



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
Direktion für Wirtschaftspolitik

Die Entwicklung der Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt im Zuge der Digitalisierung

*Mit einer deutsch- und französischsprachigen
Zusammenfassung*

OBS EHB / INFRAS

**Manuel Aepli
Vanessa Angst
Rolf Iten
Hansruedi Kaiser
Isabelle Lüthi
Jürg Schweri**



OBS EHB

SCHWEIZERISCHES
OBSERVATORIUM
FÜR DIE BERUFSBILDUNG



DENKEN
ÜBER
MORGEN

Die Entwicklung der Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt im Zuge der Digitalisierung

Schlussbericht

Autorinnen und Autoren

Manuel Aepli
Vanessa Angst
Rolf Iten
Hansruedi Kaiser
Isabelle Lüthi
Jürg Schweri

Auftraggeber

Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO)

Zollikofen/Zürich, 20. Oktober 2017



Für wertvolle Hinweise zur Entwurfsfassung des Berichts danken wir dem SECO und der Projekt-Begleitgruppe, bestehend aus:

Lydie Beuret, SECO

Katharina Degen, SECO

Laurence Devaud, SECO

Ursina Jud Huwiler, SECO

Karin Lewis, Kt. LU

Barbara Montereale, SBFI

Johannes Mure, SBFI

Inge Müssle, Kt. BL

Laura Perret Ducommun, SGB

Maria Ritter, BSV

Henrique Schneider, SGV

Bernhard Weber, SECO

Bruno Weber-Gobet, Travail.Suisse

Simon Wey, SAV

Weiter danken wir folgenden Personen am EHB für wertvolle Beiträge, Hinweise und Feedback:

Carmen Baumeler

Isabelle Dauner Gardiol

Friederike Eberlein

Andreas Kuhn

Ivana Lovric

Patricia Notter

**INHALTSVERZEICHNIS**

EXECUTIVE SUMMARY (DEUTSCH)	6
EXECUTIVE SUMMARY (FRANÇAIS)	12
1 EINLEITUNG	18
1.1 Ausgangslage und Ziel der Studie	18
1.2 Studiendesign	18
1.2.1 Vorgehen im Projekt	19
1.2.2 Aufbau des Berichts	19
2 LITERATUR ZUR DIGITALISIERUNG UND ZUR ENTWICKLUNG DER KOMPETENZANFORDERUNGEN	21
2.1 Digitale Technologien und dazugehörige Begriffe	22
2.1.1 Digitale Technologien	22
2.1.2 Grenzen digitaler Technologien?	24
2.2 Wirkungskanäle der Digitalisierung	24
2.2.1 Neue Produkte und Produktmärkte	25
2.2.2 Neue Produktionsprozesse	25
2.2.3 Neue Vertriebskanäle	26
2.3 Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt	27
2.3.1 Betroffene Branchen	28
2.3.2 Betroffene Berufe	31
2.3.3 Betroffene Tätigkeiten	34
2.3.4 Kompetenzanforderungen	36
2.4 Fazit der Literaturanalyse	38
3 STATISTISCHE ANALYSE DER ANFORDERUNGEN AUF DEM ARBEITSMARKT	40
3.1 Ziel und methodisches Vorgehen	40
3.2 Wandel der Beschäftigung in der Schweiz	44
3.2.1 Berufe	44
3.2.2 Entwicklung der Tätigkeiten	53
3.2.3 Qualifikations- und Anforderungsniveaus	64
3.3 Fazit der quantitativen Auswertungen	68
4 EXPERTENEINSCHÄTZUNGEN ZU DEN AUSWIRKUNGEN DER DIGITALISIERUNG	70
4.1 Digitalisierung, Globalisierung und demografische Alterung als wichtigste Trends	70
4.2 Wandel der Berufe und Tätigkeiten	71
4.3 Wandel der individuellen Kompetenzanforderungen	74
4.4 Nachgefragte Qualifikationen und Mismatch auf dem Arbeitsmarkt	79
4.5 Relevanz der Digitalisierung wird weiter zunehmen	80
4.6 Fazit	80
5 BERUFSSPEZIFISCHE AUSWIRKUNGEN DER DIGITALISIERUNG: ERKENNTNISSE AUS EINEM EXPERTENWORKSHOP	83
5.1 Teilnehmende des Expertenworkshops	83
5.2 Zielsetzungen des Expertenworkshops	83
5.3 Vorgehen/Ablauf	84
5.4 Ergebnisse aus den Diskussionsrunden	84



5.4.1	Automobildiagnostiker/in mit eidgenössischem Fachausweis	84
5.4.2	Gebäudetechnikplaner/in EFZ mit Fachrichtung Heizung	86
5.4.3	Hotelfachfrau/-mann EFZ und Hotelkommunikationsfachfrau/-mann EFZ	87
5.4.4	Pflegefachfrau/-mann HF	88
5.4.5	Zahntechniker/in EFZ	89
5.5	Fazit aus dem Expertenworkshop	90
6	SYNTHESE UND AUSBLICK	92
7	BIBLIOGRAFIE	100

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 1: Systematisches Vorgehen	20
Abbildung 2: Wirkungsmodell	25
Abbildung 3: Matrix digitale Technologien und Wirkungsmechanismen: Beispiele der Digitalisierung	27
Abbildung 4: Beschäftigungsimpulse nach Branchen	30
Abbildung 5: Wichtigkeit von Kompetenzen für Schweizer Beschäftigte	37
Abbildung 6: Erwerbslosenquoten je Berufsabteilung 2006/2015	47
Abbildung 7: Anteil Stelleninsetrate je Berufsabteilung 2006-2015	48
Abbildung 8: Analytische und interaktive Nicht-Routinetätigkeiten und Veränderung der Beschäftigung	52
Abbildung 9: Veränderung der Vollzeitäquivalente je Tätigkeitsdimension 2006-2015	54
Abbildung 10: Indexierte Veränderung der Vollzeitäquivalente je Tätigkeitsdimension 2006-2015	55
Abbildung 11: Lohnentwicklung je Tätigkeitsdimension 2006-2015	57
Abbildung 12: Anteil Stelleninsetrate je Tätigkeitskategorie 2006-2015	58
Abbildung 13: Tätigkeitsprofil der Stelleninsetrate und der Erwerbslosen 2006/2015	59
Abbildung 14: Dekomposition der Veränderung der Vollzeitäquivalente je Tätigkeitsdimension 2006/2012	60
Abbildung 15: Tätigkeitsprofile nach Alterskohorten (30-/50-Jährige) 2012	62
Abbildung 16: Tätigkeitsprofile 2012 für Personen mit Berufsbildung nach Alterskohorten (30-/50-Jährige)	63
Abbildung 17: Tätigkeitsprofile 2012 für Personen mit Tertiär-A-Ausbildung nach Alterskohorten (30-/50-Jährige)	63
Abbildung 18: Gearbeitete Vollzeitäquivalente je Ausbildungsniveau 2006-2015	64
Abbildung 19: Durchschnittslohn je Ausbildungsniveau 2006-2014	65
Abbildung 20: Tätigkeitsprofile je Ausbildungsniveau 2012	66
Abbildung 21: Berufsgruppen geordnet nach Durchschnittslohn in Dezilen und Veränderung der VZÄ 2006/2015	67

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Wirkung der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt gemäss Literatur	39
Tabelle 2: Quantitative Analysen: Forschungsfragen, Methodik und Datenquellen	43
Tabelle 3: Entwicklung der gearbeiteten Vollzeitäquivalente (VZÄ) nach Berufsabteilungen 2006-2015	44
Tabelle 4: Wirkung der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt	69
Tabelle 5: Wirkung der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt – Zusammenfassung	82
Interviews	82

EXECUTIVE SUMMARY (DEUTSCH)

Ziel der Studie und Vorgehen

Das Ziel der Studie lautet, die Veränderungen der Kompetenzanforderungen auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt im Zuge der Digitalisierung in den letzten zehn Jahren empirisch zu untersuchen. Kompetenzanforderungen zeigen sich auf verschiedenen Ebenen im Arbeitsmarkt, namentlich auf Ebene der Branchen, der Berufe, der Tätigkeiten, der Qualifikationen und der individuellen Kompetenzen im engeren Sinne. Um ein umfassendes Verständnis der Veränderungs- und Anpassungsprozesse auf dem Arbeitsmarkt zu erleichtern, fokussieren wir nicht ausschliesslich auf diese individuellen Einzelkompetenzen, sondern analysieren die Veränderungen auf allen genannten Ebenen des Arbeitsmarktes.

Die Studie besteht aus vier Teilen: Den ersten Teil bildet eine umfassende Analyse der Literatur zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf dem Arbeitsmarkt international und in der Schweiz. Der zweite Teil besteht aus einer statistischen Analyse, wie sich Berufe, Tätigkeiten und Qualifikationen auf dem Arbeitsmarkt von 2006 bis 2015 verändert haben. Im dritten Teil werden die Resultate von Experteninterviews berichtet und die Aussagen der Expertinnen und Experten einer Inhaltsanalyse unterzogen. Im vierten Teil werden die Resultate eines Expertenworkshops dargestellt, in dem die Veränderungen der Kompetenzanforderungen für fünf Berufsbilder exemplarisch vertieft wurden. Der Bericht schliesst mit einer Synthese, die die Resultate anhand der leitenden Forschungsfragen im Überblick darstellt und interpretiert sowie weiterführende Fragen thematisiert.

Literaturanalyse

Die Bandbreite der Einschätzungen zur Digitalisierung reicht in der Literatur von einer kontinuierlichen, stetigen Veränderung der Arbeitswelt bis zu disruptiven Effekten, die die Arbeitswelt fundamental verändern. Um die konkreten Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt und die Entwicklung der Kompetenzanforderungen auf diesem zu verstehen, scheint es deshalb sinnvoll, digitale Technologien und deren Wirkungsmechanismen zu beschreiben und die dadurch spürbaren effektiven Auswirkungen auf den verschiedenen Ebenen des Arbeitsmarktes zu analysieren. Diese Ebenen sind einerseits Branchen und Berufe, andererseits Tätigkeiten, Qualifikationen und Kompetenzen.

Bei den einleitend dargestellten digitalen Technologien ist die Unterscheidung von substituierenden und komplementären Technologien für die Analyse ihrer Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt zentral. Obwohl neue Technologien häufig ältere Technologien und vom Menschen durchgeführte Arbeitsschritte ersetzen, können auch sie nur von Menschen und damit teilweise komplementär zu bisherigen Arbeitsleistungen eingesetzt werden.

Die Wirkung digitaler Technologien wird in der Literatur entweder mittels qualitativen Befragungen eingeschätzt oder quantitativ ermittelt, indem auf die Tätigkeiten der Erwerbstätigen fokussiert wird. Breiter Konsens herrscht bezüglich der zunehmenden Substitution von Routinetätigkeiten. Gleichzeitig gewinnen andere Tätigkeiten (z.B. analytische), die digitale Technologien komplementär einsetzen, an Bedeutung. Uneinigkeit herrscht bei der Beurteilung von manuellen Nicht-routinetätigkeiten (v.a. einfache Serviceberufe), die kaum automatisiert werden können: teils wird hier Zuwachs dank durch die Digitalisierung induzierten Nachfrageeffekten erwartet („Spillovers“), teils eher ein Rückgang im Rahmen einer generellen Höherqualifizierung. Es fällt auf, dass einige Studien existieren, die die Auswirkungen der Digitalisierung prospektiv einzuschätzen versuchen. Sie unterscheiden sich in ihren naturgemäss unsicheren Prognosen stark. Empirische Studien zu den bisher zu beobachtenden Auswirkungen sind dagegen selten.

Eine erste zentrale Frage für den Arbeitsmarkt ist, ob der Mismatch zwischen Arbeitsangebot und -nachfrage zugenommen habe. Studien zur Schweiz finden bislang einen im internationalen Vergleich unterdurchschnittlichen Mismatch, der in den letzten Jahren nicht zugenommen habe. Zudem seien auch Personen mit Berufsausbildung nicht überdurchschnittlich von Mismatch betroffen. Eine zweite zentrale Frage betrifft die Polarisierungshypothese. In den USA und in einigen westeuropäischen Ländern wurde festgestellt, dass der mittlere Qualifikationsbereich an Beschäftigungsanteilen zugunsten der tiefen und hohen Qualifikationsbereiche verliere. Es liegen erst wenige Erkenntnisse zur Schweiz vor. Die aktuellste Studie findet keine Anzeichen für eine Polarisierung.

Zu den bisher beobachtbaren Veränderungen von Kompetenzanforderungen im engeren Sinne gibt es relativ wenig gesicherte Evidenz, insbesondere für die Schweiz. Deutsche Fallstudien, typischerweise in Industriebetrieben durchgeführt, finden prägnante Beispiele sowohl für eine zunehmende Bedeutung überfachlicher Kompetenzen wie auch für eine zunehmende Bedeutung von Fachkompetenzen. Allerdings kommen sie zum Schluss, dass aktuell kaum Aussagen über generelle Trends bei den Kompetenzanforderungen möglich sind, da die Entwicklung dieser Anforderungen von der Betriebsstruktur und der jeweiligen Vision von Industrie 4.0 abhängt, die beide auch innerhalb einzelner Branchen und Berufe stark von Betrieb zu Betrieb variieren.

Statistische Analyse

In der quantitativen Analyse untersuchen wir die Entwicklung der Beschäftigung und der Durchschnittslöhne auf dem Schweizer Arbeitsmarkt seit 2006. Wir berücksichtigten dabei Entwicklungen nach Berufen, Tätigkeiten und Qualifikationen. Die Grundlage dafür bilden die Daten der Schweizerischen Arbeitskräfteerhebung und des Stellenmarktmonitors. Für die Analysen gemäss dem Tätigkeitsansatz übertragen wir Tätigkeitsprofile deutscher Berufe auf Schweizer Berufe. Dabei kommen sowohl die Daten der Berufsdatenbank BERUFENET wie jene der BIBB-BAuA-Erwerbstätigenbefragung zum Einsatz.

Auf Ebene der Berufsabteilungen (SBN 2000-Einsteller) ist eine relativ starke Zunahme der Beschäftigung bei den dienstleistungsnahen Berufen sowie jenen der Technik und Informatik zu beobachten. Die Industrie- und Gewerbeberufe sowie jene des Bau- und Ausbaugewerbes verloren dagegen mit den Land- und Forstwirtschaftsberufen an Bedeutung. Damit konnten vor allem die Berufe mit einem Tätigkeitsbündel, das zu grossen Teilen aus analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten besteht, zulegen.

Betrachtet man die Berufe auf einer tieferen Aggregationsebene, sind viele Entwicklungen zu beobachten, die einen Zusammenhang zur Digitalisierung aufweisen. Der Rückgang bei Berufen des Maschinenbaus, der Metallbearbeitung, im Post- und Fernmeldewesen oder bei den Druckerinnen und Druckern beispielsweise gehen stark auf Rationalisierungen im Zuge neuer Technologien zurück. Umgekehrt nahmen die Berufe der Informatik und die Ingenieurberufe deutlich zu. Bei den Dienstleistungsberufen nahmen die kaufmännischen Angestellten und Büroberufe ab, während viele andere Berufe etwa in Werbung und Marketing, im Bank- und Versicherungswesen, Treuhänder/innen, Immobilienfachleute, Personalfachleute, Krankenpflegeberufe, Berufe in Fürsorge und Erziehung, Hochschullehrpersonen sowie mittlere und hohe Kader Beschäftigungszuwächse verzeichnen. Dies passt zu den Resultaten der Literaturanalyse, gemäss denen die Rationalisierungsgewinne durch Automatisierungen zu einer erhöhten Nachfrage nach Dienstleistungen führen. Dazu passt auch, dass teilweise Berufe in vergleichsweise niedrigqualifizierten Bereichen zulegen, die kaum automatisiert werden können, wie beispielsweise Hauswarte, Raum-/Gebäudereiniger/in oder Küchen- und Servicepersonal. Bei der Entwicklung der Nachfrage auf dem Stellenmarkt sind dagegen keine klaren Tendenzen im Zusammenhang mit der Digitalisierung zu beobachten.

Die Analysen gemäss dem Tätigkeitsansatz zeigen wie in der Literatur eine Zunahme der analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten, nur schwach wachsende manuelle Nicht-Routinetätigkeiten und abnehmende manuelle Routinetätigkeiten. Eher überraschend nehmen die kognitiven Routinetätigkeiten zu,

die oftmals in Berufen mit analytischen Nicht-Routinetätigkeiten gebündelt auftreten. Vertiefende Analysen zeigen, dass sich das Tätigkeitsprofil des Arbeitsmarktes sowohl wegen der Verschiebungen zwischen Berufen wie auch wegen Veränderungen der Tätigkeitsbündel innerhalb der Berufe verändert.

Vergleicht man die Tätigkeitsprofile der ausgeschriebenen Stellen mit den Tätigkeitsprofilen der Erwerbslosen, stellt man fest, dass bei den offenen Stellen relativ mehr analytische Nicht-Routinetätigkeiten und kognitive Routinetätigkeiten gefragt sind, während die Erwerbslosen in Berufen tätig waren, die relativ mehr manuelle Tätigkeiten beinhalten. Allerdings hat die Diskrepanz in den Tätigkeitsprofilen von offenen Stellen und Erwerbslosen von 2006 auf 2015 nicht zu-, sondern eher abgenommen. Da auch die Erwerbslosigkeit in diesem Zeitraum kaum zugenommen hat, lässt sich schliessen, dass in dieser Periode Anpassungsprobleme oder Mismatches im Zuge der Digitalisierung nicht zugenommen haben.

Analysieren wir die Tätigkeitsprofile in verschiedenen Ausbildungsniveaus (ohne Abschluss, Berufsbildung, Tertiär-B, Tertiär-A), fällt auf, dass sich der Anteil manueller Tätigkeiten mit steigendem Ausbildungsniveau zugunsten der analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten verringert. Die kognitiven Routinetätigkeiten weisen hingegen über alle Ausbildungsniveaus hinweg einen praktisch konstanten Anteil auf. Insgesamt haben sich die von Personen mit Tertiär-A-Ausbildung gearbeiteten Vollzeitäquivalente mehr als verdoppelt, wogegen jene der Personen mit anderen Ausbildungen alle leicht rückläufig waren. Anzeichen für eine Polarisierung, das heisst einen Anstieg der Beschäftigungsanteile von Niedrig- und Hochqualifizierten auf Kosten der Mittelqualifizierten, haben wir in den Analysen nicht gefunden.

Experteninterviews

In der ersten Phase des Projektes wurden zunächst fünf leitfadengestützte explorative Interviews mit Unternehmensberaterinnen und Unternehmensberatern, Expertinnen und Experten aus Verbänden und Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft und Forschung geführt. Anschliessend wurden dreizehn vertiefende, leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Gesprächspartner/innen waren HR-Verantwortliche und leitende Angestellte, welche Einblick in die Kompetenzentwicklung im jeweiligen Unternehmen haben; Unternehmensberater/innen, die Unternehmen beim Transformationsprozess der Digitalisierung beraten; Vertreter/innen aus der Berufsbildung mit einem Übersichtswissen zur Berufsbildung; und eine Personalvermittlung, um Informationen zu allfälligen Mismatches auf dem Arbeitsmarkt zu erhalten.

Aus den Gesprächen mit den Expertinnen und Experten schliessen wir, dass alle Berufe von der Digitalisierung betroffen sind. Digitale Tools wurden entweder komplementär zur Arbeitskraft eingesetzt oder haben gewisse Tätigkeiten ersetzt. Besonders in der Logistik und Produktion (teils auch im Dienstleistungsbereich) wurden Tätigkeiten von Arbeitskräften ersetzt. Dies widerspiegelt auch die anhaltende Verschiebung zum Dienstleistungsbereich. In Berufen mit hohem Anteil an sozialer Interaktion kamen neue digitale Tools eher unterstützend zum Einsatz und boten Arbeitskräften neue Möglichkeiten. In den letzten Jahren sind wenige Berufe ganz oder teilweise verschwunden. Einzig die Grossrechnerspezialistin/der Grossrechnerspezialist und Fließbandjobs haben massiv an Bedeutung verloren. Neu entstanden sind hingegen Berufe wie Automobil-Mechatroniker/in, Automobildiagnostiker/in und Datenanalyst/in.

Auch bei den Tätigkeiten war die grösste Veränderung, dass neue digitale Tools zum Einsatz kamen und Tätigkeiten vermehrt am Computer oder computergestützt stattfanden. Bei den administrativen Tätigkeiten war eine Verschiebung hin zu mehr Analyse- und „business intelligence“-Tätigkeiten zu beobachten. In Bezug auf die in der statistischen Analyse analysierten Tätigkeitskategorien haben die Expertinnen und Experten aufgezeigt, dass die Bedeutung manueller und kognitiver Routinetätigkeiten abgenommen hat. Die Bedeutung analytischer und interaktiver Nicht-Routinetätigkeiten hat hingegen zugenommen und die Bedeutung manueller Nicht-Routinetätigkeiten ist unverändert.

Diese Veränderungen der Berufe und Tätigkeiten haben dazu geführt, dass besonders IT-Affinität, Datenanalyse, Prozessverständnis und überfachliche oder Querschnittskompetenzen wie «soft skills» (z.B. Flexibilität, Kundenbetreuung, Teamfähigkeit), Kreativität/Innovationsfähigkeit/Out-of-the-box-Denken und Kommunikation an Bedeutung gewonnen haben. Wichtig sind diese überfachlichen Kompetenzen besonders in der Kombination mit beruflichem Fachwissen, das seinerseits ebenfalls bedeutsam bleibt. Dies zeigt sich gerade bei der Arbeit mit digitalen Tools und Komponenten deutlich, da sie in bestimmten beruflichen Situationen angewandt werden und entsprechend spezifisch ausgerichtet sind bzw. eingesetzt werden müssen. Die dazu von den Expertinnen und Experten genannten Beispiele haben wir in der Inhaltsanalyse in sechs Situationskategorien eingeteilt, die aufgrund der Digitalisierung neue oder veränderte Kompetenzen erfordern: 1. die Kommunikation mit Kolleginnen/Kollegen, die sich dank digitaler Hilfsmittel intensiviert und verändert, 2. die Interaktion mit Kundinnen/Kunden, die zunehmend ebenfalls von digitalen Hilfsmitteln auf beiden Seiten geprägt ist, 3. die (Zusammen)Arbeit mit komplexen digitalen Algorithmen, die den eigenen Arbeitsprozess beeinflussen, 4. die Diagnose von Apparaten und Geräten, die digital durchgeführt wird und/oder digitale Geräte betrifft, 5. die digitale Dokumentation der eigenen Arbeit und 6. der Umgang mit grösseren Datenmengen. Alle sechs Anforderungssituationen können in verschiedenen Berufen und auf allen Qualifikationsstufen relevant sein. Dabei zeigte sich, dass die Digitalisierung nicht isoliert als Auslöser für neue Kompetenzanforderungen auftritt, sondern dass eine komplexe Interaktion mit anderen Treibern (z.B. steigende Kundenansprüche, zunehmendes Controlling) zu beobachten ist.

Die Anpassungen der Kompetenzen fanden in den Unternehmen entweder on-the-job oder über Aus- und Weiterbildungen statt. In diesem Zusammenhang wird von mehreren Expertinnen und Experten darauf hingewiesen, dass das lebenslange Lernen an Bedeutung gewonnen habe. Durch diese Veränderungen sind auch die nachgefragten Qualifikationsniveaus gestiegen. Zudem konnten die Expertinnen und Experten in den letzten Jahren keine grossen Unterschiede in den Veränderungen der Kompetenzanforderungen zwischen den Sprachregionen feststellen. Es gibt auch wenige Hinweise auf einen Mismatch auf dem Arbeitsmarkt.

Expertenworkshop

In den am Workshop genauer analysierten Berufen Automobildiagnostiker/in mit eidg. Fachausweis, Gebäudetechnikplaner/in EFZ mit Fachrichtung Heizung, Hotelfachfrau/-mann EFZ bzw. Hotel-Kommunikationsfachfrau/-mann EFZ, Pflegefachmann/-frau HF und Zahntechniker/in EFZ haben sich in den vergangenen fünf bis zehn Jahren die Tätigkeiten und damit auch die Kompetenzanforderungen durch die Digitalisierung bereits stark verändert. Die Wirkungsmechanismen der Digitalisierung zeigen sich bei den untersuchten Berufen beispielhaft: es entstanden neue Produkte (z.B. Zahnprothesen aus neuartigen Materialien), neue Vertriebskanäle (z.B. Hotel-Buchungsplattformen) und neue Produktionsprozesse (z.B. 3D-Druck).

Die Kompetenzanforderungen haben sich insbesondere in den folgenden drei Bereichen verändert:

- Dokumentation und Administration: z.B. die digitale Dienstplanung oder Patientendokumentation bei den Pflegefachpersonen, aber auch die digitale Bewirtschaftung von Checklisten, Zimmerständen und Bestellungen bei Hotelfachpersonen.
- Digitale Technologien in den Produktionsprozessen: z.B. die Fehleranalyse rund ums Auto, welche die Automobildiagnostiker/innen mittels Computer erstellen; das digitale 3D-Zeichnen, CAD und BIM im Berufsalltag der Gebäudetechnikplaner/innen; der 3D-Druck, den die Zahntechniker/innen bei der Herstellung von Zahnersätzen einsetzen.
- Kommunikation mit Kundinnen/Kunden und Kolleginnen/Kollegen: z.B. die anspruchsvollere Interaktion mit Kundinnen und Kunden oder Patientinnen und Patienten, die sich im Vorfeld im Internet über Produkte und Dienstleistungen informieren, aber auch die Kommunikation über social media,

die beispielsweise für Hotelkommunikationsfachpersonen eine wichtige Rolle spielen, oder die digitale Vernetzung zwischen Zahnarztpraxen und Zahnlabors, zwischen Autoherstellern und Autogargen und zwischen Spitälern und Partnerorganisationen, wie der Spitex.

Nebst den Kompetenzen im Zusammenhang mit dem Umgang mit IT und neuen Technologien (CAD, 3D-Druck etc.) sind auch übergreifende Kompetenzen wie die Kommunikation und Interaktion mit Kundinnen/Kunden und Patientinnen/Patienten wichtiger geworden. Prominent genannt wurde auch die Fähigkeit, in Arbeitsschritten unter Verwendung digitaler Technologien die Resultate kritisch zu hinterfragen, um Fehler zu vermeiden und die Qualität zu sichern.

Kompetenzen, die in den vergangenen Jahren weggefallen oder weniger wichtig geworden sind, sind für die analysierten Berufe kaum auszumachen. In manchen Fällen ersetzen die Arbeitsschritte mit digitalen Tools die früheren Arbeitsschritte (Fräsen bei der Herstellung von Zahnersatz, Führen von Wartungsausweisen auf Papier u. ä.). In den meisten Fällen ist es so, dass die heute durchgeführten „digitalen Arbeitsschritte“ noch nicht in allen Betrieben umgesetzt werden und deshalb die herkömmliche, analoge Arbeitsweise parallel auch noch ausgebildet wird. Dabei stellt sich die Frage, ob es sich um eine Übergangsphase handelt und in naher Zukunft Kompetenzen im Zusammenhang mit analogen Arbeitsweisen wegfallen werden.

Synthese und Ausblick

In der Synthese werden die Resultate aus allen empirischen Teilen anhand dreier im Projektmandat angesprochenen Fragestellungen gebündelt.

1. Wie haben sich die Anforderungen an die Beschäftigten auf dem Arbeitsmarkt über die letzten fünf bis zehn Jahre verändert?

- Der Digitalisierungstrend betrifft alle Branchen und Berufe – die Auswirkungen auf dem Arbeitsmarkt sind aber bislang eher moderat
- Produktionsberufe verlieren, technische und Dienstleistungsberufe gewinnen an Bedeutung
- Berufe mit höheren Anteilen an analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten nehmen an Bedeutung zu, solche mit manuellen Routinetätigkeiten ab
- Der Wandel der Tätigkeiten findet sowohl zwischen wie innerhalb der Berufe statt

2. Kann eine Anpassung der Kompetenzen der Beschäftigten an die vom Arbeitsmarkt nachgefragten Kompetenzen beobachtet werden? Ist ein Mismatch zwischen Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage zu beobachten?

- Jüngere Arbeitnehmende mit Tertiärabschluss fördern den Anpassungsprozess
- Kein Anstieg von Mismatchphänomenen im Beobachtungszeitraum
- Zunehmende Höherqualifikation, keine Anzeichen für eine Polarisierung

3. Welche Kompetenzen haben auf dem Arbeitsmarkt an Stellenwert verloren, welche sind wichtiger geworden?

- Im Anpassungsprozess an neue digitale Technologien gewinnen übergreifende Kompetenzen, teilweise aber auch berufliche Fachkompetenzen an Bedeutung

- Expertinnen/Experten nennen viele neue Kompetenzanforderungen, alte fallen jedoch (noch?) kaum weg

Die vorliegende Studie legt neue Analysen und Befunde zum Thema vor. Sie weist naturgemäss auch gewisse methodische und datenseitige Grenzen auf und kann nicht alle Fragen im weiten Feld der Digitalisierung beantworten. Beispielsweise fehlen schweizerische Daten zu Tätigkeiten und Kompetenzen auf dem Arbeitsmarkt, im Gegensatz zur sehr günstigen Datenlage in Deutschland. Weiter ist die Analyse vom zugrunde gelegten Beobachtungszeitraum der letzten zehn Jahre geprägt, der eine positive Beschäftigungsentwicklung aufwies. Schliesslich sind die Geschwindigkeit der Veränderungen und die Wechselwirkungen der Digitalisierung mit anderen Trends auf dem Arbeitsmarkt empirisch schwierig zu untersuchen.

Die positiven Resultate der Studie, die kaum Anzeichen für Mismatch zwischen Arbeitsangebot und -nachfrage oder für Polarisierungstendenzen gefunden hat, weisen darauf hin, dass sich Arbeitsmarkt und Bildungssystem in der Schweiz bislang den Herausforderungen der Digitalisierung gewachsen zeigen. Der Ausbau der Durchlässigkeit im Bildungssystem und der Ausbau der Tertiärstufe A (Berufsmaturität und Fachhochschulen) dürften dabei eine bedeutsame Rolle gespielt haben. Ebenso deuten die Resultate darauf hin, dass gerade das Berufsbildungssystem seine Absolventinnen und Absolventen gut auf den technologischen Wandel vorbereitet. Zugleich stellt die technologische Entwicklung das Bildungswesen vor neue Herausforderungen, beispielsweise bei der effektiven und effizienten Vermittlung von «digital literacy», dem optimalen Mix aus berufsorientierten und allgemeinbildenden Ausbildungswegen, der Breite bzw. Spezialisierung der Curricula innerhalb der Bildungswege oder der wirksamen Weiterbildung und Umschulung von Erwerbstätigen.

EXECUTIVE SUMMARY (FRANÇAIS)

Objet et méthode

La présente étude empirique a pour objet l'impact de la numérisation sur l'évolution des compétences requises par le marché du travail au fil de ces dix dernières années. Les compétences exigées sur le marché du travail peuvent être considérées à différents niveaux : au niveau des branches, des professions, des tâches, des qualifications et des compétences individuelles proprement dites. Pour appréhender au mieux les changements qui touchent le marché du travail, l'analyse ne se limitera donc pas aux compétences individuelles, mais embrassera l'évolution des exigences à travers tous les niveaux mentionnés.

L'étude s'articule en quatre volets : primo, la revue de la bibliographie publiée au sujet des effets de la numérisation sur le marché du travail, tant au plan national qu'international ; secundo, l'analyse statistique de l'évolution des professions, des emplois et des qualifications sur le marché du travail de 2006 à 2015 ; tertio, l'analyse thématique des réponses d'experts interviewés pour notre étude ; quarto, la présentation des résultats d'un atelier d'experts consacré à l'analyse approfondie de l'évolution des exigences pour cinq professions choisies à titre illustratif. Le rapport se termine par une synthèse récapitulant les résultats des différents axes de recherche et leur interprétation, et aborde certaines questions s'inscrivant dans le prolongement de l'étude.

Revue bibliographique

Les effets de la numérisation sur le monde du travail font l'objet d'appréciations dont le spectre va d'un changement continu et progressif à des mutations soudaines et disruptives. Afin de comprendre les incidences concrètes de la numérisation sur le marché du travail et l'évolution des exigences quant aux compétences requises sur celui-ci, il apparaît judicieux de décrire les technologies numériques et leurs mécanismes ainsi que leur impact effectif aux différents niveaux du marché du travail, à savoir les branches professionnelles et les professions, d'une part, et les tâches, les qualifications et les compétences, d'autre part.

Concernant les technologies numériques évoquées plus haut, la distinction entre les technologies substitutives et les technologies complémentaires est essentielle pour l'analyse de leur impact sur le marché du travail. Les nouvelles technologies remplacent certes souvent des technologies anciennes, et certaines tâches effectuées par l'être humain, mais elles peuvent aussi nécessiter une intervention humaine, ce qui les rend partiellement complémentaires aux tâches pratiquées jusqu'ici.

Dans la littérature, l'impact des technologies numériques est mesuré soit à travers des sondages qualitatifs, soit par des analyses quantitatives, qui sont généralement centrées sur les tâches exécutées par les travailleurs. Un large consensus règne quant à une substitution croissante pour les tâches routinières. Dans le même temps, d'autres tâches prennent de l'importance, notamment dans le domaine analytique, en faisant appel aux technologies numériques à titre complémentaire. Les avis divergent dès lors qu'il est question d'évaluer les tâches manuelles non routinières (p. ex. professions de service simples), qui ne peuvent guère être automatisées : d'aucuns attendent une croissance de l'activité dans ce secteur grâce à l'effet d'appel généré par la numérisation sur la demande (« spillovers »), alors que d'autres prédisent plutôt un recul lié à un relèvement général du niveau de qualification. Un certain nombre d'études envisagent les incidences de la numérisation sous l'angle prospectif. De par l'incertitude inhérente à la démarche même, elles aboutissent à des pronostics très variés. Les études empiriques sur les conséquences observées à ce jour sont rares dans ce domaine.

Une première question essentielle pour le marché du travail est de savoir si l'inadéquation entre offre et demande de travail s'est aggravée. Selon les études consacrées à la Suisse, l'inadéquation est inférieure à la moyenne internationale et n'a pas augmenté ces dernières années. Son incidence chez les titulaires d'une formation professionnelle ne dépasse pas la moyenne non plus. Une deuxième question essentielle touche à l'hypothèse de la polarisation. Aux États-Unis et dans quelques pays d'Europe occidentale, on constate que les professions à qualification moyenne ont perdu du terrain au profit des professions hautement qualifiées et des professions peu qualifiées. Les études à ce sujet sont encore rares en Suisse. La plus récente ne met en évidence aucun signe de polarisation.

Il y a peu d'études rendant compte des changements observés à ce jour pour les profils exigés quant aux compétences individuelles, surtout en Suisse. Des études de cas allemandes, typiquement réalisées dans des entreprises industrielles, montrent des exemples patents de l'importance croissante des compétences autant transversales que spécialisées. Mais selon ces études, aucune tendance générale ne se cristallise actuellement dans l'évolution des compétences requises, tant celle-ci dépend de la structure de l'entreprise et de sa vision de l'industrie 4.0, ces deux paramètres variant par ailleurs fortement d'une entreprise à l'autre au sein de la même branche et de la même profession.

Analyse statistique

Dans l'analyse quantitative, l'étude porte sur l'évolution de l'emploi et des salaires moyens sur le marché suisse du travail depuis 2006. Cette évolution est ventilée par professions, par tâches et par qualifications. L'analyse repose sur les données de l'Enquête suisse sur la population active et du Moniteur du marché d'emploi suisse. L'analyse sous l'angle des tâches se fonde sur les profils d'activités des professions en Allemagne, appliqués aux professions en Suisse. Les données considérées ici proviennent de la base de données professionnelles BERUFENET et de l'enquête auprès des actifs BIBB-BAuA.

Au niveau des divisions de professions de la Nomenclature suisse des professions (NSP 2000, premier niveau d'agrégation), on note une augmentation relativement marquée de l'emploi dans les professions proches des services ainsi que les professions de la technique et de l'informatique, alors que les professions de l'industrie et des arts et métiers, celles de la construction et du second œuvre, ainsi que celles de l'agriculture et de l'économie forestière ont perdu de l'importance. Cette baisse a surtout profité aux professions regroupant essentiellement des tâches analytiques et interactives non routinières.

Si on descend d'un niveau d'agrégation, l'analyse des professions révèle de nombreuses évolutions en prise avec la numérisation. Le recul des professions dans les secteurs construction de machines, métallurgie, postes et télécommunications, ou imprimerie par exemple, est fortement conditionné par les rationalisations inhérentes aux nouvelles technologies. A l'inverse, les professions de l'informatique et de l'ingénierie se sont nettement développées. Dans le secteur tertiaire, les professions commerciales et administratives ont reculé, tandis que de nombreuses autres professions affichent un emploi en pleine progression, par exemple les secteurs publicité et marketing, banques et assurances, services fiduciaires, services immobiliers, ressources humaines, soins paramédicaux, assistance sociale et éducation, enseignement supérieur, cadres moyens et cadres supérieurs. Ces constats confortent les résultats de la revue bibliographique, selon lesquels les gains de rationalisation obtenus par l'automatisation ont un effet dynamisant sur la demande en prestations de service. Ils corroborent également le fait que certaines professions moins qualifiées gagnent du terrain, parce qu'elles échappent largement à l'automatisation, telles que services de conciergerie et de nettoyage ou cuisine et service. En revanche, aucune tendance claire liée à la numérisation n'émerge pour ce qui est de l'évolution de la demande sur le marché de l'emploi.

À l'instar de la bibliographie passée en revue, les analyses sous l'angle des tâches mettent en évidence une croissance des tâches analytiques et interactives non routinières, une croissance seulement faible des tâches manuelles non routinières et une baisse des tâches manuelles routinières. Il est plutôt surprenant

d'observer une augmentation des tâches cognitives routinières, souvent associées à des professions caractérisées par des tâches analytiques non routinières. Des analyses détaillées montrent que le profil d'activités du marché du travail change aussi bien sous l'effet des transferts entre professions que sous l'effet de l'évolution des tâches au sein des professions.

En comparant les profils d'activités des offres d'emploi et les profils d'activités des chômeurs, on constate une augmentation relative des tâches analytiques non routinières et des tâches cognitives routinières dans les offres d'emploi, alors que les chômeurs travaillaient dans des professions à caractère davantage manuel. Cela dit, l'inadéquation entre les profils d'activités des offres d'emploi et ceux des chômeurs n'a pas évolué à la hausse, mais plutôt à la baisse durant la période 2006-2015. Le taux de chômage n'ayant pratiquement pas augmenté durant la même période, on peut en conclure que la numérisation n'a pas accentué les problèmes d'adaptation ou d'adéquation durant cette période.

L'analyse des profils d'activités à travers les différents niveaux de formation (sans qualification, formation professionnelle, tertiaire B, tertiaire A) met en évidence que, plus le niveau de formation augmente, plus la part des tâches manuelles diminue au profit des tâches analytiques et interactives non routinières. Les tâches cognitives routinières, quant à elles, affichent une part pratiquement constante à tous les niveaux de formation. Globalement, les équivalents plein temps (EPT) ont plus que doublé chez les titulaires d'une formation tertiaire A, tandis qu'ils ont légèrement reculé pour les titulaires de toutes les autres formations. Les analyses n'ont décelé aucun signe de polarisation – c'est-à-dire une hausse des quotes-parts d'emploi dans les professions hautement qualifiées et les professions peu qualifiées au détriment des professions moyennement qualifiées.

Interviews d'experts

Dans une première phase du projet, l'étude intègre cinq interviews semi-directives exploratoires avec des conseillers d'entreprises, des experts d'associations, ainsi que des représentants de la communauté scientifique et du monde de la recherche. Partant de là, dans un deuxième temps, treize interviews semi-directives plus approfondies ont été menées avec des interlocuteurs triés sur le volet : responsables des ressources humaines et cadres qui gèrent le développement des compétences dans leur entreprise, conseillers qui assistent les entreprises dans les processus de numérisation, acteurs de la formation professionnelle possédant une vision générale de la formation professionnelle et, enfin, une agence de placement sensibilisée à la question des éventuelles inadéquations sur le marché du travail.

La quintessence de ces entretiens nous amène à conclure que la numérisation touche toutes les professions. Les outils numériques ont joué un rôle complémentaire à la main-d'œuvre ou ont remplacé certaines activités. C'est en particulier le cas dans la logistique et la production, mais partiellement aussi dans le secteur des services. Cette évolution explique le transfert continu de main-d'œuvre vers le secteur des services. Les professions à forte interaction sociale ont profité des outils informatiques plutôt à titre d'aide complémentaire, ce qui a ouvert de nouveaux horizons à la main-d'œuvre de ce secteur. Ces dernières années, seul un petit nombre de professions ont partiellement ou complètement disparu. Les seules professions à avoir perdu beaucoup d'importance sont les techniciens en macroordinateurs et les métiers à la chaîne. De nouvelles professions ont émergé, par exemple mécatronicien automobile, diagnosticien automobile et analyste de données.

Au niveau des tâches également, le plus grand changement apporté par la numérisation tient à l'arrivée de l'ordinateur et des processus assistés par ordinateur dans de nombreuses tâches. Dans les tâches administratives, on observe un déplacement vers les tâches d'analyse et de « business intelligence ». Les experts ont par ailleurs donné le baromètre d'importance par rapport aux catégories d'activités considérées dans notre analyse statistique : en baisse pour les tâches manuelles et cognitives routinières, en hausse

pour les tâches analytiques et interactives non routinières, stable pour les tâches manuelles non routinières.

La numérisation a fait évoluer les professions et les tâches vers des prérequis tels qu'affinité aux technologies de l'information, analyse des données, analyse des processus, compétences interdisciplinaires ou transversales comme les « soft skills » (p. ex. flexibilité, accompagnement de la clientèle, esprit d'équipe), créativité/esprit d'innovation/approche hors schéma et communication. Ces compétences transversales sont particulièrement importantes lorsqu'elles sont combinées à un bagage professionnel spécialisé, qui garde au demeurant toute son importance. On le voit clairement au travail avec les outils et les composants numériques, puisque ceux-ci sont utilisés dans certaines situations professionnelles et qu'ils sont spécifiquement développés et utilisés à cet effet. Dans notre analyse thématique, les exemples cités par les experts à ce propos ont été regroupés en six catégories de scénarios nécessitant des compétences nouvelles ou modifiées par la numérisation : 1. la communication avec les collègues, qui s'intensifie et évolue sous l'effet des moyens de communication numériques, 2. l'interaction avec la clientèle, attendu que cette interaction est de plus en plus marquée par les assistances numériques des deux côtés, 3. le travail avec des algorithmes numériques complexes qui influencent les processus de travail, 4. les dispositifs de diagnostic assisté par ordinateur pour les appareils classiques et les appareils numériques, 5. la documentation numérique du travail personnel, 6. la gestion des macrodonnées. Ces six scénarios de compétences peuvent être pertinents dans toutes sortes de professions et à tous les échelons de qualification. La numérisation n'est pas le seul facteur déclencheur des nouvelles compétences requises, mais elle se conjugue à d'autres dynamiques d'entraînement pour former une interaction complexe (p. ex. attentes toujours plus élevées de la clientèle, controlling croissant).

Dans les entreprises, l'ajustement des compétences a lieu en cours d'emploi ou via les filières de formation et de formation continue. Plusieurs experts ont souligné à ce propos l'importance croissante de l'apprentissage tout au long de la vie professionnelle. Cette évolution a pour corollaire le relèvement du niveau des qualifications requises. Par ailleurs, les experts n'ont pas identifié de différence notable entre les régions linguistiques pour ce qui est de l'évolution des compétences requises. De même, les indices qui vont dans le sens d'une inadéquation sur le marché du travail sont rares.

Atelier d'experts

L'atelier d'experts a exploré en détail les professions suivantes : diagnosticien sur automobile/avec brevet fédéral, dessinateur en installations avec CFC avec orientation chauffage, spécialiste en hôtellerie avec CFC/spécialiste de la communication en hôtellerie avec CFC, infirmier ES et technicien dentiste avec CFC. Ces professions servent de modèles en ce sens que les tâches et les compétences requises se sont déjà fortement adaptées sous l'effet de la numérisation durant ces cinq à dix dernières années. Les effets de la numérisation peuvent être illustrés à titre d'exemple dans les professions étudiées : nouveaux produits (p. ex. prothèses dentaires en matériaux nouveaux), nouveaux canaux de distribution (p. ex. plateformes de réservation hôtelière), nouveaux processus de production (p. ex. impression 3D).

Les exigences ont changé en particulier dans les trois domaines suivants :

- Documentation et administration : p. ex. la planification numérique du service ou le dossier du patient pour le personnel infirmier, mais aussi la gestion informatique des listes de contrôle, des listes d'occupation des chambres, et les commandes pour le personnel hôtelier.
- Technologies numériques de production : p. ex. analyse des pannes sur une automobile, établie par le diagnosticien à l'aide d'un ordinateur ; dessin 3D assisté par ordinateur, CAD et BIM dans le quotidien professionnel des concepteurs en installations ; impression 3D utilisée par les techniciens-dentistes pour fabriquer les prothèses dentaires.

- Communication avec les clients et les collègues : p. ex. capacité d'interaction avec les clients ou les patients qui se renseignent préalablement sur les produits et les prestations grâce à l'internet, mais aussi la communication via les médias sociaux, qui joue un rôle important pour les spécialistes de la communication hôtelière, ou la mise en réseau des cabinets dentaires et des laboratoires dentaires, des constructeurs automobiles et des garages, des hôpitaux et des organismes partenaires, comme Spitex par exemple.

Outre les compétences en rapport avec l'utilisation des ressources IT et des nouvelles technologies dérivées (CAD, impression 3D, etc.), on constate que des compétences transversales telles que communication et interactions avec les clients et les patients ont gagné en importance. Les experts ont aussi relevé en particulier la capacité d'introduire l'analyse critique des résultats par phase de travail, en utilisant les technologies numériques, dans le but de réduire les erreurs et d'assurer la qualité.

L'analyse des professions modèles ne révèle guère de cas de perte d'importance ou de disparition de compétences. Dans plusieurs cas, certaines opérations effectuées avec les outils informatiques remplacent les anciennes méthodes de travail (fraisage pour la fabrication des restaurations dentaires, gestion des notices d'entretien sur papier, etc.). Dans la plupart des cas, les opérations aujourd'hui numérisées n'ont pas été intégrées dans toutes les entreprises, les anciennes méthodes de travail coexistent donc et sont encore enseignées. La question est de savoir s'il s'agit d'une phase transitoire aboutissant dans un proche avenir à l'abandon des compétences liées aux méthodes de travail analogiques.

Synthèse et perspectives

Il s'agit de regrouper ici les résultats de tous les volets empiriques pour répondre aux trois questions qui font l'objet de notre mandat.

1. Dans quelle mesure les compétences requises sur le marché du travail ont-elles changé ces cinq à dix dernières années ?

- La numérisation touche toutes les branches et toutes les professions, mais ses effets sur le marché du travail sont jusqu'ici plutôt modérés.
- Les professions de production perdent en importance, tandis que les professions techniques et tertiaires gagnent du terrain.
- Les professions comportant une part non négligeable de tâches analytiques et interactives non routinières gagnent de l'importance, alors que les professions comportant des tâches manuelles routinières en perdent.
- Les tâches changent tant au niveau interprofessionnel qu'intraprofessionnel.

2. Observe-t-on un ajustement des compétences des personnes actives par rapport aux compétences requises sur le marché du travail ? Observe-t-on un déséquilibre des compétences entre l'offre et la demande sur le marché du travail ?

- Les jeunes actifs titulaires d'un diplôme d'étude tertiaire dynamisent le processus d'adaptation.
- Pas d'augmentation des phénomènes d'inadéquation durant la période sous revue.
- Relèvement croissant du niveau des qualifications, mais aucun signe de polarisation.

3. Quelles compétences ont perdu de la valeur sur le marché du travail, et lesquelles en ont gagné ?

- L'adaptation aux nouvelles technologies numériques confère plus d'importance aux compétences transversales, mais aussi à certaines compétences professionnelles spécialisées.
- Les experts indiquent de nombreuses nouvelles compétences requises, mais les anciennes ne disparaissent pas (encore) ou peu.

L'étude aborde la problématique de la numérisation à travers des analyses et des résultats originaux. De par la nature du sujet, elle connaît elle aussi certaines limites liées à la méthode et aux données disponibles. Elle ne peut donc répondre à toutes les questions que pose la numérisation. Par exemple, il n'existe aucune série de données suisses décrivant les tâches et les compétences sur le marché du travail, alors la statistique en la matière est bien développée en Allemagne. Par ailleurs, la période sous revue, soit les dix dernières années, est très marquée par l'évolution positive de l'emploi. Enfin, la vitesse des mutations et les interactions entre la numérisation et les autres tendances du marché du travail rendent l'analyse empirique assez difficile.

L'étude parvient à des résultats positifs en ce que l'on n'observe pratiquement pas d'inadéquation entre offre et demande sur le marché du travail, ni de tendances à la polarisation. Ces résultats indiquent donc que le marché du travail et le système suisse de formation répondent remarquablement aux défis de la numérisation. Le développement de la perméabilité du système de formation et des formations tertiaires A (maturité professionnelle et hautes écoles spécialisées) a probablement joué un rôle significatif à cet égard. Par ailleurs, les résultats montrent que le système suisse de formation professionnelle prépare bien ses diplômés au virage numérique. En parallèle, l'évolution technologique place la formation professionnelle devant de nouveaux défis : transmission effective et efficace de la culture numérique, mix optimal des filières de formation générale et de formation professionnelle, élargissement ou spécialisation des programmes au sein des filières de formation, ou encore efficacité de la formation continue et de la reconversion pour les personnes actives.

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage und Ziel der Studie

Die Auswirkungen der Digitalisierung auf Gesellschaft und Wirtschaft und speziell auf den Arbeitsmarkt sind ein sehr aktuelles Thema, das auch Politik und Verwaltung beschäftigt. Das SECO hat daher mehrere Studien in Auftrag gegeben, darunter die vorliegende „Studie zur Entwicklung der Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt“.¹ In der Ausschreibung wird festgestellt, dass „ein vertiefter Analysebedarf in Bezug auf die mit der Digitalisierung einhergehenden Veränderungen der vom Markt nachgefragten Qualifikationsanforderungen und Kompetenzen (skills)“ besteht. Folgende Forschungsfragen wurden vom SECO identifiziert:

- Wie haben sich die Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt über die letzten fünf bis zehn Jahre verändert?
- Kann eine Anpassung der Kompetenzen der Beschäftigten an die vom Arbeitsmarkt nachgefragten Kompetenzen beobachtet werden?
- Wie findet die Anpassung der angebotenen Kompetenzen aktuell statt? Ist ein Mismatch zwischen Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage zu beobachten?
- Welche Kompetenzen haben auf dem Arbeitsmarkt an Stellenwert verloren und welche sind wichtiger geworden?

Das Ziel der Studie lautet daher, die Veränderungen in den Kompetenzanforderungen auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt in den letzten zehn Jahren empirisch zu untersuchen. Kompetenzanforderungen zeigen sich auf verschiedenen Ebenen im Arbeitsmarkt, namentlich auf Ebene der Branchen, der Berufe, der Tätigkeiten, der Qualifikationen und der individuellen Kompetenzen im engeren Sinne. Mit Kompetenzen im engeren Sinne bezeichnen wir jene Ressourcen von Erwerbstätigen, mit denen sie eine berufliche Situation erfolgreich („kompetent“) bewältigen. Um ein umfassendes Verständnis der Veränderungs- und Anpassungsprozesse auf dem Arbeitsmarkt zu erleichtern, fokussieren wir nicht ausschliesslich auf diese individuellen Einzelkompetenzen, sondern analysieren die Veränderungen auf allen genannten Ebenen des Arbeitsmarktes.

1.2 Studiendesign

Der vorliegende Bericht stellt empirische Analysen zu den Auswirkungen der Digitalisierung in der Schweiz vor, die in mehrfacher Hinsicht einen neuen Beitrag zur Diskussion darstellen und bestehendes Wissen erweitern:

- Die statistische Analyse zeigt auf, wie sich Berufe und Tätigkeiten auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt in den letzten zehn Jahren entwickelt haben. Erstmals werden dafür präzise berufliche Tätigkeitsbeschreibungen aus deutschen Datensätzen verwendet, die besser auf die die Situation in der Schweiz übertragbar sind als die bisher verwendeten, zumeist aus den USA stammenden Berufsbeschreibungen.
- Die Experteninterviews und der Expertenworkshop resultierten in Fallbeispielen, die aufzeigen, wie die Digitalisierung sich in unterschiedlichen Berufen auswirkt, die nicht im Hochtechnologiebereich angesiedelt

¹ Simap Projekt-ID 146202, Publikationsdatum 13.10.2016

sind. Dabei werden sowohl die überfachlichen Kompetenzen thematisiert, die in der Literatur zur Digitalisierung stark betont werden, wie auch die beruflichen Fachkompetenzen, die in dieser Literatur häufig eher wenig beachtet werden.

1.2.1 Vorgehen im Projekt

Die Digitalisierung ist ein breit wirkender und vielschichtiger Prozess. Angesichts der kleinen Zahl an bereits existierenden empirischen Analysen zur Digitalisierung in der Schweiz wurde für die vorliegende Studie ein Methodenmix gewählt, der sowohl quantitative wie auch qualitative Analysen beinhaltet. In einem ersten Schritt ging es darum, Hypothesen bezüglich des Wandels des schweizerischen Arbeitsmarktes und der Digitalisierung herzuleiten. Die Grundlage dafür bildete erstens eine breite Literaturanalyse, die verschiedene Treiber für veränderte Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt erfasste. Zweitens wurde eine quantitative Voranalyse durchgeführt, drittens Erfahrungswissen des EHB aus der Berufsentwicklung ausgewertet und viertens einige explorative Experteninterviews durchgeführt. Die so erarbeiteten Hypothesen wurden mit der Begleitgruppe zum Projekt diskutiert und dienten danach als Leitfaden für die Hauptanalyse. Die Hauptanalyse bestand einerseits aus einer quantitativen Datenanalyse, die sowohl die Kompetenznachfrage durch die Unternehmen wie auch das Kompetenzangebot der Arbeitnehmenden umfasst, und andererseits aus Experteninterviews. Diese dienten dazu, die von der Digitalisierung betroffenen Branchen und Berufe breit zu erfassen und die Mechanismen der Digitalisierung besser zu verstehen. In einem anschliessenden Workshop wurden die Resultate mit Expertinnen, Experten und Praxisleuten diskutiert. Die Resultate wurden dabei mit konkreten Fallbeispielen zu Veränderungen in den Kompetenzen in fünf ausgewählten Berufen vertieft und mit einem Blick in die Zukunft ergänzt. Die einzelnen Arbeitsschritte werden in Abbildung 1 im zeitlichen Ablauf dargestellt.

1.2.2 Aufbau des Berichts

Jedes Kapitel stellt die Ergebnisse der Projektteile aus der „detaillierten Analyse“ gemäss Abbildung 1 dar. Die einzelnen Kapitel schliessen jeweils mit einem Fazit.

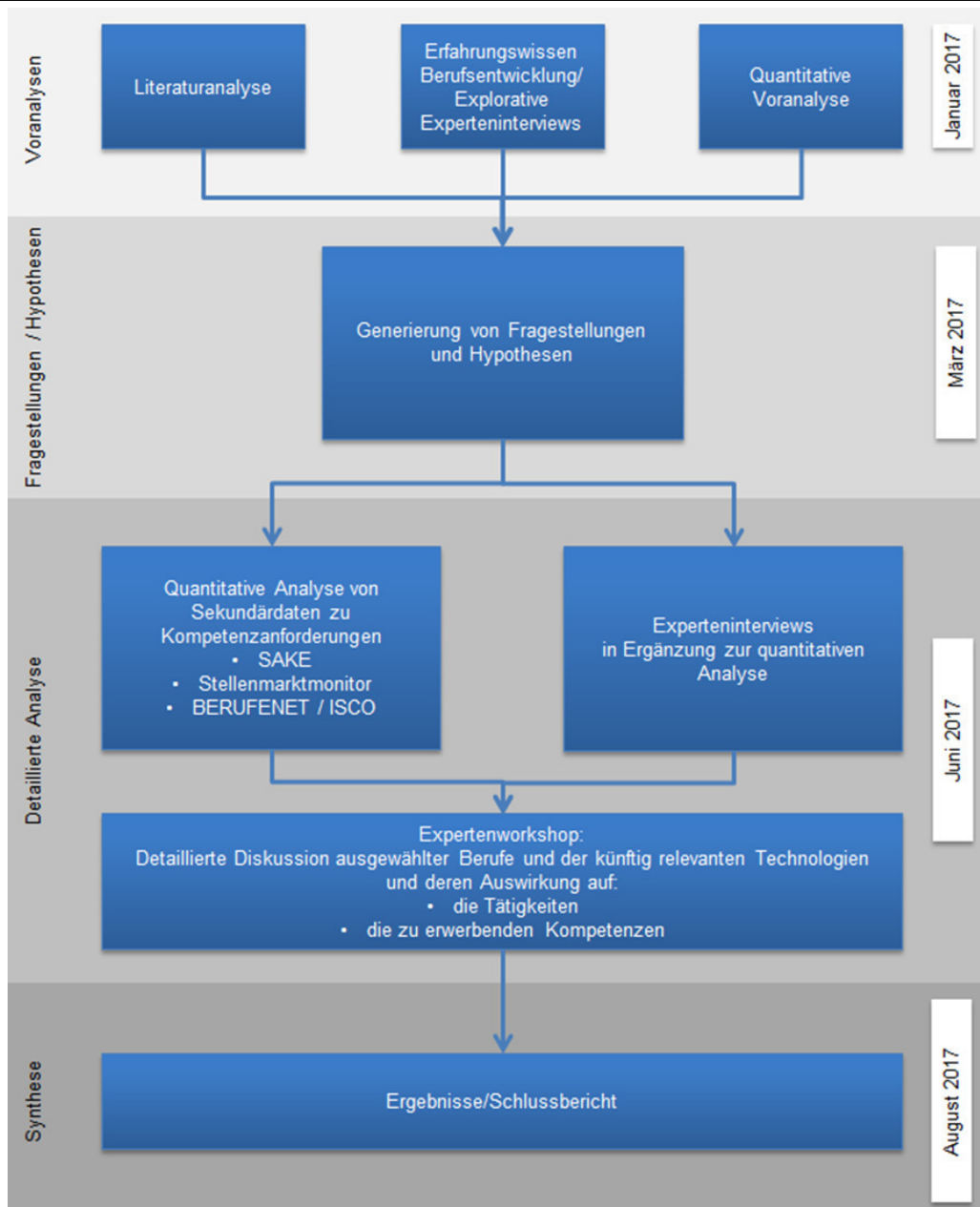
Kapitel 2 gibt einen Überblick über die internationale und nationale Literatur zur Digitalisierung. In diesem Kapitel wird auch definiert, was wir unter Digitalisierung verstehen. Das Ziel des Kapitels ist nicht, sämtliche Publikationen zur Digitalisierung zu erfassen, sondern vor allem jene Studien, die empirische Aussagen zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt machen.

Kapitel 3 stellt die Resultate unserer quantitativen Analyse zu Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt in Bezug auf Berufe, Tätigkeiten und Qualifikationen dar.

Kapitel 4 widmet sich den Interviews mit Expertinnen und Experten und ihren Einschätzungen zu den Auswirkungen der Digitalisierung.

Kapitel 5 beschreibt die Resultate des Expertenworkshops, in dem Fallbeispiele aus fünf Berufen erarbeitet wurden. Diese Beispiele wurden verwendet, um sechs Kompetenzbereiche zu identifizieren, die sich im Zuge der Digitalisierung verändert haben.

Kapitel 6 enthält eine Synthese der Resultate sowie einen Ausblick auf weiterführende Fragen.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 1: Systematisches Vorgehen

2 LITERATUR ZUR DIGITALISIERUNG UND ZUR ENTWICKLUNG DER KOMPETENZANFORDERUNGEN

Digitale Technologien durchdringen zurzeit Wirtschaft und Gesellschaft. Produkte mit neuen Technologien werden auf den Markt gebracht und Unternehmen passen ihre Organisation, Steuerung und Wertschöpfungsprozesse den neuen digitalen Möglichkeiten an (siehe z.B. Deloitte 2015a, Vollrath und Ruile 2016). Gleichzeitig fordern diese neuen digitalen Möglichkeiten auch die öffentliche Verwaltung bei der Ausarbeitung von Rechtsgrundlagen, Investitionen in neue Technologien und der Anpassung des Bildungssystems (Bundesrat 2017). Diese Entwicklungen haben zu einer intensiven öffentlichen Debatte über die Auswirkungen der Digitalisierung auf das Wirtschaftswachstum, den Arbeitsmarkt und das Bildungssystem geführt. Wie so oft bei neuen „Megatrends“ werden verschiedene Entwicklungen und Phänomene mit diesem Begriff bedacht. Das unterstreicht zwar die breite Wirkung der Digitalisierung, ist aber einer klaren Definition und scharfen Abgrenzung zu parallel laufenden Trends nicht dienlich. Es kommt hinzu, dass sich der breite Einfluss der Digitalisierung auf verschiedene Lebens- und Arbeitsbereiche in unterschiedlichen Wirkungsmechanismen zeigt, wodurch sich Aussagen und Beispiele zur Digitalisierung und zu ihren Auswirkungen oft nicht verallgemeinern lassen. Die vorliegende Literaturübersicht macht deutlich, dass die Digitalisierung nicht eindimensional erfasst werden kann. Die Digitalisierung führt nicht nur zur Automatisierung von Berufen, sie kann auch zu neuen Produkten und Dienstleistungen führen und dadurch Arbeitsstellen schaffen oder zur Erstedung von innovativen Start-ups beitragen (digitalswitzerland 2017).

Gleichzeitig wie die Digitalisierung wirken auch andere Trends auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt. Zu nennen sind hier der bereits seit Jahrzehnten andauernde Strukturwandel hin zu einer Dienstleistungsgesellschaft (für die Schweiz: Jud Huwiler und Ragni 2016), die Auslagerung von gewissen Tätigkeiten in andere Länder (Bundesrat 2017, Waser und Hanisch 2011), der demografische und gesellschaftliche Wandel (Bundesrat 2017; zur Zunahme der Beschäftigung im Gesundheitswesen siehe: Degen und Hauri 2017), die Zuwanderung (Bouchiba-Schaer und Weber 2016) und speziell in der Schweiz die Frankenstärke bzw. der „Frankenschock“ im Januar 2015 (Credit Suisse 2016, Jud Huwiler und Ragni 2016). Diese Trends sind nicht explizit Teil der hier vorliegenden Untersuchung, müssen aber bei der Analyse und Auswertung von Literatur, Expertenwissen und Daten stets im Hinterkopf behalten werden. Bei all diesen Trends sind Wechselwirkungen mit der Digitalisierung möglich. So kann die Digitalisierung dazu führen, dass gewisse Tätigkeiten dank der weltweit möglichen Vernetzung einfacher ausgelagert werden können (Offshoring, siehe z.B. OECD 2007). Andererseits können Produktionsschritte wieder in der Schweiz ausgeführt werden, wenn digitale Technologien diese automatisieren und damit verbilligen (so genanntes „Reshoring“, digitalswitzerland 2017, Iten et al. 2016). Digitale Technologien können den gesellschaftlichen Wandel verstärken (z.B. durch die weltweite Verknüpfung und das Entstehen einer digitalen Öffentlichkeit) und gesellschaftlicher Wandel kann digitalen Technologien zum Durchbruch verhelfen (z.B. Trend zur Freizeitgesellschaft schafft eine Nachfrage nach Apps, die zur Freizeitgestaltung eingesetzt werden). Der Frankenschock kann dazu geführt haben, dass gewisse Produktionsprozesse aus der Schweiz ausgelagert wurden und damit auch die Auswirkungen von digitalen Technologien auf diese Prozesse in der Schweiz nicht mehr spürbar sein werden. Andererseits kann der starke Franken den Anpassungsprozess der hiesigen Exportindustrie an neue Technologien beschleunigen und dank tieferen Einkaufspreisen im Ausland auch finanziell ermöglichen.

In der folgenden Literaturanalyse werden als erstes verschiedene digitale Technologien vorgestellt. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll helfen, das Phänomen Digitalisierung zu definieren. Das zweite Teilkapitel der Literaturanalyse zeigt auf, wie diese digitalen Technologien nicht nur den einzelnen Hersteller oder die einzelne Nutzerin, sondern den Arbeitsmarkt als Ganzes verändern können. Dabei stehen die drei Wirkungsmechanismen (1) Veränderte/neue Produktionsprozesse, (2) ver-

änderte/neue Produkte und (3) neue Vertriebskanäle im Zentrum. Das letzte Teilkapitel der Literaturanalyse widmet sich den konkreten Auswirkungen dieser neuen Technologien und Wirkungsmechanismen auf die verschiedenen Branchen, Berufe, Tätigkeiten und Kompetenzen. Dabei werden auch zentrale Debatten in der Forschung wie jene zur Polarisierungshypothese aufgegriffen.

2.1 Digitale Technologien und dazugehörige Begriffe

Der Begriff Digitalisierung bezeichnet traditionell einerseits die Überführung analoger Größen in digitale Speicherformen und andererseits die Übernahme von Aufgaben durch Computer, die bisher von Menschen ausgeführt wurden. Eine modernere Definition setzt Digitalisierung mit Transformation durch Informationstechnologien gleich. Diese Transformation betrifft heute alle Lebensbereiche und beeinflusst beispielsweise Angebot und Nachfrage auf Arbeitsmärkten, politische Willensbildung oder rechtliche Rahmenbedingungen (Hess 2016). Gemäß Hirsch-Kreinsen (2016) gab es zwei Phasen der Digitalisierung: In einer ersten Phase, die Ende der 1990er-Jahre begann, konzentrierte sich die Digitalisierung auf Sektoren, in denen Produktion, Konsum und Kommunikation auf immateriellen Transaktionen und auf der Nutzung von Daten und Information beruhten. Dies sind vor allem Dienstleistungssektoren wie Musik, Publizieren und Medien sowie die Finanzwirtschaft. Heute befinden wir uns in der zweiten Phase der Digitalisierung, in der auch physische Objekte digitalisiert werden. Beispiele dazu sind das Internet der Dinge und cyber-physische Systeme.

2.1.1 Digitale Technologien

Die für die Digitalisierung verantwortlichen Technologien werden meist in den fünf unten aufgeführten Kategorien zusammengefasst². Weitere digitale Technologien, die in der Literatur erwähnt werden, wie u.a. künstliche Intelligenz, Blockchain oder Big Data und Cloud Computing, sind bei den anderen Technologien mit gemeint oder unterstützen und ermöglichen diese³. Der Vollständigkeit halber werden sie mit aufgeführt. Wir stellen im Folgenden daher insgesamt neun digitale Technologien kurz vor:

- Web 2.0/Mobile Geräte: Neue webbasierte Tools, Apps und mobile Geräte wie Smartphones oder Tablets erleichtern die Kommunikation, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen. Diese Technologien vereinfachen auch die Kommunikation zwischen Personen (z. B. Social Media) und zwischen Konsumenten und Unternehmen (z. B. Uber, Airbnb).
- Cyberphysische Systeme/Internet der Dinge/Vernetzung der Dinge: Diese Technologien erlauben die Vernetzung von Maschinen und Produkten sowie eine dezentrale Steuerung der Produktion unter Einbezug von Nutzerdaten (Big Data, Fluid Data). Diese Daten ermöglichen es den Unternehmen, neue Produkte und Dienstleistungen anzubieten, welche besser auf die Kundenbedürfnisse zugeschnitten und individualisierter sind. Weiter spielt der Einsatz von optischen und akustischen sowie elektronischen und biologischen Sensoren zur Messung und Überwachung bestimmter Material-, Prozess- oder Umwelteigenschaften eine zentrale Rolle. Auch hierbei werden grosse Datenmengen generiert, die wiederum für eine verbesserte Prozess- und Vertriebsgestaltung und -kontrolle genutzt werden können. Auf diesen Technologien basiert auch die so genannte Industrie 4.0. Diese bezeichnet „intelligente, digital vernetzte Systeme, mit deren Hilfe eine weitestgehend selbstorganisierte Produktion möglich wird: Menschen, Maschinen, Anlagen, Logistik und Produkte kommunizieren und kooperieren in der Industrie 4.0 direkt miteinander“⁴. Logistik- und Produktionsprozesse sollen intelligent verknüpft und so flexibler und effizienter werden.

² Nach: Bardt et al. (2015), Deflorin et al. (2015), Deloitte (2015a), Hackel et al. (2015), Mills (2016), Roth (2016), Pfeiffer et al. (2016), Venema (2015).

³ Ebenda.

⁴ Internetplattform „Industrie 4.0“ des Deutschen Bundesministeriums für Bildung und Forschung: www.plattform-i40.de

- 3-D Druck/Additive Produktionsverfahren: Bei der additiven Fertigung wird ein Bauteil Schicht für Schicht aus Material aufgebaut, das als feines Pulver oder Flüssigkeit vorliegt. Diese dezentrale individualisierte Produktion kann die Produktionszeit verkürzen, das Erstellen von Prototypen erleichtern und gegebenenfalls die Kosten pro hergestellte Einheit im Vergleich zur konventionellen Fertigung senken.
- Robotik: Robotik meint die Übertragung physischer Interaktionen auf programmierte Industrie- oder Serviceroboter, die sensorgesteuert und z.T. unter Mithilfe von künstlicher Intelligenz handwerklich-manuelle Aufgaben übernehmen. Auch Drohnen gehören in diese Kategorie.
- Wearables und Augmentation (Virtual and Augmented Reality): Bei Wearables handelt es sich um digitale Geräte, die von Personen direkt getragen werden können und diesen computergenerierte Zusatzinformationen liefern, die im realen Handlungsablauf genutzt werden können. Augmented und Virtual Reality sind Querschnittstechnologien, die in heterogenen Ausprägungen in unterschiedlichsten Feldern zu finden sind und Arbeitsprozesse verändern. Sie ermöglichen es, Produktionsprozesse zu simulieren (z.B. Produktionsstrasse kann auf mögliche Ungereimtheiten geprüft werden) oder ein potenzielles Kundenerlebnis vor dem Kauf erlebbar zu machen (z.B. Testfahrt im Auto).
- Sensorik: Sensoren, die bestimmte physikalische (Temperatur, Feuchtigkeit, Helligkeit) oder chemische (pH-Wert, Ionenstärke) Eigenschaften Ihrer Umgebung erfassen können, werden insbesondere in der Robotik verwendet. Sensoren werden immer kleiner und leistungsfähiger. In der Bioelektronik setzen Forscherinnen/Forscher, Ingenieurinnen/Ingenieure und Unternehmen zum Beispiel flexible, biokompatible und sogar „essbare“ Mikrochips und Sensoren aus Polymer und anderen organischen Materialien ein. Dies eröffnet neue Anwendungsmöglichkeiten in der Medizin und der Umwelt.
- Künstliche Intelligenz/Machine Learning: Maschinelles Lernen nutzt Algorithmen, die aus Daten lernen und aus den gewonnenen Informationen Prognosen erstellen können. Dies wird in Bereichen angewandt, wo es unmöglich ist, explizite Algorithmen zu entwickeln und zu programmieren, weil nicht alle möglichen Szenarien vorhersehbar ist (z. B. selbstfahrende Autos, Sprachübersetzung).
- Blockchain: Unter einer Blockchain wird eine Datenbank verstanden, welche eine ständig wachsende Liste von Einträgen, genannt Blöcke, enthält. Jeder Block ist informationstechnisch so mit den vorangegangenen Blöcken verbunden, dass man ihn nicht ändern kann, ohne alle vorangegangenen Blöcke zu manipulieren. Speichert man diese Datenbank gleichzeitig auf verschiedenen Computern, wird es praktisch unmöglich, nachträglich einen Block zu verändern, ohne dass dies auffällt. Charakteristiken wie dezentralisierte Durchführung, Sicherheit und Transparenz versprechen eine breite Palette von Anwendungsmöglichkeiten (z. B. digitale Währungen).
- Big Data und Cloud Computing: Big Data umfasst Massendatenanalysen, bei denen Daten der verschiedensten Datenarten in Relation zueinander gesetzt werden. Die so entstehenden Datensätze können von Unternehmen zum Kreieren und Vermarkten von Produkten und Dienstleistungen ausgewertet und analysiert werden. Das Cloud Computing bildet für Unternehmen und Institutionen ein „Werkzeug zur Bereitstellung verschiedenster Dienstleistungen zur Datenerhebung und -verarbeitung über das Internet, um eine offene Kommunikation der eingesetzten Automatisierungssysteme über die klassischen Unternehmensgrenzen hinweg zu ermöglichen.“ (Roth 2016).

2.1.2 Grenzen digitaler Technologien?

In der öffentlichen Debatte prognostizieren manche Expertinnen und Experten eine Zukunft, in der sich die Arbeitswelt fundamental verändert, so dass erstens Erfahrungen aus der Vergangenheit keine Gültigkeit mehr beanspruchen können und zweitens die menschliche Arbeit als entscheidende Ressource der Wirtschaft überhaupt in Frage gestellt ist. Solche Szenarien stützen sich insbesondere auf bisherige und für die Zukunft erwartete Fortschritte im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI), wobei die Grenzen zu den übrigen digitalen Technologien fließend sind. Grace et al. (2017) befragten beispielsweise 352 Forschende im Bereich der KI. Diese erwarten, dass KI (bzw. digitale Technologien) bis in 45 Jahren den Menschen in allen Tätigkeiten übertreffen wird und dass in 120 Jahren jegliche menschliche Arbeit automatisiert sein wird. Als konkrete Meilensteine, in denen KI den Menschen übertreffe, werden etwa genannt: das Übersetzen von Sprachen (bis 2024), das Schreiben von High-School-Essays (bis 2026), Lastwagenfahren (bis 2027), Arbeit im Detailhandel (bis 2031), das Schreiben von Bestsellern (bis 2049) und die Chirurgie (bis 2053).

Solche Einschätzungen sind jedoch empirisch wenig fundiert. Ähnliche Prognosen wurden von KI-Forschenden bereits in der Vergangenheit regelmässig gestellt und haben sich häufig nicht bewahrheitet.⁵ Erstens lässt sich zwar die Entwicklung einzelner Technologien für einen beschränkten Zeithorizont relativ gut vorhersagen, ihre Alltagsanwendung zur befriedigenden Lösung komplexer Probleme dagegen kaum. Entsprechend sind andere renommierte Fachleute und Forschende deutlich weniger optimistisch, dass sich komplexe Probleme in absehbarer Zeit mit technischen Neuerungen vollständig lösen lassen.⁶ Es stellt sich daher die Frage, ob Fachleute für KI die tatsächlichen Herausforderungen beim Automatisieren verschiedenster Tätigkeiten, für die sie in der Regel keine Fachleute sind, richtig einzuschätzen vermögen. Zweitens stossen Anwendungen neuer Technologien neben technischen auch auf gesellschaftliche, ökonomische und rechtliche Probleme, welche ihre Verbreitung verlangsamen oder ganz verhindern.

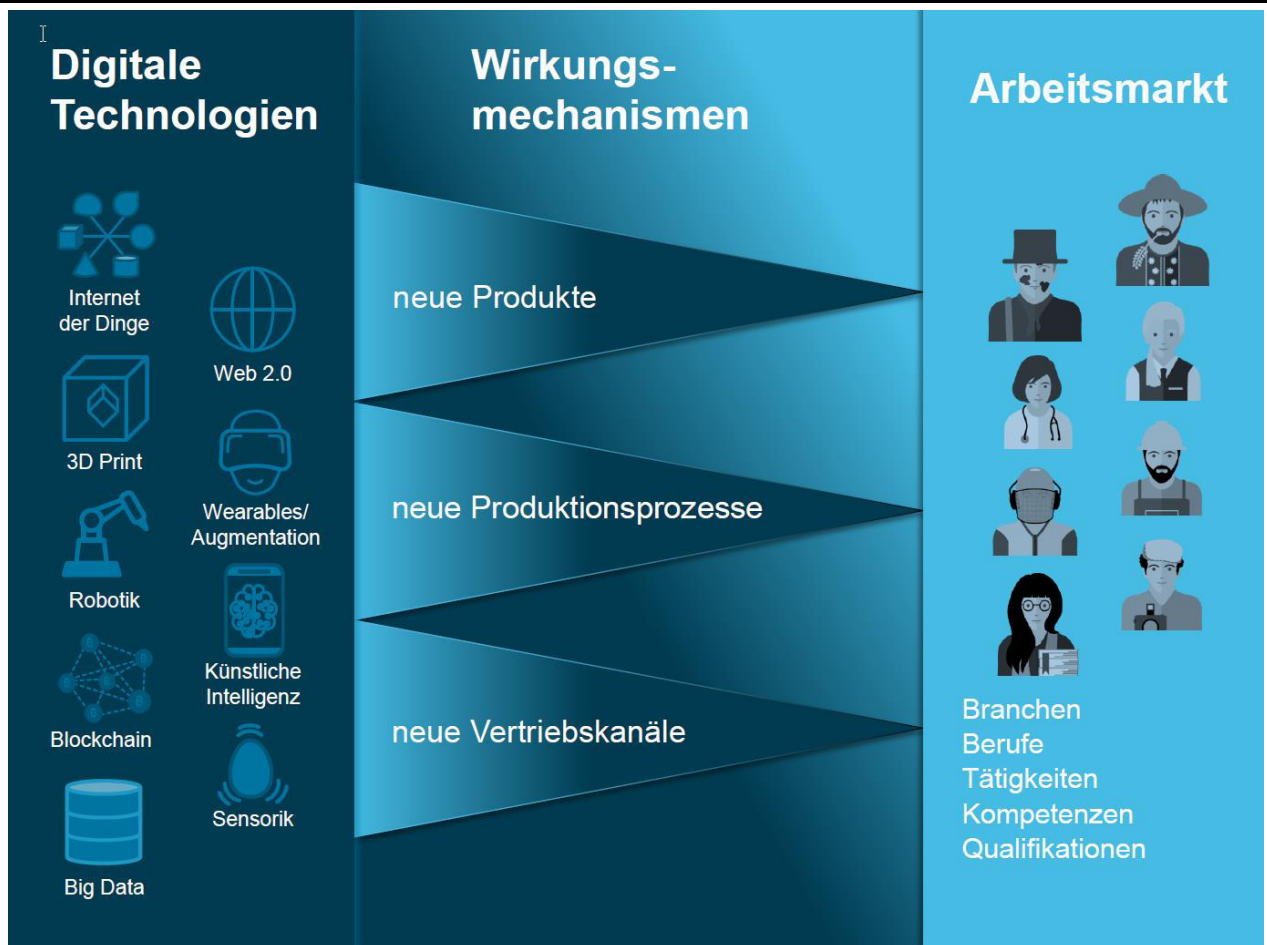
Die Fragen nach realistischen Zukunftsprognosen bzw. Grenzen digitaler Technologien können im vorliegenden Bericht nicht weiter vertieft werden. Für die weiteren Analysen nehmen wir an, dass die Erfahrungen auf dem Arbeitsmarkt der letzten ca. zehn Jahre eine belastbare Einschätzung der bisherigen Wirkungen der Digitalisierung erlauben, die mit der gebotenen Vorsicht auch Hinweise auf die zu erwartenden Entwicklungen der näheren Zukunft geben.

2.2 Wirkungskanäle der Digitalisierung

Die oben aufgeführten digitalen Technologien führen zu einem Wandel auf dem Arbeitsmarkt. Die Literatur unterscheidet für gewöhnlich zwischen drei Mechanismen, wie die Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt einwirkt (siehe Abbildung 2): veränderte/neue Produktionsprozesse (z. B. technischer Fortschritt, erhöhte Produktivität), das Entstehen neuer (individualisierter) Produkte und das Entstehen neuer (häufig tieferer) Vertriebskanäle (vgl. Bessen 2016, Deloitte 2015a, Bundesrat 2017).

⁵ Jones (2008) beschreibt die Geschichte der Künstlichen Intelligenz, die mehrere Phasen der Stagnation und Enttäuschung mit den erzielten Resultaten (sogenannte „AI winter“) erlebt hat und zudem durch die Grundsatzfrage gekennzeichnet ist, was genau Intelligenz ausmacht.

⁶ Beispiele hierfür: Greene (2017) diskutiert die Fortschritte, aber auch technischen Begrenzungen des voice computing und schliesst daraus, dass zurzeit keine Technologie absehbar sei, um den heutigen Stand der automatisierten Spracherkennung entscheidend zu verbessern. Shladover (2016) vom PATH-Programm der Universität Berkeley legt dar, warum vollständig automatisiertes, autonomes Fahren nicht vor 2075 zu erwarten sei. Es besteht darüber hinaus keine Einigkeit in der KI-Literatur, ob überhaupt Maschinen mit menschenartiger Intelligenz angestrebt werden sollten und welche Herausforderungen dafür zu bewältigen sind (siehe Schank 2014, Lake et al. 2017).



Quelle: Eigene Darstellung nach: Bardt et al. (2015), Bessen (2016), Deflorin et al. (2015), Deloitte (2015a), Hackel et al. (2015), Mills (2016), Roth (2016), Pfeiffer et al. (2016), Venema (2015).

Abbildung 2: Wirkungsmodell

2.2.1 Neue Produkte und Produktmärkte

Die Digitalisierung kann zum Entstehen von neuen Produkten und Dienstleistungen und damit nachgelagert zum Entstehen von neuen Märkten, Branchen und Berufen führen (Bessen 2016). Dies können einerseits konkrete Produkte (z.B. Smartphones, Tablets, Wearables oder Staubsaugerroboter) oder Dienstleistungen (z.B. Facebook, Snapchat) für den Endverbraucher sein. Gleichzeitig können auch neue (Arbeits-)Märkte für eher abstraktere Produkte wie beispielsweise Cybersecurity oder Datenanalyse entstehen. Dabei kann sich die Nachfrage hin zu neuen Kompetenzen (z.B. Querschnittskompetenzen in Statistik, Mathematik und IT-Kompetenzen sowie soziale Kompetenzen) innerhalb gewisser Berufe (Ingenieur/in, Produktdesigner/in) verschieben (Institut für Innovation und Technik 2016, Pfeiffer et al. 2016, Düll et al. 2016 und Cachelin 2015) oder es entstehen gänzlich neue Berufe wie ICT-Sicherheitsbeauftragte, Datenanalytikerinnen/-analysten oder Industrie-4.0-Ingenieurinnen/-Ingenieure (Blanchet 2016 und Institut für Innovation und Technik 2016).

2.2.2 Neue Produktionsprozesse

Digitale Technologien können in verschiedenen Produktionsprozessen komplementär oder substituierend zu Menschen oder zu bisherigen Technologien eingesetzt werden. Ein Beispiel für ersteres sind Datenanalysetools, die Spezialistinnen und Spezialisten helfen, grosse Datenmengen zu analysieren und darauf aufbauend Produktionsprozesse zu steuern oder komplett neue zu entwickeln. Substituierend wirken digitale

Technologien beispielsweise durch den Einsatz von Robotik oder additive Verfahren, die ganze Arbeitsprozesse automatisieren. Allerdings gilt es zu beachten, dass auch in diesem Fall oft Menschen die Steuerung dieser Technologien übernehmen und damit komplementär mit diesen arbeiten.

Ob die digitalen Technologien überwiegend substituierend oder komplementär wirken, ist in der Literatur umstritten. Ein Teil der Literatur erwartet durch die Digitalisierung einen nochmals beschleunigten Strukturwandel, ein erhöhtes Wirtschaftswachstum, aber auch das Verschwinden vieler Arbeitsstellen und Berufe (Brynjolfsson und McAfee 2012, Frey und Osborne 2013, Berger und Frey 2016b). Diese Literatur stützt sich zwar auch auf Daten, verbindet diese jedoch mit Experteneinschätzungen zu künftigen, also noch unsicheren Auswirkungen wie z.B. Automatisierungsrisiken. Andere Autoren erwarten weniger einschneidende Veränderungen, die feststellen, dass die Digitalisierung bislang erst in bestimmten Bereichen der Wirtschaft (Unterhaltung, Information, Kommunikation) eine grosse Wirkung entfaltet und daher nur einen mässigen Einfluss auf das Wirtschaftswachstum und die Anzahl Arbeitsplätze insgesamt hat. Gordon (2016) vertritt diese Position auf der Grundlage einer Analyse des US-Wirtschaftswachstums und der dafür massgeblichen Innovationen der letzten rund 150 Jahre. Autor (2015) betont, dass neue Technologien in der Wirtschaftsgeschichte per Saldo fast immer komplementär zur menschlichen Arbeit waren und begründet damit seine Einschätzung, warum dies auch künftig der Fall sein wird.⁷ Evangelista et al. (2014) zeigen, dass in den 27 EU-Ländern zwischen 2004 und 2008 eine steigende Produktivität dank neuer ICT-Technologien zu einem Output-Wachstum führte, das wiederum neue Arbeitsplätze schuf, so dass die durch Automatisierung verlorenen Arbeitsplätze überkompensiert wurden. Gregory et al. (2016) schätzen zwar, dass technischer Wandel, der es ermöglichte Routinetätigkeiten zu ersetzen, zwischen 1999 und 2010 in 238 europäischen Regionen (NUTS-2) 9,6 Mio. Arbeitsstellen automatisiert hat. Gleichzeitig hat aber die automatisierte, billigere Produktion zu tieferen Produktkosten geführt und dadurch die Nachfrage erhöht, die 21,1 Mio. neue Arbeitsstellen schuf. Dies geschah zum Teil direkt in Sektoren, die ihre Produktionskosten senken konnten, zu einem beträchtlichen Teil aber auch in Sektoren, die von Multiplikationseffekten (die tieferen Produktkosten in anderen Sektoren setzten verfügbares Einkommen frei) profitierten. Dieselben Effekte beschreibt Hirsch-Kreinsen (2016) in einer Metaliteraturanalyse. Deloitte (2017) fasst zusammen, dass aufgrund der Automatisierung ein Substitutionseffekt von 103'000 Stellen zwischen 1999 und 2010 in der Schweiz resultierte. Demgegenüber steht ein Komplementäreffekt von 234'000 neu geschaffenen Stellen. Die Automatisierung hatte demnach einen Nettoeffekt von +131'000 Stellen. Die empirische Literatur zu den Entwicklungen der jüngsten Vergangenheit kommt somit zu einem deutlich günstigeren Bild, als es die in den Medien viel beachteten Schätzungen zu kommenden, umfassenden Automatisierungen vermuten lassen.

2.2.3 Neue Vertriebskanäle

Eine weitere mögliche Wirkung der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt liegt im Entstehen von neuen Vertriebskanälen. Diese führen zu tieferen Markteintrittshürden und verbesserten Möglichkeiten, einen Markt zu durchdringen (z.B. Spotify, digitale Fotoentwicklungsdienste). So können potenzielle Kunden auf neuen digitalisierten Wegen besser erreicht werden (Valsamis et al. 2015). Das Verknüpfen von Produktions- und Vertriebsprozessen durch cyberphysische Systeme erlaubt es, Transaktionskosten zu reduzieren und die Produktion genauer auf die Nachfrage anzupassen.

Die Auswirkungen neuer Vertriebskanäle können sehr unterschiedlich ausfallen. So sind eine Verdrängung von „alten Anbietern“ durch „neue“ (Airbnb statt Hotel, Uber statt Taxi, Onlinehandel statt Fachgeschäft)

⁷ Der Wirtschaftshistoriker Straumann (2017) zeigt passend dazu auf, dass die grösste bekannte Disruption auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt nicht in der jüngsten Geschichte stattfand, sondern bereits Ende des 18. Jahrhunderts, als neu entwickelte Spinnmaschinen in England einen riesigen Produktivitätssprung in der Baumwollherstellung bedeuteten. Geschätzte 100'000 Personen, die in ländlichen Haushalten mit dem Spinnrad in der Baumwollspinnerei beschäftigt waren, verloren damals in der Schweiz ihre Arbeit.

und/oder eine steigende Nachfrage nach einem bekannten Produkt durch tiefere Vertriebs- bzw. Bereitstellungskosten (Musik über Spotify) möglich. Oft dürften beide Effekte überlagernd eine Rolle spielen; das gilt auch für die in den Klammern aufgeführten Beispiele.

Bei den neuen Vertriebskanälen zeigt sich exemplarisch, dass digitale Technologien teilweise auch zu neuen Arbeitsformen führen (für eine Übersicht siehe Jud Huwiler 2017 und Meissner et al. 2016). Die Uber-Fahrerin arbeitet „on demand“. Der Airbnb-Vermieter arbeitet flexibel, wann immer sich Gäste anmelden. Neue Arbeitsformen bilden keinen expliziten Fokus der vorliegenden Studie, da sie in einer eigenen Parallelstudie (Ecoplan 2017) untersucht werden.

In Abbildung 3 finden sich einige konkrete Anwendungsbeispiele der in Kapitel 2.1.1 beschriebenen digitalen Technologien. Auf der horizontalen Achse sind die drei oben beschriebenen Wirkungskanäle der Digitalisierung aufgelistet. Es zeigt sich illustrativ, dass digitale Technologien in verschiedensten Bereichen zur Anwendung gelangen und ihre Wirkung auf den Arbeitsmarkt oftmals über mehrere der beschriebenen Wirkungskanäle stattfindet.

Digitale Technologien	Anwendungsbeispiele					
Web 2.0/mobile Geräte	Bauernhof überwachen	e-commerce	Uber-Taxi	e-Musik		
Cyberphysische Systeme/ Internet der Dinge	Gebäude Management	Drucker bestellt Patronen selbst	Lagerbestand in Echtzeit	Intelligente Produkte (Smart Home, Smart Car, etc.)		
3-D Druck/ additive Verfahren	Fräsen von Zahnimplantaten	Prototyp 3D-Druck	Ersatzteile Drucken	3-D Drucker für den privaten Gebrauch		
Robotik/adaptive Robotik	Selbsfahrender Traktor	Serviceroboter in der Pflege	Lieferung durch Drohnen	selbstfahrende Autos	Staubsaugerroboter	Rasenmäherroboter
Wearables und Augmentation	Ferndiagnosen im Rettungsdienst	Fernwartungen von Maschinen	virtuelle Rundgänge im geplanten Haus	Kleidung online ausprobieren	Pulsmesser	
Machine Learning	Textmining	medizinische Diagnose				
Blockchain	Übersetzen	Online Wahlen	e-Verträge	Kryptowährung		
Wirkungskanäle der Digitalisierung	<i>neue Produktionsprozesse</i>		<i>neue Vertriebskanäle</i>		<i>neue Produkte</i>	

Quelle: Eigene Darstellung nach: Bardt et al. (2015), Bessen (2016), Deflorin et al. (2015), Deloitte (2015a), Hackel et al. (2015), Mills (2016), Roth (2016), Pfeiffer et al. (2016), Venema (2015).

Abbildung 3: Matrix digitale Technologien und Wirkungsmechanismen: Beispiele der Digitalisierung

2.3 Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt

In der quantitativen Literatur zur Digitalisierung interessieren vor allem zwei Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt: wo werden Arbeitsstellen geschaffen bzw. wo gehen welche verloren? Und: welche Erwerbstätigen

können mit steigendem, welche müssen mit sinkendem Einkommen rechnen? Die Antworten hängen von der Arbeitsnachfrage der Wirtschaft ab. Die Nachfrage hängt entscheidend davon ab, ob digitale Technologien die menschliche Arbeit eher substituieren oder ergänzen, wie bei den Wirkungsmechanismen in Kapitel 2.2 bereits mehrfach diskutiert.

Empirische Studien⁸ quantifizieren die Auswirkungen der Digitalisierung meist für verschiedene Branchen oder Berufe. Diese Kategorien sind grundsätzlich überlappend, da die in einer Branche beschäftigten Personen eine Vielzahl von (wechselnden) Berufen ausüben und andererseits einzelne Berufe in verschiedenen Branchen vorkommen (z. B. Buchhalter/in). Die Analyse von Branchen oder Berufen reicht allerdings alleine noch nicht aus, um alle Wirkungen der Digitalisierung auf dem Arbeitsmarkt zu verstehen. Ein Beruf ist ein Bündel von Tätigkeiten. So kann es sein, dass die Digitalisierung die nachgefragten Tätigkeiten und/oder Kompetenzen auf dem Arbeitsmarkt verändert, ohne dass dies auf Ebene Beruf oder Branche durch Veränderungen in der Anzahl Arbeitsstellen oder in den Löhnen sichtbar wird. Umgekehrt wäre allerdings auch ein alleiniger Fokus auf die Mikroebene der Tätigkeiten und individuellen Kompetenzen verkürzt. Neue Produktionsprozesse können beispielsweise ganz andere Tätigkeiten beinhalten als die alten Prozesse, so dass Tätigkeiten verschwinden, jedoch zugleich neue (oder stark veränderte) Berufsbilder entstehen. Die folgenden Teilkapitel thematisieren deshalb sowohl die bereits erfolgten oder zu erwartenden Veränderungen auf den Ebenen Branchen und Berufe, wie auch auf den Ebenen Tätigkeiten und Kompetenzen.

2.3.1 Betroffene Branchen

Von der Digitalisierung können grundsätzlich alle Branchen betroffen sein. Während bei den industriellen Branchen der Fokus der Literatur oft auf Automatisierung und neuen Fertigungstechniken liegt – Stichwort Industrie 4.0 –, stehen in den Dienstleistungssektoren öfter neue digitale Produkte oder Vertriebskanäle und der Umgang mit digitalen Datenmengen im Vordergrund.

In einer repräsentativen Umfrage untersuchen KOF und FH Nordwestschweiz (Arvanitis et al. 2017) bei 1'183 Schweizer Unternehmen das Investitionsvolumen dieser Unternehmen in digitale Technologien (z.B. Supply Chain Management, Social Media oder Roboter). Dabei zeigt sich, dass die Baubranche wesentlich weniger digitalisiert ist (gemessen an der Verbreitung von digitalen Technologien unter den Firmen) als die Industrie- und Dienstleistungssektoren. Ein weiteres markantes Muster ist die Korrelation der Verbreitung digitaler Technologien mit der Betriebsgrösse. Für viele kleine und mittlere Betriebe bestehen Investitionshemmnisse, wenn es um die Anschaffung neuer Technologien geht. Bei den Aufgaben und Funktionen der digitalen Technologien in den Unternehmen sind die „Datenverarbeitung intern“ (59%), die Vernetzung (49%) und die „Datenverarbeitung extern“ (39%) am wichtigsten. Erst danach folgen die Automatisierung mit 36% und der Austausch von Informationen mit 33%. Entsprechend gaben 76% der befragten Unternehmen an, dass es zu keinen Auswirkungen auf die Gesamtbeschäftigung aufgrund der Digitalisierung in den Jahren 2013 bis 2015 kam. 12% meldeten eine Zunahme und 11% eine Abnahme. Investitionen in die Digitalisierung sind bei den befragten Unternehmen alles andere als neu und haben auch nicht zugenommen – im Gegenteil. Der Anteil der Investitionen in die Digitalisierung an allen Investitionen ging zwischen den Perioden 2003-05 und 2013-2015 von 21,8 auf 16,2% zurück. Am meisten zu diesem Rückgang trug der Dienstleistungssektor bei, hier sank der Anteil von 25,6 auf 17,9%. In der Industrie ging er um 1,8 Prozentpunkte zurück und betrug 2013-15 14,2%. In der Baubranche lag er 2003-05 noch bei 14,3%, zehn Jahre später bei 11,7%.

PWC, Google Switzerland und digitalswitzerland (2016) führten eine Onlinebefragung bei 300 Schweizer KMUs zum Grad der Digitalisierung im jeweiligen Unternehmen durch. Dabei schätzen die Befragten ihr KMU auf einer Skala von eins (Beispiel Kat. 2: „Wir haben eine standardisierte Webseite für den Verkauf“)

⁸ Ein Überblick über die Literatur zu Digitalisierung und Arbeitsmarkt findet sich auch bei Zenhäusern und Vaterlaus (2017).

bis vier („Wir haben unser Geschäftsmodell mit der Digitalisierung grundlegend verändert“) in den vier Kategorien Prozess und Infrastruktur, Digitaler Verkauf, Kundeninvolvierung sowie Mitarbeiter und Kultur ein. Es zeigte sich eine weit fortgeschrittene Digitalisierung in den Branchen Telekommunikation und Medien gefolgt vom öffentlichen Sektor. Am wenigsten weit schätzen sich die KMUs aus den Sektoren Energie und Versorgung sowie Gesundheitswesen ein. Nahe am Durchschnitt bewegten sich die Unternehmen aus dem Finanzsektor, der Industrie und dem Detailhandel. Auch in dieser Befragung zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen Grösse und dem Stand der Digitalisierung eines Betriebes. Ebenfalls einen Einfluss auf den Digitalisierungsgrad eines KMUs hat laut der Befragung das Alter der Geschäftsleitung: desto jünger diese ist, desto weiter ist das Unternehmen in der Digitalisierung.

Eine repräsentative Betriebsbefragung durch Arntz et al. (2016a) zeigt ein ähnliches Bild für Deutschland. Auch hier scheint die Betriebsgrösse ein entscheidender Faktor für die Digitalisierung der Betriebe zu sein. So nutzen in Deutschland fast zwei Drittel der Dienstleistungsbetriebe mit 50 und mehr Beschäftigten digitale Technologien⁹, wohingegen fast die Hälfte der Produktionsbetriebe mit weniger als 50 Beschäftigten solche Technologien noch gar nicht nutzt. Wenig überraschend ist die Informations- und Kommunikationstechnologie Branche am weitesten fortgeschritten bei der Einführung und Nutzung solcher digitaler Technologien. Bei fast der Hälfte dieser Betriebe sind digitale Technologien „zentraler Bestandteil des Geschäftsmodells“ und ein weiteres gutes Viertel „nutzt bereits solche Technologien.“

In eine ähnliche Richtung gehen die Resultate des Unternehmensbarometers der Deutschen Industrie- und Handelskammertag DIHK (2014). Mit 94 Prozent gaben praktisch alle der befragten 1'849 Unternehmen an, dass die Digitalisierung ihre Geschäfts- und Arbeitsprozesse beeinflusst. Gemessen an Breitbandzugang, IT-Ausstattung, Anwendungsspektrum und Aufgeschlossenheit sowie Kompetenz gegenüber der Digitalisierung sehen sich 71 Prozent der IKT-Unternehmen stark digital entwickelt (5 oder 6 auf Sechser-skala). Ebenfalls überdurchschnittlich digital entwickelt schätzen sich die Unternehmen aus Finanzwirtschaft (33 Prozent) und sonstiger Dienstleistungen (30 Prozent) ein. Deutlich unter dem Durchschnitt von 27 Prozent sind dagegen die Unternehmen aus dem Handel (20 Prozent), Verkehr (19 Prozent), Gastgewerbe (18 Prozent) und dem Bau (16 Prozent). Weiter wurden die Unternehmen zur Entwicklung ihrer Umsätze im Zusammenhang mit der Digitalisierung befragt. Dabei meldeten 34 Prozent der Unternehmen eine positive Wirkung der Digitalisierung auf ihre Umsatzentwicklung und nur acht Prozent eine negative. Speziell in der Industrie zeigten sich erneut Unterschiede nach Betriebsgrössen. Die Hälfte der industriellen Grossunternehmen (ab 1'000 Mitarbeitenden), aber nur 27 Prozent der mittelständischen Unternehmen (bis 500 Mitarbeitende) verzeichneten Umsatzzuwächse.

BITKOM und Prognos (2013) schätzen für Deutschland zum einen den Wertschöpfungseffekt¹⁰ der Digitalisierung und zum anderen den daraus resultierenden Beschäftigungsimpuls in den Jahren 1998 bis 2012 (Abbildung 4). Die Analyse zeigt einen stärkeren Wachstumsimpuls und damit auch Beschäftigungsimpuls in kapitalintensiven Industriebranchen wie der Chemie oder Metallerzeugung als in den Dienstleistungssektoren. Das gesamte Wachstum an Arbeitsstellen durch die Digitalisierung über alle Branchen schätzen BITKOM und Prognos (2013) zwischen 1998 und 2012 auf 1,46 Mio.

⁹ Dazu zählen Arntz et al. (2016a) Big Data, Cloud Computing, Online-Plattformen, Shop-Systeme, Cyper-Physische Systeme, Smart Factories und Internet der Dinge.

¹⁰ Demnach besteht eine Änderung der Bruttowertschöpfung einer Branche aus der Veränderung der Faktoren Arbeit und Kapital sowie eines Residuums, dass als technischer Fortschritt und innerhalb diesem schwergewichtig als Effekt der Digitalisierung angesehen.

Wirtschaftsbereiche		Wachstumsimpuls (% p.a.)	Niveaueffekt in 2012
A	Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	0,4%	39
B-E	Produzierendes Gewerbe (ohne Baugewerbe)	0,3%	300
B	Bergbau	0,6%	11
C	Verarbeitendes Gewerbe	0,3%	258
C20	Chemie	0,4%	19
C21	Pharmazie	0,4%	5
C28	Maschinenbau	0,3%	28
C29	Kraftwagen/-teile	0,3%	24
D-E	Energie, Wasser, Abfall	0,5%	31
F	Baugewerbe	0,4%	146
G-U	Dienstleistungen	0,3%	976
G-I	Handel, Verkehr, Gastgewerbe	0,3%	313
J	Information, Kommunikation	0,2%	32
K	Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	0,3%	45
L	Grundstücks-/Wohnungswesen	0,3%	14
M-N	unternehmensnahe Dienstleistungen	0,3%	114
O-Q	Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	0,3%	358
R-U	Private Haushalte, sonst. Dienstleistungen	0,3%	99
A-U	Alle NACE-Wirtschaftszweige	0,3%	1.460

Quelle: BITKOM und Prognos (2013)

Abbildung 4: Beschäftigungsimpulse nach Branchen

Verschiedene Studien stellen die Digitalisierung in Zusammenhang mit der fortschreitenden Verlagerung von der industriellen Produktion zum Dienstleistungssektor in hochentwickelten Volkswirtschaften (z.B. Düll et al. 2016, Wolter et al. 2015 oder Vogler-Ludwig et al. 2016). Berger (2014) zeigt, dass diese Entwicklung dazu führte, dass der europäische Anteil an der gesamten industriellen Wertschöpfung von 36 Prozent im Jahr 1991 auf 25 Prozent im Jahr 2011 schrumpfte. Die Schweiz bildet hier allerdings zusammen mit Deutschland teilweise eine Ausnahme. So hielt sich hier der Anteil der Industrie an der gesamten Wertschöpfung über die letzten zehn Jahre bei ungefähr 20 Prozent (Berger 2014).

Eine solche Verschiebung in Richtung Dienstleistungssektor kann durch die Nutzung neuer Vertriebskanäle und verbesserter digitaler Kommunikation auch geschehen, ohne dass es auf dem entsprechenden Produktmarkt zu substantiellen Veränderungen kommt: Mit der Digitalisierung werden Aktivitäten, Arbeitskräfte und Kapital, die dem Industriesektor zugeordnet waren, in den Dienstleistungssektor verschoben (Mills 2016). Wenn zum Beispiel früher die Marketingabteilung Kundendaten analysiert hat, übernehmen das nun externe Unternehmen, die die Fähigkeit haben, grosse Mengen von Daten zu verarbeiten (big

data). Ein weiteres Beispiel sind Unternehmen, die keine Lager mehr besitzen, sondern ihre Produkte über Amazon lagern und verkaufen.

Weitere Studien beschäftigen sich mit Zukunftsprognosen. Für die Schweiz sehen Deloitte (2015a)¹¹ teilweise positives Potenzial der digitalen Transformation zu Industrie 4.0. Dies gilt vor allem für Unternehmen aus der Maschinen- und Elektroindustrie sowie Chemiebranche. Weniger grosses Potenzial wird der Bau- und Metallbranche zugemessen. Die Mehrheit der befragten Schweizer Industrieunternehmen findet, dass durch Industrie 4.0 die globale Wettbewerbsfähigkeit des Schweizer Werkplatzes gestärkt werden kann. Mit Blick in die Zukunft erwarten die Unternehmen, dass folgende Bereiche von der digitalen Transformation profitieren werden: Forschung und Entwicklung, Lagerhaltung und Logistik, Produktion, Dienstleistungen, Beschaffung und Einkauf sowie Betrieb. Spath et al. (2013) und BCG (2015) schätzen für Deutschland, dass die Digitalisierung in der Industrie zu positive Beschäftigungseffekte führt und bis 2035 390'000 neue Arbeitsplätze schaffen wird. Dies weil Effizienzsteigerungen auch zu Nachfrageeffekten führen, die langfristig die kurzfristig eher negativen Effekten der Automatisierung überwiegen. So erwarten BCG (2015) bereits in den nächsten zehn Jahren Produktivitätsgewinne von fünf bis acht Prozent in der produzierenden Industrie in Deutschland.

Vergleicht man die deutschsprachige Literatur mit der angelsächsischen, fällt auf, dass sich die Prognosen für die Dienstleistungsbranchen wenig unterscheiden, jene zur Industrie hingegen schon. Die Prognosen der angelsächsischen Literatur zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf die industrielle Produktion fallen eher negativ aus und lassen grossflächige Automatisierungen verbunden mit Arbeitsplatzverlusten erwarten. Dagegen sehen die deutschsprachige Literatur sowie befragte Experten und Unternehmen in der Digitalisierung eher eine Chance für eine effizientere Produktion, die sich auf dem Weltmarkt behaupten und dadurch positive Nachfrageeffekte generieren kann. Bezüglich der Auswirkungen auf die Zahl der Arbeitsplätze ist diese Literatur deshalb verhalten optimistisch.

2.3.2 Betroffene Berufe

Mit Blick auf die Arbeitsmarktchancen der Arbeitnehmenden sowie den Fachkräftebedarf der Wirtschaft stellt sich die Frage, welche Berufe im Zuge der Digitalisierung neu oder in veränderter Form nachgefragt oder nicht mehr nachgefragt werden, und ob die Arbeitnehmenden ihre Kompetenzen und Qualifikationen an diese Veränderungen anpassen können. Auch hierzu gehen die Aussagen in der Literatur auseinander.

Stark geprägt wurde die öffentliche Debatte von der so genannten Oxford-Studie (Frey und Osborne 2013), in der die Automatisierung (Substitutionspotenzial) von Arbeitsstellen in verschiedenen Berufen in den USA untersucht wurde. Demnach arbeiten 47% der Erwerbstätigen in den USA in Berufen, die in den nächsten 10 bis 20 Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit (über 70%) automatisiert werden können. Mit dem gleichen Ansatz schätzt das ZEW (2015) 42% der Beschäftigten in Deutschland als gefährdet ein. In der Schweiz sind bei einer direkten Übertragung des Ansatzes von Frey und Osborne (2013) 48% der Beschäftigten potenziell betroffen (Deloitte 2016).

Aus methodischer Sicht sind gewisse Zweifel angebracht, ob diese Prognosen eintreffen werden. Frey und Osborne (2013) haben die Automatisierungsmöglichkeiten von rund 700 US-Berufen geschätzt. Ihr Vorgehen, ganze Berufe auf einer 0/1-Skala einzureihen, erscheint sehr grob und könnte die Automatisierungswahrscheinlichkeit überschätzen. Insbesondere wird nicht berücksichtigt, dass sich Berufsbilder verändern können als Reaktion auf neue Produktionsprozesse, so dass Berufe trotz Automatisierung gewisser Ar-

¹¹ Deloitte (2015) befragte 2014 50 Industrieunternehmen die in der Schweiz tätig sind. Der Fokus liegt dabei auf der Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie sowie der Chemie- und Baubranche.

beitsschritte häufig nicht verschwinden. Da die Einschätzungen zudem gemäss der Studie „forward-looking“, also auf künftige Automatisierbarkeit ausgerichtet sind, ist weder die Validität der ursprünglichen Einschätzungen für 70 Berufe noch die Validität der Übertragung auf weitere 630 Berufe überprüfbar¹².

Ein anderer Ansatz in der Literatur besteht darin, die Automatisierung nicht auf der Ebene der Berufe, sondern auf der Ebene der Tätigkeiten in einem Beruf einzuschätzen. Die in diesem Teilkapitel präsentierte Literatur, die sich mit quantitativen Auswirkungen der Digitalisierung auf Berufe auseinandersetzt, muss deshalb in enger Verbindung zur Literatur zu Tätigkeiten im nächsten Teilkapitel 2.3.3 gelesen werden.

Arntz et al. (2016b) gehen ebenfalls von den Automatisierungsrisiken von Frey und Osborne aus, übertragen diese jedoch auf der Stufe von Tätigkeiten statt Berufen auf andere Länder. Mit Hilfe dieses Tätigkeitsansatzes bezeichnen sie „nur“ 9% der Arbeitsstellen in 21 OECD Ländern als potenziell automatisierbar, dies vor allem in Industriebereufen und kaufmännischen Berufen mit tiefen Anforderungsprofil. Dagegen werden Arbeitsstellen im Dienstleistungssektor und hierbei auch einfache serviceorientierte Berufe zunehmen. Der Anteil an potenziell automatisierbaren Arbeitsstellen variiert zwischen den analysierten Ländern von 6% in Südkorea bis zu 12% in Österreich (USA 9%, ohne Schweiz).

Bessen (2016) weist anhand von US-Daten nach, dass Berufe, in denen vermehrt Computer eingesetzt werden, ein Arbeitsplatzwachstum aufwiesen und nicht als Ganzes automatisiert werden. Der Einsatz von Computern erfolgt hierbei komplementär zum Faktor Arbeit und führt zu positiven Beschäftigungseffekten.

Kommt die obige Literatur hinsichtlich der quantitativen Gesamtwirkung der Digitalisierung auf die Anzahl Stellen zu uneinheitlichen Ergebnissen, kann doch ein gemeinsamer Trend erkannt werden. So wird allgemein ein positiver Zusammenhang zwischen dem Routineanteil eines Berufs und seiner Substituierbarkeit festgestellt. Dies gilt beispielsweise für Buchhalter, Sachbearbeiter, Bankangestellte und einfache administrative Berufe. Umgekehrt sind Berufe, in denen viel Kreativität, soziale Intelligenz und unternehmerisches Denken verlangt sind, wenig oder gar nicht von der Digitalisierung bedroht, z. B. gutqualifizierte Spezialistinnen und Spezialisten wie Architekt/in, Ärztin/Arzt, Lehrperson, Psychologin/Psychologe, Förster/in oder Serviceangestellte mit persönlichem Kundenkontakt wie Fitnesstrainer/in oder Pflegepersonal (Deloitte 2015b, Europäische Kommission 2016, Maier et al. 2016, Rinne und Zimmermann 2016). Entsprechend wurden einfach zu substituierende Berufe (d.h. jene mit einem hohen Anteil Routinetätigkeiten) bereits automatisiert.

Neben der dominanten Diskussion, welche Berufe in Zukunft an Bedeutung gewinnen oder verlieren, gibt es auch Studien, die das Entstehen von ganz neuen Berufen durch die Digitalisierung prognostizieren. Dies gilt speziell für Berufe in den Bereichen System- und Cybersecurity, Big Data, virtuelle Realität aber auch Industrie-4.0-Ingenieur/in, wo im Zusammenhang mit der Digitalisierung eine grundsätzlich neue (Produkte-)Nachfrage entstand (Institut für Innovation und Technik 2016, Valsamis et al. 2015). Weiter gilt dies aber auch in bestehenden Märkten, wo neue digitale Systeme und Produktionsprozesse auf den Markt kommen, die nach Spezialistinnen und Spezialisten in den Bereichen Herstellung, Installation, Bedienung und Wartung verlangen. Dies betrifft zum Beispiel die Bereiche Gesundheit, Mobilität und Wohnen (Blanchet 2016). Valsamis et al. (2015) erwähnt den 3D-Drucker als weiteres Beispiel. Weiter zeigt sich, dass IT-Spezialistinnen und -Spezialisten zukünftig in diversen Branchen ausserhalb der IT-Branche gefragt sein werden (Kotkin 2015). Dabei handelt es sich oft um IT-Mischberufe und IT-Anwender (Hall et al. 2016). Gerade im Zusammenhang mit Berufen, die verschwinden oder neu entstehen, ist auch die Gefahr von horizontalen Mismatches gross. Von horizontalen Mismatches ist die Rede, wenn auf der Makroebene das Angebot und die Nachfrage nach einem gewissen Beruf nicht im Gleichgewicht sind, beziehungsweise auf der

¹² Für eine ausführliche Diskussion zu den Problemen, Automatisierungsrisiken einzuschätzen, siehe Arntz et al. (2016b).

Mikroebene, wenn Erwerbstätige einen bestimmten Beruf ausüben, aber nicht über die entsprechende Ausbildung verfügen (für eine Übersicht siehe McGowan und Andrews 2015)¹³. Weil dies oft bei neu entstehenden Berufen der Fall ist, für die es noch keine oder nicht genug adäquate Ausbildungen gibt, sind Mismatches in IT(-nahen) Branchen besonders häufig (Berger und Frey 2016a).

Zur Schweiz liegen nur wenige Resultate zu den Auswirkungen der Digitalisierung im engeren Sinne vor. Laut einer bei Ökonominen und Ökonomen durchgeführten Umfrage zu Industrie 4.0 der KOF ETH (KOF 2016) erwarten rund die Hälfte der Befragten in der kurzen Frist disruptive Effekte auf den Arbeitsmarkt, sprich eine (teilweise) Verdrängung bestehender Herstellungsprozesse. 65% der befragten Ökonomen sehen jedoch keine adversen Effekte auf die Arbeitslosigkeit in der längeren Frist. Eine Mehrzahl von 74% der befragten Ökonomen erwartet durch die Digitalisierung eine steigende Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz. Negative Effekte erwarten sie teilweise in Form einer erhöhten Arbeitslosigkeit (32%¹⁴) und vor allem einer steigenden Ungleichheit bei den Einkommen (72%¹⁵).

Rückläufig waren gemäss Deloitte (2015b) bislang in erster Linie Berufe mit eher niedrigerem oder mittlerem Ausbildungsniveau und einem hohen Automatisierungsrisiko wie Hilfsarbeitskräfte oder Bürokräfte im administrativen Bereich. So wurden in der Schweiz in den letzten 25 Jahren gut 65'000 Stellen von Sekretariatskräften sowie Bank- und Schalterbediensteten abgebaut. Umgekehrt sind Berufe mit einem geringen Anteil an Routinetätigkeiten gewachsen. Dazu gehören vor allem Hochqualifizierte, wie Führungskräfte und akademische Berufe (z. B. Anwältinnen/Anwälte, Ärztinnen/Ärzte oder Psychologinnen/Psychologen). Grundsätzlich zeigen die Resultate: Je höher das Ausbildungsniveau, desto höher das Beschäftigungswachstum. Diese Zusammenhänge gelten jedoch nicht absolut. Es gibt auch Berufskategorien mit hohem (niedrigem) Ausbildungsniveau und hoher (niedriger) Automatisierungswahrscheinlichkeit. Zukunftschancen gibt es somit über alle Qualifikationsstufen hinweg.

Jud Huwiler (2015) konstatiert, dass die überdurchschnittliche Zunahme der Arbeitsproduktivität von 2.5% in der Industrie – gegenüber 1.7% in der Gesamtwirtschaft – zwar durchaus im Zusammenhang mit Automatisierungen stünde, der damit verbundene Rückgang an Arbeitskräften aber in anderen Bereichen mehr als kompensiert wurde.

Verschiedene Studien zur Schweiz analysieren Mismatchphänomene auf dem Arbeitsmarkt ohne expliziten Fokus auf die Digitalisierung. Die Resultate verschiedener Studien mit verschiedenen Datensätzen und Beobachtungszeiträumen kommen alle zum Schluss, dass die Mismatchprobleme in der Schweiz im internationalen Vergleich wenig ausgeprägt sind und in jüngster Zeit auch nicht zugenommen haben. Schweri und Eymann (2016) analysieren beruflichen Mismatch anhand des Schweizerischen Haushaltspanels mit den Erhebungswellen 1999 bis 2012. Sie vergleichen einerseits Löhne von Personen, die noch oder nicht mehr im erlernten Beruf arbeiten. Andererseits analysieren sie die Löhne von Personen, die selbst aussagen, dass ihre Qualifikationen nicht zum ausgeübten Beruf passen. Im Gegensatz zu Studien in den USA und in Schweden finden sich in der Schweiz wenig Anzeichen für bedeutsame Lohn einbussen aufgrund von beruflichem Mismatch, und zwar unabhängig von der Qualifikationsstufe. Buchs und Buchmann (2017) untersuchen beruflichen und geografischen Mismatch mit drei Datensätzen (AVAM, SMM und SAKE) für die Periode 2006 bis 2014 und kommen zum Schluss, dass die Mismatchproblematik im internationalen Vergleich tief ist und über den Beobachtungszeitraum mehr oder weniger stabil blieb. Sie heben zudem hervor, dass der Mismatch gerade bei Arbeitslosen mit Berufsausbildung am wenigsten ausgeprägt sei, was dafür spricht, dass die Berufsbildung jene Berufsleute beziehungsweise Kompetenzen zur Verfügung stellt, die

¹³ Vertikale Mismatches bezeichnen im Gegensatz dazu den Umstand, dass Personen nicht über das für ihren ausgeübten Beruf adäquate Ausbildungsniveau verfügen.

¹⁴ 32% prognostizieren eine steigende oder leicht steigende Arbeitslosigkeit. 17% dagegen eine sinkende oder leicht sinkende. Die entsprechende Frage bezieht sich auf die Industrieländer insgesamt.

¹⁵ 72% stimmen der Aussage, dass die Einkommensverteilung langfristig ungleicher wird eher, grösstenteils oder absolut zu. 18% stimmen dagegen eher nicht, grösstenteils oder absolut nicht zu. Die entsprechende Frage bezieht sich auf die Industrieländer insgesamt.

von den Arbeitgebenden gesucht werden. Dies deckt sich mit den Resultaten von Müller und Schweri (2015) und Buchs et al. (2015), die spezifisch den Berufseinstieg von Lehrabsolventinnen und -absolventen untersuchen und zeigen, dass wenige Berufswechsel stattfinden. Laut Buchs et al. (2015) stimmen zudem die beim Arbeitsmarkteintritt angebotenen Stellen gut mit dem fachlichen Profil der Absolventinnen und Absolventen überein.

2.3.3 Betroffene Tätigkeiten

Autor et al. (2003) haben den sogenannten Tätigkeitsansatz (task-based approach) entwickelt, der die Heterogenität der innerhalb eines Berufes ausgeübten Tätigkeiten berücksichtigt (für einen Überblick siehe Autor 2013). Dabei werden die einzelnen Tätigkeiten in den Berufen, die in einigen Ländern in Berufsdatenbanken codiert vorliegen, zu wenigen Kategorien¹⁶ zusammengefasst. Jeder Beruf weist ein eigenes Tätigkeitsprofil auf, das hilft, die Entwicklung der Berufe zu erklären. In der Literatur gilt als weitestgehend unbestritten, dass Routinetätigkeiten in vielen Berufen und Branchen bereits abgenommen haben und noch weiter abnehmen werden (Arntz et al. 2016b, Berger und Frey 2016b, Düll et al. 2016, Europäische Kommission 2016, Falk und Biagi 2015, Gregory et al. 2016, Schlund et al. 2014, Wolter et al. 2016, Dengler und Matthes 2015). Dengler und Matthes (2015) errechnen für 15% der deutschen Arbeitnehmenden ein hohes Substitutionsrisiko. Es handelt sich dabei um Arbeitnehmende in Berufen, die zu mindestens 70% aus Routinetätigkeiten bestehen. Arntz et al. (2016b) schätzen den Anteil der durch Digitalisierung substituierbarer Arbeitsstellen – solche mit hohem Anteil an Routinetätigkeiten – in OECD-Ländern. Sie kommen zum Schluss, dass insgesamt ca. 9% der Stellen substituierbar sind; ein deutlich tieferer Wert, als ihn jene Studien fanden, die die Substituierbarkeit anhand der Ausbildungsabschlüsse oder Berufsklassifikationen abschätzen (bspw. Frey und Osborne 2013).

Auch Spitz-Oener (2006) stützt ihre Analyse zu den sich ändernden Tätigkeiten auf dem deutschen Arbeitsmarkt auf einen Tätigkeitsansatz. Allerdings benutzt sie dazu keine Berufsdatenbank, sondern die deutschen BIBB-BAuA-Erwerbstätigenbefragungen 1979-1999 (vier Wellen), in denen die Erwerbstätigen explizit gefragt werden, welche Tätigkeiten sie bei der Arbeit ausüben. Auch sie findet eine Verschiebung von kognitiven und manuellen Routinetätigkeiten hin zu analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten. Diese Verschiebung der Tätigkeiten habe vor allem innerhalb von Berufen stattgefunden (Spitz-Oener 2006).

Im Rahmen der Literatur zum Tätigkeitsansatz wurde auch die Polarisierungshypothese entwickelt. Polarisierung bezeichnet das Phänomen, dass der Anteil der Berufstätigen mit mittlerem Qualifikationsniveau gegenüber den Gering- und Hochqualifizierten u.a. in den USA abnahm (Autor et al. 2003). „Qualifikation“ wird in dieser Literatur über den Medianlohn angenähert. Es sind also die Beschäftigten mit mittleren Löhnen, die im Vergleich zu Beschäftigten mit tiefen oder hohen Löhnen an Beschäftigungsanteilen verloren haben. Die Polarisierungsliteratur reiht sich damit auch in die grössere Literatur zum Thema Lohnungleichheit in den USA ein.

Die Polarisierungsthese stellt eine Gegenthese dar zur These des „general upgrading“ (oder „upskilling“, „skill-biased technological change“), die von der Notwendigkeit ausgeht, die Arbeitnehmenden in Zukunft über alle Qualifikationsniveaus besser auszubilden (Falk und Biagi 2015, Institut für Innovation und Technik 2016, Wolter et al. 2015, Cedefop 2016, Tiemann 2016). Ein generell höheres Bildungsniveau wird laut Bundesamt für Statistik (2015) bis ins Jahr 2045 auch in der Schweiz erwartet. Ittermann et al. (2015) stellen fest, dass die beiden Thesen vom „general upgrading“ und der „Polarisierung“ in den von ihnen durchgeführten Experteninterviews besonderes kontrovers diskutiert und beide Ansichten vertreten wurden.

¹⁶ Beispielsweise: 1. Analytische Nicht-Routinetätigkeiten, 2. Interaktive Nicht-Routinetätigkeiten, 3. Kognitive Routinetätigkeiten, 4. Manuelle Routinetätigkeiten, 5. Manuelle Nicht-Routinetätigkeiten. Vgl. Methodik-Kasten in Kapitel 3.1.

Da die US-Forschung die Debatten in Europa stark prägt, wird in der quantitativ orientierten Forschung zurzeit intensiv untersucht, ob der Polarisierungsbefund auf Europa übertragbar ist. Goos et al. (2010) weisen eine Polarisierung in 16 westeuropäischen Ländern (ohne Schweiz) zwischen 1993 und 2006 empirisch nach. Demnach nahmen die gearbeiteten Stunden bei den vier am schlechtesten beziehungsweise acht am besten bezahlten Berufen um 1,6% ab beziehungsweise um 6,2% zu, während sie bei den neun mittel bezahlten Berufen um 7,8% abnahmen.

Die Situation der Schweiz ist am ehesten mit jener Deutschlands vergleichbar. Marsden (1999) hat in seiner „theory of employment systems“ deutliche Unterschiede zwischen unter anderem dem US- und dem deutschen Arbeitsmarkt herausgearbeitet. Er zeigt auf, dass US-Firmen eher tayloristische Produktionsprozesse bevorzugen, in denen die Arbeitskräfte on-the-job ausgebildet werden und relativ enge Vorgaben erhalten. In Deutschland dagegen verfügen Fachkräfte über eine hohe Autonomie am Arbeitsplatz. Ihre berufliche Ausbildung mit national standardisierten Qualifikationen und Abschlüssen führt zu einem berufsfachlichen Arbeitsmarkt, der die Fachkräfte-Mobilität zwischen Firmen ermöglicht. Aufgrund der hohen Flexibilität attestiert Marsden dem deutschen System auch eine hohe Anpassungsfähigkeit bei technologischem Wandel. Der schweizerische Arbeitsmarkt gehört ins Marsdens Systematik zum gleichen Typus wie der deutsche. Es ist angesichts dieser Unterschiede zwischen Bildungssystemen und Arbeitsmärkten plausibel anzunehmen, dass US-Berufe gerade im mittleren Qualifikationssegment mit einem eher engen, spezifischen Tätigkeitsspektrum verhältnismässig leichter vollständig durch Technologie ersetzt werden können, als Berufe in Deutschland oder in der Schweiz. Diese Überlegungen sprechen dafür, bei der Übertragung von US-Einschätzungen auf die Schweiz vorsichtig zu sein. Ein Begründer des Tätigkeitsansatz – David Autor – beobachtet eine starke Polarisierung in den USA über die letzten Jahre und sieht gerade in einem Berufsbildungssystem, wie es Deutschland und die Schweiz kennen, eine Möglichkeit, dieser entgegenzuwirken. Die Berufsbildung biete auch Personen ohne Hochschulabschluss gute Perspektiven auf dem Arbeitsmarkt¹⁷.

Es liegen erst wenige empirische Erkenntnisse zu einer möglichen Polarisierung in der Schweiz vor. Gemäss Employment Outlook der OECD (2017) gehört die Schweiz zu jenen Ländern, bei denen die mittlere Qualifikationsstufe am meisten Beschäftigungsanteile seit 1995 verloren hat. Dieser Rückgang ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sie auch den höchsten Anstieg bei den hochqualifizierten Stellen verzeichnet.¹⁸ Oesch und Rodriguez (2009) finden ab 1996 bis 2008 gewisse Anzeichen für eine Polarisierung in der Schweiz. Murphy und Oesch (2015) dagegen stellen auf der Grundlage von Volkszählungsdaten von 1970 bis 2010 ein generelles Upgrading und keine Polarisierung fest. Obwohl die im vorigen Teilkapitel 2.3.2 rezipierte Mismatchliteratur nicht direkt die Polarisierungshypothese untersucht, sprechen auch deren Befunde nicht dafür, dass die Schweiz im mittleren Qualifikationsbereich bisher disruptive Entwicklungen erlebt hätte.

Die Zunahme des Anteils Gutqualifizierter wird unstrittig mit der Komplementarität der neuen digitalen Technologien erklärt. Weniger offensichtlich ist dagegen die durch die Polarisierungsthese erwartete Zunahme bei den eher wenig von der Digitalisierung betroffenen manuellen Nicht-Routinetätigkeiten. Dies sind oft Dienstleistungsberufe, die einen persönlichen Kundenkontakt beinhalten, z. B. Serviceangestellte, Coiffeurinnen/Coiffeure und sonstige Körperpflegeberufe, Gesundheits- und Pflegeberufe oder die Gastronomie. Diese Tätigkeiten sind kaum automatisierbar und eher selten direkt von der Digitalisierung betroffen. Dadurch dürfte es auf Grund der Digitalisierung mindestens quantitativ kaum zu einer steigenden oder sinkenden Arbeitsnachfrage nach diesen Tätigkeiten kommen. Allenfalls können die oben erwähnten Nachfrageeffekte einen gewissen positiven Einfluss haben. Wesentlich wichtiger und stärker positiv dürften aber

¹⁷ David Autor im Interview «Kein Wunder, sind die Leute wütend» in der NZZ vom 12.11.2016 abgerufen am 20.03.2017 von <https://www.nzz.ch/wirtschaft/david-autor-im-gespraech-kein-wunder-sind-die-leute-wuetend-ld.127986>.

¹⁸ Die OECD (2017) definiert die mittlere Qualifikationsstufe zudem anders als die übrige Literatur mit Hilfe der ISCO-Klassifikation (Ein-Steller), die primär eine Berufsklassifikation ist und dabei die Ausbildung der Personen teilweise berücksichtigt.

andere Faktoren wirken, namentlich die Alterung der Gesellschaft (speziell für die Gesundheits- und Pflegeberufe, siehe Degen und Hauri 2017) und der Wandel zu einer Freizeitgesellschaft (Mokyr et al. 2015; betrifft vor allem die Gastronomie und den Tourismus). Es überrascht deshalb kaum, dass Autorinnen und Autoren, die stark auf die Digitalisierung fokussieren, die grösste zukünftige Arbeitsnachfrage bei hochqualifizierten Arbeitskräften und kaum bei geringerqualifizierten Servicebranchen mit einem hohen Anteil in manueller Nicht-Routinetätigkeiten sehen. Autoren, die hingegen neben dem technischen Fortschritt auch stark auf andere Trends wie den demografischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlich/strukturellen fokussieren, prognostizieren oft eine steigende Nachfrage in solchen manuellen Nicht-Routinetätigkeiten (Störmer et al. 2014, Valsamis et al. 2015).

Abschliessend kann festgehalten werden, dass Routinetätigkeiten bereits von Rationalisierungen betroffen waren und die Digitalisierung diesen Trend fortsetzen, eventuell sogar beschleunigen dürfte. Davon können routinelastige Berufe als Ganzes sowie die Routinetätigkeiten innerhalb bestimmter Berufe betroffen sein. Inwiefern auch Nicht-Routinetätigkeiten von der Digitalisierung betroffen sind, ist umstritten. Ebenfalls keine Einigkeit herrscht darüber, ob die Anzahl Arbeitsstellen und allenfalls die Löhne in Bereichen mit vergleichsweise niedrigen Anforderungsprofilen (z. B. einfache Serviceberufe) zunehmen werden. Die Polarisierungsthese findet tendenziell in der angelsächsischen Literatur mehr Vertreter als in der deutschen und schweizerischen Literatur. Die unterschiedlichen Resultate müssen im Kontext der unterschiedlichen Bildungssysteme (z.B. duale Berufsbildung in der Schweiz und in Deutschland), andersartigen Institutionen, aber auch der teils unterschiedlichen empirischen Methoden gesehen werden.

2.3.4 Kompetenzanforderungen

Im Zuge der Digitalisierung verändert sich die Nachfrage nach verschiedenen Arten von Kompetenzen, die von den Arbeitnehmenden erworben und eingesetzt werden sollen. Die Literatur hierzu stützt sich vornehmlich auf qualitative Analysen wie Experteninterviews, Fallbeispiele oder Expertenworkshops.

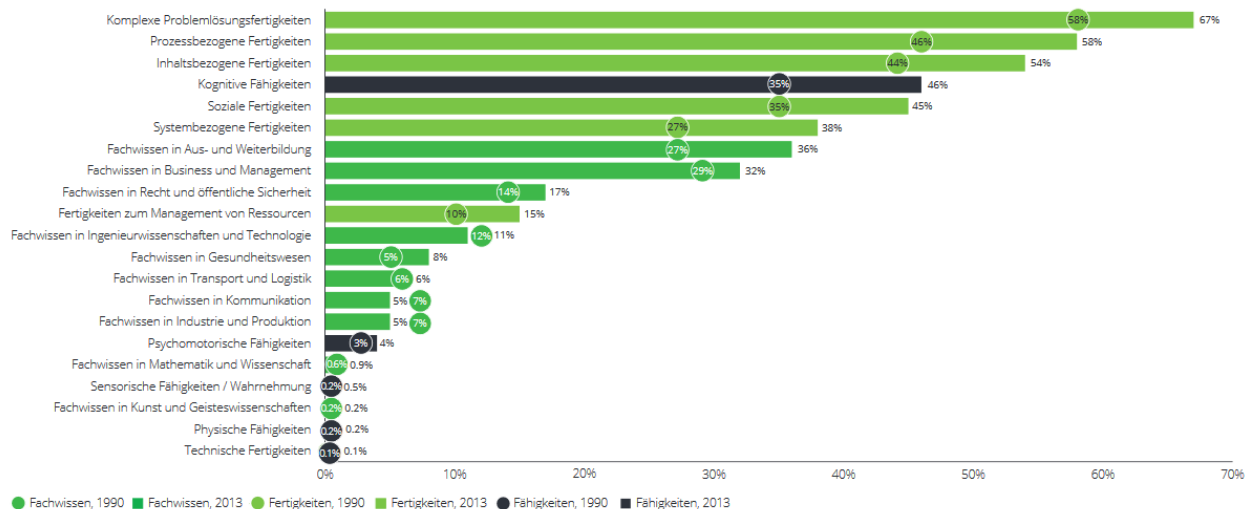
Mit der zunehmenden Digitalisierung nimmt die Nachfrage nach direkt mit der neuen Technologie verbundenen Kompetenzen zu. Diese werden oft unter IT-Kompetenzen (Düll et al. 2016, Hall et al. 2016, Ingénics 2014, Schlund et al. 2014) oder „digital literacy“ (Valsamis et al. 2016, Berger und Frey 2016b) zusammengefasst. Dazu gehören speziell der Umgang mit und die Analyse von (grossen) Datenmengen, deren Nutzung zur Prozessoptimierung, Softwarebeherrschung, IT-Kontrolle und -steuerung (Bayme vbm 2016, Institut für Innovation und Technik 2016, Schlund et al. 2014), Navigation, Organisation und Aufarbeitung von digitaler Information (Pfeiffer et al. 2016), Beherrschen von Computersprachen, Programmierung und Nutzbarmachung sozialer Medien (Walwei 2016) entscheidend ist. Mathematische Analysefähigkeiten dürften speziell im Finanzsektor an Wichtigkeit gewinnen (Europäische Kommission 2016, WEF 2016). Zu den digitalen Kompetenzen der Schweizerinnen und Schweizer liegen wenige Erkenntnisse vor. Gemäss der JAMES-Studie (Waller et al. 2016) nutzen fast alle Jugendlichen in der Schweiz Smartphones und sind unter der Woche durchschnittlich 2,5 Stunden online, am Wochenende mehr als 3,5 Stunden. Daraus lassen sich jedoch keine Rückschlüsse auf die tatsächlichen Kompetenzen der Jugendlichen ziehen. Gemäss der International Computer and Information Literacy Study der IEA (Fraillon et al. 2014) erzielten die Schweizer Schülerinnen und Schüler der achten Klasse 2013 bei 21 teilnehmenden Ländern bzw. Regionen einen „Computer and Information Literacy Score“ praktisch gleichauf mit Deutschland, jedoch hinter Tschechien, Ontario (Kanada), Australien, Dänemark, Polen, Norwegen, Korea und den Niederlanden. Allerdings erfüllte die Schweiz die Stichprobenbedingungen der Studie nicht, so dass ihre Rangierung nur begrenzt aussagekräftig ist.

Weitere Kompetenzen, die laut verschiedenen Studien in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden, sind sogenannte Querschnittskompetenzen. Die am häufigsten erwähnten sind die Fähigkeiten, komplexe Sachverhalte und Zusammenhänge zu analysieren (Düll et al. 2016), Eigenverantwortung und Kooperationsfähigkeit (Institut für Innovation und Technik 2016), Überblickswissen (Ittermann et al. 2015), Management- und Führungsqualitäten (McGowan und Andrews 2015, Vogler-Ludwig et al. 2016), Kreativität (Rinne und

Zimmermann 2016, Productivity Commission 2016), interdisziplinäres Denken und Handeln (ingenics 2014, Schlund et al. 2014) sowie Kundenorientierung (Blanchet 2016). Düll et al. (2016) beurteilen solche Querschnittskompetenzen weiter als vorteilhaft bei Anpassungsprozessen an einen sich beschleunigenden technischen Fortschritt.

Eine häufig erwähnte Untergruppe der Querschnittskompetenzen sind die „soft skills“. Der fortwährende Wandel Richtung Dienstleistungsgesellschaft, die digitale Vernetzung von Mitarbeitenden, Partnern und Kunden sowie ein abnehmender Anteil von Routinetätigkeiten in der Industrie lassen Kompetenzen wie Team- und Kommunikationsfähigkeit (Düll et al. 2016, Europäische Kommission 2016, Institut für Innovation und Technik 2016, Vogler-Ludwig et al. 2016, Walwei 2016), lebenslanges Lernen (Schlund et al. 2014) und soziale Intelligenz (Valsamis et al. 2015, Rinne und Zimmermann 2016) wichtiger werden.

Die Studie von Deloitte (2017) überträgt berufliche Kompetenzen gemäss der O*NET-Datenbank auf die Schweiz und analysiert die Beschäftigungsentwicklung nach Kompetenzgruppen. Da sich US-Berufe und Schweizer Berufe in ihrem Aufgabenspektrum und der Autonomie der Fachkräfte unterscheiden, sind die Kompetenzbeschreibungen aus den USA nur begrenzt auf die Schweiz anwendbar und unterschätzen vermutlich die Breite der Kompetenzanforderungen in Schweizer Berufen (siehe Kap. 2.3.3). Abbildung 5 zeigt, welche Kompetenzen gemäss den Berechnungen von Deloitte (2017) in den Jahren 1990 und 2013 auf dem Schweizer Arbeitsmarkt besonders bedeutsam waren. Die Studie bietet weiter auch Prognosen zur Frage, welche Kompetenzen in Zukunft einen hohen Schutz vor Automatisierung bieten.



Quelle: Deloitte 2017, nach Berechnungen Deloitte 2017 auf Basis von O*NET und BFS

Abbildung 5: Wichtigkeit von Kompetenzen für Schweizer Beschäftigte

Somit gibt es auch in der Literatur zu den nachgefragten Kompetenzen – ähnlich wie in der Debatte Polarisierung versus „general upskilling“ – grob gesprochen zwei Stränge: Diverse Studien betonen vor allem die zukünftige Wichtigkeit von Kompetenzen, die eher am oberen Ende der Qualifikationsskala angesiedelt sind (eher analytische, kognitive Fähigkeiten) und oft in direktem Zusammenhang mit neuen digitalen Technologien stehen. Weiter weisen diese Studien oft darauf hin, dass gut ausgebildete Leute generell weniger Mühe hätten, sich neue Kompetenzen anzueignen und damit im Zuge der Digitalisierung ihre Position auf dem Arbeitsmarkt zu stärken. Andere Studien sehen zukünftig Veränderungen der Kompetenzen auf allen Qualifikationsniveaus. Dabei wird eher die steigende Wichtigkeit von „soft skills“ wie Kundenkontakt,

soziale Fähigkeiten und Teamarbeit betont. Viele Studien sehen jedoch keinen Gegensatz und prognostizieren eine zunehmende Wichtigkeit von beiden genannten Kompetenzbündeln.

Die oben zusammengefassten Befunde werden dadurch relativiert, dass die Literatur zu den Kompetenzen meist qualitativ ausgerichtet und in manchen Fällen empirisch wenig fundiert ist. Da die empirische Untersuchung von Kompetenzen anspruchsvoll ist, lässt sich der notwendige Detailierungsgrad in quantitativen Studien nur schwierig erreichen. Zu den empirisch in die Tiefe gehenden, qualitativen Studien gehören Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2015, Stellungnahmen von Experten und Praxisbeispiele), Hackel et al. (2015, Experteninterviews mit betrieblichen Akteuren), Institut für Innovation und Technik (2016, Experteninterviews und Beispiele), Ittermann et al. (2015, Praxisbeispiele und Modellfabriken), Pfeiffer et al. (2016, Befragungen von HR-Verantwortlichen, Unternehmensfallstudien, Experteninterviews und Workshops) sowie Schlund et al. (2014, Befragung von Produktionsverantwortlichen).

Diese Studien kommen mehrheitlich zum Schluss, dass aktuell nur beschränkt Aussagen über Trends bei den Kompetenzanforderungen möglich sind, da die Entwicklung dieser Anforderungen von der Betriebsstruktur und der jeweiligen Vision von Industrie 4.0 abhängt, die beide auch innerhalb einzelner Branchen und Berufe stark von Betrieb zu Betrieb variieren.¹⁹ Dieser Befund ist auch im Hinblick auf die Bedeutung von übergreifenden Kompetenzen einerseits und Fachkompetenzen andererseits wichtig: die vergleichende Darstellung über verschiedene Betriebe und Berufe hinweg privilegiert die übergreifenden oder Querschnittskompetenzen. In der Literatur sind jedoch ebenso Beispiele für die zunehmende Bedeutung einzelner Fachkompetenzen in den jeweiligen Berufen zu finden. Hackel et al. (2015) berichten etwa, dass eine Firma, die Elektroautos produziert und die ganze Aussenhülle selbst herstellt, neu die Funktion des „Maßkundigen“ eingeführt. Die Person überprüft die fertigen Fahrzeuge nach erfolgter Montage optisch. Dabei sind „Neben der reinen geometrischen Prüftätigkeit, [...] ggf. Rückschlüsse auf die vorgelagerte Herstellung der CFK-Bauteile, auf die Fertigung der Kunststoffteile und auf vorgelagerte Prozessschritte in der Montage zu ziehen und zu kommunizieren.“ (Hackel et al., 2015, S. 54).

2.4 Fazit der Literaturanalyse

Die Digitalisierung ist zurzeit ein breit diskutiertes Phänomen. Dabei reicht die Bandbreite der Einschätzung von einer kontinuierlichen, stetigen Veränderung der Arbeitswelt bis zu disruptiven Effekten, die die Arbeitswelt fundamental verändern. Um die konkreten Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt und die Entwicklung der Kompetenzanforderungen auf diesem zu verstehen, scheint es deshalb sinnvoll, digitale Technologien und deren Wirkungsmechanismen zu beschreiben und die dadurch spürbaren effektiven Auswirkungen auf den verschiedenen Ebenen des Arbeitsmarktes zu analysieren. Diese Ebenen sind einerseits Branchen und Berufe, andererseits Tätigkeiten, Qualifikationen und Kompetenzen.

Bei den einleitend dargestellten digitalen Technologien ist die Unterscheidung von substituierenden und komplementären Technologien für die Analyse ihrer Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt zentral. Obwohl neue Technologien häufig ältere Technologien und vom Menschen durchgeführte Arbeitsschritte ersetzen, können auch sie nur von Menschen und damit teilweise komplementär zu bisherigen Arbeitsleistungen eingesetzt werden.

¹⁹ Beispielhafte Belegstellen zu diesem Befund: „Die Einschätzungen zu veränderten Arbeitsanforderungen durch Industrie 4.0, zur damit korrespondierenden Qualifikationsstruktur der Belegschaften sowie zu den daraus möglicherweise folgenden Ausbildungs- und Qualifizierungsbedarfen variieren erheblich über alle untersuchten Unternehmen hinweg und ebenso zwischen den einzelnen Interviews.“ (Pfeiffer et al. 2016, 82).

„2. Wie verändern sich Tätigkeiten und Aufgaben aufgrund der Diffusion neuer Technologien in Beschäftigungsfeldern des produzierenden Gewerbes, die einen hohen Anteil an Beschäftigten auf der mittleren Qualifikationsebene aufweisen? 3. Welche Anforderungen in Breite (Zuschnitt und Reichweite) und Tiefe (Kompetenzfacetten und -inhalte) ergeben sich für neue (oder veränderte) Tätigkeiten in solchen Tätigkeitssystemen? Die übergreifende Analyse zeigt, dass für diese Fragen keine einheitliche Antwort über alle Fallbeispiele gegeben werden kann.“ (Hackel et al. 2015, 42).

Die Wirkung digitaler Technologien wird in der Literatur entweder mittels qualitativen Befragungen eingeschätzt oder quantitativ ermittelt, indem auf die Tätigkeiten der Erwerbstätigen fokussiert wird. Breiter Konsens herrscht bezüglich der zunehmenden Substitution von Routinetätigkeiten, wovon je nach Studie und Land zwischen zehn und fünfzehn Prozent der Arbeitsplätze gefährdet sind. Gleichzeitig gewinnen andere Tätigkeiten (z.B. analytische), die digitale Technologien komplementär einsetzen, an Bedeutung. Uneinigkeit herrscht bei der Beurteilung von manuellen Nichtroutinetätigkeiten (v.a. einfache Serviceberufe), die kaum automatisiert werden können: teils wird hier Zuwachs dank durch die Digitalisierung induzierten Nachfrageeffekten erwartet („Spillovers“), teils eher ein Rückgang im Rahmen einer generellen Höherqualifizierung.

Eine erste zentrale Frage für den Arbeitsmarkt ist, ob der Mismatch zwischen Arbeitsangebot und -nachfrage zugenommen habe. Studien zur Schweiz finden bislang einen im internationalen Vergleich unterdurchschnittlichen Mismatch, der in den letzten Jahren nicht zugenommen habe. Zudem seien auch Personen mit Berufsausbildung nicht überdurchschnittlich von Mismatch betroffen. Eine zweite zentrale Frage betrifft die Polarisierungshypothese. In den USA und in einigen westeuropäischen Ländern wurde festgestellt, dass der mittlere Qualifikationsbereich an Beschäftigungsanteilen zugunsten der tiefen und hohen Qualifikationsbereiche verliere. Es liegen erst wenige Erkenntnisse zur Schweiz vor. Die aktuellste Studie findet keine Anzeichen für eine Polarisierung.

Zu den Veränderungen von Kompetenzanforderungen im engeren Sinne gibt es relativ wenig gesicherte Evidenz, insbesondere für die Schweiz. Deutsche Fallstudien, typischerweise in Industriebetrieben durchgeführt, finden prägnante Beispiele sowohl für eine zunehmende Bedeutung überfachlicher Kompetenzen wie auch für eine zunehmende Bedeutung von Fachkompetenzen. Allerdings kommen sie zum Schluss, dass aktuell kaum Aussagen über generelle Trends bei den Kompetenzanforderungen möglich sind, da die Entwicklung dieser Anforderungen von der Betriebsstruktur und der jeweiligen Vision von Industrie 4.0 abhängt, die beide auch innerhalb einzelner Branchen und Berufe stark von Betrieb zu Betrieb variieren.

Tabelle 1: Wirkung der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt gemäss Literatur

Arbeitsmarktebene	Wirkung der Digitalisierung
Branchen	<ul style="list-style-type: none"> - Alle Branchen können betroffen sein - Der Trend Richtung DL-Branchen geht weiter - IT(-nahe) Branchen sind tendenziell schon weiter mit der Digitalisierung
Berufe	<ul style="list-style-type: none"> - Berufe, die digitale Technologien komplementär einsetzen, werden wichtiger - Berufe, die von digitalen Technologien (teils) substituiert werden, verlieren an Bedeutung und verschwinden zum Teil - Quantitative Gesamtwirkung auf die Arbeitsstellen wird unterschiedlich beurteilt; gerade in der deutschsprachigen Literatur aber verhalten positiv
Tätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Manuelle Routinetätigkeiten verlieren an Bedeutung; neu werden auch kognitive Routinetätigkeiten an Bedeutung verlieren - Analytische und interaktive Tätigkeiten gewinnen an Bedeutung - Manuelle Nicht-Routinetätigkeiten sind wenig von der Digitalisierung betroffen, allenfalls gewinnen sie auf Grund von indirekten Nachfrageeffekten an Wichtigkeit
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> - IT-nahe Kompetenzen gewinnen an Wichtigkeit - Querschnittskompetenzen gewinnen, gerade im Anpassungsprozess an neue digitale Technologien, an Bedeutung - Soft skills gewinnen durch zunehmendes vernetztes Arbeiten und die neu gewonnene Nähe zur Kundin / zum Kunden an Bedeutung

3 STATISTISCHE ANALYSE DER ANFORDERUNGEN AUF DEM ARBEITSMARKT

3.1 Ziel und methodisches Vorgehen

Das Ziel der quantitativen Analyse ist es, die angebots- und nachfrageseitigen Veränderungen der Beschäftigungsstruktur auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt zwischen 2006 und 2015 zu beschreiben und zu analysieren. Gemäss Abbildung 2 in Kapitel 2.2 interessieren dabei die Entwicklungen bei den Berufen, den Tätigkeiten und den Kompetenzen, jeweils in Verbindung mit den Qualifikationen. Die Datenlage zu diesen drei Ebenen ist in der Schweiz jedoch sehr unterschiedlich, so dass auch das Potenzial für statistische Analysen durch die Datenlage determiniert wird.

- **Berufe:** Es existieren verschiedene Längsschnittdaten, die Informationen zu Arbeitnehmenden und ihren ausgeübten Berufen enthalten. Wir nutzen den „Stellenmarkt-Monitor Schweiz“ (SMM, Buchmann et al. 2016)²⁰, um die Nachfrage der Firmen abzubilden, und die „Schweizerische Arbeitskräfteerhebung“ (SAKE)²¹, um die Entwicklung der Beschäftigung in den Berufen zu analysieren. Für Lohnanalysen ziehen wir die mit den SAKE-Daten verknüpften Administrativdaten „Soziale Sicherheit und Arbeitsmarkt“ (SESAM)²² bei.
- **Tätigkeiten:** Der Tätigkeitsansatz ist in der Arbeitsmarktökonomie zentral, um die Auswirkungen der Digitalisierung quantitativ zu analysieren (siehe Literatur in Kapitel 2.3.3, z.B. Autor et al. 2003, Spitz-Oener 2006, Dengler, Matthes und Paulus 2014, künftig abgekürzt zitiert als: DMP 2014). Es existieren jedoch keine schweizerischen Datensätze, bei denen Angaben zu den Tätigkeiten erfasst werden, welche die Arbeitnehmenden im Rahmen ihrer jeweiligen Berufe ausüben. Dies steht in auffälligem Gegensatz zu Deutschland, wo hierzu mehrere grosse Datensätze zur Verfügung stehen.²³ Wir verwenden daher einerseits die Tätigkeitsangaben aus BERUFENET und andererseits jene aus den BIBB-BAuA-Erhebungen. Das Vorgehen, wie diese Tätigkeitsangaben aus Deutschland den SAKE-Daten zugespielt werden, wird unten im Detail beschrieben.
- **Kompetenzen:** Es existieren für die Schweiz keine Befragungen, in denen die Kompetenzen erfragt werden, welche die Arbeitnehmenden für die Ausübung ihres Berufes bzw. ihrer Tätigkeiten benötigen.

In einem ersten Analyseschritt zeichnen wir die Entwicklungen der acht sogenannten Berufsabteilungen der Schweizerischen Berufsnomenklatur (SBN 2000-Einsteller)²⁴ in der Schweiz zwischen 2006 und 2015 nach. Weil die Berufe mutmasslich unterschiedlich von der Digitalisierung betroffen sind, kann eine solche Analyse auf Ebene der Berufe erste Hinweise auf den Wandel der Beschäftigungsstruktur im Zuge der Digitalisierung liefern. Gleichzeitig sind für die Ausübung verschiedener Berufe verschiedene Kompetenzen gefragt. Die Entwicklung der Berufe erlaubt es deshalb in Verbindung mit den anderen Arbeitsschritten (Literaturanalyse, Experteninterviews und -workshop), Rückschlüsse zum Wandel der Kompetenzanforderungen aufgrund der Digitalisierung zu ziehen.

Der Tätigkeitsansatz postuliert allerdings, dass die Digitalisierung nicht unmittelbar die Berufe verändert, als vielmehr die Tätigkeiten, die in verschiedenen Berufen ein unterschiedliches Gewicht aufweisen. Sind neue digitale Technologien komplementär zu den in einem Beruf ausgeführten Tätigkeiten, dürfte dieser

²⁰ Der Stellenmarktmonitor Schweiz berücksichtigt Stelleninserate aus den Printmedien, Internetplattformen sowie der Internetseiten der Firmen. Dokumentation siehe: <http://www.stellenmarktmonitor.uzh.ch/de.html>.

²¹ Dokumentation siehe: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/arbeit-erwerb/erhebungen/sake.html>.

²² Dokumentation siehe: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/arbeit-erwerb/erhebungen/sesam.html>.

²³ Die deutsche Regierung investiert im Rahmen ihrer spezialisierten Forschungsinstitute, dem Bundesinstitut für Berufsbildung BIBB in Bonn und dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung IAB in Nürnberg seit vielen Jahren in den Aufbau und die Weiterentwicklung entsprechender, spezialisierter Datensätze. Das Fehlen entsprechender Daten in der Schweiz führt dazu, dass für Analysen Daten aus anderen Ländern genutzt werden müssen. Es kann jedoch nicht direkt geprüft werden, ob und wie sich die Situation in der Schweiz allenfalls von der Situation in diesen Ländern unterscheidet.

²⁴ Auf eine Branchensicht wird im Rahmen dieser Studie verzichtet, siehe dazu Parallelstudie von Rütter Sococo.

Beruf an Bedeutung gewinnen, so dass auch die dafür benötigten Kompetenzen stärker nachgefragt werden. Vermögen neue digitale Technologien die Tätigkeiten der Arbeitnehmenden in bestimmten Berufen dagegen zu substituieren, dürften diese an Bedeutung verlieren und die Beschäftigung abnehmen. In einem zweiten Analyseschritt verlassen wir deshalb die Ebene der Berufe und widmen uns den Tätigkeiten der Erwerbstätigen. Dabei orientieren wir uns an den von Spitz-Oener (2006) sowie DMP (2014) verwendeten fünf Tätigkeitskategorien: analytisch Nicht-Routine, interaktiv Nicht-Routine, kognitiv Routine, manuell Routine und manuell Nicht-Routine.

Da in den SAKE- und SMM-Daten keine Tätigkeitskategorien oder -beschriebe vorhanden sind,²⁵ übertragen wir die expertenbasierten Tätigkeitsdaten von DMP (2014), die sich auf die Datenbank BERUFENET abstützen, und die befragungsbasierten Tätigkeitsdaten der BIBB-BAuA-Erwerbsbefragungen 2006/2012 aus Deutschland auf unsere Datensätze (siehe Methodik-Kasten und detailliertes methodisches Vorgehen unter Anhang 1). Beide Datensätze bzw. Ansätze bieten gewisse Vorteile, die wir nutzen wollen (Diskussion zu Vor- und Nachteilen siehe auch Rohrbach-Schmidt und Tiemann 2013). Die Grundlage für die Zuteilung zu den Überkategorien „Routine“ und „Nicht-Routine“ bildet bei DMP (2014) die Frage, ob die entsprechende Tätigkeit durch eine digitale Technologie ersetzt werden kann oder nicht. Die Übertragung dieser Tätigkeitsdaten ist damit für unsere Forschungsfrage nach den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Kompetenzanforderungen besonders wertvoll. Die Tätigkeitskategorien der BIBB-BAuA-Erwerbstätigenbefragung stammen dagegen aus Befragungen von jeweils rund 20'000 erwerbstätigen Personen in den Jahren 2006 und 2012. Diese Daten weisen den Vorteil auf, dass wir Veränderungen der Tätigkeitsprofile innerhalb eines Berufes über die Zeit beobachten können. Weiter sind Analysen auf Ebene von Einzelpersonen möglich, weil die Tätigkeiten für jede/n Befragte/n separat erfasst wurden. Dies ermöglicht es auch, Tätigkeitsprofile z.B. nach Ausbildungsniveau der Befragten zu bilden und zu analysieren.

Methodik: Der Tätigkeitsansatz und verfügbare Datengrundlagen

Das Ziel des Tätigkeitsansatzes ist eine Analyse der Beschäftigungs- und Lohnstruktur aufgrund von **fünf Tätigkeitskategorien** (Beispiele nach DMP 2014 und aus BERUFENET):

- analytisch Nicht-Routine
Betriebsmitteleinsatz planen; gewonnene Daten mithilfe von Software aufbereiten, interpretieren und darstellen; Schulungskonzepte und –unterlagen erstellen; Studien planen und auswerten; bei der Kalkulation der Preise und Vertragsgestaltung mit den Kunden mitwirken
- interaktiv Nicht-Routine
Fernsprechauskunft; Unterricht erteilen; Kunden beraten und informieren; Angehörige beraten und anleiten (in der Pflege)
- kognitiv Routine²⁶
Artikelstammdatenpflege; chemische Laboratoriumsarbeiten nach Angabe ausführen; Dienstpläne erstellen; Rechnungen überprüfen, Zahlungs- und Teilzahlungsvorgänge bearbeiten, Zahlungsverkehr abwickeln; Abläufe kostenbewusst steuern (Buchbinder); vorgefertigte Bauteile auf Mass und Gewicht prüfen (Metallbau)
- manuell Routine
Heissvulkanisieren; Produkte verpacken und abtransportieren; (Holz-)Oberflächen behandeln; Löten, Schweißen, Nähte verputzen, Lackierungsarbeiten durchführen; Medikamente zusammenstellen (in der Pflege)
- manuell Nicht-Routine
Mauern; Maschinen und Anlagen pflegen und warten; bei Notfällen und in lebensbedrohlichen Situationen helfen

²⁵ In den SMM-Daten ist pro Stelleninserat eine Haupttätigkeit erfasst. Diese eindimensionale Einteilung erlaubt keine anteilmässige Aufteilung der Tätigkeiten innerhalb eines Berufes und reduziert somit die Komplexität der Berufe, siehe dazu auch DMP (2014).

²⁶ „Routine“ heisst, dass eine solche Tätigkeit mit heute (Stand: Deutschland 2013) verfügbaren digitalen Technologien („Computer bzw. programmierbare Maschinen“, DMP 2014, S.7) automatisierbar ist. Die bedingt erstens die technische Machbarkeit, aber auch andere Faktoren (z.B. juristische Zulassung). „Nicht-Routine“ Tätigkeiten sind entsprechend (Stand: Deutschland 2013) (noch) nicht automatisierbar.

Der Tätigkeitsansatz wurde ursprünglich von Autor et al. (2003) entwickelt. Motivation für diesen Ansatz ist die Annahme, dass Berufe aus einem Bündel von Tätigkeiten bestehen und diese wesentlich dafür verantwortlich sind, ob ein Beruf im Zuge der Digitalisierung an Bedeutung gewinnt oder verliert und wie sich die Löhne in diesem Beruf entwickeln. Grundlage für den Tätigkeitsansatz ist jeweils ein Tätigkeitsprofil je Beruf oder Erwerbperson. Es gibt zwei gängige Ansätze, um Tätigkeitsprofile zu erstellen:

1. Beim **expertenbasierten Ansatz** teilen Expertinnen und Experten jedem Beruf die Anteile der fünf Tätigkeitskategorien zu (Autor et al. 2003, DMP 2014). Dazu werden verschiedene Quellen (z.B. Bildungspläne, Tarifverträge und Weiterbildungsbeschreibungen) genutzt, in denen für jeden Beruf eine Vielzahl darin auszuführende Tätigkeiten erfasst sind. Beispiele für solche Berufsdatenbanken sind DOT bzw. O*NET in den USA, BERUFENET in Deutschland oder ROME in Frankreich. Die dort erfassten Tätigkeiten können zu den fünf oben genannten Tätigkeitskategorien zusammengefasst werden.
2. Beim **befragungsbasierten Ansatz** werden Erwerbstätige direkt nach den von ihnen im Beruf ausgeführten Tätigkeiten gefragt. In Deutschland wird dies im Rahmen der BIBB-BAuA-Erwerbstätigenbefragung im Abstand von einigen Jahren jeweils für eine repräsentative Stichprobe von Erwerbstätigen getan. Die erfragten Tätigkeiten können wiederum in die fünf oben genannten Tätigkeitskategorien zusammengefasst werden (Spitz-Oener 2006).

Für die Schweiz existieren weder expertenbasierte noch befragungsbasierte Tätigkeitskategorisierungen für Berufe oder Erwerbstätige. Deshalb übertragen wir im Rahmen dieser Studie die von DMP (2014) bestimmten sowie die aus den BIBB-BAuA-Erwerbstätigenbefragungen berechneten Tätigkeitsprofile (nach Spitz-Oener 2006) aus Deutschland auf die Schweiz. Im Anhang 1 wird das methodische Vorgehen im Detail beschrieben. Die Tätigkeitsprofile werden auf der Ebene von Berufen mittels einer Schlüsseltablelle zwischen der deutschen Klassifikation der Berufe (KldB-2010) und der Schweizerischen Berufsnomenklatur (SBN 2000) übertragen, die von den Autorinnen und Autoren dieser Studie erstellt wurde (detaillierte Tätigkeitsprofile je Berufsgruppe siehe Anhang 2).

Beim expertenbasierten Ansatz von DMP (2014) erfolgt die Einteilung in Routine- und Nichtrounetätigkeiten explizit aufgrund des Kriteriums, ob eine Tätigkeit *gemäss heutigem Stand der Technik automatisierbar* ist oder nicht. Die Grundlage für diese Beurteilung liefern die sehr detaillierten Tätigkeitsbeschreibungen für 3'935 Berufe in BERUFENET. Diese Datenbank enthält insgesamt 6'709 verschiedene Tätigkeiten (Stand 2013). Für jede Tätigkeit wurde einzeln von Expertinnen und Experten beurteilt, ob diese automatisierbar ist oder nicht. Erst nach dieser Expertenbewertung wurden die einzelnen Tätigkeiten in die fünf übergeordneten Tätigkeitskategorien zusammengefasst, die wir in den Analysen verwenden. Auf diese Weise erhält jeder Beruf bzw. jede Berufsgruppe ihr eigenes Tätigkeitsprofil mit den Anteilen jeder der fünf Tätigkeitskategorien. Andere Ansätze weisen dagegen jedem Beruf eine einzige Tätigkeitskategorie zu (z.B. Oesch 2013). Da die Vielfalt der Tätigkeiten innerhalb der Berufe auf diese Weise nicht abgebildet wird, kann dieser Ansatz zu einer Verzerrung (*aggregation bias*) führen. Wir verwenden die DMP-2014-Daten, weil sie dieses Problem dank der differenzierten BERUFENET-Datengrundlage vermeiden und eine Analyse der Tätigkeitskategorien innerhalb der Berufsgruppen erlauben.

Für unsere Analysen ist ein Nachteil der Expertendaten von DMP (2014), dass sie keine zeitliche Entwicklung aufweisen, sondern die Tätigkeiten für einen Zeitpunkt bestimmt wurden.²⁷ Ergänzend verwenden wir in den Analysen daher die (west-)deutschen BIBB-BAuA-Erwerbstätigenbefragungen 2006 und 2012 und berechnen daraus Tätigkeitsprofile für diese beiden Zeitpunkte. Auf diese Weise können wir Veränderungen innerhalb des Tätigkeitsprofils eines Berufes zwischen 2006 und 2012 analysieren. Bei der Zuteilung der sechzehn in den Erwerbsbefragungen erfassten Tätigkeiten auf die fünf Tätigkeitskategorien orientieren wir uns an Spitz-Oener (2006, siehe auch Anhang 3). Danach aggregieren wir die individuellen Tätigkeitsprofile pro deutschen Beruf (KldB-2010-Dreisteller) und übertragen diese auf die entsprechenden Schweizer Berufe (SBN 2000-Dreisteller).

Dank der zwei unterschiedlichen Datenquellen erhalten wir je Schweizer Beruf zwei verschiedene (aber korrelierende) Tätigkeitsprofile. Die fünf Tätigkeitsanteile summieren sich jeweils zu 100 Prozent. Aufgrund der differenzierteren Tätigkeitslisten der BERUFENET-Daten verwenden wir in den Analysen mehrheitlich die DMP-2014-Daten. Nur für Analysen zur zeitlichen Entwicklung sowie zu den verschiedenen Tätigkeitsprofilen je Ausbildungsniveau ziehen wir ergänzend die BIBB-BAuA-Daten hinzu.

²⁷ Zwar gibt es bei DMP (2014) Einschätzungen für die Jahre 2011-2013. Diese unterscheiden sich aber nur geringfügig und decken nicht unseren ganzen Analysezeitraum ab.

Wir gehen davon aus, dass die in den jeweiligen Berufen ausgeübten Tätigkeiten in deutschen Datensätzen der schweizerischen Berufsrealität sehr nahe kommen. Dies gilt insbesondere im Vergleich zu entsprechenden Tätigkeitsdaten aus angelsächsischen (z.B. O*NET) oder französischsprachigen (ROME) Ländern. Die Schweiz und Deutschland weisen eine ähnliche, KMU-basierte Wirtschaftsstruktur auf und verfügen über ein ähnliches Ausbildungssystem, insbesondere über eine stark ausgeprägte duale Berufsbildung. Das bedeutet, dass auch die Produktions- und beruflichen Ausbildungsprozesse ähnlich organisiert sind, so dass die Tätigkeiten der Arbeitnehmenden in hohem Masse vergleichbar sind. Zudem gleichen sich die Berufsbezeichnungen und -kodierungen in der Schweiz und Deutschland.

Kompetenzanforderungen sind weder in den von uns analysierten Schweizer Datensätzen noch in anderen uns bekannten Daten erfasst und können in dieser Studie daher nicht quantitativ untersucht werden. Veränderungen in den nachgefragten Berufen, Tätigkeiten und Qualifikationen implizieren jedoch Veränderungen in den nachgefragten Kompetenzen. Die weiteren Elemente unserer Studie (Literaturanalyse, Experteninterviews und Expertenworkshop) widmen sich direkt den Kompetenzen, so dass wir ein Gesamtbild der für die Kompetenznachfrage relevanten Entwicklungen erhalten. In diesem Sinne ist die quantitative Analyse komplementär zu den anderen Arbeitsschritten zu sehen.

Tabelle 2 zeigt auf, welche statistischen Analysen in diesem Kapitel dargestellt werden. Die Analyse von Berufsabteilungen und Tätigkeitskategorien wird abgerundet mit einer Analyse der Beschäftigungsentwicklung in vier Ausbildungsniveaus. Damit können wir Veränderungen der Qualifikationsanforderungen auf dem Arbeitsmarkt abbilden.

Tabelle 2: Quantitative Analysen: Forschungsfragen, Methodik und Datenquellen

Analyseeinheit	Forschungsfrage	Methodik	Datenquelle(n)
Berufe (Kapitel 3.2.1)	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der Beschäftigungsstruktur nach Berufen • Entwicklung der Erwerbslosenquoten nach Berufen • Entwicklung des Stellenmarkts nach Berufen • Darstellung der Tätigkeitsprofile je Berufsabteilung 	Längsschnittanalyse	SAKE/SESAM 2006-2015, SMM
Tätigkeiten (Kapitel 3.2.2)	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der gearbeiteten VZÄ nach fünf Tätigkeitskategorien • Entwicklung der Löhne nach fünf Tätigkeitskategorien • Entwicklung der Stellenangebote nach fünf Tätigkeitskategorien • Vergleich von Stellenmarkt und Erwerbslosen nach fünf Tätigkeitskategorien (Mismatch) • Dekomposition der gearbeiteten VZÄ nach fünf Tätigkeitskategorien in Wachstum- und Struktureffekt • Anpassungsprozess nach fünf Tätigkeitskategorien 	Längsschnittanalyse und Übertragung der DM-2014 und BIBB-BAuA 2006/2012 Tätigkeitsdimensionen auf die Schweiz	SAKE/SESAM 2006-2015, SMM 2006-2015, DM 2014, BIBB-BAuA 2006/2012
Ausbildungsniveau (ohne Abschluss, Berufsbildung, Tertiär-B, Tertiär-A; Kapitel 3.2.3)	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der Beschäftigungsstruktur nach Ausbildungsniveau • Entwicklung der Löhne nach Ausbildungsniveau • Darstellung und Entwicklung der Tätigkeitsdimensionen nach Ausbildungsniveau 	Längsschnittanalyse und Übertragung der BIBB-BAuA 2006/2012 Tätigkeitsdimensionen je Berufe auf die Schweiz	SAKE/SESAM 2006-2015, SMM 2006-2015, BIBB-BAuA 2006/2012

- Entwicklung der gearbeiteten VZÄ nach Anforderungsniveau

3.2 Wandel der Beschäftigung in der Schweiz

Die Zahl der Erwerbstätigen stieg während des Beobachtungszeitraums dieser Studie von 4,21 Millionen im Jahr 2006 auf 4,95 Millionen im Jahr 2015.²⁸ Diese Zunahme von 16 Prozent verlief, mit Ausnahme der Jahre 2009/2010, als die Zahl der Erwerbstätigen konstant blieb, relativ gleichmässig. Zwei Faktoren trugen wesentlich zu dieser Zunahme an Erwerbstätigen bei. Zum einen stieg der Anteil der Ausländerinnen und Ausländern an allen Erwerbstätigen zwischen 2006 und 2015 von 25,3 Prozent auf 30,5 Prozent. Zum anderen erhöhte sich die Erwerbsquote der Frauen von 59,8 auf 62 Prozent im Jahr 2015. Die zusätzlichen Erwerbstätigen sind praktisch ausschliesslich im Dienstleistungssektor zu finden. Während der zweite Sektor ein Plus von 81'000 Erwerbstätigen verzeichnete, beschäftigte der dritte Sektor im Jahr 2015 579'000 zusätzliche Erwerbstätige gegenüber 2006. Damit sind heute dreiviertel aller Erwerbstätigen im Dienstleistungssektor beschäftigt. Andere Entwicklungen über die letzten zehn Jahre waren weniger markant. Die Erwerbslosenquote liegt praktisch unverändert bei 4,4 Prozent (2006: 4,3 Prozent).

3.2.1 Berufe

In diesem Kapitel analysieren wir die Entwicklung der Beschäftigung (gemessen in Vollzeitäquivalenten VZÄ) und der Erwerbslosigkeit nach Berufen. Wir gehen dabei davon aus, dass verschiedene Berufe unterschiedlich von der Digitalisierung betroffen sind. Wir orientieren uns in der Analyse an der Schweizer Berufsnomenklatur (SBN 2000) und den darin enthaltenen acht Berufsabteilungen.²⁹

Tabelle 3: Entwicklung der gearbeiteten Vollzeitäquivalente (VZÄ) nach Berufsabteilungen 2006-2015

Berufsabteilungen (SBN-Einsteller)	VZÄ absolut (in 1'000)		Veränderung 2006-2015		Anteile am Total	
	2006	2015	Absolut	Relativ	2006	2015
Land- und Forstwirtschaft	115	103	-12	-10.1%	4.0%	3.2%
Industrie und Gewerbe	389	336	-53	-13.5%	13.4%	10.3%
Tech. Berufe und Informatik	338	425	87	25.6%	11.7%	13.0%
Bau- und Ausbaugewerbe, Bergbau	204	192	-13	-6.1%	7.1%	5.9%
Handel und Verkehr	450	512	62	13.7%	15.6%	15.7%
Gastgewerbe und persönliche DL	207	250	44	21.1%	7.1%	7.7%
Management, Admin., Recht und Finanzdienstleistungen	614	747	134	21.8%	21.2%	22.9%
Gesundheit, Unterricht, Kultur, Wissenschaft	561	682	121	21.6%	19.4%	20.9%
TOTAL	2'895	3'264	369	12.7%	100.0%	100.0%

²⁸ Alle Zahlen in diesem Abschnitt stammen aus ETS, ELS-ILO, SAKE, SLI; Bundesamt für Statistik, Sektion Arbeit und Erwerbsleben, abgerufen am 13.06.2017 unter: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/arbeit-erwerb/erwerbstaetigkeit-arbeitszeit.assetdetail.2641741.html>. Die Analysen beschränken sich auf Personen zwischen 20 und 60 Jahren mit einer gültigen SBN 2000 Berufscodierung im SAKE Datensatz. Die Gewichtungen der Hochrechnungen erfolgen mit dem Querschnittsgewicht der Zielperson.

²⁹ Die vollständigen Bezeichnungen der Berufsabteilungen sind im Anhang 4 aufgeführt.

Tabelle 3 stellt die absolute Beschäftigungsentwicklung nach Berufsabteilungen seit 2006 dar und gibt den Gewinn oder Verlust an Vollzeitäquivalenten zwischen 2006 und 2015 in absoluten und relativen Werten wieder. Von einer negativen Entwicklung bei den gearbeiteten Vollzeitäquivalenten sind die Land- und Forstwirtschaft (-12'000 VZÄ; -10 Prozent), die Berufe des Bau- und Ausbaugewerbes sowie des Bergbaus (-13'000 VZÄ; -6,1 Prozent) und die Produktionsberufe in Industrie und Gewerbe (-53'000 VZÄ; -13,5 Prozent) betroffen.³⁰

Bei den Berufen des Bau- und Ausbaugewerbes gingen vor allem die Berufe des Bauhauptgewerbes zurück (minus 9'800 VZÄ; -12%); dazu gehören die Mauerinnen und Maurer, Zimmerleute sowie die Baumeisterinnen und Baumeister. Bei der zweiten grossen hier vertretenen grossen Berufsgruppen des Ausbaugewerbes (minus 1'100 VZÄ; -1%) ist die Entwicklung heterogener: Während Heizungs- und Lüftungsinstallateurinnen und -installateure (plus 6'700 VZÄ; +99,2%) und in geringerem Ausmass Sanitärplanerinnen und -planer sowie -installateurinnen und -installateure (plus 1'300 VZÄ; +14,6%) zulegen, entwickelten sich die Boden- und Plattenlegerinnen und -leger stark rückläufig (minus 6'500 VZÄ; -41,9%).

Die negativen Entwicklungen in Industrie und Gewerbe dürften mindestens teilweise mit Automatisierungen und Offshoring in Verbindung stehen. So wiesen klassische Industrieberufsgruppen (SBN-Dreisteller) innerhalb dieser Berufsabteilungen besonders negative Entwicklungen auf: dazu gehören die Berufe des Maschinenbaus sowie -unterhalts (minus 9'000 VZÄ; -13,%), der Lebensmittelherstellung und -verarbeitung (minus 7'000 VZÄ; -17,5%) und der Metallbearbeitung (minus 5'100 VZÄ; -29%). Dazu kommt die Abnahme von 5'100 Vollzeitäquivalenten bei den Druckerinnen und Druckern. Dies entspricht einer Halbierung dieser Berufsgruppe und muss in Zusammenhang mit der zunehmenden Digitalisierung des Druck- und Verlagswesens gesehen werden.

Die Zunahme war bei den technischen sowie Informatikberufen mit 87'000 Vollzeitäquivalenten oder 25,6 Prozent relativ gesehen am stärksten. Hier kann eine direkte Nachfragesteigerung im Zuge der Digitalisierung gesehen werden. Die Beschäftigung in den Berufen der Informatik stieg in nur zehn Jahren um 51 Prozent auf 112'000 Vollzeitäquivalente. Auch die Zunahme um 19'000 Vollzeitäquivalente bei den Ingenieurberufen geht zum Teil auf die Informatikingenieurinnen und -ingenieure zurück, die um über 5'000 Vollzeitäquivalente (plus 14,8%) zulegen. Daneben legten in dieser Berufsgruppe aber auch die Elektro- (plus 3'900 VZÄ; 44,7%) sowie Bauingenieurinnen und -ingenieure (plus 3'200 VZÄ; +44%) zu.

Eine durchschnittliche Entwicklung zeigten die Handels- und Verkehrsberufen mit einer Steigerung um 62'000 Vollzeitäquivalente oder 13,8 Prozent (die gesamte Zunahme der Vollzeitäquivalente 2006-2015 betrug 12,7 Prozent). Hinter dieser durchschnittlichen Entwicklung verbergen sich aber Divergenzen. Stark abgenommen haben die Berufe des Post- und Fernmeldewesens mit minus 12'900 (-38,2%) Vollzeitäquivalenten. Dies dürfte stark mit dem Wegfall von Monopolstellungen bzw. Monopolberufen in dieser Branche zusammenhängen. Zugelegt haben dagegen einerseits Berufe des Handels und Verkehrs mit einem Plus von 48'000 Vollzeitäquivalenten. Dazu gehören unter anderem Kaufleute und Händlerinnen und Händler (plus 20'600 VZÄ; +58,8%), Verkäuferinnen und Verkäufer sowie Detailhandelsangestellte (plus 12'200 VZÄ; +9,1%) und Vertreterinnen und Vertreter (plus 9'300 VZÄ; +52,3%). Wie in der Literatur beschrieben, handelt es sich hier vornehmlich um Dienstleistungsberufe mit viel Kundenkontakt, die kaum von Automatisierungen betroffen sind und deshalb mengenmässig nicht abnehmen, auch wenn sie wenig von allfälligen Produktivitätsfortschritten aufgrund neuer digitaler Technologien profitieren. Weiter haben sich in dieser

³⁰ Betrachtet man die Berufsebene (Dreisteller SBN), waren folgende Berufe am stärksten rückläufig: Metallbearbeitung/Metallbau/Metallerzeugung, Papierherstellung sowie -verarbeitung, Post- und Fernmeldewesen.

Berufsabteilung die Berufsgruppen Werbung und Marketing (plus 7'500 VZÄ; +28,3%) sowie jene der Treuhänderinnen und Treuhänder (plus 14'100 VZÄ; 26,7%) positiv entwickelt.

Ein ähnliches Muster dürfte hinter der Zunahme von 44'000 Vollzeitäquivalenten oder 21,1 Prozent bei der Berufsabteilung Gastgewerbe und persönliche Dienstleistungen stehen. Auch hier haben schwer automatisierbare Berufe mit vergleichsweise tiefen Anforderungsniveaus zugenommen. Dazu gehören Hauswartinnen und Hauswarte sowie Gebäudereinigungspersonal (plus 17'400 VZÄ; +34,7%), Küchenpersonal (plus 12'900 VZÄ; +30,9%) und Servicepersonal (plus 9'100 VZÄ; +29,9%). Dazu kommt eine Zunahme von 6'800 Vollzeitäquivalenten (+41,6%) bei Geschäftsführerinnen und -führern von Gaststätten und Hotels.

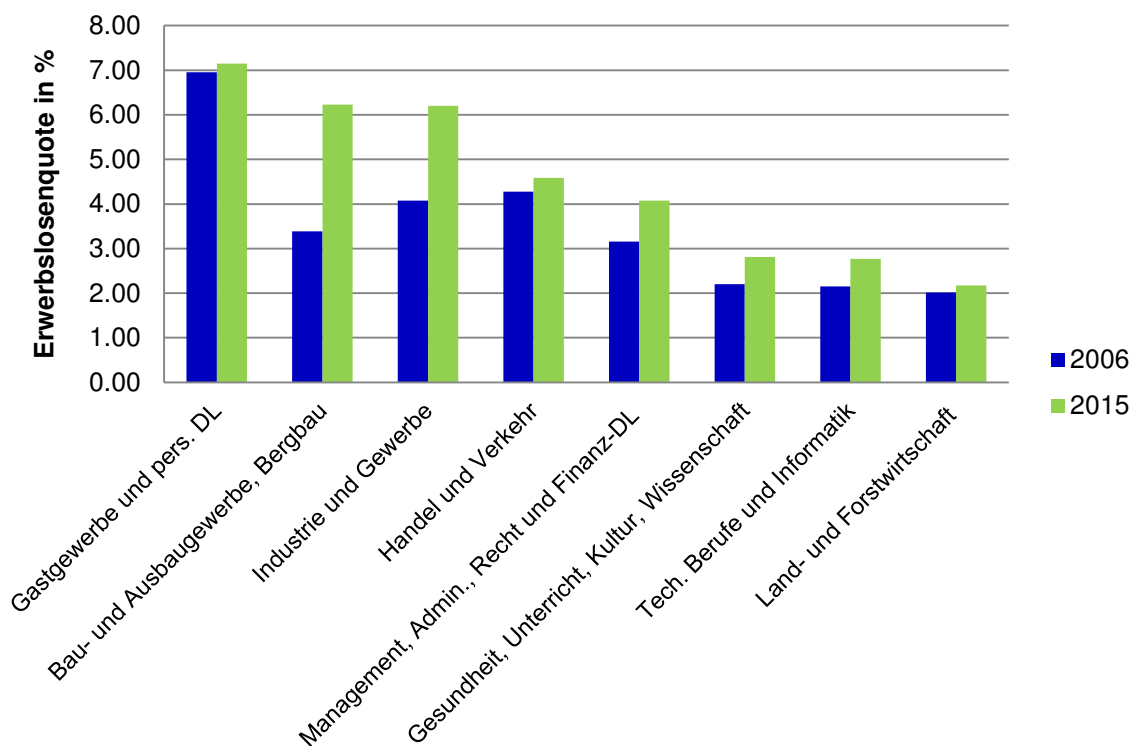
Die Zunahme bei Gesundheit, Unterricht, Kultur, Wissenschaft von 121'000 Vollzeitäquivalente oder 21,6 Prozent geht teilweise auf den Ausbau des Gesundheitswesens zurück, der unter anderem wesentlich vom demografischen Wandel getrieben wird. So haben die Berufsgruppen der Fürsorge und Erziehung (z.B. Betreuerberufe, plus 29'100 VZÄ; +50,5%), der Humanmedizin und Pharmazie (plus 19'300 VZÄ; 36,6%), der Pflegeberufe (plus 18'200 VZÄ; 16,4%), der Therapie und der medizinischen Technik (plus 10'500 VZÄ; 27,7%) sowie der Zahnpflege (plus 5'100 VZÄ; +52,7%) stark zugelegt. Diese Entwicklung dürfte insofern in Zusammenhang mit der Digitalisierung stehen, als dass Tätigkeiten der ärztlichen Versorgung sowie Pflege und Betreuung kaum durch digitale Technologien automatisiert werden können, sich jedoch gewisse Behandlungsmethoden dank technischem Fortschritt verbessern oder erweitern. Ein weiterer Treiber für die Zunahme der Vollzeitäquivalente in dieser Berufsabteilung dürfte der Ausbau des tertiären Bildungsweges sein (siehe auch Kapitel 3.2.3). So stieg die Zahl der Lehrerinnen und Lehrer an Hochschulen und höheren Fachschulen und jene der Wissenschaftlichen Assistentinnen und Assistenten um je 5'000 Vollzeitäquivalente (ca. +80%). Zudem stiegen die Berufsgruppe der Naturwissenschaften um 12'000 (+54,6%) und jene der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie Berufsberaterinnen und -berater und Psychologinnen und Psychologen um 5'500 Vollzeitäquivalente (+27,6%).

Die stärkste absolute Zunahme verzeichnete die Berufsabteilung Management, Administration, Recht und Finanzdienstleistungen mit einer Zunahme von 134'000 Vollzeitäquivalenten und damit einem Plus von 21,8 Prozent. Die Berufe des Bankenwesens wuchsen dabei um 11'400 Vollzeitäquivalente (+19,3%), jene des Versicherungswesens um 6'800 Vollzeitäquivalente (+37,9%) und die Immobilienfachleute sowie -verwalterinnen und -verwalter um 5'700 Vollzeitäquivalente (+79%). Inwiefern diese Entwicklungen im Zusammenhang mit der Digitalisierung zu sehen sind oder branchenspezifischen Entwicklungen geschuldet sind, lässt sich schwer abschätzen. Einen Rückgang verzeichnet – trotz der insgesamt deutlich positiven Entwicklung der Beschäftigung in der Berufsabteilung Management, Administration, Recht und Finanzdienstleistungen – die Berufsgruppe der kaufmännischen Angestellten sowie der Büroberufe, und zwar um 15'500 Vollzeitäquivalente (-7,3%).³¹ Dieser Rückgang wurde aber von teils starken Zunahmen in ähnlichen Berufen mit einem höheren Anforderungsprofil aufgefangen. Dazu gehören die Berufe des mittleren Kadern (plus 36'500 VZÄ; +86,1%), Unternehmerinnen und Unternehmer sowie Direktorinnen und Direktoren (plus 31'400 VZÄ; +45,3%), Organisationsfachleute (plus 15'300 VZÄ; +53,8%) und Personalfachleute (plus 12'600 VZÄ; +55,2%). Es scheint daher naheliegend, dass im Zuge der Digitalisierung einfache und eher repetitive Tätigkeiten zunehmend automatisiert (siehe dazu auch Literaturanalyse in Kapitel 2.3.3) oder ausgelagert (Iten et al. 2016) wurden, während die Nachfrage nach gutqualifizierten Fachleuten zunahm.

³¹ Die dargestellte rückläufige Entwicklung bei den kaufmännischen Berufen fällt in der hier verwendeten Schweizerischen Berufsamenklatur weniger stark aus als bei Verwendung der ISCO-Klassifikation. Die SBN folgt eher einer Branchenstrukturierung, wogegen die internationale ISCO-Klassifikation, die oftmals für Arbeitsmarktanalysen verwendet wird, sich eher an Anforderungsniveaus orientiert. Entsprechend verteilt sich der Rückgang der ISCO-Kategorie vier „Bürokräfte und verwandte Berufe“ von 36'000 Vollzeitäquivalenten zwischen 2006 und 2015 grösstenteils auf die SBN-Berufsabteilungen Industrie und Gewerbe (-12'000 VZÄ), Handel und Verkehr (-12'000 VZÄ) und Management, Administration, Recht und Finanzdienstleistungen (-13'000 VZÄ). Weil aber gleichzeitig andere ISCO-Kategorien – meist solche mit höherem Anforderungsniveau – innerhalb derselben SBN-Berufsabteilung an Bedeutung gewannen, werden diese Rückgänge überlagert.

Insgesamt lässt sich eine grobe Zweiteilung erkennen. Vor allem die Dienstleistungsberufe entwickeln sich positiv, während die Berufe der Landwirtschaft, der Industrie und des Gewerbes sowie der Baubranche rückläufig sind. Eine Ausnahme bilden die technischen und Informatikberufe, die einen deutlichen Anstieg verzeichnen, jedoch nur teilweise den Dienstleistungen zuzuordnen sind. Natürlich kann diese Entwicklung nicht alleine der Digitalisierung zugeschrieben werden. Andere Einflüsse wie die Tertiarisierung, Globalisierung oder der Euroshock spielten ebenfalls eine Rolle; unklar ist, wie sich diese Trends gegenseitig beeinflussen und möglicherweise verstärken, beziehungsweise wie stark ihr Einfluss ohne die technologische Entwicklung ausfallen würde.

In Abbildung 6 ist die Erwerbslosenquote gemäss der Internationalen Arbeitsorganisation ILO (in SAKE erfasst) dargestellt. Die Berufsabteilungen geben den letzten ausgeübten Beruf der Erwerbslosen wieder.



Quelle: SAKE, eigene Berechnungen

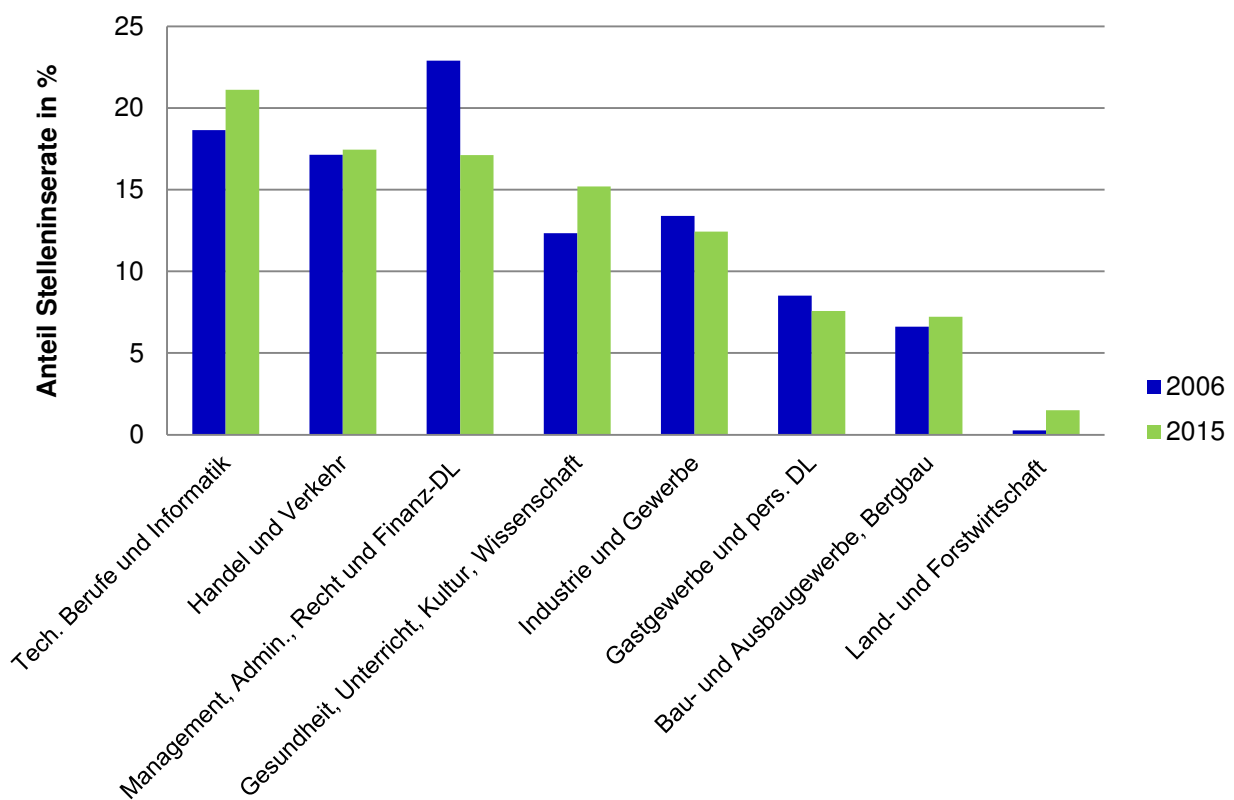
Abbildung 6: Erwerbslosenquoten je Berufsabteilung 2006/2015

Die Erwerbslosenquote nahmen in allen Berufsabteilungen – ausser im Gastgewerbe und den persönlichen Dienstleistungen, wo sie allerdings schon relativ hoch ist – zu. Vermutlich spielte dabei die Konjunktur (z.B. Wechselkurs) eine Rolle. Insgesamt lässt sich bei den Erwerbslosenquoten³² je Berufsabteilung eine ähnliche Entwicklung wie bei den gearbeiteten Vollzeitäquivalenten erkennen. So war die Zunahme der Erwerbslosen bei den Produktionsberufen in Industrie und Gewerbe (+2,1 Prozentpunkte) sowie im Bau- und Ausbaugewerbe und Bergbau (+2,8 Prozentpunkte) besonders ausgeprägt. In beiden Berufsabteilungen erreichte der Anteil der Erwerbslosen im Jahr 2015 6,2 Prozent. Bei den Dienstleistungsberufen waren die Zunahmen der Erwerbslosenquote moderat und es lassen sich kaum Unterschiede zwischen den Berufsabteilungen ausmachen. Es besteht kein deutlicher Zusammenhang zwischen den Zuwachsraten bei den Erwerbslosen und bei der Beschäftigung. So erhöhte sich die Erwerbslosenquote beispielsweise bei den technischen und Informatikberufen sowie den Management-, Administrations-, Rechts- und Finanzdienstleistungsberufen um 0,62 bzw. 0,92 Prozentpunkte, obwohl diese beiden Berufsabteilungen das stärkste

³² Anteil Erwerbslose an Erwerbspersonen (SAKE).

Wachstum an Vollzeitäquivalenten aller Berufsabteilungen aufwiesen (25,6 Prozent bzw. 21,8 Prozent). Im Handel und Verkehr nahm die Erwerbslosenquote dagegen lediglich um 0,31 Prozentpunkte zu, obwohl das Wachstum an Vollzeitäquivalenten bei dieser Berufsabteilung mit 13,7 Prozent für dienstleistungsnahe Berufe unterdurchschnittlich ausfiel.

Als Nächstes widmen wir uns der Nachfrageseite des Arbeitsmarktes und betrachten den Anteil Stelleninserterate 2006 und 2015. Ein Vergleich zwischen mehreren Jahren wird dadurch erschwert, dass die Anzahl der Stelleninserterate stark konjunkturabhängig ist. In allen Berufsabteilungen ist ein Anstieg der Stelleninserterate bis zum Ausbruch der Finanzkrise 2008 zu beobachten. Wir betrachten deshalb den Anteil der einzelnen Berufsabteilungen an allen Stelleninseraten (Abbildung 7).



Quelle: SMM, eigene Berechnungen

Abbildung 7: Anteil Stelleninserterate je Berufsabteilung 2006-2015

Seit 2006 ist der Anteil an Stelleninseraten vor allem bei zwei Berufsabteilungen gewachsen: Die technischen Berufe und Informatikberufe steigerten ihren Anteil an allen Stelleninseraten seit 2006 von 18,6 auf 21,1 Prozent und die Gesundheits-, Unterrichts-, Kultur- und wissenschaftlichen Berufe von 12,3 auf 15,2 Prozent. Damit gehören auch bei den Stellenangeboten zwei Berufsabteilungen mit einem ebenfalls hohen Wachstum an Vollzeitäquivalenten zu den Gewinnern. Die Management-, Administrations-, Rechts- und Finanzdienstleistungsberufe verzeichnen hingegen trotz stark gewachsener Vollzeitäquivalente einen Rückgang ihres Anteils an allen Stelleninseraten um 5,8 Prozentpunkte (22,9 auf 17,1 Prozent). Eine mögliche Erklärung hierfür könnte ein Rückgang der Stelleninserterate im Zuge der Finanzkrise sein. Von den Berufsabteilungen der Produktionsberufe mit gesunkenen Vollzeitäquivalenten ging der Anteil der Industrie- und Gewerbeberufe an allen Stelleninseraten von 13,4 auf 12,4 Prozent zurück. Die Bau- und Ausbauberufe sowie der Bergbau steigerten ihren Anteil hingegen von 6,6 auf 7,2 Prozent.

Im Folgenden schliessen wir unsere Analysen zu den Berufsabteilungen mit einer Übersicht der bis hierher erarbeiteten Resultate ab und verbinden sie mit den Tätigkeitsprofilen je Berufsabteilung. Die entsprechenden Tätigkeitsprofile sind eine Übertragung der DMP-2014-Daten, die bei der Einteilung in Routine- und Nicht-Routinetätigkeiten explizit die Substituierbarkeit der Tätigkeit durch digitale Technologien berücksichtigten. Die Tätigkeitsprofile je Berufsabteilung sollen es uns daher erlauben, eine deskriptive Annäherung an die Wirkung der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt herzustellen. Die hier dargestellten Entwicklungen und Tätigkeitsprofile sind durch die Aggregation je Berufsabteilung eher grob. Im Anhang 2 finden sich deshalb die Tätigkeitsprofile je Berufsgruppen (SBN 2000-Dreisteller).

Tätigkeitsprofile 2015 und Entwicklungen der Berufsabteilungen 2006-2015

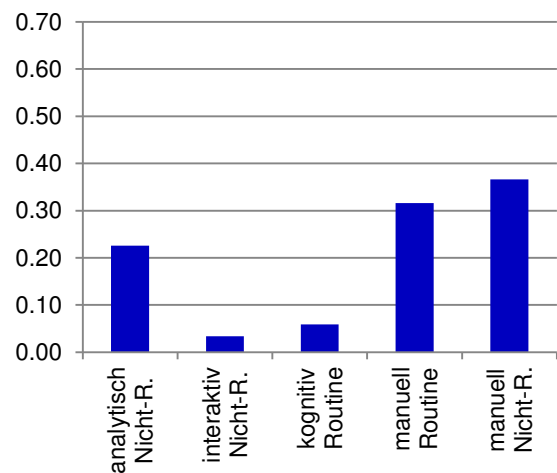
Berufe der Land- und Forstwirtschaft

-10,1% Vollzeitäquivalente

+0,16 Prozentpunkte
Erwerbslosenquote

+1,2 Prozentpunkte
Stelleninserate

Der bereits sehr geringe Anteil der Land- und Forstwirtschaft an den total in der Schweiz gearbeiteten Vollzeitäquivalenten verringerte sich nochmals deutlich auf 3,2 Prozent im Jahr 2015. Das entspricht einem Rückgang der gearbeiteten Vollzeitäquivalente von 10,1 Prozent. Heute übersteigen die Nicht-Routinetätigkeiten die Routinetätigkeiten. Dies dürfte in Zusammenhang mit dem vermehrten Einsatz von Maschinen stehen, die Routine-Arbeiten ersetzen.



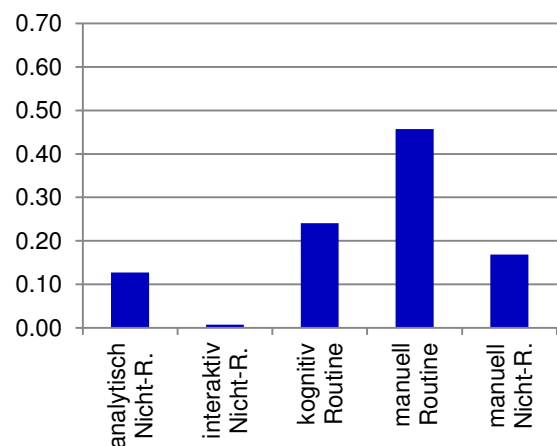
Berufe der Industrie und des Gewerbes

-13,5% Vollzeitäquivalente

+2,1 Prozentpunkte
Erwerbslosenquote

-1,0 Prozentpunkte
Stelleninserate

Die Bedeutung von Industrie und Gewerbe sank gemessen am Anteil der gearbeiteten Vollzeitäquivalente von 13,4 Prozent auf 10,3 Prozent und damit am deutlichsten von allen Berufsabteilungen. Gleichzeitig stieg die Erwerbslosenquote um 2,1 Prozentpunkte auf 6,2 Prozent an und der Anteil an den Stelleninseraten ging um einen Prozentpunkt zurück. Damit muss die Entwicklung der Berufe in Industrie und Gewerbe gesamthaft als am negativsten bewertet werden. Zugleich handelt es sich um die einzigen Berufe, in denen die manuellen Routinetätigkeiten klar dominieren; der Anteil kognitiver Routinetätigkeiten ist ebenfalls hoch. Alle diese Befunde deuten darauf hin, dass technologischer Wandel in diesen Berufen substituierend wirkte.



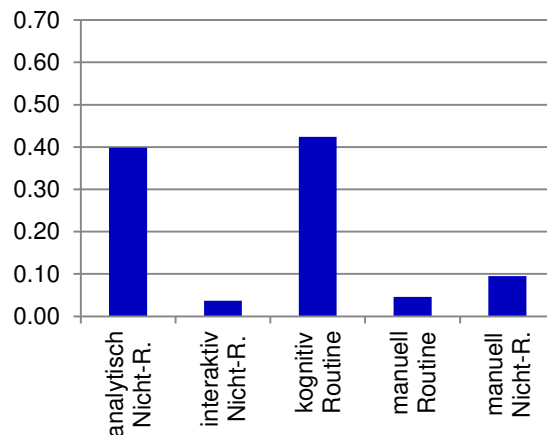
Berufe der Technik und Informatik

+25,6% VZÄ

+0,6 Prozentpunkte
Erwerbslosenquote

+2,5 Prozentpunkte
Stelleninserate

Die Technik- und Informatikberufe steigerten ihre Vollzeit-äquivalente von allen Berufsabteilungen am meisten. Gleichzeitig nahm der Anteil an den Stelleninseraten zu. Der Blick auf das Tätigkeitsprofil überrascht dahingehend, dass die kognitiven Routinetätigkeiten sehr wichtig sind, obwohl in der Literatur gerade diese als von digitalen Technologien substituierbar angesehen werden. Der hohe Anteil an analytischen Nicht-Routinetätigkeiten deutet dagegen an, dass Technik- und Informatikberufe oft auch komplementär mit diesen Technologien arbeiten.



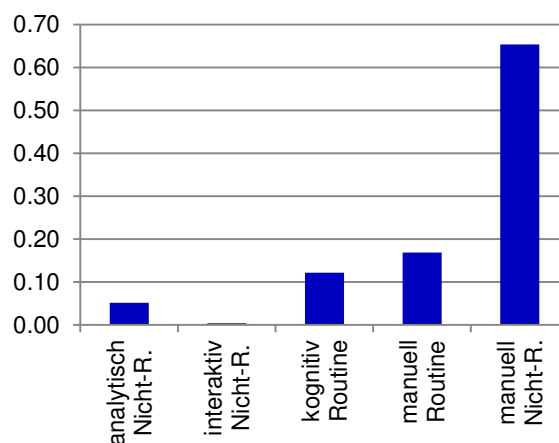
Berufe des Bau- und Ausbaugewerbes und des Bergbaus

-6,1% Vollzeitäquivalente

+2,8 Prozentpunkte
Erwerbslosenquote

+0,6 Prozentpunkte
Stelleninserate

Mit einem Rückgang von 6,1 Prozent bei den Vollzeit-äquivalenten betrug der Anteil der Berufe des Bau- und Ausbaugewerbes sowie des Bergbaus im Jahr 2015 5,9 Prozent an allen Vollzeitäquivalenten. Gleichzeitig bedeutet der Anstieg der Erwerbslosenquote um 2,8 Prozentpunkte die stärkste Zunahme aller Berufsabteilungen. Es dominieren die manuellen Nicht-Routinetätigkeiten, die sich wenig komplementär zu neuen Technologien verhalten, allerdings auch kaum substituierbar sind. Der Anteil der manuellen Routinetätigkeiten beträgt knapp 20 Prozent und ist der dritthöchste aller Berufsgruppen.



Berufe des Handels und des Verkehrs

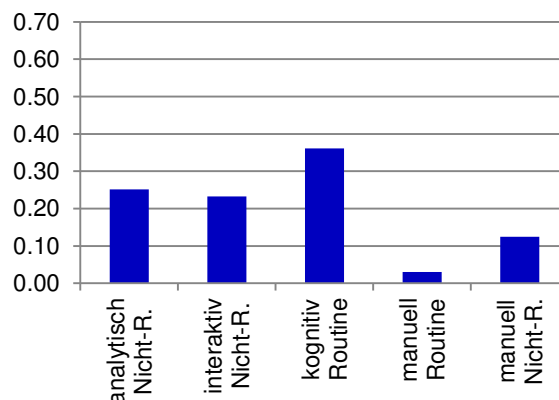
+13,7% Vollzeitäquivalente

+0,31 Prozentpunkte
Erwerbslosenquote

+0,3 Prozentpunkte
Stelleninserate

Das Wachstum der Vollzeitäquivalente im Handel und Verkehr betrug 13,7 Prozent. Das ist verglichen mit den anderen Berufsabteilungen, die im dritten Sektor angesiedelt sind, unterdurchschnittlich. Der Anteil an der Gesamtbeschäftigung blieb praktisch konstant bei gut 15 Prozent. Die anderen beiden Indikatoren zeigen keine Auffälligkeiten. Beim Tätigkeitsprofil der Handels- und Verkehrsberufe fällt der hohe Anteil kognitiver Routinetätigkeiten auf. Diese könnten einen Hinweis für die eher unterdurchschnittliche Entwicklung der Vollzeitäquivalente sein und auf mögliche Substituierungen im Zuge der Digitalisierung hindeuten. Die gleichzeitig hohen Anteile analytischer und interaktiver Nicht-Routinetätigkeiten dürften dem allerdings entgegenwirken.

Handel und Verkehr

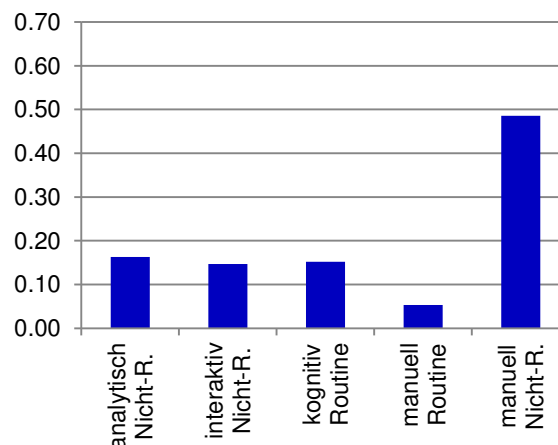


Berufe des Gastgewerbes und der persönlichen Dienstleistungen

+21,1% Vollzeitäquivalente

+0,19 Prozentpunkte Erwerbslosenquote	+0,9 Prozentpunkte Stelleninserate
--	---------------------------------------

Die Beschäftigung wuchs im Gastgewerbe und den persönlichen Dienstleistungen um 21,1 Prozent. Gleichzeitig wuchs die Erwerbslosenquote kaum, verharrte aber bei überdurchschnittlichen 7,1 Prozent. Der mit Abstand grösste Anteil an allen Tätigkeiten besteht aus manuellen Nicht-Routinetätigkeiten. Entsprechend werden Gastronomie und Reinigungsberufe in der Literatur oft als Beispiele für Berufe aufgeführt, die zwar mengenmässig zunehmen, gleichzeitig aber kaum Produktivitätsfortschritte im Zusammenspiel mit neuen Technologien realisieren können. Die hier beobachtete hohe Zunahme an Vollzeitäquivalenten scheint dies zu bestätigen.

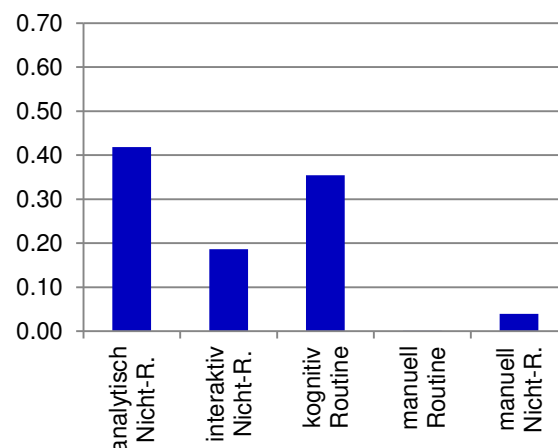


Berufe des Managements, der Administration, des Rechts und der Finanzdienstleistungen

+21,8% Vollzeitäquivalente

+0,92 Prozentpunkte Erwerbslosenquote	-5,8 Prozentpunkte Stelleninserate
--	---------------------------------------

Die Zunahme der Beschäftigung ist mit 21.8 Prozent bei Management, Administration, Recht und Finanzdienstleistungen hoch. Mit einem Anteil von knapp 23 Prozent ist dies mittlerweile die grösste aller Berufsabteilungen. Gleichzeitig betrug der Anstieg der Erwerbslosenquote fast einen Prozentpunkt und der Anteil an den Stelleninseraten nahm nirgends sonst so stark ab. Dies hängt wahrscheinlich mit dem Ausbruch der Finanzkrise kurz nach Beginn unseres Beobachtungszeitraums 2006 zusammen. Der hohe Anteil analytischer Nicht-Routinetätigkeiten überrascht nicht. Der hohe Anteil an kognitiven Routinetätigkeiten ist u.a. den kaufmännischen und administrativen Berufen geschuldet.

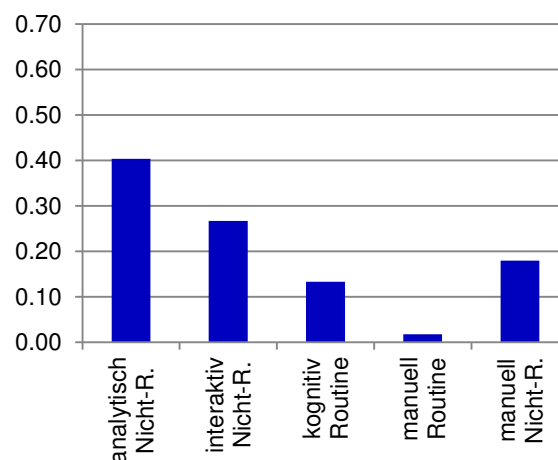


Berufe der Gesundheit, des Unterrichts, der Kultur und der Wissenschaft

+21,6% Vollzeitäquivalente

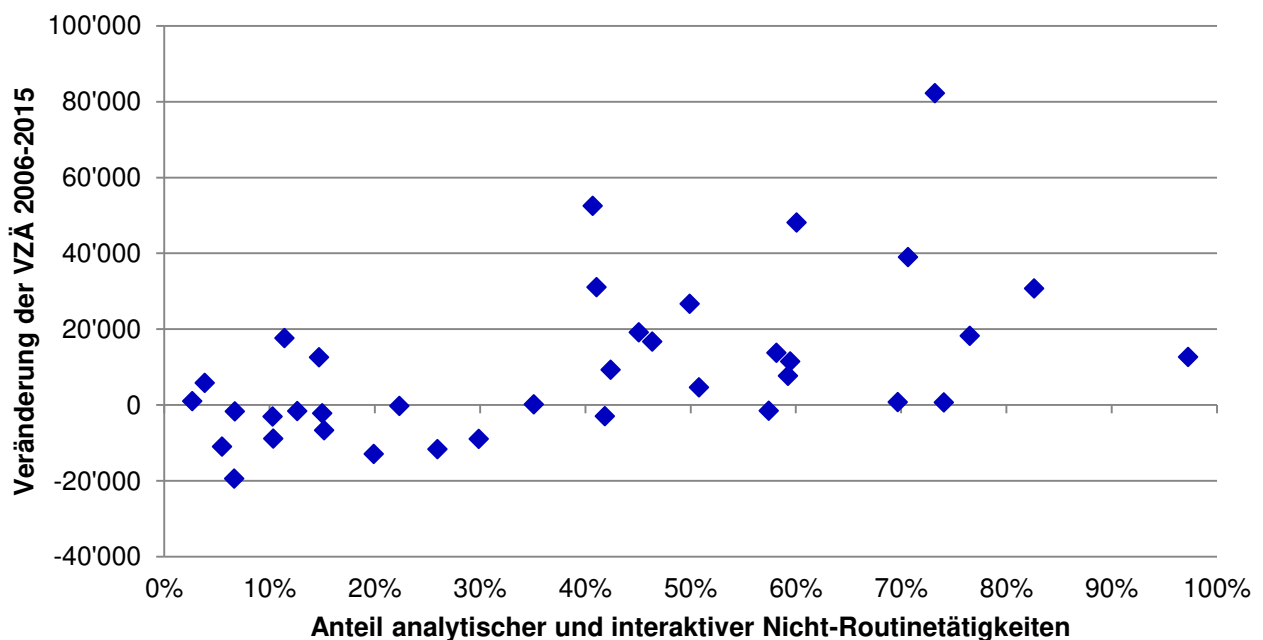
+0,61 Prozentpunkte Erwerbslosenquote	+2,9 Prozentpunkte Stelleninserate
--	---------------------------------------

Die Gesundheits-, Unterrichts-, Kultur- und Wissenschaftsberufe sind die zweitgrösste Berufsabteilung mit einem Anteil von knapp 21 Prozent an allen Vollzeitäquivalenten. Die Zunahme von 21,6 Prozent liegt dabei etwa im Schnitt jener Berufsabteilungen, die vor allem im dritten Sektor vertreten sind. Die Zunahme des Anteils an den Stelleninseraten von fast drei Prozentpunkten deutet auf eine gestiegene Arbeitsnachfrage hin. Das Tätigkeitsprofil ist relativ breit. Eine steigende Arbeitsnachfrage könnte sowohl auf nichtautomatisierbare manuelle Nicht-Routinetätigkeiten wie auf analytische oder interaktive Nicht-Routinetätigkeiten zurückgehen, die komplementär zu neuen Technologien sind.



Allgemein ist festzuhalten, dass sich die Tätigkeitsprofile der Berufsabteilungen stark unterscheiden, aber auch nie nur aus einer Tätigkeitskategorie bestehen, was teilweise auf die Heterogenität der Berufsabteilungen zurückzuführen ist. Es lässt sich beispielsweise keine scharfe Trennlinie zwischen Produktionsberufen und Dienstleistungsberufen ziehen. Sowohl im Bau- und Ausbaugewerbe und Bergbau wie im Gastgewerbe und den persönlichen Dienstleistungen sind die manuellen Nicht-Routinetätigkeiten dominant. Im nicht-manuellen Bereich scheint zudem die Trennlinie zwischen Routine- und Nicht-Routine-Berufen wenig eindeutig zu sein: Die technischen und Informatikberufe bestehen genau wie die Management-, Administrations-, Rechts- und Finanzdienstleistungsberufe und die Handels- und Verkehrsberufe aus einem hohen Anteil analytischer Nicht-Routinetätigkeiten und kognitiver Routinetätigkeiten. Es scheint, dass diese beiden Tätigkeitskategorien gerade in dienstleistungsnahen Berufen oft gemeinsam auftreten. Dies ist deshalb interessant, weil die Literatur (Kapitel 2.3.3) und teilweise die Experteninterviews (Kapitel 4.2) im Zusammenhang mit der Digitalisierung bei den analytischen Nicht-Routinetätigkeiten eine Zunahme, bei den kognitiven Routinetätigkeiten hingegen eine Abnahme konstatieren bzw. prognostizieren. Aufgrund des Wachstums der Berufsabteilungen, wo diese beiden Tätigkeiten oft gemeinsam vorkommen, lässt sich die prognostizierte Substitution von kognitiven Routinetätigkeiten in der – noch stark aggregierten – Betrachtung nach Berufsabteilungen nicht bestätigen (vgl. auch weiterführende Analysen zu Tätigkeiten in Kapitel 3.2.2).

Dagegen scheint sich der in der Literatur (Kapitel 2.3.3) beschriebene Trend von zunehmenden analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten auf Ebene der Berufsabteilungen zu bestätigen. Wie in der Literatur beschrieben, dürfte diese positive Korrelation damit zu erklären sein, dass die betreffenden Tätigkeiten sich komplementär zu neuen Technologien verhalten. Die folgende Abbildung 8 stellt die Anteile an analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten je Berufsklasse (SBN 2000-Zweisteller) der Beschäftigungsentwicklung in diesen Berufsklassen gegenüber und bestätigt einen positiven Zusammenhang.



Quelle: SAKE, DMP 2014, eigene Berechnungen

Abbildung 8: Analytische und interaktive Nicht-Routinetätigkeiten und Veränderung der Beschäftigung

In Abbildung 8 zeigt sich, dass die meisten Berufsklassen mit einem Anteil an analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten von weniger als 40 Prozent (12 von 17, unten links) rückläufig waren. Zu den grössten Verlierern (gemessen in Vollzeitäquivalenten) gehören vor allem Berufe der verarbeitenden Industrie, wie beispielsweise die Berufe der Metallverarbeitung und des Maschinenbaus (-19'400 VZÄ, Anteil analytischer und interaktiver Nicht-Routinetätigkeiten: 0.07), der Textil- und Lederherstellung sowie -verarbeitung (-8'800 VZÄ, 0.10) und die Berufe der Lebens- und Genussmittelherstellung sowie -verarbeitung (-6'700 VZÄ, 0.15). Wie zu Beginn der Berufsanalyse beschrieben, kam es zudem bei den Berufen des Post- und Fernmeldewesens (-12'900 VZÄ, 0.20) sowie in den Berufen der graphischen Industrie (-8'900 VZÄ, 0.30) enthaltenen Druckerinnen und Drucker zu Einbussen. Zu den eher raren Gewinern mit einem tiefen Anteil analytischer und interaktiver Nicht-Routinetätigkeiten gehören die Maschinistinnen und Maschinisten (+5'800 VZÄ, 0.04), die Technikerinnen und Techniker (+17'700, 0.11) und die Berufe der Reinigung, Hygiene und Körperpflege (+12'600, 0.15).

Bei den Berufsklassen mit mehr als 40 Prozent analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten nahmen die Vollzeitäquivalente mit zwei Ausnahmen zu. In sieben von 20 Fällen betrug diese Zunahme gar mehr als 20'000 Vollzeitäquivalente. Zu diesen stark gewachsenen Berufen gehören einerseits solche mit sehr hohen Anteilen analytischer und interaktiver Nicht-Routinetätigkeiten wie die Berufe der Informatik (+39'000 VZÄ, 0.71), Unternehmerinnen und Unternehmer sowie Direktorinnen und Direktoren (+82'300 VZÄ, 0.73) oder die Berufe der Fürsorge, Erziehung und Seelsorge (+30'800, 0.83). Andererseits befinden sich hier auch Berufe mit eher durchschnittlichen Anteilen analytischer und interaktiver Nicht-Routinetätigkeiten wie die Berufe des Gesundheitswesens (+52'600 VZÄ, 0.41) oder die Berufe des Gastgewerbes und Hauswirtschaftsberufe (+31'000 VZÄ, 0.42). Hier dürfte wiederum eine Rolle spielen, dass manuelle Nicht-Routinetätigkeiten nicht mittels digitaler Technologien automatisierbar sind (siehe Kapitel 2.3.3). Solche Tätigkeiten treten beispielsweise in Pflegeberufen oder der Gastronomie häufig auf und erfahren durch andere Trends wie dem demografischen Wandel oder dem Trend Richtung Freizeitgesellschaft eine gesteigerte Nachfrage.

Der Korrelationskoeffizient beträgt bei den hier analysierten Berufsklassen (SBN 2000-Zweisteller) 0,53. Bei einer Betrachtung der Berufsgruppen (SBN 2000-Dreisteller) beträgt der Korrelationskoeffizient allerdings nur 0,27.

3.2.2 Entwicklung der Tätigkeiten

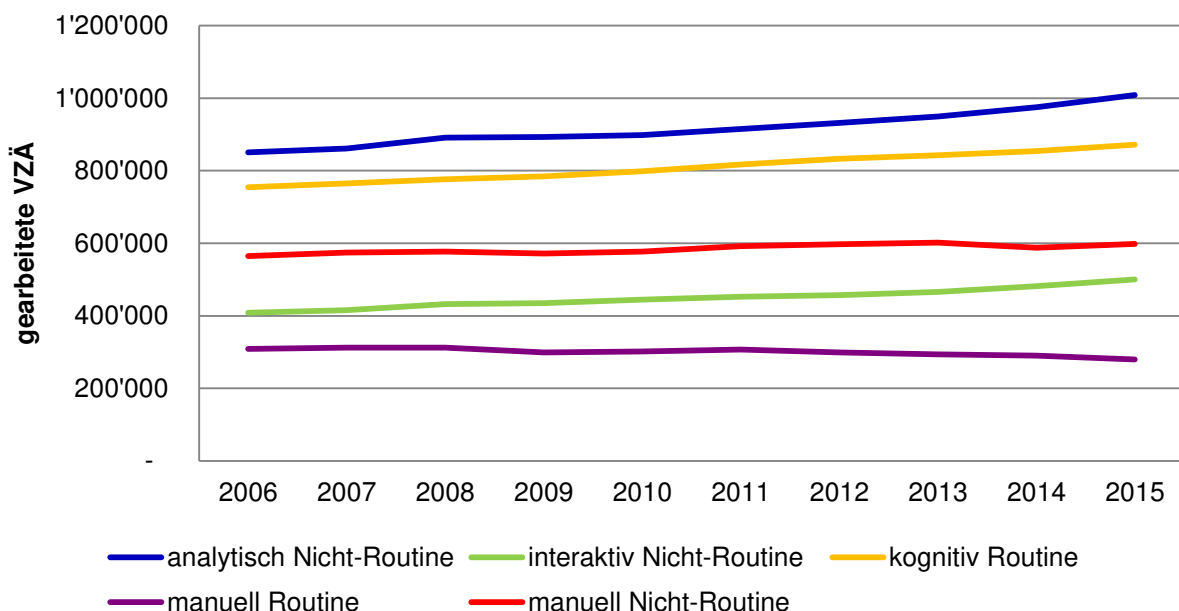
Das obige Kapitel zeigte, dass sich Berufsfelder hinsichtlich ihrer Tätigkeitsprofile unterscheiden. In diesem Kapitel wird der Frage nachgegangen, wie sich das Tätigkeitsprofil des gesamten Arbeitsmarktes über die letzten zehn Jahre verändert hat. Dabei verfolgen wir den zu Kapitelbeginn beziehungsweise in der Literaturanalyse erwähnten Tätigkeitsansatz (siehe auch Methodik-Kasten in Kapitel 3.1). Dieser wurde bereits verschiedentlich dazu genutzt, den Einfluss von technologischem Wandel (Autor et al. 2003, Spitz-Oener 2006) und teilweise explizit der Digitalisierung (z.B. Autor et al. 2015, Dengler und Matthes 2015) auf die Beschäftigungsstruktur und -entwicklung zu untersuchen. Dem liegt die Annahme zu Grunde, dass die Digitalisierung nicht unbedingt ganze Berufe entstehen oder verschwinden lässt, sondern auch die in einem Beruf zusammengefassten Tätigkeiten beeinflusst und verändert. Eine solche Veränderung der Tätigkeiten im Arbeitsmarkt kann grundsätzlich auf zwei Wegen geschehen. Zum einen, indem sich die Beschäftigung in den einzelnen Berufen und damit der in diesen Berufen gebündelten Tätigkeiten verändert (Wachstumseffekt), zum anderen, indem es zu Verschiebungen der Tätigkeitsprofile innerhalb der Berufe kommt (Struktureffekt). Zuerst fokussieren wir auf den Wachstumseffekt und analysieren dessen Auswirkungen auf gearbeitete Vollzeitäquivalente, Löhne, Stelleninsetrate und den Mismatch zwischen Arbeitsnachfrage (Stelleninsetraten) und Stellensuchenden je Tätigkeitskategorie. In einem nächsten Schritt wollen wir untersuchen, in welchem Verhältnis der Wachstums- und der Struktureffekt zueinander stehen. Dabei zeigt sich, dass in der Schweiz während den letzten zehn Jahren beide Effekte zu beobachten waren und ein beträchtlicher Anteil der Verschiebungen bei den ausgeführten Tätigkeiten innerhalb der Berufe stattfand.

Schliesslich untersuchen wir die Anpassung der Erwerbstätigen an die sich ändernden Tätigkeitsprofile der Berufe.

Analyse nach Tätigkeiten: Wachstumseffekt

In diesem Teilkapitel treffen wir die vereinfachende Annahme, dass sich die Tätigkeitsprofile der Berufe zwischen 2006 und 2015 nicht verändert haben. Dies erlaubt es uns, die fixen Tätigkeitsprofile gemäss DMP (2014) je Berufsgruppe auf die Schweizer SAKE- und SMM-Datensätze zu übertragen (siehe Methodik-Kasten in Kapitel 3.1). Dies bedeutet, dass jede Person in der SAKE (bzw. jedes Inserat im SMM) mit der gleichen Berufsgruppe (SBN 2000-Dreisteller) das gleiche Tätigkeitsprofil zugespielt erhält.

Als erstes betrachten wir, wie sich die Beschäftigung in den einzelnen Tätigkeitskategorien entwickelt hat (Abbildung 9). Die Veränderungen über die Zeit stammen dabei aus der Veränderung in der Beschäftigung (VZÄ) in den Berufen, die hier aber nicht wie in Kapitel 3.2.1 auf der Ebene der Berufe analysiert, sondern für die fünf Tätigkeitskategorien dargestellt wird.³³ Verschiebungen innerhalb der Tätigkeitsprofile einzelner Berufe können mit den BERUFENET-Daten nicht erfasst werden; diesen Aspekt analysieren wir mit den BIBB-BAuA-Daten im nächsten Teilkapitel „Analyse nach Tätigkeiten: Struktureffekt“.



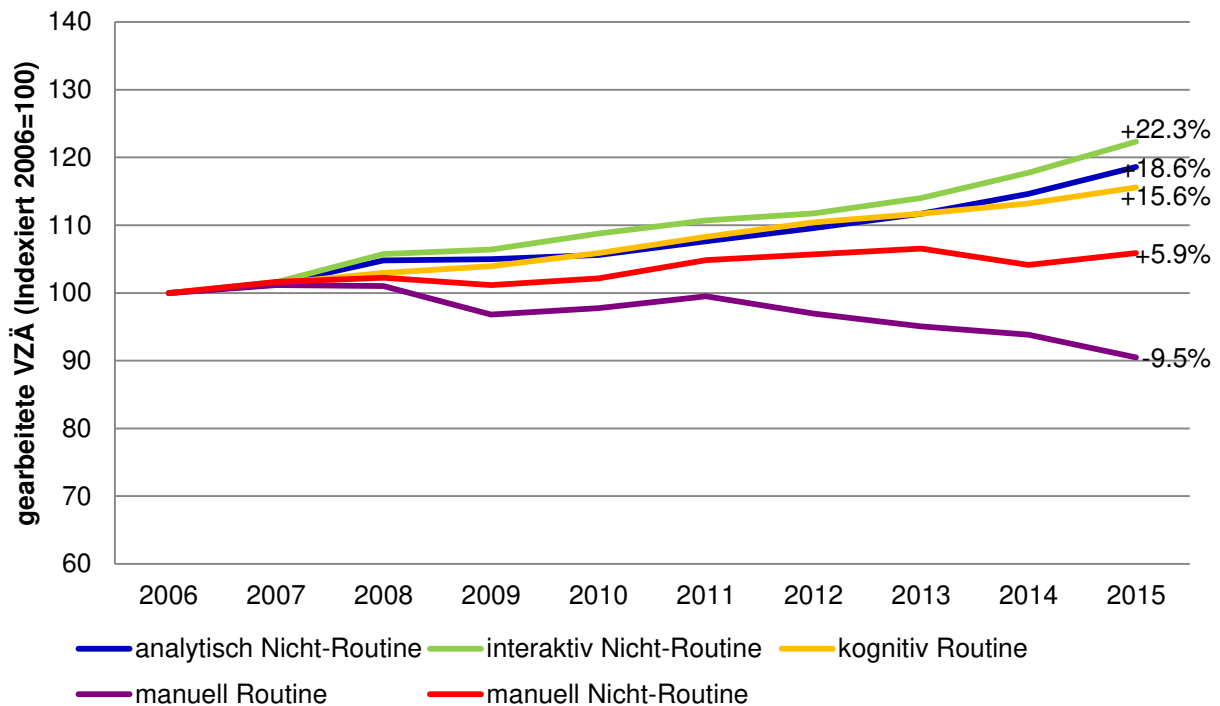
Quelle: SAKE, DMP 2014, eigene Berechnungen

Abbildung 9: Veränderung der Vollzeitäquivalente je Tätigkeitsdimension 2006-2015

Betrachtet man die absoluten Werte in Abbildung 9, ergibt dies ein Tätigkeitsprofil der Beschäftigten im Schweizer Arbeitsmarkt. Der tiefe Anteil manueller Routinetätigkeiten – die häufig in Industrie- und Gewerbeberufen ausgeübt werden – verweist auf die in der Schweiz bereits weit fortgeschrittene Entwicklung zur Dienstleistungsgesellschaft. Weiter fallen die hohen Anteile an analytischen Nicht-Routinetätigkeiten und kognitiven Routinetätigkeiten auf. Ersteres verweist auf eine hochentwickelte Volkswirtschaft, die in der Lage sein sollte, neue (digitale) Technologien zu adaptieren und komplementär zum vorhandenen Humankapital einzusetzen und damit von der Digitalisierung zu profitieren. Der hohe Anteil an kognitiven Routine-

³³ Beispiel: Die VZÄ in den Ingenieurberufen (SBN 2000-Dreisteller 311) stiegen zwischen 2006 und 2015 um 19'152 an. Der Anteil analytischer Nicht-Routinetätigkeiten der Ingenieurberufen beträgt (hier: konstant) 0,443 Prozent. Demensprechend trugen die Ingenieurberufe 8'484 VZÄ zum Anstieg der analytischen Nicht-Routinetätigkeiten bei.

tätigkeiten deutet dagegen möglicherweise ein noch nicht ausgeschöpftes Substitutionspotenzial im Rahmen der Digitalisierung an. Dies weil eine mögliche – sowohl technisch wie auch juristische – Automatisierbarkeit einer Tätigkeit mittels (digitaler) Technologien für die Einteilung einer Tätigkeit als „Routine“ bei DMP (2014) das ausschlaggebende Kriterium war (siehe Fussnote 26). Die relativ häufig auftretenden kognitiven Routinetätigkeiten fallen in diese Kategorie und wären heute (Stand: Deutschland 2013) potenziell automatisierbar.



Quelle: SAKE, DMP 2014, eigene Berechnungen

Abbildung 10: Indexierte Veränderung der Vollzeitäquivalente je Tätigkeitsdimension 2006-2015

Abbildung 10 zeigt die indexierte Entwicklung der Vollzeitäquivalente je Tätigkeitskategorie. Relativ stark gewachsen ist die Beschäftigung in den analytischen (+18,6 Prozent) und interaktiven (+22,3 Prozent) Nicht-Routinetätigkeiten sowie den kognitiven Routinetätigkeiten (+15,6 Prozent). Das Wachstum in den beiden erstgenannten Nicht-Routinetätigkeiten ist ein deutlicher Hinweis auf die Auswirkungen der Digitalisierung. Die Einteilung in Routine- und Nicht-Routinetätigkeiten durch DMP (2014) bildet die technologischen Möglichkeiten zur Automatisierung der entsprechenden Tätigkeiten ab (siehe Methodik-Kasten). Das Wachstum dieser Nicht-Routinetätigkeiten ist daher mit grosser Wahrscheinlichkeit bzw. in wesentlichem Umfang darauf zurückzuführen, dass sie für den Einsatz neuer Technologien notwendig sind und entsprechend stärker nachgefragt werden. Diese Tendenz deutete sich bereits bei der Analyse der Berufsprofile am Ende von Kapitel 3.2.1 an und zeigt sich hier nun deutlich, wenn wir direkt die Tätigkeitsebene analysieren. Dieses Resultat passt auch zu den Befunden in der Literatur für andere Staaten (siehe Kapitel 2.3.3).

Der gemäss Abbildung 10 ebenfalls gestiegene Beschäftigungsanteil der kognitiven Routinetätigkeiten ist hingegen eher überraschend. Es handelt sich per Definition um Tätigkeiten, die aus technischer Sicht automatisierbar sind. Die Betrachtung der Tätigkeitsprofile je Beruf liefert eine Erklärung für diese Entwicklung. Kognitive Routinetätigkeiten sind in Berufen von Industrie und Gewerbe oftmals mit manuellen Tätigkeiten gebündelt und gingen aufgrund der eher negativen Entwicklung dieser Berufe zurück. Hingegen bestehen

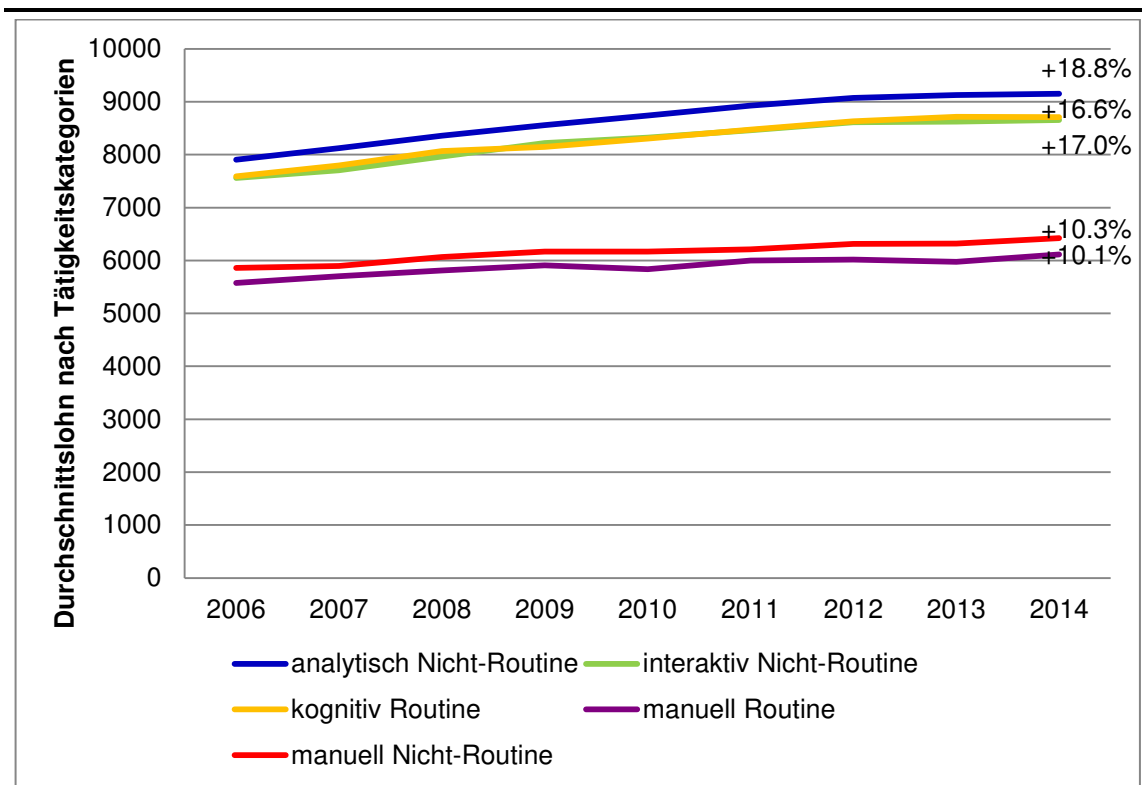
in den Berufsabteilungen Industrie und Gewerbe, Technik und Informatik, Verkehr und Handel sowie Management, Administration, Recht und Finanzdienstleistungen viele Berufe aus kognitiven Routinetätigkeiten und einem beträchtlichen Anteil analytischer (und etwas weniger interaktiver) Nicht-Routinetätigkeiten. Im Zuge der mehrheitlich positiven Entwicklung dieser Berufe nahmen deshalb hier auch die kognitiven Routinetätigkeiten zu. In der Summe ergibt sich eine Entwicklung, die zwischen jener der analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten und jener der manuellen Tätigkeiten liegt.

Eine mögliche Erklärung ist also, dass analytische Nicht-Routinetätigkeiten und kognitive Routinetätigkeiten in den Arbeitsprozessen in den oben genannten Berufsabteilungen oft verwoben sind. Aus technischen oder organisatorischen Gründen kann es schwierig sein, die beiden Tätigkeitskategorien in den entsprechenden Arbeitsprozessen zu entbündeln und die Routinetätigkeiten so zu automatisieren, dass die Arbeitsprozesse insgesamt effizienter werden. Eine alternative Erklärung für die steigenden Routinetätigkeiten ist, dass die Substitution durch digitale Technologien noch nicht in breitem Ausmass erfolgt ist und erst in Zukunft stattfindet. Die Literatur verweist hierbei oft auf finanzielle, rechtliche und gesellschaftliche Hemmnisse, die eine schnelle Adaption von Technologien behindern können. Es stellt sich die – zum heutigen Zeitpunkt nicht zu beantwortende – Frage, wie gross das Automatisierungspotenzial bei den kognitiven Routinetätigkeiten für die Zukunft angesichts der hemmenden Faktoren ausfällt.

Die starke Abnahme von manuellen Routinetätigkeiten von 9,5 Prozent entspricht den Erwartungen und wird von Automatisierungen in den Produktionsberufen (und möglicherweise Verlagerungen ins Ausland) verursacht. Manuelle Nicht-Routinetätigkeiten haben zwischen 2006 und 2015 moderat um 5,9 Prozent zugenommen. Dies entspricht der in der Literatur beschriebenen Beobachtung, dass diese Tätigkeiten wenig von der Digitalisierung betroffen sind, aufgrund von anderen Trends (alternde Gesellschaft, Freizeitgesellschaft) aber eher wachsen (z.B. Gastronomie, Pflegeberufe). Gleichzeitig verfügen allerdings auch die Berufe im Bau- und Ausbaugewerbe sowie Bergbau, in welchen die gearbeiteten Vollzeitäquivalente im Beobachtungszeitraum um 6,1 Prozent abnahmen (siehe Abbildung 10), über einen relativ hohen Anteil manueller Nicht-Routinetätigkeiten. Dies dürfte zum tiefen Wachstum dieser Tätigkeiten beigetragen haben. Abbildung 10 zeigt schliesslich auch, dass die Verschiebung der Tätigkeitsanteile relativ kontinuierlich erfolgt. Es sind kaum Sprünge oder Knicke erkennbar, mit Ausnahme der manuellen Routinetätigkeiten, die im Beobachtungszeitraum erst seit 2011 deutlich abnehmen.

Als nächstes betrachten wir die Lohnentwicklung je Tätigkeitskategorie (Abbildung 11). Dazu haben wir den Durchschnittslohn je Berufsgruppe (SBN 2000-Dreisteller) mit deren Tätigkeitsprofil multipliziert³⁴ und anschliessend den Durchschnitt pro Tätigkeitskategorie über alle Berufsgruppen berechnet. In der Literatur wird ein positiver Lohneffekt für analytische und interaktive Nicht-Routinetätigkeiten erwartet, weil erstens die Nachfrage nach diesen Tätigkeiten auf dem Arbeitsmarkt generell steigt und zweitens auch die Arbeitsproduktivität durch die Verwendung neuer Technologien steigt. Bei kognitiven und manuellen Routinetätigkeiten sollten hingegen die Nachfrage und damit ceteris paribus auch die Löhne zurückgehen. Die Erwartungen für die manuellen Nicht-Routinetätigkeiten sind weniger klar. Hier werden zwar ebenfalls keine Steigerungen der Arbeitsproduktivität aufgrund des Einsatzes von neuen digitalen Technologien erwartet, andererseits könnte es durch andere Trends (Demografie, Freizeitgesellschaft) zu einer erhöhten Nachfrage und damit auch zu Lohnzuwächsen bei diesen Tätigkeiten kommen.

³⁴ Der Durchschnittslohn jeder Berufsgruppe wurde dabei mit jedem der fünf Tätigkeitsanteile multipliziert, wodurch sich für jede Berufsgruppe ein „Anteil am Durchschnittslohn“ pro Tätigkeitskategorie ergab.



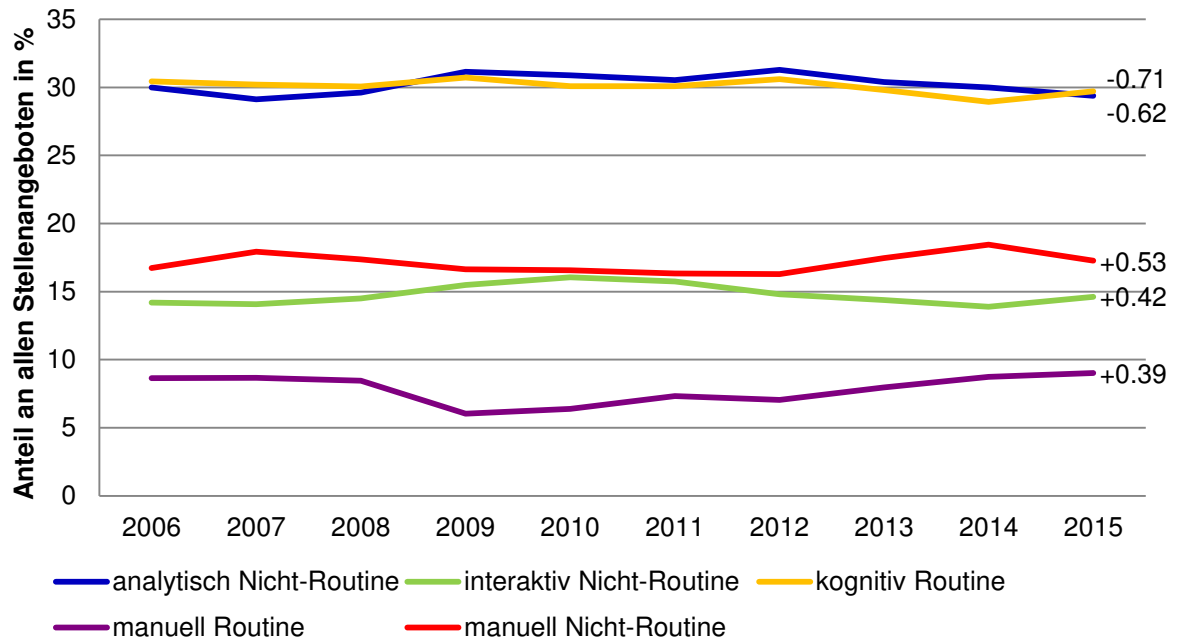
Quelle: SAKE/SESAM, DMP 2014, eigene Berechnungen

Abbildung 11: Lohnentwicklung je Tätigkeitsdimension 2006-2015³⁵

Bei der Betrachtung der Lohnentwicklung nach Tätigkeitskategorien (Abbildung 11) fallen zwei Dinge auf. Erstens sind die Niveauunterschiede beträchtlich. Dabei liegen bis auf die kognitiven Routinetätigkeiten alle Lohnenerwartungen je Tätigkeitskategorie so, wie es aufgrund der Digitalisierung zu erwarten wäre. Analytische und interaktive Nicht-Routinetätigkeiten erlauben es, hohe Löhne zu realisieren, während beim Ausüben von manuellen Tätigkeiten wesentlich tiefere Löhne resultieren. Betrachten wir die Entwicklung über die Zeit, lässt sich zudem eine sich verstärkende Tendenz in diese Richtung erkennen. Die ohnehin schon gut bezahlten analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten legten mehr zu als die manuellen Routine- und Nicht-Routinetätigkeiten. Diese Beobachtungen entsprechen dem, was gemäss der Literatur zu erwarten ist (Kapitel 2.3.3). Wie schon bei der Betrachtung der Vollzeitäquivalente je Tätigkeitskategorie scheren allerdings die kognitiven Routinetätigkeiten aus dem erwarteten Muster aus. Sie werden in etwa gleich gut entlohnt wie die interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten und fast so hoch wie die analytischen Nicht-Routinetätigkeiten. Zudem realisierten sie eine hohe Steigerung des Durchschnittslohnes von 16,6 Prozent. Auch bei den Löhnen scheint deshalb nicht die Unterscheidung Routinetätigkeiten/Nicht-Routinetätigkeiten den Ausschlag zu geben für den Verlauf der Entwicklung, sondern eher jene zwischen manuellen und nicht-manuellen Tätigkeiten. Die Entwicklung in Abbildung 11 ist sehr stetig, es sind keine Sprünge zu erkennen. Zu berücksichtigen ist, dass die Lohndaten bei dieser Analyse auf Ebene der Berufe aggregiert wurden und die Tätigkeitsprofile je Beruf konstant sind. Falls sich die Tätigkeitsanteile eines Berufs seit 2006 stark gewandelt haben, erfassen wir die dadurch ausgelöste Lohnveränderung hier nicht.

Auch den nachfrageseitigen Stellenmarkt können wir mit Hilfe der Berufscodierung je Tätigkeitskategorie analysieren. Hierbei fokussieren wir wiederum auf den relativen Anteil der Stelleninsetrate je Tätigkeitskategorie an allen Stelleninsetraten (Abbildung 12).

³⁵ Lesebeispiel: Wenn jemand auf seiner Arbeitsstelle hypothetisch zu 100% analytische Nicht-Routinetätigkeiten ausüben würde, läge der Durchschnittslohn 2014 bei etwas über 9'000 CHF.



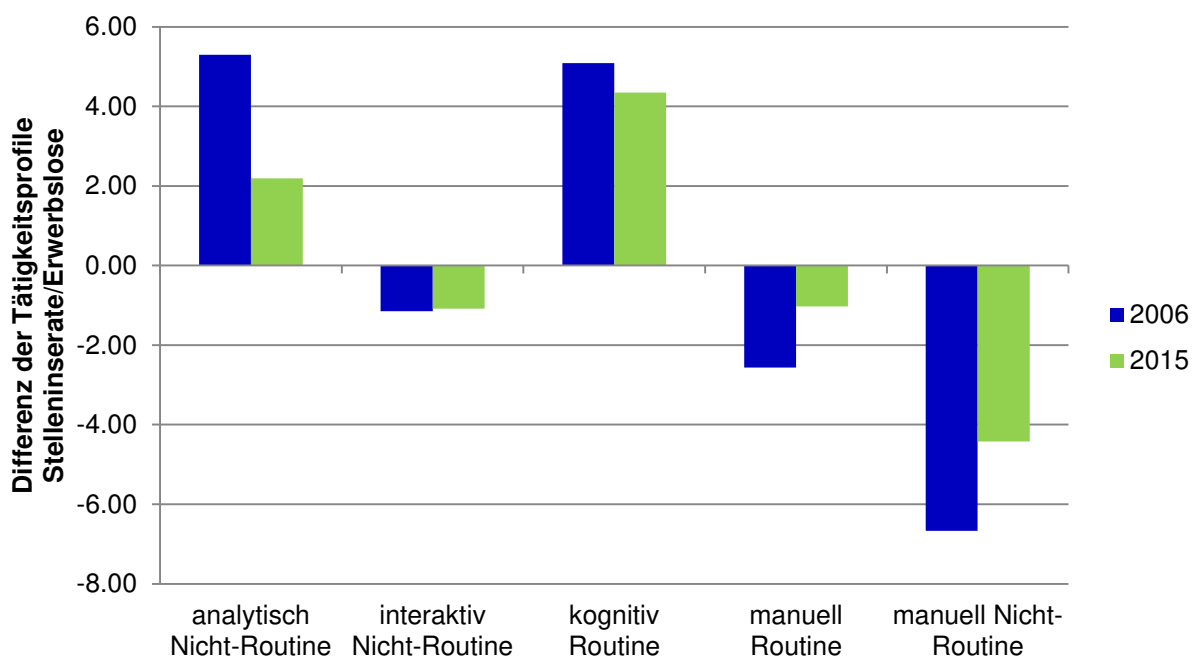
Quelle: SMM, DMP 2014, eigene Berechnungen

Abbildung 12: Anteil Stelleninsetrate je Tätigkeitskategorie 2006-2015

Bei den Anteilen an allen Stelleninsetraten je Tätigkeitskategorie lassen sich nur sehr geringe Verschiebungen beobachten. Es scheint, als sei bis zum Ausbruch der Finanzkrise der Anteil der analytischen Nicht-Routinetätigkeiten bei den Stelleninsetraten leicht gewachsen, jener der manuellen Routinetätigkeiten dagegen leicht gesunken. Dieser Trend hat sich seit 2009 umgekehrt. Allerdings muss beachtet werden, dass sich alle Verschiebungen innerhalb eines Prozentpunktes bewegen und deshalb kaum Interpretationen zulassen. Erstaunlich ist eher die Konstanz der einzelnen Tätigkeitsanteile, die sich kaum mit den erheblichen Verschiebungen der Beschäftigten zwischen den Tätigkeitskategorien in Verbindung bringen lässt.

Um die Passung von Angebot und Nachfrage zu untersuchen, vergleichen wir als nächstes das aggregierte Tätigkeitsprofil der Arbeitsnachfrage (Stelleninsetrate) mit jenem der Erwerbslosen. Wir benutzen dazu einerseits den Stellenmarktmonitor und andererseits die Erwerbslosen in den SAKE-Daten. Abbildung 13 zeigt den „Nachfrageüberhang“, d.h. positive Werte in einer Tätigkeitskategorie bedeuten, dass diese Tätigkeitskategorie in den Stelleninsetraten einen höheren Anteil aufweist als in den Profilen der Erwerbslosen. Bei negativen Werten ist der Anteil einer Tätigkeitskategorie bei den Stelleninsetraten hingegen tiefer als bei den Erwerbslosen.³⁶

³⁶ Lesebeispiel: Im Jahr 2006 lag der Anteil der analytischen Nicht-Routinetätigkeiten bei den Stelleninsetraten 5,3 Prozentpunkte über jenem bei den Erwerbslosen. Im Jahr 2015 betrug diese Differenz noch 2,2 Prozentpunkte.



Quelle: SAKE 2006/2015, SMM 2006/2015, DMP 2014, eigene Berechnungen

Abbildung 13: Tätigkeitsprofil der Stelleninsetrate und der Erwerbslosen 2006/2015

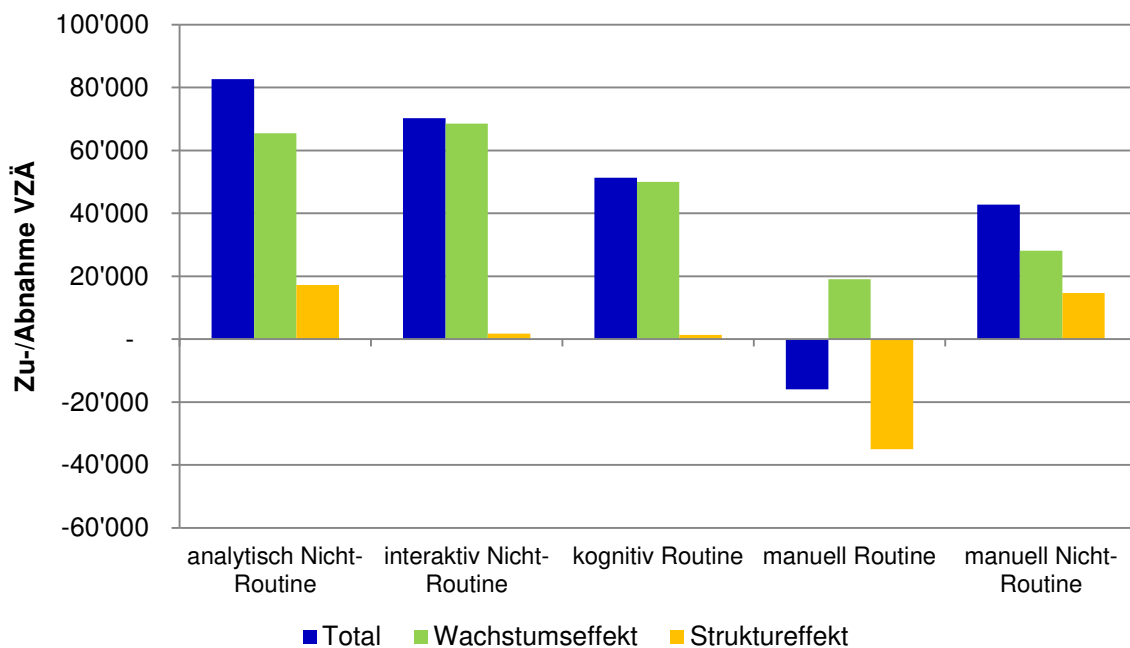
Der Anteil manueller Tätigkeiten liegt bei den Stelleninsetraten tiefer als bei den Erwerbslosen. Etwas vereinfacht können wir festhalten, dass die offenen Stellen weniger auf manuelle Tätigkeiten ausgerichtet sind als das Tätigkeitsprofil der Erwerbslosen. Gleiches gilt, wenn auch in kleinem Ausmass, für die interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten. Die Anteile der analytischen Nicht-Routinetätigkeiten und der kognitiven Routinetätigkeiten übertreffen dagegen bei den Stelleninsetraten jene bei den Erwerbslosen. Interessanterweise zeigt die Entwicklung zwischen 2006 und 2015 keine Zunahme dieser Unterschiede. So ging der Überhang bei den Stelleninsetraten bei den analytischen Nicht-Routinetätigkeiten deutlich und bei den kognitiven Routinetätigkeiten schwach zurück. Bei den manuellen Tätigkeiten wurden die Differenzen in den Profilen von Stelleninsetraten und Erwerbslosen ebenfalls kleiner. Bei den interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten blieb das Verhältnis der Anteile in Stelleninsetraten und bei den Erwerbslosen praktisch unverändert leicht negativ. Obwohl wir auf dem Arbeitsmarkt eine Verschiebung zu Ungunsten von Berufen mit einem hohen hin zu Berufen mit einem tiefen Anteil manueller Routinetätigkeiten beobachten, scheinen die Profile von offenen Stellen und Erwerbslosen sich nicht auseinanderzuentwickeln. In diesem Sinne finden wir somit keine Zunahme von Mismatches.

Analyse nach Tätigkeiten: Struktureffekt

Das Verschwinden oder Entstehen von neuen Berufen sowie die Zu- oder Abnahme der Erwerbstätigen in einem Beruf beschreiben nur zwei der möglichen Auswirkungen von technologischem Wandel auf den Arbeitsmarkt. In der Literaturanalyse (Kapitel 2.3.3) und auch den Experteninterviews (Kapitel 4.2) zeigte sich, dass sich die ausgeübten Tätigkeiten auch innerhalb eines Berufes wandeln können. Hier sei an das bekannte Beispiel von Bessen (2016) erinnert, wonach die Zahl der Bankangestellten mit der Verbreitung von Geldautomaten stieg, obwohl deren bis anhin wichtigste Aufgabe – das Aus- und Einzahlen von Kundengeldern – hinfällig wurde. Gleichzeitig wandelte sich das Tätigkeitsprofil vom Ein- und Ausbezahlen hin zu Beratungs- und Analysetätigkeiten für die Kunden. Die DMP-2014-Daten können solche Entwicklungen

im Tätigkeitsprofil innerhalb von Berufen ebenso wenig abbilden wie die von Osborne und Frey (2013) verwendeten O*NET-Daten, da die Expertenbeurteilungen in diesen Datensätzen nur zu einem Zeitpunkt durchgeführt wurden.³⁷ Aus diesem Grund verwenden wir für die folgende Analyse die Tätigkeitsprofile, die sich auf die BIBB-BAuA-Erwerbstätigenbefragungen 2006 und 2012 abstützen (siehe Methodik-Kasten in Kapitel 3.1).

Diese enthalten Zeitvariation innerhalb der Tätigkeitsprofile je Beruf für die Jahre 2006 bis 2012 und erlauben es uns so, die Veränderung der gearbeiteten Vollzeitäquivalente je Tätigkeitskategorie in zwei Effekte aufzuschlüsseln. Der Analysezeitraum in Abbildung 14 ist entsprechend auf die Jahre 2006-2012 angepasst. Einerseits beobachten wir einen *Wachstumseffekt*, der dann auftritt, wenn sich die gearbeiteten Vollzeitäquivalente in einem Beruf verändern: ein zusätzliches Vollzeitäquivalent in einem Beruf erhöht die gearbeiteten Vollzeitäquivalente in den Tätigkeitskategorien gemäss ihrem Anteil im jeweiligen Beruf. Der Wachstumseffekt erfasst somit die Zu- und Abnahme der Beschäftigung in den Berufen, einschliesslich der Verschiebungen zwischen den Berufen. Andererseits tritt ein *Struktureffekt* auf, wenn sich das Tätigkeitsprofil in einem Beruf von 2006 bis 2012 verändert. Beispielsweise nahmen die Vollzeitäquivalente in den kaufmännischen und administrativen Berufen³⁸ nur geringfügig ab (kein Wachstumseffekt), gleichzeitig stieg aber der Anteil der analytischen Nicht-Routinetätigkeiten um zwei Prozentpunkte. Bei gut 300'000 Vollzeitäquivalenten bedeutet dies einen Struktureffekt von plus 6'000 Vollzeitäquivalenten in analytischen Nicht-Routinetätigkeiten bei den kaufmännischen und administrativen Berufen.



Quelle: SAKE, BIBB-BAuA 2006/2012, eigene Berechnungen

Abbildung 14: Dekomposition der Veränderung der Vollzeitäquivalente je Tätigkeitsdimension 2006/2012

Der Wachstumseffekt ist über die fünf Tätigkeitsdimensionen ähnlich und variiert von einer Steigerung von 19'000 Vollzeitäquivalenten oder 6.2 Prozenten (manuelle Routinetätigkeiten) bis zu einer Zunahme von 68'000 Vollzeitäquivalenten oder 9.2 Prozenten (interaktiv Nicht-Routinetätigkeiten). Die im vorangehenden Teilkapitel (zum Wachstumseffekt) beobachteten Veränderungen basieren auf den DMP-2014-Daten, die keinerlei Veränderungen über die Zeit im Tätigkeitsprofil einzelner Berufe berücksichtigen und deshalb

³⁷ Die DMP-2014-Daten verfügen zwar über drei beobachtete Jahre (2011-2013), was für eine Analyse der Entwicklungen über die Zeit jedoch ein zu kurzer Zeitraum sein dürfte.

³⁸ In diesem Beispiel verwenden wir die Aggregationsstufe der Berufsgruppen (SBN 2000-Dreisteller).

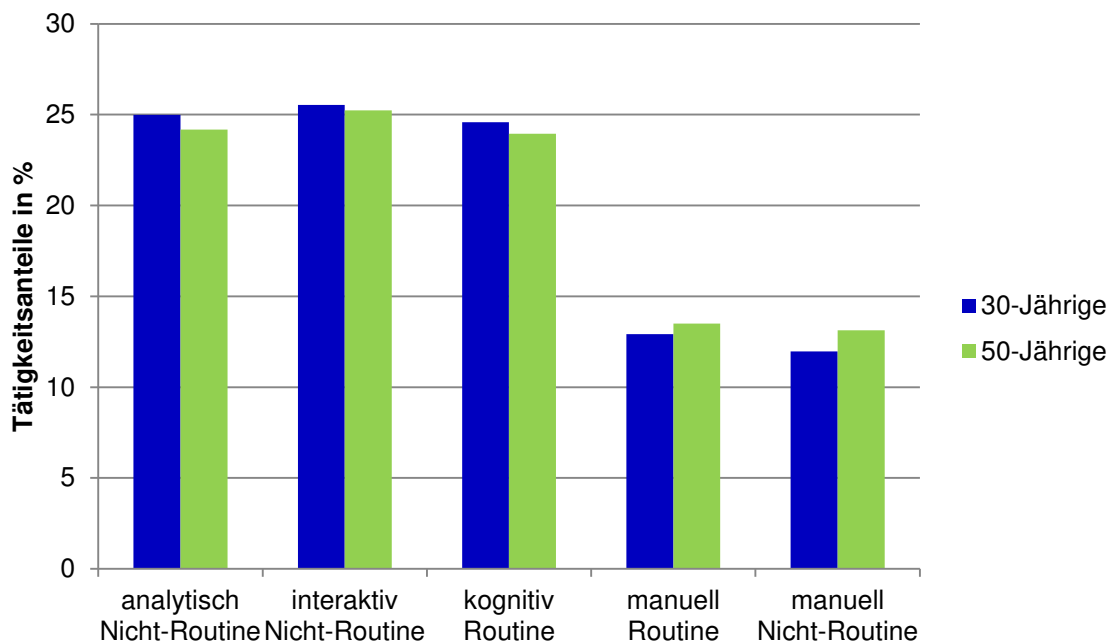
ausschliesslich Veränderungen aufgrund mehr oder weniger gearbeiteter Vollzeitäquivalente je Beruf abbilden (Wachstumseffekt). Streng genommen müssten deshalb die Befunde aus dem letzten Teilkapitel (Abbildung 10) mit den in Abbildung 14 separat ausgewiesenen Wachstumseffekten (bis 2012) vergleichbar sein. Tatsächlich zeigt sich relativ gesehen ein ähnliches Bild und auch die Reihenfolge der Steigerungen ist gleich, allerdings steigen bei der Methodik nach BIBB auch die manuellen Routinetätigkeiten etwas an („Wachstumseffekt“ in Abbildung 14). Dies liegt daran, dass die von uns auf Basis der BIBB-BAuA-Erwerbstätigenbefragungen 2006/2012 berechneten Tätigkeitsprofile zwar eine hohe Korrelation³⁹ mit den von DMP 2014 auf die Schweiz übertragenen Tätigkeitsprofile je Beruf (SBN 2000-Dreisteller) aufweisen, tendenziell aber etwas ausgeglichener sind. Dies bedeutet, dass die Anteile der einzelnen Tätigkeitskategorien sich in BIBB-BAuA je Beruf weniger stark unterscheiden als in den DMP-2014-Daten. Dies liegt an den unterschiedlichen methodischen Ansätzen (siehe Methodik-Kasten in Kapitel 3.1 und ausführlicher Methodenbeschrieb im Anhang 1). Die hohe Korrelation der Tätigkeitskategorien nach DMP und BIBB-BAuA sowie die ähnlichen Resultate für den Wachstumseffekt je Tätigkeitskategorie⁴⁰ sprechen dafür, dass beide Datensätze eine valide Abbildung der Tätigkeitsstrukturen im Arbeitsmarkt bieten.

Nach der Methodik BIBB-BAuA spielt der Struktureffekt, also die Veränderung des Tätigkeitsprofils innerhalb einzelner Berufsgruppen, eine wichtige Rolle für die beträchtlichen Unterschiede in der Beschäftigungsentwicklung je Tätigkeitskategorie. Erst nach Berücksichtigung des Struktureffekts zeigen sich ähnlich deutliche Verschiebungen wie im vorangehenden Teilkapitel (gemäss DMP 2014, Abbildung 10). So haben innerhalb der Berufe die analytischen (+3,3 Prozent innerhalb der Berufe) und manuellen (+4,5 Prozent) Nicht-Routinetätigkeiten zugenommen, während die manuellen Routinetätigkeiten innerhalb der Berufe mit minus 9,9 Prozent deutlich abgenommen haben. Die Anteile der interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten und der kognitiven Routinetätigkeiten innerhalb der Berufe waren dagegen konstant. Dies führt dazu, dass die Beschäftigung in analytischen Nicht-Routinetätigkeiten am stärksten zunahm, während sie einzig in manuellen Routinetätigkeiten rückläufig war. Berücksichtigen wir, dass die hier ausgewiesenen Wachstumseffekte deutlich moderater ausfallen als jene im vorigen Teilkapitel mit expertenbasierten Tätigkeitsprofilen, ist es durchaus möglich, dass sich auch der Struktureffekt bei einer Nutzung von zeitvariablen expertenbasierten Tätigkeitsprofilen akzentuieren würde. Die hier ausgewiesenen Veränderungen innerhalb der Berufe (Struktureffekt) stellen deshalb vermutlich einen unteren Grenzwert der tatsächlichen Veränderungen dar.

Als nächstes werfen wir einen Blick auf den Anpassungsprozess der Erwerbstätigen an die zu- und abnehmenden Berufe und die sich verändernden Tätigkeitsprofile. Die Analyse der Mismatches nach Tätigkeiten im Teilkapitel zum Wachstumseffekt zeigte keine zunehmenden Probleme bei der Anpassung – vornehmlich weg von manuellen Routinetätigkeiten (Abbildung 13). Dies hat sich auch in den Experteninterviews bestätigt (Kapitel 4.4). Da die Anpassung von Angebot und Nachfrage unter anderem durch Ein- und Ausstritte verschiedener Alterskohorten in den Arbeitsmarkt erfolgt, vergleichen wir als erstes das Tätigkeitsprofil der 30- und der 50-Jährigen im Jahr 2012 (Abbildung 15). Die 30-Jährigen stellen hierbei die Alterskohorte dar, die relativ kürzlich in den Arbeitsmarkt eingetreten ist und dadurch ihre Ausbildung einfacher auf die heute gefragten Tätigkeiten abstimmen konnte als die 50-jährigen Erwerbstätigen.

³⁹ Der Korrelationskoeffizient zwischen den Tätigkeitsanteilen je Berufsgruppe (SBN 2000-Dreisteller) der DMP-2014-Daten und der BIBB-BAuA Erwerbstätigenbefragungen 2012 beträgt für die analytischen Nicht-Routinetätigkeiten 0,79; für die interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten 0,72; für die kognitiven Routinetätigkeiten 0,11; für die manuellen Routinetätigkeiten 0,83; für die manuellen Nicht-Routinetätigkeiten 0,72.

⁴⁰ Die Reihenfolge und die relativen Abstände sind in etwa gleich: „vorne“ die analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten; wenig dahinter die kognitiven Routinetätigkeiten; ungefähr in der Mitte die manuellen Nicht-Routinetätigkeiten; das Schlusslicht bilden die manuellen Routinetätigkeiten.

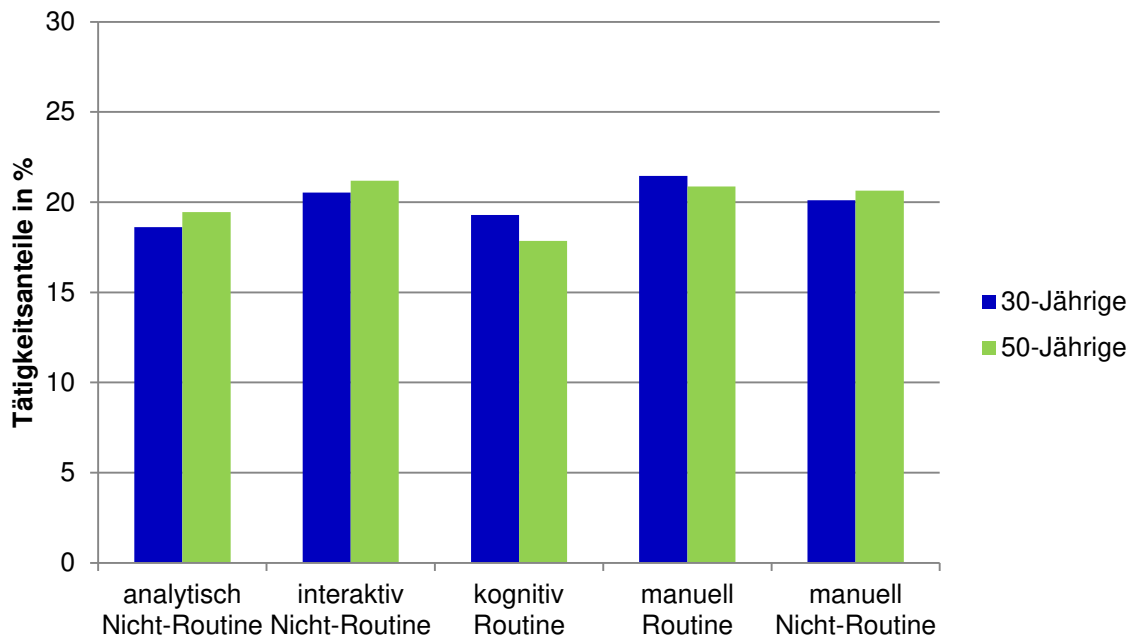


Quelle: SAKE, BIBB-BAuA 2006/2012, eigene Berechnungen

Abbildung 15: Tätigkeitsprofile nach Alterskohorten (30-/50-Jährige) 2012

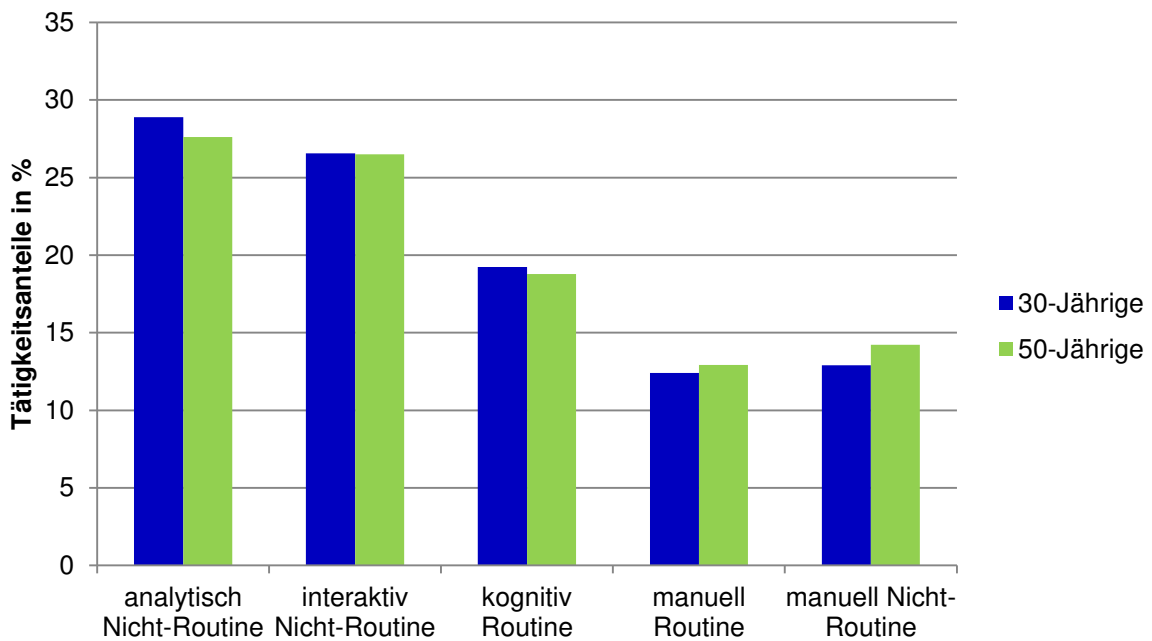
In Abbildung 15 lässt sich erkennen, dass die 30-Jährigen in erster Linie mehr analytische (2,5 Prozentpunkte) und etwas mehr interaktive (0,9 Prozentpunkte) Nicht-Routinetätigkeiten sowie kognitive Routinetätigkeiten (0,7 Prozentpunkte) ausführen. 50-Jährige führen dagegen häufiger manuelle Tätigkeiten aus, dies gilt für Routinetätigkeiten (1,4 Prozentpunkte) und noch stärker für Nicht-Routinetätigkeiten (2,8 Prozentpunkte). Es bestätigt sich, dass die jüngeren Arbeitnehmenden eher jene Tätigkeiten ausüben, die in den letzten Jahren auch am stärksten zugenommen haben, was die Anpassung von Angebot und Nachfrage begünstigt. Allerdings sind in den letzten Jahren auch die manuellen Nicht-Routinetätigkeiten gewachsen (siehe Abbildung 10) und die Literatur sieht hier für die Zukunft eher ein Wachstum der Beschäftigung. Der Anteil dieser Tätigkeiten bleibt bei den 30-Jährigen aber fast 3 Prozentpunkte – immerhin 14,5 Prozent – hinter jenem der 50-Jährigen. Dies deutet darauf hin, dass es eher ältere Arbeitnehmende sind, die für das Wachstum der manuellen Nicht-Routinetätigkeiten verantwortlich sind.

Es laufen gleichzeitig mehrere Anpassungsprozesse ab, welche die Unterschiede zwischen 30- und 50-Jährigen erklären können. Erstens liegt für jüngere Erwerbstätige ihre Ausbildung noch nicht weit zurück, so dass sie diese eher auf die heute nachgefragten Tätigkeiten abstimmen konnten. Zweitens ist es möglich, dass sich die Erwerbstätigen mit zunehmender Berufserfahrung (on-the-job-training) und allenfalls Weiterbildungen an sich ändernden Tätigkeitsanforderungen anpassen, wodurch sich die Profile von 30- und 50-Jährigen eher angleichen sollten. Drittens verändern sich auch die Anteile der einzelnen Ausbildungsniveaus (ohne Abschluss, Berufsbildung, Tertiär-B/A) bei verschiedenen Kohorten von Erwerbstätigen (siehe Kapitel 3.2.3). So nahm der Anteil an Personen mit Tertiär-A-Ausbildung deutlich zu und gleichzeitig verfügen diese über ein Tätigkeitsprofil, das von den am stärksten wachsenden Tätigkeitskategorien dominiert wird. Um diese verschiedenen Anpassungsprozesse näher zu beleuchten, stellen Abbildung 16 und Abbildung 17 nochmals die Tätigkeitsprofile der 30- und 50-Jährigen dar, jedoch getrennt für Personen mit einer Berufsbildung und solche mit einem tertiären Abschluss.



Quelle: SAKE, BIBB-BAuA 2006/2012, eigene Berechnungen

Abbildung 16: Tätigkeitsprofile 2012 für Personen mit Berufsbildung nach Alterskohorten (30-/50-Jährige)



Quelle: SAKE, BIBB-BAuA 2006/2012, eigene Berechnungen

Abbildung 17: Tätigkeitsprofile 2012 für Personen mit Tertiär-Ausbildung nach Alterskohorten (30-/50-Jährige)

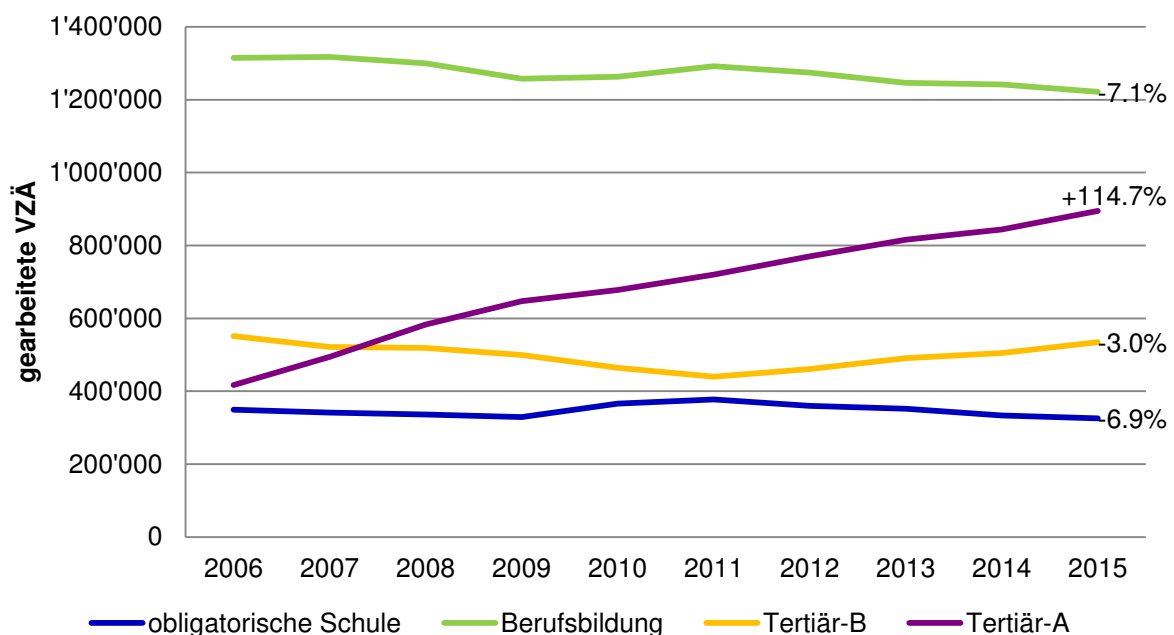
Der Vergleich zwischen den beiden Grafiken verdeutlicht nochmals die unterschiedlichen Tätigkeitsprofile je Ausbildung. Während die Personen mit Berufsbildung sehr ähnliche Anteile in allen fünf Tätigkeitskategorien aufweisen (18-22 Prozent), dominieren bei den tertiär ausgebildeten Personen die analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten klar. Dahinter folgen die kognitiven Routinetätigkeiten und als letztes

die manuellen Tätigkeiten. Interessanterweise sind die Unterschiede je Alterskohorte innerhalb der verschiedenen Ausbildungen eher gering. Bei den Personen mit Berufsbildung scheinen die älteren Erwerbstätigen etwas mehr in den wichtiger werdenden und gut bezahlten analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten zu finden zu sein. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass ältere Erwerbstätige mittels beruflichen Aufstiegs eher in Berufe und Positionen mit diesem Tätigkeitsbündel gelangen. Bei den Personen mit tertiärer Ausbildung führen die 30-Jährigen deutlich mehr analytische Nicht-Routinetätigkeiten und leicht mehr interaktive Nicht-Routinetätigkeiten und kognitive Routinetätigkeiten aus, die 50-Jährigen dagegen mehr manuellen Tätigkeiten. Es scheint deshalb plausibel, dass die erst kürzlich abgeschlossenen tertiären Ausbildungen der jüngeren Erwerbstätigen vermehrt auf Berufe mit einem stark nachgefragten Tätigkeitsbündel vorbereiten.

Insgesamt verdeutlichen die grossen Unterschiede zwischen den Tätigkeitsprofilen je Ausbildung einerseits und die geringen Unterschiede zwischen den Anteilen der einzelnen Tätigkeiten innerhalb einer Ausbildungsstufe (Berufsbildung und Tertiär-B/A) andererseits, dass die Anpassung an die geänderten Tätigkeitsanforderungen auf dem Schweizer Arbeitsmarkt vor allem über die erworbenen Ausbildungen geschieht. Dabei spielen die zunehmenden tertiären Ausbildungen eine wichtige Rolle.

3.2.3 Qualifikations- und Anforderungsniveaus

In diesem Teilkapitel analysieren wir die Beschäftigungsstruktur nach den Ausbildungsniveaus und Anforderungsniveaus und gehen insbesondere auf die Polarisierungshypothese ein. Die untersuchten Ausbildungsniveaus sind obligatorische Schule, Berufsbildung, Tertiär-B und Tertiär-A.



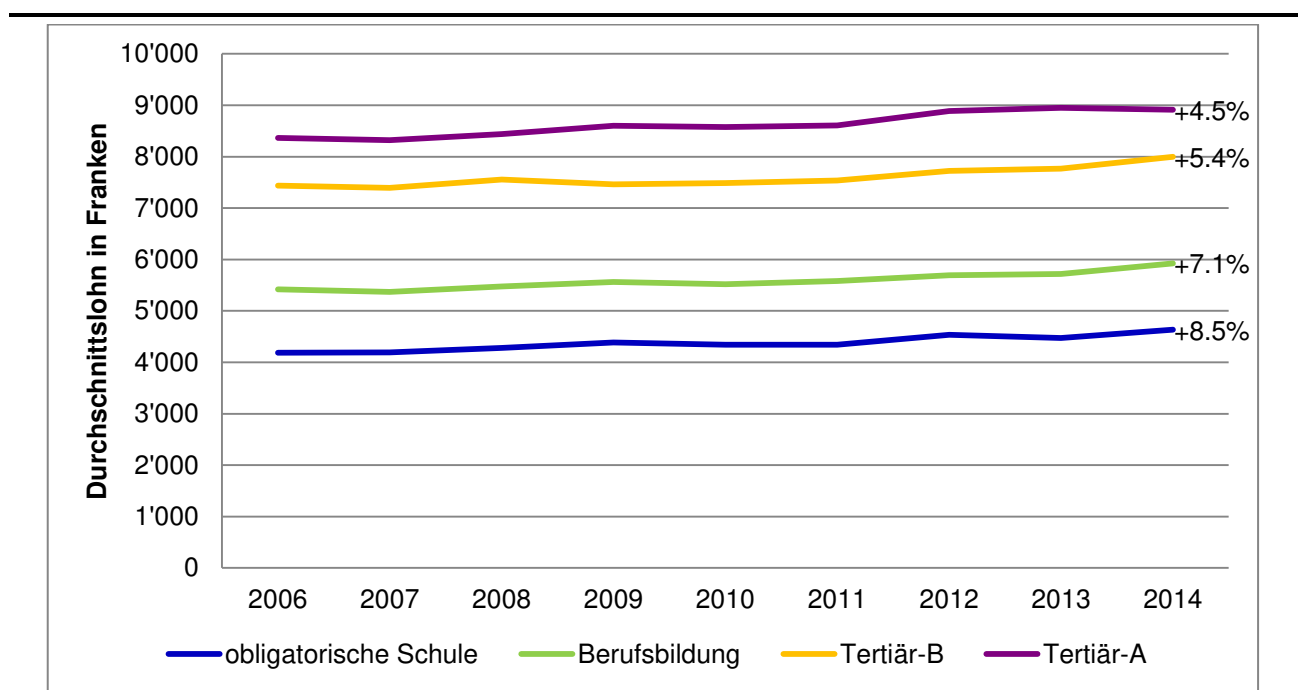
Quelle: SAKE, eigene Berechnungen

Abbildung 18: Gearbeitete Vollzeitäquivalente je Ausbildungsniveau 2006-2015

In der Polarisierungsliteratur wird davon ausgegangen, dass die Digitalisierung zu einer stärkeren Nachfrage an Hochqualifizierten führt, die komplementär mit digitalen Technologien arbeiten. Mittelqualifizierte sind dagegen häufig von Substituierungen betroffen und verlieren Beschäftigungsanteile, während Niedrigqualifizierte eher Beschäftigungsanteile gewinnen. Tatsächlich ist gemäss Abbildung 18 in der Schweiz zwischen 2006 und 2015 die Beschäftigung von Personen mit Tertiär-A-Abschluss stark gewachsen

(+114,7 Prozent). Gleichzeitig ging die Beschäftigung von Personen mit allen anderen Ausbildungsniveaus moderat zurück. Die Zunahme der Tertiär-A-Absolventinnen und –Absolventen geht in der Schweiz vor allem auf den Anstieg der Fachhochschulabschlüsse in Folge der Einführung der Fachhochschulen (FH) zu Beginn der 90er Jahre zurück. Schwierig zu unterscheiden ist, ob das starke Wachstum primär von einem gesellschaftlichen Wandel mit veränderter Bildungswahl der jüngeren Kohorten (Arbeitsangebot) getrieben war, oder von einer steigenden Nachfrage der Unternehmen nach entsprechenden Qualifikationen. Vermutlich fanden beide Prozesse zugleich statt. In diesem Fall hat die Schaffung der FH einen grossen Beitrag dazu geleistet, der Wirtschaft jene hochqualifizierten Fachkräfte zur Verfügung zu stellen, die sie im Zuge der technologischen Entwicklung vermehrt benötigte. Zu erwähnen ist, dass an den Fachhochschulen die Mehrheit der Studierenden einen Abschluss der Berufsbildung mitbringt. Der Anstieg der Tertiär-A-Quote und die Abnahme bei der Berufsbildung in Abbildung 18 darf daher nicht als Verdrängung der Berufsbildung missverstanden werden.

Als nächstes betrachten wir die Durchschnittslöhne je Ausbildungsniveau (Abbildung 19). Unter der Annahme, dass gutausgebildete Personen digitale Technologien eher komplementär einsetzen können, sind bei ihnen eine höhere Produktivität und damit verbunden Lohnzuwächse zu erwarten.



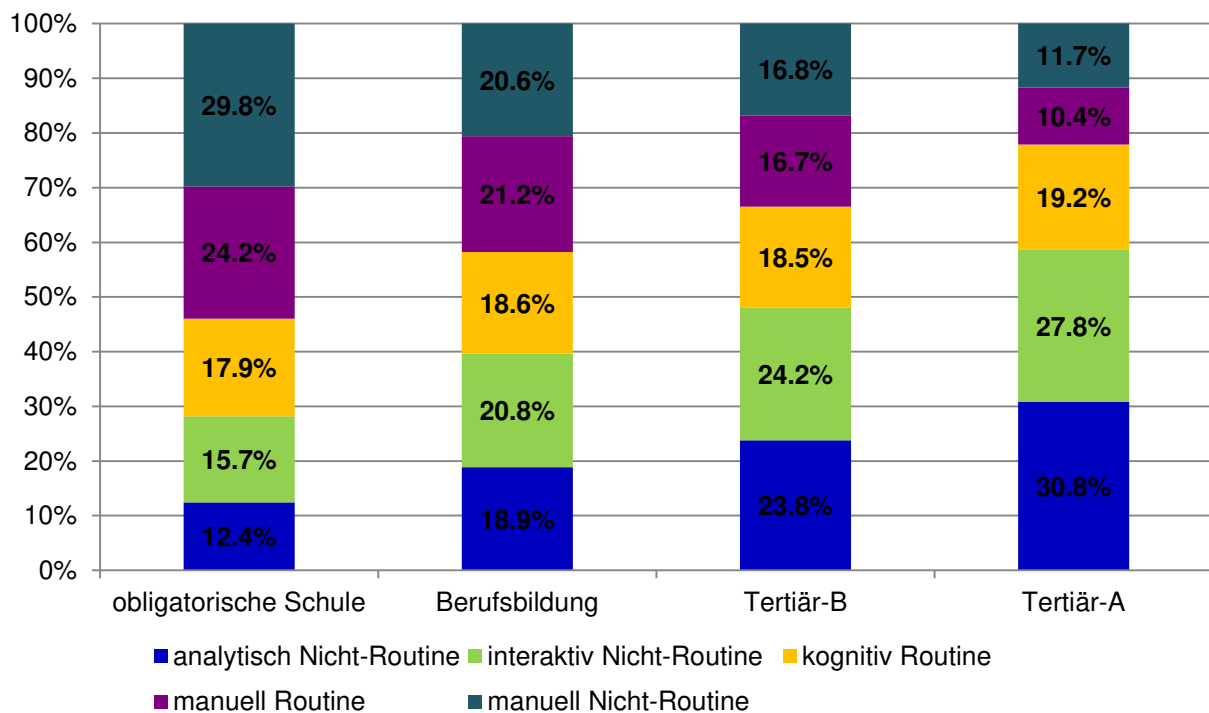
Quelle: SAKE/SESAM, eigene Berechnungen

Abbildung 19: Durchschnittslohn je Ausbildungsniveau 2006-2014

Interessanterweise finden sich in der Schweiz keine überdurchschnittlichen Lohnzuwächse für Hochqualifizierte.⁴¹ Im Gegenteil: je höher die Ausbildung, desto geringer fiel der Zuwachs bei den Durchschnittslöhnen aus. Bei den Durchschnittslöhnen der Personen mit Tertiär-A-Ausbildung ist dies in erster Linie auf die stagnierende Entwicklung in den letzten beiden Beobachtungsjahren zurückzuführen. In diesem Zeitraum nahmen die Durchschnittslöhne aller anderen Ausbildungsniveaus zu, während jene der Personen mit Tertiär-A-Ausbildung konstant blieben. Insgesamt sind die Unterschiede in der Entwicklung der Durchschnittslöhne zwischen den Ausbildungsniveaus seit 2006 aber gering.

⁴¹ Einschränkung ist anzumerken, dass sich auch die Zusammensetzung dieser Gruppe über die Zeit veränderte (Zunahme FH-Abschlüsse).

Nun betrachten wir die Tätigkeitsprofile je Ausbildungsniveau (Abbildung 20). Dazu teilen wir die Personen in den BIBB-BAuA-Daten pro Berufsgruppe (KIDB2010-Dreisteller) je vier Ausbildungsgruppen (ohne Berufsabschluss, Berufsbildung, Tertiär-B, Tertiär-A) zu. Die Tätigkeitsprofile dieser „Berufs-Ausbildungs-Gruppen“ übertragen wir anschliessend auf die Personen in der SAKE mit der gleichen Berufs- und Ausbildungsgruppe. Auf diese Weise erhalten wir beispielsweise differenzierte Tätigkeitsprofile für eine Person in Technik-Berufen (SBN 2000-Dreisteller 321) mit Berufsbildung und eine mit Tertiär-B-Abschluss. Diese Tätigkeitsprofile aggregieren wir schliesslich – gewichtet mit den Vollzeitäquivalenten der entsprechenden „Berufs-Ausbildungs-Gruppen“ – für alle Personen mit demselben Ausbildungsniveau, so dass sich je ein Tätigkeitsprofil für die vier Ausbildungsniveaus ergibt.



Quelle: SAKE/SESAM, BIBB-BAuA 2012, eigene Berechnungen

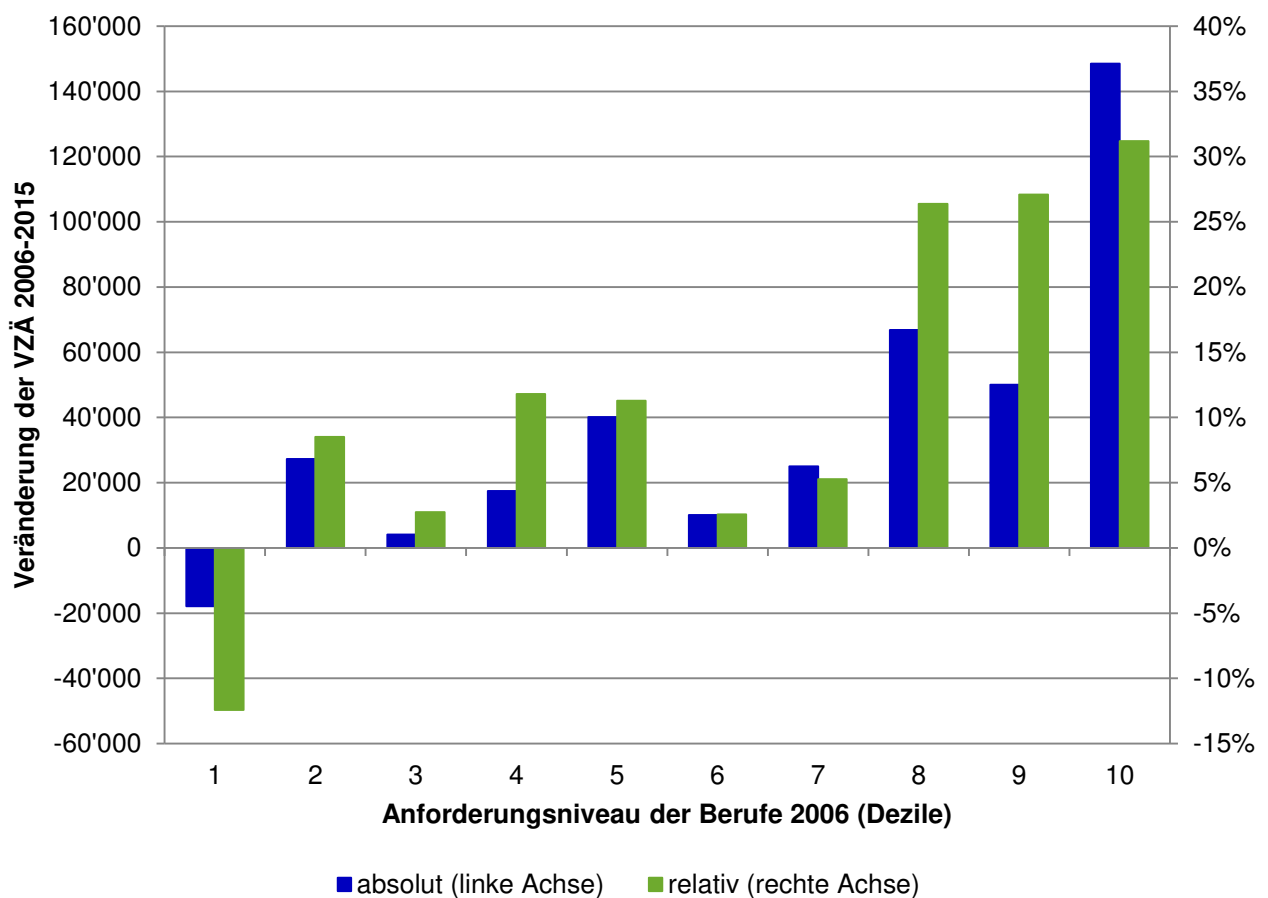
Abbildung 20: Tätigkeitsprofile je Ausbildungsniveau 2012

Die Tätigkeitsprofile je Ausbildungsniveau in Abbildung 20 zeigen beträchtliche Unterschiede. Diese Unterschiede sind im Wesentlichen auf die analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten sowie die manuellen Tätigkeiten (Routine und Nicht-Routine) zurückzuführen. Während erstere mit steigendem Ausbildungsniveau stetig zunehmen, verlieren die manuellen Tätigkeiten an Bedeutung. Diese gegenläufigen Tendenzen verlaufen sehr gleichmässig zwischen den einzelnen Ausbildungsniveaus, wobei die Unterschiede zwischen „Berufsbildung“ und „Tertiär-B“ etwas geringer ausfallen als jene am unteren (oblig. Schule/Berufsbildung) und oberen (Tertiär-B/A) Ende der Skala.

Betrachten wir die kognitiven Routinetätigkeiten, fällt auf, dass sich deren Anteil über alle vier Ausbildungsniveaus praktisch unverändert innerhalb von nur 1,3 Prozentpunkten bewegt. Dies überrascht, da der Begriff Routinetätigkeiten zunächst vermuten lässt, dass sich solche Tätigkeiten ohne weiterführende formale Ausbildungen ausüben liessen. Zudem wird in der Literatur oft die Substituierbarkeit dieser Tätigkeiten im Zuge der Digitalisierung betont. Gemäss Abbildung 20 ist das Substitutionsrisiko bei den kognitiven Tätigkeiten gleichermassen über alle Ausbildungsniveaus verteilt und lässt sich auch nicht vermehrt im mittleren Ausbildungssegment finden, wie dies gemäss Polarisierungsthese zu erwarten wäre.

In der Literatur zur Polarisierungsthese (Autor et al. 2003, Goos et al. 2010, vgl. Kapitel 2.3.3) wird angenommen, dass den Erwerbstätigen eine zunehmende Polarisierung in ein geringqualifiziertes und wenig verdienendes Segment des Arbeitsmarktes einerseits sowie ein hochqualifiziertes und gutverdienendes Segment andererseits droht. Als Gegenhypothese lässt sich die Erwartung formulieren, dass Berufe umso mehr wachsen, je höher das Anforderungsniveau („Upskilling“), so dass keine Polarisierung stattfindet.

In der oben genannten Literatur wird als Annäherung an das Anforderungsniveau eines Berufes der Lohn verwendet. Dementsprechend haben wir alle 88 Berufsgruppen (SBN 2000-Dreisteller) nach ihrem Durchschnittslohn von gering (1) bis hoch (10) in Dezilen geordnet. Diese Dezile sind in Abbildung 21 auf der horizontalen Achse dargestellt. Die vertikale Achse bildet die Veränderung der Beschäftigung (Vollzeitäquivalente) je Berufsgruppe zwischen 2006 und 2015 ab.



Quelle: SAKE/SESAM, eigene Berechnungen

Abbildung 21: Berufsgruppen geordnet nach Durchschnittslohn in Dezilen und Veränderung der VZÄ 2006/2015

Abbildung 21 zeigt, dass das Wachstum der Arbeitsstellen vor allem bei den besser bezahlten Berufen der Dezile acht bis zehn stattfand. Dazu gehören beispielsweise die Unternehmern/innen, Direktoren/Direktorinnen und leitenden Beamten/Beamtinnen (plus 82'000 VZÄ) oder die Berufe der Informatik (plus 39'000 VZÄ), wobei etliche weitere Berufsgruppen im hohen Anforderungsniveau ein Wachstum der Vollzeitäquivalente von über 10'000 erreichten. Berufsgruppen mit einem nennenswerten Rückgang an Vollzeitäquivalenten finden sich keine im oberen Bereich der Anforderungsskala. Bei den Berufsgruppen im mittleren Bereich der Anforderungsniveaus beobachten wir vergleichsweise wenig Auffälligkeiten, dementsprechend

wuchsen die Vollzeitäquivalente in den mittleren Dezilen vier bis sieben durchschnittlich. Um 10'000 oder mehr Vollzeitäquivalente zugelegt haben die Berufe des Handels und des Verkaufs (plus 48'000 VZÄ), Pflegeberufe (plus 18'000 VZÄ), kaufmännische und administrative Berufe (plus 14'000 VZÄ) und Berufe der Therapie und medizinischen Technik (plus 10'000 VZÄ). Am meisten abgenommen haben hier die Berufe des Post- und Fernmeldewesens (minus 13'000 VZÄ), gefolgt von den Berufen des Bauhauptgewerbes (minus 10'000 VZÄ) und den Berufen des Maschinenbaus sowie -unterhalts (minus 9'000 VZÄ). Die Berufe in den untersten drei Dezilen entwickelten sich im Mittel unterdurchschnittlich, allerdings auch uneinheitlich. So verzeichneten die Berufsgruppen Reinigung und des Unterhalts (plus 14'000 VZÄ) sowie Berufe des Gastgewerbes und der Hotellerie (plus 27'000 VZÄ) eine Zunahme von über 10'000 Vollzeitäquivalenten und trugen damit massgeblich zur Zunahme im zweiten Dezil bei. Negativ entwickeln sich die Berufe der Land-/Forstwirtschaft und Tierzucht (minus 18'000 VZÄ), die sich im untersten Dezil befinden. Dies bedeutet gleichzeitig den grössten Rückgang aller Berufsgruppen bei den Vollzeitäquivalenten.

Eine Polarisierung ist in Abbildung 21 nicht ersichtlich, da wachsende und schrumpfende Berufsgruppen in den Berufen mit mittleren und jenen mit tieferen Löhnen ungefähr gleich stark vertreten sind (mit Ausnahme des ersten Dezils). Allerdings zeigt sich auch kein lineares Upskilling, weil zwar die Berufe mit hohen Löhnen deutlich zulegen, die Berufe mit mittleren Löhnen jedoch nicht stärker wachsen als jene mit tieferen. Als eindeutiger Trend ist nur das Wachstum der Berufe mit hohen Löhnen erkennbar.

3.3 Fazit der quantitativen Auswertungen

In der quantitativen Analyse untersuchten wir die Entwicklung der Beschäftigung und der Durchschnittslöhne auf dem Schweizer Arbeitsmarkt seit 2006. Wir berücksichtigten dabei Entwicklungen nach Berufen, Tätigkeiten und Qualifikationen.

Auf Ebene der Berufsabteilungen (SBN 2000-Einsteller) ist eine relativ starke Zunahme der Beschäftigung bei den dienstleistungsnahen Berufen sowie jenen der Technik und Informatik zu beobachten. Die Industrie- und Gewerbeberufe sowie jene des Bau- und Ausbaugewerbes verloren dagegen mit den Land- und Forstwirtschaftsberufen an Bedeutung. Damit konnten vor allem die Berufe mit einem Tätigkeitsbündel, das zu grossen Teilen aus analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten besteht, zulegen.

Betrachtet man die Berufe auf einer tieferen Aggregationsebene, sind viele Entwicklungen zu beobachten, die einen Zusammenhang zur Digitalisierung aufweisen. Der Rückgang bei Berufen des Maschinenbaus, der Metallbearbeitung, im Post- und Fernmeldewesen oder bei den Druckerinnen und Druckern beispielsweise gehen stark auf Rationalisierungen im Zuge neuer Technologien zurück. Umgekehrt nahmen die Berufe der Informatik und die Ingenieurberufe deutlich zu. Bei den Dienstleistungsberufen nahmen die kaufmännischen Angestellten und Büroberufe ab, während viele andere Berufe etwa in Werbung und Marketing, im Bank- und Versicherungswesen, Treuhänder/innen, Immobilienfachleute, Personalfachleute, Krankenpflegeberufe, Berufe in Fürsorge und Erziehung, Hochschullehrpersonen sowie mittlere und hohe Kader Beschäftigungszuwächse verzeichnen. Dies passt zu den Resultaten der Literaturanalyse, gemäss denen die Rationalisierungsgewinne durch Automatisierungen zu einer erhöhten Nachfrage nach Dienstleistungen führen. Dazu passt auch, dass teilweise Berufe in vergleichsweise niedrigqualifizierten Bereichen zulegen, die kaum automatisiert werden können, wie beispielsweise Hauswarte, Raum-/Gebäudereiniger/in oder Küchen- und Servicepersonal. Bei der Entwicklung der Nachfrage auf dem Stellenmarkt sind dagegen keine klaren Tendenzen im Zusammenhang mit der Digitalisierung zu beobachten.

Die Analysen gemäss dem Tätigkeitsansatz zeigen wie in der Literatur eine Zunahme der analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten, nur schwach wachsende manuelle Nicht-Routinetätigkeiten und abnehmende manuelle Routinetätigkeiten. Eher überraschend nehmen die kognitiven Routinetätigkeiten zu, die oftmals in Berufen mit analytischen Nicht-Routinetätigkeiten gebündelt auftreten. Vertiefende Analysen zeigen, dass sich das Tätigkeitsprofil des Arbeitsmarktes sowohl wegen der Verschiebungen zwischen Berufen wie auch wegen Veränderungen der Tätigkeitsbündel innerhalb der Berufe verändert.

Vergleicht man die Tätigkeitsprofile der ausgeschriebenen Stellen mit den Tätigkeitsprofilen der Erwerbslosen, stellt man fest, dass bei den offenen Stellen relativ mehr analytische Nicht-Routinetätigkeiten und kognitive Routinetätigkeiten gefragt sind, während die Erwerbslosen in Berufen tätig waren, die relativ mehr manuelle Tätigkeiten beinhalten. Der bereits seit einiger Zeit diskutierte Fachkräftemangel in den technischen und IT-Berufen, der auch in den Experteninterviews erwähnt wurde, passt zum Befund, dass bei den analytischen Nicht-Routinetätigkeiten ein gewisser Nachfrageüberhang besteht. Allerdings hat die Diskrepanz in den Tätigkeitsprofilen von offenen Stellen und Erwerbslosen von 2006 auf 2015 nicht zu-, sondern eher abgenommen. Da auch die Erwerbslosigkeit in diesem Zeitraum kaum zugenommen hat, lässt sich schliessen, dass in dieser Periode Anpassungsprobleme oder Mismatches im Zuge der Digitalisierung nicht zugenommen haben.

Analysieren wir die Tätigkeitsprofile in verschiedenen Ausbildungsniveaus (ohne Abschluss, Berufsbildung, Tertiär-B, Tertiär-A), fällt auf, dass sich der Anteil manueller Tätigkeiten mit steigendem Ausbildungsniveau zugunsten der analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten verringert. Die kognitiven Routinetätigkeiten weisen hingegen über alle Ausbildungsniveaus hinweg einen praktisch konstanten Anteil auf. Insgesamt haben sich die von Personen mit Tertiär-A-Ausbildung gearbeiteten Vollzeitäquivalente mehr als verdoppelt, wogegen jene der Personen mit anderen Ausbildungen alle leicht rückläufig waren. Anzeichen für eine Polarisierung, das heisst einen Anstieg der Beschäftigungsanteile von Niedrig- und Hochqualifizierten auf Kosten der Mittelqualifizierten, haben wir in den Analysen nicht gefunden.

Tabelle 4: Wirkung der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt

Arbeitsmarktebene	Wirkung der Digitalisierung
Berufe	<ul style="list-style-type: none"> - Produktionsberufe und Berufe des ersten Sektors hatten eine rückläufige Beschäftigung. Rationalisierungen im Zusammenhang mit digitalen Technologien spielten hier eine Rolle. - Die Produktionsberufe (Industrie und Gewerbe sowie Bau- und Ausbaugewerbe) verzeichneten zudem bei der Erwerbslosenquote überdurchschnittliche Zuwächse. - Technische und Informatikberufe hatten einen Zuwachs an Beschäftigten. Oftmals besteht hier ein direkter Zusammenhang mit neuen digitalen Technologien. - Dienstleistungsnahe Berufe haben zugelegt. Dies gilt (mit Ausnahmen) sowohl für eher hochqualifizierte Bereiche wie auch für eher vergleichsweise niedrigqualifizierte Bereiche, die kaum automatisiert werden können.
Tätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Analytische und interaktive Tätigkeiten gewannen an Bedeutung - Kognitive Routinetätigkeiten nahmen ebenfalls zu; in einigen wachsenden Berufen kommen diese in Verbindung mit analytischen Nicht-Routinetätigkeiten vor - Manuelle Nicht-Routinetätigkeiten nahmen nur leicht zu - Manuelle Routinetätigkeiten gingen zurück - Ein Teil der Veränderung bei den Tätigkeiten passiert innerhalb der Tätigkeitsbündel der Berufe (Struktureffekt). Dabei stieg der Anteil der analytischen und manuellen Nicht-Routinetätigkeiten, während der Anteil manueller Routinetätigkeiten zurück ging - Nicht-manuelle Tätigkeiten werden besser entlohnt als manuelle Tätigkeiten; diese Entwicklung akzentuierte sich
Qualifikationen	<ul style="list-style-type: none"> - Der Anteil der Personen mit Tertiär-A-Ausbildung nahm stark zu - Der Anteil manueller Tätigkeiten nimmt mit zunehmendem Ausbildungsniveau ab; der Anteil der kognitiven Routinetätigkeiten ist über alle Ausbildungsniveaus praktisch konstant - Die Zunahme der Beschäftigung geschah vor allem in Berufen mit hohem Anforderungsniveau; eine Polarisierung ist nicht zu beobachten

4 EXPERTENEINSCHÄTZUNGEN ZU DEN AUSWIRKUNGEN DER DIGITALISIERUNG

Neben der statistischen Analyse und der Literaturanalyse dient die Auswertung der Interviews mit ausgewählten Expertinnen und Experten als dritter Baustein für die Untersuchung der Auswirkungen der Digitalisierung auf die Kompetenzanforderungen: Um die Resultate der Literaturrecherche und der quantitativen Analyse zu fundieren, haben wir zunächst fünf leitfadengestützte explorative Interviews und anschliessend dreizehn vertiefende, leitfadengestützte Experteninterviews geführt. Bei den explorativen Interviews haben wir Gespräche mit Unternehmensberaterinnen und Unternehmensberatern, Expertinnen und Experten aus Verbänden und Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft und Forschung geführt. Ziel war es, ihr Übersichtswissen und ihre Fachexpertise zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf Ebene Branchen/Unternehmen/Technologien/Kompetenzanforderungen zu erfragen. Die Gesprächspartnerinnen und Gesprächspartner der Experteninterviews waren hingegen HR-Verantwortliche und leitende Angestellte, welche Einblick in die Kompetenzentwicklung im jeweiligen Unternehmen haben. Zudem haben wir Unternehmensberater/innen befragt, die Unternehmen beim Transformationsprozess der Digitalisierung beraten. Zuletzt haben wir eine Personalvermittlung befragt, um Informationen zu allfälligen Mismatches auf dem Arbeitsmarkt zu erhalten und Vertreter/innen aus der Berufsbildung mit einem Übersichtswissen zur Berufsbildung. Im Anhang 5 finden sich die Interviewpartner/innen und im Anhang 6 die verwendeten Gesprächsleitfäden.

In diesem Kapitel beschreiben wir als Erstes die Aussagen der Expertinnen und Experten zu den Treibern und Trends der Anforderungen auf dem Arbeitsmarkt. Danach folgen die Erkenntnisse zur Entwicklung der Berufe, Tätigkeiten, Kompetenzanforderungen und Qualifikationen, sowie ein kurzer Ausblick auf die künftige Entwicklung.

Bei allen Analysen gilt es zu beachten, dass die Mehrheit der befragten Expertinnen und Experten ausschliesslich Aussagen zu Berufen, Tätigkeiten und Kompetenzen machen konnten, die in ihrem Unternehmen vorkommen. Da die Mehrheit der Befragten aus grösseren Unternehmen stammt und auch die Unternehmensberaterinnen und -berater vermutlich mehrheitlich von solchen engagiert werden, geben die Analysen tendenziell eher die Sicht der grösseren Unternehmen wieder. Die Aussagen in diesem Kapitel sind exemplarisch zu verstehen und beanspruchen, wie in der qualitativen Forschung üblich, keine allgemeine Gültigkeit über alle Berufe und alle Unternehmen hinweg.⁴² Um die allgemeinen Aussagen aus den Interviews zu untermauern, verwenden wir anonymisierte Zitate zu Fallbeispielen, die ebenfalls von den Befragten stammen.

4.1 Digitalisierung, Globalisierung und demografische Alterung als wichtigste Trends

Die wichtigsten Trends, welche für die Entwicklung der Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt relevant sind, sind gemäss den befragten Expertinnen und Experten die Digitalisierung, die Globalisierung und die demografische Alterung. Diese Trends werden in aller Kürze wie folgt charakterisiert:

- Bei der Digitalisierung werden unterschiedliche Aspekte beleuchtet: Die Auslagerung einfacher Tätigkeiten (Offshoring, Outsourcing), die Verfügbarkeit von neuen Technologien wie dem Smartphone oder Laptop und die Automatisierung gewisser Tätigkeiten.
- Durch die Globalisierung wird das Arbeitsumfeld internationaler und dadurch steigt die Konkurrenz auf dem Arbeitsmarkt.

⁴² Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit verzichten wir darauf, die Expertenaussagen in der indirekten Rede im Konjunktiv wiederzugeben.

- Von älteren Personen werden andere Dienstleistungen nachgefragt und der Gesundheitsbereich gewinnt an Bedeutung.

Besonders in den Gesprächen mit den HR-Verantwortlichen und leitenden Angestellten hat die Mehrheit der Befragten die Digitalisierung als Haupttreiber der in jüngerer Vergangenheit und aktuell beobachtbaren Änderungen der Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt genannt.

4.2 Wandel der Berufe und Tätigkeiten

Alle Berufe verändern sich

Knapp die Hälfte der befragten Expertinnen und Experten äussert, dass sich im Zuge der Digitalisierung bereits alle Berufe und Funktionen verändert haben: *„Ich kann mich spontan an keine Funktion erinnern, die in den letzten 10 Jahren keiner Veränderungen unterworfen wurde – kleinere oder grössere – aufgrund von neuen Systemen und Prozessen, die eingeführt wurden.“* In den Interviews beschrieben die Expertinnen und Experten die Entwicklung verschiedener Berufe und Funktionen, in die sie selbst Einblick haben, genauer. Diese Beschreibungen beziehen sich auf Berufe und Funktionen wie Buchhalter/in, Auto-Mechaniker/in, Logistiker/in, Detailhändler/in, HR-Angestellte/r, Sachbearbeiter/in, Landmaschinen-Mechaniker/in und Servicetechniker/in. Aus der beschriebenen Entwicklung der Berufe kann hergeleitet werden, dass beinahe in jedem Beruf neue digitale Technologien zum Einsatz kommen. Dabei ist jedoch zu unterscheiden, ob diese Technologie als Substitut oder komplementär zur Arbeitskraft eingesetzt wird. Insbesondere in der Produktion und Logistik haben neue Technologien Arbeitsschritte und zum Teil Mitarbeitende ersetzt. In diesen Bereichen konnten in den letzten Jahren Roboter Arbeiten von Menschen übernehmen, wie z.B. Schweissarbeiten in der Produktion oder die Zustellung eines Teilchens aus dem Lager: *„Wo sie früher Listen hatten etc., haben sie jetzt selbstfahrende Roboter und Gabelstapler. Mit denen muss man umgehen können [...] Man hat einfach gemerkt, dass diese Roboter viel genauer und schneller arbeiten. Es ist also kein Kompetenzaufbau, sondern eine Verdrängung der Arbeitskraft.“* Auch im Dienstleistungsbereich haben neue Technologien bereits einen Teil der Tätigkeiten von Mitarbeitenden ersetzt. Dies ist besonders bei administrativen Back-Office-Tätigkeiten der Fall. Im Rechnungswesen konnte z. B. die Spesenerfassung oder Lohnbuchhaltung automatisiert werden, in der Personalabteilung etwa die Zeugniserstellung: *„Dank der Digitalisierung haben wir heute ein System, mit welchem Manager selber Zeugnisse ausstellen können. Sie müssen verschiedene Parameter angeben und haben mit Knopfdruck ein fixfertig formuliertes Zeugnis.“* Bei Berufen mit einem grossen Anteil an sozialer Interaktion kommen Technologien hingegen eher komplementär zum Einsatz. Das trifft zu auf Berufe und Funktionen wie Verkaufsangestellte, Servicetechniker/innen oder Pflegefachpersonen. In diesen Berufen werden Mitarbeitende durch neue Tools unterstützt und profitieren dadurch von neuen Möglichkeiten. Beispiel Detailhandel: *„Bis dato erstellte [der Detailhändler] die Bestellung aufgrund seiner Erfahrung und ihm bekannter Einflussfaktoren wie z.B. Wochentag, Wetter, etc. Heute ist es so, dass aus den Abverkäufen dem Mitarbeitenden ein Bestellvorschlag generiert wird, den er überprüft und bei Bedarf anpasst. Der Mitarbeitende nutzt wie im Beispiel aufgezeigt vermehrt IT-basierte Systeme und muss Daten beurteilen und interpretieren können.“* Beispiel Servicetechniker/in: *„Wenn er früher noch Tätigkeitsrapporte auf Rapportblock abgeben musste, gibt er das heute in eine mobile Software ein und diese überträgt es dann in unsere SAP-Umgebung. So kann z.B. die Rechnung automatisiert bestellt werden, die an den Kunden geht. Das benötigte früher viele manuelle Zwischenschritte.“* Ob diese unterstützenden digitalen Tools die Arbeiten einer Person vereinfachen, hängt sowohl von deren Anwendungskompetenz und Offenheit gegenüber neuen digitalen Technologien als auch der jeweiligen Technologie ab.

Insgesamt kamen in den letzten Jahren neue, auf der Digitalisierung basierende Technologien sowohl als Substitut als auch komplementär zum Menschen zum Einsatz. Werden viele Tätigkeiten eines Berufs durch

neue digitale Technologien ersetzt, kann es sein, dass ganze Berufe verschwinden. In den Gesprächen mit den Expertinnen und Experten wurden jedoch kaum Berufe genannt, die ganz verschwunden sind oder verschwinden werden. Die einzigen Beispiele, die hierzu von den Expertinnen und Experten genannt wurden, sind einerseits die Grossrechnerspezialistinnen und -spezialisten, die durch die schnelle technologische Entwicklung hin zu leistungsstarken Kleinrechnern nicht mehr gebraucht wurden. Andererseits sind in den letzten Jahren auch Fließbandjobs verschwunden oder kommen nur noch sehr selten vor, weil sie automatisiert und durch neue digitale Technologien ersetzt wurden. Zusätzlich erwähnen einzelne Expertinnen und Experten Berufe, welche durch die Digitalisierung neu entstanden sind, wie die Datenanalystin/der Datenanalytiker oder die Automobiliagnostikerin/der Automobiliagnostiker, „*der Dr. House, der herausfinden muss, wo das Auto kaputt ist. Ein hochintellektueller Job.*“

Die Bedeutung der Tätigkeiten verschiebt sich

Wie bereits bei den Entwicklungen in den Berufen deutlich wurde, liegt gemäss Expertinnen und Experten die grösste Veränderung auf der Ebene der Tätigkeiten darin, dass neue digitale Technologien und Tools zum Einsatz kommen. Dies geschieht einerseits komplementär zum Menschen und andererseits als Substitut. Weiter beschreiben mehrere Expertinnen und Experten, es habe eine Verschiebung der administrativen Tätigkeiten stattgefunden: „*Die Manager organisieren sich immer mehr selber. Das verstärkt sich noch, je affiner sie sind mit Technik. Es gibt neue Technologien die vieles vereinfachen, wie z. B. die Reservation eines Sitzungszimmers. Früher war das sehr mühsam und es wurde an die Sekretärin delegiert. Heute gibt es ein System, das alles für mich macht und mir genau anzeigt, welches Zimmer noch frei ist. Die Buchung erfolgt in einem Knopfdruck.*“ Einzelne Expertinnen/Experten beschreiben ausserdem, dass viel mehr Tätigkeiten am Computer stattfinden oder computergestützt ausgeführt werden. Die Tätigkeiten an sich haben sich nicht verändert, sondern werden heute durch neue Tools unterstützt: « *La numérisation nous permet de faire les mêmes choses qu'avant, mais avec efficience et une plus grande qualité. Elle exige des compétences nouvelles et demandent des adaptations structurelles.* » Einzelne Expertinnen/Experten weisen ausserdem darauf hin, dass es zu einer Verschiebung der Tätigkeiten zu mehr Analysetätigkeiten und „Business Intelligence“-Tätigkeiten (Sammlung, Auswertung und Darstellung von Daten) gekommen sei. Noch detaillierter werden die Beschreibungen auf die Frage, welche Tätigkeiten an Bedeutung gewonnen bzw. verloren haben. Einzelne Expertinnen/Experten nennen folgende Tätigkeiten, welche an Relevanz gewonnen haben:

- Die Diagnose mit dem Computer bei mechanischen Tätigkeiten, also z. B. die Identifikation von Problemen bei Geräten, Fahrzeugen und Maschinen: „*Also ein Beruf wie ein Automatiker braucht extrem viel Diagnostik. Es geht um Klimaanlage, WCs in Zügen etc. Wenn man sowas heutzutage reparieren muss, dann läuft die Analyse über die Diagnostik. Also die Leute gehen mit einem Laptop dort hin, und machen die Störungssuche.*“
- Persönliche Einschätzungen, wie z. B. der Einstellungsentscheid bei der Rekrutierung.
- Tätigkeiten im Online-Marketing, d.h. wie Produkte online vertrieben werden: „*Zusätzlich nahm auch z. B. die Bedeutung des E-Commerce oder Big Data zu, was eine Zunahme an Mitarbeitenden bedingte, die über die entsprechenden Fähigkeiten verfügen, wie zum Beispiel den Aufbau, aber auch den Unterhalt.*“
- Beratungsleistungen.

Hingegen sind gemäss einzelnen Expertinnen/Experten z.B. folgende Tätigkeiten heute weniger gefragt:

- Spesenerfassung
- Lohnbuchhaltung
- Schweissarbeiten: Schweissarbeiten wurden teilweise in der Produktion durch Roboter ersetzt oder in gewissen Unternehmen ausgelagert, wie z.B. bei Automobil-Mechatronikerinnen/-Mechatronikern: *„Früher hat ein Automechaniker viel mehr Handwerk gehabt; z.B. Schweißen von Metallteilen. Das wird heute nicht mehr gemacht, das wird alles geliefert. Früher hat man noch gewisse Dinge selbst hergestellt, auch das macht man nicht mehr.“*
- Schmiedearbeiten (innerhalb des Berufs Landmaschinenmechaniker/in): *„Der Beruf des Landmaschinenmechanikers entstand aus dem Berufsfeld des Schmieds. Ein Landmaschinenmechaniker arbeitet heute mit komplexer Technologie und ist mit dem Schmied nicht mehr vergleichbar.“*

Diese Tätigkeiten werden somit weniger nachgefragt, weil sie entweder automatisiert oder ausgelagert wurden.

Verlagerung von Routinetätigkeiten zu Nicht-Routinetätigkeiten

Wie in der Literaturanalyse diskutiert, gibt es Studien (z.B. Autor et al. 2003, Spitz-Oener 2006 oder DMP 2014 in Verbindung mit Dengler und Matthes 2015), die zwischen verschiedenen Tätigkeitskategorien unterscheiden, um die Auswirkungen der Digitalisierung abzuschätzen. Dabei handelt es sich um folgende Tätigkeitskategorien: manuelle Routinetätigkeiten, kognitive Routinetätigkeiten, analytische und interaktive Nicht-Routinetätigkeiten und manuelle Nicht-Routinetätigkeiten. Die Entwicklung dieser Kategorien haben wir von den Expertinnen und Experten einschätzen lassen und konnten folgende Erkenntnisse daraus gewinnen:

- Die Expertinnen und Experten sind sich einig, dass die Bedeutung manueller Routinetätigkeiten abgenommen hat. Einzelne führen aus, dies sei, weil Maschinen solche Tätigkeiten besser ausführen können und sie deshalb, wenn möglich, automatisiert wurden. Zum Teil haben sich aber auch die Prozesse dahingehend verändert, dass einzelne manuelle Schritte nicht mehr nötig sind, wie beispielsweise beim Bewerbungsprozess: *„[F]rüher wurden die Bewerbungen per Post oder per Mail eingesandt, heute erfolgt der Bewerbungseingang elektronisch via der Bewerbungsplattform. Somit ist das ganze manuelle Handling von Dossiers physisch sortieren, die Dossiers wieder zum Versand bereit machen etc., weggefallen.“*
- Zu den kognitiven Routinetätigkeiten äussern die Expertinnen und Experten mehrheitlich, dass die Bedeutung abgenommen habe, insbesondere im Rechnungswesen und der Personalabteilung. Dazu sagen mehrere Expertinnen und Experten, dass die Buchhaltung seltener von Hand ausgeführt wird, sondern durch neue intelligente Systeme unterstützt wird. Eine Expertin/ein Experte ist hingegen der Meinung, kognitive Routinetätigkeiten hätten zugenommen und nennt folgendes Beispiel: *„EDV-unterstützte Arbeiten im administrativen Bereich, wie z.B. Rapport- und Bestellwesen haben zugenommen. Diese Arbeiten gehören nicht unbedingt zu den Favoriten eines Landmaschinenmechanikers, sind jedoch aus dem Berufsalltag nicht mehr weg zu denken.“*
- Die Mehrheit der befragten Expertinnen/Experten meint, analytische und interaktive Nicht-Routinetätigkeiten hätten an Bedeutung gewonnen. Einzelne Expertinnen/Experten führen als Grund auf, dass z.B. die optimale Kundenberatung an Bedeutung gewonnen habe: *„High-Tech-Maschinen erfordern eine kompetente Kundenberatung vor dem Kauf sowie einen zuverlässigen Service après-vente.“* Einzelne Expertinnen/Experten sind hingegen der Ansicht, die Bedeutung der analytischen

und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten habe sich nicht verändert bzw. sei konstant hoch geblieben.

- Die befragten Expertinnen und Experten sind sich darin einig, dass sich die Bedeutung der manuellen Nicht-Routinetätigkeiten in den letzten Jahren nicht verändert hat.

4.3 Wandel der individuellen Kompetenzanforderungen

Durch die Veränderungen der Berufe und Tätigkeiten haben sich auch die Kompetenzanforderungen für die Erwerbstätigen im Zuge der Digitalisierung verändert. Diese Kompetenzanforderungen kann man auf verschiedenen Ebenen mit unterschiedlichem Auflösungsgrad analysieren. Führt beispielsweise jemand erfolgreich auf dem Smartphone eine Konversation mit Hilfe des Austausches von SMS, dann lässt sich die dazu notwendige „Kompetenz“ wie folgt aufschlüsseln:

- Makroebene: Kommunikationskompetenz
- Mesoebene: Führen einer Konversation mit Hilfe des Austausches von SMS
- Mikroebene: SMS Senden, SMS Verwalten

Befragt man Expertinnen und Experten direkt nach Kompetenzanforderungen, erhält man von ihnen typischerweise Antworten auf der Makroebene. Bittet man sie darüber hinaus zusätzlich um ganz konkrete Beispiele, dann erhält man Antworten, die sich für eine Beschreibung auf der Meso- und Mikroebene analysieren lassen.

Die direkte Befragung von Expertinnen und Experten nach veränderten Kompetenzanforderungen und die Analyse ihrer Äusserungen auf der Makroebene haben den Vorteil, dass man einen direkten Eindruck davon erhält, wie die Befragten die aktuellen Veränderungen erleben. Die Analyse auf der Mesoebene erlaubt hingegen herauszuarbeiten, wie sich die Veränderungen im Detail auswirken und was daher beispielsweise in Aus- und Weiterbildungen neu vermehrt berücksichtigt werden muss.

Wir haben in den Interviews gezielt beide Zugänge genutzt, also einerseits Expertinnen und Experten direkt nach veränderten Kompetenzanforderungen befragt (Makroebene) und sie andererseits gebeten, konkrete Beispiele zu liefern. Diese analysieren wir systematisch auf der Mesoebene. Auf eine Analyse der Mikroebene wird verzichtet, da es sich dabei eher um Fertigkeiten handelt, die nicht im Zentrum dieser Studie stehen.

A. Makroebene: Von den Experten und Expertinnen direkt genannte Kompetenzanforderungen

IT-Affinität gewinnt an Relevanz

Die Expertinnen und Experten sind sich einig, dass die IT-Affinität an Relevanz gewonnen habe. Arbeitskräfte sollen einerseits über Technologiewissen und andererseits über Anwendungskompetenz verfügen. Dies zeigt sich beispielsweise bei Servicetechnikerinnen/Servicetechnikern: *„Heute sind unsere Servicetechniker [...] mit einem Smartphone von Apple unterwegs; das iPhone ist sein digitaler Werkzeugkoffer. Darauf läuft eine App [...], über die er nicht nur von seinem Einsatzleiter oder dem Kunden avisiert werden kann, sondern auf der auch seine Einsatzpläne so terminiert sind, dass Leerfahrten und Umwege – wenn immer möglich – verhindert werden. Das Smartphone kann jedoch noch mehr. Neu rufen die Servicetechniker auch die Baupläne der Anlagen online ab, und sie haben auch Zugang zu den Wartungsplänen, die der Kunde eingegangen ist. Falls erforderlich können sie sich via Video-Chat mit ihren Kollegen unterhalten und sich so Unterstützung holen. Auch die Ersatzteile können online bestellt werden.“* Aber auch in der

Pflege spielen die digitalen Kompetenzen eine wichtige Rolle: *„Bei den medizinisch-technischen und -therapeutischen sowie den pflegenden Berufen nimmt eHealth eine immer grösser werdende Bedeutung ein, d.h. da arbeiten wir mit einer elektronischen Patientendokumentation. Befunde werden elektronisch weitergegeben, wir können papierlos arbeiten. Dadurch haben alle Berufe Veränderungen erfahren.“* Bei den digitalen Kompetenzen haben „digital natives“ einen klaren Vorteil, da sie mit den neuen Technologien aufgewachsen sind und ein ganz anderes Skillset mitbringen. Zudem weisen einzelne Expertinnen/Experten darauf hin, dass nicht nur die IT-Affinität an sich, sondern deren Kombination mit spezifischem Fachwissen zentral sei. Ausserdem gibt es je nach Fachbereich auch fortgeschrittene digitale Systeme, welche neue Kompetenzen verlangen wie z.B. im Beruf der Carrossierin/des Carrossiers Lackiererei: *„Die Farbmischung bei den Lackierern, die erfolgt natürlich auch über den Computer.“*

... auch vielseitige weitere Kompetenzen gewinnen an Bedeutung

Die weiteren genannten Kompetenzen, welche an Bedeutung gewonnen haben, sind sehr vielseitig und werden deshalb nach der Häufigkeit der Nennung in absteigender Reihenfolge geordnet.

- **Datenanalyse:** Ein Grossteil der Arbeitskräfte sollte heute die Kompetenz haben, Daten zu beurteilen und zu interpretieren: *„Leute müssen [...] mit grossen Datenmengen umgehen können.“* Zudem hat die Kompetenz, wichtige von unwichtigen Informationen trennen zu können, an Bedeutung gewonnen.
- **Flexibilität:** Die Veränderungen durch die Digitalisierung passieren sehr schnell, deshalb müssen Personen flexibel reagieren können.
- **Kundenbetreuung und -beratung:** Durch die Digitalisierung wird die Kundenbetreuung und -beratung immer wichtiger. Kundinnen und Kunden müssen z.B. bei der Anwendung neuer digitaler Tools unterstützt werden oder Kundinnen und Kunden haben durch das Internet viel mehr Informationen zur Verfügung und müssen anders abgeholt werden: *„Über das Internet kann der Kunde sehr viele Informationen beschaffen. Dies ermöglicht ihm einen umfangreichen Vergleich zwischen den verschiedensten Produkten. Ist es dem Kunden jedoch zu aufwändig, selber Recherchen anzustellen, kommt es vor, dass im Fachgeschäft die Beratung abgeholt wird und die Produkte via Internet bestellt werden. Dieser „Beratungs-Diebstahl“ ist für Fachgeschäfte nicht unproblematisch.“* Ein weiteres Beispiel ist der Detailhandel, wo sich die Kompetenz im Umgang mit dem Kunden durch den Einsatz neuer Technologien geändert hat: die Kassiererin/der Kassierer, die heute *„nicht nur an der normalen Kasse arbeitet, sondern wo vorhanden auch an der Self-Checkout-Kasse die Kunden betreut, was wieder andere Kompetenzen und Fähigkeiten erfordert.“*
- **Kommunikation:** Die Mehrheit der Arbeitskräfte sollte einerseits mit Hilfe neuer digitaler Technologien kommunizieren können: *„Tätigkeiten im Bereich der Kommunikation werden viel schneller: Telefonkonferenz, Whatsapp-Gruppen etc. Das verlangt, dass die Mitarbeiter auf allen Kanälen verfügbar sind.“* Andererseits spielt die analoge Kommunikation nach wie vor eine wichtige Rolle. Eine Expertin/ein Experte nannte in diesem Zusammenhang beispielsweise die Auftrittskompetenz: *„Auftrittskompetenz hat an Bedeutung gewonnen, man ist schon auf viel tieferen Stufen (Sachbearbeiter) gefordert vor Personen zu sprechen. Die Kommunikation ist somit auch sehr wichtig.“*
- **Prozessverständnis:** Das Verständnis für den gesamten Prozess und nicht nur für einzelne Teile davon, wurde zunehmend wichtiger.
- **Kreativität und Innovationsfähigkeit:** Die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle oder Neuerungen im Unternehmen setzt Kreativität und Innovationsfähigkeit voraus.

- **Out-of-the-Box-Denken:** Die Digitalisierung ist geprägt von neuen Geschäftsmodellen und Ideen. Deshalb ist es für einen Grossteil der Unternehmen zunehmend wichtiger, dass ihre Mitarbeitenden offen und neugierig sind. Sie sollten gegebene Strukturen oder Annahmen hinterfragen und anders denken „Wir erwarten ja, dass die Mitarbeiter selber denken.“
- **Umgang mit Unsicherheiten:** Ein Grossteil der Arbeitskräfte sollte sich in unsicheren Situationen bewegen können und handlungsfähig bleiben.
- **Elektronische Kenntnisse:** Elektronische Kenntnisse spielen in mechanischen Berufen eine zunehmend wichtigere Rolle.
- **Vernetztes Denken:** Die Digitalisierung erfordert generell ein hohes Mass an Interdisziplinarität wie z.B. mit Industrie 4.0, wo Fachbereiche wie IT, Maschinenbau und Elektronik eng zusammenarbeiten. Deshalb sollte ein Grossteil der Arbeitskräfte ein Verständnis dafür haben, wie der eigene Beitrag im Gesamtsystem einzuordnen ist, aber auch an welchen Stellen andere Disziplinen einen Mehrwert leisten könnten.
- **Analytisches Denken:** Insbesondere in Zusammenhang mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Daten hat das analytische Denken an Bedeutung gewonnen.

In Zusammenhang mit der Digitalisierung wird oft erwähnt, dass die Eigenverantwortung an Bedeutung gewonnen hat. Die befragten Expertinnen und Experten sind sich einig, dass die Eigenverantwortung in den letzten Jahren wichtiger geworden sei: „*Die Eigenverantwortung hat an Bedeutung gewonnen, selbst erkennen wo die Arbeit ist und anpacken.*“ Umstritten ist jedoch, ob die Zunahme der Eigenverantwortung auf die Digitalisierung zurückzuführen sei. Einzelne Expertinnen/Experten meinen, dass dies eher auf Änderungen in den Organisationsstrukturen zurückzuführen sei. Ein Beispiel dafür sei, dass es in Firmen immer mehr „self-organized teams“ gibt, was eine erhöhte Eigenverantwortung der einzelnen Mitarbeitenden voraussetzt. Zudem sagt eine befragte Person, dass sich die Methodenkompetenz stark gewandelt habe. Heute gebe es nicht mehr nur eine Methode, die jemand beherrschen müsse, sondern mehrere Methoden, die kurzfristig an die Bedürfnisse der Kundschaft angepasst werden müssen. Es geht deshalb weniger darum, eine Methode à fond zu beherrschen. Relevanter wird die Kompetenz, die Übersicht über die im Kontext geeigneten Methoden zu besitzen und einzuschätzen, wie diese mit Hilfe verfügbarer Tools und/oder Netzwerken im gegebenen Rahmen umgesetzt werden können.

In den Gesprächen wurden auch Kompetenzen genannt, welche an Bedeutung verloren haben, jedoch nur sehr wenige. Einzelne Expertinnen/Experten weisen auf die abnehmende Relevanz des genauen Arbeitens hin. Grund dafür seien neue Programme wie z.B. das Rechtschreibprogramm. Diese erlauben ungenaueres Arbeiten, weil digitale Tools den Feinschliff übernehmen.

Aneignung der Kompetenzen «on-the-job» oder durch gezielte Aus- und Weiterbildung

Neben der Frage, welche Kompetenzen an Bedeutung gewonnen oder verloren haben, stellt sich die Frage, wie sich die Erwerbstätigen diese Kompetenzen aneignen können. Dies geschieht entweder on-the-job oder über Aus- und Weiterbildungen. Diese Frage wurde vor allem mit HR-Angestellten und leitenden Angestellten besprochen. Bei einem Drittel der befragten Expertinnen und Experten findet die Anpassung der Kompetenzen sowohl on-the-job als auch durch Aus- und Weiterbildungen statt. Bei einem Unternehmen kommt es darauf an, bei wie vielen Personen eine neue Technologie zum Einsatz kommt bzw. eine neue Kompetenz gefragt ist. Je kleiner die Anzahl Personen desto eher findet eine Schulung on-the-job statt. Bei einem anderen Unternehmen kommt es einerseits auf die Kompetenz und andererseits auf die

berufliche Stellung an. Bei Mitarbeitenden passiert die Entwicklung hauptsächlich on-the-job, bei Führungskräften ist sie in die Führungsausbildung eingebaut. Zudem gibt es gewisse Kompetenzen, die zuerst in einer Ausbildung erworben werden sollten, wie z.B. die Programmiersprache. Einzelne Expertinnen/Experten berichten hingegen, dass bei ihnen die Schulungen von den Entwicklungen bei der Herstellerfirma und bei den Lieferanten abhängig sind.

Mit Fokus auf die unterschiedlichen Sprachregionen in der Schweiz haben wir die Expertinnen/Experten gefragt, ob es Unterschiede in der Entwicklung der Kompetenzanforderungen gibt. Alle Expertinnen/Experten, welche auf diese Frage geantwortet haben, sehen keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Sprachregionen: « *Les développements ne sont pas dépendants des régions linguistiques, mais ils sont fortement dépendants de régions dont le dynamisme économique est en lien avec des secteurs de pointe – l'arc lémanique ou la région zurichoise - . Le développement n'a rien à voir avec la langue que l'on parle !* » Einzelne merken an, dass vielleicht die Entwicklung unterschiedlich schnell abläuft. Jedoch findet ein Unternehmen, dass es gerade innerhalb eines Unternehmens keine unterschiedlichen Kompetenzanforderungen zwischen den verschiedenen Sprachregionen gebe.

B. Mesoebene: Aus den Beispielen der Experten/Expertinnen generierte Kompetenzanforderungen

Dieses Teilkapitel widmet sich der Inhaltsanalyse der konkreten Beispiele, die die Expertinnen und Experten zu veränderten Kompetenzanforderungen genannt haben. Diese Beispiele wurden aus allen Interviews zusammengetragen, diese Liste findet sich in Anhang 7. Die Aussagen wurden einer inhaltsanalytischen Auswertung unterzogen (Mayring 2015) und die folgenden sechs Anforderungssituationen herausgearbeitet, die im Zuge der Digitalisierung an Relevanz gewonnen haben:

1. Kommunikation mit Kolleginnen/Kollegen
2. Interaktion mit Kundinnen/Kunden
3. (Zusammen)Arbeit mit digitalen Algorithmen
4. Diagnose von Apparaten und Geräten
5. Dokumentation der eigenen Arbeit
6. Umgang mit grösseren Datenmengen

Wie immer bei einer Inhaltsanalyse sind die erarbeiteten Anforderungssituationen nicht die einzige Möglichkeit, das Material zu ordnen. Leitend war einerseits das Konzept der Situierten Kompetenz (Kaiser 2005), d.h. die Situationskategorien sind so gebildet, dass aufgrund kognitionspsychologischer Kriterien erwartet werden kann, dass Personen alle Situationen einer Kategorie als ähnlich mit vergleichbaren Anforderungen erleben. Andererseits wurde eine eher breite Abdeckung der Beispiele angestrebt, d.h. Kategorien wurden auch in die Liste aufgenommen, wenn sie nur durch wenige Beispiele gestützt sind (bspw. „Dokumentation der eigenen Arbeit“). Die Analyse erlaubt also keine Aussagen darüber, wie häufig die entsprechenden Situationen bzw. Anforderungen auftreten. Sie erlaubt die Aussage, dass entsprechende Situationen in den von den Expertinnen/Experten aufgeführten Beispielen vorkommen.

Zu jeder dieser Kategorien lassen sich Aussagen machen, wie die Digitalisierung die Anforderungen verändert. Die Beispiele verdeutlichen auch, dass zwischen den Berufen Gemeinsamkeiten in der Veränderung der Kompetenzanforderungen bestehen, jedoch mit berufsspezifischen Ausprägungen.

Zu 1) Die Kommunikation mit Arbeitskolleginnen/-kollegen (bspw. bei Problemen, die eine Servicetechnikerin vor Ort nicht selbst lösen kann) nimmt tendenziell zu. Die Digitalisierung ist hier indirekter Treiber, weil

sie über das schon lange verfügbare Telefon hinaus eine Vielzahl neuer Kanäle zur Verfügung stellt. Offen ist, in welchem Ausmass diese Kanäle genutzt werden. Werden sie genutzt, entstehen dadurch neue Anforderungen an die Kompetenz, gemeinsam kommunikativ Probleme zu lösen – eine Kompetenz, über welche eine isoliert arbeitende Servicetechnikerin früher nicht verfügen musste.

Zu 2) Expertinnen und Experten sehen höhere Anforderungen an die Kompetenz, Kundinnen/Kunden produktbezogen zu beraten. Hingegen verschwinden andere soziale Interaktionen wie der kurze Schwatz an der Hotelrezeption (beim Einsatz eines Serviceroboters) oder der Austausch am Bankschalter (wegen des Bankomaten), wenn diese direkten Kontakte durch elektronische Mittel ersetzt werden. Es werden somit höhere Kommunikationskompetenzen erwartet, aber sehr spezifisch nur in der produktbezogenen Kundeninteraktion. Treiber dieser Entwicklungen sind Rationalisierungsvorgänge (Roboter, Bankomat), die zunehmende Produktvielfalt (Produktneuentwicklungen, individualisierte Fertigung) und schliesslich die zunehmenden Ansprüche der Kunden, die sich bereits per Internet informiert haben.

Zu 3) Immer häufiger müssen die Eigenarten von Algorithmen in Überlegungen zur Planung und Ausführung von Arbeiten mit einbezogen werden (automatische Bestellsysteme, Hotelbuchungsplattformen, Raumreservationsprogramme, selbstfahrende Gabelstapler etc.). Dies ist eine direkte Folge der Digitalisierung, welche solche algorithmengesteuerten „Arbeitskollegen“ erst möglich macht. Die sich daraus ergebenden Kompetenzanforderungen sind im Grundsatz nicht neu, denn Algorithmen, mit deren Eigenschaften man im Alltag rechnen muss, gibt es schon länger (z.B. Notendurchschnitt berechnen). Neue Anforderungen stellt hingegen die zunehmende Komplexität dieser Algorithmen. Bspw. ist es deutlich einfacher zu planen, wie man gerade noch einen genügenden Notendurchschnitt erreicht, als wie man erreicht, dass das eigene Produkt bei einer Google-Suche möglichst weit oben erscheint.

Zu 4) Bei den verschiedenen Beispielen zum Thema Diagnose (Wartung mikroprozessorbasierter Steuerungen, Diagnose von Fehlern bei Automobilen etc.) lassen sich zwei Aspekte ausmachen, die eine Folge der Digitalisierung sind: Einerseits digitale Komponenten als Bestandteile der zu diagnostizierenden Geräte und andererseits digitale Diagnosetools. Beim zweiten Aspekt ist die Kompetenz zur Zusammenarbeit mit Algorithmen gefordert, wie sie bereits unter Punkt 3 beschrieben wurde. Beim ersten Aspekt sind neben den bisher nötigen Kenntnissen zu verschiedenen technischen Systemen (z.B. hydraulische Scheibenbremse) neu Fachkenntnisse zu digitalen Systemen gefordert. In diesem Sinne verändert sich die benötigte Kompetenz nicht grundsätzlich. Gefordert ist immer noch die Fähigkeit, sich in das Funktionieren des Systems hineinzudenken. Neu gehören dazu auch digitale Systeme.

Zu 5) Die Rechenschaftslegung in Form von Rapporten („mehr aufschreiben, mehr dokumentieren“), das Dokumentieren von Zwischenergebnissen (bspw. Handyaufnahmen auf der Baustelle) etc. haben zugenommen. Digital ist daran, dass digitale Instrumente (Rapporte am PC, Bilder mit dem Handy) zum Einsatz kommen, die beherrscht werden müssen. Wesentlicher Treiber ist die Ausweitung des Controllings in immer neue Bereiche des Arbeitsalltags, die ihrerseits z.T. erst durch den Einsatz digitaler Instrumente handhabbar wird.

Zu 6) Die Datenmenge, auf die einzelne Personen zugreifen können (Internet, elektronische Handbücher, Herstellerangaben z.B. der Automobilhersteller etc.) und die sie handhaben können (elektronische Ablagesysteme, Datenbanken), nimmt zu. Sowohl der Zugriff auf Daten (in Form von Handbüchern, Tabellen etc.) als auch die Ablage von Daten (in Form von Aktenschränken etc.) sind keine neuen Anforderungen. Einzig die dazu eingesetzten digitalen Werkzeuge müssen an Stelle der alten analogen beherrscht werden. Dies ist heute allerdings dank den im digitalen Bereich möglichen Suchfunktionen teilweise einfacher, als dies im vordigitalen Zeitalter der Fall war.

In den sechs Anforderungssituationen lassen sich also einerseits direkte Auswirkungen der Digitalisierung beobachten (bspw. Zusammenarbeit mit komplexeren Algorithmen, Zugriff auf grössere Datenmengen).

Andererseits sind aber auch Treiber erkennbar, welche parallel zur oder in Wechselwirkung mit der Digitalisierung wirken (bspw. steigende Kundenansprüche, zunehmendes Controlling). Alle sechs Anforderungssituationen können in verschiedenen Berufen und auf allen Qualifikationsstufen relevant sein.

Zur erwähnen ist, dass wir keine Hinweise darauf gefunden haben, dass „klassische“ IT-Kompetenzen wie Programmieren oder Steuern generell an Bedeutung gewinnen. Diese sind wichtig für Entwicklerinnen und Entwickler, nicht jedoch für die deutlich breitere Gruppe der „Benutzer/innen“ digitaler Technologien.

4.4 Nachgefragte Qualifikationen und Mismatch auf dem Arbeitsmarkt

Auch die nachgefragten Qualifikationen ändern sich...

Die veränderten Kompetenzanforderungen ziehen auch Veränderungen in den nachgefragten Qualifikationsniveaus nach sich. Mehr als die Hälfte der befragten Expertinnen und Experten ist der Ansicht, das nachgefragte Qualifikationsniveau sei in den letzten Jahren gestiegen. Dies habe damit zu tun, dass die Anforderungen gestiegen und die Arbeiten viel anspruchsvoller geworden seien. So müsse eine Lageristin/ein Lagerist z.B. nicht mehr nur wissen, wie sie/er das Lager analog und physisch bewirtschaftet, sondern eben auch die heute dafür eingesetzte Software verstehen. Einzelne Expertinnen/Experten weisen jedoch darauf hin, dass nicht nur Hochqualifizierte, sondern auch Personen mit handwerklichen Fertigkeiten immer noch gefragt seien. Ein illustratives Beispiel ist die Entwicklung des ehemaligen Berufs der Auto-Mechanikerin/des Auto-Mechanikers. Dieser wurde vor zehn Jahren in die vierjährige berufliche Grundbildung Automobil-Mechatroniker/in und in die dreijährige berufliche Grundbildung Automobil-Fachfrau/-mann aufgeteilt. Von der Automobil-Mechatronikerin/vom Automobil-Mechatroniker werden eher hochqualifizierte und IT-affine Kompetenzen verlangt: *„Der Computer wird angeschlossen und zeigt ihm immer, wo das Problem liegt. Früher gab es halt keine Computer im Auto. Damals hatten sie ein Lämpchen, das kaputt war, da hat man das Lämpchen ersetzt. Jetzt ist es so, im CD-Player ist etwas beim Motörchen kaputt – und schon müssen sie das ganze Armaturenbrett auseinandernehmen. Alles ist darüber gesteuert. D. h. die Problemfindung, aber auch die Problemlösung ist komplexer geworden. Der Automech musste auch herausfinden, wo ist das Problem, aber es hatte immer einen physischen Grund: ein Schlauch ist kaputt, ein Band ist gerissen, eine Schraube muss angezogen werden und jetzt ist es so, dass wirklich fast alles computerisiert ist.“* Als Automobil-Fachfrau/-mann sind dagegen vorwiegend handwerkliche Kompetenzen gefragt, da der Beruf mehr manuelle und repetitive Tätigkeiten beinhaltet: *„Räder werden auch nach wie vor vom realen Menschen gewechselt und das wird bis auf Weiteres so bleiben“*. In Zusammenhang mit den Qualifikationen wird in den Experteninterviews auf das lebenslange Lernen hingewiesen. Dieses gewinne im Zuge der Digitalisierung an Relevanz und es sei wichtig, dass sich Personen ständig weiterbilden, um arbeitsmarktfähig zu bleiben.

... aber wenige Hinweise auf einen Mismatch

Mehrere Expertinnen und Experten berichten, dass es in den letzten Jahren selten Kompetenzen gab, die auf dem Arbeitsmarkt schwierig zu finden waren. Beispielsweise haben sich im Personaldienst, im Verkauf und in der Logistik die Kompetenzanforderungen im Zuge der Digitalisierung verändert. Dennoch geben Expertinnen/Experten an, dass sie in diesen Branchen keine Probleme haben, geeignete Personen zu finden. Bei den IT-Spezialistinnen und -Spezialisten berichten einzelne Expertinnen/Experten hingegen, dass es zwar genügend IT-Fachleute in der Schweiz gibt, aber viele nicht das Know-how aufweisen, welches aktuell vom Markt gefragt sei. Die Änderungen der Digitalisierung laufen sehr schnell ab und viele IT-Fachleute können mit diesem Tempo nicht mithalten. Zudem sei es auch ein Problem, dass es für spezifische Themen, wie z.B. die Entwicklung von E-Commerce-Anwendungen, nur wenige Spezialistinnen und Spezialisten gibt. Einzelne Expertinnen/Experten führen zudem aus, dass bei ihnen sehr firmenspezifische digitale Technologien zum Einsatz kommen und sie deshalb nicht erwarten, dass neue Mitarbeitende bereits

über die in diesem Kontext notwendigen Kompetenzen verfügen. Diese Personen werden intern durch das Unternehmen geschult. Einzelne Expertinnen/Experten führen Mismatches auf, die weniger auf die Digitalisierung zurückzuführen sind, wie z.B. die Schwierigkeit, Lernende für technische Berufe zu finden.

4.5 Relevanz der Digitalisierung wird weiter zunehmen

Nachdem der Fokus bislang auf die bisherigen Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt lag, werfen wir nun einen kurzen Blick in die Zukunft. Aus den Antworten der Expertinnen und Experten wird deutlich, dass die zukünftigen Entwicklungen der Digitalisierung ungewiss sind. Wir führen hier einzelne Punkte auf, welche in den Experteninterviews aufgeführt wurden:

- Die Relevanz der digitalen Kompetenzen wird weiter zunehmen. Zudem wird die Verbindung zwischen IT-Kompetenzen und Fachwissen immer zentraler.
- Unternehmen werden in Zukunft sehr ausdifferenzierte Kompetenzprofile ihrer Mitarbeitenden erstellen und sie dementsprechend in verschiedensten Themenbereichen einsetzen.
- Die Digitalisierung und die Entwicklung der Kompetenzen werden sich schnell weiterentwickeln. Deshalb wird die Bedeutung der Agilität und Flexibilität für Arbeitskräfte weiter zunehmen.

Im Zusammenhang mit den zukünftigen Entwicklungen haben einige Expertinnen/Experten auch auf den politischen Handlungsbedarf hingewiesen. Einzelne Expertinnen/Experten meinen, dass der Ausbildung bzw. dem Schulsystem eine zentrale Rolle zukommt. Personen müssen richtig auf die Digitalisierung vorbereitet sein, um mit der Geschwindigkeit mithalten zu können.

4.6 Fazit

Die Experteneinschätzungen zu den Auswirkungen der Digitalisierung sind in Tabelle 5 nach Arbeitsebene zusammengefasst. Aus den Gesprächen mit den Expertinnen und Experten schliessen wir, dass alle Berufe von der Digitalisierung betroffen sind. Digitale Tools wurden entweder komplementär zur Arbeitskraft eingesetzt oder haben gewisse Tätigkeiten ersetzt. Besonders in der Logistik und Produktion (teils auch im Dienstleistungsbereich) wurden Tätigkeiten von Arbeitskräften ersetzt. Dies widerspiegelt auch die anhaltende Verschiebung zum Dienstleistungsbereich. In Berufen mit hohem Anteil an sozialer Interaktion kamen neue digitale Tools eher unterstützend zum Einsatz und boten Arbeitskräften neue Möglichkeiten. In den letzten Jahren sind wenige Berufe ganz oder teilweise verschwunden. Einzig die Grossrechner-spezialistin/der Grossrechnerspezialist und Fließbandjobs haben massiv an Bedeutung verloren. Neu entstanden sind hingegen Berufe wie Automobil-Mechatroniker/in, Automobil diagnostiker/in und Datenanalytiker/in.

Auch bei den Tätigkeiten war die grösste Veränderung, dass neue digitale Tools zum Einsatz kamen und Tätigkeiten vermehrt am Computer oder computergestützt stattfanden. Bei den administrativen Tätigkeiten war eine Verschiebung hin zu mehr Analyse- und „business intelligence“-Tätigkeiten zu beobachten. In Bezug auf die in der statistischen Analyse analysierten Tätigkeitskategorien haben die Expertinnen und Experten aufgezeigt, dass die Bedeutung manueller und kognitiver Routinetätigkeiten abgenommen hat. Die Bedeutung analytischer und interaktiver Nicht-Routinetätigkeiten hat hingegen zugenommen und die Bedeutung manueller Nicht-Routinetätigkeiten ist unverändert.

Diese Veränderungen der Berufe und Tätigkeiten haben dazu geführt, dass besonders IT-Affinität, Datenanalyse, Prozessverständnis und überfachliche Kompetenzen wie Soft skills (z.B. Flexibilität, Kundenbetreuung, Teamfähigkeit), Kreativität/Innovationsfähigkeit/Out-of-the-box-Denken und Kommunikation an Bedeutung gewonnen haben. Wichtig sind diese überfachlichen oder Querschnittskompetenzen besonders

in der Kombination mit beruflichem Fachwissen, das seinerseits ebenfalls bedeutsam bleibt. Dies zeigt sich gerade bei der Arbeit mit digitalen Tools und Komponenten deutlich, da sie in bestimmten beruflichen Situationen angewandt werden und entsprechend spezifisch ausgerichtet sind bzw. eingesetzt werden müssen. Die dazu von den Expertinnen und Experten genannten Beispiele haben wir in der Inhaltsanalyse in sechs Situationskategorien eingeteilt, die aufgrund der Digitalisierung neue oder veränderte Kompetenzen erfordern: 1. die Kommunikation mit Kolleginnen/Kollegen, die sich dank digitaler Hilfsmittel intensiviert und verändert, 2. die Interaktion mit Kundinnen/Kunden, die zunehmend ebenfalls von digitalen Hilfsmitteln auf beiden Seiten geprägt ist, 3. die (Zusammen)Arbeit mit komplexen digitalen Algorithmen, die den eigenen Arbeitsprozess beeinflussen, 4. die Diagnose von Apparaten und Geräten, die digital durchgeführt wird und/oder digitale Geräte betrifft, 5. die digitale Dokumentation der eigenen Arbeit und 6. der Umgang mit grösseren Datenmengen. Alle sechs Anforderungssituationen können in verschiedenen Berufen und auf allen Qualifikationsstufen relevant sein. Dabei zeigte sich, dass die Digitalisierung nicht isoliert als Auslöser für neue Kompetenzanforderungen auftritt, sondern dass eine komplexe Interaktion mit anderen Treibern (z.B. steigende Kundenansprüche, zunehmendes Controlling) zu beobachten ist.

Die Anpassungen der Kompetenzen fanden in den Unternehmen entweder on-the-job oder über Aus- und Weiterbildungen statt. In diesem Zusammenhang wird von mehreren Expertinnen und Experten darauf hingewiesen, dass das lebenslange Lernen an Bedeutung gewonnen habe. Durch diese Veränderungen sind auch die nachgefragten Qualifikationsniveaus gestiegen. Zudem konnten die Expertinnen und Experten in den letzten Jahren keine grossen Unterschiede in den Veränderungen der Kompetenzanforderungen zwischen den Sprachregionen feststellen. Es gibt auch wenige Hinweise auf einen Mismatch auf dem Arbeitsmarkt. Am ehesten ist ein Mismatch bei den IT-Fachleuten zu erkennen, da die Veränderungen in diesem Bereich besonders schnell vorstättengehen.

Tabelle 5: Wirkung der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt – Zusammenfassung Interviews

Arbeitsmarktebene	Wirkung der Digitalisierung
Berufe	<ul style="list-style-type: none"> - Alle Berufe ändern sich im Zuge der Digitalisierung - In praktisch jedem Beruf kommen neue Technologien komplementär oder als Substitut zur menschlichen Arbeit zum Einsatz - Substitut: insbesondere in Produktion und Logistik und teilweise im DL-Bereich (zeigt Verschiebung hin zu mehr DL) - Komplementär: vor allem in Berufen mit hohem Anteil sozialer Interaktion - Wenige Berufe sind ganz oder teilweise verschwunden: Fließbandjobs und Grossrechnerspezialistin/Grossrechnerspezialist - Neu entstanden oder stark an Bedeutung gewonnen: Automobil-Mechatroniker/in, Automobildiagnostiker/in und Datenanalytistinnen/-analysten.
Tätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Grösste Veränderung durch Digitalisierung war, dass neue Tools zum Einsatz kommen - Verschiebungen innerhalb der administrativen Tätigkeiten - Verschiebung hin zu mehr Analyse- und „business intelligence“-Tätigkeiten - Bedeutung manueller Routinetätigkeiten hat abgenommen - Bedeutung kognitiver Routinetätigkeiten hat eher abgenommen - Bedeutung analytischer und interaktiver Nicht-Routinetätigkeiten hat zugenommen - Bedeutung manueller Nicht-Routinetätigkeiten hat sich nicht verändert
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> - An Bedeutung haben gewonnen: IT-Affinität, Soft skills (Flexibilität, Kundenbetreuung, Teamfähigkeit), Datenanalyse, Kreativität/Innovationsfähigkeit/Out-of-the-box-Denken, Prozessverständnis und Kommunikation - Neue oder veränderte Kompetenzen zur erfolgreichen Bewältigung erfordern folgende Situationen: die Kommunikation mit Kolleginnen/Kollegen, die Interaktion mit Kundinnen/Kunden, die (Zusammen)Arbeit mit komplexen digitalen Algorithmen, die Diagnose von Apparaten und Geräten, die digitale Dokumentation der eigenen Arbeit und der Umgang mit grösseren Datenmengen - Berufsspezifische Kompetenzen bleiben wichtig, auch in Kombination mit den überfachlichen Kompetenzen - Genaues Arbeiten hat an Bedeutung verloren - Neue Kompetenzen werden on-the-job oder über Weiterbildungen/Ausbildung erlernt - Keine Unterschiede in der Entwicklung der Kompetenzanforderungen zwischen den Sprachregionen
Qualifikationen	<ul style="list-style-type: none"> - Nachgefragte Qualifikationsniveaus sind gestiegen

5 BERUFSSPEZIFISCHE AUSWIRKUNGEN DER DIGITALISIERUNG: ERKENNTNISSE AUS EINEM EXPERTENWORKSHOP

Um einige ausgewählte Berufe vertiefter bezüglich der im Zuge der Digitalisierung veränderten Kompetenzen zu analysieren, wurde ein Expertenworkshop durchgeführt. Die Auswahl der Berufe stützte sich in erster Linie auf die Befragung von sechs Projektverantwortlichen des Zentrums für Berufsentwicklung des EHB. Sie konnten in ihrer Rolle als berufspädagogische Begleitpersonen Auskunft geben über die Treiber für Berufsrevisionen, die Rolle der Digitalisierung und die Auswirkungen auf die Handlungskompetenzen in verschiedenen Berufen/Berufsfeldern (siehe Anhang 8). Aus den Resultaten dieser Befragung ging hervor, dass sich sowohl in den Automobil-Berufen als auch im Bereich der Zahntechnik und – im Zusammenhang mit „eHealth“ – in allen Pflege-/Pharmaberufen in den letzten Jahren vieles aufgrund der Digitalisierung verändert hat und deshalb Berufe aus diesen Berufsfeldern im Expertenworkshop vertieft analysiert werden sollten. Zudem wurde die Verschiedenheit der Berufe berücksichtigt; es sollten im Expertenworkshop Berufe aus möglichst unterschiedlichen Branchen vertreten sein. Da der kaufmännische Bereich bereits in Aufträgen des Kaufmännischen Verbands Schweiz bezüglich Offshoring (Iten et al. 2016) und Digitalisierung (Sachs et al. 2016) vertieft analysiert worden ist, wurde er nicht berücksichtigt. Ebenfalls nicht untersucht wurden die IT-nahen Berufe, weil die betreffenden Berufsleute die Digitalisierung als Entwicklerinnen und Entwickler selbst mitgestalten und entsprechend ständig und unmittelbar von den neuesten Entwicklungen betroffen sind. Weit weniger bekannt ist, ob und wie sich die Kompetenzanforderungen aufgrund der Digitalisierung in anderen Berufen entwickeln.

Diese Erkenntnisse und Überlegungen führten dazu, dass im Expertenworkshop folgende Berufe vertieft analysiert wurden:

- Automobil diagnostiker/in mit eidg. Fachausweis (ergänzend auch Automobil-Mechatroniker EFZ)
- Gebäudetechnikplaner/in EFZ, Fachrichtung Heizung
- Hotelfachfrau/-mann EFZ (auch Hotel-Kommunikationsfachfrau/-mann EFZ, ist aber ein neuer Beruf, der erst ab August 2017 ausgebildet wird)
- Pflegefachmann/-frau HF (ergänzend auch Fachfrau/-mann Gesundheit EFZ)
- Zahntechniker/in EFZ

5.1 Teilnehmende des Expertenworkshops

Als Expertinnen und Experten wurden für alle Berufe Personen mit folgenden Profilen eingeladen:

- Personen mit Überblickswissen zum ausgewählten Beruf z.B. aus der Forschung, aus der Berufsbildung oder aus dem HR
- Personen, welche die Trägerschaft bzw. die Organisation der Arbeitswelt des ausgewählten Berufs vertreten
- Personen, die selbst im ausgewählten Beruf tätig sind

Es gelang nicht ganz für alle Berufe, Personen mit allen drei Profilen zu rekrutieren. Jeder Beruf war jedoch mit mindestens zwei kompetenten Expertinnen/Experten vertreten (siehe Liste der Teilnehmenden im Anhang 9).

5.2 Zielsetzungen des Expertenworkshops

Der ganztägige Expertenworkshop vom 8. Juni 2017 verfolgte folgende Zielsetzungen:

- Die Teilnehmenden des Expertenworkshops wurden über die bis dahin vorliegenden Studienergebnisse informiert und konnten offene Fragen klären.

- Die wichtigeren/weniger wichtigen Tätigkeiten und Kompetenzen im Zuge der Digitalisierung wurden für die ausgewählten Berufe ermittelt.
- Die Stossrichtungen, um den sich verändernden Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt und im Bildungssystem gerecht zu werden, wurden für die ausgewählten Berufe identifiziert.

5.3 Vorgehen/Ablauf

Nach einer allgemeinen Einführung und der Präsentation der Studienergebnisse wurden in drei Diskussionsrunden folgende Fragestellungen bearbeitet:

- Welche Tätigkeiten und Kompetenzen haben sich in den letzten 5-10 Jahren in Ihrem Beruf/Berufsfeld verändert?
- Wie werden sich die Tätigkeiten und Kompetenzen in den nächsten 5 Jahren in Ihrem Beruf/Berufsfeld verändern?
- Was sind mögliche Stossrichtungen, um den sich verändernden Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt und im Bildungssystem gerecht zu werden?

Die Expertinnen und Experten bearbeiteten die Fragestellungen jeweils in berufsspezifischen Gruppen. Für die Diskussion (insbesondere der ersten Fragestellung) standen die aktuell gültigen Bildungsgrundlagen (Bildungsplan, Prüfungsordnung, Wegleitung) zur Verfügung.

Nach jeder Diskussionsrunde wurden die Ergebnisse kurz im Plenum vorgestellt und offene Fragen geklärt.

5.4 Ergebnisse aus den Diskussionsrunden

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus den drei Diskussionsrunden je Beruf dargestellt. Die Erläuterungen werden durch fotografische Dokumentationen aus den ersten beiden Diskussionsrunden aus dem Expertenworkshop untermauert (siehe Anhang 10). Dabei wurden die Veränderungen in den letzten 5-10 Jahren (Diskussionsrunde 1) in grün und die erwarteten Veränderungen in den nächsten 5 Jahren (Diskussionsrunde 2) in gelb dargestellt. Tätigkeiten wurden jeweils auf sechseckigen, Kompetenzen auf viereckigen Moderationskarten festgehalten. Als Hilfestellung für die Definition von Tätigkeit und Kompetenz⁴³ wurde im Expertenworkshop folgendes Beispiel vorgelegt:

„Eine Fachfrau Gesundheit EFZ richtet für einen Patienten Medikamente, verabreicht ihm diese und klärt ihn über die Wirkung und die möglichen Nebenwirkungen auf (= **Tätigkeit**).“

In der erfolgreichen Bewältigung dieser Situationen zeigt sich u. a., dass die Fachfrau die richtige Dosierung der Medikamente, die Wirkung und die Nebenwirkungen kennt und klar, verständlich und situationsgerecht kommunizieren kann (= **Kompetenz**).“

5.4.1 Automobiliagnostiker/in mit eigenössischem Fachausweis

In den letzten fünf bis zehn Jahren hat sich der Beruf der Automobiliagnostikerin/des Automobiliagnostikers aufgrund der Digitalisierung stark verändert. Die Diagnose bei Problemen rund ums Auto erfolgt heute praktisch nur noch mittels Computer. Zudem haben sich Herstellerfirmen zusehends mit den Werkstätten digital vernetzt. Das heisst, dass Automobiliagnostiker/innen heute online mit dem Werk verbunden sind und beispielsweise Wartungsnachweise nicht mehr in Papierform, sondern digital erstellen. Dadurch entstanden neue Kompetenzen im Umgang mit dem PC und in der Anwendung des Browser-Systems. Durch die digitale Vernetzung haben Automobiliagnostiker/innen automatisch Zugriff auf viel mehr Daten und

⁴³ Dieses Verständnis von Tätigkeit und Kompetenz wurde spezifisch für diesen Workshop definiert und weicht deshalb von anderen gängigen Definitionen in der Berufsbildung ab.

Informationen; d. h. sie müssen sich Informationen selektiv beschaffen und kritisch denken können. Das zeigt sich auch bei der Fehlersuche: Obwohl oder vielleicht gerade weil die Fehlerdiagnose digitalisiert verläuft, müssen die Automobildiagnostiker/innen die Ergebnisse kritisch prüfen und interpretieren können, um einen fundierten Entscheid fällen zu können: Gibt die Automobildiagnostikerin/der Automobildiagnostiker beispielsweise zu Beginn der Fehlersuche aus Versehen eine falsche Automodellnummer ein, ist die ganze Analyse umsonst. Auch das Kundenverständnis hat sich aufgrund der Digitalisierung in den letzten Jahren geändert: Kunden stellen oft bereits im Voraus eine Eigendiagnostik, indem sie sich übers Internet mithilfe von Google, Foren etc. Informationen beschaffen. Diese muss von den Automobildiagnostiker/innen aufgenommen und allenfalls mit Fingerspitzengefühl gegenüber den Kunden korrigiert werden; die Kommunikation ist also wichtiger geworden. Neu müssen sich Automobildiagnostiker/innen auch mit fachfremder Technik auskennen: Wenn beispielsweise Smartphones oder GPS-Geräte mit dem Auto verbunden werden, müssen Automobildiagnostiker/innen sich auch mit dieser Software auskennen, damit sie auf Kundenwünsche eingehen und die Einstellungen wie Sprache, Wohnort etc. entsprechend anpassen können.

Vernetzung, Sensorik und (teil)autonomes Fahren werden die Kompetenzen weiter ändern

In den nächsten fünf Jahren werden aus Sicht der am Workshop anwesenden Experten Fahrzeuge direkt durch eine Software mit der Herstellerfirma, der Autogarage und den Fahrzeughalterinnen/-haltern verbunden sein bzw. miteinander kommunizieren. Dabei stellen sich auch Fragen im Umgang mit persönlichen Daten. Zudem werden Automobildiagnostiker/innen vermehrt auch selbst programmieren und parametrieren. Durch das (teil)autonome Fahren, das gemäss den am Workshop anwesenden Experten zunehmend Realität wird, wird es weniger Unfälle und somit auch weniger Blechschäden geben. Carrossierinnen und Carrossiers werden deshalb wohl in Zukunft ein kleineres Arbeitsvolumen haben. Automobildiagnostiker/innen werden hingegen auch lernen müssen, mit neuen Sensoren und neuen Kartendiensten umzugehen. Zudem sehen Automobildiagnostiker/innen in den nächsten fünf Jahren ein Potenzial bei alternativen Antrieben für Fahrzeuge. Dabei sehen sie Schnittstellen zur Haustechnik, wenn beispielsweise ein Auto mit Sonnenenergie des Hausdachs aufgeladen werden soll.

IT- und Elektronik-Kompetenzen müssen geschult werden

Als mögliche Stossrichtungen, um den sich verändernden Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt und im Bildungssystem gerecht zu werden, sehen die am Workshop anwesenden Experten folgenden Handlungsbedarf:

- auf dem Arbeitsmarkt: (1) Werkstätten müssen bzgl. IT gut ausgerüstet sein, damit die Vernetzung realisiert werden kann. (2) Es müssen genügend qualifizierte Lehrabgänger/innen aus der beruflichen Grundbildung für die Ausbildung zur Automobildiagnostikerin/zum Automobildiagnostiker rekrutiert werden. (3) Es müssen Weiterbildungsangebote für bestehende Arbeitskräfte geschaffen werden. (4) Es müssen allenfalls Quereinsteiger/innen aus den Tätigkeitsfeldern der Elektronik und der Informatik abgeworben werden, um über genügend qualifiziertes Personal im Bereich der Automobildiagnostik zu verfügen.
- in der Ausbildung auf Stufe der beruflichen Grundbildung: (1) Die neu erarbeiteten Bildungspläne für die Berufe Automobil-Assistent/in EBA, Automobil-Fachfrau/-mann EFZ und Automobil-Mechatroniker/in EFZ müssen ab 2018 umgesetzt werden. (2) Um genügend qualifizierte Lernende für die berufliche Grundbildung finden zu können, müssen neue Zielgruppen angesprochen und gewonnen werden. Das könnten sowohl Frauen sein, die in der Autobranche immer noch stark untervertreten sind, als auch „IT-Fans“ oder weitere Personen.
- in der Ausbildung auf Stufe der höheren Berufsbildung: (1) Die Bildungsdokumente für den Beruf Automobildiagnostiker/in mit eidg. Fachausweis müssen revidiert werden (Prüfungsordnung und Wegleitung). (2) Die am Workshop anwesenden Experten sehen evtl. Potenzial in einer neuen Ausbildung auf Stufe der höheren Berufsbildung: Diagnostiker/in Fachrichtung IT und Kommunikation.

5.4.2 Gebäudetechnikplaner/in EFZ mit Fachrichtung Heizung

In den letzten fünf bis zehn Jahren hat sich auch der Beruf der Gebäudetechnikplaner/innen stark verändert. Früher wurden Pläne von Hand in 2D gezeichnet, heute sind das digitale 3D-Zeichnen bzw. das Computer-Aided Design CAD und PC-gestützte Berechnungsprogramme aus ihrem Berufsalltag nicht mehr wegzudenken. Auch das Building Information Modeling BIM⁴⁴ nimmt an Bedeutung zu. In diesem Zusammenhang sind auch die allgemeinen IT-Kompetenzen wichtiger geworden; ein Experte aus dem Workshop berichtete, dass in seiner Firma alle Lernenden einen Excel-Kurs besuchen, um sowohl in der Anwendung des Tools an sich, aber auch im Umgang mit Makros sicher zu sein. Dank des BIM konnte ausserdem die Zusammenarbeit mit anderen Fachrichtungen/Berufsgruppen (z.B. Gebäudetechnikplaner/innen mit Fachrichtung Sanitär oder Elektroplaner/in) verbessert werden. Für die Gebäudetechnikplaner/innen mit Fachrichtung Heizung sind ausserdem das Fachwissen in der Mess- und Regeltechnik sowie im Bereich der Gebäudeleitautomation GLA wichtiger geworden. Auch die Sitzungsformen haben sich verändert: Heute werden für Sitzungen Tablets, Laptops etc. eingesetzt und die Zusammenarbeit kann über Clouds erfolgen, was den kompetenten Umgang mit IT voraussetzt. Durch neue, intelligente Stromnetze, sogenannte smart grids, mussten sich die Gebäudetechnikplaner/innen mit Fachrichtung Heizung in den letzten Jahren zudem neues Fachwissen zur Energieversorgung aneignen.

Die zunehmende Verfügbarkeit von Daten wird neue Kompetenzen fordern

Die im Workshop anwesenden Experten gehen davon aus, dass in den nächsten fünf Jahren die Qualitätssicherung durch die Zunahme der zu verarbeitenden Datenmenge eine wichtigere Rolle spielen wird und dass PC-gestützte Plausibilitätschecks durchgeführt werden können, um Fehler bei der Gebäudetechnikplanung auszuschliessen. Es wird ausserdem erwartet, dass für die Bestandesaufnahme von Bausanierungen neue Geräte entwickelt werden. Das könnte z.B. ein Scanner sein, der einen Raum komplett digital erfasst. An der Schnittstelle Gebäudetechnikplanung/Gebäudeleitautomation sehen die am Workshop anwesenden Experten in den nächsten fünf Jahren zudem erhöhten Absprache-/Zusammenarbeitsbedarf, wenn es um die Energieoptimierung geht. Auch bei der Zusammenarbeit mit Architektinnen/Architekten werden neue Programme erwartet, damit die Gebäudetechnikplaner/innen direkt mit den Daten der Architektinnen/Architekten arbeiten können. Bei der Zusammenarbeit mit anderen Fachrichtungen/Berufsgruppen (z.B. Gebäudetechnikplaner/innen mit Fachrichtung Sanitär oder Elektroplaner/in) werden ebenfalls neue/bessere Programme erwartet, um zeitgleich an ein und demselben Plan zeichnen und auch sehen zu können, was von den andern verändert wurde. Weiter rechnen die Experten damit, dass beim virtuellen Bauen grosse Fortschritte erzielt werden (z.B. Virtual-Reality-Brillen, mit denen man die geplanten Räume bzw. Gebäude virtuell, auch als Team, begehen kann).

IT-Grundkenntnisse in die berufliche Grundbildung integrieren

Als mögliche Stossrichtungen, um den sich verändernden Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt und im Bildungssystem gerecht zu werden, sehen die am Workshop anwesenden Experten folgenden Handlungsbedarf:

- auf dem Arbeitsmarkt: (1) Die Unternehmen brauchen gute IT-Ausrüstung (sowohl Hard- als auch Software), damit man sich vernetzen kann. (2) Die Selektion der Nachwuchskräfte muss präziser werden („Was ist der Bedarf auf dem Markt?“). (3) Der Beruf muss durch einen höheren Lohn und durch home office/smart work attraktiver gemacht werden.
- in der Ausbildung auf Stufe der beruflichen Grundbildung: (1) Die IT-Grundkenntnisse mit Schwerpunkt auf CAD, BIM und GLA müssen in die berufliche Grundbildung integriert werden.

⁴⁴ Beim Building Information Modeling (BIM) handelt es sich um Software, die Bauwerksdaten systematisch erfasst und für die Planung und Bearbeitung allen am Bau und Unterhalt beteiligten Akteuren zur Verfügung stellt (vgl. NIBS 2008).

- in der Ausbildung auf Stufe der höheren Berufsbildung: (1) Vertiefte Kenntnisse in den Bereichen GLA und smart grid sowie in den Bereichen BIM und digitales Bauen müssen in die höhere Berufsbildung integriert werden. (2) Die Berufsbezeichnungen sollten international werden, damit die Attraktivität der Abschlüsse bzw. der Berufe in der höheren Berufsbildung steigt.

5.4.3 Hotelfachfrau/-mann EFZ und Hotelkommunikationsfachfrau/-mann EFZ

In den letzten fünf bis zehn Jahren ist der Umgang mit IT für Hotelfachpersonen⁴⁵ immer wichtiger geworden: Heute werden Checklisten, Zimmerstände und Bestellungen digital bewirtschaftet. Auch die Interaktion/Kommunikation mit den Gästen hat sich verändert – jeder kleine Fehler des Hotelpersonals kann sofort zu einer schlechten Bewertung führen, die online gestellt wird. Deshalb wird heute von den Hotelfachpersonen einerseits mehr Empathie, andererseits auch Knowhow im Umgang mit social media gefordert. Hotelfachleute mussten ebenfalls lernen, mit neuen Maschinen für die Reinigung und Säuberung, aber auch mit neuen Technologien wie Tablets, die für die Gäste in den Hotelzimmern zur Verfügung stehen, umzugehen. Zudem sind die Hotelfachpersonen von den neuen Zahlungsmöglichkeiten betroffen. Sie müssen sich der Sicherheitsrisiken bewusst sein und sich immer auf den aktuellsten Stand bringen.

Neue Anforderungen an die Kommunikation

In den nächsten fünf Jahren erwarten die am Workshop anwesenden Expertinnen, dass die Kommunikation auf verschiedenen Ebenen und in verschiedenen Bereichen wichtiger wird. Deshalb wurde auch der neue Beruf Hotelkommunikationsfachfrau/-mann EFZ geschaffen, der ab August 2017 ausgebildet wird. Hotelkommunikationsfachpersonen werden nicht nur in einer zweiten Landessprache, sondern auch in Englisch ausgebildet, weil einerseits die Internationalität in der Hotelbranche zunimmt und andererseits in der Onlinekommunikation Englisch unumgänglich ist. Hotelkommunikationsfachpersonen werden u. a. für den Auftritt des Hotels auf social media verantwortlich sein; dazu gehört auch das Schreiben von „blogs“. Dabei sind neben den kommunikativen Fähigkeiten verschiedene Medienkompetenzen gefragt. Hotelkommunikationsfachpersonen müssen sich beispielsweise der Tragweite von „posts“ bewusst sein und sie müssen unterscheiden können, ob sie als Berufs- oder Privatperson auf social media auftreten. Die Expertinnen gehen ausserdem davon aus, dass Roboter in den Bereichen Küche und Rezeption eingesetzt werden und dass Hotel(kommunikations)fachpersonen ein Gespür für den Umgang damit entwickeln müssen. Sie müssen, allenfalls in Zusammenarbeit mit der Geschäftsleitung, auch erkennen können, wo der Einsatz von Robotern Sinn macht und wo stattdessen die menschliche Interaktion wichtiger ist. Die am Workshop anwesenden Expertinnen gehen ausserdem davon aus, dass einige administrative Tätigkeiten automatisiert werden. In den Hotelzimmern werden intelligente Systeme erwartet, die anhand der Körpertemperatur und anderen Indikatoren die Raumtemperatur, die Beleuchtung etc. automatisch regulieren. Dadurch werden für die Hotel(kommunikations)fachpersonen mehr Kapazitäten für die Betreuung der Gäste frei, um ihren Hotelaufenthalt zu einem individuellen und unvergesslichen Erlebnis werden zu lassen.

⁴⁵ Zum Beruf Hotelkommunikationsfachfrau/-mann EFZ können keine Aussagen zu den Veränderungen in den letzten fünf bis zehn Jahren gemacht werden, da es sich um einen neuen Beruf handelt, der erst ab Sommer 2017 ausgebildet wird. Er ist z.T. aus den Änderungen im Beruf Hotelfachfrau/-mann EFZ heraus entstanden und nimmt insbesondere Elemente wie vertiefte Sprachkenntnisse, social media, individualisierte Gästekommunikation auf.

Schulungen und Tagungen zu neuen Technologien

Als mögliche Stossrichtungen, um den sich verändernden Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt und im Bildungssystem gerecht zu werden, sehen die am Workshop anwesenden Expertinnen folgenden Handlungsbedarf:

- auf dem Arbeitsmarkt: (1) Fragen des Datenschutzes u. a. im Umgang mit privaten IT-Geräten müssen geklärt werden. (2) Es müssen Umfragen zu den neuen Berufsbildern durchgeführt werden. (3) Es müssen Schulungen und Tagungen zum Austausch von Erfahrungen für neue Technologien etc. angeboten werden.
- in der Ausbildung auf Stufe der beruflichen Grundbildung: (1) Die Infrastruktur in den Berufsfachschulen muss aufgerüstet werden. (2) Die Berufsbilder in der beruflichen Grundbildung müssen revidiert werden. D. h. es muss eine Tätigkeitsanalyse durchgeführt werden, um herauszufinden, was aktualisiert werden muss. (3) Es müssen Schulungen für die Berufsbildungsverantwortlichen der drei Lernorte veranstaltet werden.
- in der Ausbildung auf Stufe der höheren Berufsbildung: (1) Die Bildungsgrundlagen in der höheren Berufsbildung (Berufsprüfung, Höhere Fachprüfung und Höhere Fachschule) müssen revidiert werden.

5.4.4 Pflegefachfrau/-mann HF

In den letzten fünf bis zehn Jahren ist der Umgang mit IT für die Pflegefachpersonen immer wichtiger geworden: Sie erledigen sämtliche administrativen Arbeiten wie die Dienstplanung, die Bestellung von Medikamenten, die Kommunikation und der Datenaustausch mit Partnerorganisationen wie der Spitex digital. Zudem führen sie eine elektronische Pflegedokumentation. Auch die Infrastruktur hat sich stark geändert: Heute registrieren die Betten Bewegungen der Patientinnen/Patienten und es werden sogenannte Klingelmatten eingesetzt, die dem Pflegepersonal signalisieren, wenn Patientinnen/Patienten das Bett verlassen. Diese und alle weiteren Patientendaten müssen von den Pflegefachpersonen interpretiert, kritisch hinterfragt und plausibilisiert werden können. Dabei spielt der Datenschutz eine wichtige Rolle. Auch damit müssen die Pflegefachpersonen umgehen können. Zudem wurde in den letzten Jahren die Kundenorientierung immer wichtiger: Patientinnen und Patienten wandeln sich immer mehr zu Kundinnen und Kunden, die individuelle Wünsche haben. Ausserdem diskutieren die Patientinnen/Patienten auch vermehrt mit dem Pflegepersonal in medizinischen Fragen mit, weil sie sich im Internet informieren können. Darauf müssen Pflegefachpersonen flexibel reagieren und mit verschiedenen Kommunikationstechniken kompetent beraten können. In den letzten fünf bis zehn Jahren wurden ausserdem Medikamentenboxen für die Patientinnen und Patienten vereinzelt bereits fertig (durch Roboter) abgefüllt geliefert, was für die Pflegefachpersonen bedeutet, dass sie diese nicht mehr selbst von Hand abfüllen müssen. Mit der Einführung von sogenannten Patiententerminals, mit denen die Patientinnen und Patienten sowohl auf das Internet zugreifen als auch das Essen bestellen und den Fernseher bedienen können, mussten auch die Pflegefachpersonen lernen, damit umzugehen und die Funktionsweise zu erklären. Was im Arbeitsalltag der Pflegefachpersonen hingegen an Bedeutung verloren hat, ist das Auswendiglernen. Sie müssen heute eher wissen, wo man was nachschlagen kann. Das Wissensmanagement hat sich also stark verändert.

eHealth, Robotik, Sensorik und Datenschutz stellen neue Anforderungen

In den nächsten fünf Jahren erwarten die am Workshop anwesenden Expertinnen und Experten neue/bessere Tools für eine effiziente Dienstplanung. Sie gehen ausserdem davon aus, dass der Umgang mit eHealth, also allen digitalen Datenflüssen in der Pflege, für die Pflegefachpersonen zentral sein wird. Zudem ist aus ihrer Sicht in naher Zukunft eine „bring-your-own-device“-Kultur denkbar; dass also die Pflegefachpersonen ihr privates Handy für die Arbeit einsetzen. Die am Workshop anwesenden Expertinnen und Experten wiesen in diesem Zusammenhang auf die Probleme des Datenschutzes sowie der Vermischung von Privatem und Beruflichem hin. Sie rechnen damit, dass in den nächsten Jahren auch das sogenannte

Lean Management vermehrt gefordert sein wird. D. h. dass sich die Pflegefachpersonen einerseits gezielter an Prozessdefinitionen und Schnittstellenbeschreibungen zu orientieren haben und andererseits noch gezielter und flexibler auf Kundenwünsche eingehen werden müssen. Die am Workshop anwesenden Expertinnen und Experten gehen ausserdem davon aus, dass sich in der Pflege im Zusammenhang mit der Robotik und „intelligenten Gebäuden“ einiges verändern wird. Dazu laufen bereits einige Pilotprojekte wie beispielsweise im Bereich „ambient assisted living“, wo insbesondere ältere Personen beim eigenständigen Leben mittels Sensorik unterstützt und überwacht werden (z.B. der Weg ins Bad wird beim nächtlichen Toilettengang automatisch beleuchtet). Das wird für die Pflegefachpersonen bedeuten, dass sie einige Patientinnen und Patienten evtl. weniger direkt unterstützen müssen, aber dafür die aus der Überwachung gewonnenen Daten sehr gut analysieren können müssen, um die nötigen Schlussfolgerungen daraus ziehen zu können. Auch in diesem Zusammenhang spielt der Datenschutz eine wichtige Rolle. Die Expertinnen und Experten gehen davon aus, dass sich an der Schnittstelle Robotik/Informatik und Pflege neue Berufsbilder entwickeln werden.

Förderung von IT-Kompetenzen in die Aus- und Weiterbildung integrieren

Als mögliche Stossrichtungen, um den sich verändernden Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt und im Bildungssystem gerecht zu werden, sehen die am Workshop anwesenden Expertinnen und Experten folgenden Handlungsbedarf:

- auf dem Arbeitsmarkt: (1) Die Arbeitsplatzattraktivität muss gesteigert werden. (2) Die beiden Berufsbilder Pflegefachfrau/-mann HF und Pflegefachfrau/-mann FH müssen überdacht werden. D. h. es sollte untersucht werden, ob es weiterhin beide Ausbildungsgänge braucht. (3) Die Pflege muss beispielsweise durch Robotik von Routinetätigkeiten entlastet werden.
- in der Ausbildung auf Stufe der höheren Berufsbildung: (1) Die IT-Kompetenzen der Pflegefachpersonen müssen durch Schulungen verbessert werden. (2) Die Kompetenzen müssen bereits in der Ausbildung digital unterstützt aufgebaut werden. (3) Fragen des Datenschutzes müssen geklärt werden.

5.4.5 Zahntechniker/in EFZ

In den letzten fünf bis zehn Jahren haben im Arbeitsalltag der Zahntechniker/innen das computer-aided design CAD, das computer-aided modeling CAM, aber auch die Lasertechnik und der 3D-Druck stark an Bedeutung gewonnen. Zahnersätze werden nicht mehr manuell modelliert, sondern auf dem Bildschirm designed und maschinell aus einem Rohling ausgefräst. Dadurch mussten sich die Zahntechniker/innen neue Kompetenzen im Umgang mit der digitalen Herstellung, insbesondere in Bezug auf das Bedienen neuer Geräte, aneignen. Eine grosse Herausforderung stellen dabei die laufend neu entwickelten Werkstoffe dar. Zahntechniker/innen müssen sich kontinuierlich neu informieren. Dazu kommt, dass in den letzten Jahren die Ästhetik gegenüber der Funktionalität von Zahnersätzen bedeutender geworden ist. Für die Zahntechniker/innen bedeutet dies, dass sie noch genauer arbeiten müssen und die digital hergestellten Zahnersätze den letzten Feinschliff von Hand erhalten, weil punkto Präzision beim digitalen Herstellungsverfahren noch Verbesserungspotential besteht. Durch die neuen Verfahrenstechniken haben Kompetenzen im Zusammenhang mit manuellen Giess- und Lötverfahren im Verlauf der letzten Jahre an Bedeutung verloren.

Ablösung analoger Modelle durch digitale Abformungen verlangt neue Kompetenzen

In den nächsten fünf Jahren erwarten die am Workshop anwesenden Expertinnen/Experten, dass in den Zahnarztpraxen digitale Abformungen statt analoge Modelle der Zähne erstellt werden. Das bedeutet, dass jedes Zahnlabor für die Herstellung der digitalen Abformungen seine Infrastruktur umrüsten muss oder dass sich mehrere Labors zusammenschliessen müssen, um die neue Infrastruktur teilen zu können. Sonst besteht einerseits die Gefahr, dass sie keine Aufträge mehr erhalten und andererseits, dass sie keine Ler-

nenden mehr ausbilden können. Durch das Übermitteln der digitalen Abformungen aus den Zahnarztpraxen an die Zahntechniker/innen wird ein vernetzter digitaler Workflow zwischen Zahnärztinnen/Zahnärzten und Zahntechnikerinnen/Zahntechnikern entstehen. Dabei wird für die Zahntechniker/innen der Umgang mit den digitalen Patientendaten eine noch wichtigere Rolle spielen als bis anhin. Die am Workshop anwesenden Expertinnen/Experten gehen davon aus, dass die Qualitätssicherung in den nächsten Jahren an Bedeutung gewinnen wird; an der Schnittstelle Zahnarztpraxis/Zahnlabor muss durch verbesserte Kommunikation das Fehlerpotenzial verringert werden. Dafür ist ein Verständnis für das jeweils andere Arbeitsgebiet notwendig.

Digitalisierung erzeugt Handlungsbedarf im Bildungssystem

Als mögliche Stossrichtungen, um den sich verändernden Kompetenzenanforderungen auf dem Arbeitsmarkt und im Bildungssystem gerecht zu werden, sehen die am Workshop anwesenden Expertinnen/Experten folgenden Handlungsbedarf:

- auf dem Arbeitsmarkt: (1) Der Beruf der Zahntechnikerin/des Zahntechnikers EFZ muss besser vermarktet werden, damit genügend Nachwuchs ausgebildet werden kann und keine Fachkräfte aus dem Ausland rekrutiert werden müssen. (2) Es besteht die Gefahr, dass es in konventionellen Laboratorien zu Auftragsausfällen kommt. Alternativ könnten Gemeinschaftslaboratorien entstehen. (3) Es werden evtl. Fachkräfte aus anderen Berufen im Bereich der Zahntechnik eingesetzt werden (z.B. Personen aus der IT-Branche).
- in der Ausbildung auf Stufe der beruflichen Grundbildung: (1) Der neue Bildungsplan wird ab 2018 umgesetzt werden müssen. (2) Die (Lehr-)Betriebe müssen auf die digitale Infrastruktur umstellen. (3) Die Zusammenarbeit zwischen den Zahnärztinnen/Zahnärzten und den Zahntechnikerinnen/Zahntechnikern muss (z.B. durch gemeinsame überbetriebliche Kurse) verstärkt werden.
- in der Ausbildung auf Stufe der höheren Berufsbildung: (1) Die Module in der Ausbildung an der Höheren Fachschule müssen bzgl. Digitalisierung überarbeitet werden.

5.5 Fazit aus dem Expertenworkshop

In den am Workshop genauer analysierten Berufen Automobil diagnostiker/in mit eidg. Fachausweis, Gebäudetechnikplaner/in EFZ mit Fachrichtung Heizung, Hotelfachfrau/-mann EFZ bzw. Hotel-Kommunikationsfachfrau/-mann EFZ, Pflegefachmann/-frau HF und Zahntechniker/in EFZ haben sich in den vergangenen fünf bis zehn Jahren die Tätigkeiten und damit auch die Kompetenzenanforderungen durch die Digitalisierung bereits stark verändert. Die Wirkungsmechanismen der Digitalisierung, die eingangs in Abbildung 2 dargestellt wurden, finden sich auch bei den untersuchten Berufen: neue Produkte (z.B. Zahnprothesen aus neuartigen Materialien), neue Vertriebskanäle (z.B. Hotel-Buchungsplattformen) und neue Produktionsprozesse (z.B. 3D-Druck).

Drei Bereiche von veränderten Kompetenzen

Die Kompetenzenanforderungen haben sich insbesondere in den folgenden drei Bereichen verändert:

- Dokumentation und Administration: z.B. die digitale Dienstplanung oder Patientendokumentation bei den Pflegefachpersonen, aber auch die digitale Bewirtschaftung von Checklisten, Zimmerständen und Bestellungen bei Hotelfachpersonen.
- Digitale Technologien in den Produktionsprozessen: z.B. die Fehleranalyse rund ums Auto, welche die Automobil diagnostiker/innen mittels Computer erstellen; das digitale 3D-Zeichnen, CAD und BIM im Berufsalltag der Gebäudetechnikplaner/innen; der 3D-Druck, den die Zahntechniker/innen bei der Herstellung von Zahnersätzen einsetzen.

- Kommunikation mit Kundinnen/Kunden und Kolleginnen/Kollegen: z.B. die anspruchsvollere Interaktion mit Kundinnen und Kunden oder Patientinnen und Patienten, die sich im Vorfeld im Internet über Produkte und Dienstleistungen informieren, aber auch die Kommunikation über social media, die beispielsweise für Hotelkommunikationsfachpersonen eine wichtige Rolle spielen, oder die digitale Vernetzung zwischen Zahnarztpraxen und Zahnlabors, zwischen Autoherstellern und Autogaragen und zwischen Spitälern und Partnerorganisationen, wie der Spitex.

Als übergreifende Kompetenz wurde prominent zusätzlich die Fähigkeit genannt, in Arbeitsschritten unter Verwendung digitaler Technologien die Resultate kritisch zu hinterfragen, um Fehler zu vermeiden und die Qualität zu sichern.

Bestehende Kompetenzen sind immer noch gefragt

Kompetenzen, die in den vergangenen Jahren weggefallen oder weniger wichtig geworden sind, sind für die analysierten Berufe kaum auszumachen. In manchen Fällen ersetzen die Arbeitsschritte mit digitalen Tools die früheren Arbeitsschritte (Fräsen bei der Herstellung von Zahnersatz, Führen von Wartungsausweisen auf Papier u. ä.). In den meisten Fällen ist es so, dass die heute durchgeführten „digitalen Arbeitsschritte“ noch nicht in allen Betrieben umgesetzt werden und deshalb die herkömmliche, analoge Arbeitsweise parallel auch noch ausgebildet wird. Dabei stellt sich die Frage, ob es sich um eine Übergangsphase handelt und in naher Zukunft Kompetenzen im Zusammenhang mit analogen Arbeitsweisen wegfallen werden.

Auch zukünftig weitere Veränderungen der Kompetenzanforderungen erwartet

Obwohl sich die analysierten Berufe in den letzten Jahren bereits stark verändert haben, gehen alle am Workshop anwesenden Expertinnen und Experten von weiteren, grösseren Veränderungen durch die Digitalisierung in den nächsten fünf Jahren aus. Dabei schreiben sie der interdisziplinären Zusammenarbeit eine grosse Bedeutung zu. Genannt wurde beispielsweise die Zusammenarbeit der Automobildiagnostiker/innen mit den Gebäudetechnikplanerinnen/Gebäudetechnikplanern bei alternativen Antrieben für Fahrzeuge, wenn ein Auto mit Sonnenenergie eines Hausdachs aufgeladen werden soll. Im Allgemeinen werden an der Schnittstelle der analysierten Berufe und der IT-Branche neue Berufsbilder erwartet; z.B. in der Hotellerie, aber auch in der Pflege beim Einsatz von Robotern. Ein Thema, das in den Diskussionen am Expertenworkshop auch immer wieder auftauchte, ist der Umgang mit der immer grösser werdenden Datenmenge und den damit verbundenen rechtlichen Fragen.

6 SYNTHESE UND AUSBLICK

Die vorliegende Studie untersucht, wie sich die Anforderungen auf dem Arbeitsmarkt in Bezug auf Berufe, Tätigkeiten und individuelle Kompetenzen in den letzten fünf bis zehn Jahren verändert haben. Sie bietet neben einer Übersicht über bestehende Resultate aus der Literatur neue empirische Resultate zur Frage, wie sich die Digitalisierung im Beobachtungszeitraum von 2006 bis 2015 auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt ausgewirkt hat. Die empirische Analyse besteht in einem ersten Teil aus einer statistischen Untersuchung der Beschäftigungsentwicklung. Sie fokussiert auf die Entwicklung von Berufen, Tätigkeiten und Qualifikationen, weil hierzu gute Datengrundlagen bestehen. Der Wandel der einzelnen, von den Arbeitnehmenden geforderten Kompetenzen wurde in einem zweiten Teil mit Hilfe von qualitativen Experteninterviews und in einem dritten Teil mit Hilfe eines Expertenworkshops zu fünf Berufsbildern vertieft untersucht. In dieser Synthese werden die Resultate aus allen empirischen Teilen gebündelt. Die wichtigsten Resultate werden anhand dreier im Projektmandat angesprochenen Fragestellungen dargestellt und interpretiert. Die erste Frage betrifft die Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt über die letzten fünf bis zehn Jahre im Allgemeinen. Kompetenzanforderungen zeigen sich auf verschiedenen Ebenen im Arbeitsmarkt, namentlich auf Ebene der Branchen, der Berufe, der Tätigkeiten, der Qualifikationen und der individuellen Kompetenzen im engeren Sinne. Bei der ersten Frage fokussieren wir auf die Veränderungen in Berufen, Tätigkeiten und Qualifikationen. Die zweite Frage betrifft den Anpassungsprozess an die neuen Anforderungen im Arbeitsmarkt und einen möglichen Mismatch zwischen Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage. Bei der dritten Frage gehen wir auf die individuellen Kompetenzen ein und diskutieren, welche an Stellenwert gewonnen beziehungsweise verloren haben.

1. Wie haben sich die Anforderungen an die Beschäftigten auf dem Arbeitsmarkt über die letzten fünf bis zehn Jahre verändert?

Der Digitalisierungstrend betrifft alle Branchen und Berufe – die Auswirkungen auf dem Arbeitsmarkt sind aber bislang eher moderat

Die Digitalisierung beschreibt gemäss Literatur das gleichzeitige Auftreten und gemeinsame Wirken von verschiedenen neuen, digitalen Technologien. Die digitalen Technologien beeinflussen den Arbeitsmarkt in Form von neuen Produktionsprozessen, neuen Vertriebskanälen sowie neuen Produkten und Märkten und verändern damit Branchen, Berufe, Tätigkeiten, Kompetenzen und Qualifikationen. Ob die Beschäftigung und die Löhne für bestimmte Branchen, Berufe, Tätigkeiten usw. steigen oder sinken, hängt zentral davon ab, ob die neuen Technologien substituierend oder komplementär zur menschlichen Arbeit wirken. Da verschiedene Technologien über unterschiedliche Kanäle heterogene Auswirkungen auf verschiedene Berufe, Tätigkeiten usw. haben, sind generelle Aussagen dazu schwierig. Die Digitalisierung entfaltet ihre Wirkung zudem zur gleichen Zeit wie andere Trends – etwa dem vermehrten Offshoring, gesellschaftlichem Wertewandel oder demografischen Entwicklungen – die sich gegenseitig überlagern und beeinflussen. Entsprechend finden sich in der Literatur sehr unterschiedliche Einschätzungen zu den bisherigen, den aktuellen sowie zu den künftig erwarteten Auswirkungen der Digitalisierung.

Nur eine Handvoll Studien befasst sich explizit und empirisch mit den bisherigen Auswirkungen der Digitalisierung auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass Daten zu Tätigkeiten und Kompetenzen sowie zur Verwendung neuer Technologien auf dem Arbeitsmarkt, die gezielte Analysen zur Digitalisierung erlauben würden, für die Schweiz weitgehend fehlen. Die bestehenden quantitativen Studien zur Schweiz greifen daher auf ausländische oder internationale Tätigkeits- und Kompetenzbe-

schreibungen zurück, was Fragen der Übertragbarkeit aufwirft. Möchte man die Entwicklungen von Tätigkeiten und Kompetenzen ganz spezifisch für die Schweiz quantitativ erfassen, müssten zunächst entsprechende Datensätze aufgebaut werden.

Die statistische Analyse, deren Resultate in den folgenden Punkten zusammengefasst werden, zeigen die erwarteten, deutlichen Verschiebungen im Bereich der Tätigkeiten auf dem Arbeitsmarkt. Diese Verschiebungen stellen sich auf der Ebene des Gesamtarbeitsmarkts eher als fortdauernde Entwicklung dar, nicht als sprunghafte Disruption.

Produktionsberufe verlieren, technische und Dienstleistungsberufe gewinnen an Bedeutung

Entscheidend für die Auswirkung der Digitalisierung ist, ob die neuen Technologien die menschliche Arbeit in einem Beruf weitgehend ersetzen (substituieren) können, oder ob sie unterstützend und ergänzend (komplementär) zur menschlichen Arbeit eingesetzt werden.

Die Analysen der SAKE-Daten zeigen, dass die Beschäftigung in den Dienstleistungsberufen von 2006 bis 2015 weiter gestiegen, jene in den landwirtschaftlichen und Produktionsberufen (Industrie, Bau) gesunken ist. Gestiegen ist sie auch in den technischen und IT-Berufen, die sich an der Nahtstelle zwischen Industrie- und Dienstleistungsberufen befinden.

Betrachtet man die Berufe auf einer tieferen Aggregationsebene, sind viele Entwicklungen zu beobachten, die einen Zusammenhang zur Digitalisierung aufweisen. Der Rückgang bei Berufen des Maschinenbaus, der Metallbearbeitung, im Post- und Fernmeldewesen oder bei den Druckerinnen und Druckern beispielsweise gehen auf Rationalisierungen im Zuge neuer Technologien zurück. Umgekehrt nahmen die Berufe der Informatik und die Ingenieurberufe deutlich zu. Bei den Dienstleistungsberufen nahmen die kaufmännischen Angestellten und Büroberufe ab, während viele andere Berufe etwa in Werbung und Marketing, im Bank- und Versicherungswesen, Treuhänder/innen, Immobilienfachleute, Personalfachleute, Krankenpflegeberufe, Berufe in Fürsorge und Erziehung, Hochschullehrpersonen sowie mittlere und hohe Kader Beschäftigungszuwächse verzeichnen. Dies passt zu den Resultaten der Literaturanalyse, gemäss denen die Rationalisierungsgewinne durch Automatisierungen zu einer erhöhten Nachfrage nach Dienstleistungen führen. Dazu passt auch, dass teilweise Berufe in vergleichsweise niedrigqualifizierten Bereichen zulegen, die kaum automatisiert werden können, wie beispielsweise Hauswarte, Raum-/Gebäudereiniger/in oder Küchen- und Servicepersonal.

Die befragten Expertinnen und Experten sind sich einig, dass die Digitalisierung alle Berufe betrifft und verändert. Die Veränderungen führten jedoch eher selten zum Verschwinden von Berufen. Deutlich an Bedeutung verloren hätten die Fliessbandarbeit sowie Grossrechnerspezialistinnen und -spezialisten. Das letztere Beispiel zeigt, dass der hohe Bedarf an IT-Fachkräften im Zuge der Digitalisierung nicht bedeutet, dass alle Berufe in diesem Bereich gleichermaßen nachgefragt werden, da sich die rasche technologische Entwicklung hier unmittelbar auswirkt. Als Beispiele neu entstandener Berufe wurden Automobil-Mechatroniker/in (statt Automobil-Mechaniker/in), Automobil diagnostiker/in sowie Berufe im Bereich der Datenanalyse genannt. Insgesamt nehmen die Expertinnen und Experten den Wandel auf dem Arbeitsmarkt jedoch weniger als Entstehen und Verschwinden von Berufen wahr, sondern vor allem als Wandel der Tätigkeiten und Kompetenzanforderungen innerhalb der Berufe.

Berufe mit höheren Anteilen an analytischen und interaktiven Nicht-Routinetätigkeiten nehmen an Bedeutung zu, solche mit manuellen Routinetätigkeiten ab

Um die Komplementarität oder Substituierbarkeit der Berufe vertieft zu analysieren, verwenden wir den tätigkeitsbasierten Ansatz, der in der arbeitsmarktökonomischen Literatur zu diesem Zweck genutzt wird. Dabei wird ein Beruf oder eine Arbeitsstelle charakterisiert mit ihren Anteilen an fünf Tätigkeitskategorien:

analytische Nicht-Routinetätigkeiten, interaktive Nicht-Routinetätigkeiten, kognitive Routinetätigkeiten, manuelle Routinetätigkeiten und manuelle Nicht-Routinetätigkeiten. Die beiden Routine-Kategorien sind so definiert, dass sie technisch gesehen ein hohes Automatisierungsrisiko aufweisen. Den Erwartungen entsprechend findet die internationale empirische Literatur, dass der Anteil solcher Tätigkeiten auf den Arbeitsmärkten vieler Länder in den letzten Jahren und Jahrzehnten abgenommen hat, während analytische und interaktive Nicht-Routinetätigkeiten zulegen.

Die statistischen Analysen im vorliegenden Bericht gehen über bestehende Studien zur Schweiz hinaus, indem sie erstmals detaillierte deutsche Tätigkeitsbeschreibungen für die Schweiz nutzen. Deutsche Berufe und Berufsausbildungen sowie die Organisation der Arbeitsprozesse in deutschen Firmen weisen deutlich grössere strukturelle Ähnlichkeiten mit der Situation in der Schweiz auf als angelsächsische oder frankophone Länder. Daher stützen wir uns erstens auf die Tätigkeitseinteilungen von DMP (2014), die auf rund 7'000 Tätigkeiten in rund 3'000 deutschen Berufen zurückgehen und diese explizit danach einteilen, ob die jeweiligen Tätigkeiten gemäss dem heutigen Stand der Technik automatisiert werden könnten. Zweitens nutzen wir die BIBB-BAuA-Erwerbstätigenbefragungen, die Tätigkeitsprofile von deutschen Erwerbstätigen in den Jahren 2006 und 2012 erheben und somit Veränderungen in den Tätigkeiten der Erwerbstätigen zwischen diesen Zeitpunkten erfassen.

Auf der Ebene der Tätigkeiten bestätigen sich in unseren Analysen mit einer bedeutenden Ausnahme die Resultate aus der Literatur für andere Staaten: analytische und interaktive Nicht-Routinetätigkeiten haben seit 2006 kontinuierlich an Bedeutung, das heisst an Beschäftigungsanteilen auf dem Arbeitsmarkt zugelegt. Manuelle Routinetätigkeiten haben abgenommen und manuelle Nicht-Routinetätigkeiten stagnieren. Die technologische Entwicklung verschiebt somit, im Verbund mit anderen Einflussfaktoren, die Art der Tätigkeiten auf dem Arbeitsmarkt. Das kontinuierliche, eher moderate Fortschreiten dieser Veränderungen der Tätigkeiten spricht in der jüngeren Vergangenheit eher für eine Evolution als für eine Revolution auf dem Arbeitsmarkt. Die befragten Expertinnen und Experten schätzen die Entwicklung in diesen Tätigkeitskategorien gleich ein.

Neu ist dagegen das Resultat aus der statistischen Analyse, dass auch die kognitiven Routinetätigkeiten gemessen an der Beschäftigung an Bedeutung gewonnen haben. Dies entspricht nicht der Wahrnehmung der meisten befragten Expertinnen und Experten, obwohl es einen Experten gab, der einen Bedeutungszuwachs wahrnahm. Es gibt zwei mögliche Interpretationen des statistischen Befundes: einerseits könnten die kognitiven Routinetätigkeiten auf ein noch ungenutztes technisches Rationalisierungspotenzial verweisen. Dann wäre anzunehmen, dass die weitere technologische Entwicklung und die Anpassung der Geschäftsprozesse an die technischen Möglichkeiten dazu führen werden, dass diese Tätigkeiten in Zukunft automatisiert werden und abnehmen. Andererseits fällt aber auf, dass die kognitiven Routinetätigkeiten auch in jenen Berufen stark vertreten sind, die einen hohen Anteil an analytischen Nicht-Routinetätigkeiten aufweisen. Möglicherweise lassen sich diese beiden Tätigkeitstypen nicht unbegrenzt in effizienter Weise entbündeln (was auf eine Begrenzung des Tätigkeitsansatzes verweist, der die Interdependenz von Tätigkeiten innerhalb von Berufen nicht berücksichtigt). Digitalisierte Prozesse führen beispielsweise zu neuen Schnittstellen zwischen verschiedenen Systemen, die von Menschen überbrückt werden müssen, oder dazu, dass arbeitsteilige Prozesse verändert werden (z.B. Briefe nicht mehr diktieren, sondern selbst verfassen in Word). Soweit diese Prozesse nicht weiter standardisiert und automatisiert werden können, benötigen analytische Nicht-Routinetätigkeiten für effiziente Abläufe demnach gewisse begleitende kognitive Routinetätigkeiten.

Der Wandel der Tätigkeiten findet sowohl zwischen wie innerhalb der Berufe statt

Ein wichtiges Resultat der statistischen Analysen ist, dass die veränderten Beschäftigungsanteile der verschiedenen Tätigkeitskategorien nicht nur auf Beschäftigungsverschiebungen zwischen Berufen zurückgehen, sondern auch auf Veränderungen der Tätigkeitsprofile der einzelnen Berufe selbst. Dies entspricht der

Wahrnehmung der befragten Expertinnen und Experten und lässt sich empirisch für den Beobachtungszeitraum von 2006 bis 2012 belegen: Vor allem die Abnahme der manuellen Routinetätigkeiten wurde durch die Veränderung der Tätigkeiten innerhalb der Berufe vorangetrieben, viel mehr als durch eine Abnahme der Beschäftigungsanteile jener Berufe, die durch viele manuelle Routinetätigkeiten geprägt sind. Dies bedeutet, dass die entsprechenden Berufe sich auf dem Arbeitsmarkt rasch verändern, jedoch nicht massiv an Bedeutung verlieren. Für die Arbeitnehmenden in den entsprechenden Berufen ist dies eine positive Nachricht, weil ihre Berufe offenbar wandlungsfähig sind und sie nicht generell von einem Arbeitsplatzverlust bedroht sind. Nicht erkennbar ist bei diesen Analysen der Berufe und Tätigkeiten jedoch, ob sich alle Arbeitnehmenden an diesen Wandel in ihren Berufen anpassen können, oder ob bestimmte Personen oder Gruppen aus ihren Berufen bzw. dem Arbeitsmarkt verdrängt werden. Die bedeutsamen Entwicklungen innerhalb der Berufsbilder wurden im Rahmen der Studie in den Experteninterviews und insbesondere im Expertenworkshop aufgegriffen, wo die Entwicklung der einzelnen Kompetenzaspekte vertieft untersucht wurde (siehe Resultate zu Frage 3 unten).

2. Kann eine Anpassung der Kompetenzen der Beschäftigten an die vom Arbeitsmarkt nachgefragten Kompetenzen beobachtet werden? Ist ein Mismatch zwischen Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage zu beobachten?

Jüngere Arbeitnehmende mit Tertiärabschluss fördern den Anpassungsprozess

Vergleicht man verschiedene Alterskohorten im Arbeitsmarkt, dann zeigt sich, dass Jüngere vermehrt jene Tätigkeiten ausüben, die im Wachsen begriffen sind, als Ältere. Der Eintritt neuer Alterskohorten trägt somit zur Anpassung der Tätigkeits- und Berufsstruktur auf dem Arbeitsmarkt bei. Berücksichtigt man zusätzlich die Qualifikationen der Jüngeren, wird deutlich, dass es vor allem die Jüngeren mit Tertiär-B- oder Tertiär-A-Abschluss sind, die diese Anpassung ermöglichen: sie üben erstens mehr analytische Nichtroutinetätigkeiten aus und haben zweitens dank der Zunahme der Fachhochschulabschlüsse im Arbeitsmarkt deutlich zugenommen. Das Bildungssystem hat damit durch den Ausbau der Tertiärstufe A (Berufsmaturität und Fachhochschulen) wesentlich zur Anpassung an die veränderten Kompetenzanforderungen beigetragen. Zu erwähnen ist schliesslich, dass im Beobachtungszeitraum die Beschäftigung generell zugenommen hat, was die Anpassung an den Wandel in Berufen, Tätigkeiten usw. vermutlich ebenfalls erleichtert hat.

Kein Anstieg von Mismatchphänomenen im Beobachtungszeitraum

Vergleicht man die Tätigkeitsprofile der ausgeschriebenen Stellen mit den Tätigkeitsprofilen der Erwerbslosen, stellt man fest, dass bei den offenen Stellen relativ mehr analytische Nicht-Routinetätigkeiten und kognitive Routinetätigkeiten gefragt sind, während die Erwerbslosen in Berufen tätig waren, die relativ mehr manuelle Tätigkeiten beinhalten. Der bereits seit einiger Zeit diskutierte Fachkräftemangel in den technischen und IT-Berufen, der auch in den Experteninterviews erwähnt wurde, passt zum Befund, dass bei den analytischen Nichtroutinetätigkeiten ein gewisser Nachfrageüberhang besteht. Allerdings hat die Diskrepanz in den Tätigkeitsprofilen von offenen Stellen und Erwerbslosen von 2006 auf 2015 nicht zu-, sondern eher abgenommen. Da auch die Erwerbslosigkeit in diesem Zeitraum kaum zugenommen hat, lässt sich schliessen, dass Anpassungsprobleme oder Mismatches im Zuge der Digitalisierung nicht zugenommen haben. Dieses Resultat passt zu Befunden in der Literatur, die der Schweiz ebenfalls eine unterdurchschnittliche Quote von beruflichen Mismatches attestieren.

Zunehmende Höherqualifikation, keine Anzeichen für eine Polarisierung

Während die arbeitsmarktökonomische Literatur zu «skill-biased technological change» lange davon ausgeht, dass Höherqualifizierte durch den technologischen Wandel vermehrt und Tieferqualifizierte weniger

nachgefragt würden, postuliert die neuere Polarisierungshypothese, dass vor allem das Segment der Mittelqualifizierten Beschäftigungsanteile verliert, zugunsten sowohl der Höher- wie der Tieferqualifizierten. Gemäss Employment Outlook der OECD (2017) gehört die Schweiz zu jenen Ländern, bei denen die mittlere Qualifikationsstufe am meisten Beschäftigungsanteile seit 1995 verloren hat. Dieser Rückgang ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sie auch den höchsten Anstieg bei den hochqualifizierten Stellen verzeichnet.

Unsere statistischen Analysen zeigen kaum Anzeichen für eine Polarisierung auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt. Rangiert man die schweizerischen Berufe nach Medianlohn, wie es die Polarisierungsliteratur tut, zeigt sich seit 2006 (in absoluten Zahlen) ein starker Zuwachs bei den Höherqualifizierten und eine minimale Zunahme in den tieferen und mittleren Qualifikationssegmenten, die somit beide an Beschäftigungsanteilen verlieren. Auch die Beschäftigungsanteile der einzelnen Qualifikationsstufen gemäss Bildungsabschluss (Tertiär-A, Tertiär-B, Berufsbildung, obligat. Schulabschluss) zeigen keine Polarisierung an: Der Anteil Beschäftigte mit Tertiär-A-Abschluss steigt deutlich an, alle anderen Qualifikationsstufen nehmen leicht ab. Dies legt erneut nahe, dass die Einführung von Berufsmaturität und Fachhochschulen ein wichtiges Element war, um die höheren Qualifikationsanforderungen der Wirtschaft in den vergangenen zehn Jahren zu decken. Personen aus dem mittleren Qualifikationssegment, das in der Schweiz weitgehend aus Personen mit einer Berufsausbildung besteht, werden dadurch nicht unter Druck gesetzt: während Personen mit Berufsausbildung vor Einführung der Berufsmaturität nur mit grossem Aufwand einen Tertiär-A-Abschluss erreichen konnten, schliessen heute viele Personen mit Berufsabschluss dank der Durchlässigkeit des Bildungssystems eine Tertiär-A-Ausbildung ab.

Die Befunde, dass weder zunehmende Mismatches noch eine Polarisierung festgestellt werden können, sprechen für die Anpassungsfähigkeit des schweizerischen Bildungs- und Beschäftigungssystems. Es ist zwar möglich, dass einzelne Personengruppen, z.B. Beschäftigte in Berufen mit vielen manuellen Routine-tätigkeiten, durch die Digitalisierung negativ betroffen sind. Auf der Ebene des Arbeitsmarktes insgesamt ist die Bilanz jedoch positiv.

3. Welche Kompetenzen haben auf dem Arbeitsmarkt an Stellenwert verloren, welche sind wichtiger geworden?

Im Anpassungsprozess an neue digitale Technologien gewinnen übergreifende Kompetenzen, teilweise aber auch berufliche Fachkompetenzen an Bedeutung

Passend zu den Verschiebungen der Beschäftigung und der Tätigkeiten zwischen und innerhalb von Berufen, stellen die Expertinnen und Experten in Interviews und im Workshop veränderte Anforderungen sowohl bei den berufsspezifischen Fachkompetenzen wie bei den fächerübergreifenden Kompetenzen fest. Die Bedeutung berufsspezifischer Fachkompetenzen kam nicht nur, aber besonders beim Workshop deutlich zum Ausdruck. Beispiele für digitalisierte berufliche Fachkompetenzen sind das CAD-Zeichnen und die Gebäudeleitautomation in der Bau- und Gebäudetechnikplanung, computerisiertes Farbenmischen bei Carosserie-Lackiererinnen und -Lackierern, digitale Fehlerdiagnose an Automobilen, der korrekte Einsatz elektronischer Patientendossiers und der 3-D-Druck von massgeschneiderten Zahnprothesen.

Als zunehmend wichtige übergreifende Kompetenzen wurden in den Experteninterviews genannt: IT-Affinität, Soft skills (z. B. Flexibilität, Kundenbetreuung, Teamfähigkeit), Datenanalyse, Kreativität/Innovationsfähigkeit/Out-of-the-box-Denken, Prozessverständnis und Kommunikation. Auch das kritische Denken (z.B. Hinterfragen der Diagnose eines digitalen Diagnosegerätes) wurde als Kompetenz genannt. Diese Kompetenzen ähneln sich teilweise berufsübergreifend, beispielsweise beim Einsatz von Smartphones für mobile Kommunikation mit Teamkolleginnen und -kollegen oder beim Verwenden des Internets als Vertriebskanal

bzw. als Plattform für Kundenkontakt. Trotzdem sind auch die übergreifenden Kompetenzen im Kontext ihrer jeweiligen beruflichen Situationen zu sehen. Bereits die Anwendung von Software oder von Apps auf dem Smartphone ist recht berufsspezifisch, da verschiedene Software und Apps sehr unterschiedliche Funktionen erfüllen. CAD wird beispielsweise in verschiedenen Berufen (z.B. Gebäudetechnik, Schreiner/in, Zahntechnik) eingesetzt, die konkreten Anwendungen und die Bedienung der jeweiligen Systeme sind jedoch spezifisch. Diese Feststellung ist wichtig, weil in der Literatur die fächerübergreifenden Kompetenzen betont werden, die im Zuge der Digitalisierung an Gewicht gewinnen. Unsere qualitativen Analysen bestätigen diese Entwicklungen, zeigen aber auch die berufsspezifischen Ausprägungen dieser Entwicklungen auf.

Die Expertinnen und Experten wurden in den Interviews nach spezifischen Beispielen für veränderte Kompetenzanforderungen gefragt, die wir einer Inhaltsanalyse unterzogen haben. Daraus resultieren folgende Anforderungssituationen, in denen neue oder veränderte Kompetenzen als Folge der Digitalisierung gefragt sind: 1. die Kommunikation mit Kolleginnen/Kollegen, die sich dank digitaler Hilfsmittel intensiviert und verändert, 2. die Interaktion mit Kundinnen/Kunden, die zunehmend ebenfalls von digitalen Hilfsmitteln auf beiden Seiten geprägt ist, 3. die (Zusammen)Arbeit mit komplexen digitalen Algorithmen, die den eigenen Arbeitsprozess beeinflussen, 4. die Diagnose von Apparaten und Geräten, die digital durchgeführt wird und/oder digitale Geräte betrifft, 5. die digitale Dokumentation der eigenen Arbeit und 6. der Umgang mit grösseren Datenmengen. Alle sechs Anforderungssituationen können in verschiedenen Berufen und auf allen Qualifikationsstufen relevant sein. Dabei zeigte sich, dass die Digitalisierung nicht isoliert als Auslöser für neue Kompetenzanforderungen auftritt, sondern dass eine komplexe Interaktion mit anderen Treibern (z.B. steigende Kundenansprüche, zunehmendes Controlling) zu beobachten ist.

Im Expertenworkshop wurde der Wandel in den Berufsbildern Automobildiagnostiker/in, Gebäudetechnikplaner/in, Hotelfachfrau/-mann und Hotel-Kommunikationsfachfrau/-mann, Pflegefachmann/-frau sowie Zahntechniker/in vertieft untersucht. In allen Berufen ergaben sich neue Kompetenzanforderungen, die durch die Digitalisierung ausgelöst wurden. Drei Bereiche kristallisierten sich heraus, die in mehreren Berufen relevant waren: Erstens erfolgt die Dokumentation und Administration von Prozessen heute häufig mit digitalen Tools. Zweitens werden häufig digitale Technologien in den Produktionsprozessen verwendet, so dass der Einsatz der Technologien sicher beherrscht werden muss. Drittens erfolgt die Kommunikation mit Kundinnen/Kunden sowie Kolleginnen/Kollegen dank digitalen Kommunikationsmitteln teilweise direkter oder intensiver. Stets ist dabei auch die Kompetenz gefragt, in Arbeitsschritten unter Verwendung digitaler Technologien die Resultate kritisch zu hinterfragen, um Fehler zu vermeiden und die Qualität zu sichern. An der Schnittstelle der analysierten Berufe und der IT-Branche erwarten die Expertinnen und Experten neue Berufsbilder, welche die Fachkompetenzen aus den jeweiligen Berufen mit technologischen Kompetenzen verbinden.

Expertinnen/Experten nennen viele neue Kompetenzanforderungen, alte fallen jedoch (noch?) kaum weg

Wie oben beschrieben, nennen die Expertinnen und Experten eine Vielzahl von neuen oder veränderten Kompetenzen, die die Erwerbstätigen sich aneignen müssen. Die Anpassung der Erwerbstätigen an die neuen Kompetenzanforderungen erfolgt gemäss den Expertinnen und Experten sowohl on-the-job wie über Aus- und Weiterbildungen. Obwohl sich die analysierten Berufe in den letzten Jahren bereits stark verändert haben, gehen die Expertinnen und Experten von weiteren, grösseren Veränderungen durch die Digitalisierung in den nächsten fünf Jahren aus. Wichtig erscheinen dabei unter anderem die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Berufen und der Umgang mit immer grösser werdenden Datenmengen und den damit verbundenen rechtlichen Fragen.

Es fällt auf, dass in der Einschätzung der Expertinnen und Experten die neuen oder veränderten Kompetenzen dominieren, während kaum Kompetenzen genannt werden, die wegfallen. Ein Grund dürfte die Heterogenität zwischen verschiedenen Betrieben darstellen, die neue Technologien in sehr unterschiedlichem

Masse verwenden. Bei Revisionen von Bildungsverordnungen in der beruflichen Grundbildung lässt sich etwa beobachten, dass häufig sowohl die bisherige wie die neue Technologie und die damit verbundenen Kompetenzen als Bildungsziele verankert werden, weil beide in der Wirtschaft eingesetzt werden. Offen ist, ob es sich dabei um eine Übergangsphase handelt, während der analoge und digitale Technologien und Kompetenzen koexistieren, oder ob der Einsatz der Technologien so anwendungsspezifisch ist, dass längerfristig von einer Ausdifferenzierung der Kompetenzen auszugehen ist.

Ausblick

Die vorliegende Studie präsentiert neue Analysen und Befunde zum Thema. Sie weist naturgemäss gewisse methodische und datenseitige Grenzen auf und kann nicht alle Fragen im weiten Feld der Digitalisierung beantworten. Im Folgenden verweisen wir daher auf Grenzen sowie, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, auf weiterführende Forschungsfragen:

- Auffällig ist das Fehlen schweizerischer Daten zu Tätigkeiten und Kompetenzen auf dem Arbeitsmarkt im Vergleich zur Datenlage in Deutschland. Das Übertragen deutscher Daten auf die Schweiz ist unter diesen Umständen sinnvoll; es bleibt jedoch unklar, wo die Grenzen der Übertragbarkeit liegen. Die Schweiz weist einige Spezifitäten auf, die sich von der deutschen Situation unterscheiden, etwa in Bezug auf das Berufsbildungssystem (z.B. Verbundpartnerschaft, Durchlässigkeit), die beruflichen Grundbildungen (z.B. zweijährige Berufe mit Eidgenössischem Berufstest, vierjährige Berufe, Gesundheitsberufe wie Fachmann/Fachfrau Gesundheit) wie auch den Arbeitsmarkt insgesamt (z.B. liberales Kündigungsrecht, hohe Mobilität auf dem Arbeitsmarkt). Diese Faktoren beeinflussen mit grosser Wahrscheinlichkeit die im Arbeitsmarkt nachgefragten Kompetenzen. Die Anpassungsprozesse von Individuen und Firmen lassen sich daher nur begrenzt analysieren, wenn entsprechende schweizerische Daten zu Tätigkeiten und Kompetenzen fehlen.
- Die Analysen sind geprägt vom zugrunde gelegten Beobachtungszeitraum, der die letzten zehn Jahre umfasst. In dieser Periode konnte - übers Ganze gesehen - eine positive Beschäftigungsentwicklung beobachtet werden. Die Auswirkungen der Digitalisierung und der entsprechende Strukturwandel fanden deshalb vermutlich in einem eher günstigen Umfeld statt. Dies wirft die Frage auf, ob die bisher eher positiven Beobachtungen bezüglich der Anpassungsfähigkeit des Arbeitsmarktes auch für die Zukunft gelten. Dies gilt beispielsweise für die bislang beobachtete Zunahme der kognitiven Routinetätigkeiten.
- Ein Aspekt, den wir nicht vertieft untersuchen konnten, betrifft die Geschwindigkeit der technologischen Veränderungen und die Reaktionszeit von Individuen, Firmen und Bildungsanbietern bzw. des Bildungssystems auf diese Veränderungen. Zu vermuten ist, dass unterschiedliche Berufe unterschiedlich rasch von den verschiedenen Mechanismen der Digitalisierung erfasst werden. Eine solche Hypothese empirisch zu überprüfen, oder eine „optimale“ Reaktionszeit zu ermitteln, stellt hohe Anforderungen an Daten und ein geeignetes Studiendesign.
- Ebenso anspruchsvoll ist es, die kausalen Zusammenhänge zwischen Digitalisierung und Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt nachzuweisen, da verschiedene weitere Trends wie die Globalisierung, demografische Entwicklung, gesellschaftlicher Wertewandel usw. parallel zur Digitalisierung stattfinden.

Eine besondere Bedeutung bei der Bewältigung des Digitalisierungstrends – beziehungsweise beim Nutzen ihrer Chancen – kommt offensichtlich dem Bildungssystem zu. Abschliessend skizzieren wir daher einige Themenfelder, die sowohl für die Forschung wie für die Bildungspolitik bedeutsam sind (siehe dazu SBFI 2017).

- IT-Kompetenzen spielen gemäss Einschätzungen von Expertinnen und Experten eine zunehmend wichtige Rolle. Unklar ist in den Diskussionen häufig, was genau darunter zu verstehen ist. Programmieren als typische Fähigkeit von Entwicklerinnen und Entwicklern in verschiedenen Bereichen wurde von den Expertinnen und Experten dieser Studie nicht als generell benötigte Kompetenz genannt. Für die Nutzerinnen und Nutzer digitaler Technologien, zu denen fast alle Berufe und Qualifikationsstufen gehören, ist eher eine „digital literacy“ in Form eines nutzbringenden, sicheren und verantwortungsvollen Umgangs und Einsatzes der neuen Technologien relevant. Gefragt sind daher pädagogische Modelle, die aufzeigen, wie diese Kompetenzen auf den verschiedenen Bildungsstufen erworben werden können, so dass sie später im Alltag und im Berufsleben wirksam eingesetzt werden können.
- Der schweizerische Arbeitsmarkt hat die Anpassung an neue technologische Entwicklungen bisher gut gemeistert, wie die oben beschriebenen Befunde zeigen. Gerade die im Gegensatz zur USA und anderen Industriestaaten bislang ausgebliebene Polarisierung bestärkt das Interesse an der von US-Ökonomen geäusserten Hypothese, dass das duale Berufsbildungssystem die Arbeitnehmenden im mittleren Qualifikationsbereich besonders gut auf den Wandel vorbereitet. Empirische Untersuchungen, die diesen Zusammenhang genauer analysieren, wären interessant, um den Nutzen eines ausgebauten Berufsbildungssystems für Länder ohne entsprechendes System besser belegen zu können.
- In dieser Studie wurde sowohl die Bedeutung von berufsspezifischen Fachkompetenzen wie auch von übergreifenden Kompetenzen betont. Mit der Digitalisierung wird die alte Frage nach den optimalen Anteilen zwischen berufsorientierten und allgemeinbildenden Ausbildungen neu gestellt. Ein genereller Ausbau der Allgemeinbildung auf Kosten der Berufsbildung lässt sich auf der Grundlage des heutigen Kenntnisstandes nicht rechtfertigen. Auch die übergreifenden Kompetenzen werden in beruflichen Situationen eingesetzt, so dass die Kombination mit situativem und Fachwissen häufig entscheidend ist. Eine wichtige Frage ist daher, in welchen pädagogischen Ausbildungssettings in Schulen, Betrieben und Kurszentren die benötigten übergreifenden Kompetenzen am wirksamsten aufgebaut werden können.
- Auch innerhalb der Berufsbildung stellt sich die Frage, ob die Digitalisierung eher zu einer Verbreiterung der Bildungsinhalte oder zu einer zunehmenden Spezialisierung führt bzw. führen sollte. Während die Durchdringung mit digitalen Technologien vordergründig für grössere Gemeinsamkeiten der Kompetenzanforderungen zwischen den Berufen zu sprechen scheint, zeigt sich in der Praxis teilweise eine zusätzliche Ausdifferenzierung, indem neue Berufe geschaffen werden (Hotelkommunikationsfachfrau/-mann zusätzlich zu Hotelfachfrau/-mann; geprüft werden auch spezifische ICT-Berufe an der Schnittstelle zu anderen Berufen, z.B. in der Gebäudetechnik). Die berufspädagogische Forschung könnte hier die Überlappungs- und Kernbereiche von Berufen und ihre gegenseitige Durchlässigkeit untersuchen. Auf dem Arbeitsmarkt interessiert die Mobilität der Erwerbstätigen zwischen Firmen und Berufen bzw. Berufsfeldern, unter anderem in Abhängigkeit ihres Bildungsweges.
- Unbestritten sind in der Literatur und bei Expertinnen und Experten die Forderungen, die Mobilität und Karrierechancen auf dem Arbeitsmarkt (weiter) zu verbessern und kontinuierliche Weiterbildungen sowie lebenslanges Lernen zu fördern. Diese Herausforderungen sind nicht neu, stellen sich aber aufgrund der dynamischen Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt im Zuge der Digitalisierung mit besonderer Dringlichkeit. Beispielhafte Fragen sind: Wie können Umschulungen von Personen aller Qualifikationsstufen, die in eine berufliche Sackgasse geraten sind, am wirksamsten und effizientesten durchgeführt werden? Wie kann rasch auf mögliche Massenentlassungen aufgrund technologischer Schocks in einem bestimmten Berufsfeld oder in einer Branche reagiert werden, zumal solche Entlassungen bestimmte Regionen besonders treffen können?

7 BIBLIOGRAFIE

- Anliker, Y. & Busch, S. (2016). *Zukunftsblicke. Die Arbeitswelt von morgen*. Luzern: Hochschule Luzern.
- Arntz, M., Gregory, T., Lehmer, F., Matthes, B. & Zierahn, U. (2016a). Dienstleister haben die Nase vorn. *Arbeitswelt 4.0 - Stand der Digitalisierung in Deutschland*. IAB-Kurzbericht 22/2016.
- Arntz, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2016b). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189. Paris: OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>
- Arvanitis, S., Grote, G., Spescha, A., Wäfler, T. & Wäfler, M. (2017). Digitalisierung in der Schweizer Wirtschaft: Ergebnisse der Umfrage 2016 – Eine Teilauswertung im Auftrag des SBFI. KOF Studien, Nr. 93.
- Autor, D. (2013). The “Task Approach” to Labor Markets: An Overview. *Journal of Labour Market Research*, 46(3), 185-199.
- Autor, D. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- Autor, D., Dorn, D. & Hanson, G. (2015). Untangling Trade and Technology: Evidence from Local Labour Markets. *Economic Journal*, 125, 621-646.
- Autor, D., Levy, F. & Murnane, R. (2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.
- Bardt, H., Bertenrath, R., Demary, V., Fritsch, M., Grömling, M., Klös, H., Kolev, G., Kroker, R., Lichtblau, K., Matthes, J., Millack, A., Plünnecke, A. & Stettes, O. (2015). Digitalisierung, Vernetzung und Strukturwandel: Wege zu mehr Wohlstand, Erster IW-Strukturbericht. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft Köln.
- bayme vbm (Die bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber) (2016). *Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus und Weiterbildung in der M+E Industrie*. Bremen: Universität Bremen.
- BCG (The Boston Consulting Group) (2015). *Industry 4.0 – the Future and Growth in Manufacturing Industries*.
- Berger, R. (2014). *Industry 4.0. The new industrial revolution – How Europe will succeed*.
- Berger, T. & Frey, C.B. (2016a). *Digitalization, Jobs and Convergence in Europe: Strategies for Closing the Skills Gap*. Oxford: University of Oxford.
- Berger, T. & Frey, C.B. (2016b). *Structural Transformation in the OECD: Digitalisation, Deindustrialisation and the Future of Work*. OECD Social, Employment and Migration Working. Papers, No. 193. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5jlr068802f7-en>
- Bessen J. (2016). *How Computer Automation Affects Occupations: Technology, Jobs and Skills*, Law & Economics Working Paper No. 15-49, Boston University School of Law. Boston; <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2690435>
- BITKOM und Prognos (Hg.) (2013). *Digitale Arbeitswelt. Gesamtwirtschaftliche Effekte – Endbericht*. o.O.
- Blanchet M. (2016). *Industrie 4.0 Nouvelle donne industrielle, nouveau modèle économique. L’esprit du temps. Outre-Terre*, 46(1), 62 - 85.

- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2012). Research Brief. Race against the machine: how the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy. Cambridge: MIT Sloan School of Management.
- Bouchiba-Schaer, Sarah & Weber, Bernhard (2016). Die Wirtschaftslage lenkt die Zuwanderung. *Die Volkswirtschaft*, 89(8-9), 55-57.
- Buchmann, M., Buchs, H., Gnehm, A.-S., Hevenstone, D., Klarer, U., Müller, M., Sacchi, S. & Salvisberg, A. (2016). Erhebung von Stelleninseraten 1950 - 2015 [Dataset]. Zürich: Universität Zürich.
- Buchs, H. & Buchmann, M. (2017). Job Vacancies and Unemployment in Switzerland 2006-2014: Labor Market Mismatch and the Significance of Labor Market Tightness for Unemployment Duration. Final Report. University of Zurich.
- Buchs, H., Müller, B. & Buchmann, M. (2015). Qualifikationsnachfrage und Arbeitsmarkteintritt in der Schweiz. Arbeit im erlernten Beruf, Berufswechsel oder Arbeitslosigkeit. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 67, 709-736.
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2015). Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 2015-2045. Neuenburg: BFS.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2015). Arbeit Weiter Denken - Grün Buch. Arbeit 4.0.
- Bundesrat (2017). *Bericht über die zentralen Rahmenbedingungen für die digitale Wirtschaft*. Bericht des Bundesrates vom 11. Januar 2017. <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/46892.pdf>
- Cachelin, J.-L. (2015). Die Digitalisierung als Jobmotor – Wie die Digitalisierung neue Märkte und Berufsbilder hervorbringt. Dulliken: Wissensfabrik.
- Cedefop (2016). Future skill needs in Europe: critical labour force trends. Luxembourg: Publications Office. Cedefop research paper; No 59. <http://dx.doi.org/10.2801/56396>
- Credit Suisse (2016). Nachhallen des Frankenschocks. Branchenhandbuch 2016. Zürich: Swiss Issues Branches.
- Deflorin, P., Hauser, C. & Scherrer-Rathje, M. (2015). Schweizer Unternehmen sehen Digitalisierung als Chance. *Die Volkswirtschaft*, 88(5), 58-61.
- Degen, K. & Hauri, D. (2017). Beschäftigungsboom: Grund zur Freude? *Die Volkswirtschaft*, 90(3), 35-38.
- Deloitte (2015a). Werkplatz 4.0 – Herausforderungen und Lösungsansätze zur digitalen Transformation und Nutzung exponentieller Technologien. Schweiz
- Deloitte (2015b). Technology and People: The great job creating machine. London: Deloitte.
- Deloitte (2016). Transformation der Schweizer Wirtschaft. Die Auswirkungen der Automatisierung auf Beschäftigung und Branche. Zürich: Deloitte Creative Studio.
- Deloitte (2017). Welche Schlüsselkompetenzen braucht es im digitalen Zeitalter? Auswirkungen der Automatisierung auf die Mitarbeiter, die Unternehmen und das Bildungssystem, Zobrist, L. und D. Brandes.
- Dengler, K. & Matthes, B. (2015). *Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt*, IAB-Forschungsbericht Nr. 11, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung IAB, [<http://hdl.handle.net/10419/146097>].
- Dengler, K., Matthes, B. & Paulus, W. (DMP) (2014). *Berufliche Tasks auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Eine alternative Messung auf Basis einer Expertendatenbank*. FDZ-Methodenreport Nr. 12. Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit.

- Deutscher Industrie- und Handelskammertag (DIHK) (2014). *Wirtschaft 4.0: Große Chancen, viel zu tun. Das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung.*
- digitalswitzerland (2017). *Digitales Manifest für die Schweiz.* Zürich.
- Düll, N., Bertschek, I., Dworschak, B., Meil, P., Niebel, T., Ohnemus, J., Vetter, T. und Zaiser, H. (2016). *Arbeitsmarkt 2030: Digitalisierung der Arbeitswelt, Fachexpertisen zur Prognose 2013, im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.* München: Economix.
- Europäische Kommission (2016). *The Future of Work: Skills and Resilience for a World of Change,* ESPC Strategic Notes, European Political Strategy Center, Brüssel.
- Evangelista, R., Guerrieri, P. und Meliciani, V. (2014). *The economic impact of digital technologies in Europe.* *Economics of Innovation and New Technology*, 23:8, 802-824, DOI: 10.1080/10438599.2014.918438.
- Falk, M. & Biagi F. (2015). *Empirical Studies on the Impacts of ICT Usage in Europe.* Institute for Prospective Technological Studies Digital Economy Working Paper 2015/14. JRC98693, Brüssel.
- Frailon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T. & Gebhardt, E. (2014). *Preparing for Life in a Digital Age. The IEA International Computer and Information Literacy Study. International Report.* International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Frey, C. B. & Osborne, M.A. (2013). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?* Oxford: Oxford University.
- Goos, M., Manning, A. & Salomons, A. (2010). *Explaining Job Polarization in Europe: The Roles of Technology, Globalization and Institutions.* CEP Discussion Paper No. 1026.
- Gordon, R. (2016). *The Rise and Fall of American Growth.* Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Grace, K., Salvatier, J., Dafoe, A., Zhang, B. & Evans, O. (2017). *When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts.* [https://arxiv.org/abs/1705.08807].
- Greene, L. (2017). *What language technology can and can't do.* *The Economist.*
- Gregory, T., Salomons, A. & Zierahn, U. (2016). *Racing with or against the machines? Evidence from Europe.* ZEW Discussion Paper No. 16-053, Mannheim.
- Hall, A., Maier, T., Helmrich, R. & Zika, G. (2016). *IT-Berufe und IT-Kompetenzen in der Industrie 4.0.* BIBB, Fachbeiträge im Internet.
- Hackel, M., Bertram, B., Blötz, U., Reymers, M., Tutschner, H. & Wasiljew, E. (2015). *Diffusion neuer Technologien. Veränderungen von Arbeitsaufgaben und Qualifikationsanforderungen im produzierenden Gewerbe (DifTech).* Abschlussbericht. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Hess, T. (2016). *Digitalisierung.* In: *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online Lexikon.* Abgerufen am 21.03.2017 unter: <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/technologien-methoden/Informatik--Grundlagen/digitalisierung/index.html?searchterm=digitali>.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2016). *Digitization of Industrial Work: Development Paths and Prospects.* *Journal for Labour Market Research*, 49(1), 1-14.
- Ingenics (2014). *Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung.* Durchgeführt vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Ulm.
- Institut für Innovation und Technik (2016): *Foresight Studie „Digitale Arbeitswelt“, Studie für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales,* Berlin.

- Iten, R., Martin, P., Gschwend, E., Angst, V., Lachenmeier, P. & Heinimann, E. (2016). Offshoring und Wandel der Berufsbilder - Aktuelle Trends und Konsequenzen für kaufmännische Berufe. Abrufbar unter http://www.kfmv.ch/data/docs/de_CH-1996/26325/Studie-EHB-Offshoring-und-Wandel-der-Berufsbilder.pdf.
- Ittermann, P., Niehaus, J. & Hirsch-Kreinsen, H. (2015). Arbeiten in der Industrie 4.0: Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder. Düsseldorf: Hans Böckler Stiftung.
- Jones, M. Tim (2008). *Artificial Intelligence: a Systems Approach*. Jones and Bartlett Publishers.
- Jud Huwiler, U. (2015). Das Ende der Arbeit? *Die Volkswirtschaft*, 88(11), 10-13.
- Jud Huwiler, U. (2017). Arbeiten in der Wolke – wohin führt die Flexibilisierung der Arbeitswelt? *Die Volkswirtschaft*, 90(3), 68-71.
- Jud Huwiler & U. Ragni, T. (2016). Dienstleistung weiterhin im Vormarsch. *Die Volkswirtschaft*, 89(8-9), 15-17.
- KOF (2016). Wie Ökonomen in der Schweiz die vierte industrielle Revolution beurteilen. KOF Bulletin, Umfragen.
- Kotkin, J. (2015). Cities creating the most tech jobs. Abgerufen am 07.09.2017 unter: <http://www.forbes.com/sites/joelkotkin/2015/04/14/cities-creating-the-most-techjobs-2015/#14ab69904d2f>.
- Kaiser, H. (2005). Wirksame Ausbildungen entwerfen - Das Modell der Konkreten Kompetenzen. Bern: h.e.p. verlag.
- Lake, B. M., Ullman, T. D., Tenenbaum, J. B. & Gershman, S. J. (2017). Building machines that learn and think like people. *Behavioral and Brain Sciences*. DOI: 10.1017/S0140525X16001837.
- Maier, T., Zika, G., Wolter, M. I., Kalinowski, M. & Neuber-Pohl, C. (2016). Die Bevölkerung wächst – Engpässe bei fachlichen Tätigkeiten bleiben aber dennoch bestehen. Forschungs- und Arbeitsergebnisse aus dem Bundesinstitut für Berufsbildung, Report 3/2016.
- Marsden, D. (1999). *Theory of Employment Systems. Micro-Foundations of Societal Diversity*. New York: Oxford University Press.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 12. Auflage. Beltz: Weinheim/Basel.
- McGowan, M.A. & Andrews, D. (2015). Skill Mismatch and Public Policy in OECD Countries. Economics Department Working Papers No. 1210. Paris: OECD.
- Meissner, J. O., Weichbrodt, J., Hübscher, B., Baumann, S., Klotz, U., Pekruhl, U., Gysin, L. & Gisler, A. (2016). *Flexible neue Arbeitswelt. Eine Bestandesaufnahme auf gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene*. Zürich: vdf.
- Mills, M.P. (2016). *The Coming Revolution of American Manufacturing*, Report 27. New York: Manhattan Institute.
- Mokyr, J., Vickers, C. & Ziebarth, N.L. (2015). The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different? *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 31-50.
- Müller, B. & Schweri, J. (2015). How specific is apprenticeship training? Evidence from inter-firm and occupational mobility after graduation. *Oxford Economic Papers*, 67(4), 1057-1077.
- Murphy, E. & Oesch, D. (2015). Is employment polarization inevitable? Occupational change in Ireland and Switzerland, 1970-2010. Working Paper.

- NIBS (2008). United States National Building Information Modeling Standard, version 1 – Part 1: Overview, principles, and methodologies. Abgerufen am 01.09.2017: https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/06/nbimsv1_p1.pdf
- OECD (2007). How offshoring affects employment, in *Offshoring and Employment: Trends and Impacts*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2017). *OECD Employment Outlook 2017*. Paris: OECD Publishing. [http://dx.doi.org/10.1787/empl_outlook-2017]
- Oesch, D. (2013). *Occupational change in Europe. How technology and education transform the job structure*. Oxford: Oxford University Press.
- Oesch, D. & Rodriguez; J. (2009). *Upgrading or polarization? Occupational change in Britain, Germany, Spain and Switzerland, 1990-2008*. Barcelona: Department of Political & Social Sciences, Universitat Pompeu Fabra.
- Pfeiffer, S., Lee, H., Zirinig, C. & Suphan, A. (2016). *Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025*. Frankfurt am Main: Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau.
- Productivity Commission (2016). *Digital Disruption: What do governments need to do?* Research Paper. Canberra: Australian Government Commission.
- PWC, Google Switzerland & digitalswitzerland (2016). *Digitalisierung – wo stehen Schweizer KMU?* Schweiz.
- Rinne U. & Zimmermann, K.F. (2016). *Die digitale Arbeitswelt von heute und morgen*. Bonn: IZA.
- Rohrbach-Schmidt, D. & Tiemann, M. (2013). Changes in workplace tasks in Germany - evaluating skill and task measures. *Journal of Labour Market Research*, 46, 215-237.
- Roth, A. (Hrsg.) (2016). *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0 – Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis*. Berlin, Heidelberg: SpringerGabler.
- Sachs, S., Meier, C., McSorley, V. (2016). *Digitalisierung und die Zukunft kaufmännischer Berufsbilder – eine explorative Studie*. Zürich: HWZ.
- SBFI (2017). *Herausforderungen der Digitalisierung für Bildung und Forschung in der Schweiz*. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- Schank, R. (2014). *What scientific idea is ready for retirement? Artificial Intelligence*. Edge.org [retrieved on June 20, 2017: <https://www.edge.org/response-detail/25406>]
- Schlund, S., M. Hämmerle, T. Strölin (2014). *Industrie 4.0 eine Revolution der Arbeitsgestaltung – Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern wird*. Ulm/Stuttgart.
- Schweri, J. & Eymann, A. (2016). *Qualifikationsmismatch – Folgen für Erwerbspersonen mit beruflichem und akademischem Abschluss*. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis BWP*, 2016(5), 46-49.
- Shladover, S. (2016). The truth about „self-driving“ cars. *Scientific American*, 314(6), 45-49.
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., Schlund, S. (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0*. Fraunhofer Verlag, Stuttgart.
- Spitz-Oener, A. (2006). Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking outside the Wage Structure. *Journal of Labor Economics*, 24(2), 235-270.
- Störmer, E., Patscha, C., Prendergast, J. & Daheim, C. (2014). *The future of work: jobs and skills in 2030. Evidence Report 84*. London: UK Commission for employment and skills.

- Straumann, T. (2017). Der grösste Schweizer Technologie-Schock. Tagesanzeiger (Blog-Eintrag). Abgerufen am 07.09.2017 unter: <https://blog.tagesanzeiger.ch/nevermindthemarkets/index.php/41676/der-groesste-technologie-schock-der-schweizer-geschichte/>.
- Tiemann, M. (2016). Routine bei der Arbeit. *BWP*, 45(2), 18-22.
- Valsamis, D., De Coen, A., Vanoeteren, V. & Van der Beken, W. (2015). *Employment and Skills Aspects of the Digital Single Market Strategy*. Brussels: European Parliament.
- Valsamis, De Coen, A. & Vanoeteren, V. (2016). The Future of Work: Digitalisation in the US Labour Market. Compilation of Briefings for the EMPL Committee. Brussels: European Parliament.
- Venema Ch.B. (2015). Industrie 4.0 – über Umbrüche und Stabilität. *Wirtschaft und Beruf*, 67(2-3), 23-29.
- Vogler-Ludwig K., Düll, N. & Kriechel, B. (2016). Arbeitsmarkt 2030. Digitalisierung der Arbeitswelt, Prognose 2013, im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, München: Economix.
- Vollrath, C. und H. Ruile (2016). Wie die Digitalisierung die Wertschöpfungskette verändert, *KMU-Magazin* Nr. 3.
- Waller, G., Willemse, I., Genner, S., Suter, L. & Süss, D. (2016). JAMES. Ergebnisbericht zur JAMES-Studie 2016. ZHAW und Swisscom.
- Walwei U. (2016). Konsequenzen der Digitalisierung für strukturelle Arbeitsmarktprobleme: Chancen und Risiken. *Zeitschrift für Sozialreform*, 62(4), 357-382
- Waser, B. R. & Hanisch, C. (2011). Internationalisierungsstrategien und Verlagerungstrends von Schweizer Produktionsunternehmen. *Die Volkswirtschaft*, 84(11), 51-54.
- Wolter, M.I., Mönning, A., Hummel, M., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G., Helmrich, R., Maier, T. & 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. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung.
- Wolter, M.I., Mönning, A., Hummel, M., Weber, E., Zika, G., Helmrich, R., Maier, T. & Neuber-Pohl, C. (2016). Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen, IAB Forschungsbericht 13/2016. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung.
- WEF - World Economic Forum (2016). The future of jobs. Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. Genf: WEF.
- Zenhäusern, P. & Vaterlaus, S. (2017). Digitalisierung und Arbeitsmarktfolgen. Metastudie zum Stand der Literatur und zu den Entwicklungen in der Schweiz. Luzern: Fondation CH2048.
- ZEW (2015). Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Kurzexpertise Nr. 57. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW).

Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO)

Holikofenweg 36, CH-3003 Bern

Tel 031 322 42 27, Fax 031 323 50 01

www.seco.admin.ch, seco@seco.admin.ch

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF