODUCTION	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
data@INDUSTRY	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue
nextGEN PRODUCTION	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Light Blue	Dark Blue

**Tabelle 2: AV-Index und Klassifikation auf Basis BIBB/BAuA 2012**

AV-Komponente	BIBB-/BAuA-Indikatoren		AV-Charakteristik und -Normierung
<b>sitKOM</b> Situatives Umgehen mit Komplexität	<b>Wie häufig kommt es bei Ihrer Arbeit vor, ... (häufig/manchmal/nie)</b>		Gebildet aus arithmetischen Mittelwerten der zugeordneten Variablen. Wird als 0 und 1 codiert. 0 = situatives Umgehen mit Komplexität nie notwendig 1 = situatives Umgehen mit Komplexität häufig oder manchmal notwendig
	F327_01	dass Sie auf Probleme reagieren und diese lösen müssen?	
	F327_02	dass Sie eigenständig schwierige Entscheidungen treffen müssen?	
	F327_06	dass Sie mit anderen Personen beruflich kommunizieren müssen?	
<b>sitUW</b> Situative Unwägbarkeiten	<b>Wie häufig kommt es bei Ihrer Arbeit vor, ... (häufig/manchmal/selten/nie)</b>		Gebildet aus arithmetischen Mittelwerten der zugeordneten Variablen. Wird als 0 und 1 codiert. 0 = situative Unwägbarkeit nie vorkommend 1 = situative Unwägbarkeit häufig oder manchmal vorkommend
	F411_01	dass Sie unter starkem Termin- oder Leistungsdruck arbeiten müssen?	
	F411_06	dass Sie bei der Arbeit gestört oder unterbrochen werden, z. B. durch Kollegen, schlechtes Material, Maschinenstörungen oder Telefonate?	
	F411_08	dass Dinge von Ihnen verlangt werden, die Sie nicht gelernt haben oder die Sie nicht beherrschen?	
	F411_09	dass Sie verschiedenartige Arbeiten oder Vorgänge gleichzeitig im Auge behalten müssen?	
	F411_11	dass auch schon ein kleiner Fehler oder eine geringe Unaufmerksamkeit größere finanzielle Verluste zur Folge haben kann?	
	F411_13	dass Sie sehr schnell arbeiten müssen?	
	F700_09	dass Sie nicht alle notwendigen Informationen erhalten, um Ihre Tätigkeit ordentlich ausführen zu können?	

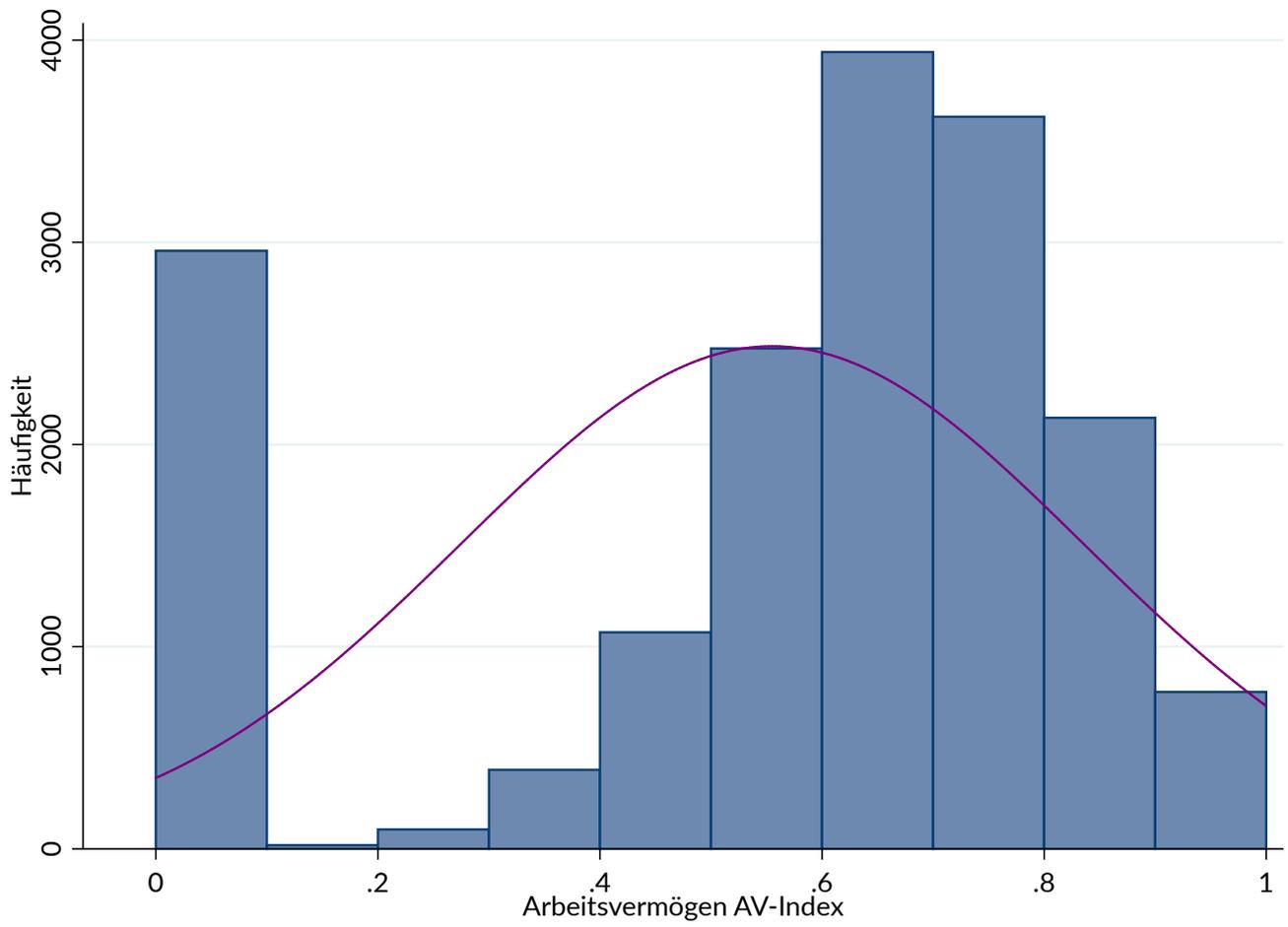
AV-Komponente	BIBB-/BAuA-Indikatoren		AV-Charakteristik und -Normierung	
<b>strKOM</b> Strukturelle Komplexitäts- zunahme	<b>Wurden in den letzten zwei Jahren ...</b> (ja/nein)		<p>Gebildet aus arithmetischen Mittelwerten der zugeordneten Variablen. Wird als 0 und 1 codiert. 0 = keine strukturelle Komplexitätszunahme 1 = strukturelle Komplexitätszunahme</p>	
	F1001_01	neue Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien eingeführt?		Arbeitsmittel
	F1001_02	neue Computerprogramme eingeführt? (nicht nur neue Versionen?)		
	F1001_03	neue Maschinen oder Anlagen eingeführt?		
	F1001_04	neue oder deutlich veränderte Produkte oder Werkstoffe eingesetzt?		Arbeitsgegenstand
	F1001_05	neue oder deutlich veränderte Dienstleistungen erbracht?		
	F1001_06	wesentliche Umstrukturierungen oder Umorganisationen vorgenommen (...)?		Arbeitsorganisation
	<b>Veränderung in den letzten zwei Jahren</b> (zugenommen/gleich geblieben/abgenommen)			
F1001_10	Wie haben sich Stress und Arbeitsdruck verändert?			
<b>REL</b> Relevanz Erfahrungslernen	F401	Zur Ausübung der Tätigkeit ist eine längere Einarbeitung im Betrieb erforderlich. (ja/nein)		Wird aus 0 und normiert. 0 = keine längere Einarbeitung notwendig, 1 = längere Einarbeitung in den Betrieb notwendig.

---

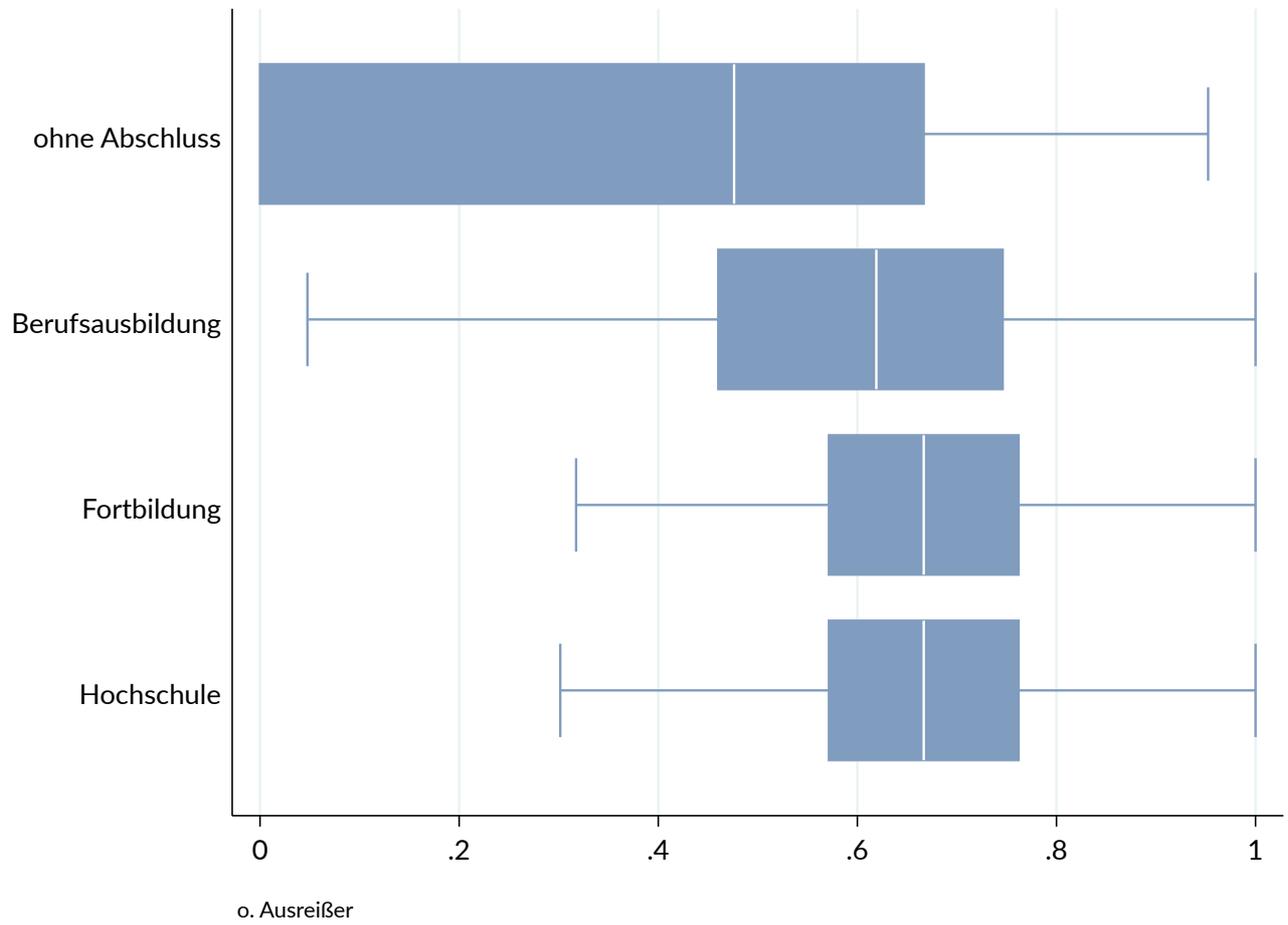
**Tabelle 3: Anteile AV-Index**

<b>AV-Index</b>	<b>Anteil BIBB/BAuA 2012 N<sub>AV</sub> = 17.479</b>
<b>AV = 0</b>	16,88 %
<b>0 &lt; AV ≤ 0,25</b>	0,35 %
<b>0,25 &lt; AV ≤ 0,5</b>	8,70 %
<b>0,5 &lt; AV ≤ 0,75</b>	47,95 %
<b>0,75 &lt; AV ≤ 1</b>	26,11 %

**Abbildung 1: AV-Index Histogramm**



**Abbildung 2: Boxplot AV-Index nach Qualifikationsniveau**



---

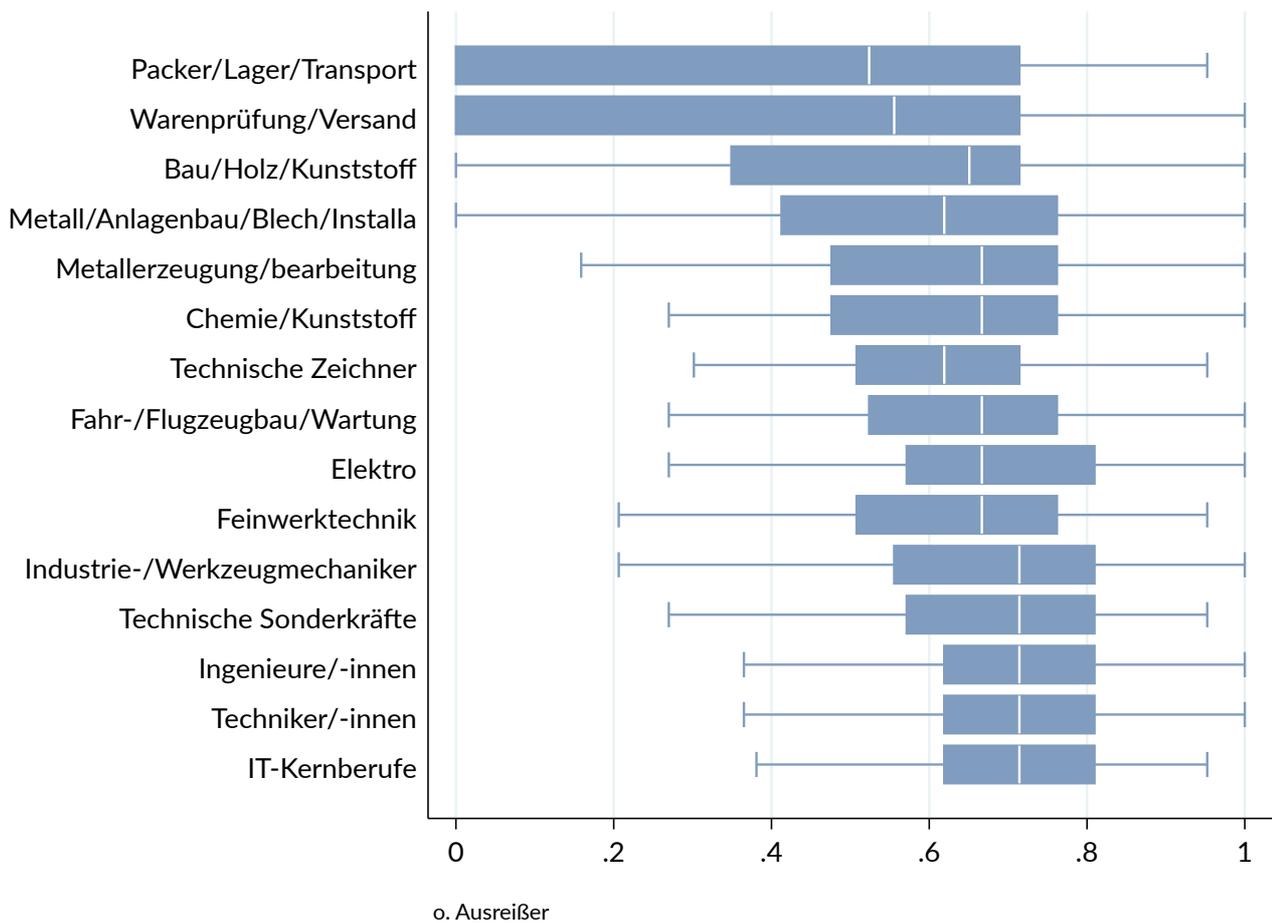
**Tabelle 4: Anteile AV nach Bildungsniveau**

Qualifikation	N <sub>AV</sub>	AV-Index (Mittelwert)	Standard- abweichung
ohne Abschluss	1.158	0,376	0,325
Berufsausbildung	10.153	0,538	0,289
Fortbildung	1.477	0,642	0,224
Hochschule	4.686	0,609	0,24
AV DE Insgesamt	<b>17.479</b>	<b>0,555</b>	<b>0,281</b>
AV > 0	14.528	0,668	0,139

**Tabelle 5: Zuordnung AV-Index zu ausgewählten Berufsfeldern**

Berufsfeld aktueller Erwerbsberuf tf100		N <sub>AV</sub>	AV-Index MW	Std.-Abw.
34	Packer/-innen, Lager-, Transportarbeiter/-innen	361	0,404	0,336
19	Warenprüfer/-innen, Versandfertigmacher/-innen	152	0,426	0,34
	AV-Index theoretischer Mittelwert		0,5	
18	Bauberufe, Holz-, Kunststoffbe- und -verarbeitung	413	0,518	0,31
7	Metall-, Anlagenbau, Blechkonstruktion, Installation	362	0,538	0,313
	DE Insgesamt	17.479	0,555	0,281
6	Metallerzeugung, -bearbeitung	179	0,569	0,272
4	Chemie-, Kunststoffberufe	135	0,575	0,281
24	Technische Zeichner/-innen, verwandte Berufe	71	0,582	0,235
9	Fahr-, Flugzeugbau, Wartungsberufe	190	0,608	0,267
10	Feinwerktechnische, verwandte Berufe	93	0,623	0,218
11	Elektroberufe	361	0,628	0,258
8	Industrie-, Werkzeugmechaniker/-innen	340	0,633	0,256
26	Technische Sonderkräfte	86	0,647	0,214
23	Ingenieure/-innen	690	0,675	0,212
21	Techniker/-innen	525	0,678	0,209
38	IT-Kernberufe	509	0,697	0,177

**Abbildung 3: Boxplot AV-Index für ausgewählte Berufsfelder**



### **Dokument**

Pfeiffer, Sabine; Suphan, Anne (2015): Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0. Working Paper 2015 #1 Finalfassung, Universität Hohenheim, Fg. Soziologie. Download:  
<http://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-Pfeiffer-Suphan-final.pdf>

### **Zu den Autorinnen**

Prof. Dr. Sabine Pfeiffer ist Professorin für Soziologie an der Universität Hohenheim.  
Kontakt über [www.sabine-pfeiffer.de](http://www.sabine-pfeiffer.de).

Dr. Anne Suphan ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Soziologie an der Universität Hohenheim.  
Kontakt: [soziologie@uni-hohenheim.de](mailto:soziologie@uni-hohenheim.de)

Homepage des Fachgebiets Soziologie an der Universität Hohenheim:  
<https://soziologie.uni-hohenheim.de>