

# Digitalisierung und Arbeitsmarktfolgen

## Metastudie zum Stand der Literatur und zu den Entwicklungen in der Schweiz

Studie von Polynomics AG im Auftrag der Fondation CH2048 unter Beteiligung des Schweizerischen Arbeitgeberverbandes SAV und der übrigen Träger des zweiten Reformprojektes der Fondation CH2048

Autoren

Patrick Zenhäusern

Dr. Stephan Vaterlaus

## **Digitalisierung und Arbeitsmarktfolgen**

Metastudie zum Stand der Literatur und zu den Entwicklungen in der Schweiz

21. Juni 2017

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Das Wichtigste in Kürze .....</b>	<b>5</b>
1.1	Der Projektauftrag .....	5
1.2	Studienergebnisse .....	5
<b>2</b>	<b>Ausgangslage und Fragestellung .....</b>	<b>8</b>
2.1	Auftrag der Metastudie .....	8
2.2	Vorgehen und Aufbau der Studie .....	8
<b>3</b>	<b>Digitalisierung und Vernetzung – Vierte industrielle Revolution .....</b>	<b>9</b>
3.1	Neue Produkte und Dienstleistungen .....	9
3.2	Neuverteilung von Arbeit und Kapital .....	10
<b>4</b>	<b>Bisherige Wirkung der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt .....</b>	<b>12</b>
4.1	Job-Polarisation .....	12
4.1.1	Steigende Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften .....	12
4.1.2	Sinkende Nachfrage nach Routineberufen .....	13
4.1.3	Job-Polarisation – Entwicklungen international und in der Schweiz .....	15
4.2	Beschäftigungsverlagerungen.....	17
4.2.1	Beschäftigungsverlagerung zu produktivitätsschwächeren Branchen.....	18
4.2.2	Zunehmende Automatisierung auch in Dienstleistungsbranchen.....	19
4.2.3	Beschäftigungsverlagerungen in der Schweiz .....	20
4.3	Implikationen der Job-Polarisation und der Beschäftigungsverlagerungen .....	22
4.3.1	Bisheriger Wandel der Kompetenzanforderungen .....	22
4.3.2	Bisherige Ausprägungen und Verbreitung neuer Arbeitsformen .....	24
4.3.3	Steigende Bedeutung des Kapitaleinkommens.....	28
<b>5</b>	<b>Zukünftige Auswirkungen auf die Beschäftigung.....</b>	<b>29</b>
5.1	Substitutionseffekte der Digitalisierung und Vernetzung.....	29
5.1.1	Globales Automatisierungspotenzial in ausgewählten Ländern.....	30
5.1.2	Branchenbezogenes Automatisierungspotenzial .....	31
5.1.3	Beschäftigungswirkung der Automatisierung in der Praxis .....	32
5.2	Komplementäreffekte und Nettobetrachtung der Beschäftigungsentwicklung .....	34
5.2.1	Aggregierte Betrachtung in ausgewählten Ländern.....	34
5.2.2	Berufsbild- und Branchenbetrachtung in der Schweiz .....	35
5.3	Flexibilisierungsbedarf und neue Arbeitsformen .....	37
<b>6</b>	<b>Kompetenzanforderungen und Bildungsimplicationen .....</b>	<b>39</b>

---

<b>7</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>44</b>
8.1	Abbildungen .....	44
8.2	Tabellen .....	44
8.3	Quellen .....	45

# 1 Das Wichtigste in Kürze

## 1.1 Der Projektauftrag

Die Fondation CH2048 ist eine 2014 gegründete Allianz für eine global wettbewerbsfähige und verantwortliche Schweiz. Sie agiert dabei parteiübergreifend und lanciert Reformprojekte, deren Ergebnisse in den politischen Prozess eingespielen werden sollen. Ende 2016 wurde das zweite Reformprojekt mit dem Schwerpunkt der digitalen Transformation gestartet. Im Rahmen dieses Projektes geht es unter anderem um die Fragen, ob die Schweiz regulatorisch für die kommenden Herausforderungen, die mit der digitalen Transformation verbunden sind, richtig aufgestellt ist und inwieweit der breit abgestützte politische Entscheidungsprozess in der Schweiz angesichts des hohen Tempos der digitalen Transformation noch geeignet ist.

Im Rahmen der Grundlagenarbeiten des zweiten Reformprojektes werden für verschiedene Querschnittsthemen der mit der digitalen Transformation verbundene Regulierungs- oder Deregulierungsbedarf identifiziert und mögliche Reformoptionen abgeleitet. Ein wichtiger Bestandteil sind dabei die Auswirkungen der digitalen Transformation auf den Arbeitsmarkt. Dabei erfassen viele Menschen die digitale Transformation als Bedrohung, wogegen andere wiederum darin vor allem Chancen sehen. Welche Entwicklungen sich auf dem Arbeitsmarkt in Zukunft einstellen werden, ist heute nicht abzuschätzen. Trotzdem findet sich eine Vielzahl an Analysen und Studien, die sich mit dieser Fragestellung auseinandergesetzt haben.

Nicht zuletzt auch im Hinblick auf mögliche Reformoptionen im Bereich des Arbeitsmarktes und der Sozialversicherungen ist es wichtig, sich über die verschiedenen Entwicklungen ein Bild zu machen. Aus diesem Grund hat die Fondation CH2048 zusammen mit dem Schweizerischen Arbeitgeberverband und den übrigen Trägern des zweiten Reformprojektes der Fondation CH2048 Polynomics mit der Erarbeitung einer Metastudie beauftragt.

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse, die sich auf Basis der gesichteten rund 80 nationalen und internationalen Studien ergeben, zusammengefasst.

## 1.2 Studienergebnisse

Im Rahmen der bisherigen industriellen Umbrüche bzw. Revolutionen sind vor allem Arbeitsplätze vom ersten in den zweiten und vom zweiten in den dritten Sektor gewandert. Während die bisherigen industriellen Revolutionen («first machine age») vor allem die Welt der physischen Produktionen umkrempelten, werden durch die Digitalisierung und Vernetzung auch zunehmend kognitive Aufgaben automatisierbar («second machine age»).

### Job-Polarisation und Beschäftigungsverlagerungen

Die Digitalisierung und Vernetzung hat um die Jahrtausendwende eingesetzt und bisher vor allem zwei Wirkungen entfaltet, nämlich die «Job-Polarisation» und weitere Beschäftigungsverlagerungen in den Dienstleistungssektor.

Die Job-Polarisation umfasst drei Aspekte in Kombination. Erstens wird durch die Digitalisierung und Vernetzung die Produktionstechnologie verschoben. Höher qualifizierte Arbeit wird begünstigt, weil sich deren relative Produktivität und damit relative Nachfrage erhöht. Hochqualifizierte Berufe zeichnen sich durch eine hohe Komplementarität zur verwendeten Technologie aus. Zweitens sind Berufe mit niedriger Qualifikation, die mit nicht-repetitiven Bewegungen und Interaktionen einhergehen und den physischen Kontakt voraussetzen (z. B. manuelle Tätig-

keiten wie Hausmeisterarbeit), nicht stark substituierbar. Hinzu kommt ein Spillover-Effekt, wonach ein Job im Bereich der Hochtechnologie etwas weniger als fünf Jobs im Dienstleistungsbereich (z. B. Bedienungspersonal) schafft. Drittens gehen Berufe mittlerer Qualifikation typischerweise häufig mit Routinetätigkeiten einher (z. B. Buchhaltung, repetitive Dienstleistungen im Versicherungswesen etc.). Es handelt sich somit um kodifizierbare Tätigkeiten, die einfacher handhabbar sind als Tätigkeiten, die implizites Wissen («tacit knowledge») voraussetzen. Manuelle und kognitive Routinetätigkeiten können somit durch die Digitalisierung zunehmend automatisiert und aus dem Erwerbsleben verdrängt werden. Die Job-Polarisation ist verstärkt seit der Jahrtausendwende in zahlreichen Ländern und auch in der Schweiz beobachtbar. So ist in den vergangenen zwei Jahrzehnten der Anteil von Arbeitsstellen mittlerer Qualifikation an der Gesamtbeschäftigung um knapp 10% gesunken, der Anteil an Stellen, für die hohe (tiefe) Qualifikationen erforderlich sind, ist um 7.6% (1.9%) gestiegen.

Die Produktivität des Industriesektors ist durch Automation, aber auch durch Offshoring der Produktion gestiegen. Durch die Automatisierung von Industrieanlagen und den Einsatz von Industrierobotern vor allem bei der arbeitsintensiven Herstellung ist die Produktivität viel stärker gewachsen als im Dienstleistungssektor. Aufgrund der gestiegenen Produktivität des Industriesektors hat der Dienstleistungssektor Arbeitskräfte aufgesogen, was zu entsprechenden Beschäftigungsverlagerungen in diesen Sektor führte. Seit rund zehn Jahren ist ein Stellenrückgang beim verarbeitenden Gewerbe und den Routineberufen im Allgemeinen und eine Zunahme bei Berufen im Gesundheits- und Sozialwesen, in der öffentlichen Verwaltung sowie im ICT-Bereich zu beobachten. Durch die anhaltende sinkende Nachfrage nach Routineberufen ändert sich die relative Bedeutung des Faktors Arbeit. Die in den vergangenen Jahrzehnten in vielen Ländern beobachtbare Erhöhung der Totalen Faktorproduktivität geht einher mit einer abnehmenden Bedeutung des Arbeitsanteils am Volkseinkommen.

## Substitutions- und Komplementäreffekte

Es stellt sich die Frage, inwieweit die Arbeitsmarktfolgen bisheriger industrieller Revolutionen auf die Arbeitsmarktfolgen der Digitalisierung und Vernetzung übertragbar sind. Durch die Digitalisierung und Vernetzung werden nicht mehr lediglich Anlagen und betriebliche Tätigkeiten digitalisiert, sondern auch die Arbeit selbst, einschliesslich teilweise von Tätigkeiten hochqualifizierter Fachkräfte. Unbeantwortet ist, inwieweit auf der Grundlage der schweizerischen sehr guten Ausgangslage (gute Ratings bezüglich Wettbewerbsfähigkeit, Industrie 4.0, Erwerbsquote etc.) die in den vergangenen Jahrzehnten positive Entwicklung auf dem Arbeitsmarkt fortgeschrieben werden kann. Dazu ist relevant, wie hoch das Automatisierungspotenzial von Stellen und Tätigkeiten eingeschätzt wird und inwieweit neue Stellen hinzukommen.

Nimmt man das theoretische Automatisierungspotenzial als Referenzpunkt, könnten in den kommenden rund zwanzig Jahren je nach betrachtetem Land 45% bis 70% der heute bekannten Berufsbilder verschwinden. Allein die technische Umsetzbarkeit der Automatisierung führt jedoch nicht per se dazu, dass Arbeitsplätze in der Praxis substituiert werden. Auch die Automatisierung ist nicht kostenlos zu haben. Vielmehr erfordert sie die Entwicklung und Bereitstellung entsprechender Hard- und Software. Attraktiv ist eine Automatisierung vor allem dann, wenn sie nicht nur günstiger ist als die bisherige Arbeitskraft, sondern mit ihr auch ein deutlich höherer Output und/oder bessere Qualität einhergeht. Zentral sind zudem regulatorische und soziale Fragen sowie kulturelle Aspekte. Mehrere Aspekte tragen dazu bei, dass es jeweils lange dauern dürfte, bis sich ein theoretisch mögliches Potenzial an digitaler Automation vollumfänglich entfaltet. Realistischer ist es daher, das Automatisierungspotenzial auf Tätigkeiten zu beziehen. Tut man dies, resultiert im OECD-Länderdurchschnitt ein Automatisierungspotenzial von knapp

10% der Berufsbilder. Automatisierung bedeutet somit, dass primär Berufsbilder zwar einem Wandel unterworfen sind, jedoch nicht per se wegfallen, sobald einige Tätigkeiten automatisierbar sind. Angaben der Schweizerischen Arbeitskräfteerhebung zufolge darf davon ausgegangen werden, dass auch in der Schweiz einstweilen weiterhin Stellen wegfallen, jedoch ebenfalls neue Stellen entstehen werden. So werden spezifische Berufe wie die kaufmännischen Angestellten im Zuge der Job-Polarisation weiterhin an Bedeutung verlieren. Zahlreiche Berufsbilder (Webdesigner etc.) sind jedoch bereits neu entstanden und haben in der Tendenz gute Zukunftschancen. Es entstehen sogar mehr Stellen als angenommen: So haben bspw. mehrere zu unterschiedlichen Zeitpunkten erstellte ICT-Beschäftigungsprognosen das Arbeitsstellenwachstum in der Vergangenheit regelmässig unterschätzt.

### **Neue Arbeitsformen und Kompetenzanforderungen**

Bis 2025 wird in der Schweiz per Saldo von einer positiven Stellenbilanz ausgegangen. Gab es im Jahr 2016 erstmals mehr als 5 Mio. Stellen in der Schweiz, sollen in den kommenden knapp 10 Jahren nochmals rund 2% Stellen hinzukommen. Wie sich der positive Nettoeffekt der Digitalisierung und der Vernetzung effektiv gestalten wird, ist abhängig von den «digitalisierungstauglichen» Rahmenbedingungen insgesamt, sprich von der Abhängigkeit der Anpassungsfähigkeit der Wirtschaft, vom Wettbewerbsrecht, vom Datenschutz, aber auch von der Bildungs- und Forschungspolitik, vom Arbeitsrecht, vom Sozialversicherungsrecht, von der Sozialpartnerschaft, vom Erfolg der neuen Arbeitsformen, aber auch davon, inwieweit das Ausmass des aktuell beobachtbaren Qualifikationsmismatches von Dauer ist. So können aktuell Stellen teilweise nicht besetzt werden, weil das nachgefragte Expertenwissen (z. B. MINT-Fachwissen, aber auch Soft Skills wie Kommunikation) auf dem Arbeitsmarkt nicht verfügbar ist. Für die Schweiz gilt es, die bisherigen Arbeitsmarkt-Stärken weiterzuentwickeln, die Stärken des arbeitsmarktnahen dualen Bildungssystems auszubauen und die Sozialpartnerschaft zu stärken.

Über 80% der Erwerbstätigen sind aktuell noch festangestellt. Die Digitalisierung und Vernetzung beschleunigt das Tempo der Globalisierung und die Bedingungen des Wettbewerbs, womit sich Unternehmen mit Blick auf ihre Organisation und insbesondere Arbeitsorganisation laufend neu erfinden müssen. Dies bedeutet, dass der Arbeitsmarkt flexibilisiert wird, sowohl örtlich und zeitlich als auch betriebsorganisatorisch. Plattformbasierte Arbeitsformen sind derzeit noch insgesamt zwar unbedeutend, könnten jedoch auch in der Schweiz das Potenzial haben, die Arbeitswelt langfristig grundlegend umzuwälzen. Schätzungen für Deutschland zeigen, dass die Unternehmen bis zum Jahr 2030 rund 30-40% ihrer Arbeiten durch Crowdfunding abdecken könnten. Die Bedeutung des Mikrounternehmers und generell auch projektbasierter Arbeit wird somit steigen. Insofern dürfte sich die Beziehung zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern fundamental ändern, weil der Anteil der Selbständigen und der Anteil an Personen mit mehreren Arbeit- respektive Auftraggebern zunehmen.

## 2 Ausgangslage und Fragestellung

### 2.1 Auftrag der Metastudie

Die Fondation CH2048 ist eine 2014 gegründete Allianz für eine global wettbewerbsfähige und verantwortliche Schweiz. Sie agiert dabei parteiübergreifend und lanciert Reformprojekte, deren Ergebnisse in den politischen Prozess eingespielen werden sollen. Ende 2016 wurde das zweite Reformprojekt mit dem Schwerpunkt der digitalen Transformation gestartet. Im Rahmen dieses Projektes geht es unter anderem um die Fragen, ob die Schweiz regulatorisch für die kommenden Herausforderungen, die mit der digitalen Transformation verbunden sind, richtig aufgestellt ist und inwieweit der breit abgestützte politische Entscheidungsprozess in der Schweiz angesichts des hohen Tempos der digitalen Transformation noch geeignet ist.

Im Rahmen der Grundlagenarbeiten des zweiten Reformprojektes werden für verschiedene Querschnittsthemen der mit der digitalen Transformation verbundene Regulierungs- oder Deregulierungsbedarf identifiziert und mögliche Reformoptionen abgeleitet. Ein wichtiger Bestandteil ist dabei die Auswirkung der digitalen Transformation auf den Arbeitsmarkt. Dabei erfassen viele Menschen die digitale Transformation als Bedrohung, wogegen andere wiederum darin vor allem Chancen sehen. Welche Entwicklungen sich auf dem Arbeitsmarkt in Zukunft einstellen werden, ist heute nicht abzuschätzen. Trotzdem finden sich eine Vielzahl an Analysen und Studien, die sich mit dieser Fragestellung auseinandergesetzt haben.

Nicht zuletzt auch im Hinblick auf mögliche Reformoptionen im Bereich des Arbeitsmarktes und der Sozialversicherungen ist es wichtig, sich über die verschiedenen Entwicklungen ein Bild zu machen. Aus diesem Grund hat die Fondation CH2048 zusammen mit dem Schweizerischen Arbeitgeberverband und den übrigen Trägern des zweiten Reformprojektes der Fondation CH2048 Polynomics mit der Erarbeitung einer Metastudie beauftragt.

### 2.2 Vorgehen und Aufbau der Studie

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, die in der Literatur referenzierten zentralen Beiträge zu den Arbeitsmarktfolgen der Digitalisierung und Vernetzung zusammenfassend darzustellen und die Konsequenzen für die Schweiz abzuleiten. Andere Effekte, die die Beschäftigungsentwicklung in der Schweiz ebenfalls beeinflussen (z. B. demographischer Alterungstrend, Migration), werden dabei nicht näher thematisiert. Im Rahmen der Studie werden keine eigenen Auswertungen vorgenommen, sondern lediglich Schlüsse auf Grundlage bestehender Materialien gezogen. Angesichts der Fülle der in den letzten Jahren entstandenen Literaturbeiträge erhebt die Studie nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, sondern zielt darauf ab die zentralen Argumente und Analysen zu reflektieren.

Die Studie legt einleitend dar, dass die Digitalisierung und Vernetzung als weitere industrielle Revolution begriffen werden kann (Abschnitt 3). Dann werden die bisherigen Wirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt zusammengefasst (Abschnitt 4) und die zukünftigen Auswirkungen auf die Beschäftigung eingeschätzt (Abschnitt 5). Die Analyse wird mit den Kompetanzanforderungen und Bildungsimplicationen der Digitalisierung fortgesetzt (Abschnitt 6) und mit einem Ausblick abgeschlossen (Abschnitt 7).

## 3 Digitalisierung und Vernetzung – Vierte industrielle Revolution

Jede industrielle Revolution wurde durch die Erfindung einer Basisinnovation («General Purpose Technology») (Javanovic und Rousseau 2005) eingeleitet. Eine solche Innovation ist durch drei Merkmale gekennzeichnet: Sie ist erstens rasch im Alltag verfügbar und anwendbar, entwickelt sich zweitens technologisch dynamisch und stösst drittens weitere Innovationsprozesse an. Dadurch werden Branchen und Sektoren irreversibel verändert.

Dampfmaschine, Elektrifizierung, elektronische Automation<sup>1</sup> und auch die Digitalisierung und Vernetzung durch das All-IP-Internet sind derartige Basisinnovationen. Im vorindustriellen Altertum lag der Erntefaktor – besagt, wie viel mehr Energie erzeugt wird als für den Bau und Betrieb nötig ist – nur knapp über 1, d. h. mit ihrer Arbeit konnten die Menschen nicht mehr erreichen als zum Überleben investiert werden musste. Die Mechanisierung mit Wasser- und Dampfkraft (ab 1800) ergänzte oder ersetzte erstmals die körperlichen Fähigkeiten im Arbeitsprozess, womit der Erntefaktor unmittelbar auf über 40 schnellte und die Menschen vom reinen Kampf ums Überleben befreite (Borner 2017). Die Massenfertigung mit Hilfe von Fließbändern und Strom (ab 1900) setzte die Automatisierung der Produktion fort. Anschliessend revolutionierten Elektronik und Informationstechnologien Wirtschaft und Gesellschaft (ab 1970). Seit der Jahrtausendwende stehen wir mit der Digitalisierung und Vernetzung über das All-IP-Internet<sup>2</sup> an einer weiteren epochalen Wegscheide, der Vierten Industriellen Revolution (Schwab 2017), die Gesellschaft und Wirtschaft disruptiv verändern.

### 3.1 Neue Produkte und Dienstleistungen

Die primäre Wirkung der Digitalisierung und Vernetzung liegt im Abbau von Informationsasymmetrien und damit einhergehend in sinkenden Transaktionskosten. Die Märkte dehnen sich aus, was völlig neue Geschäftsfelder, Unternehmen schafft, so etwa die «Sharing-Economy» basierend auf Internet-Plattformen. Überdies entstehen auf dieser Basis neue Dienstleistungen.

Plattformen sind für einzelne Nutzer umso wertvoller, je mehr sie auch von anderen Nutzern derselben Art (z. B. Konsumenten) genutzt werden (direkte Netzeffekte). Beispiele dafür sind Facebook, LinkedIn, Skype, Twitter oder WhatsApp. Plattformen sind für einzelne Nutzer jedoch nochmals wertvoller, je mehr sie auch von unterschiedlichen Arten von Teilnehmern (Konsumenten, Prosumenten, Produzenten, Verkäufer) genutzt werden (indirekte Netzeffekte). Ein Käufer profitiert von der Existenz aller anderen Käufer, weil diese die Plattform für die Verkäufer attraktiver macht (Haucap 2015). Beispiele dafür sind AirBnB, Amazon, eBay, Google, Uber.

Auf Internetplattformen sind Produktinnovationen mit eigenen, aber auch mit Realkapitalgütern Dritter möglich. Maschinen, Anlagen oder Gebrauchsgüter stehen jeweils vielen Nutzern zur Verfügung. Um sich einen Wettbewerbsvorteil zu schaffen, werden eigene Realkapitalgüter wie

<sup>1</sup> Die Mechanisierung mit Wasser- und Dampfkraft (ab 1800) ergänzten oder ersetzten einst unsere körperlichen Fähigkeiten im Arbeitsprozess. Die Massenfertigung mit Hilfe von Fließbändern und Strom (ab 1900) setzte die Automatisierung der Produktion fort. Anschliessend revolutionierten Elektronik und Informationstechnologien Wirtschaft und Gesellschaft (ab 1970).

<sup>2</sup> Im All-IP-Internet findet der Datenpakettransport über Kommunikationsinfrastrukturen und Internet-Architektur statt. Auf dieser Grundlage ist ein Universum von Anwendungen möglich. Die Übertragung sämtlicher Datenpakete basiert jeweils auf dem Internet Protocol und ist unabhängig von der jeweiligen Kommunikationsinfrastruktur.

z. B. Autos und 3D-Drucker nicht mehr exklusiv, sondern gemeinsam oder abwechselnd und damit intensiver genutzt. Auf Plattformen kann insbesondere mit Realkapitalgütern Dritter gehandelt werden. Aktuelles Beispiel sind internetbasierte Plattformen zur kurzfristigen Nutzung von Wohnungen oder Personenwagen. Deren Betreiber sind auf diese Weise in der Lage, ohne eigene Realgüter – im Beispiel Hotels oder Wagenparks – die Hotellerie (z. B. AirBnB) oder das Taxigewerbe (z. B. Uber) disruptiv zu erschüttern. In den USA steht aktuell bereits rund 40% des BIP-Wachstums im Zusammenhang mit der Digitalisierung und Vernetzung, in der EU und auch in der Schweiz geht man rund von einem Drittel des BIP-Wachstums aus (Langenegger 2015).

### 3.2 Neuverteilung von Arbeit und Kapital

Die Digitalisierung und Vernetzung durch das All-IP-Internet beinhaltet zunehmend auch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen sowie Dingen untereinander<sup>3</sup>. Dadurch können dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke entstehen, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie bspw. Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen. Ferngewartete Anlagen, führerlos fahrende U-Bahnen, Prototypen der digitalen Fabrik oder lernfähige Roboter sind erste Beispiele dieser Entwicklung.

Durch die Digitalisierung und Vernetzung entstehen neue Unternehmen, die sich durch ein enormes Wachstumspotenzial kennzeichnen (z. B. Google). Ein Teil der bisherigen Unternehmenslandschaft dagegen verschwindet (z. B. Kodak) oder es finden Fusionen statt (z. B. Yahoo). Schöpferische Zerstörung ist in der Marktwirtschaft permanent wirksam, wirkt allerdings besonders stark in Umbruchzeiten, also industriellen Revolutionen. Daher verändert sich im Schlepptau eines derartigen Umbruchs jeweils die relative Bedeutung der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital.

Die zunehmende Bedeutung des Produktionsfaktors Kapital lässt sich gut am Potenzial der Blockchain-Technologie erläutern, die die Digitalisierung und Vernetzung ermöglichte. Bereits heute können bspw. basierend auf der Blockchain-Technologie Grundstücke, Landflächen, Wälder etc. selbstreferenziell bewirtschaftet werden. So ist der Marktwert des in einer Zeitperiode produzierten Outputs eines Waldes präzise ermittelbar. Neben seiner Funktion als Rohstoffquelle kann der Wald auch die Rolle des Dienstleisters selbst wahrnehmen. Wie dies funktioniert, zeigt ein aktuell laufendes Pilotprojekt (<http://www.terra0.org/>), in dem ein intelligenter Vertrag über die Ethereum-Blockchain die Inputs und Outputs des Waldes kontrolliert. Regelmässig holt ein Programm von einem Lieferanten ausserhalb der Blockchain Satellitenbilder des Waldes. Mit Hilfe der selbstgeschriebenen Bildanalyse-Software kann dieses Programm bestimmen, wie viel Holz verkauft werden kann, ohne die Baumpopulation zu verkleinern. Der Vertrag über die Blockchain handelt nach ex ante klar definierten Regeln. So wird der Wald durch automatisierte Prozesse ergänzt, nutzt sich selbst und kumuliert damit Kapital. Eine Verschiebung von der Bewertung durch Dritte zur automatisch erfolgenden Selbstbewertung ermöglicht, dass der Wald seinen realen Tauschwert ermittelt und mit Dritten handeln kann. Der erweiterte Wald ist nicht nur Besitzer von sich selbst, sondern ist auch in der Lage, bspw. mehr Boden zu kaufen und damit zu wachsen.

<sup>3</sup> Milliarden Geräte (Maschinen, Anlagen, Roboter, Einrichtungen der Haustechnik usw.) werden durch die Zuweisung von IP-Adressen digital ansprechbar und vernetzbar. Bereits seit 2008 sind mehr Geräte im Internet miteinander verbunden als Menschen (abrufbar unter <http://www.cisco.com/web/DE/cisconnect/2011-11/artikel03.html>, Seite eingesehen im Juni 2017).

Im Rahmen der bisherigen industriellen Revolutionen sind vor allem Arbeitsplätze vom ersten in den zweiten und vom zweiten in den dritten Sektor gewandert. Mit dem Begriff «Industrie 4.0» wird der Einfluss der Digitalisierung auf die industrielle Produktion beschrieben. Mit dem Begriff «Wirtschaft 4.0» ist auch der Wandel der Digitalisierung innerhalb des Dienstleistungssektors und darüber hinaus sämtlicher Lebensbereiche angesprochen. Während die bisherigen industriellen Revolutionen («first machine age») vor allem die Welt der physischen Produktionen umkrempelten, werden durch die Digitalisierung und Vernetzung durch das All-IP-Internet selbst kognitive Aufgaben automatisierbar («second machine age») (Brynjolfsson und McAfee 2013).

## 4 Bisherige Wirkung der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt

Im Zuge der Digitalisierung und Vernetzung kann einerseits eine steigende Nachfrage nach qualifizierten und auch nach eher unqualifizierten Arbeitskräften festgestellt werden, andererseits eine sinkende Nachfrage nach Routine-Arbeitskräften (Abschnitt 4.1). Ebenfalls sind weitere Beschäftigungsverlagerungen in den Dienstleistungssektor zu beobachten (Abschnitt 4.2) Die beiden Trends haben Implikationen mit Blick auf neue Qualifikationsanforderungen, Kompetenzprofile, Arbeitsformen sowie letztlich den Anteil des Kapitaleinkommens am Volkseinkommen (Abschnitt 4.3).

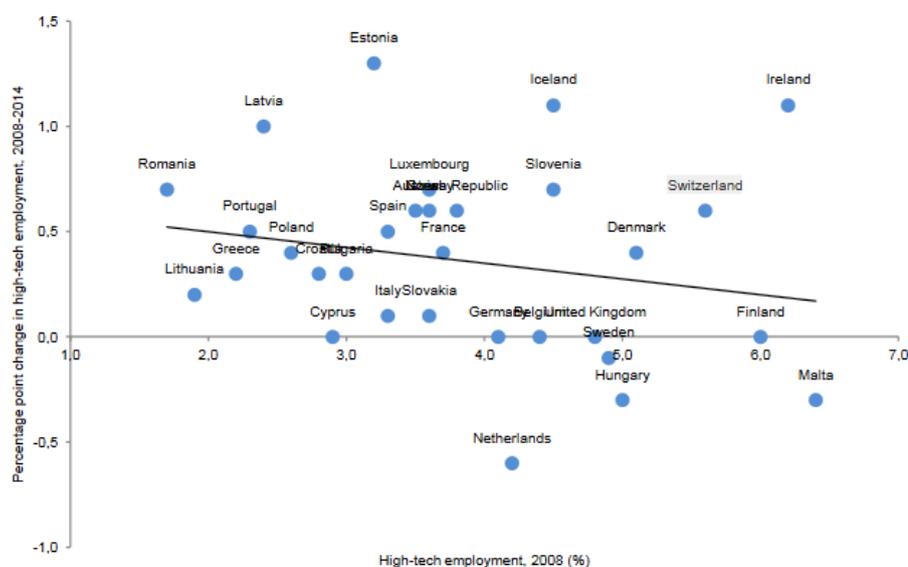
### 4.1 Job-Polarisation

Traditionell wurde der technologische Wandel zwischen Arbeit und Kapital faktorneutral betrachtet. Der beobachtbare Anstieg des relativen Lohns von höher qualifizierten Arbeitnehmern in Kombination mit einer erhöhten Nachfrage nach entsprechendem Personal deutet jedoch auf einen qualifikationsverzerrten («skill-biased») technologischen Fortschritt hin (Autor 2014b). Neue ICT-Technologien dürften daher komplementär mit qualifizierter Arbeit sein (Goldin und Katz 2009).

#### 4.1.1 Steigende Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften

Im Zuge der Digitalisierung ist empirisch eine steigende Nachfrage nach höher qualifizierten Arbeitskräften zu beobachten (OECD 2013). Die steigende Nachfrage nach höher qualifizierten Arbeitskräften wird in der Literatur als qualifikationsverzerrter bzw. qualifikationsorientierter technologischer Wandel («Skill-Biased Technical Change») bezeichnet. Der qualifikationsorientierte technologische Wandel ist in zahlreichen Ländern beobachtbar (Abbildung 1).

Abbildung 1 Steigende Nachfrage nach höher qualifizierten Arbeitskräften



Mit Ausnahme einiger weniger Länder ist die Nachfrage nach hochqualifizierten Arbeitskräften zwischen 2008 und 2014 gestiegen.

Quelle: Berger und Frey 2016a.

Beim qualifikationsorientierten technologischen Wandel wird von einer Verschiebung in der Produktionstechnologie (z. B. Digitalisierung) ausgegangen, die höher qualifizierte Arbeit begünstigt, weil sie deren relative Produktivität und damit relative Nachfrage erhöht. Die Nutzung von Computer und Breitbandinternet am Arbeitsplatz geht mit einer positiven kausalen Wirkung auf den Lohn von qualifizierten Arbeitnehmern einher (Spitz-Oener 2008; Grimes, Ren und Sevens 2012; Akerman, Gaarder und Mogstad 2015).

Gemäss dem kompetenzbasierten technischen Fortschritt ist es primär nachvollziehbar, dass sich hochqualifizierte Berufe durch eine hohe Komplementarität zur verwendeten Technologie auszeichnen und umgekehrt aber auch Berufe mit niedriger Qualifikation (z. B. manuelle Tätigkeiten wie Hausmeisterarbeit) nicht stark substituierbar sind, also Berufe, die mit nicht-repetitiven Bewegungen und Interaktionen einhergehen und den physischen Kontakt voraussetzen (Becker, Ekholm und Muendler 2013). Es wird gewissermassen von einem Spillover-Effekt ausgegangen, wonach ein Job im Bereich der Hochtechnologie 4.9 Jobs im Dienstleistungsbe- reich (z. B. Bedienungspersonal) schafft (Moretti 2010).

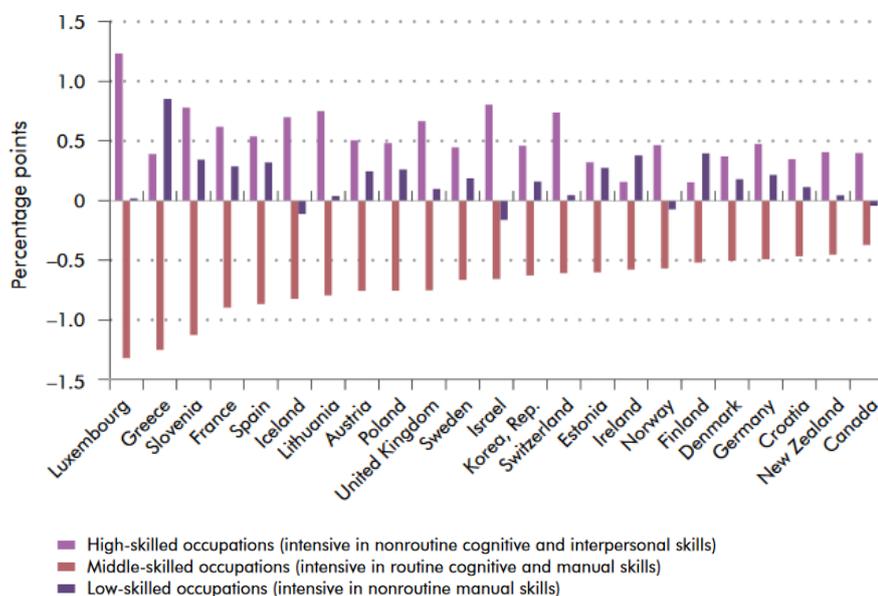
Zum qualifikationsorientierten technologischen Wandel existieren weltweit zahlreiche Studien für entwickelte und weniger entwickelte Länder. Mit Blick auf die entwickelten Länder existieren bspw. Studien zu Norwegen (Akerman, Gaarder und Mogstad 2015), den USA (Autor, Katz und Kearney 2008) oder UK (Gaggl und Wright 2016).

#### 4.1.2 Sinkende Nachfrage nach Routineberufen

Vor rund 25 Jahren wurde in der EU noch knapp die Hälfte der Arbeitsstunden in mittleren Qualifikationen geleistet, also vorwiegend in Berufen mit vielen Routinetätigkeiten. Vor rund zehn Jahren waren es noch knapp mehr als ein Drittel, wogegen der Anteil der Arbeitsstunden in hoch-qualifizierten Beschäftigungen gestiegen ist. Die mit dem Moore'schen Gesetz<sup>4</sup> einhergehenden sinkenden Kapitalinputs haben kapitalintensiv produzierende Sektoren dazu veranlasst, allen voran Routinetätigkeiten vermehrt durch Kapital zu ersetzen. Die Digitalisierung zieht somit nicht lediglich eine steigende Nachfrage nach hoch qualifizierten Arbeitskräften nach sich, sondern ebenso eine sinkende Nachfrage nach Routinearbeiten (Abbildung 2).

<sup>4</sup> Das nach dem Intel-Mitgründer Gordon Moore benannte seit rund einem halben Jahrhundert gültige Moore'sche Gesetz besagt, dass sich die Anzahl der Komponenten auf einem Mikroprozessor im Schnitt alle 18 Monate verdoppelt. Interpretiert man das Moore'sche Gesetz allgemeiner, dass sich der Nutzen der elektronischen Grundbausteine für Benutzer und Endverbraucher alle 18 Monate verdoppelt, ist davon auszugehen, dass es weiterhin seine Gültigkeit behalten wird (<https://www.techtag.de/it-und-hightech/das-mooresche-gesetz-ist-tot-es-lebe-das-mooresche-gesetz/>, Seite eingesehen im Juni 2017).

Abbildung 2 Nachfrage von hoch- mittel- und tief-qualifizierten Arbeitskräften



Die Abbildung zeigt die durchschnittliche jährliche prozentuale Veränderung von hoch- mittel- und tief-qualifizierten Arbeitskräften zwischen 1995 und 2012 auf. Unter die hochqualifizierten Beschäftigten fallen u. a. Juristen, hochrangige Beamte, Manager und Branchenexperten. Unter die mittelqualifizierten Beschäftigten fallen Sachbearbeiter, Beamte, Handwerks- und verwandte Berufe, Bediener von Anlagen und Maschinen und Montageberufe. Unter die tieferqualifizierten Beschäftigten fallen Dienstleistungsberufe, Verkäufer in Geschäften und auf Märkten.<sup>5</sup>

Quelle: World Bank 2016, 121.

Wie kommt es zu einer Ausdünnung der Nachfrage nach Berufen mit vielen Routinetätigkeiten? Faktisch geht mit dem zunehmenden Handel von Gütern und Dienstleistungen (Outputs) auch ein zunehmendes Outsourcing (Grossmann und Rossi-Hansberg 2008; Miroudot, Nordås und Lanz 2011) einher. Mit diesem «trade in tasks» treten die inhaltlichen Aspekte bzw. Tätigkeiten von Stellen («task content» anstelle von «skill content») zum Verständnis der beobachtbaren Veränderungen der Arbeitsnachfrage in den Vordergrund. Es sind die tatsächlichen Tätigkeiten und nicht die benötigten Qualifikationen, die die Gesamtheit der Aufgabenbeschreibung eines Berufes ausmachen. Die tatsächlichen Tätigkeiten beeinflussen die Anfälligkeit eines Berufes gegenüber den angesprochenen treibenden Faktoren (Autor, Levy und Murnane 2003).

Die Tätigkeitsmatrix (siehe Abbildung 3) zeigt, bei welchen Berufen die Nachfrage infolge der Digitalisierung steigt oder sinkt.

<sup>5</sup> Die Berufsklassifikation ist identisch mit derjenigen einer Studie, aus der die durchschnittliche jährliche prozentuale Veränderung von hoch- mittel- und tief-qualifizierten Arbeitskräften zwischen 1993 und 2010 hervorgeht (Autor 2014a, 142).

**Abbildung 3 Tätigkeitsmatrix der Berufe**

**Komplementarität zwischen Technologie und Arbeit  
(Einsatz der Technologie erhöht die Beschäftigung)**

		Komplementarität zwischen Technologie und Arbeit (Einsatz der Technologie erhöht die Beschäftigung)	
		Hoch (viele kognitive, analytische und sozio-emotionale Fähigkeiten)	Tief (viele Tätigkeiten, bei denen manuelle Fähigkeiten im Vordergrund stehen)
Automatisierungswahrscheinlichkeit	Hoch (Routinetätigkeit)	1 Buchhalterin, Lektorin, Sachbearbeiter	2 Maschinistin, Kassier, Schreibkraft
	Tief (Nicht-Routinetätigkeit)	4 Forscherin, Lehrer, Managerin	3 Reinigungskraft, Friseurin Strassenverkäufer

*Arbeitende im Quadranten 4 werden durch digitale Technologien produktiver. Es gibt also starke Komplementaritäten zwischen diesen Arbeiten und ICT-Einsatz.*

*Durch den technologischen Wandel und insbesondere durch die Digitalisierung und Vernetzung erhöht sich die Nachfrage zu interaktiven und analytischen Nicht-Routinetätigkeiten. Beschäftigungen im Quadranten 1 und 2 erledigen viele Tätigkeiten, die somit leicht automatisierbar sind.*

*Die Produktivität im Quadranten 3 ist weitgehend unabhängig von digitalen Technologien. ICT ist weder komplementär noch substitutiv zu diesen Arbeiten.*

Quelle: World Bank 2016, 122, in Anlehnung an Autor, Levy und Murnane 2003a und Acemoglu und Autor 2011.

Berufe mittlerer Qualifikation gehen typischerweise häufig mit vielen Routinetätigkeiten einher (Buchhaltung, repetitive Dienstleistungen im Versicherungswesen etc.). Es handelt sich um kodifizierbare Tätigkeiten, die einfacher handelbar sind als Tätigkeiten, die implizites Wissen («tacit knowledge») voraussetzen (Learner und Storper 2014). Manuelle und kognitive Routinetätigkeiten können somit durch die Digitalisierung zunehmend automatisiert und aus dem Erwerbsleben verdrängt werden. Dieser «routine-biased technological change» (Goos, Manning und Solomons 2014) wurde auf der Basis von Zensusdaten für die USA (Autor, Levy und Murnane 2003) und auch für die EU empirisch nachgewiesen (Goos, Manning und Salomons 2009).

#### 4.1.3 Job-Polarisation – Entwicklungen international und in der Schweiz

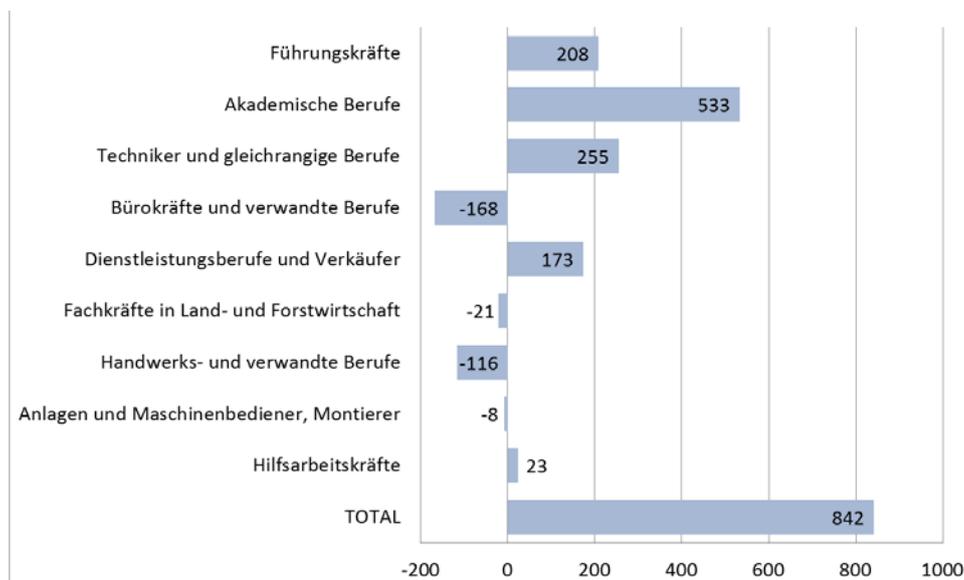
Die steigende Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften und teilweise auch nach tiefen Qualifikationen in Kombination mit der sinkenden Nachfrage nach Routineberufen (Hilton 2008) mündet im Kern in einer Bifurkation zwischen hochqualifizierten und tieferqualifizierten Berufen, die in der Literatur vor allem unter dem Begriff «Job-Polarisation» untersucht wird (Autor, Levy und Murnane 2003; Goos, Manning und Solomons 2014).

Job-Polarisation ist eine Entwicklung, die kurz vor der Jahrtausendwende einsetzte und seither in vielen westlichen Ländern wie den USA (Autor 2010; Autor und Dorn 2013), Kanada (Green und Sand 2015), kontinentaleuropäischen Ländern (Goos, Manning und Salomons 2009; Fernández-Macías, Hurley und Bisello 2016), UK (Goos und Manning 2007), aber auch in ostasiatischen Ländern wie Taiwan (Wang 2007) und Australien (Coelli und Borland 2015) beobachtbar ist. In diesen Studien ist die Grundaussage, dass die digitale Automatisierung zu einer Job-Polarisation der Arbeitsmärkte in hohe und tiefe Anforderungen führt und damit einhergehend zu einer wachsenden Einkommensungleichheit. Im OECD Employment Outlook 2017 wird auch erläutert, wie sich die Job-Polarisation in der Schweiz entwickelt hat (OECD 2017). Danach ist in den vergangenen zwei Jahrzehnten der Anteil von Arbeitsstellen mittlerer Quali-

kation an der Gesamtbeschäftigung um knapp 10% gesunken, der Anteil an Stellen, für die hohe (tiefe) Qualifikationen erforderlich sind, um mehr 7.6% (1.9%) gestiegen.

Kompetenzbasierter technischer Fortschritt, weniger Nachfrage nach Routineberufen und die steigende Nachfrage nach Basisdiensten führen auch in der Schweiz zur Job Polarisierung (Oesch und Rodriguez Menes 2011). Am meisten neue Stellen sind aufgrund des qualifikationsorientierten technologischen Wandels in der Schweiz in den vergangenen zwanzig Jahren in Berufen mit hohen Qualifikationen entstanden. Die Beschäftigten in wissensintensiven Tätigkeiten ist seit 2008 von rund 1.7 Mio. auf 1.9 Mio. gestiegen und damit um 14% (Zobrist und Grampp 2016). Im Verhältnis zur gesamten Beschäftigung, ist der Anteil wissensintensiver Tätigkeiten seit 2008 von 40 auf 45.5% (2016) gestiegen, also höher als derjenige im EU-Durchschnitt (36.1%)<sup>6</sup>. Nur Luxemburg weist mit 51.1% einen höheren Anteil als die Schweiz auf<sup>7</sup>. Wissensintensive Tätigkeiten sind vor allem Jobs von Führungskräften<sup>8</sup>, akademischen Berufen<sup>9</sup> sowie Technikern und gleichrangigen Berufen (siehe Abbildung 4).

**Abbildung 4 Job-Polarisation in der Schweiz**



Die Abbildung zeigt die Veränderung der Beschäftigung nach Berufshauptgruppen von 1995 bis 2015 (jeweils 2. Quartal), in 1'000. Komplementäre überwiegen die substitutiven Effekte: In den vergangenen 20 Jahren entstanden per Saldo über 840'000 neue Stellen. Die Nachfrage nach Nicht-Routineberufen ist gestiegen, auch diejenige nach Verkäuferpersonal und Hilfsarbeitskräften. Am meisten gesunken ist dagegen die Nachfrage nach Routineberufen (Bürofachkräfte und verwandte Berufe sowie Routine-Handwerksberufe).

Quelle: Bundesrat 2017, 33, basierend auf BFS/SAKE.

Weniger Nachfrage besteht bei den kaufmännischen Angestellten (betriebswirtschaftliche und kaufmännische Bürofachkräfte, Sekretariatskräfte, Bürofachkräften mit Kundenkontakt wie

<sup>6</sup> <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/setupDownloads.do> (Seite eingesehen im Juni 2017).

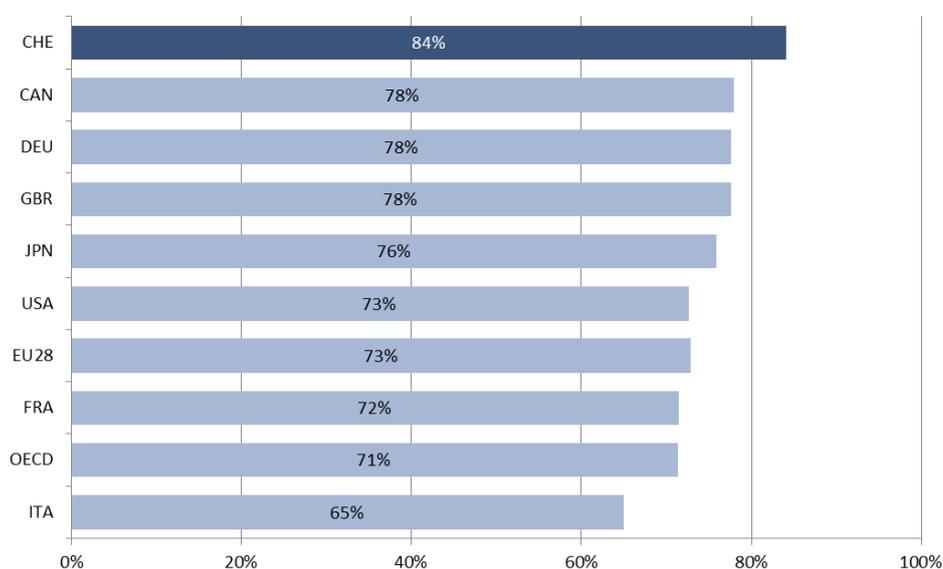
<sup>7</sup> Dito.

<sup>8</sup> Es handelt sich vor allem um Kaderpersonen im Bereich des Gesundheits- und Sozialwesens, der Bildung und des Unterrichts sowie leitende IKT-Angestellte.

<sup>9</sup> Es handelt sich vor allem um Betriebswirte, IKT-Berufe wie Analytiker und Entwickler von Software und Anwendungen sowie Fachkräfte für Datenbanken und Netzwerke.

Telefonistinnen und Telefonisten oder Empfangspersonal), dies aufgrund der Digitalisierung und Vernetzung (Sachs, Meier und McSorley 2016), aber auch aufgrund des Offshoring-Trends (Iten u. a. 2016). Die Nachfrage ist bei diesen Berufen um rund 168'000 Vollzeitstellen gesunken. Ebenfalls gesunken ist infolge der Automatisierungsmöglichkeiten die Nachfrage nach Routine-Handwerksberufen (z. B. Metallarbeiter). Faktisch unverändert blieb der Bedarf an Elektrikern, Elektronikern, Bau- und Ausbaufachkräften (Bundesrat 2017). Der Stundenanteil basierend auf Stellen mit geringer Qualifikation hat in der Schweiz zugenommen. Es wird davon ausgegangen, dass die Nachfrage nach diesen Nicht-Routineberufen in der Schweiz insbesondere steigt, weil Gutverdienende mehr Basisdienste und -güter nachfragen, so dass sich die Erwerbsquote der 15-64-Jährigen in der Schweiz von 1995 bis 2015, also in der Zeitperiode, in der sich die Digitalisierung und Vernetzung entwickelt hat, sogar von 79% auf 84% steigern konnte (siehe Abbildung 5).

**Abbildung 5 Anteil Beschäftigte 2015 der Bevölkerung zwischen 15 und 64 Jahren**



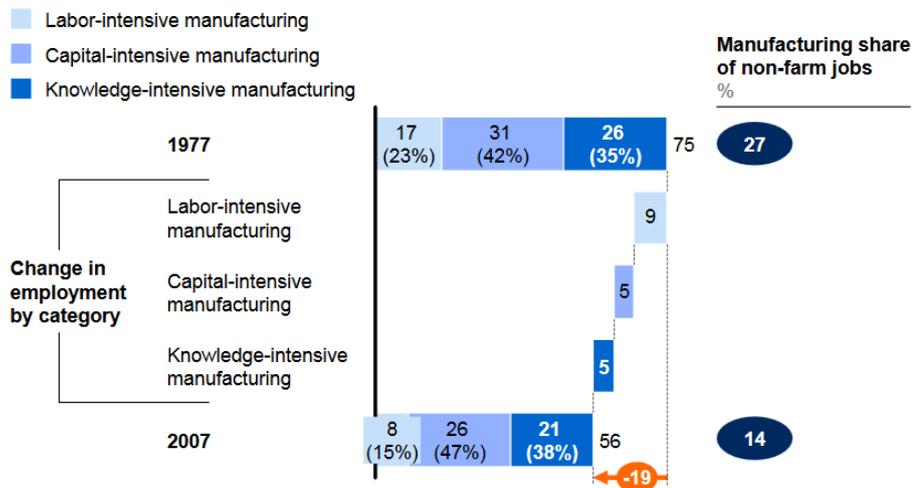
*Der im Ländervergleich höchste Anteil der arbeitsteiligen Bevölkerung zwischen 15 und 64 zeigt auf, dass in der Schweiz mehr als in anderen Ländern (hier im G7-Vergleich) arbeitsfähige Menschen in den wirtschaftlichen Arbeitsprozess einbeziehen kann. In dem Masse wie die Digitalisierung und Vernetzung menschliche Arbeit ersetzen kann, dürfte dieses Verhältnis in Zukunft international entsprechend sinken. In der Schweiz ist es bisher gestiegen.*

Quelle: <https://data.oecd.org/emp/labour-force-participation-rate.htm> (Seite eingesehen im Juni 2017).

## 4.2 Beschäftigungsverlagerungen

In den vergangenen Jahrzehnten hat in den meisten Volkswirtschaften der Welt die Bedeutung des Industriesektors abgenommen und diejenige des Dienstleistungssektors zugenommen. Die Deindustrialisierung kann durch den unterschiedlichen Produktivitätszuwachs zwischen Industrie- und Dienstleistungssektor erklärt werden. Durch die Automatisierung von Industrieanlagen und den Einsatz von Industrierobotern vor allem bei der arbeitsintensiven Herstellung (siehe Abbildung 6) ist in der Industrie die Produktivität viel stärker gewachsen als im Dienstleistungssektor (Graetz und Michaels 2015).

**Abbildung 6 Abnehmende Beschäftigung in Industriebranchen**



Die Zahlenangaben beziehen sich auf Millionen Beschäftigte, die Prozentsätze auf den Anteil aller Beschäftigten. Einbezogen wurden Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Finnland, Griechenland, Italien, Irland, Japan, Niederlande, Kanada, Portugal, Schweden, Spanien, USA und UK. Die arbeitsintensive Herstellung verlor im Beobachtungsraum von 30 Jahren die meisten Stellen. Es handelt sich vorwiegend um Routine-Jobs, die automatisiert werden konnten.

Quelle: Dobbs u. a. 2012, in Anlehnung an EU Klems und MCI analysis.

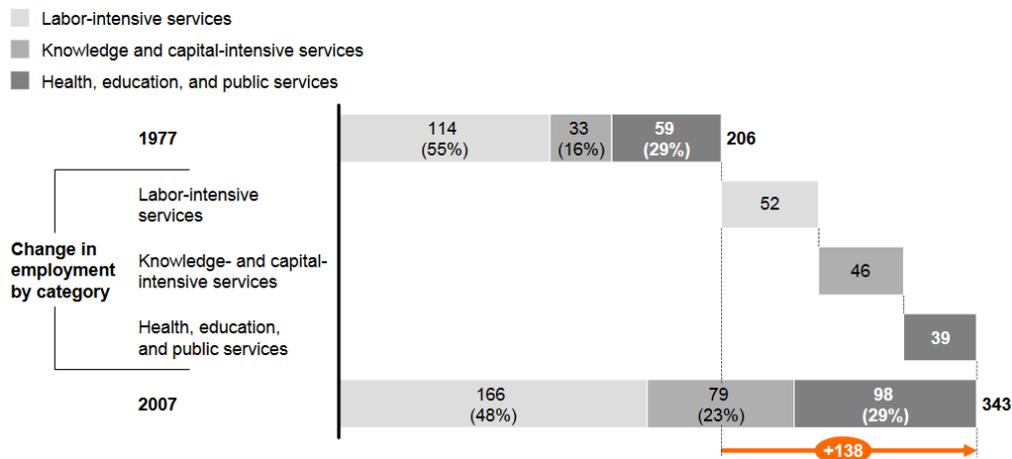
#### 4.2.1 Beschäftigungsverlagerung zu produktivitätsschwächeren Branchen

Die Produktivität des Industriesektors ist durch Automation, aber auch durch Offshoring der Produktion gestiegen. Gleichzeitig mit der gestiegenen Produktivität des Industriesektors hat der Dienstleistungssektor entsprechend Arbeitskräfte aufgesogen (siehe Abbildung 7).

Während in technologisch progressiven Branchen ein vergleichsweise schnelleres Produktivitätswachstum beobachtet werden kann, ist dies in technologisch rückläufigen Branchen kaum der Fall. In ersteren kann der Produktionsprozess besser standardisiert und routinebasierte Tätigkeiten können besser automatisiert werden. Ein unterschiedlicher Einsatz von Technologie zwischen Branchen hat einen Einfluss auf das Wachstum einer Volkswirtschaft im Allgemeinen.

Branchen nicht handelbarer Güter haben in den USA zwischen 1990 und 2008 zu 98% zum Beschäftigungszuwachs beigetragen. 40% des Beschäftigungszuwachses war in der Verwaltung und im Gesundheitssektor zu verzeichnen. Technologisch progressive Branchen, die 1990 34 Mio. Leute beschäftigten, konnten seither lediglich rund 0.6 Mio. Stellen schaffen, die meistens davon in hochqualifizierten Branchen der handelbaren Güter (Berger und Frey 2017). In diesen Branchen ist die Produktivität seit 1990 um über 50% gestiegen, in den rückläufigen Branchen lediglich um etwas über 10%.

**Abbildung 7 Zunehmende Beschäftigung in Dienstleistungsbranchen**



Die Zahlenangaben beziehen sich auf Millionen Beschäftigte, die Prozentsätze auf den Anteil aller Beschäftigten. Einbezogen wurden Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Finnland, Griechenland, Italien, Irland, Japan, Niederlande, Kanada, Portugal, Schweden, Spanien, USA und UK. Bei wissensintensiven Dienstleistungen und Verwaltungsdienstleistungen entstanden am meisten neue Stellen. Es handelt sich vorwiegend um Nicht-Routine-Tätigkeiten, die mit der ICT in komplementärer Beziehung stehen.

Quelle: Dobbs u. a. 2012, in Anlehnung an EU Klems und MCI analysis.

#### 4.2.2 Zunehmende Automatisierung auch in Dienstleistungsbranchen

In entwickelten Volkswirtschaften führen neue Technologien zu einer Verlagerung der Arbeit in technologisch rückläufige Branchen. Einerseits verlangsamt sich dadurch die Produktivität insgesamt. Andererseits entstehen wachsende Einkommensunterschiede zwischen Arbeitnehmern in den unterschiedlichen Branchen. Die Zukunft des Gesamtwachstums der Produktivität in der Volkswirtschaft hängt somit letztlich vom Ausmass ab, in dem neue Technologien eingesetzt werden können, um die Produktivität im Dienstleistungssektor zu erhöhen. (Berger und Frey 2016b)

In jüngster Zeit hat sich die Reichweite der digitalen Automation beträchtlich ausgeweitet. Auf der Grundlage der zunehmenden Verfügbarkeit von Big Data, Machine Learning (einschliesslich Data Mining, Computational Statistics etc.) konnte eine Vielzahl komplexer Wissensarbeit in wohldefinierte und somit automatisierbare Problemstellungen transformiert werden. Im Gesundheitssektor wird das medizinische Personal zunehmend von Big-Data-Verarbeitungstechniken (z. B. IBM Watson Computer) unterstützt. Unternehmen wie Work Fusion bieten Software an, die Stellen in Routinetätigkeiten und Nicht-Routinetätigkeiten teilen können. Erstere werden dabei automatisiert, letztere nach Möglichkeit über Crowdfunding-Plattformen wie Upwork etc. an Freelancer ausgelagert. Freelancer sind besonders in wissensintensiven Berufen (Berater, Informatiker etc.) tätig. Die Software beobachtet und sammelt zusätzlich Informationen darüber, wie die Freelancer ihre Nicht-Routine Tätigkeiten erledigen. Auf diese Weise lernt sie, inwieweit auch diese Arbeit automatisierbar ist.

Big-Data-Technologien nutzen die hohen Informationsmengen, die durch laufend günstigere fortschrittlichere Sensoren verfügbar werden, was vor allem die Weiterentwicklung von Robotern erlaubt. So begünstigt die erhöhte Verfügbarkeit und verbesserte Auflösung von 3D-Karten von Strassennetzen die Entwicklung von autonomen Fahrzeugen. Günstigere und bessere Sensoren tragen aber auch dazu bei, dass industrielle Roboter flexibler und mobiler einsetzbar wer-

den (z. B. Rethink Robotos Baxter). Eine erhöhte Flexibilität von Robotern, kombiniert mit Fortschritten in der natürlichen Sprachverarbeitung ermöglicht es, vermehrt auch Verwaltungsarbeiten, Arbeiten wie den Hotelempfangs oder die Betreuung betagter Menschen teilweise zu automatisieren. Darüber hinaus können flexible Roboter unstrukturierte Aufgaben in der gewerblichen Reinigung und Lebensmittelzubereitung durchführen. Fortschritte im Bereich Big Data in Kombination mit anspruchsvollen Algorithmen erlauben die Automatisierung einer zunehmend breiten Palette von Wissensarbeit. Fortschritte in der Robotik ermöglichen die Substitution menschlicher Arbeit in einem weiten Feld, das bisher manuellen Tätigkeiten vorbehalten war (Berger und Frey 2016b). Die digitale Transformation erhöht somit das Substitutionspotenzial von Berufen zunehmend auch in Dienstleistungsbranchen (Dengler und Matthes 2015).

#### 4.2.3 Beschäftigungsverlagerungen in der Schweiz

Die Gesamtbeschäftigung ist in der Schweiz in den vergangenen 25 Jahren um mehr als 10% gestiegen. Durch die Ausschöpfung der zunehmenden Automatisierungspotenziale ist die Beschäftigung in diesem Zeitraum im Industriesektor um fast 20% gesunken. Die Automatisierung führte dazu, dass bspw. die Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie, die Uhrenhersteller, Pharma- und die Chemiebranche sowie die Lebensmittelbranche den Wert ihrer Exporte mit weniger Mitarbeitern weit mehr als verdoppeln konnten.

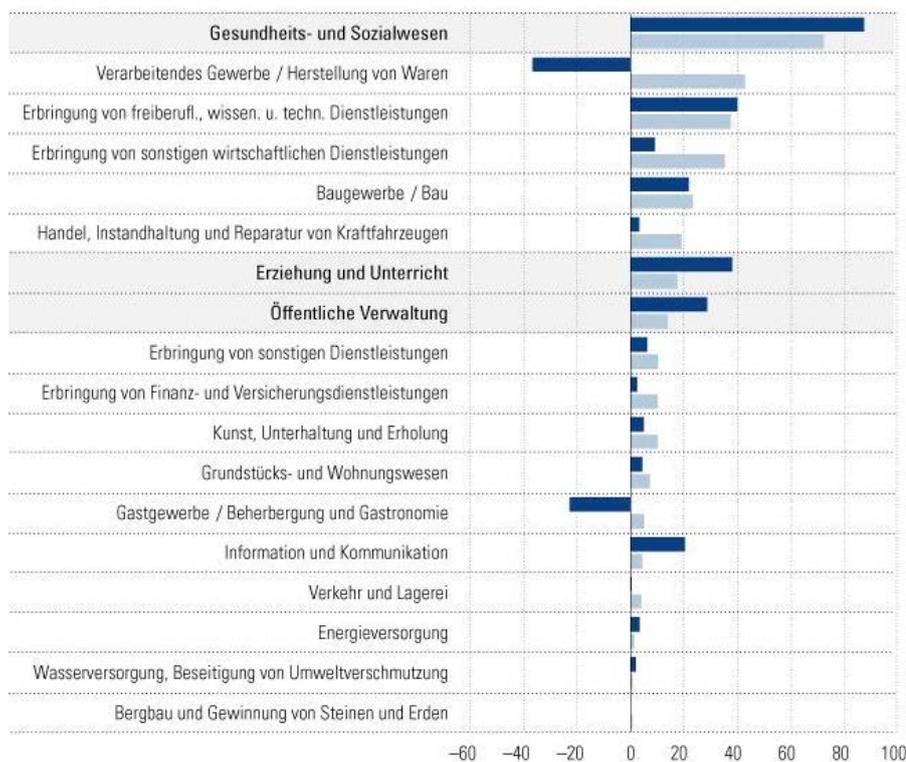
Vergleichbar dem Trend in vielen westlichen Ländern ist auch in der Schweiz die positive Beschäftigungsentwicklung im öffentlichen Sektor vor allem im Gesundheits- und Sozialwesen und in der Verwaltung zu verzeichnen. So ist die Beschäftigung in diesen Bereichen sowie bei der Bildung und Erziehung um 65% gestiegen. Das Beschäftigungswachstum im Gesundheits- und Sozialwesen betrug 85%, dasjenige der öffentliche Verwaltung bei Bund, Kantonen und Gemeinden 33%. Weil im privaten Dienstleistungsbereich bzw. «Businesssektor des Dienstleistungsbereichs» (Altun und Ley 2016) die Beschäftigung kaum gewachsen ist (siehe Abbildung 8), beträgt der Durchschnitt des Beschäftigungswachstum im Dienstleistungssektor 28% (Flückiger 2017).

## Abbildung 8 Stellenwachstum vor allem im öffentlichen Dienst

Das Gesundheitswesen als Haupttreiber: Beschäftigungswachstum nach Branchen, in Tausend

■ 2008–2014: total 209777 (+ 5.22%)

■ 2002–2008: total 313332 (+ 8.46%)



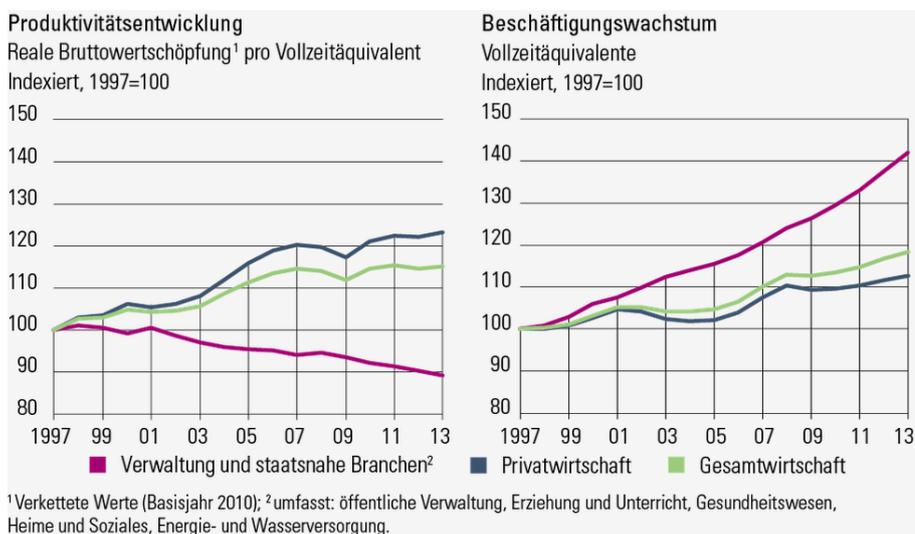
Das Stellenwachstum findet im Dienstleistungsbereich vor allem im Gesundheits- und Sozialwesen statt, im Bereich Erziehung und Unterricht sowie in der öffentlichen Verwaltung. Das Stellenwachstum privater Dienstleistungsbetriebe liegt demgegenüber von 2008 bis 2014 bei weit unter 10% oder es gab ein Stellenrückgang (Beherbergung und Gastronomie). Ausnahme ist lediglich das Stellenwachstum von 20% im IKT-Bereich.

Quelle: Rütli 2015 in Anlehnung an BFS, BESTA und SECO.

Die Beschäftigungsentwicklung ist in der Schweiz bisher positiv verlaufen. Während jedoch im privaten Sektor die Produktivitätsentwicklung höher ist als die Beschäftigungsentwicklung, verhält es sich im öffentlichen Sektor<sup>10</sup> umgekehrt (Abbildung 9).

<sup>10</sup> Die Problematik der Messung der Produktivität im Dienstleistungsbereich siehe Kaiser und Siegenthaler 2016.

**Abbildung 9 Produktivitäts- und Beschäftigungsentwicklung**



Produktivitätsberechnungen im öffentlichen Sektor sind schwer zu beurteilen, denn solange der Staat für seine Dienstleistungen keine Rechnung stellt, findet diese «Produktion» im Rechnungswesen nicht statt. Stattdessen werden häufig die Gestehungskosten mit der «Produktion» gleichgesetzt, wie dies vorliegend der Fall ist. Danach wird zwischen 1997 und 2013 im öffentlichen Bereich bei einem Beschäftigungswachstum von über 40% von einem Produktivitätsrückgang um 11% ausgegangen, im privaten Sektor bei einem Beschäftigungswachstum von 13% von einer Produktivitätssteigerung um 23%.

Quelle: Schwarz 2016 auf der Grundlage von BFS-Angaben.

Der Beschäftigungsanteil des Staates und der staatsnahen Branchen ist heute auf rund 25% gestiegen. Noch vor 20 Jahren lag diese Quote bei knapp 20%. Der eher positive Blick auf die bisherige Beschäftigungsentwicklung wird aufgrund des Auseinanderklaffens zwischen privater und öffentlicher Arbeitsnachfrage getrübt. Zum Beschäftigungszuwachs im öffentlichen Sektor dürften in der Schweiz in den vergangenen Jahren vor allem Regulierungen und der bisherige Hang zum «Swiss finish» beigetragen haben (Rütti 2015).

### 4.3 Implikationen der Job-Polarisation und der Beschäftigungsverlagerungen

Job-Polarisation und Beschäftigungsverlagerungen in (neue) Berufe vorwiegend ohne Routine-tätigkeiten haben einen Einfluss auf die Kompetenzanforderungen und auch die Arbeitsformen. Durch die sinkende Nachfrage nach Routineberufen steigt die Bedeutung des Kapitaleinkommens.

#### 4.3.1 Bisheriger Wandel der Kompetenzanforderungen

Digitalisierung und Vernetzung bieten die Möglichkeit, Routineberufe in Niedriglohnländer auszulagern und/oder zu automatisieren. Dieser zunehmend wegfallende Bedarf nach Routinetätigkeiten bewirkt, dass sich die Tätigkeiten in bestehenden Beschäftigungen verändern, das aber auch zahlreiche neue Berufe entstehen, die vermehrt analytische, kommunikative und problemlösungsorientierte Fähigkeiten voraussetzen.

## Internationale Entwicklungen

Der Bedeutungswandel der beruflichen Qualifikationen bedingt andere Kompetenzanforderungen<sup>11</sup>. Arbeitnehmende sind generell stärker für Kompetenzen zu befähigen, die durch die Digitalisierung und Vernetzung wichtiger werden (Sachs, Meier und McSorley 2016). Die Kernherausforderung ist es, Arbeitnehmende in Berufen mit einem hohen Anteil an Routinetätigkeiten für Berufe mit einem deutlich geringeren Anteil an Routinetätigkeiten zu qualifizieren.

Aktuell können häufig Stellen nicht besetzt werden, weil das nachgefragte Expertenwissen auf dem Arbeitsmarkt nicht verfügbar ist. Mangelndes MINT-Fachwissen, aber auch Soft Skills wie Kommunikation sind dabei die Hauptgründe. Umgekehrt können auch diejenigen, die einer Beschäftigung nachgehen, ihr Potenzial dort nicht vollumfänglich einsetzen. In einer durch LinkedIn durchgeführten globalen Befragung von Arbeitssuchenden bekundeten mehr als ein Drittel der Befragten, dass in ihrer derzeitigen Anstellung ihre Fähigkeiten nicht voll genutzt würden oder diese nicht genug Herausforderungen bieten. Zwischen Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage besteht somit ein «Mismatch». Dies hat unter anderem dazu geführt, dass bspw. in Kanada, Spanien, UK und USA seit der Jahrtausendwende die Migration etwa 40% des Erwerbswachstums ausmacht (Manyika 2017).

Gemäss einer Umfrage in 28 OECD-Ländern über die Fähigkeiten von Beschäftigten haben mehr als 50% der erwachsenen Bevölkerung nur einfachste (E-Mails-Kommunikation sowie Surfen im Internet) oder gar keine ICT-Fähigkeiten. Im Durchschnitt haben über 40% derjenigen, die täglich Software nutzen, nicht die erforderlichen Fähigkeiten, um digitale Technologien effizient einzusetzen. Nur rund ein Drittel haben fortgeschrittene kognitive ICT-Fähigkeiten, die es ihnen ermöglichen, Probleme zu bewerten und Lösungen zu finden. (OECD 2016)

## Entwicklungen in der Schweiz

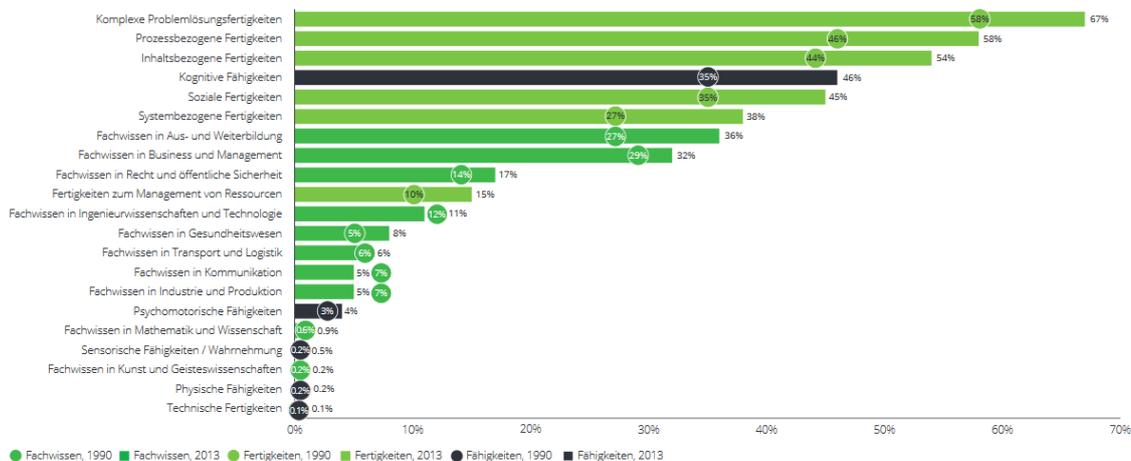
Die Datenbank O\*NET<sup>12</sup> weist für 120 einzelne Kompetenzen auf einer Skala von 1 (unwichtig) bis 5 (extrem wichtig) aus, wie wichtig sie für 900 unterschiedliche Berufe sind. Dabei werden im Groben drei Kategorien von Kompetenzen unterschieden, nämlich Fachwissen (Knowledge), Fertigkeiten (Skills) und Fähigkeiten (Abilities). Erstere beiden werden durch Aus- und Weiterbildung sowie Berufserfahrung erworben und entwickelt. Fähigkeiten sind dagegen primär angeboren. Mit entsprechendem Training kann man sie zu einem gewissen Teil trainieren. (Zobrist und Brandes 2017)

Die Kompetenzen von rund 350 Schweizer Beschäftigten lassen sich ermitteln, indem die O\*NET-Daten mit den Beschäftigungsdaten aus der Schweizerischen Strukturerhebung des Bundesamtes für Statistik (BFS) verbunden werden. Im Groben ist auf diese Weise erkennbar, dass Problemlösungsfertigkeiten, prozess- und inhaltsbezogene sowie soziale Fertigkeiten in den vergangenen Jahren an Wichtigkeit gewonnen, physische und psychomotorische Fähigkeiten sowie Fachwissen in Industrie und Produktion (Routinetätigkeiten) an Wichtigkeit verloren haben (siehe Abbildung 10).

<sup>11</sup> Die sich verändernden Kompetenzanforderungen sind aktuell Themen einer Untersuchung des SECO die im Herbst 2017 veröffentlicht wurde.

<sup>12</sup> <https://www.onetonline.org/> (Seite eingesehen im Juni 2017).

**Abbildung 10 Wichtigkeit von Kompetenzen für Schweizer Beschäftigte**



Der Prozentsatz gibt an, für wie viele Beschäftigte die jeweilige Kompetenz zur Ausübung ihres Berufes mindestens wichtig ist ( $\geq 3$ , Skala 1-5). Der hohe Wert der «komplexen Problemlösungsfertigkeiten» rührt insbesondere davon her, dass diese aus nur einer einzelnen Kompetenz bestehen, die prozess- und inhaltsbezogenen Fertigkeiten bestehen demgegenüber aus mehreren Einzelkompetenzen.

Quelle: BFS, O\*NET, Deloitte Research (Zobrist und Brandes 2017, 11).

Im Zeitpfad sind spezifische Kompetenzen des Fachwissens, der Fertigkeiten und der Fähigkeiten gestiegen (siehe Abbildung 11).

**Abbildung 11 Wichtigkeit von Kompetenzen für Schweizer Beschäftigte, 1990-2013**

Kompetenzkategorie	Höhere Bedeutung der Kompetenzen
Fachwissen	Kundenservice, Sprachen, Mathematik, Administration und Management, Computer und Elektronik, Aus- und Weiterbildung, Bürotätigkeiten
Fertigkeiten	Sprechen, Kritisches Denken, Prozessüberwachung, Leseverständnis, Zeitmanagement, Soziales Wahrnehmungsvermögen, Koordination
Fähigkeiten	Spracherkennung, Ordnen von Informationen, Sachverständlichkeit, Deduktives Denken, Schreibverständnis, Induktives Denken

Die wichtigsten Kompetenzen der Stellen, die in den vergangenen Jahren entstanden sind, sind Fachwissen zum Kundenservice, Sprachfertigkeiten und auch kritisches Denken sowie Fähigkeiten wie Spracherkennung und Ordnen von Informationen.

Quelle: BFS, O\*NET, Deloitte Research (Zobrist und Brandes 2017).

### 4.3.2 Bisherige Ausprägungen und Verbreitung neuer Arbeitsformen

Die Digitalisierung und Vernetzung verändert die Beschäftigungsstruktur und die Art der Arbeitserbringung. Die Ad-hoc-Vermutung ist, dass die Digitalisierung atypische Arbeitsformen, also sämtliche von der unbefristeten Festanstellung abweichenden Arbeitsformen, in der Tendenz fördert, da bspw. plattformbasierte Erwerbsarbeit auf der Grundlage einer neuen Arbeitsform wie die befristete Anstellung<sup>13</sup>, die Arbeit auf Abruf<sup>14</sup>, Arbeit bei mehreren Arbeitgebern<sup>15</sup>

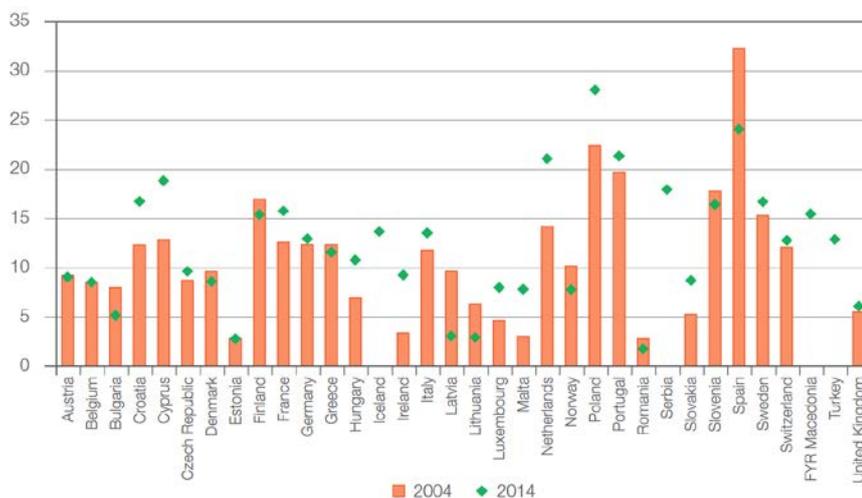
<sup>13</sup> Die befristete Anstellung ist ein Arbeitsverhältnis, dass von ex ante für eine bestimmte Dauer abgeschlossen wird und ohne Kündigung endet. Die befristete Anstellung kennt ohne ausdrückliche Regelung keine Probezeit und auch keine vorzeitige Kündigungsmöglichkeit. Der Vertrag ist von beiden Parteien bis zum vereinbarten zum Be-

oder auch die Soloselbständigkeit<sup>16</sup> erfolgt. Da diese Art der Erwerbsarbeit erst seit sehr kurzer Zeit existiert, kann im Ländervergleich derzeit nicht beobachtet werden, dass sich neue Arbeitsformen ausschliesslich stärker verbreiten.

## Internationale Entwicklung

In Europa ist bspw. die befristete Arbeit sehr unterschiedlich verbreitet. Während in Spanien rund ein Drittel der Erwerbsarbeit auf der Grundlage befristeter Anstellungen erfolgt, ist dies in Ländern wie Estland oder Irland und anderen zu weniger als 5% der Fall (siehe Abbildung 12).

Abbildung 12 Anteil befristete Anstellungen am Total Beschäftigte



Der Anteil befristeter Anstellung am Total der Beschäftigten ist im Zeitpfad fast in der Mehrheit der betrachteten Ländern gestiegen, in einigen Ländern stärker (z. B. Niederlande, Zypern), in einigen Ländern schwächer (UK oder auch die Schweiz). In rund zehn Ländern ist der Anteil gesunken (z. B. Norwegen oder Spanien), in einigen gleich geblieben (z. B. Österreich oder Belgien).

Quelle: ILO 2016.

In Europa ist die Arbeit auf Abruf nicht sehr verbreitet. In den Niederlanden, Slowenien und der Schweiz liegt der Anteil der befristeten tätigen Beschäftigten am Total der Beschäftigten bei 5% und darüber, in den anderen Ländern teilweise deutlich darunter (siehe Abbildung 13).

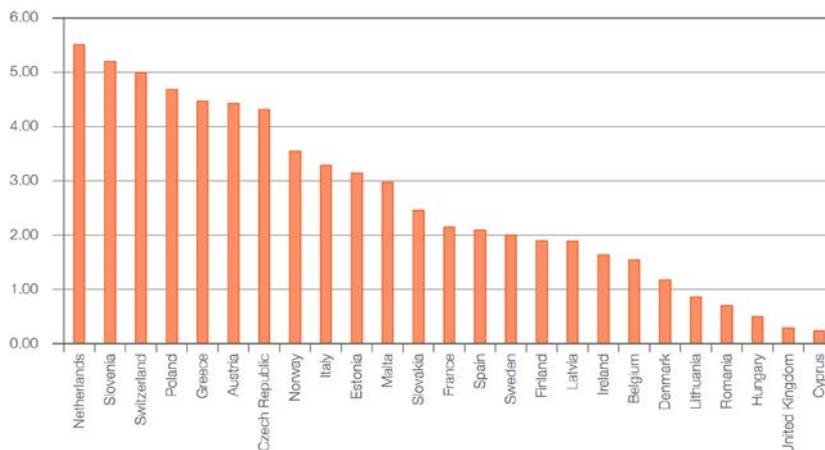
endigungstermin zu erfüllen.

<sup>14</sup> Die Arbeit auf Abruf ist uneinheitlich definiert. Darunter wird einerseits Teilzeitarbeit im Rahmen eines unbefristeten Arbeitsvertrages verstanden. Dabei ist der Zeitpunkt und die Dauer der einzelnen Arbeitseinsätze unbestimmt. Sie werden jeweils vom Arbeitgeber oder durch Parteivereinbarung festgelegt. Andererseits wird darunter ein Arbeitsverhältnis verstanden, bei dem entweder die Lage der Arbeitszeit, deren Dauer oder Lage und Dauer unbestimmt sind (Henneberger, Souza-Poza und Ziegler 2004). Crowdworking ist im Regelfall Arbeit auf Abruf.

<sup>15</sup> Mit Erwerbstätigkeit mit mehreren Arbeitgebern werden Arbeitnehmende verstanden, die zu einem bestimmten Zeitpunkt bei mehreren Arbeitgebern angestellt sind.

<sup>16</sup> Selbständige sind Personen, die einer eigener Regie und auf eigenes Risiko einer Erwerbstätigkeit nachgehen. Sie sind nicht in die Organisation eines Unternehmens eingebunden. Selbständige Personen können Angestellte haben. Solo-Selbständige sind dagegen selbständige Personen ohne Angestellte.

**Abbildung 13 Anteil Arbeit auf Abruf am Total Beschäftigte**

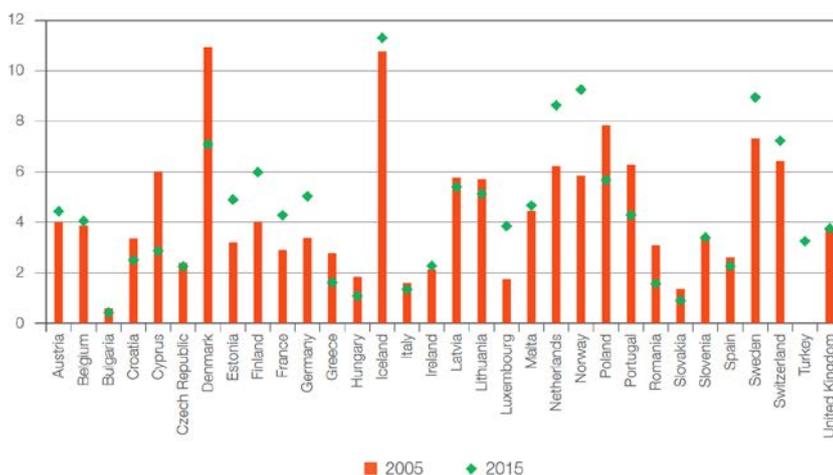


Der Anteil Arbeit am Total der Beschäftigten ist in den europäischen Ländern sehr unterschiedlich. Während Länder wie die Niederlande und auch die Schweiz mit rund 5% den höchsten Anteil haben, ist diese Arbeitsform im UK kaum zu beobachten.

Quelle: ILO 2016.

In Europa ist die Verbreitung befristeter Arbeit erneut sehr unterschiedlich verbreitet, in Dänemark und Island bei über 10%, in Ländern wie Italien oder Luxemburg unter 2% der Beschäftigten (siehe Abbildung 14).

**Abbildung 14 Anteil Erwerbstätige mit mehreren Arbeitgebern am Total Beschäftigte**



Der Trend der Anteil Erwerbstätigen bei mehreren Arbeitgebern am Total der Beschäftigten ist bei den betrachteten Ländern unklar. In jeweils rund der Hälfte der Länder ist er steigend bzw. sinkend.

Quelle: ILO 2016.

Die Bedeutung der selbstständigen und soloselbstständigen Arbeit ist in Europa in den meisten Ländern im Zeitpfad gestiegen (Brenke und Beznoska 2016).

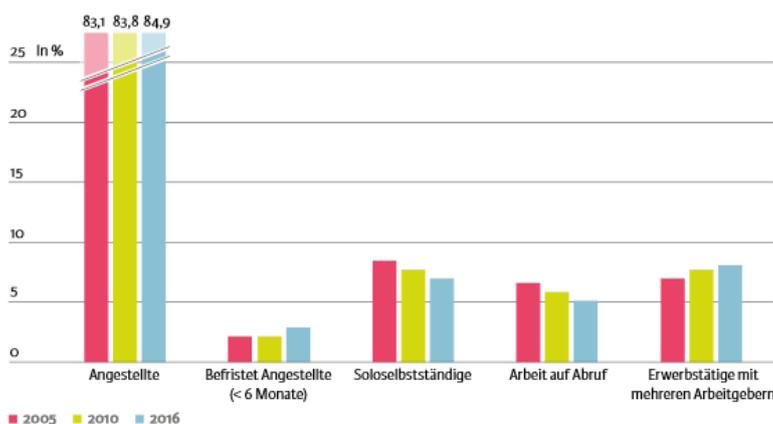
## Entwicklungen in der Schweiz

Das klassische Angestelltenverhältnis hat in der Schweiz 2016 noch einen Anteil von rund 85%, neue Arbeitsformen entsprechend rund 15% (siehe Abbildung 15).

Wie sich die neuen Arbeitsformen in der Schweiz entwickeln werden ist offen. Kernprozesse werden vermutlich weiterhin innerhalb von Unternehmen durch klassisch festangestellte Arbeitnehmer bearbeitet. Es ist auch möglich, dass selbst Internet-Plattformen ggf. vermehrt Leute feststellen. Diese Entwicklung kann bspw. in Deutschland mit dem Reinigungsportal My Clean, dem Butlerservice Alfred oder Parcel beobachtet werden. Die Plattformen haben dadurch zwar höhere Personalkosten. Entscheidend ist jedoch die positive Umsatzentwicklung auf der Grundlage dieser Personalstrategie (Huwiler 2017).

Die schrittweise Deregulierung der flexiblen Beschäftigungsformen bei gleichzeitiger Stabilität des Kündigungsschutzes hat in zahlreichen Ländern dazu geführt, dass atypische Arbeitsformen bei hoch- und niederqualifizierten Berufen zugenommen haben (Eichhorst u. a. 2015). Damit sich atypische Arbeitsformen nicht primär in Richtung atypisch-prekäre Arbeitsformen entwickeln<sup>17</sup>, ist die Beibehaltung der flexiblen Arbeitsmarktregulierung von zentraler Bedeutung. Möglicherweise hat der flexible Arbeitsmarkt in der Schweiz dazu geführt, dass bisher keine Zunahme prekärer Arbeitsverhältnissen festzustellen ist, die mit einem Lohndruck oder zu einer höheren Bedeutung des Tieflohnbereichs einhergehen (Bundesrat 2015)<sup>18</sup>.

**Abbildung 15 Entwicklung der Anteile Erwerbstätiger nach Arbeitsform**



*Die meisten Arbeitenden sind nach wie vor angestellt. Leicht zugenommen haben im Zeitpfad die unter sechs Monate befristeten Arbeitsverhältnisse sowie die Erwerbstätigkeit mit mehreren Arbeitgebern. Abgenommen hat die Bedeutung der Soloselbstständigkeit sowie der Anteil der Arbeit auf Abruf, in dem auch Crowdfunding einbezogen ist. Der Anteil der in der Schweiz auf Internetplattformen vermittelten Arbeit auf Abruf wird aktuell noch als sehr gering betrachtet.*

Quelle: Huwiler 2017 auf Grundlage von BFS / SAKE. Die Werte unter Arbeit auf Abruf entsprechen dem Jahresdurchschnitt 2015. Alle übrigen Werte beziehen sich auf das 2. Quartal 2015.

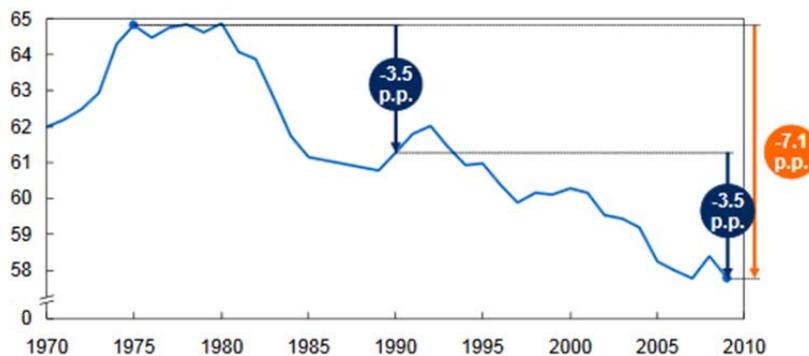
<sup>17</sup> Die Entwicklung der atypischen Arbeit ist janusköpfig: Zum einen bietet die Flexibilisierung des Arbeitsmarkts mehr persönliche Freiheiten und Zeitsouveränität, zum anderen finden sich zunehmend Leute in neuen Arbeitsformen mangels Alternativen. Auch in der Schweiz wird thematisiert, dass Lohn- und Arbeitsbedingungen erodieren und die Prekarisierung der Arbeit zunehmen kann (Bundesrat 2017).

<sup>18</sup> Unter anderem zur Beantwortung des Postulats von Nationalrat Mathias Reynard 15.3854 «Automatisierung: Chancen und Risiken» (<https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20153854>) lässt das SECO zur Zeit im Rahmen einer Studie die Entwicklung der atypisch-prekären Arbeitsverhältnisse untersuchen.

### 4.3.3 Steigende Bedeutung des Kapitaleinkommens

Durch die anhaltende sinkende Nachfrage nach Routineberufen ändert sich die relative Bedeutung des Faktors Arbeit. Die in den vergangenen Jahrzehnten beobachtbare Erhöhung der Totalen Faktorproduktivität wird vor allem durch die stetig abnehmende Bedeutung des Arbeitsanteils am Volkseinkommen (siehe Abbildung 16) erklärt (OECD 2012). Der Arbeitsanteil des Volkseinkommens hat in den vergangenen Jahren in vielen entwickelten Ländern abgenommen (Bivens und Mishel 2015; Piketty 2014; Autor u. a. 2017).

**Abbildung 16** Prozentanteil der Arbeits- am Volkseinkommen in entwickelten Ländern



Abgebildet ist der seit 1980 um etwas mehr als 7% gesunkene Anteil der Arbeits- am Volkseinkommen. Einbezogene Länder sind Australien, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Italien, Japan, Niederlande, Portugal, Schweden, Spanien, UK und USA.

Quelle: Dobbs u. a. 2012, basierend auf World Bank Development Indicators, EU KLEMS, Haver Analytics und MCI analysis. Die Berechnung erfolgt auf der Basis realer US \$ (2000) ohne Staatstransfers und Vermögenszugänge.

Die Ausdünnung von Routine-Berufen hat in der Schweiz – im Gegensatz zur internationalen Entwicklung – bisher nicht zu einer Abnahme des Anteils am Arbeitseinkommen am Volkseinkommen geführt. Das Verhältnis ist bisher sogar gestiegen, dies infolge unterschiedlicher Gründe. Die Untersuchung von Schweizer Firmendaten lässt auf eine Verschiebung der sektoralen Zusammensetzung hin zu Branchen mit höheren Lohnquoten schliessen, auf eine relativ geringe Rate des technischen Fortschritts<sup>19</sup>, auf eine relative Knappheit an Arbeitskräften und auf eine vergleichsweise gut ausgebildete Erwerbsbevölkerung (Graff und Siegenthaler 2014). Es wird allerdings davon ausgegangen, dass sich insbesondere der technische Fortschritt auch in der Schweiz akzentuieren wird und daher auch hierzulande in den kommenden Jahren in der Tendenz ebenfalls von einem sinkenden Anteil der Arbeitseinkommen am Volkseinkommen auszugehen ist.

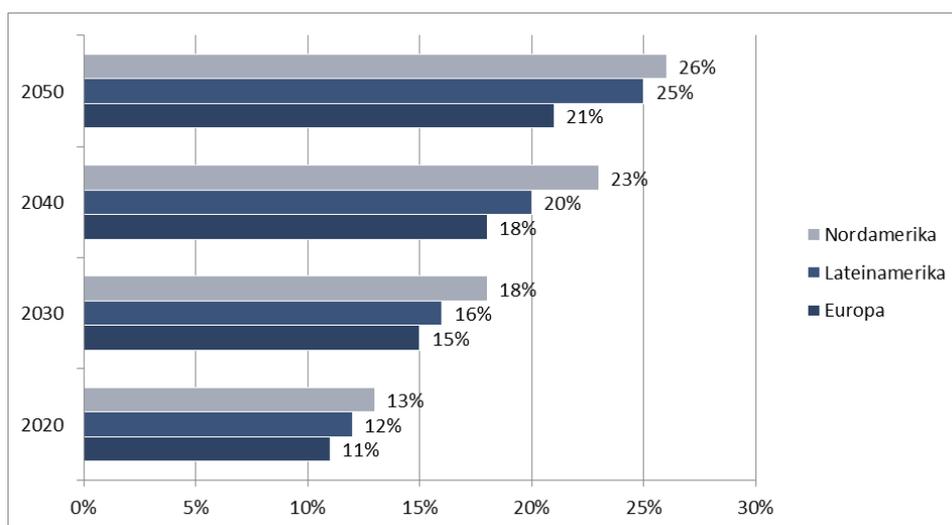
<sup>19</sup> Diese Einschätzung kontrastiert allerdings mit verschiedenen Rankings, welche die Voraussetzungen von Wirtschaftsstandorten im Hinblick auf die Digitalisierung bzw. Industrie und/oder Wirtschaft 4.0 vergleichen. In diesen Rankings nimmt die Schweiz jeweils Spitzenplätze ein, so etwa beim Network Readiness Index des World Economic Forum (Platz 6), beim E-Friction Index der Boston Consulting Group (4), dem National Absorptive Capacity Index von Accenture/Frontier Economics (2) oder beim Roland Berger Industry 4.0 Readiness Index (Platz 1).

## 5 Zukünftige Auswirkungen auf die Beschäftigung

«The situation will have been made the more serious by the advances of automation. The world of A.D. 2014 will have few routine jobs that cannot be done better by some machine than by any human being. ... The lucky few who can be involved in creative work of any sort will be the true elite of mankind, for they alone will do more than serve a machine» (Asimov 1964).

Auch mit Blick auf die Digitale Revolution wird heute, als mehr als 50 Jahre nach dieser Aussage von Asimov, vielfach ein ähnliches Bild mit Blick auf die zukünftige Arbeitsnachfrage gezeichnet, etwa im Rahmen einer Delphi-Umfrage der Bertelsmann-Stiftung (siehe Abbildung 17): «Die globale Arbeitslosigkeit könnte auf 24 Prozent (oder mehr) im Jahr 2050 steigen» (Daheim und Wintermann 2016, 12). Daher stellt sich die Frage, inwieweit ein Potenzial besteht, dass Berufe wegfallen (Abschnitt 5.1), inwieweit neue Berufe hinzukommen werden (Abschnitt 5.2). Und es interessiert insbesondere, welche spezifischen Aspekte mit Blick auf die neuen Arbeitsformen in der Schweiz zu beachten sind (Abschnitt 5.3).

**Abbildung 17 Erwartete Arbeitslosigkeit in Prozent bis 2050**



*Im Rahmen einer 2015 weltweit durchgeführten Delphi-Umfrage der Bertelsmann-Stiftung mit 298 Experten aus Unternehmen, Universitäten, NGOs etc. wird infolge der Konsequenzen der Digitalisierung und Vernetzung wie (selbst-replizierende) Robotik, künstliche Intelligenz, synthetische Biologie, Nanotechnologie und Technologie-Konvergenz in Kombination mit der Problematik, dass Weiterbildung und Bildung nicht mit dem raschen technologischen Wandel Schritt halten, nahezu einhellig und unabhängig von Alter der Antwortenden eine global steigende Arbeitslosenquote angenommen. Es wird von einer Verdoppelung der Arbeitslosigkeit von 2020 bis 2050 ausgegangen.*

Quelle: Daheim und Wintermann 2016, 12.

### 5.1 Substitutionseffekte der Digitalisierung und Vernetzung

Infolge des Automatisierungspotenzials sind in den letzten Jahren bereits zahlreiche Berufe mit einem hohen Anteil an Routinetätigkeiten weggefallen. Daher hat die Digitalisierung und Vernetzung bereits zur Ablösung von Berufen geführt. Die Innovationen der Digitalisierung wie sich selbst steuernde Züge und Autos werden weitere Berufe wie den Lokführer oder den Taxifahrer überflüssig machen. Die Digitalisierung wird auch teilweise geistige Arbeit übernehmen können, die bisher bspw. von spezialisierten Fachleuten wie Buchhaltern, Juristen etc. ausge-

führt wurden. So wird angenommen, dass etwa im Jahre 2050 im 3. Sektor intelligente Computer bis zu 50% der Dienstleistungen übernehmen werden (Aebi 2017).

### 5.1.1 Globales Automatisierungspotenzial in ausgewählten Ländern

Zur Frage, inwieweit in den kommenden rund 20 Jahren Arbeitsstellen aufgrund der Digitalisierung und Vernetzung ggf. verloren gehen könnten, existiert eine relativ vielreferenzierte Studie, in der auf der Grundlage von Expertenaussagen und beruflichen Tätigkeitsstrukturen die Automatisierbarkeit von knapp über 700 Berufen in den USA analysiert werden (Frey und Osborne 2013). Die Beschäftigungen werden mit Hilfe eines Gaußschen Prozessklassifizierers nach ihrer Substitutionsanfälligkeit durch Computerisierung eingeordnet. Dabei werden technische Möglichkeiten und Berufsaufgaben abgeglichen und eine Wahrscheinlichkeit des Automatisierungsmasses für jede Beschäftigung ermittelt.

Gemäss der Studie wird der technologische Fortschritt (mobile Roboter, lernende Maschinen, künstliche Intelligenz etc.) selbst Berufe im Niedriglohnsektor überflüssig machen, bei denen bisher angenommen wurde, dass sie aufgrund ihrer tiefen Entlohnung immuner gegen Automatisierung sein dürften. Für die USA wurde ermittelt, dass 47% der Beschäftigten derzeit in Berufen tätig sind, die in den nächsten 10 bis 20 Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit (> 70%) automatisiert werden können.

Die Studie von Osborne Frey 2013 stand Pate für eine Fülle weiterer vergleichbare Studien aus den Jahren 2014 (Bowles 2014; Frey und Osborne 2014; Hultman 2014; Pajarinen und Rouvinen 2014; Brandes und Zobrist 2015; Bonin, Gregory und Zierahn 2015; Brzeski und Burk 2015; World Bank 2015). Das Ziel all dieser weiteren Studien war es jeweils, für spezifische Länder das Substitutionspotenzial von Berufen durch Digitalisierung, Vernetzung und Automation zu untersuchen. Dabei resultiert, dass mindestens 35% der Berufe gefährdet sind (UK), in den meisten Ländern jedoch weit mehr (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1      Analysen in Anlehnung an Frey und Osborne 2013**

	Frey/ Osborne, 2013	Bowles, 2014	Frey/ Osborne 2014	Bultman (SSF) 2014	Parjari- nen/ Rouvinen, 2014	Brandes/ Zobrist, 2015	Bonin et al, 2015; Brzeski/ Burk, 2015	World Bank, 2016
<i>Berufe</i>	702	22		109	410	350	369	
USA	47%							
UK		47%	35%					
S		47%		46%				
NL, IR		49%						
CH						48% <sup>20</sup>		
DK, F, L		50%						
D		51%					42% (bzw. 59%) <sup>21</sup>	
FI		51%			36%			
A, EE		54%						
OECD								57%

*Die Studien in Anlehnung an Frey und Osborne 2013 ermitteln den Anteil der Berufe, die in unterschiedlichen Ländern zu 70% Wahrscheinlichkeit in den kommenden rund 20 Jahren infolge der Digitalisierung gefährdet sind. Dabei reichen die Ergebnisse von 35% (UK) bis 59% (D). Die Weltbank hat für weitere Länder noch höhere Anteile ermittelt, z. B. für Argentinien 65%, für Südafrika 67%, für Indien 69% und für Thailand 77%.*

Quelle: Tabellarische Darstellung der Studienergebnisse durch Polynomics.

### 5.1.2 Branchenbezogenes Automatisierungspotenzial

In Anlehnung an Frey und Osborne 2013 haben auch McKinsey Analysen zur Anfälligkeit von Berufen vorgenommen (Manyika u. a. 2015). Danach wird das Automatisierungspotenzial in den Ländern vor allem infolge von drei Faktoren bestimmt:

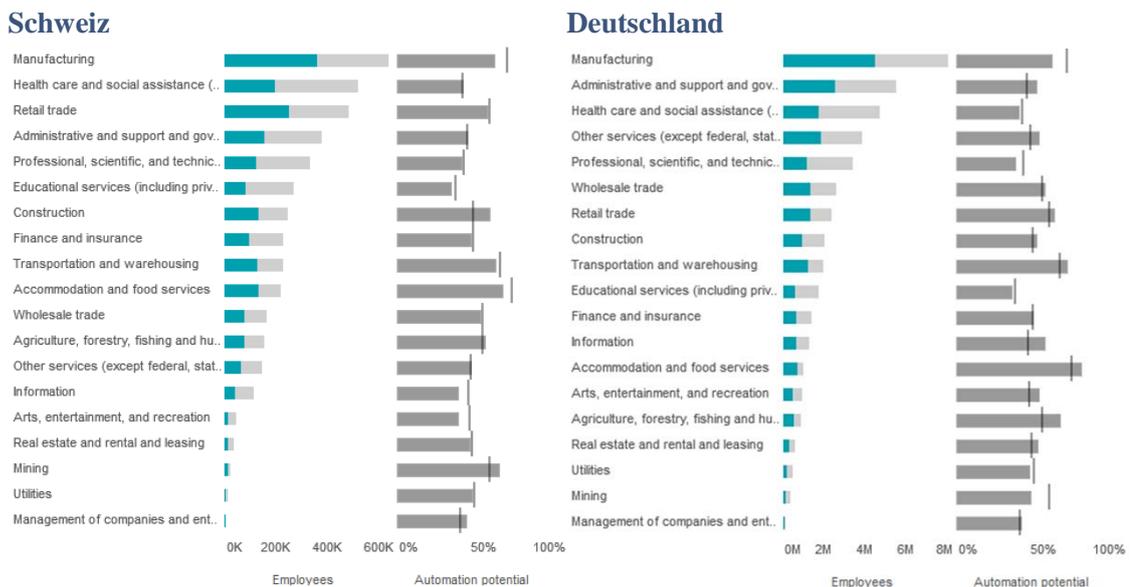
1. die wirtschaftliche Bedeutung von Branchen mit höherem Automatisierungspotenzial (z. B. Industrie, Beherbergung und Verpflegung),
2. die relative Höhe der Löhne sowie
3. das Ausmass, in dem Arbeitnehmer in Berufen angestellt sind, die ein hohes Automatisierungspotenzial haben (industrielle Produktion etc.).

<sup>20</sup> Aufgrund des mit den USA vergleichbar ermittelten Substitutionspotenzials kann nicht selbstredend davon ausgegangen werden, dass die in der Schweiz im Rahmen einer Berufslehre erworbenen Kompetenzen den Anforderungen der Digitalisierung und Vernetzung per se besser entsprechen als bspw. die Qualifikationen amerikanischer High-School-Abgänger.

<sup>21</sup> Brzeski und Burk (2015) verwenden nur einen Teil der Berufe - ihre Analyse bezieht sich auf knapp 31 Millionen der knapp 38 Millionen Beschäftigten. Von diesen sind nach deren berufsbasierter Ansatz 59% einem hohen Automatisierungspotenzial ausgesetzt. Die berufsbasierter Analyse von Bonin, Gregory und Zierahn (2015) dagegen bezieht sich auf alle Arbeitsplätze und kommt für diese auf 42%. Die berufsbasierter Analyse wird in diesem Beitrag nur beispielhaft durchgeführt, um einen Vergleichspunkt zur tätigkeitsbasierten Analyse zu haben, welche die tatsächlichen Tätigkeiten an den Arbeitsplätzen berücksichtigt und zu deutlich geringeren Automatisierungspotenzialen kommt.

Auf dieser Grundlage können Länder untereinander mit Blick auf das Automatisierungspotenzial in unterschiedlichen Branchen verglichen werden, z. B. die Schweiz und Deutschland (siehe Abbildung 18).

Abbildung 18 Branchenbezogenes Automatisierungspotenzial<sup>22</sup>



Die graue Linie zeigt den Durchschnitt des Automatisierungspotenzials bei 19 Branchen von 52 Ländern, die von McKinsey sozusagen als Proxy für die globale Situation einbezogen werden. Das Automatisierungspotenzial der Schweiz (Deutschlands) ist bei der Hälfte der Branchen (einer Branche) identisch mit dem Länderdurchschnitt. Die Schweiz (Deutschland) hat in vier (zwölf) Branchen ein höheres Automatisierungspotenzial als der Länderdurchschnitt. Somit haben in je einem halben Dutzend Branchen beide Länder ein tieferes Automatisierungspotenzial als der Länderdurchschnitt.

McKinsey, 2017

(<https://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/InternationalAutomation/WhereMachinesCanReplaceHumans>, Seite eingesehen im Juni 2017).

### 5.1.3 Beschäftigungswirkung der Automatisierung in der Praxis

Die technische Möglichkeit der Substituierbarkeit von Stellen ist von der Beschäftigungswirkung der Automatisierung in der Praxis zu unterscheiden. Das in Frey und Osborne 2013 und in Studien in Anlehnung an Frey und Osborne 2013 ausgewiesene Automatisierungspotenzial ist insbesondere zu relativieren, weil es auf Experteneinschätzungen beruht, die gesellschaftliche, rechtliche und ethische Hürden bei der Einführung neuer Technologien unzureichend Rechnung tragen. Die technische Automatisierbarkeit bzw. Algorithmisierbarkeit wird fast durchgängig nach dem Kriterium Routine-Beschäftigung versus Nicht-Routinebeschäftigung vorgenommen. Dabei wird Ersterer als generell ersetzbar begriffen. Allein die technische Umsetzbarkeit der Automatisierung führt jedoch nicht per se dazu, dass Arbeitsplätze auch in der Praxis substituiert werden. Auch ist die Automatisierung nicht kostenlos zu haben. Vielmehr erfordert sie die Entwicklung und Bereitstellung entsprechender Hard- und Software.

<sup>22</sup>

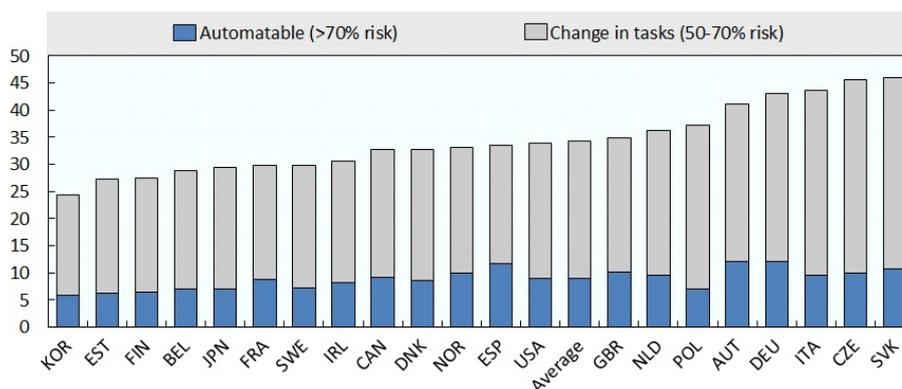
<https://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/InternationalAutomation/WhereMachinesCanReplaceHumans> (Seite eingesehen im Juni 2017).

Die Stellenprofile sind seit den 80er-Jahren zunehmend komplex geworden, vor allem in Berufen, die stark computerisiert sind (Spitz-Oener 2006). Derartige Berufe erfordern vor allem analytische Fähigkeiten und interaktive Arbeit (Autor 2015). In den USA haben rund 70% der neuen in der Praxis verwendeten Berufsbezeichnungen (z. B. RFID-Spezialist, Nanosystem-Ingenieur, Microsystems Engineer) einen direkten Bezug zu digitalen Technologien (Berger und Frey 2017). Somit sind die Beschäftigungen durch die Digitalisierung und Automatisierung einem radikalen Wandel unterworfen.

Auch die Dynamik des lokalen Arbeitsmarkts ist von Bedeutung. Wenn bspw. lokal zahlreiche Arbeiter mit ausreichenden Qualifikationsniveaus für eine bestimmte Beschäftigung in Frage kommen und die Automatisierung im Zweifel kaum günstiger ist, dürfte sie kaum umgesetzt werden. Attraktiv ist eine Automatisierung erst dann, wenn sie nicht nur günstiger ist als die bisherige Arbeitskraft, sondern mit ihr auch ein deutlich höheres Produktionsniveau und bessere Qualität einhergeht. Zentral sind letztlich auch regulatorische und soziale Fragen sowie kulturelle Aspekte. So ist bspw. in der Schweiz die Roboterisierung der Altenpflege ebenso möglich wie in Japan, vermutlich jedoch aus kulturellen Gründen weniger einsetzbar. Alle diese Faktoren tragen dazu bei, dass es jeweils lange dauern dürfte, bis sich ein theoretisch mögliches Potenzial an digitaler Automation vollumfänglich entfalten kann (Manyika 2017).

Letztlich wird nicht alles automatisiert, was theoretisch automatisierbar ist. Üblicherweise sind es vor allem einzelne Routine-Arbeitsschritte, die besser von Maschinen oder Algorithmen erledigt werden können, selten jedoch ganze Berufe (Bowles 2014; Pajarinen und Rouvinen 2014). Auf der Grundlage von 820 auf deren Tätigkeiten untersuchten Berufe werden infolge des technischen Automationspotenzials lediglich 5% als vollumfänglich und 60% zu rund 30% als automatisierbar betrachtet (Manyika u. a. 2017a). In den OECD-Ländern wird davon ausgegangen, dass im Durchschnitt 9% der Arbeitskräfte zu 70% gefährdet sind, in Frankreich und Italien sind es knapp 10%, in Deutschland und Österreich 12% (siehe Abbildung 19).

**Abbildung 19 Automatisierbarkeit von Berufen**



*Im Vergleich zu Frey und Osborne 2013 sowie der im Schlepptau davon entstandenen Studien wurde davon ausgegangen, dass in vielen Ländern nahezu die Hälfte der heute bestehenden Jobs gefährdet sind, in absehbarer Zeit wegzufallen. Faktisch sind jedoch im OECD-Durchschnitt lediglich 9% der Beschäftigungen mit einer Wahrscheinlichkeit von 70% gefährdet. Die betrachteten Jobs werden sich jedoch vor allem mit Blick auf die Zusammensetzung der Tätigkeiten verändern.*

Quelle: <https://oecdskillsandwork.files.wordpress.com/2016/05/blog40-1.jpg> (Seite eingesehen im Juni 2017) sowie Arntz, Gregory und Zierahn 2016.

## 5.2 Komplementäreffekte und Nettobetrachtung der Beschäftigungsentwicklung

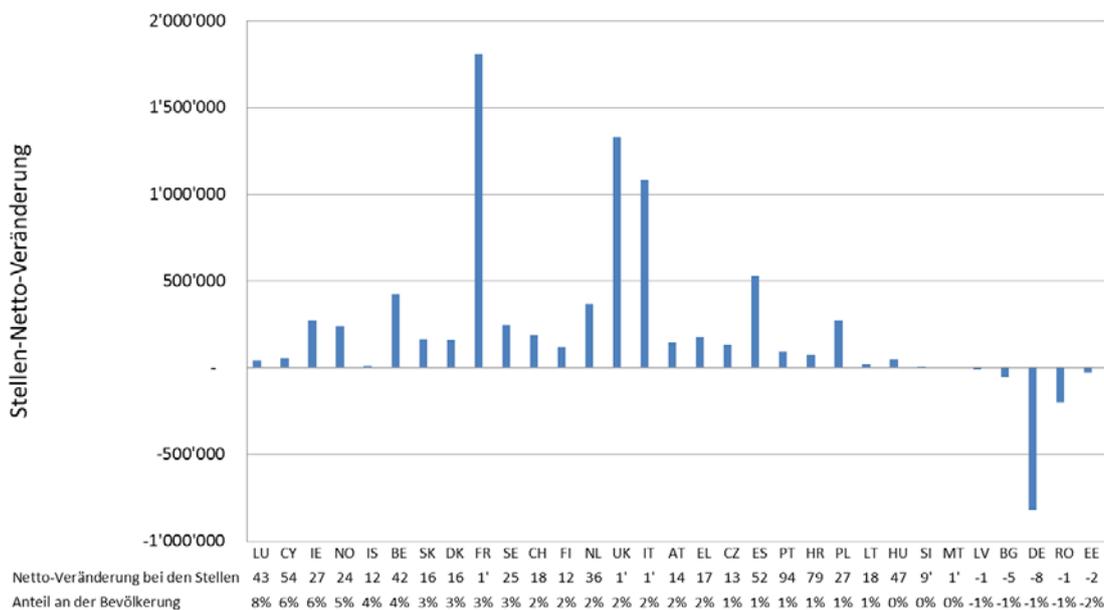
Von etwas über 150 forschenden Ökonominnen und Ökonomen in der Schweiz stimmen knapp über die Hälfte der Aussage zu, dass die Entwicklungen in der Robotik und Digitalisierung und die Einführung dieser Technologien in den Industrieländern insgesamt kurz- bis mittelfristig am Arbeitsmarkt disruptiv (hoher Mismatch, deutlich erhöhte Arbeitslosigkeit, etc.) wirken (Abberger und Iselin 2016). Mittel- und langfristig führen digitale Technologien zu Produktivitätssteigerungen und damit auch zu höheren Lohn- und Kapitaleinkommen sowie sinkenden Preisen. Somit entstehen neue Produkte, Branchen und Berufe sowie entsprechend auch neue Stellen in Industrien, die bisher weniger Bedeutung hatten (Freizeit, Erholung etc.) oder die es noch nicht gibt. Die neuen Stellen werden vor allem in technologienahen Feldern (z. B. Innenausstatter für virtuelle Räume, Algorithmen-Versicherer, Biosignal-Trainer, Syn-Biologe, Ethik-Algorithmiker) entstehen (Daheim und Wintermann 2016).

Ein Drittel der neuen Arbeitsplätze, die in den USA in den vergangenen 25 Jahren neu entstanden, wurden in Bereichen wie IT-Entwicklung, Hardwareherstellung, App-Programmierung und IT-Systemmanagement geschaffen, also in Bereichen, die vormals nicht oder kaum existierten. Die Netto-Auswirkung neuer Technologien auf die Beschäftigung kann somit stark positiv sein. Die wachsende Bedeutung von Big Data in der Wirtschaft wird einen hohen Bedarf an Statistiker und Datenanalysten schaffen. (Manyika 2017). Generell wird jedoch im Vergleich zu bisher von einer gedämpften Zunahme der Beschäftigung ausgegangen. Während die Beschäftigung jährlich in Industrieländern zwischen 1990 und 2010 im Schnitt noch knapp ein 1% zugenommen hat, wird für die Jahre 2010 bis 2030 mit einer jährlichen Beschäftigungszunahme im Schnitt um 0.3% ausgegangen (Dobbs u. a. 2012).

### 5.2.1 Aggregierte Betrachtung in ausgewählten Ländern

Zur möglichen zukünftigen Stellenentwicklung in der Schweiz kann die Schweizerische Arbeitskräfteerhebung (SAKE) konsultiert werden. Die Schweizerische Arbeitskräfteerhebung ist eine Personenbefragung mit dem Hauptziel, die Erwerbsstruktur und des Erwerbsverhaltens der ständigen Wohnbevölkerung zu erfassen. Auf Grund der strikten Anwendung internationaler Definitionen in der SAKE lassen sich die schweizerischen Daten mit jenen der übrigen Länder der OECD sowie den Staaten der Europäischen Union vergleichen (siehe Abbildung 20).

**Abbildung 20 Stellenentwicklung bis 2025**



Auf der Grundlage der Angaben von SAKE/cedefop wird sich die Beschäftigungsentwicklung in den meisten europäischen Ländern positiv entwickeln. Die Angaben für die Schweiz von 2015 bis 2025 betragen netto rund 187'000 neue Arbeitsstellen.

Quelle: Abfrage basierend auf Cedefop-Daten, Overall (<http://www.cedefop.europa.eu/de/publications-and-resources/data-visualisations/job-opportunities>, Seite eingesehen im Juni 2017). Die Angaben zur Schweiz stammen von SAKE.

In der Schweiz wird von einer Nettozunahme zwischen 2015 und 2025 von rund 187'000 zusätzlichen Stellen ausgegangen, was rund 3% des aktuellen Bestandes von rund 5 Millionen Stellen ist. Somit entspricht der Schnitt eines jährlichen Beschäftigungszuwachses für die Industrieländer von 0.3% (Dobbs u. a. 2012) in etwa den Angaben aus der Schweizerischen Arbeitskräfteerhebung für die Beschäftigungszunahme.

### 5.2.2 Berufsbild- und Branchenbetrachtung in der Schweiz

Weil das Potenzial der Digitalisierung und Vernetzung auch in der Schweiz noch weitestgehend nicht ausgeschöpft ist, wird mit Blick auf die Berufsbilder von einer sich fortsetzenden Job-Polarisation ausgegangen (Tabelle 2. linke Seite). Die Stellenentwicklung bei den hoch- und niederqualifizierten Beschäftigten steigt, diejenige im mittleren Segment sinkt. Bedingt durch die FinTech-Innovationen werden jedoch teilweise auch besser qualifizierte Arbeitnehmer im Banken- und Versicherungsbranche von der Job-Polarisation erfasst.

**Tabelle 2 Job Polarisation und Beschäftigungsverlagerungen**

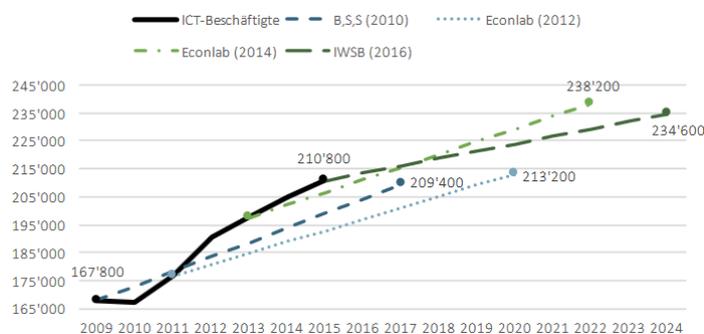
Berufsbilder	2015-2025	Branchensicht	2015-2025
Führungskräfte	36'000	Primärsektor und Versorger	-14'700
Akademische Berufe	151'500	Fertigungsindustrie	-5'400
Techniker und gleichrangige Berufe	39'100	Bauindustrie	-21'600
Bürokratie und verwandte Berufe	-73'700	Vertrieb und Transport	60'000
Dienstleistungsberufe und Verkäufer	8'600	Unternehmens- und andere Dienstleistungen	131'700
Fachkräfte in der Landwirtschaft	2'900	Nichtmarktbestimmte Dienstleistungen	37'000
Handwerks- und verwandte Berufe	-20'200		
Anlagen- und Maschinenbediener	36'600		
Hilfsarbeitskräfte	12'000		
<i>Wegfallende Stellen</i>	<i>96'800</i>	<i>Wegfallende Stellen</i>	<i>41'700</i>
<i>Hinzukommende Stellen</i>	<i>283'800</i>	<i>Hinzukommende Stellen</i>	<i>228'700</i>
	<b>187'000</b>	<b>Total</b>	<b>187'000</b>

Die SAKE-Erhebung auf deren Grundlage die cedefop-Prognose für die Schweiz erstellt wurde, geht von 2015 bis 2025 netto von einem Stellenwachstum aus. Wie bisher wird das Stellenwachstum vor allem getrieben sein durch den qualifikationsorientierten technologischen Wandel sowie der Spillover-Wirkungen in andere Berufe (Anlagen- und Maschinenbediener sowie Hilfskräfte).

Quelle: Abfrage basierend auf Cedefop-Daten, Overall (<http://www.cedefop.europa.eu/de/publications-and-resources/data-visualisations/job-opportunities>, Seite eingesehen im Juni 2017).

Ebenfalls setzt sich die Beschäftigungsverlagerung fort, spricht der Beschäftigungsrückgang im Industriesektor und die bisherige positive Beschäftigungsentwicklung im Dienstleistungssektor (Tabelle 2. rechte Seite), die vor allem in der ICT-Branche besonders akzentuiert erwartet wird. Übrigens zeigen bisherige ICT-Beschäftigungsprognosen im Vergleich, dass das Arbeitsstellenwachstum in Vergangenheit durch die entsprechenden Analysen von B,S,S (Kägi und Braun 2010) und Econlab (Braun und Gmünder 2012; Braun-Dubler, Hausherr und Gmünder 2014) regelmässig unterschätzt wurden.

**Abbildung 21 ICT-Beschäftigungsprognosen im Vergleich**



Bisher kann für den ICT-Sektor konstatiert werden, dass die effektive Beschäftigungsentwicklung jeweils die in verschiedenen Analysen erstellen Prognosen übertroffen hat.

Quelle: BFS (SAKE 2009-2015), B,S,S (2010), Econlab (2012, 2014), IWSB (2016). Berechnungen und Darstellung: IWSB (2016, 24).

### 5.3 Flexibilisierungsbedarf und neue Arbeitsformen

Die Digitalisierung und Vernetzung beschleunigt das Tempo der Globalisierung und die Bedingungen des Wettbewerbs, womit sich Unternehmen mit Blick auf ihre Organisation und insbesondere Arbeitsorganisation stets neu erfinden müssen. Vor allem Startups und KMUs sind darauf angewiesen, ohne zusätzliche hohe Fixkosten ad hoc spezialisierte Hilfe etwa für ein bestimmtes Projekt einbeziehen zu können. Dies bedeutet, dass der Arbeitsmarkt weiterer Flexibilität bedarf, sowohl örtlich (Ortsflexibilität durch landesweit verfügbares Breitbandinternet) als auch zeitlich (Teilzeitmodelle, Jahresarbeitszeit etc.). Beispielsweise verbreiten sich mit dem wachsenden Anteil des Dienstleistungssektors mobile Büros, CoWorkingSpaces und generell die virtuelle Zusammenarbeit. In der Schweiz arbeiten aktuell 38% der Erwerbstätigen teilweise mobil (Weichbrodt, Berset und Schläppi 2016).

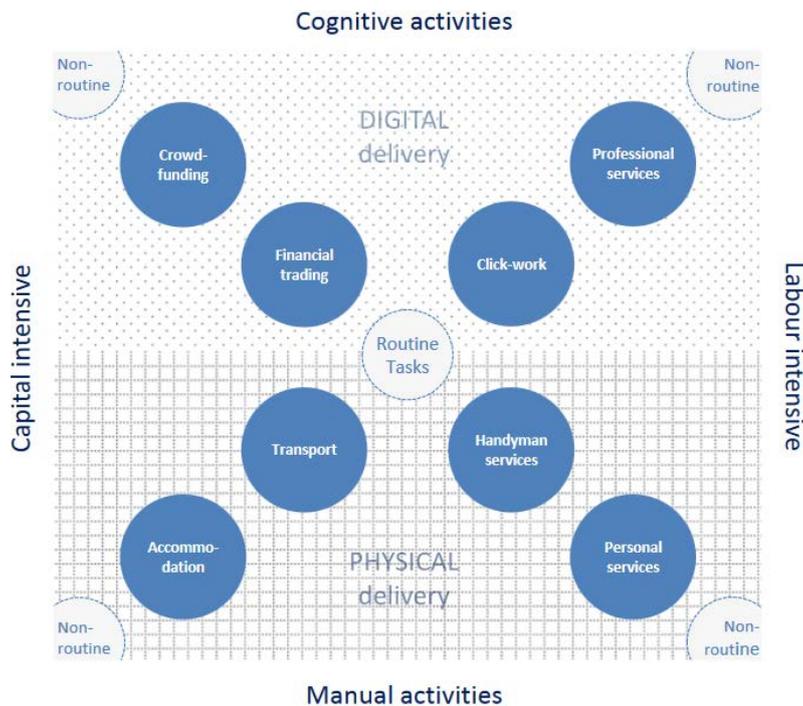
Auch betrieblich-organisatorisch wird der Arbeitsmarkt herausgefordert. So können zunehmend Tätigkeiten in Arbeitspakete formuliert und auf digitalen Plattformen vergeben werden (Daheim und Wintermann 2016). Diese Möglichkeit fördert neue Arbeitsformen und bedeutet, dass sich vor allem die rechtliche Form des Anstellungsverhältnisses ändert. Bei plattformbasierter Erwerbstätigkeit<sup>23</sup> (z. B. aktuell über Clickworker, AppJobber oder MechanicalTur) besteht zwischen Prinzipal und Agent je nach Leistung ein Auftrags- oder Werksvertrags-Verhältnis. Für eine Dienstleistung ist das Auftragsrecht anwendbar, für körperliche oder unkörperliche Arbeit oder ein intellektuelles Werk das Werkvertragsrecht. Es braucht nicht mehr eine Anstellung, weil der Dienst der Arbeitskraft über den Markt vermittelbar ist (Hauser 2017). Bei plattformvermittelter Erwerbstätigkeit kann im Regelfall nicht von einem klassischen Arbeitnehmerverhältnis ausgegangen werden. Allerdings können arbeitstechnische Weisungen und zeitliche Vorgaben die Rahmenbedingungen so definieren, dass sich trotzdem eine persönliche Abhängigkeit ergibt (BMAS 2017).

Im Grundsatz können unterschiedliche Formen von plattformbasierter Arbeit unterschieden werden (siehe Abbildung 22), wovon Crowdsourcing<sup>24</sup>, die Ausgliederung von Arbeit an eine nicht näher spezifizierte Menge (crowd) über das Internet (platform) die bekannteste Form ist. Arbeitgeber (Organisationen oder Einzelpersonen) haben über das Internet Zugang zu einer undefinierten Gruppe von Arbeitnehmern (erneut Organisationen oder Einzelpersonen). Letztere sind bereit, spezifische Probleme zu lösen oder spezifische Dienstleistungen oder Produkte im Austausch gegen Zahlung anzubieten (Valenduc und Vendramin 2016). Aus Sicht der Arbeitgeber besteht zunehmend die Möglichkeit, Mitarbeitende «virtuell» zu rekrutieren, respektive projektbezogen und nicht mehr fest anzustellen. Bereits heute gehen in der Schweiz rund ein Viertel der Personen im erwerbsfähigen Alter in der einen oder anderen Form temporären oder projektbasierten Arbeiten nach (Zobrist und Grampp 2016).

<sup>23</sup> Im Gegensatz dazu gibt es auch zahlreiche Formen von plattformbasierter Tätigkeit, die nicht mit Erwerbsarbeit verbunden ist. So ist eine Form des Crowdsourcing der Wettbewerb, bei dem nur der beste Bewerber mit der Arbeit betraut und letztlich (meist schlecht) bezahlt wird. Open Innovation ist eine weitere Form. Peers (Nutzer und Kunden) entwickeln ein neues Produkt. Auch diese Arbeit wird meist nicht bezahlt. Die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und den Peers kann ggf. begrenzt erfolgen. Bei Open Knowledge Sharing, einer weiteren Form des Crowdsourcing ist das Hauptanliegen der demokratische Zugang zur Information. Es handelt sich um eine Gegenbewegung zu geschlossenen Entwicklungsprozessen. Ebenfalls unbezahlt führt diese Arbeit zu Zusammenarbeit und geteiltem Wissen.

<sup>24</sup> Die Begriffe «Crowdworking» oder «Crowdsourcing» beziehen sich dabei auf Arbeiten, die über Online-Plattformen (wie z. B. PeoplePerHour, ClickWorker oder Amazon Mechanical Turk) durchgeführt werden.

Abbildung 22 Plattformbasierte Arbeitsformen



Plattformen entstehen in vielen verschiedenen Dienstleistungsmärkten. Es können Dienstleistungen unterscheiden, die digital (obere Hälfte) oder physisch geliefert werden (untere Hälfte), die kapitalintensiv (linke Hälfte) oder eher arbeitsintensiv sind (rechte Hälfte). Plattformbasierte Dienstleistungen eignen sich am ehesten für Routine-Tätigkeiten (Mitte), aber weniger für Nicht-Routine-Tätigkeiten (Ecken).

Quelle: Gierten und Spiezia 2016.

Plattformbasierte Arbeitsformen sind insbesondere in der Schweiz derzeit noch insgesamt unbedeutend, könnten jedoch das Potenzial haben, die Arbeitswelt langfristig grundlegend umzuwälzen (Sundararajan 2016). Auf gewissen Plattformen steigt jedoch die Anzahl der geleisteten Arbeitsstunden jährlich um über 50%. (Agrawal u. a. 2013). Schätzungen für Deutschland gehen davon aus, dass bis zum Jahr 2030 in westeuropäischen Ländern rund 30-40% der nachgefragten Arbeiten durch Crowdfunding abgedeckt werden könnten (Al-Ani, Stumpp und Schildhauer 2014; Keller 2017). Der Anteil der Selbständigen und der Anteil an Personen mit mehreren Arbeit- respektive Auftraggebern wird somit zunehmen und damit einhergehend auch Fragen des Arbeitnehmerschutzes (z. B. soziale Fragen wie der Kündigungsschutz, Sozialversicherungsbeiträge des Arbeitgebers) (Meissner u. a. 2016; Pärli 2017; Pärli 2016; Zobrist und Grampp 2016).

## 6 Kompetenzanforderungen und Bildungsimplicationen

Bei der Bildung belegt die Schweiz im WEF-Ranking 2017 im Subindex «Qualität des Ausbildungssystems» den ersten Platz (Samans u. a. 2016). Doch wie steht es um die Schweizer Bildungslandschaft mit Blick auf die Kompetenzanforderungen der Digitalisierung? Die Schweiz kennt das duale Bildungssystem (Berufslehre und akademische Ausbildung). Dieses garantiert für eine breitflächige Arbeitsmarkteingliederung, eine berufsnahe Ausbildung und Spezialisierung. Auch ist Durchlässigkeit von der Berufsbildung zur akademischen Ausbildung gegeben. Eine Zweitlehre, eine höhere Berufsbildung oder eine Berufsmatura (mit anschliessender Fachhochschule) sind möglich. Diese Durchlässigkeit ist mit Blick auf die Digitalisierung und Vernetzung positiv zu bewerten. Mit Blick auf die Schweizer Hochschulen und technischen Hochschulen kann davon ausgegangen werden, dass diese Ausbildungsstätten bereits gut geeignet sind, die Kompetenzanforderungen der Digitalisierung und Vernetzung zu erfüllen. So ist bspw. beim «Times Higher Education World University Rankings» nicht das MIT an der Spitze, sondern die ETH. Eine spezifische Schwäche ist der bereits angesprochene tiefe Anteil von Abschlüssen im MINT-Bereich.

Zur Ermittlung der Kompetenzanforderungen der Digitalisierung und Vernetzung haben Zobrist und Brandes 2017 historische Daten des BFS zur Beschäftigungsentwicklung bis 2030 extrapoliert. Es wird im Sinne der Job-Polarisation angenommen, dass die Berufsgruppen, die seit 1990 gewachsen sind (z. B. Führungskräfte, Akademische Berufe, Techniker und gleichrangige Berufe) weiterhin wachsen und diejenigen, die an Bedeutung verloren haben (Hilfsarbeitskräfte in der Landwirtschaft, Schalterbedienstete oder Sekretariatskräfte), weiterhin an Bedeutung verlieren werden. Des Weiteren werden die Korrelationskoeffizienten zwischen den Wichtigkeitswerten der Kompetenzen und den Werten der Automatisierungswahrscheinlichkeit für 350 Berufe aus Frey und Osborne 2013 verwendet. Je näher diese bei einer bestimmten Kompetenz bei -1 liegen, desto unwahrscheinlicher ist es dass die Kompetenz automatisiert wird.

Berufe mit neuen Jobmöglichkeiten bieten Fachwissen im Bereich Sprachen und Kundenservice (siehe Abbildung 23).

**Abbildung 23 Zukünftige Bedeutung von Fachwissen**

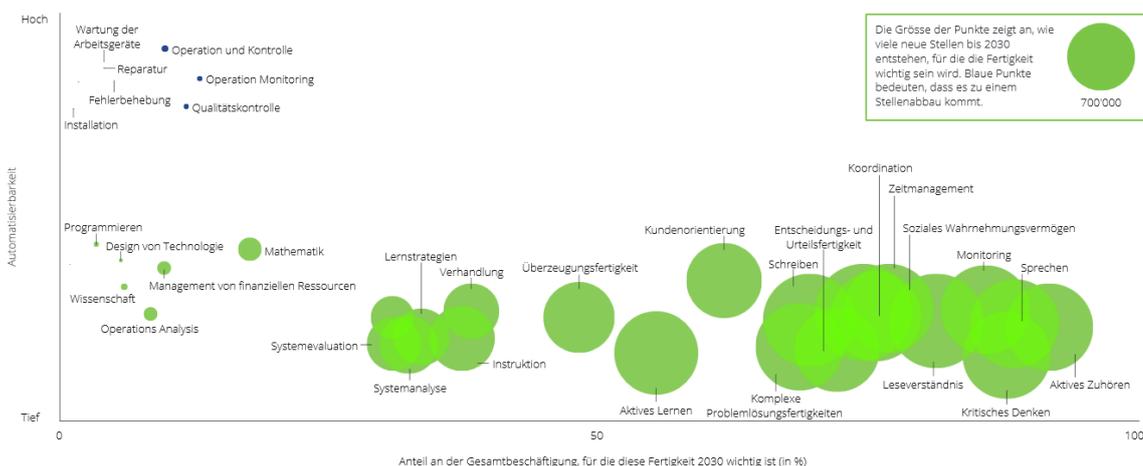


Mit Blick auf das Fachwissen werden in Zukunft vor allem Stellen entstehen, bei denen Fachwissen im Bereich Kundenservice, Sprachen, Mathematik, Computer und Elektronik erforderlich sind. Dagegen gibt es Fachwissen, bei dem wenig Stellen entstehen werden (Transport, Mechanik, Rechnungswesen etc.).

Quelle: BFS, O\*NET, Frey und Osborne 2013, Deloitte Research (Zobrist und Brandes 2017, 11).

Berufe mit neuen Jobmöglichkeiten bieten Fertigkeiten wie Schreiben, Sprechen, Leseverständnis oder kritisches Denken. Diese Fertigkeiten sind die Basis für die Aneignung von Fertigkeiten der Kreativität (v. a. komplexe Problemlösungsfertigkeiten) und Fertigkeiten in Bezug auf soziale Intelligenz (v. a. soziales Wahrnehmungsvermögen (siehe Abbildung 24).

**Abbildung 24 Zukünftige Bedeutung von Fertigkeiten**

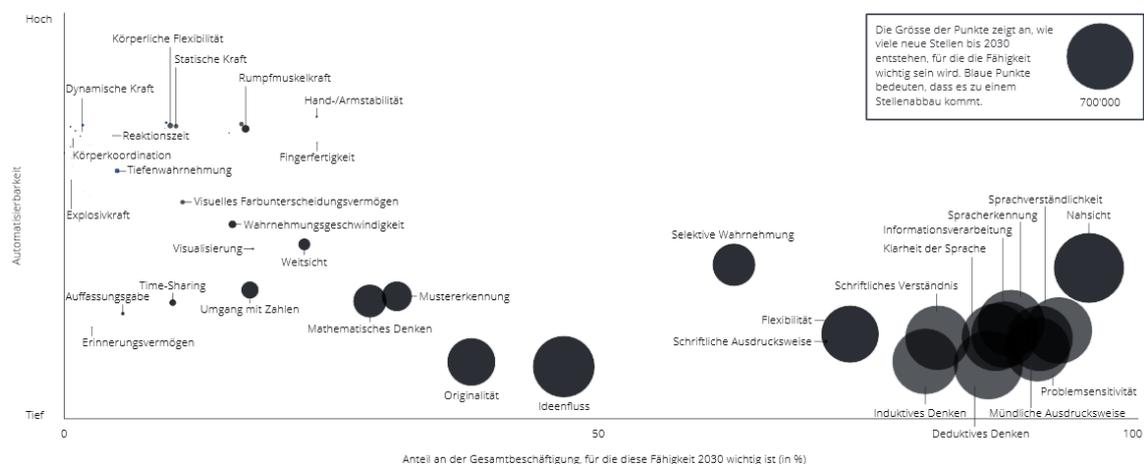


Mit Blick auf die Fertigkeiten werden in Zukunft vor allem Stellen entstehen, bei denen Kreativität und soziale Intelligenz erforderlich sind. Dagegen gibt es eine ganze Reihe von Fertigkeiten, in denen wenig Stellen entstehen werden (Fehlerbehebung, Reparatur, Qualitätskontrolle etc.).

Quelle: BFS, O\*NET, Frey und Osborne 2013, Deloitte Research (Zobrist und Brandes 2017, 11).

Berufe mit neuen Jobmöglichkeiten bieten Grundfähigkeiten sowie darauf basierende Fähigkeiten wie Logik und Kreativität. Je besser jemand kommunizieren kann, also Informationen in mündlicher oder schriftlicher Weise aufnehmen und wiedergeben kann, desto logischer ist sein Denken (Abbildung 25).

**Abbildung 25 Zukünftige Bedeutung von Fähigkeiten**



*Mit Blick auf die Fähigkeiten werden in Zukunft vor allem Stellen entstehen bei denen Grundfähigkeiten sowie darauf basierende Fähigkeiten wie Logik und Kreativität erforderlich sind. Dagegen gibt es Fähigkeiten, die weniger gefragt sein werden (Fingerfertigkeit, Erinnerungsvermögen, körperliche Flexibilität etc.)*

Quelle: BFS, O\*NET, Frey und Osborne 2013, Deloitte Research (Zobrist und Brandes 2017, 11).

Um für die Digitalisierung und Vernetzung gut gerüstet zu sein, gilt es im Bildungssystem mit Blick auf die identifizierten Ausprägungen von Fachwissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten Prioritäten zu setzen. Bei der Grundausbildung<sup>25</sup> ist ein stärkerer Fokus auf die Vermittlung von ICT-Kompetenzen in Erwägung zu ziehen.

Mit Blick auf die Befähigungen gilt es zum einen sicherzustellen, dass im Rahmen der Erstausbildung grundlegende IKT-Problemlösungsfähigkeiten erworben werden. Ausbildungsstätten müssen die in der Praxis veränderten Qualifikationsbedürfnisse besser vorwegnehmen, um die angebotenen Lehrgänge laufend entsprechend anpassen zu können. Dabei kann Big Data genutzt werden, um bestehende Arbeitsmarktinformationssysteme zu ergänzen. Bei der Berufsbildung stellt der aus politischer Sicht unabdingbare Einbezug unterschiedlichster Anspruchsgruppen wie Berufsverbände, Bundesämter, Kantone etc. eine besondere Herausforderung dar, weil dadurch Veränderungen bei den Kompetenzenanforderungen im Zweifel nicht rasch genug passieren können. Es stellt sich die Frage, wie dieser Prozess beschleunigt werden kann ohne dass darunter die Qualität der Ausbildung leidet.

Während die Ausbildungszeiten bisher grösstenteils vor dem Berufseinstieg stattgefunden haben, erfolgt Aus- und Weiterbildung in Zukunft vermehrt bedarfsgerecht und selbstgesteuert. Während heute Zertifikate und Abschlüsse für einen Jobeinstieg relevant sind, werden vermehrt selbstgesteuerte Bildungsportfolios sowie die Peer-to-Peer-Arbeit unabhängig von Zeit und Ort und Bildungsinstitutionen an Bedeutung gewinnen. Mit Blick auf die Weiterbildung ist damit einhergehend das Kernthema das lebenslange Lernen. Die Schweiz hat zwar weltweit eine der höchsten Weiterbildungsquoten, allerdings nur bei den hochqualifizierten Arbeitnehmenden. Lebenslanges Lernen ist wie die persönliche Entwicklung in der individuellen Verantwortung der Mitarbeiter. Die Unternehmen jedoch sind in der Pflicht, ihre Mitarbeitenden in diesem

<sup>25</sup> Bei der obligatorischen Schulpflicht ist die Schweiz aufgrund des Föderalismus stark zersplittert. Es gibt kantonale Vorgaben, schulinterne Lösungen, verschiedene Anbieter von Lernmaterialien und Lernmanagementsysteme. Etwas harmonisierend Einfluss nehmen Plattformangebote wie Learnify ([www.learnify.ch/](http://www.learnify.ch/)).

Prozess zu unterstützen (Zobrist und Brandes 2017). Wichtig ist, dass die Beschäftigten nicht lediglich die für die digitale Wirtschaft benötigten Fähigkeiten erwerben, sondern die Arbeitgeber diese Fähigkeiten auch vollständig nutzen, um produktiver und wettbewerbsfähiger zu werden. Zentral ist der Einsatz von leistungsfähigen Arbeitsprozessen wie Teamarbeit, Arbeitsautonomie, Schulung, flexible Arbeitszeiten etc. (OECD 2016)

## 7 Ausblick

Für das kommende Jahrzehnt wird in der Nettobetrachtung von einer Stellenzunahme ausgegangen. So gehen insbesondere Schweizer Ökonomen davon aus, dass die substituierten Stellen einstweilen weiterhin durch neue ersetzt werden können (Abberger und Iselin 2016). Argummentiert wird etwa mit dem Moravec'schen Paradox<sup>26</sup>. Auch wird ins Feld geführt, dass grosse Datensätze weiterhin nur durch Algorithmen in Kombination mit menschlicher Fachexpertise ziel führend bearbeitet werden können und Systeme keine Interpretationsarbeit leisten, wie dies etwa bei medizinischen Anwendungen unabdingbar ist (Johnson 2017).

Trotzdem sind die Arbeitsmarktfolgen bisheriger industrieller Revolutionen nicht einfach übertragbar auf die Arbeitsmarktfolgen der Digitalisierung und Vernetzung (Mokyr, Vickers und Ziebarth 2015; Furman 2016). Es werden nämlich nicht wie bisher nur Anlagen (Infrastrukturen, vernetzte Maschinen, Daten, Datenplattformen etc.) und betriebliche Tätigkeiten (einschliesslich Prozesse, Geschäftsmodelle, Interaktionen über die gesamte Wertschöpfungskette etc.) digitalisiert, sondern auch die Arbeit selbst, einschliesslich teilweise Tätigkeiten hochqualifizierter Fachkräfte (Manyika 2017). Im Rahmen der Delphi-Umfrage der Bertelsmann-Stiftung sprechen Experten daher von einer Transformationsphase, in der die Komplementäreffekte die Substitutionseffekte überwiegen (Daheim und Wintermann 2016).

Wie sich eine industrielle Entwicklung auf den Arbeitsmarkt auswirkt, konnte in der Vergangenheit zu einem guten Teil über nationale Rahmenbedingungen wie Bildungspolitik, Arbeitsrecht, Sozialversicherungsrecht, Datenschutzes, Wettbewerbsrecht, Steuerrechts etc. gesteuert werden. Dies ist mit Blick auf die digitale Transformation nur noch bedingt möglich. So ist bspw. Wissensarbeit bereits heute mobil und ortsunabhängig und findet zunehmend im kollektiven virtuellen Raum statt, weshalb dieser und vergleichbare globale Megatrends nationale Regulierungen mindestens zu einem grossen Teil ins Leere laufen lassen dürften. Regulierungen können aus sozialer Sicht zweiseitige Trends kaum ändern, etwa dass die heute noch vorherrschende Beschäftigung des unbefristet eingestellten Festangestellten an Bedeutung verlieren wird und sich Beschäftigte ihren Broterwerb zunehmend über unterschiedliche Arbeitsformen patchworkartig zusammenstellen werden, dabei aber aus heutiger Sicht noch nicht beantwortbar ist, inwieweit sie dabei mehrheitlich Einkommen generieren können, um monatlich anfallende Posten wie Miete, Versicherungen etc. zu bedienen.

Ab einem gewissen fortgeschrittenen Zeitpunkt der digitalen Transformation ist ein Übergang in ein gänzlich neues System des Arbeitens und Wirtschaftens nicht auszuschliessen, in dem das Prinzip der Lohnarbeit aufgrund der inzwischen erreichten hohen Kapitalproduktivität in allen Sektoren – insbesondere auch im Dienstleistungssektor – teilweise überholt sein wird. Es wird insofern darauf hingewiesen, die Sozialsysteme bereits in absehbarer Zeit entsprechend auszurichten. Eine Mehrheit der von der Bertelsmann Stiftung konsultierten Experten empfiehlt, mit Blick auf neue Wirtschafts- und Sozialsysteme alternative Formen zu identifizieren, wie Einkommen für alle Bevölkerungsgruppen jenseits von klassischer Lohnarbeit geschaffen werden kann (Daheim und Wintermann 2016). Auch aus liberaler Sicht wird dies zunehmend thematisiert (Aebi 2017).

<sup>26</sup> Das auf den Wissenschaftler auf dem Gebiet der Robotik Hans Moravec zurückgehende Moravec'sche Paradox besagt, dass Roboter zwar komplexe Berechnungen durchführen können, jedoch nicht in der Lage sind, einfache Bewegungsmuster (z. B. Handgriffe wie Türe öffnen) effizient durchzuführen. Aus diesem Grund sind sie faktisch nicht einsetzbar für einfache Nicht-Routine-Beschäftigungen.

## 8 Verzeichnisse

### 8.1 Abbildungen

Abbildung 1	Steigende Nachfrage nach höher qualifizierten Arbeitskräften .....	12
Abbildung 2	Nachfrage von hoch- mittel- und tief-qualifizierten Arbeitskräften .....	14
Abbildung 3	Tätigkeitsmatrix der Berufe .....	15
Abbildung 4	Job-Polarisation in der Schweiz .....	16
Abbildung 5	Anteil der arbeitstätigen Bevölkerung zwischen 15 und 64 Jahren .....	17
Abbildung 6	Abnehmende Beschäftigung in Industriebranchen .....	18
Abbildung 7	Zunehmende Beschäftigung in Dienstleistungsbranchen .....	19
Abbildung 8	Stellenwachstum vor allem im öffentlichen Dienst .....	21
Abbildung 9	Produktivitäts- und Beschäftigungsentwicklung.....	22
Abbildung 10	Wichtigkeit von Kompetenzen für Schweizer Beschäftigte.....	24
Abbildung 11	Wichtigkeit von Kompetenzen für Schweizer Beschäftigte, 1990-2013 .....	24
Abbildung 13	Anteil befristete Anstellungen am Total Beschäftigte .....	25
Abbildung 14	Anteil Arbeit auf Abruf am Total Beschäftigte.....	26
Abbildung 15	Anteil Erwerbstätige mit mehreren Arbeitgebern am Total Beschäftigte .....	26
Abbildung 16	Entwicklung der Anteile Erwerbstätiger nach Arbeitsform.....	27
Abbildung 17	Prozentanteil der Arbeits- am Volkseinkommen in entwickelten Ländern .....	28
Abbildung 18	Erwartete Arbeitslosigkeit in Prozent bis 2050.....	29
Abbildung 19	Branchenbezogenes Automatisierungspotenzial.....	32
Abbildung 20	Automatisierbarkeit von Berufen.....	33
Abbildung 21	Stellenentwicklung bis 2025 .....	35
Abbildung 22	ICT-Beschäftigungsprognosen im Vergleich.....	36
Abbildung 23	Plattformbasierte Arbeitsformen.....	38

### 8.2 Tabellen

Tabelle 1	Analysen in Anlehnung an Frey und Osborne 2013 .....	31
Tabelle 2	Langfristige Beschäftigungsentwicklung – Berufsbilder und Branchen.....	36

### 8.3 Quellen

- Abberger, K. und D. Iselin. 2016. Wie Ökonomen in der Schweiz die vierte industrielle Revolution beurteilen. *KOF Bulletin*(100):17–19.
- Acemoglu, D. und D. Autor. 2011. Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. *Handbook of labor economics*, 4:1043–1171.
- Aebi, D. 2017. Mut zu neuem Denken. *Neue Zürcher Zeitung (NZZ)*, 17. Juni 2017, Abschn. Meinung und Debatte.
- Agrawal, A., J. Horton, N. Lacetera und E. Lyons. 2013. Digitization and the contract labor market: A research agenda. NBER Working Paper. Cambridge: University of Chicago Press.
- Akerman, A., I. Gaarder und M. Mogstad. 2015. The Skill Complementarity of Broadband Internet. *The Quarterly Journal of Economics*, 4(130):1781–1824.
- Al-Ani, A., S. Stumpp und T. Schildhauer. 2014. Crowd-Studie 2014 - Die Crowd als Partner der deutschen Wirtschaft. HIIG Discussion Paper Series.
- Altun, A. und M. Ley. 2016. *Analyse der Arbeitsproduktivität im Dienstleistungssektor 1997-2014*. Statistik der Schweiz 4, Volkswirtschaft. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik BFS.
- Arntz, M., T. Gregory und U. Zierahn. 2016. The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. OECD Social, Employment and Migration Working Papers. Paris: OECD.
- Asimov, I. 1964. Visit to the World's Fair of 2014. *New York Times*, 16.
- Autor, D., D. Dorn, L.F. Katz, C. Patterson und J.V. Reenen. 2017. Concentrating on the Fall of the Labor Share. *American Economic Review*, 107(5):180–185. doi:10.1257/aer.p20171102.
- Autor, D.H. 2010. The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market. Implications for Employment and Earnings. A paper jointly released by The Center for American Progress and The Hamilton Project. Massachusetts: MIT Department of Economics and National Bureau of Economic Research.
- Autor, D.H. 2014a. Polanyi's paradox and the shape of employment growth. NBER Working Paper. National Bureau of Economic Research Cambridge, MA.
- . 2014b. Skills, education, and the rise of earnings inequality among the „other 99 percent“. *Science*, 344(6186):843–851. doi:10.1126/science.1251868.
- . 2015. Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3):3–30. doi:10.1257/jep.29.3.3.
- Autor, D.H. und D. Dorn. 2013. The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. *American Economic Review*, 103(5):1553–1597. doi:10.1257/aer.103.5.1553.
- Autor, D.H., F. Levy und R.J. Murnane. 2003. The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4):1279–1333. doi:10.1162/003355303322552801.
- Berger, T. und C.B. Frey. 2016a. Digitalization, jobs, and convergence in Europe: Strategies for closing the skills gap. Brussels: European Commission.
- . 2016b. Structural transformation in the OECD: Digitalisation, deindustrialisation and the future of work. Paris: OECD Publishing.
- . 2017. Industrial renewal in the 21st century: evidence from US cities. *Regional Studies*, 51(3):404–413. doi:10.1080/00343404.2015.1100288.
- Bivens, J. und L. Mishel. 2015. Understanding the historic divergence between productivity and a typical worker's pay. Why it matters and why it's real. EPI Briefing Paper. Washington, DC: Economic Policy Institute.
- Bonin, H., T. Gregory und U. Zierahn. 2015. Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland: Endbericht. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW).

- Borner, S. 2017. Sklaven und Segel. *Neue Zürcher Zeitung (NZZ)*, März 2017, Abschn. Meinung und Debatte.
- Bowles, J. 2014. The computerisation of European jobs – who will win and who will lose from the impact of new technology onto old areas of employment. Bruegel blog. Brussels: Bruegel.
- Brandes, D. und L. Zobrist. 2015. Mensch und Maschine: Roboter auf dem Vormarsch? Folgen der Automatisierung für den Schweizer Arbeitsmarkt. Zürich: Deloitte.
- Braun, N. und M. Gmünder. 2012. ICT-Fachkräftesituation - Bildungsbedarfsprognose 2020. Im Auftrag von ICT-Berufsbildung Schweiz. Bern: Econlab.
- Braun-Dubler, N., M. Hausherr und M. Gmünder. 2014. ICT-Fachkräftesituation - Bedarfsprognose 2022. Bern: ICT-Berufsbildung Schweiz.
- Brenke, K. und M. Beznoska. 2016. Solo-Selbständige in Deutschland - Strukturen und Erwerbsverläufe. Forschungsbericht. Kurzexperte für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales BMAS. DIW ECON.
- Brynjolfsson, E. und A. McAfee. 2013. An Interview with Brynjolfsson an Andrew McAfee. Paris: Capgemini Consulting.
- Brzeski, C. und I. Burk. 2015. Die Roboter kommen. Economic Research. Amsterdam: ING - DiBa AG.
- Bundesrat. 2015. Situation in Tieflohnbranchen bezüglich Einstiegs- und Mindestlöhnen Bericht des Bundesrats vom 12. August 2015 in Erfüllung des Postulates Meier-Schatz 12.4058. Bern: Schweizerische Eidgenossenschaft.
- . 2017. Bericht über die zentralen Rahmenbedingungen für die digitale Wirtschaft.
- Coelli, M. und J. Borland. 2015. Job Polarisation and Earnings Inequality in Australia. *Economic Record*, 92(296):1–27.
- Daheim, C. und O. Wintermann. 2016. 2050: Die Zukunft der Arbeit. Ergebnisse einer internationalen Delphi-Studie des Millennium Project. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Dengler, K. und B. Matthes. 2015. Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB-Forschungsbericht. Nürnberg: IAB-Forschungsbericht.
- Dobbs, R., A. Madgavkar, D. Barton, E. Labaye, J. Manyika, C. Roxburgh, S. Lund und S. Madhav. 2012. The world at work: Jobs, pay, and skills for 3.5 billion people. Seoul, San Francisco, London, Washington, DC: McKinsey Global Institute.
- Eichhorst, W., P. Arni, F. Buhlmann, I. Isphording und V. Tobsch. 2015. Wandel der Beschäftigung Polarisierungstendenzen auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Gütersloh: Institut zur Zukunft der Arbeit (IZA).
- Fernández-Macías, E., J. Hurley und M. Bisello. 2016. *What do Europeans do at work? A task-based analysis*. European jobs monitor 2016. Luxembourg: Publication Office of the European Union.
- Frey, C.B. und M.A. Osborne. 2013. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114:254–280.
- . 2014. London Futures. Agiletown: the relentless march of technology and London's response. London.
- Furman, J. 2016. Is This Time Different? The Opportunities and Challenges of Artificial Intelligence. In: *presentation, AI Now: The Social and Economic Implications of Artificial Intelligence Technologies in the Near Term*, New York, NY.
- Gierten, D. und V. Spiezia. 2016. New Forms of Work in the Digital Economy. Paris: OECD.
- Goldin, C. und L. Katz F. 2009. *The Race between Education and Technology*. Cambridge, Massachusetts, and London: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Goos, M. und A. Manning. 2007. Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain. *The Review of Economics and Statistics*, 89(1):118–133.
- Goos, M., A. Manning und A. Salomons. 2009. Job Polarization in Europe. *American Economic Review*, 99(2):58–63.

- Goos, M., A. Manning und A. Solomons. 2014. Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring. *American Economic Review*, 11(8):2509–2526.
- Graetz, G. und G. Michaels. 2015. Robots at Work. CEP Discussion Paper. London: The London School of Economics and Political Science LSE.
- Graff, M. und M. Siegenthaler. 2014. Der Sonderfall Schweiz: Verlauf und Bestimmungsfaktoren der Lohnquote in der Schweiz, 1980–2012. *KOF Analysen*, 8(1):79–89.
- Green, D., A. und B. Sand M. 2015. Has the Canadian Labour Market polarized? *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, 48(2):612–646.
- Grimes, A., C. Ren und P. Sevens. 2012. The need for speed: impacts of internet connectivity on firm productivity. *Journal of Productivity Analysis*, 37(2):187–201.
- Grossmann, G., M. und E. Rossi-Hansberg. 2008. Trading Tasks: A Simple Theory of Offshoring. *American Economic Review*, 98(5):1978–1997.
- Haucap, J. 2015. Ordnungspolitik und Kartellrecht im Zeitalter der Digitalisierung. Ordnungspolitische Perspektiven. Düsseldorf: DICE Ordnungspolitische Perspektiven.
- Hauser, C. 2017. *Ordnung ohne Ort - Institutionen und Regionalökonomie im digitalen Zeitalter*. Zürich: NZZ Libro.
- Henneberger, F., A. Souza-Poza und A. Ziegler. 2004. Eine empirische Analyse der Arbeit auf Abruf in der Schweiz - Determinanten und ökonomische Bewertung dieser Beschäftigungsform. Arbeitsmarktpolitik. Bern.
- Hilton, M. 2008. *Reserach on future skill demands. A Workshop Summary*. Rapporteur. Washigton, D.C.: National Academies Press.
- Hultman, L. 2014. Vartannat jobb automatiseras on 20 år - utmaningar för Sverige. Stockholm: Stiftelsen för Strategisk Forskning SSF.
- Huwiler, U.J. 2017. Arbeiten in der Wolke – wohin führt die Flexibilisierung der Arbeitswelt? *Volkswirtschaft*(3):68–71.
- ILO. 2016. Non-standard Employment around the World. Understanding Challenges, Shaping Prospects. Geneva: International Labor Organization.
- Iten, R., M. Peter, E. Gschwend, V. Angst, P. Lachenmeier und Heinimann Eva. 2016. Offshoring und Wandel der Berufsbilder Aktuelle Trends und onsequenzen für kaufmännische Berufe. Bern und Zürich: Infrac und EHB.
- Javanovic, B. und P.L. Rousseau. 2005. General Purpose Technologies. *Handbook of Economic Growth*. Chapter 18. Cambridge, MA: North Holland.
- Johnson, S. 2017. Arbeitsplätze im Zeitalter der künstlichen Intelligenz. *Finanz und Wirtschaft*, 13. Juni 2017.
- Kägi, W. und N. Braun. 2010. ICT-Berufsbildung Schweiz - Quantitativer Bildungsbedarf. Im Auftrag des Verbandes ICT-Berufsbildung Schweiz. Basel: B.S.S. Volkswirtschaftliche Beratung.
- Keller, L. 2017. Die Digitalisierung und ihre Wirkung auf die Arbeit und die Sozialpartnerschaft. Unveröffentlichte Studie.
- Langenegger, M. 2015. Wirtschaft wächst dank Digitalisierung. *Die Volkswirtschaft*(11):6–9.
- Manyika, J. 2017. Technology, Jobs, and the future of work. Briefing note prepared for the fortune Vatican Forum. New York.
- Manyika, J., S. Lund, K. Robinson, J. Valentino und R. Dobbs. 2015. A Labod Market that Works: Connecting Talent with Opportunity in the Digital Age - Highlights. New York et al.: McKinsey Global Institute.
- Meissner, J., O., J. Weichbrodt, B. Hübscher, S. Baumann, U. Klotz, U. Pekruhl, L. Gisin und A. Gisler. 2016. *Flexible neue Arbeitswelt - Eine Bestandesaufnahme auf gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene*. Zürich: vdf Hochschulverlag AG.
- Miroudot, S., H.K. Nordås und R. Lanz. 2011. Trade in Tasks. OECD Trade Policy Papers. Paris: OECD. doi:10.1787/5kg6v2hkvmmw-en.
- Mokyr, J., C. Vickers und N.L. Ziebarth. 2015. The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different? *Journal of Economic Perspectives*, 29(3):31–50. doi:10.1257/jep.29.3.31.

- Moretti, E. 2010. Local Multipliers. *American Economic Review*, 100(2):373–377. doi:10.1257/aer.100.2.1.
- OECD. 2012. OECD Employment Outlook 2012. Paris: OECD Publishing.
- . 2013. *OECD Skills Outlook 2013*. Paris: OECD Publishing. doi:10.1787/9789264204256-en.
- . 2016. Skills for a Digital World. Policy Brief on the Future of Works. Paris.
- . 2017. OECD Employment Outlook 2017. Paris: OECD.
- Oesch, D. und J. Rodriguez Menes. 2011. Upgrading or polarization? Occupational change in Britain, Germany, Spain and Switzerland, 1990-2008. *Socio-Economic Review*, 9(3):503–531. doi:10.1093/ser/mwq029.
- Pajarinen, M. und P. Rouvinen. 2014. Computerization threatens one third of Finnish employment. Helsinki: The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA).
- Pärli, K. 2016. Neue Formen der Arbeitsorganisation: Internet- Plattformen als Arbeitgeber. *ARV - Zeitschrift für Arbeitsrecht und Arbeitslosenversicherung*:243–354.
- . 2017. Die Digitalisierung und die soziale Frage. *Neue Zürcher Zeitung (NZZ)*, März 2017.
- Piketty, T. 2014. *Capital in the Twenty-First Century*. Harvard University Press.
- Rütti, N. 2015. Wenn der Staat sich verselbständigt - Das starke Beschäftigungswachstum der öffentlichen Hand gefährdet einen wichtigen Standortvorteil der Schweiz. *NZZ*, März 2015, Abschn. Mensch und Arbeit.
- Sachs, S., C. Meier und V. McSorley. 2016. Digitalisierung und die Zukunft kaufmännischer Berufsbilder – eine explorative Studie. Im Auftrag des Kaufmännischen Verbands Schweiz und des Think Tank Thurgau. Zürich: HWZ Hochschule für Wirtschaft Zürich.
- Samans, R., X. Sala-i-Martin, S. Baller, R. Crotti, A. Di Battista, M. Drzeniek Hanouz, T. Geiger, u. a. 2016. The Global Competitiveness Report 2016–2017. Geneva: World Economic Forum, WEF.
- Schwab, K. 2017. *The Fourth Industrial Revolution*. New York: Crown Business.
- Schwarz, G. 2016. Der Staat als Wachstumsbremse - Produktivitätsabbau im öffentlichen Sektor. *NZZ*, 27. Februar 2016, Abschn. Wirtschaft.
- 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.
- . 2008. Teh returns to pencil use revisited. *Industrial and Labor Relations Review*, 61(4):502–517.
- Valenduc, G. und P. Vendramin. 2016. Work in the digital economy: sorting the old from the new. Brussels: ETUC Working Paper.
- Wang, W.C. 2007. Information Society and Inequality: Wage Polarization, Unemployment, and Occupation Transition in Taiwan since 1980. UTIP Working Paper. Austin: the University of Texas at Austin.
- World Bank. 2015. *Doing Business 2016: Measuring Regulatory Quality and Efficiency*. Doing Business. Washington D.C.: The World Bank.
- . 2016. *World Development Report 2016: Digital Dividends*. A World Bank Group Flagship Report 102725. The World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-0671-1.
- Zobrist, L. und D. Brandes. 2017. Welche Schlüsselkompetenzen braucht es im digitalen Zeitalter? Auswirkungen der Automatisierung auf die Mitarbeiter, die Unternehmen und das Bildungssystem. Zürich: Deloitte.
- Zobrist, L. und M. Grampp. 2016. Der Arbeitsplatz der Zukunft. Wie digitale Technologie und Sharing Economy die Schweizer Arbeitswelt verändern. Zürich: Deloitte.

