

Tätigkeitswandel und Weiterbildungsbedarf in der digitalen Transformation

im Auftrag der

acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaft
Ansprechpartner: Dr. Andreas Heindl
Karolinenplatz 4
80333 München

in Zusammenarbeit mit dem

Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (IAB)
Regensburger Straße 104
90478 Nürnberg

Mannheim, 28. Oktober 2016

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

Ansprechpartner

Dr. Terry Gregory (ZEW)

L 7, 1 · 68161 Mannheim

Postfach 10 34 43
68034 Mannheim

E-Mail gregory@zew.de
Telefon +49 621-1235-306
Telefax +49 621-1235-225

Projektteam

Jun-Prof. Dr. Melanie Arntz (ZEW Mannheim und Universität Heidelberg)

Dr. Terry Gregory (ZEW Mannheim)

Dr. Simon Jansen (IAB Nürnberg)

Dr. Ulrich Zierahn (ZEW Mannheim)

Das Wichtigste in Kürze

- Bereits rund die Hälfte der deutschen Betriebe nutzt 4.0 Technologien, also Technologien der 4. Industriellen Revolution. Allerdings können nur 5% der Produktions- und nur 8% der Büro- und Kommunikationsmittel diesen Technologien zugeordnet werden. Im Trend nehmen 4.0 Technologien jedoch deutlich zu.
- Investitionen in 4.0 Technologien gehen überproportional von Betrieben aus, die größere Belegschaften, höhere Gewinne, Umsätze, Fremdleistungen sowie Exporte aufweisen. Diese Betriebe sind zudem jünger, sitzen eher in Westdeutschland, bilden mehr aus und sind eher in IKT bzw. wissensintensiven Sektoren vertreten.
 - 4.0 Technologien verändern die Tätigkeiten am Arbeitsplatz zu Lasten von Routineaufgaben, im Produktionsbereich auch zu Lasten manueller Aufgaben. Abstrakte Tätigkeiten gewinnen dagegen unabhängig von 4.0 Technologien stark an Bedeutung. Künftige Arbeitsinhalte werden anspruchsvoller, vielfältiger und komplexer.
 - Die Anforderungen an übergreifende Kompetenzen wie Prozessknowhow, interdisziplinäre Arbeitsweise oder überfachliche Fähigkeiten (z.B. persönliche und soziale Kompetenzen, Problemlösungskompetenzen) steigen. Die Notwendigkeit des kontinuierlichen Lernens wächst. Physische Belastungen werden tendenziell durch geistige Belastungen abgelöst.
- Im Dienstleistungsbereich verschieben 4.0 Technologien die Qualifikationsanforderungen in Richtung Fach-, Spezial-, und Hochschulwissen. Im Produktionsbereich zeigt sich dagegen eine Polarisierung, mit sowohl einem Trend hin zur Höherqualifizierung, aber auch De-qualifizierung - der Mensch wird in einigen Bereichen zum Assistenten digitaler Technologien mit sinken Anforderungen.
- Das deutsche Ausbildungssystem erweist sich als weitestgehend flexibel: Betriebe bilden überwiegend nicht in anderen bzw. neuen Ausbildungsberufen aus, sondern die Ausbildungsinhalte passen sich an. Der Umgang mit modernster IKT aber auch überfachliche Fähigkeiten werden wichtiger. E-Learning Angebote sind noch wenig verbreitet, gewinnen aber an Bedeutung.

Inhaltsverzeichnis

Das Wichtigste in Kürze	1
Inhaltsverzeichnis	2
1 Einleitung	3
2 Bisherige Evidenz	6
3 Repräsentative IAB-ZEW Arbeitswelt 4.0 Betriebsbefragung	10
4 Deskriptive Analysen	12
4.1 Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad der Arbeitsmittel in deutschen Betrieben	12
4.2 Konstruktion der Vergleichsgruppen	19
4.3 Tätigkeitswandel	21
4.4 Kompetenzanforderungen	27
4.5 Qualifikationsanforderungen	31
4.6 Aus- und Weiterbildung im Betrieb	33
5 Schlussfolgerungen	38
6 Literaturverzeichnis	41
7 Anhang	46
7.1 Definition der Wirtschaftssektoren	46
7.2 Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad nach Betriebsgröße	50
7.3 Nutzung neuer Technologien	51
7.4 Tätigkeitswandel differenziert nach detaillierten Tätigkeiten	52
7.5 Tätigkeitswandel differenziert nach Betriebsgröße	55

1 Einleitung

Die Digitalisierung und Automatisierung der Wirtschaft schreiten immer weiter voran. Insbesondere die Vernetzung von IT- und Geschäftsprozessen (Industrie 4.0) ermöglicht immer neue Anwendungs- und Absatzmöglichkeiten in Unternehmen. Dies reicht im Produktionsbereich von selbststeuernden Anlagen bis hin zum Internet der Dinge, Cyber-Physischen Systemen sowie Smart Factories. Im Dienstleistungs- bzw. Verwaltungsbereich von Betrieben zählen hierzu Software, Algorithmen oder Internetschnittstellen wie beispielsweise Analysetools mit Big Data, Cloud Computing Systeme sowie Online-Plattformen und -Märkte. Der Einsatz solcher 4.0 Technologien führt dabei zu einer veränderten Arbeitswelt, in der Maschinen und Softwarealgorithmen eine immer stärkere Rolle spielen (Arbeitswelt 4.0).

Die bisherige Forschung hat gezeigt, dass digitale Technologien vor allem repetitive Routine-Tätigkeiten ersetzen, da diese einfacher zu programmieren sind (Autor et al., 2003). Neuere Technologien der 4. Industriellen Revolution drängen jedoch zunehmend auch in Tätigkeitsbereiche vor, die bislang dem Menschen vorbehalten waren (Brynjolfsson und McAfee, 2014). Nach Schätzungen von Frey und Osborne (2013) sind 47% der Berufe in den USA durch Maschinen bedroht. Vergleichbare Studien für Deutschland stellen sogar fest, dass 59% bzw. 18 Millionen Arbeitsplätze gefährdet sind (Brzeski und Burk, 2015). Andere Studien zeigen wiederum für Deutschland und andere OECD-Länder, dass die Automatisierungspotentiale deutlich geringer ausfallen, wenn man berücksichtigt, dass Tätigkeitsprofile von Berufen stetigen Veränderungen unterliegen und dass durch Automatisierung nicht zwangsläufig ganze Berufe wegfallen (vgl. Arntz et al., 2016; Bonin et al., 2015; Dengler und Matthes, 2015). Zudem entstehen durch die Digitalisierung zugleich neue Arbeitsplätze (Gregory et al. 2016). Die meisten Studien sind sich jedoch einig, dass vor allem Tätigkeiten von Geringqualifizierten im hohen Maße automatisierbar sind. Die gezielte Qualifizierung und Weiterbildung von Arbeitnehmern rückt damit immer stärker in den Fokus.

Bisher ist jedoch unklar, in welchem Maße deutsche Betriebe überhaupt Technologien der Industrie 4.0 einsetzen. In der populärwissenschaftlichen Diskussion wird oftmals der Eindruck erweckt, dass solche selbststeuernden und

vernetzten Geschäftsprozesse bereits zum Alltag in Betrieben gehören. Auch wenn kaum Studien hierzu vorliegen, deuten vereinzelte Betriebsbefragungen darauf hin, dass die beschriebenen Technologien nur langsam Einzug in deutsche Betriebe erhalten. So stellt eine Unternehmensbefragung zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien fest, dass lediglich 18% der Unternehmen den Begriff Industrie 4.0 kennen und nur 4% bereits konkrete Industrie 4.0 Projekte umsetzten oder planen (ZEW 2015).

Ein Problem von aktuellen Befragungen zu Industrie 4.0 ist, dass Digitalisierung und Vernetzung von Geschäftsprozessen im bedeutenden Dienstleistungsbereich nicht ausreichend Berücksichtigung finden und hauptsächlich mit Produktionsprozessen in der Industrie verbunden werden. Zudem fehlen repräsentative Studien, die sowohl Veränderungen im Digitalisierungs- und Automatisierungsgrad der Arbeitsmittel in Betrieben, als auch gleichzeitige Veränderungen der Tätigkeiten am Arbeitsplatz und Qualifikations- und Kompetenzanforderungen an die Mitarbeiter in diesen Betrieben erheben.¹ In seinen Entwicklungsszenarien von Industriearbeit formuliert Hirsch-Kreinsen (2016) beispielsweise die Polarisierungsthese. Demnach könnten einige Tätigkeitsbereiche im Zuge des digitalen Wandels mit steigenden Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen einhergehen. Auf der anderen Seite könnten Tätigkeitsbereiche entstehen, die geringere Anforderungen an die Mitarbeiter stellen. Hierzu gehören einfache Tätigkeiten mit geringerem oder keinem Handlungsspielraum, wie etwa standardisierte Kontroll- und Überwachungsfunktionen (Hirsch-Kreinsen, 2014).

Das Ziel der Studie ist zum einen, den Stand der Automatisierung und Digitalisierung in deutschen Betrieben sowohl im Produktions- als auch im Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich in der Breite zu erfassen und die veränderten Arbeitsprozesse und -inhalte in Betrieben im Zuge der 4. Industriellen Revolution deskriptiv zu untersuchen. Wie ändern sich beispielsweise Tätigkeiten, Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen im Zuge der Industrie 4.0? Zum anderen analysiert die Studie die betrieblichen Aus- und Weiterbildungs-

¹ Eine Ausnahme ist das IW Personalpanel 2014, eine Onlinebefragung zu den künftigen Entwicklungen von Qualifikationen und Kompetenzen unter deutschen Betrieben von Hammermann und Stettes (2015), siehe Diskussion in Kapitel 2.

aktivitäten vor dem Hintergrund des technologischen Wandels: Wie wird derzeit in deutschen Betrieben aus- und weitergebildet? Welche Rolle spielt dabei der digitale Wandel? Die Ergebnisse dieser Studie sollen Auskunft darüber geben, ob und wie Betriebe ihre Aus- und Weiterbildungspraktiken an den technologischen Wandel anpassen und ihren Arbeitnehmern die nötigen Fähigkeiten vermitteln, die sie für eine Weiterbeschäftigung im Betrieb benötigen.

Zur Beantwortung der Fragen wird die repräsentative IAB-ZEW Arbeitswelt 4.0 Betriebsbefragung verwendet. Es handelt sich dabei um eine Befragung zum Einsatz von Digitalisierungs- und Automatisierungstechnologien und veränderten Arbeitsprozessen und -inhalten unter 2.032 deutschen Produktions- und Dienstleistungsbetrieben. Die Erhebung wurde im Mai 2016 vom IAB und ZEW durchgeführt und im Rahmen des vorliegenden Projektes um weitere Fragen zur Aus- und Weiterbildung im Betrieb ergänzt. Auf Basis der Daten werden Betriebe, die in den letzten 5 Jahren in 4.0 Technologien investiert haben, hinsichtlich der Untersuchungsfragen mit denen verglichen, die nicht in solche Technologien investiert haben. Unterschiede zwischen den Betrieben geben Einblicke in die Veränderungen im Zuge der digitalen Transformation. Die Analysen schließen die Dimension der Automatisierung in Folge von Industrie 4.0, als auch weitere Dimensionen, wie beispielsweise der Bereich der Entwicklung und Umsetzung neuer, innovativer Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetzwerke im Zuge von Industrie 4.0 mit ein.

Der Bericht ist wie folgt aufgebaut. In Kapitel 2 werden bisherige Studien zu den möglichen Kompetenz- und Qualifikationsverschiebungen im Zuge der 4. Industriellen Revolution sowie solche zum Zusammenhang zwischen technologischen Veränderungen und Weiterbildung diskutiert und Hypothesen abgeleitet. Kapitel 3 beschreibt die IAB-ZEW Arbeitswelt 4.0 Betriebsbefragung, die als Grundlage für die weiteren Analysen dient. Kapitel 4 beschreibt den aktuellen Stand und die Veränderung der Technik von Arbeitsmitteln in deutschen Betrieben, die damit einhergehende Veränderung in den Tätigkeiten und (Qualifikations-) Anforderungen sowie Veränderungen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung. Kapitel 5 schließt mit einem Fazit.

2 Bisherige Evidenz

Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen

Bislang gibt es nur wenige Studien zum Zusammenhang zwischen neuen Technologien der 4. Industriellen Revolution und den dadurch veränderten Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen.² Die existierenden Studien beruhen zumeist auf Unternehmensbefragungen. Diese Untersuchungen zeigen, dass Unternehmer und Experten im Zuge des verstärkten Einsatzes von Automatisierungs- und Digitalisierungstechnologien vor allem einen erhöhten Bedarf an IT-Fachwissen sehen (Hammermann und Stettes, 2016; Rische et al., 2015). Dabei werden im Zuge der Digitalisierung derartige Fähigkeiten nicht mehr nur von einigen wenigen Spezialisten, sondern zunehmend auch von der breiten Arbeitnehmerschaft abverlangt (Hammermann und Stettes, 2016). Neben fachlichen gewinnen vor allem soziale Kompetenzen wie Kooperationsbereitschaft und Kommunikationsstärke an Bedeutung, da Mitarbeiter im Zuge der Flexibilisierung und Entgrenzung von Arbeit zukünftig verstärkt in digital vernetzten Teams arbeiten werden (Hammermann und Stettes, 2016; Hirsch-Kreisen, 2016; World Economic Forum, 2016). Dies wird jedoch auch überfachliche Fähigkeiten wie Selbständigkeit, Eigenverantwortlichkeit sowie Planungs- und Organisationsfähigkeit abverlangen und eine höhere Bereitschaft zur stetigen Veränderung einfordern (Hammermann und Stettes, 2016; Kinkel et al., 2007). Dies hängt mit den wechselnden Tätigkeiten im Rahmen flexiblerer Organisationsstrukturen zusammen (Apt et al., 2016). Außerdem ermöglichen moderne Technologien, durch individualisierte Produkte und Dienste stärker auf heterogene Kundenwünsche einzugehen, so dass der individuelle Kundenkontakt bzw. das Kundenbeziehungsmanagement wichtiger wird (Rische et al., 2015). Des Weiteren wird von einer steigenden Bedeutung von kognitiven Fähigkeiten wie Problemlösungskompetenz, Kreativität und Intuition ausgegangen (Acatech, 2016; World Economic Forum, 2016), da hier keine expliziten Handlungsregeln für eine Algorithmisierung durch IT-Systeme bestehen (*Po-lanyi's Paradox*, Autor, 2015). Aus diesem Grund wird von einigen Studien das

² Ein Überblick von Studien zu den Folgen vergangener technologischer Veränderungen findet sich in Acemoglu und Autor (2011).

Erfahrungswissen bzw. implizite Wissen (*tacit knowlege*) betont (Hirsch-Kreinsen, 2016; Hammermann und Stettes, 2015).³ Unternehmer und Experten sehen zudem einen erhöhten Bedarf an Überblicks- und Prozesswissen sowie interdisziplinärem Denken in Folge immer komplexerer Geschäftsprozesse (Acatech, 2016; Kinkel et al., 2007; Rische et al., 2015; Schlund et al. 2014). Insgesamt wird die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen als bedeutend eingeschätzt (Rinne und Zimmermman, 2016; Schlund et al. 2014).

Bezüglich der Qualifikationsveränderung werden in der wissenschaftlichen Literatur zwei unterschiedliche Szenarien diskutiert: Upgrading und Polarisierung (Hirsch-Kreinsen, 2016). Demnach führt die Automatisierung im Upgrading-Szenario zu einer Substitution von einfachen Tätigkeiten mit monotonem und repetitivem Charakter, so dass die verbleibenden Tätigkeiten für Menschen anspruchsvoller werden und eine höhere Qualifikation voraussetzen. Die Aufwertung von Qualifikation wird dabei als ein Prozess verstanden, der tendenziell alle Beschäftigtengruppen erfasst. In diesem Szenario wird der Mensch weniger als Maschinenbediener sondern mehr als Erfahrungsträger, Entscheider und Koordinator eingesetzt (Kagermann, 2014). Gewinner sind vor allem diejenigen Beschäftigten, die ohnehin schon über eine höhere Qualifikation verfügen (Brynjolfsson und McAfee, 2014). Im Polarisierungsszenario kommt es zu einer Polarisierung der Qualifikationen, wo sowohl komplexe Tätigkeiten mit hohen Qualifikationsanforderungen als auch einfache Tätigkeiten mit niedrigem Qualifikationsniveau zu Lasten von Tätigkeitsbereichen mit mittleren Qualifikationen zunehmen. Zu den einfachen Tätigkeiten mit geringeren Anforderungen zählen standardisierte Kontroll- und Überwachungsfunktionen (Hirsch-Kreinsen, 2014). In der Folge kommt es zu einer Dequalifizierung ursprünglich qualifizierter Facharbeiter. Bezüglich dem mittleren Qualifikationssegment wird erwartet, dass bestenfalls Residualkategorien von qualifizierter Arbeit übrig bleiben, die nur mit einem unverhältnismäßigen Aufwand automatisiert werden können (Kinkel et al., 2007). Erste Hinweise in diese Richtung liefert eine Befragung von Beschäftigten nach ihrer Einschätzung bezüglich der sich ändernden Anforderungen im Zuge der Digitalisierung (vgl.

³ Neue Entwicklungen im Bereich von maschinellem Lernen bzw. künstlicher Intelligenz setzen sich zum Ziel, Maschinen in die Lage zu versetzen, selbstständig implizites Wissen zu generieren.

Arnold et al., 2016): Während Qualifizierte und Hochqualifizierte vor allem die Notwendigkeit einer beständigen Weiterbildung betonen, sehen Geringqualifizierte zum Teil auch sinkende Anforderungen an ihre Fähigkeiten.

Betriebliche Weiterbildung

Neben einem möglichen Höherqualifizierungs- und Dequalifizierungstrend, gewinnt vor allem die Um- bzw.- Weiterqualifizierung im Kontext der Digitalisierung an Bedeutung. Einige Studien auf der Firmenebene untersuchen dazu den Zusammenhang zwischen Weiterbildung und neuen Technologien. Boothby et al. (2010) zeigen beispielsweise, dass Firmen insbesondere dann von der Einführung moderner Technologien profitieren, wenn sie ihre Mitarbeiter gleichzeitig in den Bereichen der Computerkompetenz und Produktionstechnologie weiterbilden. Auch die Studie von Bartel et al. (2007) zeigt, dass Firmen, die in moderne CNC Technologien investiert haben, den Output ihrer Maschinen vor allem durch die Weiterbildung ihrer Mitarbeiter steigern konnten. Darüber hinaus sind Betriebe eher bereit in moderne Technologien zu investieren, wenn sie davon ausgehen können, dass viele Beschäftigte auch in der Lage sind, mit diesen modernen Technologien umzugehen (Beaudry et al., 2010; Beaudry und Green, 2003). Oftmals scheitert die Einführung moderner Technologien am Widerstand der eigenen Belegschaft, insbesondere älterer Mitarbeiter (Meyer 2011). Derartiger Widerstand seitens der Mitarbeiter kann durch begleitende Fort- und Weiterbildung reduziert werden (Ouadahi, 2008; Venkatesh und Davis, 2000). Durch Weiterbildung kann allerdings nicht nur die erfolgreiche Einführung, Verbreitung und Verwertung von modernen Technologien verbessert werden. Die Weiterbildungsmaßnahmen können sich auch positiv auf die Weiterentwicklung der Technologien (Produktinnovation) auswirken, wie verschiedene Studien zeigen (Ballot et al., 2001; Ballot et al., 2006; Gonzales et al., 2016). Dies gilt insbesondere dann, wenn die Weiterbildung Mitarbeitern des mittleren und höheren Managements zu Gute kommt. Allerdings könnten hohe Weiterbildungskosten insbesondere kleinere Unternehmen davon abhalten, ihre Mitarbeiter im Umgang mit modernen Technologien zu fördern, was auch die Einführung von Technologien in diesen Betrieben verzögert (Baldwin und Zhengxi, 2002). Die betriebliche Praxis in Deutschland ist sich überwiegend der Chancen von Weiterbildung zur Sicherung ihres Qualifikationsbedarfs bewusst (Hammermann und Stettes, 2016; Janssen und Leber, 2015).

Auf der individuellen Ebene gibt es weitaus weniger Evidenz zum Zusammenhang zwischen Weiterbildung und technologischer Entwicklung. Das liegt insbesondere daran, dass es wenige Datensätze gibt, die detaillierte Informationen über Weiterbildungsinhalte mit Daten zu Karriereverläufen von Mitarbeitern kombinieren. Allerdings legen einige Fallstudien nahe, dass Weiterbildung mit technologischen Inhalten die Produktivität von Mitarbeitern erhöht (Bartel et al., 2007; De Grip und Sauermann, 2012). Überdies zeigen neue Studien, dass sich IKT-Kenntnisse positiv auf die Lohnentwicklung von Individuen auswirken (Falck et al., 2016). Arbeitnehmer in Deutschland sind sich überwiegend über die Bedeutung von Aus- und Weiterbildung im Klaren. So stieg die Weiterbildungsbeteiligung zwischen 2007 und 2014 von 42% auf 51% (BMBF, 2014). Allerdings nehmen Mitarbeiter mit einfachen Tätigkeiten, geringqualifizierte und ältere Arbeitnehmer trotz der insgesamt steigenden Weiterbildungsbeteiligung relativ selten an betrieblicher Weiterbildung teil (Albert et al., 2010; Bassanini und Ok, 2004; Janssen und Leber, 2015; Leber und Stegmaier, 2013).

Die oben beschriebenen Studien verdeutlichen, dass Weiterbildung eine wichtige Rolle sowohl für die Einführung, Verwertung und Verbreitung moderner Technologien, als auch für den Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit von Mitarbeitern im digitalen Wandel spielt. Der Bericht beschäftigt sich daher in einem Schwerpunkt mit dem Zusammenhang zwischen modernen Technologien und Weiterbildung. In deskriptiven Auswertungen wird zum einen untersucht, wie Betriebe, die in moderne selbststeuernde Maschinen und integrierte IT Systeme investiert haben, ihren zukünftigen Weiterbildungsbedarf einschätzen und in wie weit sich die Inhalte der Aus- und Weiterbildung nach Einschätzung der Betriebe zukünftig verändern werden.

3 Repräsentative IAB-ZEW Arbeitswelt 4.0 Betriebsbefragung

Die Untersuchungen für den vorliegenden Bericht basieren auf der IAB-ZEW Arbeitswelt 4.0 Betriebsbefragung. Hierzu hat das ZEW in Zusammenarbeit mit dem IAB und dem IZB zwischen März und Mai 2016 eine repräsentative telefonische Befragung von insgesamt 2.032 Produktions- und Dienstleistungsbetrieben durchgeführt. Die Themenfelder der Befragung waren:

- (1) Bedeutung digitaler Technologien im Betrieb
- (2) Digitalisierungs- und Automatisierungsgrad der Arbeitsmittel
- (3) Personalentwicklung/Arbeitsnachfrage
- (4) Aus- und Weiterbildung
- (5) Hintergrundinformationen der Betriebe

Die Informationen wurden teilweise gegenwärtig, retrospektiv und prospektiv abgefragt. Zielperson im Betrieb war primär die technische Leitung; ebenfalls in Frage kamen (stellvertretende) Geschäfts- und Betriebsleitung, Assistenz der Geschäftsführung, Inhaber, Abteilungsleiter Controlling, Abteilungsleiter Produktion oder Prokuristen. Die Befragung wurde geschichtet nach Region (Ost /West), Betriebsgröße (0-9, 10-49, 50-200 sowie 200 und mehr Mitarbeiter) und nach fünf Sektoren.

Bei der Einteilung der Wirtschaftssektoren wurde den klassischen Kriterien nach zwischen Sekundärsektor (industrieller Sektor) und Tertiärsektor (Dienstleistungssektor) unterschieden, wobei jeweils nochmal zwischen wissensintensiven (z.B. Forschung und Entwicklung oder die Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen) und nicht wissensintensiven Bereichen (z.B. Bausektor oder Gastronomie) differenziert wurde.⁴ Der IKT-Sektor (z.B. Verlegen von Software oder die Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten) bildet eine

⁴ Der Primärsektor wurde vernachlässigt, da er mit einem Anteil an der Zahl der Erwerbstätigen von lediglich 1,5% im Jahr 2015 von nur geringer Bedeutung ist (Statistisches Bundesamt 2016). Die Unterscheidung zwischen wissensintensiven und nicht-wissensintensiven Sektoren beruht auf Gehrke et al. (2010).

gesonderte fünfte Kategorie, um dem aufstrebenden Informationssektor gesondert Rechnung zu tragen.⁵ Für eine genaue Einteilung der Sektoren siehe Anhang 7.1.

Die Ausschöpfungsquote in der Befragung betrug 21%, d.h. auf Basis von 9.525 Telefonadressen wurden 2.032 Telefoninterviews erfolgreich durchgeführt.⁶ Die Telefonadressen wurden zufällig aus dem Adressbestand der bei der Bundesagentur für Arbeit gemeldeten Betriebe gezogen. Als Verweigerungsgründe wurden hauptsächlich folgende Motive genannt: Grundsätzlich keine Teilnahme an Befragungen (14,9%), kein Interesse am Thema der Studie (23,4%), grundsätzlich keine telefonischen Auskünfte (17,7%), keine Zeit (21,9%), andere Gründe (9,4%) bzw. Zielperson war nicht zu sprechen (12,6%). Unter den Betrieben mit dem Verweigerungsgrund „Kein Interesse am Thema der Studie“ gaben 69% an, dass dies nicht daran läge, dass Automatisierungs- und Digitalisierungstechnologien im Betrieb keine Rolle spielen. Eine potentielle Verzerrung hinsichtlich der Nutzung dieser Technologien sollte somit gering sein.

Für die Auswertungen wurden Designgewichte für jede Zelle h wie folgt konstruiert:

$$w_h = \frac{n}{N} * \frac{N_h}{n_h}$$

wobei N die Grundgesamtheit, n die Anzahl befragter Betriebe, N_h die Grundgesamtheit in Zelle h und n_h die Anzahl befragter Betriebe in Zelle h repräsentieren. In den folgenden Auswertungen werden alle Beobachtungen mit w_h gewichtet, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass bestimmte Betriebe überproportional häufig zu der Gesamtheit aller Betriebe befragt wurden. Ein potentieller Non-Response-Bias wird nicht korrigiert.

⁵ Die Definition des IKT-Sektors basiert auf der Klassifikation des Statistischen Bundesamtes (2015).

⁶ Die Ausschöpfungsquote wurde auf Basis der um neutrale Ausfälle bereinigten Bruttostichprobe berechnet.

4 Deskriptive Analysen

4.1 Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad der Arbeitsmittel in deutschen Betrieben

Die IAB-ZEW Arbeitswelt 4.0 Befragung erlaubt erstmals Einblicke in den Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad der Arbeitsmittel in deutschen Betrieben sowie deren Veränderungen in den letzten 5 Jahren. Dazu wurden Betriebe um eine Einschätzung bezüglich ihrer Arbeitsmittel gebeten, wobei zwischen (A) Produktionsmitteln sowie (B) elektronischen Büro- und Kommunikationsmitteln (BuK-Mittel) unterschieden wurde. Produktionsmittel umfassen Maschinen, Anlagen, Werkzeuge, Fahrzeuge oder Transportmittel und werden meist von Produzenten verwendet. BuK-Mittel umfassen Computer, Laptops, Tablets, Telefone, Software oder Internetschnittstellen und werden in der Verwaltung von sowohl Produzenten als auch von Dienstleistern verwendet. Um den Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad der Arbeitsmittel zu erfassen, wurden die Technischen Leiter oder Personen mit vergleichbarer Expertise gebeten, ihre Arbeitsmittel in drei Technologieklassen aufzuteilen.

Tabelle 1 zeigt die Struktur der Technologieklassen. Die Gruppierung ist so angelegt, dass der Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad in den jeweiligen Kategorien ansteigt. Dies reicht bei Produktionsmitteln von „manuell gesteuerten“ Arbeitsmitteln, wo der Mensch im hohen Maße selbst tätig ist, bis hin zu „selbststeuernden“ Maschinen und Anlagen, wo die Technik Arbeitsprozesse weitestgehend selbstständig und automatisch erledigt. Die BuK-Mittel in der Verwaltung von Produktionsbetrieben sowie in Dienstleistungsbetrieben können analog eingeteilt werden. Hier reicht das Spektrum von „nicht IT-gestützten“ Arbeitsmitteln wie etwa Telefone und Faxe, bei denen der Mensch im hohen Maße selbst tätig ist, bis hin zu „IT-integrierten“ Computersystemen oder Plattformen, wo Software und Algorithmen Arbeitsprozesse weitestgehend selbstständig und automatisch erledigen. Die obersten Kategorien „selbststeuernd“ und „IT-integriert“ bezeichnen wir im Folgenden als Technologien der vierten Industriellen Revolution bzw. Technologien 4.0 (Produktionsmittel 4.0 bzw. BuK-Mittel 4.0) . Die Informationen wurden retrospektiv, gegenwärtig und zukunftsgerichtet abgefragt, so dass auch die zeitlichen Ver-

änderungen sowie die Erwartungen über die Zukunft betrachtet werden können.

Tabelle 1 – Klassifikation der Arbeitsmittel nach dem Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad

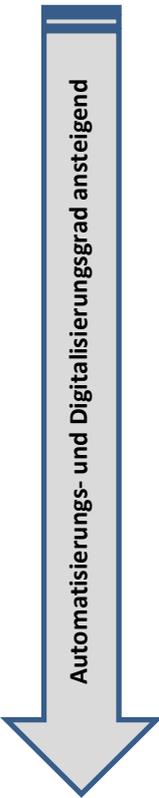
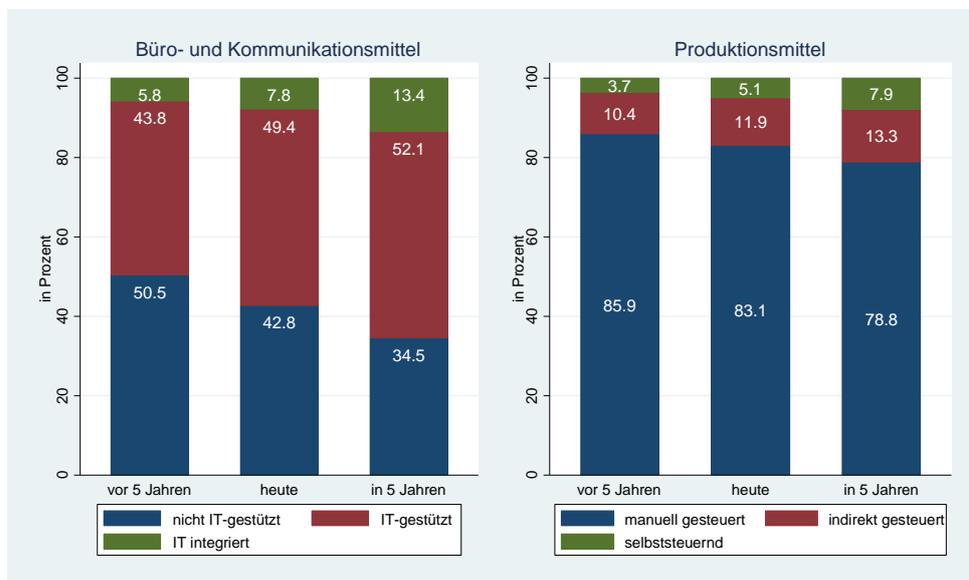
<i>Arbeitsmittel:</i>	Produktionsmittel	Elektronische Büro- und Kommunikationsmittel
<i>Einsatzbereich:</i>	Produktion	Verwaltung/Dienstleistungen
 Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad ansteigend	1. Manuell gesteuert z.B. Bohrmaschinen, Kraftfahrzeuge oder Röntgengeräte. Bei diesen Arbeitsmitteln ist der Mensch im hohen Maße selbst tätig.	1. Nicht IT-gestützt z.B. Telefone, Fax- oder Kopiergeräte. Bei diesen Arbeitsmitteln ist der Mensch im hohen Maße selbst tätig.
	2. Indirekt gesteuert z.B. CNC-Maschinen, Industrieroboter oder verfahrenstechnische Anlagen. Bei diesen Arbeitsmitteln übernimmt die Technik einen Großteil der Arbeit; der Mensch ist nur indirekt tätig.	2. IT-gestützt z.B. Computer, Terminals, elektronische Kassen oder CAD-Systeme. Bei diesen Arbeitsmitteln übernimmt die Technik einen Großteil der Arbeit; der Mensch ist nur indirekt tätig.
	4.0 Technologien	
	3. Selbststeuernd Dazu zählen Produktionsanlagen bis hin zu „Smart Factories“, „Cyber-Physische Systeme“ und „Internet der Dinge“. Bei diesen Arbeitsmitteln übernimmt die Technik Arbeitsprozesse weitestgehend selbstständig und automatisch.	3. IT-integriert z.B. Analysetools mit Big Data, Cloud Computing Systeme, Internetplattformen wie Amazon, Shop-Systeme oder Online-Märkte. Bei diesen Arbeitsmitteln übernimmt die Technik Arbeitsprozesse weitestgehend selbstständig und automatisch.

Abbildung 1 zeigt, dass Technologien 4.0 in Deutschland noch wenig verbreitet sind – etwa 5 bzw. 8% der Produktions- bzw. Büro- und Kommunikationsmittel können dieser Kategorie zugeordnet werden. Dazu wurden die Durchschnitte der jeweiligen Anteile aus Tabelle 1 über alle Betriebe hinweg gebildet, jeweils

getrennt nach Arbeitsmitteln und separat für Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Während der Anteil von selbststeuernden Maschinen und Anlagen in den letzten 5 Jahren von 3,7% auf 5,1% angestiegen ist, ging der Anteil manuell gesteuerter Anlagen von 85,9% auf 83,1% zurück. Der Trend bei den BuK-Mitteln ist ähnlich, wenn auch stärker. Hier nahm der Anteil IT-integrierter Arbeitsmittel von 5,8% auf 7,8% zu, während der Anteil nicht IT-gestützter Systeme von 50,5% auf 42,8% zurückgegangen ist. Letzteres verdeutlicht, dass die Digitalisierung und Automatisierung der Produktionsmittel weniger fortgeschritten sind als die der BuK-Mittel. Das Ergebnis deckt sich mit Hammermann und Stettes (2015), die im Rahmen ihrer Unternehmensbefragung feststellen, dass der Digitalisierungsgrad in der Industrie hinter dem der unternehmensnahen Dienstleister zurückbleibt. Auch Schlund et al. (2014) finden, dass lediglich 6% der Industrieunternehmen ihre Industrie 4.0-Fähigkeiten als bereits stark ausgeprägt einschätzen.

Abbildung 1 – Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad der eingesetzten Arbeitsmittel



Anmerkung: Definition der Arbeitsmittel siehe Tabelle 1.

Auch wenn der Digitalisierungs- und Automatisierungsgrad der Arbeitsmittel in deutschen Betrieben noch gering ist, so sprechen die Veränderungen für einen klaren Trend in Richtung vollständig automatisierter und digitalisierter

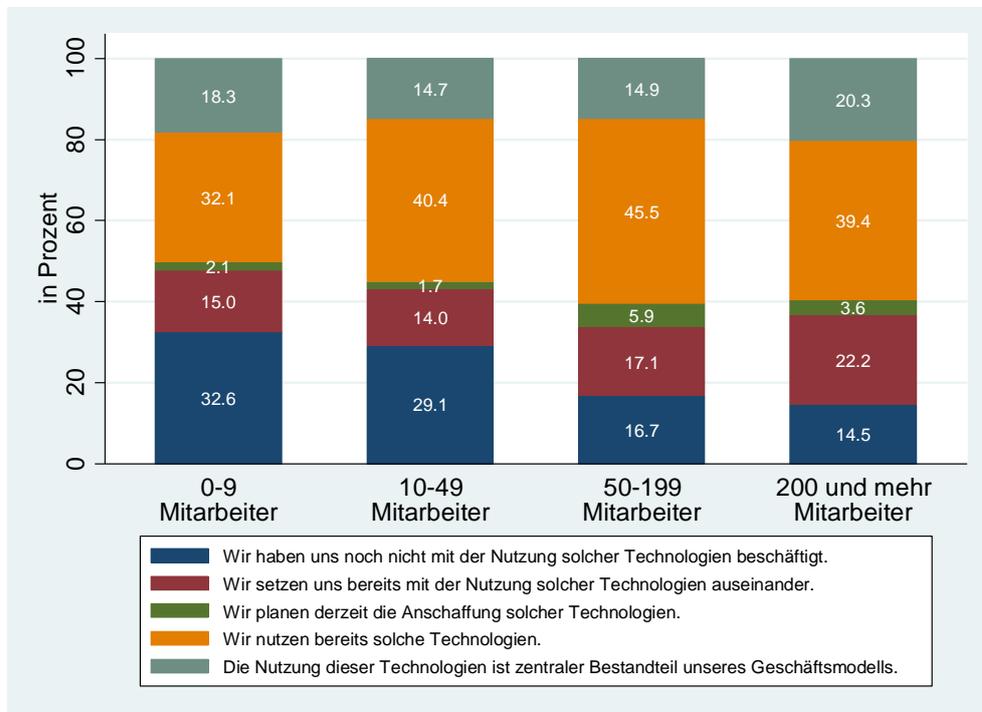
Prozesse. Die Betriebe erwarten insbesondere, dass sich dieser Trend fortsetzt, wie an den Angaben zur Erwartung in 5 Jahren in Abbildung 1 deutlich wird. Dieser Trend vollzieht sich gleichzeitig am „unteren Rand“ von nicht-IT-gestützten bzw. manuell gesteuerten Arbeitsmitteln hin zu IT-gestützten bzw. indirekt gesteuerten Arbeitsmitteln, und am „oberen Rand“ hin zu den IT integrierten bzw. selbststeuernden Arbeitsmitteln.

Jedoch verbirgt sich hinter den in Abbildung 1 gezeigten Durchschnittswerten eine große Heterogenität unter den Betrieben. Denn noch lange nicht alle Betriebe nutzen bereits Produktions- und BuK-Mittel, die in die oberste Technologieklasse fallen. Um dies näher zu beleuchten, wurden Betriebe auch direkt nach der Nutzung von 4.0 Technologien gefragt (siehe Abbildung 2). Demnach nutzen ca. 50% der Betriebe mit 0-9 Mitarbeiter keine 4.0 Technologien, während der Anteil unter Betrieben mit mehr als 200 Mitarbeitern lediglich 40% beträgt. Zudem hat sich etwa ein Drittel der kleinen und mittleren Betriebe überhaupt noch nicht mit dem Thema beschäftigt. Dies betrifft insbesondere Produktionsbetriebe, aber auch nicht-wissensintensive Dienstleister (vgl. Abbildung 11 im Anhang 7.3).

Die Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen anderer Studien. So finden Schlund et al. (2014), dass 55% der befragten Industrieunternehmen ihre Industrie 4.0 Fähigkeiten erst erarbeiten müssen. Schröder (2016) stellt ferner fest, dass der Mittelstand Themen wie Big Data und Cloud Computing noch nicht für sich entdeckt hat. Oftmals fehlt es den Betrieben angesichts knapper Ressourcen an einer umfassenden Strategie bezüglich Industrie 4.0. Laut den Ergebnissen behindern zudem große Sicherheitsbedenken die Umstellung. Auch die Studie von Acatech (2016) stellt bei kleinen und mittleren Unternehmen im Vergleich zu Großunternehmen einen niedrigeren Grad bei der Digitalisierung und der Umsetzung von Industrie 4.0 fest.

Unterschiede zwischen den Betrieben zeigen sich jedoch nicht nur in Hinblick auf das Niveau der derzeitigen Nutzung, sondern auch auf die Veränderung der Nutzung über die Zeit. Um diese genauer zu beleuchten, wird im Folgenden der Schwerpunkt auf die höchsten Technologieklassen – selbststeuernde Produktionsmittel bzw. IT-integrierte BuK-Mittel – gelegt, welche Investitionen in Technologien der Industrie 4.0 widerspiegeln.

Abbildung 2 - Nutzung von 4.0 Technologien nach Betriebsgröße

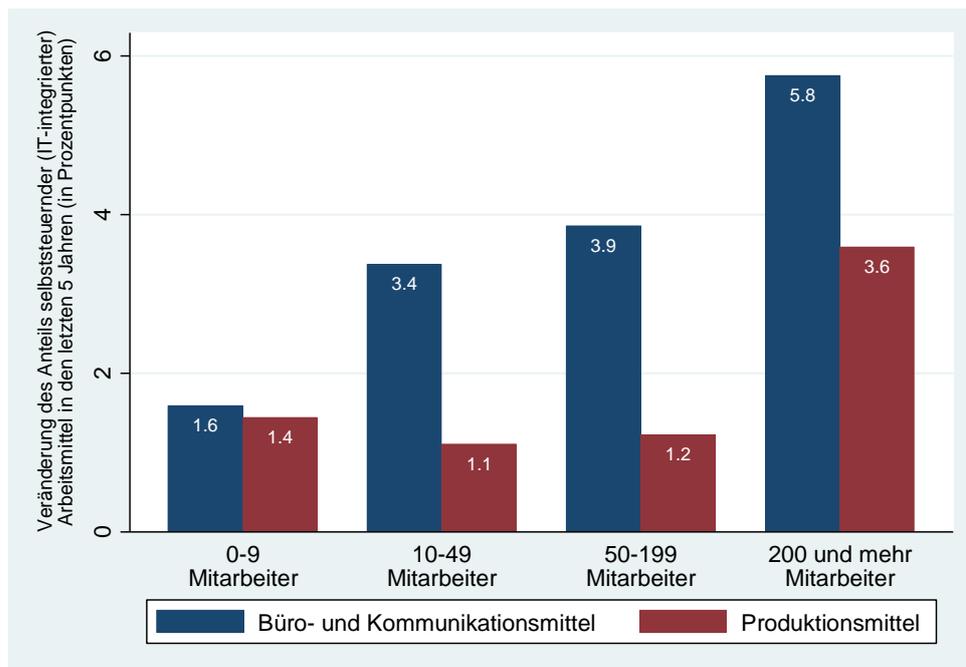


Anmerkung: Definition von „4.0 Technologien“ siehe oberste Kategorie „selbststeuernd“ bzw. „IT-integriert“ in Tabelle 1.

Abbildung 3 verdeutlicht, dass die Investitionsaktivitäten in 4.0-Technologien in den letzten 5 Jahren vor allem von Großbetrieben ausgingen, insbesondere in der Produktion. Dazu zeigt die Abbildung Veränderungen im Anteil selbststeuernder Produktionsmittel bzw. IT-integrierter BuK-Mittel in den letzten 5 Jahren nach Betriebsgröße. Im Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich steigt der Anteil IT-integrierter BuK-Mittel graduell mit der Betriebsgröße an. Während in Betrieben mit mehr als 200 Mitarbeitern der Anteil IT-integrierter BuK-Mittel durchschnittlich um 5,8 Prozentpunkte zulegen, lag die durchschnittliche Veränderung bei kleineren Betrieben mit 0-9 Mitarbeitern bei lediglich 1,6 Prozentpunkten. Im Fall von Produktionsmitteln scheint die Dynamik hauptsächlich von Betrieben mit mehr als 200 Mitarbeitern auszugehen. Hier betrug die Veränderung im Anteil selbststeuernder Maschinen und Anlagen 3,6 Prozentpunkte, während die Veränderung bei den verbleibenden Betrieben zwischen 1,1-1,4 Prozentpunkten lag. Allerdings verbirgt sich hinter

diesen Durchschnittswerten eine große Streuung innerhalb der Betriebsgrößenklassen (siehe Abbildung 10 in Anhang 7.2).

Abbildung 3 – Investitionen in 4.0 Technologien in den letzten 5 Jahren, nach Betriebsgrößenklasse

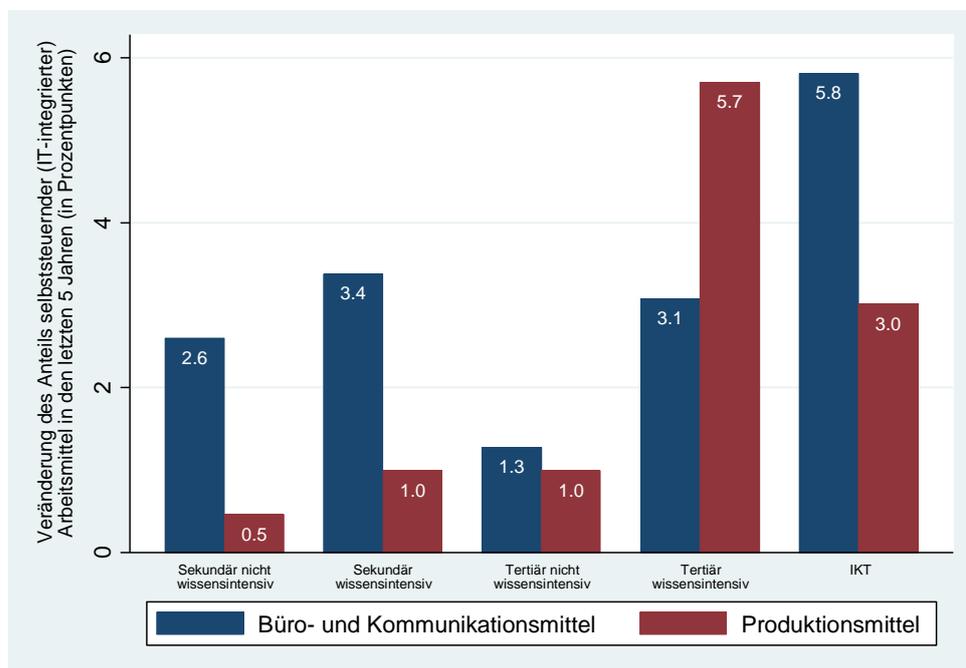


Eine Erklärung für diese Streuung sind die Unterschiede in der Investitionsdynamik nach Branchen (vgl. Abbildung 4). Investitionen in IT-integrierte Systeme gehen bei BuK-Mitteln vor allem vom IKT-Sektor aus, gefolgt von wissensintensiven Sektoren des Sekundär- und Tertiärbereichs. Betrachtet man die Automatisierung und Digitalisierung der Produktionsmittel, so gehen die Dynamiken hauptsächlich vom wissensintensiven Tertiärbereich aus, gefolgt vom IKT-Sektor.

Grundsätzlich zeigt Abbildung 4, dass wissensintensive Sektoren mehr in Industrie 4.0 investieren als nicht-wissensintensive Sektoren und dass im IKT-Sektor mehr in Industrie 4.0 investiert wird als in den übrigen sekundären und tertiären Sektoren. Allerdings offenbaren die Zahlen einige Überraschungen. Demnach geht die Automatisierung und Digitalisierung der Produktionsmittel bei Dienstleistern vergleichsweise stärker voran, während die Automatisierung

und Digitalisierung der BuK-Mittel stärker in Produktionsbetrieben vorstattengeht. Bei Dienstleistern mit selbststeuernden Produktionsmitteln handelt es sich dabei nicht nur um wenige spezialisierte Betriebe – 43% der Dienstleistungsbetriebe verwenden auch Produktionsmittel. Allerdings lässt sich hier nicht abschließend klären, um welche Art von Betrieben es sich hier genau handelt.⁷

Abbildung 4 – Veränderung des Automatisierungs- und Digitalisierungsgrades in den letzten 5 Jahren, nach Wirtschaftssektoren



Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Nutzung moderner digitaler Technologien unter den Betrieben, insbesondere des Dienstleistungssektors, bereits stark verbreitet ist. So nutzen bereits etwa die Hälfte der Betriebe entsprechende Technologien. Gemessen an allen eingesetzten Produktions- und BuK-Mitteln fällt der Anteil mit durchschnittlich 5-8% immer noch gering aus. Ein Drittel der kleineren Betriebe hat sich noch nicht einmal mit dem Thema be-

⁷ Tiefgehende Analysen zu dieser Frage sind erst nach der geplanten Verknüpfung der Betriebsdaten mit den Sozialversicherungsdaten der Bundesagentur für Arbeit möglich.

schäftigt. Es zeigen sich somit starke Unterschiede über Betriebe hinweg, die anscheinend zum Teil mit Größen- und Brancheneffekten zusammenhängen. Auch bezüglich der Investitionsdynamik in den letzten fünf Jahren findet sich diese Heterogenität wieder. Während die einen bereits im digitalen Zeitalter angekommen sind und die Nutzung dieser Technologien ausbauen, haben andere die Potenziale für sich offensichtlich noch nicht entdeckt oder scheuen die Investitionsrisiken.

4.2 Konstruktion der Vergleichsgruppen

Das Ziel der folgenden Analysen ist es, auf Basis der im vorherigen Abschnitt beobachteten Unterschiede in der Nutzung von 4.0 Technologien auf Betriebsebene einen Einblick zu bekommen, wie solche Technologien die Arbeitswelt hinsichtlich der Tätigkeiten, Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen verändern. Hierzu werden im Folgenden Betriebe, die in den letzten fünf Jahren in 4.0 Technologien investiert haben,⁸ mit solchen Betrieben verglichen, die dies nicht getan haben. Lassen sich Unterschiede hinsichtlich bestimmter Merkmale wie beispielsweise Kompetenzanforderungen zwischen diesen Betriebsgruppen feststellen, liefern diese erste Hinweise darauf, wie Automatisierung und Digitalisierung die Kompetenzanforderungen beeinflussen könnte.⁹

⁸ Hiermit sind Betriebe gemeint, bei denen der Anteil selbststeuernder Produktionsmittel oder IT-integrierter BuK-Mittel in den letzten 5 Jahren gestiegen ist.

⁹ Entsprechende Unterschiede sind jedoch nicht unbedingt kausal auf die Investitionen in 4.0 Technologien zurückzuführen. Es kann ein Scheinzusammenhang vorliegen, wenn die zunehmende Durchdringung solcher Technologien in Betrieben und die beobachteten Tätigkeits- und Kompetenzveränderungen über unbeobachtete Faktoren miteinander verbunden sind.

Tabelle 2 – Vergleich von Betrieben – mit und ohne Investitionen in 4.0 Technologien

	Büro- und Kommunikationsmittel		Produktionsmittel	
	Betrieb hat in den letzten 5 Jahren in 4.0 Technologien investiert?			
Durchschnitte	nein	ja	nein	ja
Anzahl Mitarbeiter	10	17	12	26
Gewinn (in Mio Euro)	0.2	5.6	0.2	13.6
Umsatz (in Mio Euro)	5.7	38.2	18.4	81.5
Anteil der Fremdleistungen am Umsatz (in %)	14.7	16.4	14.7	21.1
Anteil der Exporte am Umsatz (in %)	2.06	7.84	5.1	10.58
Anteil der Beschäftigten, die in den letzten 12 Monaten an Weiterbildung teilgenommen haben	33.5	33.9	31.0	31.0
Anzahl abgeschlossener Ausbildungsverträge	0.9	2.9	1.2	5.4
Alter des Betriebs (in Jahren)	57.9	44.3	45.5	31.2
Anteil der Betriebe in Ost-DL (in %):	17.0	20.1	18.4	22.1
Anteile nach Wirtschaftssektor				
Sekundär nicht wissensintensiv	17.7	17.7	33.8	17.1
Sekundär wissensintensiv	1.1	1.7	2.1	4.0
Tertiär nicht wissensintensiv	60.9	54.4	53.6	42.1
Tertiär wissensintensiv	18.7	22.5	9.8	34.5
IKT	1.6	3.7	0.8	2.2
Anteile nach Betriebsgröße				
0-9 Mitarbeiter	82.6	70.0	77.1	71.9
10-49 Mitarbeiter	14.3	23.7	18.4	20.0
50-199 Mitarbeiter	2.6	4.8	3.8	5.1
200 und mehr Mitarbeiter	0.5	1.5	0.6	3.0
Anzahl Betriebe	1367	609	1023	198

Tabelle 2 zeigt diverse durchschnittliche Betriebsmerkmale für die beiden Betriebsgruppen zum Zeitpunkt der Befragung, getrennt nach Arbeitsmitteln. Demnach weisen Betriebe, die in den letzten fünf Jahren in 4.0 Technologien investiert haben, größere Belegschaften, höhere Gewinne, Umsätze, Fremd-

leistungen sowie Exporte auf. Sie sind jünger, sitzen eher in West-DL, bilden mehr aus und sind eher im IKT bzw. wissensintensiven Sektoren vertreten. Die Unterschiede zwischen Betrieben, die in den letzten fünf Jahren in 4.0 Technologien haben und den restlichen Betrieben sind dabei größer, wenn Investitionen in Produktionsmittel betrachtet werden. Hier scheinen aktuelle Veränderungen in der Automatisierung und Digitalisierung im stärkeren Maße von größeren und umsatzstärkeren Betrieben in wissensintensiven Sektoren auszugehen. Dies könnte damit zusammenhängen, dass Investitionen in selbststeuernde Maschinen und Anlagen vermutlich teurer und aufwendiger zu installieren sind als IT-integrierte BuK-Mittel.

Die Befunde bestätigen, dass Investitionen in 4.0 Technologien vor allem von größeren Betrieben ausgehen, insbesondere aus dem wissensintensiven tertiären Bereich (vgl. Diskussion in Abschnitt 4.1). Größere Betriebe nutzen häufiger digitale Technologien und sind sich stärker der Chancen bewusst (Acatech, 2016; Hammermann und Stettes, 2016).

Zwar weisen die Betriebe mit Investitionen in neue Technologien im Durchschnitt unter anderem höhere Umsätze, Gewinne und Auszubildendenzahlen aus. Allerdings kann hier nicht abschließend geklärt werden, ob die höhere Profitabilität und andere Indikatoren wie etwa die höheren Ausbildungszahlen nicht nur einfach die Größe des Betriebes widerspiegeln. Im nachfolgenden Abschnitt werden beide Betriebstypen aus Tabelle 2 hinsichtlich des Tätigkeitswandels (Abschnitt 4.3), der veränderten Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen (Abschnitte 4.4 und 4.5) sowie hinsichtlich des Aus- und Weiterbildungsverhaltens (Abschnitt 4.6) miteinander verglichen.

4.3 Tätigkeitswandel

Im Folgenden soll untersucht werden, wie sich die Tätigkeiten im Zuge der Automatisierung und Digitalisierung verändern. Die Literatur unterscheidet dabei zwischen Routinetätigkeiten, manuellen und abstrakten Tätigkeiten. Tabelle 3 gibt einen Überblick über diese Tätigkeitsfelder. Routinetätigkeiten umfassen dabei vor allem klar definierte und repetitive Aufgaben, die leichter durch Computer und Algorithmen zu programmieren sind, wie etwa Transportieren, Herstellen von Waren, Berechnen oder Schreibarbeiten. Diese sind typischerweise bei Buchhaltern oder Büro- und Produktionsarbeitern verbreit-

tet. Manuelle Tätigkeiten sind Tätigkeiten, wo im hohen Maße situative Anpassung, visuelle- und Spracherkennung sowie zwischenmenschliche Interaktion erforderlich sind, wie etwa beim Pflegen, Reparieren oder Bedienen. Typische Berufe sind hier Köche, Kellner, Mechaniker sowie heilende und helfende Berufe. Schließlich gibt es abstrakte Tätigkeiten, die in hohem Maße Problemlösungskompetenzen, Intuition, Kreativität und Überzeugungskraft benötigen. Diese sind bei Managern, Ingenieuren und Wissenschaftlern stark ausgeprägt.

Tabelle 3 – Einteilung von Tätigkeiten

Routine	Manuell	Abstrakt
<ul style="list-style-type: none"> • Messen, Prüfen oder Qualität kontrollieren • Schreibarbeiten, Schriftverkehr oder Formulararbeiten • Kalkulieren, Berechnen oder Buchen • Überwachen oder Steuern von Maschinen, Anlagen oder technischen Prozessen • Manuelle Tätigkeiten zum Herstellen oder Produzieren von Waren • Transportieren, Lagern oder Versenden 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparieren, Warten oder Instandsetzen • Bewirten, Bedienen oder Beherbergen • Pflegen, Betreuen oder Heilen • Reinigen, Abfall beseitigen oder Recyclen • Sichern, Schützen oder Bewachen 	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen sammeln, Recherchieren, Dokumentieren • Organisieren, Planen und Vorbereiten von Arbeitsprozessen • Entwickeln, Forschen oder Konstruieren • EDV-Tätigkeiten, Programmieren • Gesetze oder Vorschriften anwenden oder auslegen • Ausbilden, Lehren, Unterrichten oder Erziehen • Beraten oder Informieren • Einkaufen, Beschaffen oder Verkaufen • Werben, Marketing, Öffentlichkeitsarbeit, Public Relations • Personal einstellen, Mitarbeiter anleiten, kontrollieren, beurteilen • Verhandeln

Anmerkung: Definition der Tätigkeiten basierend auf der bisherigen Forschungspraxis, vgl. Rohrbach-Schmidt und Tiemann (2013)

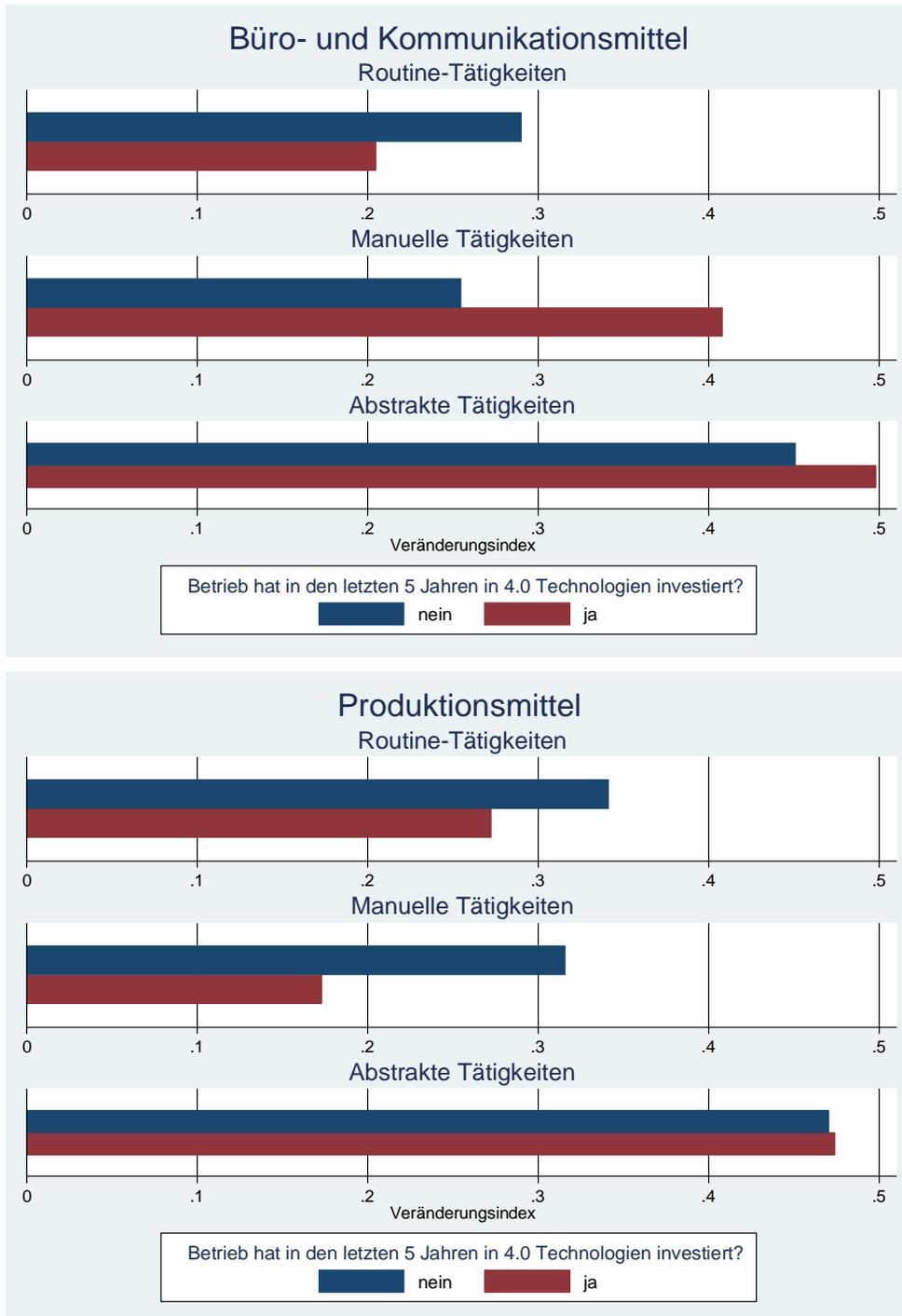
Im Rahmen der IAB-ZEW Arbeitswelt 4.0 Befragung wurden Betriebe dazu befragt, wie sich die Arbeitszeit der Mitarbeiter in den letzten fünf Jahren in den 22 Tätigkeitsfeldern von Tabelle 3 entwickelt haben.¹⁰ Dabei zeigt sich, dass Routinetätigkeiten zu Gunsten von abstrakten Tätigkeiten an Bedeutung verlieren, wobei sich bei näherer Betrachtung einige Besonderheiten zeigen. Abbildung 5 zeigt dazu den Veränderungsindex von Tätigkeiten separat nach Arbeitsmitteln und Tätigkeitsfeldern. Der Veränderungsindex berechnet sich als Anteil der Betriebe, die bei sich in den letzten 5 Jahren eine (starke) Zunahme beobachten, abzüglich des Anteils der Betriebe, die eine (starke) Abnahme beobachten. Demnach steigt der Index im Bedeutungszuwachs von Tätigkeiten und sinkt im Bedeutungsverlust. Ein positiver Wert bedeutet, dass insgesamt ein Anstieg der Tätigkeiten zu beobachten ist. Die Balken werden dabei jeweils für Betriebe gezeigt, die in den letzten fünf Jahren in 4.0 Technologien investiert haben und für solche, die in den letzten fünf Jahren nicht in 4.0 Technologien investiert haben.

Abbildung 5 macht deutlich, dass Betriebe überwiegend von einer Zunahme der Arbeit ausgehen, unabhängig von Tätigkeitsfeld und Arbeitsmitteln (alle Balken haben positive Werte). Wenn man davon ausgeht, dass die erfassten 22 Tätigkeiten im Großen und Ganzen das gesamte Spektrum möglicher Aufgaben erfasst, ist dies für sich genommen ein Indiz für eine zunehmende Arbeitsverdichtung, sofern die Beschäftigung nicht mindestens im gleichen Maße steigt. Wegen fehlender Daten zur Beschäftigung lässt sich jedoch nicht abgrenzen, ob es zu einer Arbeitsverdichtung an den Arbeitsplätzen oder einer Ausdehnung der Belegschaft kommt.¹¹ Ein Trend hin zur Arbeitsverdichtung sowie eine Zunahme der Arbeitskomplexität wurden allerdings bereits von einigen Studien zur Zukunft der Arbeit prognostiziert (siehe Arnold et al., 2016; Hirsch-Kreinsen, 2016; Kinkel et al., 2007).

¹⁰ Aufgrund der begrenzten Interviewdauer wurden für jeden Betrieb jeweils 11 der 22 Tätigkeiten randomisiert gezogen und abgefragt.

¹¹ Derzeit werden die Betriebsdaten mit den Sozialversicherungsdaten der Bundesagentur für Arbeit verknüpft, so dass zukünftig unter anderem die Entwicklung der Beschäftigtenzahl untersucht werden kann.

Abbildung 5 – 4.0 Technologien und veränderte Tätigkeiten



Darüber hinaus berichten die Betriebe von Strukturverschiebungen, was die Bedeutung unterschiedlicher Tätigkeiten betrifft. Insbesondere abstrakte Tätigkeiten nahmen in den letzten fünf Jahren im Vergleich zu manuellen Tätigkeiten und Routinetätigkeiten zu. Vergleicht man jedoch die Zahlen zwischen Betrieben, die in den letzten fünf Jahren in 4.0 Technologien investiert haben und den restlichen Betrieben, so findet sich ein ähnlicher Bedeutungszuwachs abstrakter Tätigkeiten. Demgegenüber gibt es klare Unterschiede zwischen diesen Betriebstypen im Hinblick auf Routinetätigkeiten sowie manuelle Tätigkeiten. Das Muster unterscheidet sich jedoch zwischen Produktionsbereich und Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich. Zwar verlieren Routinetätigkeiten im Zuge von 4.0 Technologien sowohl im Produktionsbereich als auch im Dienstleistungsbereich an Bedeutung. Im Dienstleistungsbereich geht dies jedoch einher mit einem relativen Bedeutungsgewinn manueller Tätigkeiten, während im Fall von Investitionen in 4.0 Produktionsmittel von einem relativen Rückgang manueller Tätigkeiten berichtet wird.

Betriebe, die in den letzten Jahren in 4. BuK-Mittel investiert haben, erleben somit einen relativen Wandel weg von Routinetätigkeiten. Dies sind vor allem Tätigkeiten im Bereich Schreibearbeiten, Schriftverkehr, Formulararbeiten, Transportieren, Lagern, Versenden oder das Überwachen von Maschinen bzw. technischen Prozessen (siehe Anhang 7.4). Dagegen nehmen manuelle Tätigkeiten relativ gesehen zu. Dazu zählen Reparieren, Warten, Sichern, Schützen oder Bewachen. Dies sind alles Tätigkeiten, die situatives Reagieren erfordern. Dementgegen haben die abstrakten Tätigkeiten im Vergleich zu Betrieben, die nicht in 4.0 BuK-Mittel investiert haben, teilweise kaum zusätzlich an Bedeutung gewonnen. Ausnahmen sind dabei Planen und Organisieren, EDV-Tätigkeiten, Programmieren, Personalmanagement sowie Entwickeln und Forschen (vgl. Anhang 7.4). Der technologische Wandel der letzten fünf Jahre verläuft daher im Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich von Betrieben bislang vor allem zugunsten der manuellen und damit oft einfacheren Tätigkeiten.

Im Produktionsbereich gestaltet sich der Wandel offensichtlich etwas anders. Auch hier verzeichnen Betriebe, die in den letzten Jahren in Produktionsmittel 4.0 investiert haben, relativ zum Rest der Betriebe einen Bedeutungsverlust der Routinetätigkeiten. Hierzu zählen insbesondere repetitive Tätigkeiten

beim Überwachen oder Steuern von Maschinen, Schreibaarbeiten, Schriftverkehr und Formulararbeiten sowie Kalkulieren, Berechnen oder Buchen (siehe Anhang 7.4). Gleichzeitig werden aber auch die manuellen Tätigkeiten in diesen Betrieben relativ gesehen weniger nachgefragt. Dies sind Tätigkeiten, die vor allem mit dem Sichern, Schützen und Bewachen sowie Reparieren, Warten und Instandsetzen zu tun haben. Der Einsatz moderner Technologien führt hier offensichtlich zu einer relativen Entlastung. Gleichzeitig zeigt sich jedoch kein relativer Bedeutungszuwachs abstrakter Tätigkeiten in Betrieben, die in moderne Technologien investiert haben im Vergleich zum Rest. Ausnahmen sind hier die Beschaffung, Einkauf, Verkauf aber auch Programmierertätigkeiten sowie lehrende und beratende Tätigkeiten. Im Produktionsbereich geht der zunehmende Einsatz von 4.0 Technologien somit offensichtlich mit einem relativen Bedeutungsverlust sowohl von Routinetätigkeiten als auch manuellen Tätigkeiten einher, während dies nicht in allen Bereichen mit einer relativen Ausweitung abstrakter Tätigkeiten einhergeht.

Hier zeigt sich somit ein interessantes Ergebnis: Der zunehmende Einsatz von 4.0 Technologien geht mit einem Tätigkeitswandel einher, der bislang jedoch primär den Bereich der Routinetätigkeiten und manuellen Tätigkeiten erfasst. Abstrakte Tätigkeiten wie z.B. EDV-Tätigkeiten, Programmieren, Mitarbeiterführung, Entwickeln, Forschen, Konstruieren sowie Verhandeln scheinen insgesamt stark an Bedeutung zu gewinnen. Dieser Bedeutungszuwachs fällt jedoch in Betrieben, die im selben Zeitraum in die Nutzung dieser Technologien investiert haben, in der Summe nur geringfügig stärker aus als in den restlichen Betrieben und dies vor allem bei Investitionen in den Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich. Ein technologiebedingter Wandel hin zu abstrakten Tätigkeiten lässt sich hier aber punktuell im Hinblick auf spezifische Tätigkeiten (z.B. Programmieren) erkennen. Demgegenüber zeigt sich für den Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich ein Bedeutungszuwachs der Tätigkeiten mit situativen Anforderungen zu Lasten der Routinetätigkeiten, während die Nutzung von 4.0 Technologien im Produktionsbereich sowohl zu Lasten von Routinetätigkeiten als auch von manuellen Tätigkeiten geht. Diese Ergebnisse passen somit auch zu einem technologiebedingten Strukturwandel der Berufe. Laut Wolter et al. (2015) nehmen Fertigungsberufe im Zuge von Industrie 4.0 ab, während Berufe im Dienstleistungssektor zulegen.

Dieser mit einem zunehmenden Einsatz moderner digitaler Technologien einhergehende Tätigkeitswandel zeigt sich weitgehend auch unabhängig von der Betriebsgröße (vgl. Anhang 7.5). Tendenziell bildet das beschriebene Muster jedoch eher die kleinen und mittleren Betriebe ab. Betriebe mit mehr als 200 Beschäftigten, die in die Digitalisierung des Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereiches investiert haben weisen sowohl einen relativen Bedeutungsverlust von Routinetätigkeiten als auch manuellen Tätigkeiten zugunsten abstrakter Tätigkeiten auf. Im Fall von Investitionen in moderne, digitale Produktionsmittel zeigt sich für große Betriebe ein Bedeutungsrückgang von Routinetätigkeiten, aber auch von abstrakten Tätigkeiten zugunsten manueller Tätigkeiten. Gerade im Produktionsbereich ist ein klarer Trend in Richtung abstrakter Tätigkeiten daher nicht unbedingt gegeben.

4.4 Kompetenzanforderungen

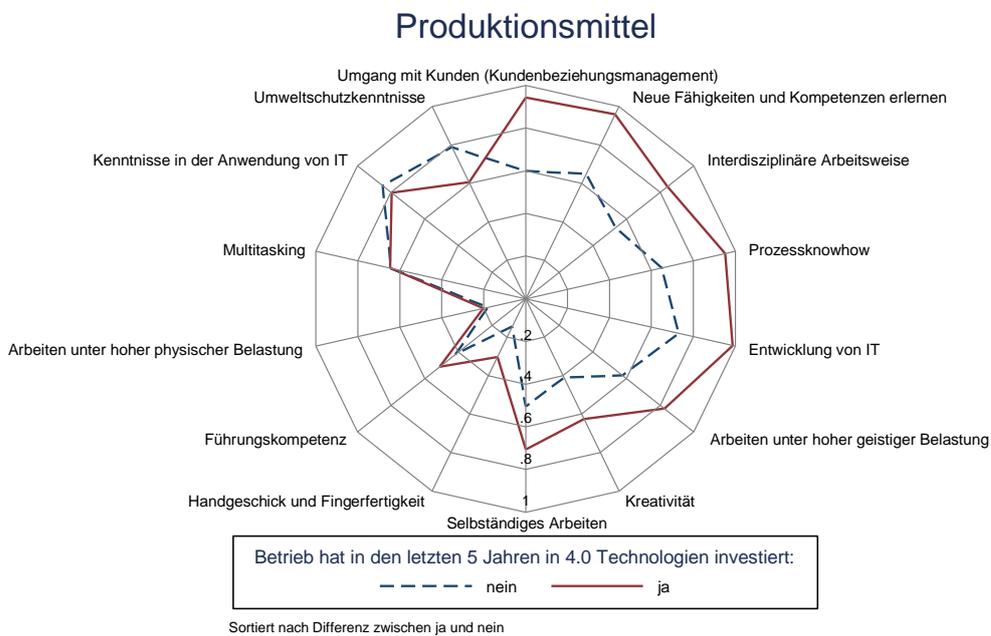
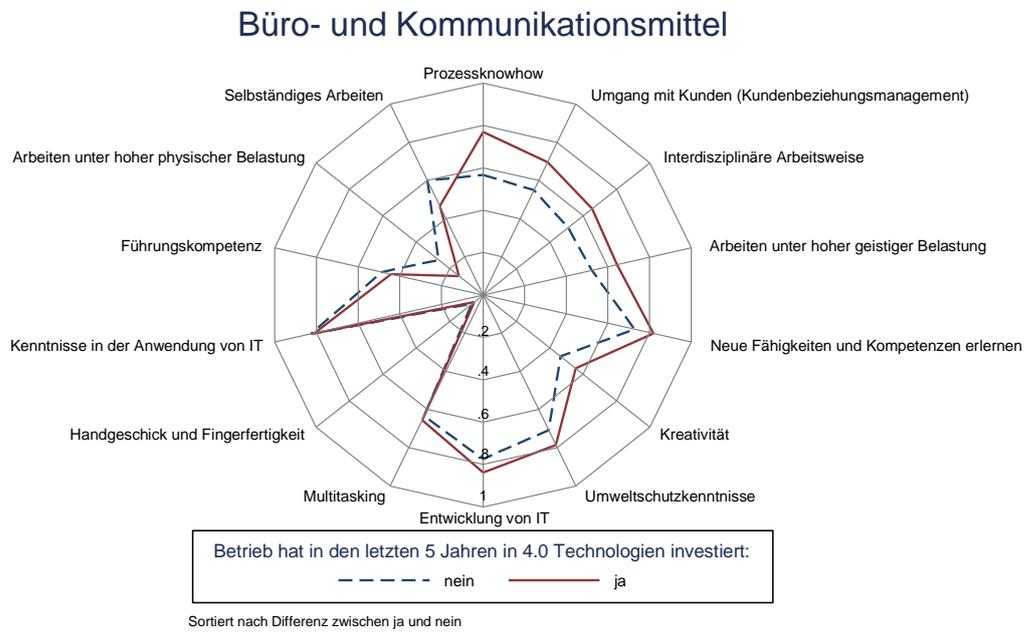
Die veränderten Tätigkeiten am Arbeitsplatz im Zuge von Investitionen in 4.0 Technologien gehen mit veränderten Kompetenzanforderungen an die Beschäftigten einher. Im Rahmen der IAB-ZEW Arbeitswelt 4.0 Befragung wurden daher Betriebe gebeten, ihre Einschätzung bezüglich veränderter Kompetenzanforderungen abzugeben. Dabei zeigte sich, dass sich die Anforderungen im Zuge von 4.0 Technologien immer stärker in Richtung von übergreifenden Kompetenzen wie Prozessknowhow, interdisziplinäre Arbeitsweise oder überfachliche Fähigkeiten entwickeln, wobei das kontinuierliche Erlernen neuer Fähigkeiten ebenso an Bedeutung gewinnt. Dies zeigt Abbildung 6, die den Veränderungsindex von 14 Kompetenzbereichen angibt.¹² Der Veränderungsindex berechnet sich aus dem Anteil der Betriebe, die in den letzten 5 Jahren einen (starken) Bedeutungszuwachs einzelner Kompetenzen beobachten abzüglich des Anteils der Betriebe, die im gleichen Zeitraum einen (starken) Bedeutungsverlust wahrnehmen. Je weiter die Spinnwebe in Abbildung 6 am äußeren Rand des Spinnendiagramms liegt, desto stärker der Bedeutungszuwachs einer Kompetenz. Unterschiede zwischen Betrieben, die in den letzten 5 Jahren in 4.0 Technologien investiert haben und solchen Betrieben, die dies

¹² Aufgrund der begrenzten Interviewdauer wurden für jeden Betrieb jeweils 7 der 14 Kompetenzen randomisiert gezogen und abgefragt.

nicht getan haben, lassen sich durch den Vergleich der durchgezogenen und gestrichelten Linie erkennen. Je größer der Abstand zwischen diesen Linien, desto größer die Unterschiede. Die Kompetenzen im Spinnendiagramm sind nach dem Abstand im Uhrzeigersinn sortiert.

Die Auswertungen für den Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich verdeutlichen, dass Industrie 4.0 mit höheren Anforderungen an Prozessknowhow, Umgang mit Kunden (Kundenbeziehungsmanagement) und interdisziplinäres Arbeiten einhergeht. Die Ergebnisse spiegeln die Möglichkeiten neuer Technologien für stärker individualisierte und kundenorientierte Produkte und Dienste wider (vgl. Apt et al., 2016; BMBF, 2013; Rische et al., 2015; Wolter et al., 2015). Diese erhöhen jedoch auch die Komplexität der Geschäftsprozesse, so dass übergreifende Kompetenzen sowie Verständnis für die Perspektiven unterschiedlicher Fachdisziplinen wichtiger werden (vgl. Acatech, 2016; Apt et al., 2016; Hammermann und Stettes, 2015; Kinkel et al., 2007). Darüber hinaus sind, laut Abbildung 6, in Betrieben mit Investitionen in 4.0 Technologien Anforderungen an das Erlernen neuer Fähigkeiten und Kompetenzen, Kreativität, Umweltschutz sowie Entwicklung von IT relativ wichtiger geworden. Dies verdeutlicht die Herausforderungen für Mitarbeiter, ihr Wissen und Knowhow in der sich schnell verändernden Arbeitswelt mit komplexer werdenden Geschäftsprozessen kontinuierlich anzupassen, insbesondere hin zu den Fähigkeiten, die von Computern nicht erledigt werden können.

Abbildung 6 – 4.0 Technologien und veränderte Kompetanzanforderungen



Der gestiegene Druck auf Mitarbeiter spiegelt sich jedoch auch in der steigenden relativen Bedeutung von Arbeiten unter hoher geistiger Belastung in digitalisierten Betrieben wider. Die möglichen gesundheitlichen Folgen der neuen Arbeitswelt werden bereits vielfach diskutiert. So haben sich zwischen 2004 und 2014 die Arbeitsunfähigkeitstage aufgrund psychischer Störungen verdoppelt (Knieps und Pfaff, 2015). Als Einflussfaktoren werden u.a. Arbeitsplatzunsicherheit, Arbeitsverdichtung, Störungen und Unterbrechungen im Arbeitsablauf durch Kommunikationstechnologien, erhöhte Anforderungen an Selbstdisziplin und Selbstfürsorge, ein reduzierter Handlungs- und Entscheidungsspielraum sowie Über- und Unterforderung genannt (Lang und Gaum, 2015). Dies könnte auch die Befunde in Abbildung 6 erklären. Dagegen sind Arbeiten unter hoher physischer Belastung und selbstständiges Arbeiten in Betrieben mit 4.0 Investitionen vergleichsweise weniger bedeutend, zu mindestens im Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich. Schwere körperliche Arbeiten gehören dank neuer Technologien demnach tendenziell zunehmend der Vergangenheit an.

Bemerkenswert ist zudem, dass die Anwendung von IT zwar zu den wichtigsten Anforderungen zählt, der Unterschied zwischen Betrieben, die in den letzten 5 Jahren in 4.0 Technologien investiert haben und den restlichen Betrieben jedoch gering ausfällt. Dies könnte die Tatsache widerspiegeln, dass es neben einem Trend hin zu IT-integrierten Technologien auch einen Trend hin zu IT-gestützten Systemen gab, welche auch Kenntnisse in der Anwendung von IT voraussetzen (vgl. Abschnitt 4.1). Die Betriebe, die bislang nicht in IT-integrierte, dafür aber in IT-gestützte Systeme investiert haben, müssen daher möglicherweise ebenso im Bereich der IT-Anwendungen aufrüsten. Betrachtet man die Produktionsmittel, so werden größere Unterschiede zwischen den Vergleichsbetrieben sichtbar. Auch wenn die Top 5-Anforderungen nahezu identisch sind, so ist doch der Abstand zwischen Betrieben mit und ohne 4.0 Investitionen größer. Auffällig ist zudem, dass selbstständiges Arbeiten im Zuge von selbststeuernden Produktionsmitteln wichtiger wird. Auch dies bestätigt die Erwartungen und Befunde anderer Studien (Hammermann und Stettes, 2016; Kinkel et al., 2007).

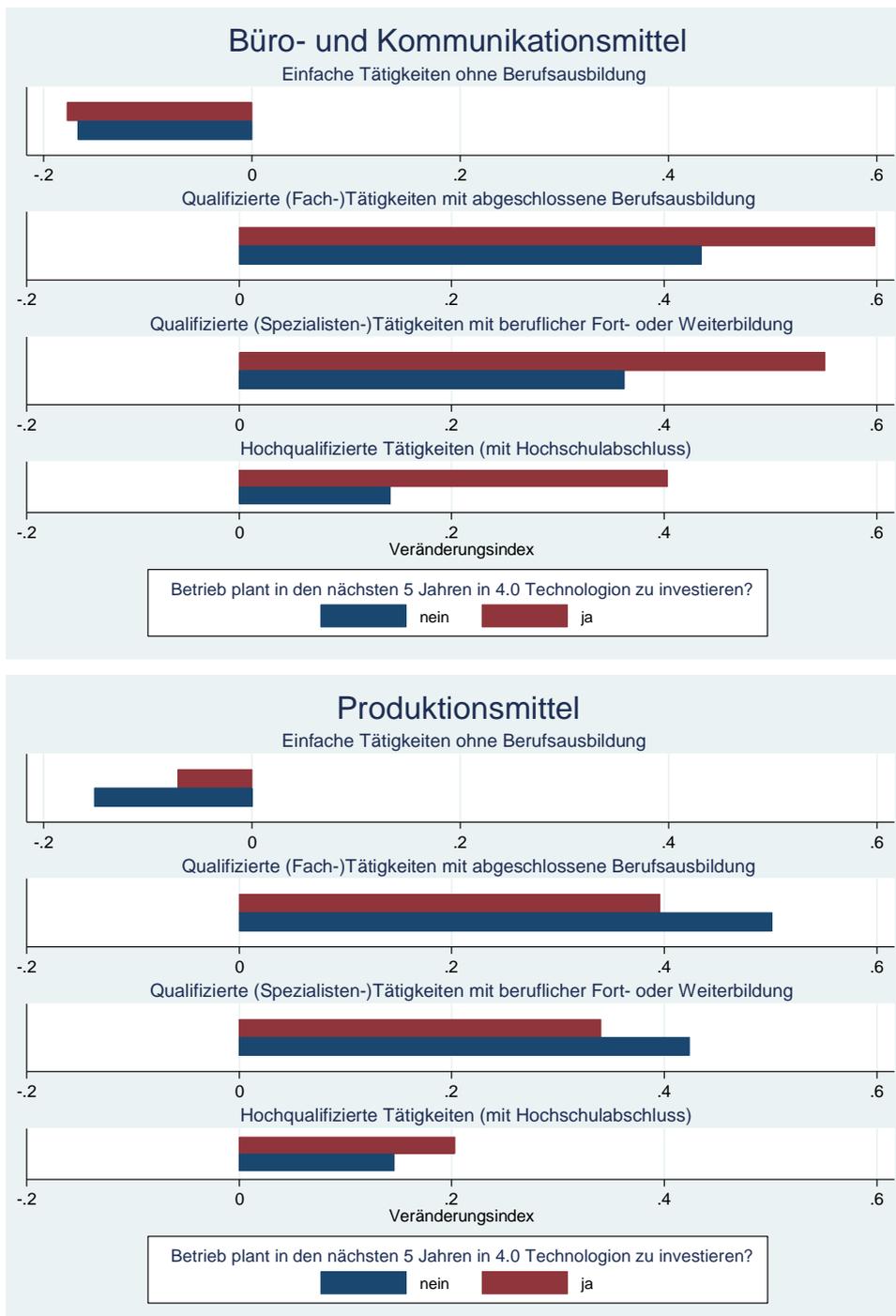
4.5 Qualifikationsanforderungen

Die veränderten Tätigkeiten im Zuge von Investitionen in 4.0 Technologien spiegeln sich auch in veränderten Qualifikationsanforderungen zugunsten von höherqualifizierten Beschäftigten wider. Allerdings geht die zunehmende Digitalisierung mit unterschiedlichen Veränderungen im Produktions- und Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich einher. Um dies zu demonstrieren, zeigt Abbildung 7 die erwartete Beschäftigungsveränderung in den nächsten 5 Jahren getrennt nach Qualifikationsniveau. Dabei wird unterschieden zwischen Betrieben, die von einer Zunahme von 4.0 Technologien in ihrem Betrieb ausgehen und solchen, die keine Veränderung erwarten.¹³ Der Veränderungsindex reflektiert den Anteil Betriebe, die von einer (starken) Zunahme ausgehen abzüglich dem Anteil Betriebe, die von einer (starken) Abnahme ausgehen.

Die Auswertungen zeigen, dass es in allen Betrieben einen Trend zur Höherqualifizierung gibt, einfache Tätigkeiten zugunsten von qualifizierten Tätigkeiten somit abnehmen. Beim Vergleich von Betrieben, die eine (weitere) Anschaffung von 4.0 Technologien planen, mit solchen, die dies nicht planen, ergeben sich einige Unterschiede je nach Investitionsbereich. Bei geplanten Investitionen in den Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich gehen die Betriebe von einer nur geringfügig stärkeren Reduktion einfacher Tätigkeiten im Vergleich zu den restlichen Betrieben aus, die keine entsprechenden Investitionen planen. Dagegen nimmt die Nachfrage nach Beschäftigten in allen übrigen höheren Qualifikationsgruppen mit der Automatisierung und Digitalisierung der BuK-Mittel zu. Dazu gehören qualifizierte (Fach-) Tätigkeiten, die typischerweise eine abgeschlossene Berufsausbildung erfordern sowie qualifizierte (Spezialisten-) Tätigkeiten, die eine berufliche Fort- und Weiterbildung (wie bspw. eine Meister-, Techniker- oder Fachwirtausbildung) voraussetzen.

¹³ Die Analyse ist zukunftsgerichtet, da in der Befragung keine rückwirkenden Beschäftigungsveränderungen nach Qualifikationsniveau erhoben wurden.

Abbildung 7 – 4.0 Technologien und veränderte Qualifikationsanforderungen
(zukünftige Erwartungen)



Die Automatisierung und Digitalisierung der Produktionsmittel geht ebenfalls mit einer ansteigenden Nachfrage nach hochqualifizierten Tätigkeiten einher. Allerdings schätzen Betriebe mit geplanten Investitionen in selbststeuernde Produktionsmittel die Nachfrage nach Fach- oder Spezialisten-Tätigkeiten als geringer ein als Betriebe, die keine Investitionen in diese Richtung planen. Darüber hinaus fällt die Nachfrage nach einfachen Tätigkeiten in diesen Betrieben sogar höher aus. Geplante Investitionen in Produktionsmittel 4.0 scheinen daher der Einschätzung der Betriebe nach mit einer Polarisierung der Qualifikationsanforderungen einherzugehen, d.h. sowohl am unteren als auch oberen Rand steigt die relative Nachfrage zu Lasten der Nachfrage nach einer mittleren Qualifikation als Facharbeiter.

Diese Veränderungen im Produktionsbereich passen dabei durchaus zu den Überlegungen einiger Zukunftsbetrachtungen. So diskutieren Studien, dass der fortschreitende digitale Wandel sowohl zu einer steigenden Nachfrage nach Hochqualifizierten führen könnte, gleichzeitig gibt es aber auch die Überlegung und erste empirische Befunde, dass durch den Einsatz moderner digitaler Technologien neue einfache Tätigkeiten entstehen, wie z.B. standardisierte Kontroll- und Überwachungsfunktionen, wo die Arbeitsschritte weitestgehend vorgegeben sind (vgl. Arnold et al. 2016; Hirsch-Kreinsen 2014). Tendenzen der Höherqualifizierung könnten somit einhergehen mit einer Tendenz zur Dequalifizierung (vgl. Diskussion in Kapitel 2).

4.6 Aus- und Weiterbildung im Betrieb

Angesichts der veränderten Arbeitsprozesse und den veränderten Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen im Zuge des Einsatzes von 4.0 Technologien stellt sich die Frage, wie Betriebe auf diesen Wandel reagieren. Ein Schlüssel liegt in der Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter. Vor diesem Hintergrund wurden Betriebe in den Interviews zu deren Aus- und Weiterbildungsaktivitäten befragt. Dabei stellt sich heraus, dass 4.0 Technologien mit der Notwendigkeit einhergehen, bei der Aus- und Weiterbildung einen stärkeren Fokus auf den Umgang mit modernster IKT, aber auch auf überfachliche Fähigkeiten (z.B. persönliche und soziale Kompetenzen, Problemlösungskompetenzen) zu legen. Letzteres verdeutlicht die Bedeutung von Fähigkeiten, in denen der Mensch einen komparativen Vorteil gegenüber Maschinen hat.

Abbildung 8 zeigt dazu die Auswertungen hinsichtlich einer Reihe von Fragen zur Ausbildung im Kontext der Digitalisierung. Die Ergebnisse wurden erneut nach betrieblichen Investitionen in 4.0 Technologien des Produktions- und Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereichs ausgewertet. Der ZustimmungsindeX misst dabei den Anteil der Betriebe, die „trifft voll und ganz zu“ oder „trifft eher zu“ angegeben haben abzüglich dem Anteil der Betriebe, die „trifft überhaupt nicht zu“ oder „trifft eher nicht zu“ angegeben haben. Der Index steigt in der Zustimmung und fällt in der Ablehnung.

Die Auswertungen zeigen, dass die Digitalisierung nicht dazu führt, dass Betriebe in anderen Berufen als früher ausbilden. Die Betriebe denken nicht, dass die Ausbildung den Anforderungen zunehmend nicht mehr gerecht wird. Bei Betrieben, die in den letzten 5 Jahren in 4.0 Technologien investiert haben, ist die Ablehnung hinsichtlich dieser Fragen jedoch weniger stark ausgeprägt. Dagegen stimmen alle Betriebe im Schnitt zu, dass sich die Ausbildungsinhalte an den Wandel anpassen, insbesondere in Richtung Förderung im Umgang mit modernster IKT, aber auch überfachlicher Fähigkeiten. Die Zustimmung zu dieser Frage fällt in Betrieben mit Investitionen in moderne Technologien jedoch deutlich größer aus. Dabei fällt der relative Bedeutungszuwachs der Förderung im Umgang mit IKT in Betrieben mit Investitionen im Produktionsbereich im Vergleich zu den nicht-investierenden Betrieben schwächer aus als bei Investitionen in den Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich.

Die Ergebnisse sind somit im Einklang mit den Befunden bezüglich veränderter Kompetenzanforderungen (vgl. Abschnitt 4.4). Sowohl IT-Wissen als auch überfachliche Fähigkeiten werden stärker gefordert und sollen daher auch in den Ausbildungsinhalten konsequenter gefördert werden. Interessant ist jedoch, dass diese veränderten Anforderungen nicht mit anderen bzw. neuen Ausbildungsberufen verknüpft werden. Dies deutet darauf hin, dass das bestehende Ausbildungssystem aus der Sicht der Betriebe grundsätzlich die notwendige Flexibilität aufweist, Ausbildungsinhalte zu verändern und damit Berufsbilder an das digitale Zeitalter anzupassen. Allerdings bilden Betriebe, die in neue Technologien investieren, tendenziell eher in anderen Ausbildungsberufen aus.

Abbildung 8 – 4.0 Technologien und betriebliche Ausbildung

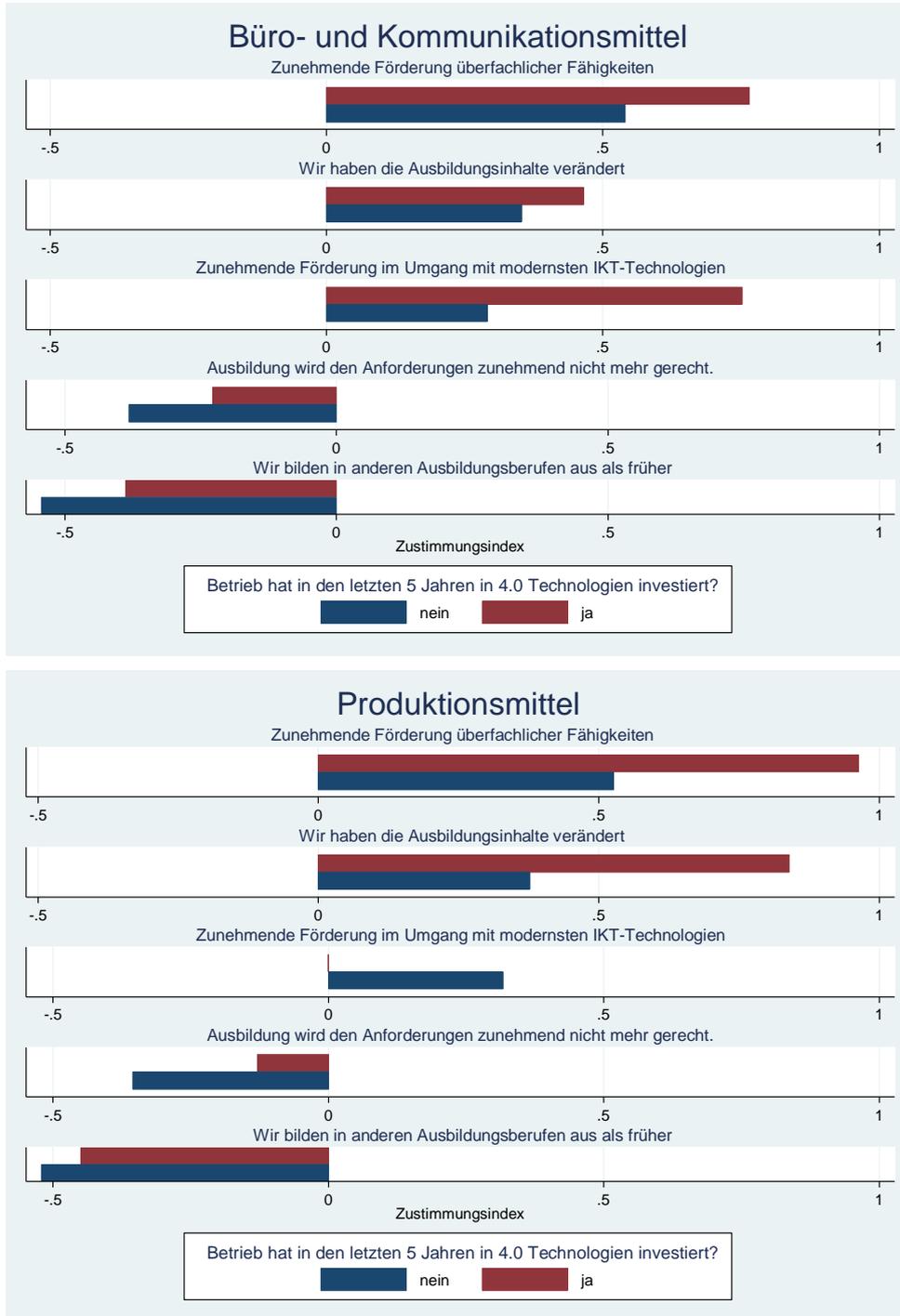
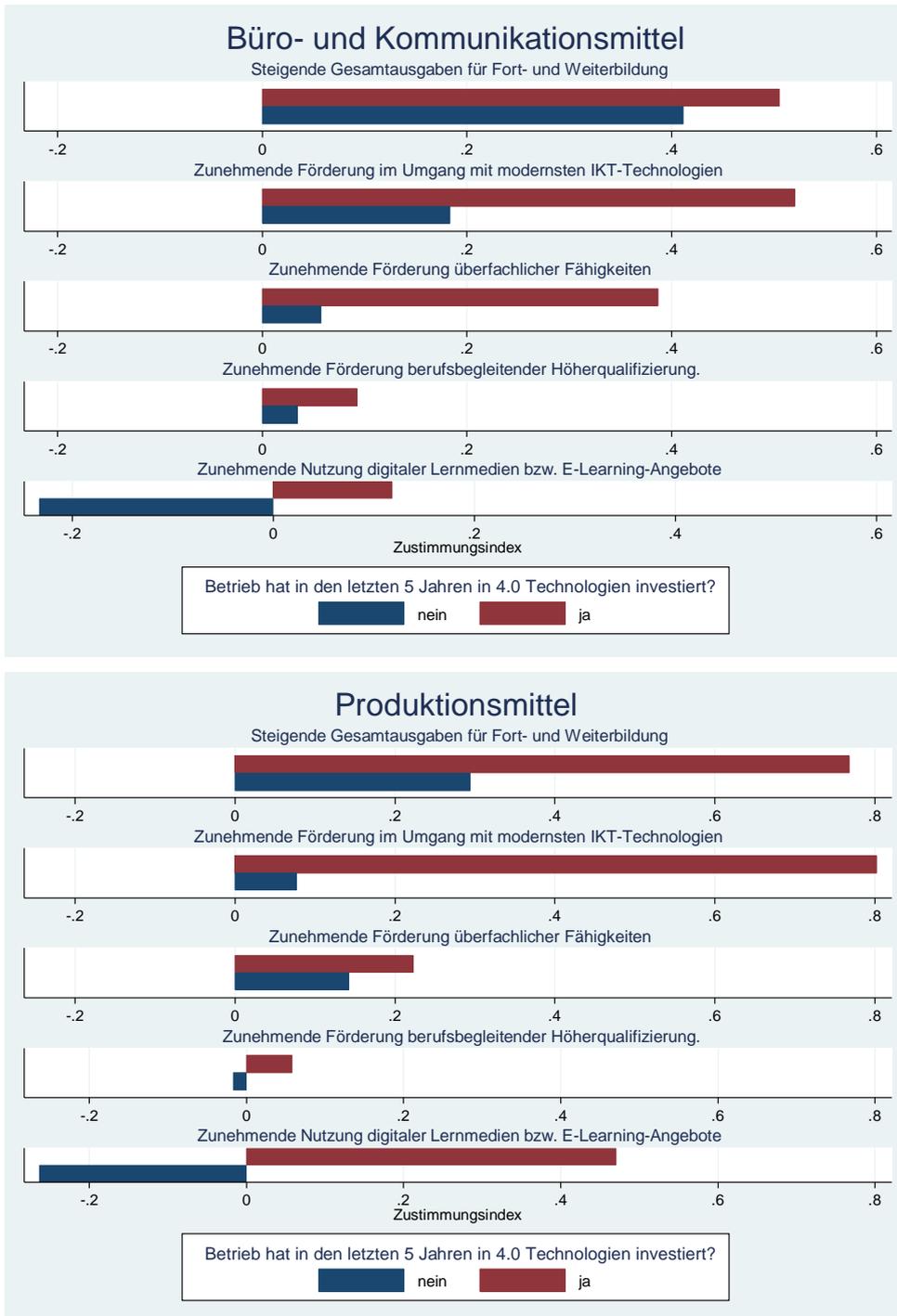


Abbildung 9 zeigt die Auswertungen für Fragen zur betrieblichen Fort- und Weiterbildung. Demnach sehen auch hier Betriebe mit Investitionen in 4.0 Technologien deutlich öfter die Notwendigkeit, den Umgang mit modernster IKT sowie überfachliche Fähigkeiten (z.B. Fremdsprachen, Problemlösungskompetenz, Führungskompetenz) zu fördern. Die steigende Bedeutung von Fort- und Weiterbildung spiegelt sich auch in den steigenden Ausgaben wider. Die Förderung berufsbegleitender Höherqualifizierung seitens der Betriebe wird ebenso überproportional von investierenden Betrieben befürwortet, wenn auch die Unterschiede im Digitalisierungsgrad weniger deutlich sind. Schließlich wurden Betriebe befragt, ob sie zunehmend digitale Lernmedien bzw. E-Learning Angebote für die Fort- und Weiterbildung verwenden. Während Betriebe, die in den letzten 5 Jahren nicht in moderne digitale Technologien investiert haben, diese Frage überwiegend verneinen, trifft das Gegenteil für Betriebe zu, die in diese Technologien investiert haben. Das Ergebnis lässt vermuten, dass 4.0 Technologien mit der verstärkten Nutzung von digitalen Lernmedien einhergehen.

Diese Ergebnisse stützen das Argument bestehender Studien, die zeigen, dass Investitionen in moderne Technologien insbesondere dann produktivitätssteigernd wirken, wenn sie mit technologischer Weiterbildung der Mitarbeiter kombiniert werden (Bartel et al, 2007; Boothby et al., 2010). Betriebe könnten im Zuge der Nutzung neuer Technologien aber auch in Weiterbildung investieren, um bei Ihren Mitarbeitern die Akzeptanz dieser neuen Investitionen zu steigern (Ouadahi, 2008; Venkatesh und Davis, 2000).

Abbildung 9 – 4.0 Technologien und betriebliche Fort- und Weiterbildung



5 Schlussfolgerungen

Ob vernetzte Industrieroboter für eine intelligente Produktion eingesetzt werden, oder Softwarealgorithmen mit Hilfe großer Datenmengen neue Dienstleistungen ermöglichen: die Arbeitswelt wird zunehmend mit neuen Digitalisierungs- und Automatisierungstechnologien konfrontiert. In welchem Maße diese 4.0 Technologien bereits in deutschen Betrieben eingesetzt werden und damit möglicherweise Arbeitsprozesse und Arbeitsanforderungen verändern, ist bislang jedoch kaum bekannt. Die vorliegende Studie liefert auf Basis der repräsentativen IAB-ZEW Arbeitswelt 4.0 Befragung diesbezüglich eine Reihe von Erkenntnissen.

Zum einen zeigt sich, dass die zunehmende Verbreitung digitaler Technologien auf einem noch überschaubaren Niveau bleibt und sich die Nutzung dieser Technologien bislang auf etwa die Hälfte der Betriebe beschränkt. Zudem haben sich gut ein Drittel aller Betriebe noch überhaupt nicht mit den neuen Technologien beschäftigt. Dies betrifft vor allem kleinere Betriebe im produzierenden Gewerbe, während größere Betriebe stärker in neue Technologien investieren. Die Erwartungen für die nächsten fünf Jahre verdeutlichen, dass sich der Trend hin zu vollständig automatisierten und digitalisierten Prozessen fortsetzt, wobei 4.0 Technologien bei den Produktionsmitteln insgesamt hinter 4.0 Technologien bei den Büro- und Kommunikationsmitteln zurückbleiben. Die Arbeitsinhalte passen sich entsprechend an. So verändert der zunehmende Einsatz moderner digitaler Technologien die Tätigkeiten zu Lasten von Routinearbeiten, im Produktionsbereich auch zu Lasten manueller Tätigkeiten. Abstrakte Tätigkeiten scheinen dagegen unabhängig vom Digitalisierungsgrad stark an Bedeutung zu gewinnen.

Die Ergebnisse zeigen darüber hinaus, dass die Jobs der Zukunft weniger körperlich anstrengend, dafür geistig anspruchsvoller, vielfältiger aber auch komplexer werden. Beschäftigte müssen sich durch kontinuierliches Lernen an die sich schnell verändernden Kompetenzanforderungen flexibel anpassen, um ihre Beschäftigungsfähigkeit zu sichern. Die Anforderungen an die Arbeitnehmer verschieben sich dabei insbesondere in Richtung von übergreifenden Kompetenzen wie Prozessknowhow, interdisziplinäre Arbeitsweise oder überfachliche Fähigkeiten. Überfachliche Fähigkeiten umfassen vor allem persönli-

che und soziale Kompetenzen sowie Problemlösungskompetenzen, wo Menschen nach wie vor einen komparativen Vorteil gegenüber Maschinen haben. Zu den Nebenwirkungen dieser Entwicklungen gehört jedoch auch zunehmendes Arbeiten unter hoher geistiger Belastung. Zukünftige Forschung sollte daher verstärkt auch die Gesundheitsrisiken technologischer Entwicklungen, wie arbeitsplatzbezogene psychische Belastungen, ins Visier nehmen.

Implikationen für den Qualifizierungsbedarf fallen differenziert aus. Im Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich entwickelt sich der Qualifikationsbedarf im Zuge von 4.0 Technologien zugunsten von Fach- und Spezialisten-Tätigkeiten (mit Berufsausbildung bzw. beruflicher Fort- und Weiterbildung) sowie hochqualifizierten Tätigkeiten (mit Hochschulabschluss) und zu Lasten von einfachen Tätigkeiten. 4.0 Technologien scheinen dagegen im Produktionsbereich eher mit einer Polarisierung der Qualifikationsanforderungen einherzugehen, d.h. sowohl am unteren als auch oberen Rand steigt die relative Nachfrage zu Lasten der Nachfrage nach einer mittleren Qualifikation als Facharbeiter. Wir beobachten hier also sowohl eine Tendenz zur Höherqualifizierung als auch der De-qualifizierung. Letzteres könnte bedeuten, dass der Mensch in einigen Bereichen zum Assistent digitaler Technologien wird und die Anforderungen sinken.

Das bestehende Ausbildungssystem weist aus Sicht der Betriebe grundsätzlich die notwendige Flexibilität auf, Ausbildungsinhalte und Berufsbilder an das digitale Zeitalter anzupassen. So bilden Betriebe überwiegend nicht in anderen bzw. neuen Ausbildungsberufen aus, auch wenn die Inhalte aus Sicht der Betriebe stärker in Richtung Umgang mit modernster IKT, aber auch überfachlichen Fähigkeiten (z.B. persönliche und soziale Kompetenzen, Problemlösungskompetenzen) anzupassen sind. Dies gilt gleichermaßen für die betriebliche Fort- und Weiterbildung, wobei sich zusätzliche Chancen aus der Nutzung digitaler Lernmedien ergeben.

Trotz des Problembewusstseins seitens der Betriebe sowie der grundsätzlichen Flexibilität des deutschen Ausbildungssystems, ergeben sich einige Herausforderungen für die Politik. Der Kompetenzwandel könnte in Zeiten des Fachkräftemangels eine Hürde für Betriebe bedeuten, diese Technologien zu nutzen, da Fähigkeiten für die Einführung dieser Technologien und deren produktive Nutzung benötigt werden. Wenn die Politik es weitgehend den Betrie-

ben überlässt, für die erforderlichen Kompetenzen der Beschäftigten zu sorgen, könnte sich die derzeit beobachtete Zweiteilung der Betriebslandschaft nach Betriebsgröße in Nutzer und Nicht-Nutzer der Technologien verstärken. Insbesondere kleinere Betriebe könnten das Nachsehen haben, da sie weniger gut hohe Investitionskosten stemmen und Kompetenzen auf dem Markt erwerben können, da Beschäftigte mit diesen Fähigkeiten in Betrieben mit höheren Investitionen in 4.0 Technologien vermutlich besser entlohnt werden. Durch die Anpassung von Ausbildungsinhalten und eine Unterstützung bei Weiterbildungsaktivitäten könnte somit den Beschäftigten auf dem Weg ins digitale Zeitalter geholfen werden. Gleichzeitig würde das die Hürde der Nutzung dieser Technologien auch für die bisherigen Nicht-Nutzer senken und damit einer zunehmenden Zweiteilung der Betriebslandschaft entgegenwirken, die im schlimmsten Fall bedeutet, dass ein Teil der Betriebe den Anschluss an das digitale Zeitalter verpasst. Zu diesen Zusammenhängen besteht jedoch noch weiterer Forschungsbedarf.

6 Literaturverzeichnis

- Acatech (2016), Kompetenzen für die Industrie 4.0. Qualifizierungsbedarfe und Lösungsansätze (acatech POSITION), München: Herbert Utz Verlag.
- Acemoglu, D. und Autor, D. (2011), Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings, Handbook of Labor Economics, Vol. 4b, Chapter 12.
- Albert, C., García-Serrano, C. und Hernanz, V. (2010), On-the-job training in Europe: Determinants and wage returns, International Labour Review, 149(3), 315-341.
- Apt, W., Bovenschulte, M., Hartmann, M. und Wischmann, S. (2016), Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“, Forschungsbericht 463, Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- Arnold, D., Butschek, S., Steffes, S. und Möller, D. (2016), Monitor Digitalisierung am Arbeitsplatz (2016) - Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung. Studie für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- Arntz, M., Gregory, T. und Zierahn, U. (2016), The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis, OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189, Paris.
- Autor, D. (2015), Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. Journal of Economic Perspectives, Vol 29 (1), S 3-30.
- Autor, D. H., Levy, F., und Murnane, R. J. (2003), The Skill Content Of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. The Quarterly Journal of Economics, 118(4):1279–1333.
- Baldwin, J. und L. Zhengxi (2002), 'Impediments to Advanced Technology Adoption for Canadian Manufactures', Research Policy, vol. 31, pp. 1-18.
- Ballot, G., F. Fakhfakh und E. Taymaz (2001), 'Firms' Human Capital, R&D and Performance: A Study on French and Swedish Firms ', Labour Economics, vol. 8, pp. 443-462.

- Ballot, G., F. Fakhfakh und E. Taymaz (2006), 'Who benefits from training and R&D, the firm or the workers?', *British journal of industrial relations*, vol. 44(3), pp. 473-495.
- Bartel, A. P., C. Ichniowski und K. L. Shaw (2007), 'How Does Information Technology Affect Productivity? Plant-Level Comparisons of Product Innovation, Process Improvement, and Worker Skills', *Quarterly Journal of Economics*, pp. 1721-1758.
- Bassanini, A. und Ok, W. (2004), 'How do firms' and individuals' incentives to invest in human capital vary across groups?', *Proceedings of the joint EC-OECD seminar on "Human Capital and labour market performance: evidence and policy challenges"*.
- Beaudry, P. und D. Green (2003), 'Wages and Employment in the United States and Germany: What Explains the Differences?', *The American Economic Review*, vol. 93(3), pp. 573-602.
- Beaudry, P., M. Doms und E. Lewis (2010), 'Should the Personal Computer Be Considered a Technological Revolution? Evidence from U.S. Metropolitan Areas', *Journal of Political Economy*, vol. 118(5), pp. 988-1036.
- BMBF (2013), *Zukunftsbild Industrie 4.0*. Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMBF (2014), *Weiterbildung in Deutschland. Aktuelle Ergebnisse des Adult Education Surveys*.
- Bonin, H., Gregory, T. und Zierahn, U. (2015), *Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland*, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Mannheim.
- Boothby, D., A. Dufour und J. Tang (2010), 'Technology adoption, training and productivity performance', *Research Policy*, vol. 39(5), pp. 650-661.
- Brynjolfsson, E. und McAfee, A. (2014), *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. WW Norton & Co.
- Brzeski, C., und Burk, I. (2015), *Die Roboter kommen. Folgen für den deutschen Arbeitsmarkt*, INGDiBa, Economic Reserach.

- De Grip, A., und Sauermann, J. (2012), The effects of training on own and co-worker productivity: Evidence from a field experiment. *The Economic Journal*, 122(560), 376-399.
- Dengler, K. und Matthes, B. (2015), Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland, IAB Forschungsbericht 11/2015.
- Falck, O. und Heimisch, A. und Wiederhold, S. (2016), Returns to ICT Skills. Working Paper.
- Frey, C. und Osborne, M. A. (2013), *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?* University of Oxford.
- Gehrke, B., C. Rammer, R. Frietsch, P. Neuhäusler, M. Leidmann (2010): Listen wissens- und technologieintensiver Güter und Wirtschaftszweige, Zwischenbericht zu den NIW/ISI/ZEW-Listen 2010/2011, Studien zum deutschen Innovationssystem 19-2010, Hannover, Karlsruhe, Mannheim, Juli 2010.
- Gonzales, X., D. Miles-Touya und C. Pazo (2016), 'R&D, Worker Training, and Innovation: Firm-level evidence', *Industry and Innovation*, forthcoming.
- Gregory, T., Salomons, A. und Zierahn, U. (2016), Racing With or Against The Machine? Evidence from Europe, ZEW Discussion Paper 16-053.
- Hammermann, A. und O. Stettes (2015), Fachkräftesicherung im Zeichen der Digitalisierung. Empirische Evidenz auf Basis des IW-Personalpanels 2014.
- Hammermann, A. und O. Stettes (2016), Qualifikationsbedarf und Qualifizierung: Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung. IW policy paper Nr. 3.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014), Wandel von Produktionsarbeit – "Industrie 4.0". Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38/2014, TU Dortmund.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2016), Arbeit und Technik bei Industrie 4.0, in: *Arbeit und Digitalisierung*, Aus Politik und Zeitgeschichte, 18-19/2016.

- Janssen, S und Leber, U (2015), "Weiterbildung in Deutschland: Engagement der Betriebe steigt weiter." IAB-Kurzbericht 13/2015.
- Kagermann, H. (2014), „Chancen von Industrie 4.0 nutzen“, in: Thomas Bauernhansl/Michael ten Hompel/Birgit Vogel-Heuser (Hrsg.), Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration, Wiesbaden, S. 603–614, hier: S. 608.
- Kinkel, S., Friedewald, M., Hüsing, B., Lay, G. und Lindner, R. (2007), „Arbeiten in der Zukunft – Strukturen und Trends der Industriearbeit“, Berlin.
- Knieps, F. und Pfaff, H. (2015), Langzeiterkrankungen, BKK Dachverband.
- Lang, J. und Gaum, P. (2015), Psychische Erkrankungen im Kontext der Arbeitswelt – Einflussfaktoren auf die psychische Gesundheit, in: Knieps, F. und Pfaff, H., Langzeiterkrankungen, BKK Dachverband.
- Leber, U. und Stegmaier, J. (2013), „Aus- und Weiterbildung in Ost und West: Stufe um Stufe mehrer Betriebe das Wissen ihrer Beschäftigten“, In: IAB-Forum, Nr. 1, S. 12-17.
- Meyer, J. (2011), Workforce age and technology adoption in small and medium-sized service firms. *Small Business Economics* Volume 37, Issue 3, 305 – 324.
- Ouahdi, J. (2008), 'A Qualitative Analysis of Factors Associated with User Acceptance and Rejection of a new Workplace System in the Public Sector: A conceptual Model', *Canadian Journal of Administrative Science*, vol. 25, pp. 201-213.
- Rinne, U. und Zimmermann, K. (2016), Die digitale Arbeitswelt von heute und morgen. In: *Arbeit und Digitalisierung*, Aus Politik und Zeitgeschichte, 18-19/2016.
- Rische, M., Schlitte, F. und Vöpel, H. (2015), Industrie 4.0 – Potenziale am Standort Hamburg, Studie des Hamburgischen WeltWirtschaftsinstituts (HWWA) im Auftrag der Handelskammer Hamburg.
- Rohrbach-Schmidt, D., und Tiemann, M. (2013), Changes in workplace tasks in Germany—evaluating skill and task measures. *Journal for Labour Market Research*, 46(3), 215-237.

- Schlund, S., Hämmerle, M. und Stölin, T. (2014), Industrie 4.0 - Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern werden, Studie im Auftrag der Ingenics AG.
- Schröder, Christian (2016), Herausforderungen von Industrie 4.0 für den Mittelstand, Studie der Friedrich Ebert Stiftung.
- Statistisches Bundesamt (2015): IKT-Branche 2013, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, November 2015.
- Statistisches Bundesamt (2016): Arbeitsmarkt, Erwerbstätige im Inland nach Wirtschaftssektoren, Deutschland, Stand vom 23.02.2016, <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Indikatoren/LangeReihen/Arbeitsmarkt/Irerw013.html>.
- Venkatesh, V. und F. D. Davis (2000), 'A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies', Management Science, vol. 46(2), pp. 165-204.
- Wolter, M. I., Mönnig, A., Hummel, M., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G., Helmrich, R., Maier, T. und Neuber-Pohl, C. (2015), Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. IAB-Forschungsbericht, 8, 2015.
- World Economic Forum. (2016), The future of jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. World Economic Forum, Geneva, Switzerland.
- Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW, 2015): Industrie 4.0: Digitale (R)Evolution der Wirtschaft, IKT-Report, Oktober 2015, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim.

7 Anhang

7.1 Definition der Wirtschaftssektoren

Einteilung	Bezeichnung	WZ 08
Sekundärer Sektor - nicht wissensintensiv	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	10
	Getränkeherstellung	11
	Tabakverarbeitung	12
	Herstellung von Textilien	13
	Herstellung von Bekleidung	14
	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	15
	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	16
	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	17
	Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	18
	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	22
	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	23
	Metallerzeugung und –bearbeitung	24
	Herstellung von Metallerzeugnissen	25
	Herstellung von Möbeln	31
	Herstellung von sonstigen Waren	32
	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	33
	Energieversorgung	35
	Wasserversorgung	36
	Abwasserentsorgung	37
	Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen; Rückgewinnung	38
	Beseitigung von Umweltverschmutzungen und sonstige Entsorgung	39
	Hochbau	41
	Tiefbau	42
Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe	43	
Sekundärer Sektor - wissens-	Kokerei und Mineralölverarbeitung	19

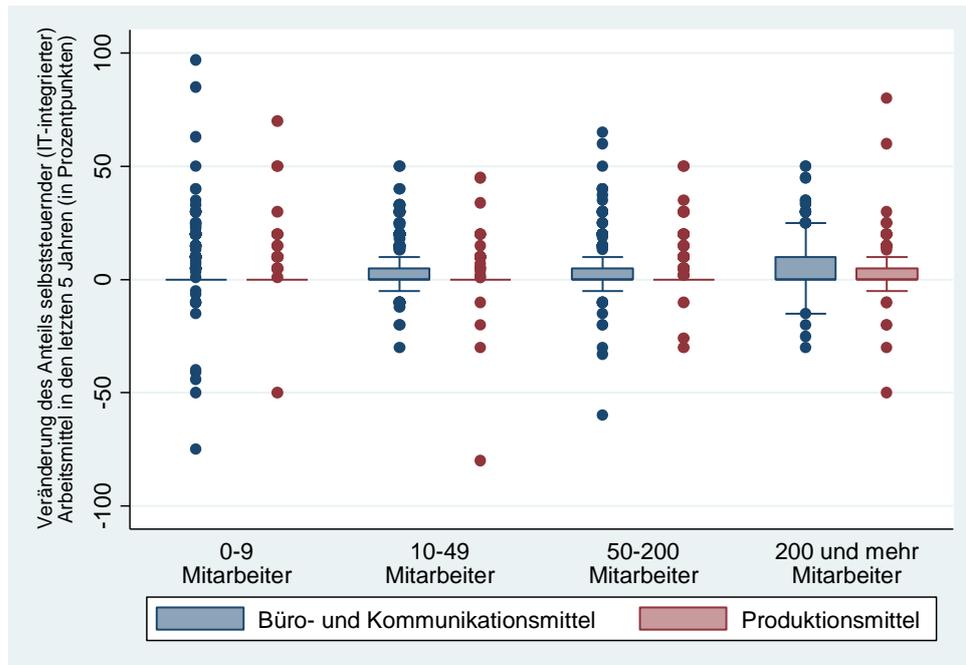
intensiv		
	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	20
	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	21
	Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u. ä. Instrumenten und Vorrichtungen; Herstellung von Uhren	26.5
	Herstellung von Bestrahlungs- und Elektrotherapiegeräten und elektromedizinischen Geräten	26.6
	Herstellung von optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten	26.7
	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	27
	Maschinenbau	28
	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	29
	Sonstiger Fahrzeugbau	30
Tertiärer Sektor - nicht wissensintensiv	Handel mit Kraftfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	45
	Handelsvermittlung	46.1
	Großhandel mit landwirtschaftlichen Grundstoffen und lebenden Tieren	46.2
	Großhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken und Tabakwaren	46.3
	Großhandel mit Gebrauchs- und Verbrauchsgütern	46.4
	Großhandel mit sonstigen Maschinen, Ausrüstungen und Zubehör	46.6
	Sonstiger Großhandel	46.7
	Großhandel ohne ausgeprägten Schwerpunkt	46.9
	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	47
	Landverkehr und Transport in Rohrfernleitungen	49
	Schifffahrt	50
	Luftfahrt	51
	Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr	52
	Post-, Kurier- und Expressdienste	53
	Beherbergung	55
	Gastronomie	56
	Grundstücks- und Wohnungswesen	68
	Vermietung von beweglichen Sachen	77
	Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften	78

	Reisebüros, Reiseveranstalter und Erbringung sonstiger Reservierungsdienstleistungen	79
	Wach- und Sicherheitsdienste sowie Detekteien	80
	Gebäudebetreuung; Garten- und Landschaftsbau	81
	Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen für Unternehmen und Privatpersonen a. n. g.	82
	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	84
	Erziehung und Unterricht	85
	Heime (ohne Erholungs- und Ferienheime)	87
	Sozialwesen (ohne Heime)	88
	Spiel-, Wett- und Lotteriewesen	92
	Erbringung von Dienstleistungen des Sports, der Unterhaltung und der Erholung	93
	Interessenvertretungen sowie kirchliche und sonstige religiöse Vereinigungen (ohne Sozialwesen und Sport)	94
	Reparatur von Gebrauchsgütern	95.2
	Erbringung von sonstigen überwiegend persönlichen Dienstleistungen	96
	Private Haushalte mit Hauspersonal	97
	Herstellung von Waren und Erbringung von Dienstleistungen durch private Haushalte für den Eigenbedarf ohne ausgeprägten Schwerpunkt	98
	Exterritoriale Organisationen und Körperschaften	99
Tertiärer Sektor - wissensintensiv	Verlegen von Büchern und Zeitschriften; sonstiges Verlagswesen	58.1
	Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen und Fernsehprogrammen; Kinos; Tonstudios und Verlegen von Musik	59
	Rundfunkveranstalter	60
	Erbringung von sonstigen Informationsdienstleistungen	63.9
	Erbringung von Finanzdienstleistungen	64
	Versicherungen, Rückversicherungen und Pensionskassen (ohne Sozialversicherung)	65
	Mit Finanz- und Versicherungsdienstleistungen verbundene Tätigkeiten	66
	Rechts- und Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung	69
	Verwaltung und Führung von Unternehmen und Betrieben; Unternehmensberatung	70
	Architektur- und Ingenieurbüros; technische, physikalische und chemische Untersuchung	71

	Forschung und Entwicklung	72
	Werbung und Marktforschung	73
	Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten	74
	Veterinärwesen	75
	Gesundheitswesen	86
	Kreative, künstlerische und unterhaltende Tätigkeiten	90
	Bibliotheken, Archive, Museen, botanische und zoologische Gärten	91
IKT	Herstellung von elektronischen Bauelementen und Leiterplatten	26.1
	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten	26.2
	Herstellung von Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik	26.3
	Herstellung von Geräten der Unterhaltungselektronik	26.4
	Herstellung von magnetischen und optischen Datenträgern	26.8
	Großhandel mit Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik	46.5
	Verlegen von Software	58.2
	Telekommunikation	61
	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie	62
	Datenverarbeitung, Hosting und damit verbundene Tätigkeiten; Webportale	63.1
	Reparatur von Datenverarbeitungs- und Telekommunikationsgeräten	95.1

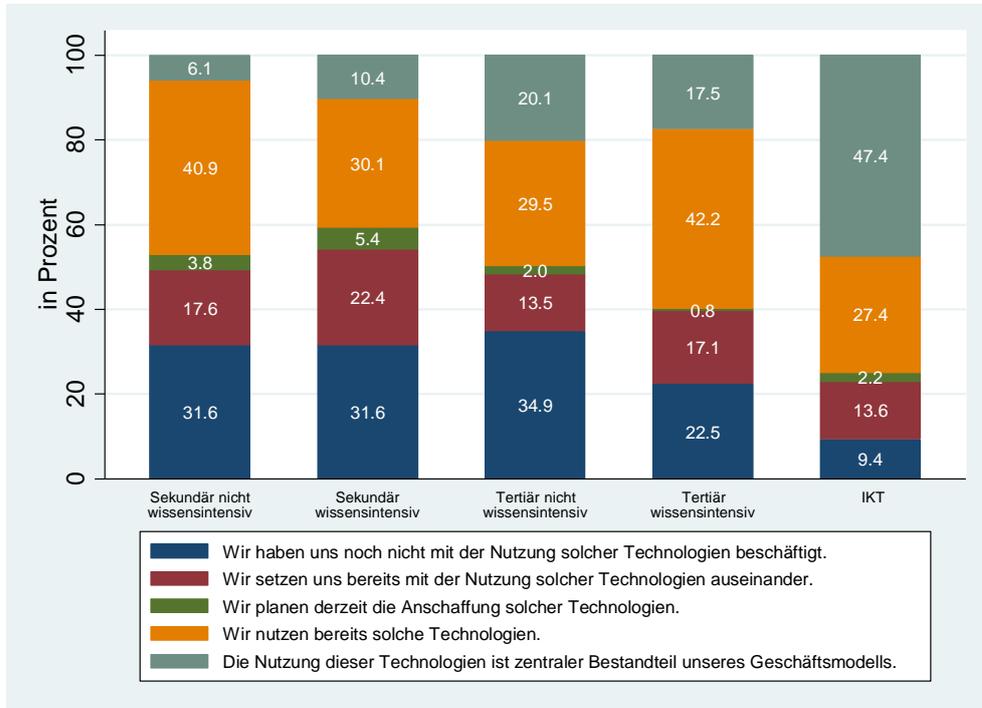
7.2 Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad nach Betriebsgröße

Abbildung 10 - Veränderung im Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad in den letzten 5 Jahren nach Betriebsgrößenklasse (Streuung)



7.3 Nutzung neuer Technologien

Abbildung 11 - Nutzung von 4.0 Technologien nach Wirtschaftssektor



7.4 Tätigkeitswandel differenziert nach detaillierten Tätigkeiten

Abbildung 12 – Tätigkeitswandel, abstrakte Tätigkeiten

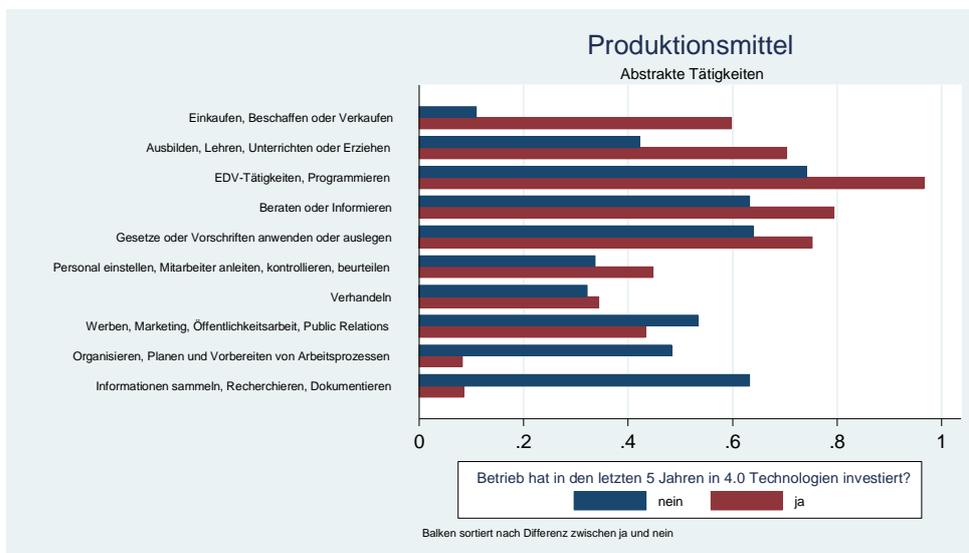
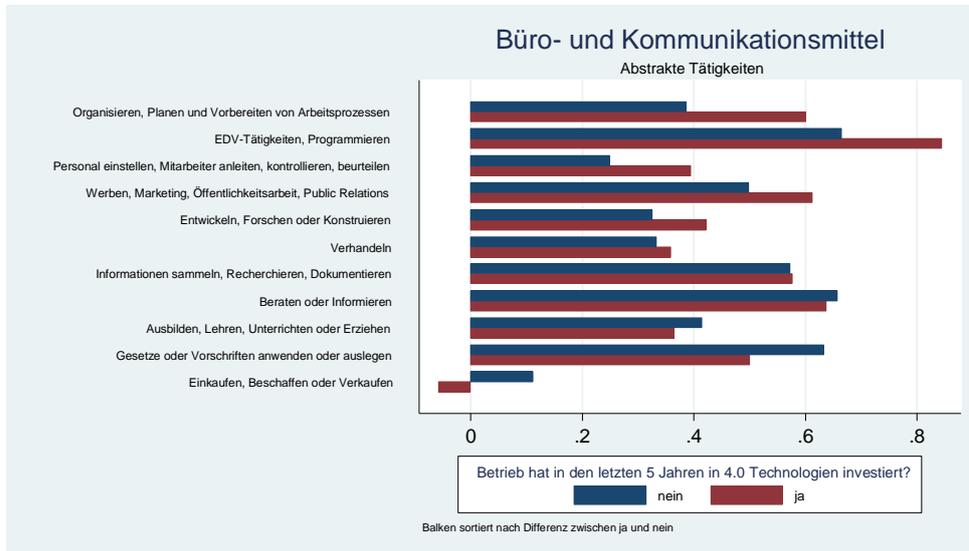
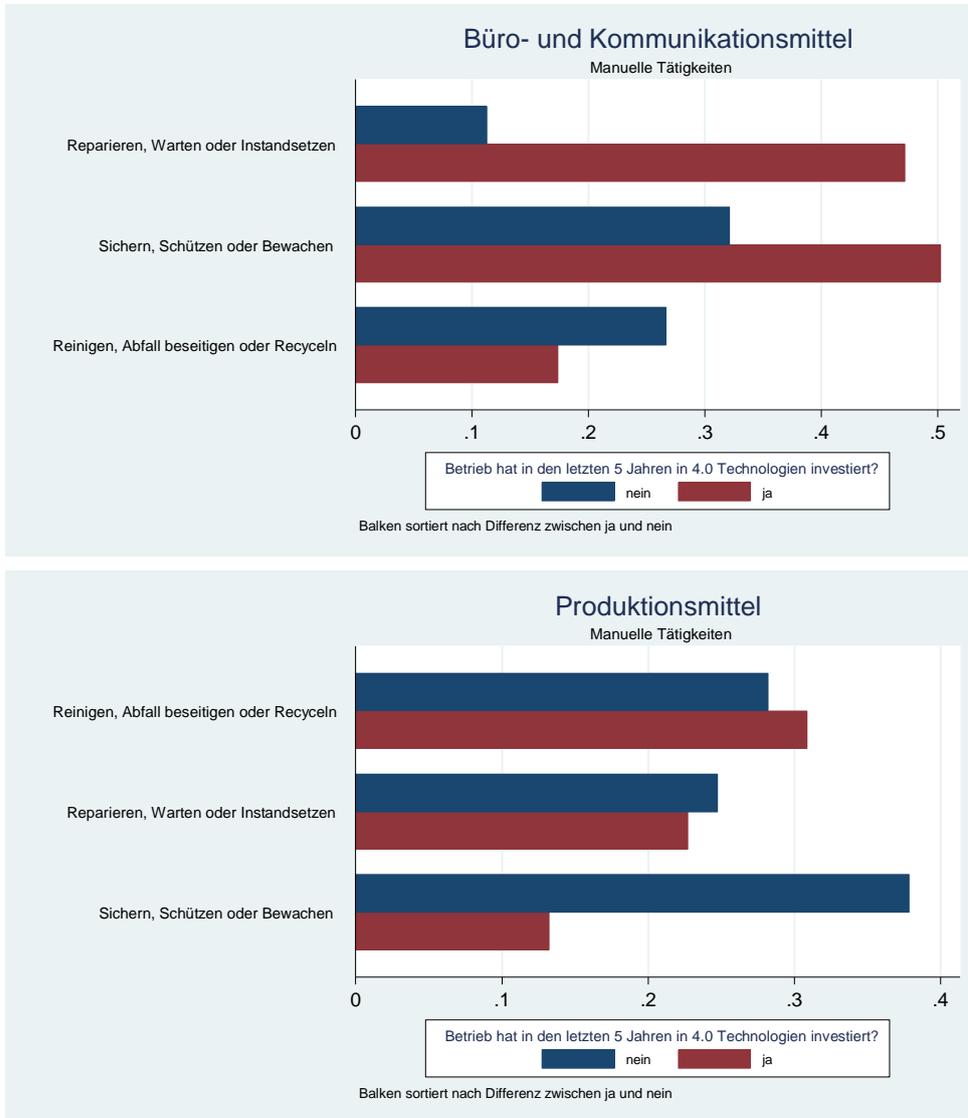
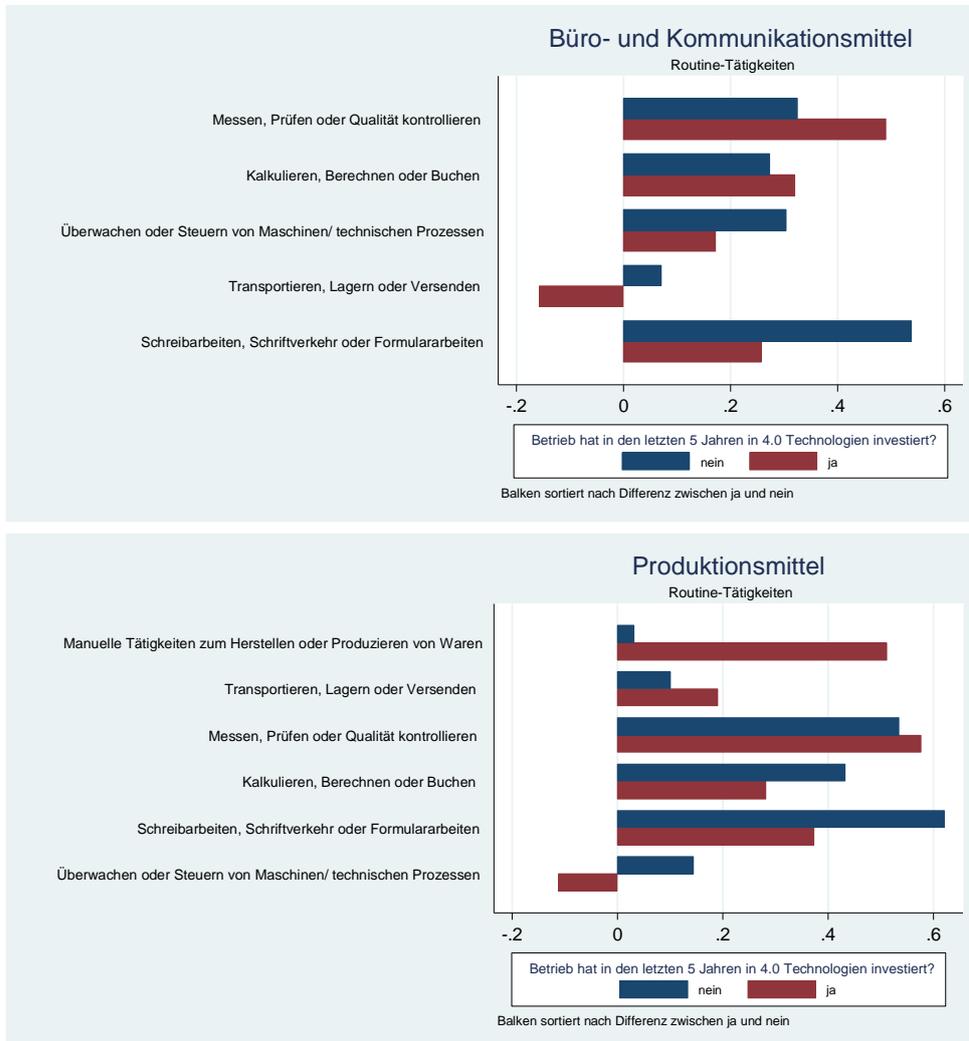


Abbildung 13 - Tätigkeitswandel, manuelle Tätigkeiten



Anmerkung: Bewirten, Bedienen oder Beherbergen sowie Reinigen, Abfall beseitigen oder Recyceln werden in der obigen Abbildung nicht angezeigt, da diese Tätigkeitsbereiche für mehr als 40% der Betriebe als „nicht relevant“ deklariert wurden.

Abbildung 14 - Tätigkeitswandel, Routine-Tätigkeiten



Anmerkung: Manuelle Tätigkeiten zum Herstellen oder Produzieren von Waren wird in der obigen Abbildung zu den BuK-Mitteln nicht angezeigt, da dieser Tätigkeitsbereich für mehr als 40% der Betriebe als „nicht relevant“ deklariert wurde.

7.5 Tätigkeitswandel differenziert nach Betriebsgröße

Abbildung 15 - Tätigkeiten nach Betriebsgröße, 0-199 Mitarbeiter

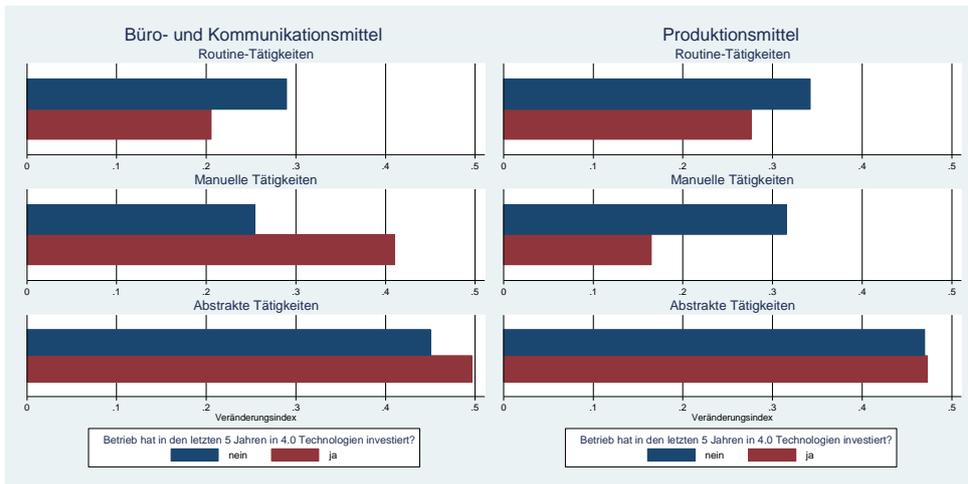


Abbildung 16 - Tätigkeiten nach Betriebsgröße, 200 und mehr Mitarbeiter

