

Balsmeier, Benjamin; Wörter, Martin

Research Report

Identifikation und Bewertung von wirtschaftlichen Entwicklungen im Bereich Digitalisierung aufgrund vorhandener Literatur

KOF Studien, No. 85

Provided in Cooperation with:

KOF Swiss Economic Institute, ETH Zurich

Suggested Citation: Balsmeier, Benjamin; Wörter, Martin (2017) : Identifikation und Bewertung von wirtschaftlichen Entwicklungen im Bereich Digitalisierung aufgrund vorhandener Literatur, KOF Studien, No. 85, ETH Zurich, KOF Swiss Economic Institute, Zurich, <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000166035>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/184887>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



Report

Identifikation und Bewertung von wirtschaftlichen Entwicklungen im Bereich Digitalisierung aufgrund vorhandener Literatur

Author(s):

Balsmeier, Benjamin; Wörter, Martin

Publication Date:

2017-06

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000166035> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

KOF Konjunkturforschungsstelle

Identifikation und Bewertung von
wirtschaftlichen Entwicklungen
im Bereich Digitalisierung aufgrund
vorhandener Literatur

Benjamin Balsmeier und Martin Wörter

KOF Studien, Nr. 85, Juni 2017

Impressum

Herausgeber

KOF Konjunkturforschungsstelle, ETH Zürich
© 2017 KOF Konjunkturforschungsstelle, ETH Zürich

Auftraggeber

Studie im Auftrag des Staatssekretariats
für Bildung, Forschung und Innovation SBFI

Autoren

Benjamin Balsmeier
Martin Wörter

KOF

ETH Zürich
KOF Konjunkturforschungsstelle
LEE G 116
Leonhardstrasse 21
8092 Zürich

Telefon +41 44 632 42 39
Fax +41 44 632 12 18
www.kof.ethz.ch
kof@kof.ethz.ch

Kontakt Daten der Autoren:

PD Dr. Benjamin Balsmeier
KOF Konjunkturforschungsstelle
ETH Zürich
Leonhardstrasse 21
8092 Zürich
Tel: +41 44 632 2946
E-Mail: balsmeier@kof.ethz.ch

PD Dr. Martin Wörter
KOF Konjunkturforschungsstelle
ETH Zürich
Leonhardstrasse 21
8092 Zürich
Tel: +41 44 632 4239
E-Mail: woerter@kof.ethz.ch

Zusammenfassung

Es ist theoretisch und empirisch gut belegt, dass Innovationen zu höherer Produktivität und Beschäftigung führen. Ob dies allerdings auch für solche Innovationen gilt, die der Digitalisierung zugeschrieben werden, ist Gegenstand einer intensiven Debatte. Theoretisch lassen sich auf Grund des disruptiven Charakters und der weiten Anwendungsfelder neuer digitaler Technologien positive und negative Effekte begründen. In Bezug auf die Produktivität spricht die Literatur für zumindest langfristig positive Effekte. Kurzfristig profitieren am ehesten Unternehmen, die Digitalisierungstechnologien selbst entwickeln. In Bezug auf die Beschäftigung ist eine Veränderung der Qualifikationsanforderungen zu erwarten. Je nachdem wie schnell und effektiv Unternehmen, öffentliche Institutionen und Beschäftigte auf diese veränderten Anforderungen reagieren, wird die Beschäftigungsentwicklung im Schweizer Aggregat positiv oder negativ ausfallen. Es ist grundsätzlich von heterogenen Produktivitäts- und Beschäftigungseffekten über Branchen hinweg, aber auch innerhalb von Branchen auszugehen, da die Wirkungskanäle der Digitalisierungstechnologien unterschiedliche Auswirkungen auf die Art der Leistungserstellung und zum Teil auch des Leistungsbezugs haben. Dies könnte für branchenspezifische aber möglicherweise auch unternehmensspezifische Maßnahmen sprechen, um die positiven Effekte der Digitalisierung zu maximieren und die negativen Effekte zu minimieren.

0. Vorbemerkung

Unter Digitalisierung werden zahlreiche unterschiedliche technologische Entwicklungen - vornehmlich aber nicht ausschliesslich - im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zusammengefasst. Die Literatur hat sich bereits intensiv mit den klassischen IKT auseinandergesetzt. Die Befundlage hierzu ist also relativ gut. Es gibt bereits publizierte Überblicksartikel (Cardona et al., 2013; Holt und Jamison, 2009; Stiroh, 2005), weshalb der vorliegende Literaturüberblick diesbezüglich die wichtigsten Erkenntnisse kurz zusammenfasst und um wichtige aktuelle Ergebnisse ergänzt, ohne die zahlreichen älteren Studien nochmal im Detail zu besprechen. Der Schwerpunkt liegt auf neueren Digitalisierungstechnologien und ihren unterschiedlichen Wirkmechanismen, zu denen nach derzeitigem Stand noch relativ wenig geforscht wurde und dementsprechend die Befundlage deutlich lückenhafter ausfällt. Dies gilt insbesondere für systematische empirische Studien. Entsprechend ist es trotz zahlreicher populärwissenschaftlicher Studien, Reports und anekdotischer Evidenz derzeit schwierig, etwaige Effekte der neueren Digitalisierungstechnologien auf die Produktivität oder die Beschäftigung sicher abzuschätzen. Die Digitalisierung unterliegt zudem einer dynamischen Entwicklung, deren Potenzial sich sehr wahrscheinlich erst in Zukunft voll entfalten wird. Dennoch lassen sich begründete Vermutungen über die zukünftige Entwicklung anstellen, die einer empirischen Überprüfung offenstehen, sobald entsprechende Daten verfügbar sind.

1. Digitalisierung und Wirtschaftswachstum

In der makroökonomischen Literatur wurden bereits zahlreiche theoretische und empirische Studien vorgelegt, die einen positiven Nettoeffekt der volkswirtschaftlichen Innovationsleistung auf das Wirtschaftswachstum und die Produktivität modeltheoretisch erklären und empirisch belegen (Theorie: Romer, 1990; Aghion und Howitt, 1992; Grossman und Helpman, 1991; Harhoff et al., 1999; Klette und Kortum, 2004; Acemoglu et al., 2011; Empirie: Grilleches, 1990; Hall et al. 2005; Nicholas, 2008, Ohmstedt und Rhode, 2011; Garcia-Macia et al. 2015, Kogan et al. 2016). Klassischerweise (Schumpeter, Arrow) schreibt die Literatur der Innovationsleistung einzelner Akteure neben der wachstumsfördernden eine wachstumshemmende Wirkung zu, da Innovationen neben der positiven Wirkung auf Seiten des Innovators selbst und den vom Innovator lernenden dritten Unternehmen (Arvanitis und Hollenstein 2002) regelmässig auch Konkurrenten betrifft, deren herkömmliche

Geschäftsmodelle in Frage gestellt werden. Dies führt häufig zu ressourcenintensiven Umstrukturierungsmassnahmen oder sogar dem Ausscheiden aus dem Markt, falls z.B. neue Produkte das bestehende Geschäftsmodell der Konkurrenten unrentabel werden lässt (Acemoglu et al., 2011). Dieses seit Schumpeter mit dem Begriff „Kreative Zerstörung“ umschriebene Phänomen ist nach aktuellem Verständnis ein stetig wiederkehrender Teil des wirtschaftlichen Erneuerungsprozesses, der nötig ist, um die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft zu erhalten und langfristiges Wachstum zu ermöglichen. Der Effekt der kreativen Zerstörung ist nach aktuellem Wissensstand als geringer einzuschätzen als die Produktivität steigernden Effekte, so dass sich im volkswirtschaftlichen Aggregat ein positiver Nettonutzen von Innovationen ergibt (Bloom et al., 2013; Kogan et al., 2016). Aktuellste Schätzungen gehen davon aus, dass die Innovationsleistung eines Landes für 5% bis 23% des Wirtschaftswachstums verantwortlich ist (Kogan et al., 2016). Zahlreiche empirische Studien belegen einen positiven Zusammenhang zwischen unternehmerischer Innovationsleistung und Produktivität auch für die Schweiz (Arvanitis 2008, Arvanitis und Sturm, 2008).

Sieht man in der Digitalisierung Innovationen, wie sie auch schon in der Vergangenheit regelmässig vorgekommen sind, ist also grundsätzlich von einer positiven makroökonomischen Wirkung der Digitalisierung sowohl auf die Produktivität als auch die Beschäftigung auszugehen. Ob sich allerdings ähnlich hohe Produktivitäts- und Beschäftigungssteigerungen einstellen werden, wie sie in der Vergangenheit nach der Industrialisierung, der bevölkerungsweiten Versorgung mit elektrischer Energie, des Verbrennungsmotors oder den bahnbrechenden Erfindungen im Halbleiter Bereich zu beobachten waren, ist Gegenstand einer intensiven Debatte. Manche erwarten ein eher moderates Wachstum, da die aktuelle technologische Veränderung durch Digitalisierung eher kurzfristiger Natur ist und keine sonderlich großen Produktivitätseffekte zeigt (Gordon, 2012). Andere wiederum sehen in der Digitalisierung ähnlich große Wachstumspotentiale wie sie die Industrialisierung und Elektrifizierung einst hervorgebracht hat (Brynjolfsson und McAfee, 2014).

Nach dem Verständnis vieler Experten handelt es sich bei der Digitalisierung um besonders ‚disruptive‘ Innovationen, die einen starken Einfluss nicht nur innerhalb der IKT Branche sondern auch weit darüber hinaus in fast alle Wirtschaftsbereiche haben werden (Brynjolfsson und McAfee, 2014, für IKT im allgemeinen: Bresnahan und Trajtenberg, 1995). Die Literatur sieht daher große Umstrukturierungsmaßnahmen auf die Betriebe fast aller Branchen zukommen, was insbesondere langfristig zu großen positiven Produktivitätseffekten führen könnte. Gleichzeitig könnte die Digitalisierung auf Grund ihres in manchen Branchen

besonders disruptiven Charakters zu ungewöhnlich grossen und in der Wirkung anderen Veränderungen führen als sie bei technologischen Veränderungen in der Vergangenheit zu beobachten waren.

Evidenz zu klassischen IKT und Produktivität

Wie bereits eingangs erläutert, gibt es zahlreiche empirische Studien, die den Einfluss klassischer IKT (Internet, Computer, E-Mail) auf die Produktivität von Unternehmen untersucht haben. Die ersten Studien haben keinen signifikanten Einfluss von IKT Investitionen auf die Produktivität von Unternehmen gefunden (Loveman, 1994; Berndt und Morrison, 1995; Brynjolfsson, 1996). Die Ergebnisse sind als Beleg für den ‚Solow-Effekt‘ bekannt geworden, da Nobelpreisträger Robert Solow bereits 1987 verlauten ließ, man finde Computer überall nur nicht in der Produktivitätsstatistik (Solow, 1987). Später mehrten sich indes Studien, die positive Effekte des IKT Einsatzes auf die Produktivität nahelegten (Röller und Waverman, 2001; Brynjolfsson und Hitt, 2003; Bertschek und Kaiser, 2004; Black und Lynch, 2004; O’Mahony und Vecchi, 2005; Bloom et al., 2012). Jüngste Studien zeichnen hingegen wieder ein düstereres Bild. So zeigen Acemoglu et al. (2014) auf Basis von Daten zu US amerikanischen Industrieunternehmen, dass die in früheren Studien gefunden positiven Produktivitätseffekte nur durch positive Effekte von Unternehmen innerhalb der IKT Branche selbst getrieben werden. Nimmt man diese Branche aus der Analyse heraus, findet man in einer Stichprobe von Industrieunternehmen keine positiven Effekte von IKT Investitionen auf die Firmenproduktivität. Zudem scheint ein positiver Produktivitätseffekt für Hoch-Technologie Unternehmen bzw. deren Anwendern von einer Verminderung der Umsätze bei noch stärkerer Verminderung der Arbeitsplätze herzurühren, was zwar möglicherweise vorteilhaft für die betreffenden Unternehmen aber nicht notwendigerweise vorteilhaft für die Volkswirtschaft ist. Zudem ermitteln Chen und Xie (2015) eine negative Beziehung zwischen IKT Investments und regional gemessener Produktivität in China. Auch Kim et al. (2015) finden keine stichhaltige Evidenz für positive Effekte von IKT Investitionen auf die Effizienz U.S. amerikanischer Unternehmen sobald genauere statistische Methoden zum Einsatz kommen. In die gleiche Richtung deuten die Ergebnisse von Acharya (2015), der sich auf Daten von 16 Ländern der OECD stützt, und selbst in derjenigen Phase für welche in früheren Studien große positive Produktivitätseffekte gefunden wurden, keine signifikanten Ergebnisse mehr findet, sobald für Forschungs- und Entwicklungsausgaben kontrolliert wird. Hall et al. (2013) ermitteln wiederum starke positive Effekte in einer Stichprobe Italienischer Industrieunternehmen und Kilicaslan et al. (2014) zeigen deutlich kleinere aber immer noch positive Effekte für Türkische

Industrieunternehmen. Die jüngste empirische Studie zur Schweiz basiert auf Daten zum Berichtsjahr 2004 und deutet ebenfalls auf positive Effekte des IKT Einsatzes auf die Produktivität hin (Arvanitis und Loukis, 2009), wobei sich die Höhe des Effektes im Vergleich zu den anderen Studien im unteren Mittelfeld bewegt.

Insgesamt überwiegen die Ergebnisse mit positiven Einflüssen. Die große Varianz der Ergebnisse und die jüngsten Befunde schränken die Aussagekraft der bestehenden Evidenz jedoch erheblich ein. Zudem sind in allen Studien außer der von Acemoglu et al. (2014) IKT produzierende Unternehmen in der Stichprobe enthalten somit werden die Effekte aus der Produktinnovation mit den Effekten der Prozessinnovation (Einführung von IKT im Unternehmen) vermischt und die Ergebnisse für die verschiedenen Länder können von der Grösse des IKT produzierenden Sektors beeinflusst sein. Angesichts der jüngsten Ergebnisse muss auch der Befund von Cardona et al. (2013), nachdem IKT Investitionen über die Zeit zu größeren positiven Produktivitätseffekten führen, relativiert werden. Tabelle 1 präsentiert einen Überblick über die bekanntesten Studien zum Zusammenhang zwischen IKT Investitionen und Produktivität, die z.T. auch schon in Cardona et al. (2013) ausgewertet wurden und um neuere Studien und aktuellere Version der ausgewerteten Literatur ergänzt wurden.

Tabelle 1: Evidenz zu IKT und Produktivität

Paper	Elastizität	Analyselevel	Auswertungszeitraum		Region
			von	bis	
Black und Lynch (2001)	0.05	Firm	1987	1993	US
Black und Lynch (2004)	0.296	Firm	1993	1996	US
Bresnahan et al. (2002)	0.035	Firm	1987	1994	US
Brynjolfsson und Hitt (1995)	0.052	Firm	1988	1992	US
Brynjolfsson (1996)	0.044	Firm	1987	1991	US
Brynjolfsson und Hitt (2003)	0.058	Firm	1987	1994	US
Dewan und Min (1997)	0.09	Firm	1988	1992	US
Gilchrist und Town (2001)	0.021	Firm	1986	1993	US
Brynjolfsson und Hitt (1996b)	0.048	Firm	1988	1992	US
Lichtenberg (1995)	0.098	Firm	1988	1991	US
Tambe und Hitt (2011)	0.041	Firm	1987	2006	US
Bertschek und Kaiser (2004)	0.152	Firm	2000	2000	EU
Bloom et al. (2012)	0.015	Firm	1995	2003	EU
Hempell et al. (2004)	0.041	Firm	1996	1998	EU
Hempell (2005a)	0.06	Firm	1994	1999	EU
Mahr und Kretschmer (2010)	0.13	Firm	2000	2008	EU
Hempell (2005b)	0.049	Firm	1994	1999	EU
Loveman (1994)	0.06	Firm	1978	1984	WW
Basant et al. (2007)	0.115	Firm	2003	2003	AS
Arvanitis und Loukis (2009)	0.033	Firm	2004	2004	CH
Acemoglu et al. (2014)	0	Firm	1980	2009	US
Hall et al. (2013)	0.098	Firm	1998	2007	EU
Kilicaslan et al. (2014)	0.015	Firm	2003	2010	TK
Chen und Xie (2015)	-0.014	Region	1980	2010	AS
McGuckin und Stiroh (2002)	0.17	Industry	1980	1996	US
Stiroh (2002)	0.071	Industry	1973	1999	US
Acharya (2015)	0	Industry	1973	2004	WW
O'Mahony und Vecchi (2005)	0.066	Industry	1976	2000	WW
Venturini (2009)	0.138	Country	1980	2004	EU
Dewan und Kraemer (2000)	0.013	Country	1985	1993	WW
Koutroumpis (2009)	0.012	Country	2002	2007	WW
Madden und Savage (2000)	0.162	Country	1975	1990	WW
Röller und Waverman (2001)	0.045	Country	1970	1990	WW
Sridhar und Sridhar (2007)	0.15	Country	1990	2001	WW

US: United States of America, EU: Europa, WW: Weltweit, AS: Asien, CH: Schweiz, TK: Türkei; z.T. aus Cardonna et al. (2013) übernommen.

Es fällt auf, dass die meisten Studien auf Daten aus den USA beruhen. Amerikanische Firmen scheinen, sofern positive Effekte vorliegen, im Vergleich zu Europa größere positive Produktivitätseffekte aus IKT Investitionen generieren zu können (Bloom et al. 2012). Es sind zudem unterschiedliche Effektgrößen über die Zeit festzustellen, die nicht überraschend sind, da in unterschiedlichen Zeitfenstern unterschiedliche IKT zum Einsatz kamen (Internet,

Intranet, Großcomputer, PCs, E-Mail, unterschiedliche Software etc.). Neben der Heterogenität über die Zeit und Ländergrenzen hinweg erschweren unterschiedliche Mess- und Schätzkonzepte die Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit. Schließlich räumen zahlreiche Studien ein, dass lediglich partielle Korrelationen geschätzt wurden, die nicht mit dem kausalen Effekt übereinstimmen müssen. Sollte größeres Wachstum zu größerem IKT Einsatz führen oder mit anderen unbeobachteten Variablen, wie z.B. Managementqualität, positiv korreliert sein, gelangt man leicht zu einer Überschätzung des IKT Effektes. Das scheint insofern nicht unbegründet als die Effektgrößen grundsätzlich kleiner werden, wenn zum Beispiel für umgekehrte Wirkungszusammenhänge oder zeitkonstante unbeobachtete Heterogenität auf Firmenebene kontrolliert wurde. Umgekehrt kann jedoch argumentiert werden, dass IKT Investitionen positive Spillover generieren, sich also nicht auf die betrachtete Firma beschränken (Bloom et al., 2012; Acharya, 2015, findet hingegen keine Spillovereffekte von IKT) und bestimmte positive Effekte erst bei weitläufiger Verfügbarkeit in einer Branche oder Land voll realisiert werden können (entsprechende Evidenz aus Japan liefern Miyazaki et al., 2012). Man denke hier zum Beispiel an die Vernetzung und Automatisierung von Wertschöpfungsketten über Firmen- und Ländergrenzen hinweg. Aufgrund der insgesamt wackeligen Befundlage scheint in jedem Fall eine einfache Übertragung der Ergebnisse auf die Schweiz nicht möglich. Dies gilt, wie im Folgenden näher erläutert wird, insbesondere in Bezug auf die noch weitestgehend unberücksichtigten aktuellen Digitalisierungstechnologien, die als besonders disruptiv gelten und häufig über andere Kanäle ihre Wirkung entfalten als es für klassische IKT gilt. In diesem Zusammenhang ist auch anzumerken, dass sich die bisherigen Studien auf Industrieunternehmen konzentriert haben, die Auswirkungen der Digitalisierung möglicherweise aber besonders stark im Dienstleistungssektor hervortreten.

Wirkung der Digitalisierung

Konzeptionell ist auf der Mikroebene der oben erwähnte positive Effekt der Innovationsleistung auf die Produktivität der innovierenden Unternehmen selbst sowie durch positive Spillover (Lerneffekte) beeinflusste dritte Unternehmen den Wachstum hemmenden Effekten auf Seiten konkurrierender Akteure gegenüberzustellen. Je nachdem welcher der Effekte überwiegt, kommt man zu einem positiven oder negativen Nettonutzen der Digitalisierung auf der Makroebene. Da Innovationen und neue Konkurrenz in Zeiten globalisierter Märkte nicht vor Ländergrenzen halt machen, ist es zudem möglich, dass die Digitalisierung einen im weltweiten

Aggregat positiven Nettoeffekt erzeugt, während einzelne Länder auf Grund ressourcenintensiver Anpassungsprozesse und struktureller Veränderungen zumindest kurzfristig einen negativen Produktivitätseffekt erleben.

Grundsätzlich ist zumindest langfristig von positiven Produktivitätseffekten bei all jenen Unternehmen auszugehen, die Digitalisierungstechnologien selbst entwickeln oder selbst sinnvoll einsetzen können (O'Mahony und Timmer, 2009, Stucki und Woerter 2016), wobei erstere Gruppe am meisten profitiert (Acemoglu et al., 2014, Arvanitis 2005).¹ Die populärwissenschaftliche und graue Literatur sowie unzählige Zeitungsartikel haben diesbezüglich viele Beispiele und deskriptive Studien hervorgebracht (siehe z.B. Moretti, 2012; Rifkin, 2013; Brynjolfsson und McAfee, 2014; Ford, 2015; Frey, 2015; Rifkin, 2015; Parker et al.; 2016; jeweils mit zahlreichen weiteren Verweisen). Die Ergebnisse lassen sich auf Grund mangelnder Repräsentativität indes nicht ohne weiteres verallgemeinern und erlauben daher auch keine gesicherte Aussage zum volkswirtschaftlichen Gesamteffekt.

Dass im Falle der Digitalisierung grundsätzlich auch negative Effekte für einzelne Unternehmen oder Branchen in Betracht gezogen werden müssen, kann auf die der Digitalisierung zugeschriebenen besonders starken Effekte kreativer Zerstörung zurückgeführt werden. Dies hat unter anderem mit dem besonderen Charakter vieler aktuell diskutierter Digitalisierungstechnologien zu tun.

Zunächst können Digitalisierungstechnologien in der einen oder anderen Form in fast allen Branchen zum Einsatz gebracht werden (Berger und Frey, 2016). Ausgenommen sind eigentlich nur solche Sektoren, bei denen die Leistungserstellung eine besondere Form der Kreativität oder emotional sozialer Interaktion bedarf, die auch in absehbarer Zukunft nicht durch künstliche Intelligenzen (KI) und Maschinen jedweder Art substituiert werden können (Ford, 2015). In allen anderen Bereichen besteht ein mehr oder weniger stark ausgeprägtes Potenzial für effizienzsteigernde Einsatzmöglichkeiten neuer digitaler Technologien. Dies spricht zunächst für positive Wachstumseffekte. So könnten zum Beispiel selbstfahrende Autos und LKWs für einen effizienteren Einsatz von fossilen Brennstoffen sorgen und die Arbeitskosten für den Transport von Gütern signifikant senken. Hiervon wären wiederum

¹ Es ist zwar auch denkbar, dass die Konkurrenz derartig stark ist, dass selbst solche Digitalisierungstechnologien mit individuell negativem Nettobarwert umgesetzt werden, um überhaupt am Markt bestehen zu können, allerdings gibt es für derartige Szenarien keine empirischen Belege. Zudem ist davon auszugehen, dass die Alternative – nicht zu investieren – in solch einem Szenario zu noch grösseren volkswirtschaftlichen Nachteilen führen würde.

zahlreiche andere Wirtschaftsbereiche, die auf die Lieferung von Waren per LKW angewiesen sind, positiv betroffen. Selbst im kreativen Bereich, z.B. bei Architekten, könnten neue digitale Technologien wie 3D Virtual Reality helfen, bessere Lösungen zu entwickeln und diese für Kunden verständlich darzustellen. Hingegen scheinen Psychologen oder Richter und Anwälte, bei denen es auf Empathie und Urteilsvermögen ankommt, weit weniger von der Digitalisierung betroffen.

Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass zahlreiche bestehende Geschäftsmodelle nicht nach herkömmlichem Muster gewinnbringend weiterbetrieben werden können. Häufig sind ressourcenintensive Umstrukturierungen nötig, die vielen Branchen bereits angelaufen sind (Brynjolfsson und McAfee, 2014). Für die Beurteilung des makroökonomischen Einflusses kommt es also entscheidend darauf an, inwieweit der Anpassungsprozess der lokalen Wirtschaft durch Neugründungen von Unternehmen oder Anpassung von bestehenden Geschäftsmodellen gelingt und wie hoch die Abschreibungen auf Investitionen in ehemals profitträchtige aber nunmehr unproduktive Faktoren ausfallen. Dies betrifft in Bezug auf den Faktor Arbeit alle spezifischen Fähigkeiten, die nach Einführung neuer Technologien nicht mehr produktiv eingesetzt werden können, aber auch Kapital das z.B. in Anlagen investiert wurde, deren netto Kapitalertrag schneller als erwartet unter null sinkt.

Es ist davon auszugehen, dass nicht alle Unternehmen von einem technologischen Umbruch profitieren (können) und auf Grund globalisierter Märkte neue Konkurrenz aus dem In- und Ausland entsteht, die ehemals wirtschaftliche Produktionsfaktoren schneller als erwartet entwerten. Ökonomisch gesehen sind all diejenigen Investitionen besonders bedroht, die einen hohen Irreversibilitätsgrad aufweisen, d.h. solche für die nach Einführung neuer Technologien keine alternativen Verwendungs- bzw. Verwertungsmöglichkeit mehr existieren. Wurde die Geschwindigkeit der Entwertung solcher irreversibler Investitionen von den Eigentümern oder dritten Investoren nicht korrekt antizipiert, könnte dies zumindest kurzfristig das Wachstum schwächen. Dass die Digitalisierung tatsächlich zu größeren Umstrukturierungen in der Industrie mit Verlierern und Gewinnern führen, legen indirekt empirische Untersuchungen nahe, die eine größere Varianz von Gewinnen insbesondere in stark IKT investierenden Sektoren finden (Brynjolfsson et al., 2009; Bartelsman et al., 2010). In den 2000er Jahren scheint es zudem einen systematischen Unterschied zwischen Branchenführern, die hohe Produktivitätsanstiege verzeichneten, und tendenziell sinken Produktivitätszuwächsen der nachfolgenden Konkurrenten zu geben (Andrews et al., 2015). D.h. global führende Firmen in ihrer Branche scheinen neue Technologien am effektivsten einzusetzen, während

nachfolgende Firmen zunehmend Schwierigkeiten haben, die gleichen Technologien ähnlich effizient zum Einsatz zu bringen. Als Beispiel mag Apple herangezogen werden. Mit der Einführung des iPhones wurden in kurzer Zeit Produktionsanlagen und wichtige Fähigkeiten bei der Produktion von klassischen Mobiltelefonen entwertet, wodurch konkurrierende Unternehmen wie Nokia die Geschäftsgrundlage entzogen wurde. Zudem ist Apple mit seinen Smartphones zwar nicht mehr unbedingt Innovationsführer, hat es aber seit geraumer Zeit geschafft, die Gewinnmarge weit über der Konkurrenz zu halten.

Große Veränderungen und eine Neubewertung bestehender Investitionsgüter und Standortfaktoren eröffnen indes auch neue Wachstumsmöglichkeiten, weil mit einer Entwertung bestehender Produktionsfaktoren häufig auch Markteintrittsbarrieren sinken (Acemoglu et al., 2011). Es ergeben sich also mehr als sonst Möglichkeiten für Neueintritte in bestehende Märkte (Jerbashian und Kochanova, 2016). Dies gilt insbesondere für junge Unternehmen, die nicht unter hohen Abschreibungen und kostenintensiven Umstrukturierungsmassnahmen leiden, sondern direkt die unter den neuen Umständen optimalen Produktionsfaktoren zum Einsatz bringen können. Inwieweit eine Volkswirtschaft davon profitieren kann, hängt stark vom „Unternehmergeist“ der Bevölkerung ab. Ein Blick in die Statistik zeigt für die Schweiz ein diesbezüglich moderates Bild. Bei der Rate von Neugründungen befindet sich die Schweiz hinter Ländern wie China, Niederlande, Grossbritannien, USA, und Korea im Mittelfeld vergleichbarer technologisch hoch entwickelter Länder und falls man nur Neugründungen betrachtet, die Produkte einführt, die mindestens für einen Teil ihrer Kunden neu gewesen sind, liegt die Schweiz sogar im hinteren Drittel der Vergleichsländer (SBFI 2016, S. 100). Ebenso durchschnittlich ist der Anteil von Risikokapitalinvestitionen am BIP. Auch hier liegt die Schweiz mit einem Anteil von rund 0.03% deutlich hinter den USA (rund 0.28%), Schweden, Korea, Finnland, Japan und Grossbritannien (SBFI 2016, S. 80). Eine Branche, mit wahrscheinlich hohem zukünftigen unternehmerischen Spielraum, ist die Finanzbranche, die nach Jahrzehnten mit sehr geringen Eintrittsraten, eine neue Welle sogenannter ‚Fintechs‘ auf sich zukommen sieht, die mit neuen Technologien zahlreiche Geschäftsmodelle etablierter Finanzdienstleister in Frage stellen (Suri et al., 2012; Bank of England, 2014; Parker et al. 2016).

Ein weiterer zu berücksichtigender Punkt, der für potenziell negative Wachstumseffekte sorgen könnte, ist, dass viele Geschäftsmodelle, die auf Digitalisierungstechnologien beruhen, die Tendenz aufweisen, zu stark konzentrierten Märkten mit geringem Wettbewerb unter den verbleibenden Anbietern führen, sogenannte „winner takes it all“ märkte (Brynjolfsson und

McAfee, 2014). Einmal konzentrierte Märkte sind zudem schwerer durch neue Konkurrenten angreifbar, was zu quasi-monopolistischen Stellung führen kann. Dies könnte langfristig zu wachstumshemmenden Effekten führen. Die Gründe liegen zum einen in Netzwerkeffekten, die dafür sorgen, dass viele Geschäftsmodelle mit steigender Grösse stetig sinkende Durchschnittskosten verzeichnen und gleichzeitig der Nutzen für die Kunden bzw. Verbraucher stetig wächst, wie es z.B. bei sozialen Netzwerken der Fall ist. Dies führt ohne regulatorische Eingriffe natürlicherweise zu monopolistischen oder oligopolistischen Strukturen, wie sie schon von anderen klassischen Industrien mit Netzwerkeffekten, wie z.B. dem Schienenverkehr, oder Telekommunikationsdienstleistung bekannt sind. Hoch konzentrierte Märkte mit hohen Eintrittsbarrieren auf Grund von Größenvorteilen sind heute z.B. im Bereich der Suchmaschinen (Google), Sozialen Netzwerke (Facebook), Übernachtungsvermittlung (AirBnB) oder dem Onlinehandel (Amazon und Ebay) zu beobachten (Parker et al. 2016).²

Ein weiterer Punkt, der diese Entwicklung verstärkt, sind die relativ hohen „first-copy costs“ und die sehr geringen Kosten einer zusätzlichen Verkaufseinheit (marginale Produktionskosten). Das bedeutet, dass neue Produkte und Dienstleistungen, die auf Digitalisierungstechnologien beruhen, zu relativ geringen Kosten hochskaliert werden können. Es können also mit relativ geringem Ressourceneinsatz und hoher Geschwindigkeit neue Kundengruppen in grossen Teilen der Welt erschlossen werden (Rifkin, 2015). In Bezug auf die Schweizer Wirtschaft bedeutet dies, dass potenzielle Konkurrenten aus dem Ausland vergleichsweise schnell in Schweizer Märkten aktiv werden können. Zudem sind für Markteintritte häufig keine nennenswerten Personal- oder Kapitalinvestitionen nötig, wohingegen zahlreiche von der neuen Konkurrenz betroffene Unternehmen ggf. kapital- und personalintensive Umstrukturierungsmaßnahmen ergreifen müssen um wettbewerbsfähig zu bleiben. Umgekehrt könnten gut situierte Schweizer Unternehmen die Digitalisierung nutzen, um selbst schneller in ausländische Märkte vorzudringen, was zu positiven Wachstumseffekten in den Heimatmärkten führen kann. Die Schweiz hätte aufgrund der Industriestruktur und der im internationalen Vergleich hohen Innovationskraft, z.B., in der Elektrotechnik und im

² Gegen eine potenzielle negative Wirkung könnte eingewandt werden, dass neue Technologien, die bisher womöglich noch nicht bekannt sind, sehr schnell zu neuen Konkurrenten führen können. Eine Ausbeutung monopolistischer Stellungen würde große Anreize schaffen, derartige Technologien zu entwickeln bzw. zum Einsatz zu bringen, weshalb die bestehenden marktdominierenden Unternehmen von vornherein vor dem Versuch zurückschrecken, Monopolrenten zu generieren. Zudem wird argumentiert, dass es in hochkonzentrierten Märkten häufig ausreicht, wenn einige wenige Unternehmen aktiv sind, um die Ausnutzung marktdominierender Stellungen zu verhindern.

Maschinenbau, und dem informations-technologischen Know-how im Universitätsbereich, eine gute Grundlage, um in diesen neuen Technologien international wettbewerbsfähig zu sein oder anderen Unternehmen den effizienten Einsatz dieser Technologien zu ermöglichen. Vor allem im Maschinenbau und in der Elektrotechnik gehört die Schweiz zu den führenden Ländern der Welt auf Basis der Patentstatistik.³

Im Zuge der Digitalisierung können wenige einzelne Unternehmen neue Produkte auf den Markt bringen, die die Geschäftsmodelle einer Vielzahl von anderen Unternehmen in Frage stellen; mithin einen großen Wettbewerbsdruck entfalten. Dass dies so gut gelingt, liegt zum Teil auch darin begründet, dass klassische Anbieter-Abnehmer Märkte mit Hilfe digitaler Technologien in sogenannte ‚two-sided‘ Markets überführt werden, bei den die Leistung für den Kunden quasi kostenlos zur Verfügung gestellt wird, weil die Finanzierung der Leistung vollständig über die Werbewirtschaft bzw. die Vermarktung der anfallenden Kundendaten, also auf einem anderen Markt als dem der primären Leistungserstellung, erfolgt (Rifkin, 2015; Parker et al., 2016). Datenverwertung wird insofern immer bedeutender für erfolgreiche Geschäftsmodelle. Gleichzeitig gelten diesbezüglich die oben bereits erwähnten Netzwerkeffekte bzw. Grössenvorteile, d.h. der Durchschnittswert von Daten steigt mit der Menge an (verknüpfbaren) Daten regelmäßig an, was zu Konzentrationseffekten und langfristig hohen Markteintrittsbarrieren führen kann.

Etwas Ähnliches gilt für die zahlreichen Vermittlungsplattformen und der damit einhergehenden ‚shared economy‘ (Parker et al. 2016). Hier werden über Apps und Websites digitale Plattformen geschaffen, die für eine effiziente Vermittlung zwischen privaten Leistungserstellern und Leistungsempfängern sorgen anstelle einer klassischen kommerziellen Anbieter-Kunden Beziehung. Das eigentliche Geschäft der Vermittler ist der Verkauf und die Nutzung der anfallenden Daten. Der eigentliche Leistungsaustausch erfolgt im quasi-privaten Bereich. Der einfach zu erklärende ökonomische Mechanismus funktioniert über die Einsparung von Transaktionskosten, die ohne digitale Plattform regelmäßig so hoch wären, dass ein Leistungsaustausch für wenigstens einen der beteiligten Akteure unwirtschaftlich wäre. Eingespart werden z.B. die Kosten der Suche nach vertrauenswürdigen Tauschpartnern. Ein weiteres ökonomisch wichtiges Element sind Bewertungsfunktionen, die es Leistungserstellern und Leistungsbeziehern erlauben, relativ schnell und einfach eine gute Reputation aufzubauen,

³ Gemessen am technologischen Wert der Patente befindet sie sich jedoch im Mittelfeld (siehe Arvanitis et al. 2015) für einen internationalen Vergleich der Entwicklung von patentierten Erfindungen und deren technologischen Qualität im Zeitablauf).

die Vertrauen stiftet, und somit Anreize zu vertragskonformen Verhaltensweisen schafft. Mithin werden auf einfache Weise Agency-kosten reduziert, die ansonsten ebenfalls häufig eine an sich wirtschaftliche Austauschbeziehung verhindern. Die Reduzierung von Transaktions- und Agency-kosten überführt ehemals unwirtschaftliche und deshalb unterlassene Tauschbeziehungen in für alle Beteiligte sinnvolle Tauschbeziehungen, mithin einen höheren Nutzenlevel. Hierbei ist wichtig zu bedenken, dass bei privaten Austauschprozessen selten Steuern gezahlt werden oder Umsätze an Statistikbehörden gemeldet werden. Es kann daher augenscheinlich zu einer verringerten Leistungserstellung kommen – z.B. im Hotelgewerbe – während tatsächlich mehr Übernachtungsleistung realisiert wurden – z.B. durch private Haushalte ohne Umsatzsteuerpflicht. Ähnliches gilt für Fahrdienstleistungen, die über Uber an private Gelegenheitsfahrer vermittelt werden. Der ökonomische Mehrwert, der hier geschaffen wird, lässt sich schwer abschätzen und wird in offiziellen Statistiken mangels Erzeugung besteuerten Umsatzes derzeit nicht erfasst. Dies führt zu einer Unterschätzung der Produktivitätseffekte der Digitalisierung zumindest in den betroffenen Bereichen (Brynjolfsson und McAfee, 2014). Dass die geschaffenen ökonomischen Werte dennoch substanziell sind, wird zum Beispiel an den Bewertungen der betreffenden Plattformbetreiber ersichtlich. Hier rangiert z.B. Airbnb mit 30 Milliarden US Dollar noch vor der Hotelkette Hilton und Uber mit einem geschätzten Wert von 90 Milliarden US Dollar weit vor allen anderen Fahrdienstleistern und noch vor den meisten Automobilherstellern. Ein weiteres Indiz für eine hohe Nutzengenerierung, die sich allerdings nicht in Statistiken widerspiegelt, ist die riesige Anzahl an Kunden, die kostenlose Dienste im Internet konsumieren, wie z.B. Facebook, Google oder Wikipedia. Da regelmäßig kein Umsatz bei den Nutzern generiert wird, wird der erzeugte Mehrwert statistisch nicht erfasst. Jedenfalls spiegelt sich der generierte Nutzen nur indirekt in erhöhten Umsätzen wider, die durch Werbeeinnahmen oder den Verkauf von Kundendaten auf anderen Märkten generiert werden. Liegen letztere Märkte im Ausland, wird eine adäquate Zurechnung und Produktivitätsanalyse zusätzlich erschwert.

Eine weitere Erklärung für statistisch unterschätzte Produktivitätseffekte könnte in einer fehlenden Berücksichtigung der Qualität der produzierten Güter liegen (Acemoglu et al., 2014). So kostet ein Kleinwagen heute nicht viel mehr oder weniger als ein Kleinwagen inflationsbereinigt vor 20 Jahren gekostet hat. Allerdings wird es kaum einen Kunden geben der nicht den neuen Kleinwagen präferieren würde. Dieser Nutzenanstieg wird mangels Umsatzwirksamkeit jedoch nicht adäquat in den Produktivitätsstatistiken abgebildet.

Schliesslich spielen Komplementaritäten zwischen Digitalisierungstechnologien und bestehenden Produktionsfaktoren eine wichtige Rolle. Es wird häufig argumentiert, dass die Digitalisierung insbesondere dort von grossem Nutzen ist, wo bereits bestehende Prozesse effizienter gestaltet werden können (Bloom et al., 2012), Hardware Anforderung, wie z.B. High-Speed Internetanschlüsse, erfüllt sind (Akerman et al., 2015), und die nötigen Fähigkeiten für eine effektive Implementierung digitaler Technologien auf Seiten der Mitarbeiter eines Unternehmens vorhanden sind (Brynjolfsson und Hitt, 2014). Wenn alles zusammenkommt, wird der Digitalisierung ein grosser Nutzen zugesprochen, wohingegen bei Fehlen eines dieser Faktoren möglicherweise deutlich geringere produktivitätssteigernde Wirkungen realisiert werden können. In diesem Zusammenhang zeigen sich wiederum Schwierigkeiten einer adäquaten statistischen Erfassung der Digitalisierungseffekte. Unter Umständen werden sie in statistischen Analysen komplementären organisatorischen Maßnahmen zugeschrieben, die eigentlich erst durch die Digitalisierung möglich geworden bzw. in ihre Wirkung effektiv geworden sind. Hierzu zählt z.B. die effiziente Beobachtung und Steuerung betrieblicher Prozesse sobald ausreichend Daten auf einfache und kostengünstige Art erfasst werden können (Brynjolfsson und Hitt, 2000; Corrado und Hulten, 2010).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Digitalisierung auf Mikroebene positive und negative Wirkungen auf die Schweizer Wirtschaft entfalten kann. Auf der positiven Seite sind hier in erster Linie zu nennen:

- Effizienz- und Produktivitätssteigerungen
- Verminderung von Transaktions- und Agency-kosten
- Vermehrte Leistungserstellung ohne Umsatzgenerierung
- Entstehung neuer Märkte im In- und Ausland
- Erleichterte Erschliessung ausländischer Märkte aus der Schweiz heraus

Auf der negativen Seite sind in erster Linie folgende Effekte zu nennen:

- Ressourcenintensive Umstrukturierungsmassnahmen
- Erhöhte Abschreibung von Investitionen und Entwertung spezifischer Fähigkeiten
- Höherer Konkurrenzdruck
- Tendenz zu konzentrierten Märkten
- Im internationalen Vergleich mittelmässige Unternehmensdynamik und Risikokapital-Investitionen.

Ob die Schweizer Volkswirtschaft im Aggregat von der Digitalisierung profitieren kann, hängt also entscheidend davon ab, ob die positiven oder negativen Produktivitätseffekte in der Summe überwiegen. Tendenziell werden die negativen Effekte eher kurzfristig durchschlagen – so wie es beispielsweise auch bei der Verbreitung der Dampfmaschine und des Elektromotors der Fall war (David, 1990; Crafts, 2004; Gordon, 2012; Syverson, 2013) – wohingegen langfristig eher die positiven Effekte überwiegen werden, nachdem die kurzfristig hemmenden Umstrukturierungsmassnahmen und Abschreibungen abgeschlossen sind. Im IKT Bereich kann die zeitliche Verzögerung zwischen Investition und Produktivitätsanstieg bei fünf bis 15 Jahren liegen (Basu und Fernald, 2007). Die grösste Bedrohung für langfristiges Wirtschaftswachstum stellt die zunehmend zu beobachtende Tendenz sich konzentrierender Märkte mit wachsenden Eintrittsbarrieren dar. Auch wenn diese Prozesse häufig noch am Anfang stehen, sprechen die strukturellen Merkmale häufig für sogenannte „winner takes it all“ Märkte. Beispielhaft werden in diesem Zusammenhang Facebook im Social-Network, Google im Suchmaschinen, Ebay im Auktionsmarkt, oder Amazon im Onlineversandhandel genannt. Schliesslich muss davon ausgegangen werden, dass die größten Effekte der aktuellen technologischen Veränderungen, wie z.B. autonomes Fahren, Roboter und KIs ihre Produktivitätspotenziale erst mittel- bis langfristig entfalten werden (Frey und Osborne, 2013).

Beschäftigungseffekte der Digitalisierung

Die Literatur ist sich weitestgehend einig, dass von heterogenen Effekten über Branchen und Berufsfelder hinweg auszugehen ist, weil die unterschiedlichen Digitalisierungstechnologien je nach Branche über unterschiedliche Mechanismen wirksam werden. Entsprechend müsste man idealerweise alle Branchen gesondert betrachten. Im Rahmen des vorliegenden Literaturüberblicks hat sich herausgestellt, dass hierzu zum einen zu wenig systematische Studien zur Verfügung stehen und zum anderen selbst bei sehr feiner Brancheneinteilung keine einfache Beurteilung der ökonomischen Beschäftigungseffekte im Aggregat möglich ist.

Je nach Anwendungsfall sind sogar innerhalb eng definierter Branchen heterogene Effekte der Digitalisierung zu beobachten, die sich nicht einfach systematisch analysieren lassen und deshalb in ihrer Wirkung nur schwer zu aggregieren und vorherzusehen sind. Zum Teil sind einzelne spezifische technologische Anwendungen bzw. Unternehmen für disruptive Veränderungen verantwortlich. So hat sich der Markt für Kurznachrichten innerhalb von wenigen Jahren getrieben von WhatsApp weltweit extrem stark verändert, während Nachrichtenübermittlungsdienste insgesamt relativ moderate Veränderungsrate aufweisen, deren Trend schon seit Längerem bekannt und stabil ist.

Beschäftigungseffekte sind grundsätzlich eng an die Arbeitsproduktivitätsentwicklung geknüpft. Allerdings kann bei direkter Substitution von Arbeitsaufgaben durch Maschinen ein Beschäftigungsrückgang in den betroffenen Berufsfeldern bei gleichzeitig höherer Produktivität möglich sein (Acemoglu et al., 2014). Die Literatur ist sich uneinig bezüglich der zu erwartenden Effekte der Digitalisierung auf die Beschäftigung. Wenige erwarten massenhafte Arbeitslosigkeit, weil Maschinen fast sämtliche menschliche Arbeit übernehmen könnten (Rifkin, 2013; Rifkin, 2015; Ford, 2015). Wie unten weiter ausgeführt wird, sind viele Tätigkeiten nicht vollständig automatisierbar und entstehen mit Automatisierungen regelmäßig auch neue Tätigkeitsfelder (Autor, 2015; Autor et al., 2013). Auf Grund einer Veränderung der Qualifikationsanforderungen, auf die der Arbeitsmarkt kurzfristig nur unzureichend reagieren kann, können größere Jobverluste allerdings nicht ausgeschlossen werden (Sachs und Lawrence, 2012). In Umfragen erwarten ca. 50% der Experten Jobverluste auf Grund der Digitalisierung, welche nicht durch zusätzliche neue Jobs überkompensiert werden (Smith und Anderson, 2014).

Wenn man von den Effekten spezifischer Technologien und spezifischen Märkten abstrahiert, geht es bei der Beurteilung der Beschäftigungseffekte der Digitalisierung im Wesentlichen um vier unterschiedliche Wirkungskanäle: 1) Effizienzsteigerungen durch Substitution von menschlicher Arbeit durch Maschinen oder Roboter, 2) Produktivitätssteigerungen durch komplementäre Technologien, wodurch einzelne Personen einen höheren Output pro Arbeitsstunde erreichen, 3) Neue Märkte, Einsatz- und Aufgabenbereiche, die bisher nicht vorhanden waren und 4) Verlagerungen von ehemals kommerziellen Dienstleistungen in den quasi-privaten Bereich.

In Bezug auf die Substituierbarkeit von menschlicher Arbeit waren bisher in erster Linie Tätigkeiten betroffen, die einen hohen Grad an Routine aufweisen und wenig bis gar keine soziale Interaktion mit anderen Menschen erfordern (Autor et al., 2003). Betroffen waren und sind damit z.B. einfache Bürotätigkeiten am Computer, wie Buchführung, Schreibhilfen, Dateneingabe etc. Hinzu kommen aber zunehmend auch komplexere Aufgabenbereiche wie z.B. Personal(vor)auswahl oder Datenanalysen. Vielfältige weitere Tätigkeitsfelder sind ebenfalls betroffen, lassen sich jedoch nicht abschließend auflisten (Frey und Osborne, 2013). Einige Studien deuten darauf hin, dass Computerprogramme möglicherweise schon bald in der Lage sind, in vielen Situationen bessere Auswahlentscheidungen zu treffen als Menschen, oder z.B. bei der Analyse von Bewerberdaten viele derzeit noch von Menschen vorgenommene Arbeitsschritte übernehmen können. Es ist zudem davon auszugehen, dass viele Anwendungsbereiche für derartige Computerprogramme noch nicht erschlossen sind. Experten für Künstliche Intelligenzen (KI) erwarten in diesem Bereich in Zukunft weitere technische Fortschritte, wodurch zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten erschlossen werden könnten. Gestützt wird diese Erwartungshaltung von großen Investitionen in junge Unternehmen und Unternehmensbereiche, die sich mit der Erforschung von neuen KIs beschäftigen und deren kommerzielle Anwendung als Ziel verfolgen (Economist, June 2016).

Für Unternehmen, deren Produktivität sehr stark von derartigen Tätigkeiten abhängt, sind also größere Umstrukturierungen zu erwarten. Direkt betroffen sind Dienstleister, die selbst z.B. Buchführungsdienste oder Personaldienstleistungen am Markt anbieten. Neue Technologien können hier zu großen Produktivitätssteigerungen und damit einer erhöhten Wettbewerbsfähigkeit führen. Entscheidend ist jedoch, inwieweit die Konkurrenz von den gleichen Technologien profitieren kann.

Aus Unternehmenssicht sind prinzipiell zunächst drei Szenarien zu unterscheiden. Die Konkurrenz kann neue Digitalisierungstechnologien, die die Produktivität steigern, als einzige oder zumindest früher oder effektiver einsetzen. In diesem Fall ist von einem Rückgang der Geschäfte auszugehen. Es ergibt sich jedoch das genau umgekehrte Bild, wenn die Konkurrenz neue Digitalisierungstechnologien, die die Produktivität steigern, nicht oder zumindest langsamer und ineffektiver einsetzt. Als drittes Szenario ist der Fall zu betrachten, dass alle Unternehmen in gleichem Maße ihre Produktivität durch den Einsatz neuer Technologien steigern können. In diesem Fall sollte das Geschäftsvolumen nicht umverteilt werden. Aufgrund der höheren Produktivität sollte das Leistungsvolumen insgesamt in allen drei Szenarien steigen oder bei vermindertem Ressourceneinsatz gleich bleiben, was alle Unternehmen besser stellt jedoch zu Beschäftigungsverlusten führen kann. Für die Schweiz sind indes grundsätzlich positive Wachstums- und Beschäftigungseffekte zu erwarten sind, solange nicht ausländische Unternehmen die Vorreiterrolle übernehmen. Angesichts der bisherigen guten Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Unternehmen scheint ein positiver Effekt wahrscheinlicher als ein negativer. Zudem sollte eine Substitution von Arbeitsaufgaben durch Maschinen die relative Wettbewerbsfähigkeit gegenüber ausländischen Unternehmen erhöhen, weil der für Schweizer Unternehmen nachteilige Faktor Lohn im Einfluss auf die Preise reduziert wird. Somit bestünde für Schweizer Unternehmen ein grosser Anreiz, die Wertschöpfungsketten im Unternehmen zunehmend zu digitalisieren. Das hat Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt, die jedoch nicht zwingend zu hoher Arbeitslosigkeit führen müssen. Erstens, bedeutet zunehmende internationale Wettbewerbsfähigkeit eine bessere Auftragslage, die grundsätzlich positiv auf die Beschäftigung wirkt. Zweitens, eröffnen sich mit der Digitalisierung neue Arbeitsfelder, die komplementär zur Technologie, Beschäftigung schaffen können, vor allem im Zusammenhang mit der Wartung der IKT, der Generierung komplementärer Software und arbeiten zur Verbesserung der Datensicherheit, etc. Mit der Digitalisierung eröffnen sich grundsätzlich zahlreiche neue Bereiche für unternehmerisches Handeln und damit zusammenhängend Beschäftigung (Brynjolfsson und McAfee, 2016). Wesentlich ist jedoch, dass sich die Fähigkeiten der Beschäftigten an das neue technologische Umfeld anpassen müssen, um die Dauer einer strukturellen Arbeitslosigkeit möglichst kurz zu halten. Das stellt hohe Anforderungen an Weiterbildung und „lebenslangem Lernen“.

Zumal diese komplementären Qualifikationen in vielen Ländern, die als Destinationen für arbeitsintensive Tätigkeiten galten, nicht verfügbar sind, gibt es erste Anzeichen dafür, dass Arbeitsplätze zum Teil in die ursprünglichen Produktionsstandorte zurückverlagert werden.

Beispielsweise berichtet Ford (2015), dass sich in den USA zwischen 2009 und 2012 die Bekleidungsexporte um 37% erhöhten und auch in Grossbritannien haben sich die Bekleidungsexporte von zwischen 2003 und 2013 verdoppelt; es wird erwartet, dass bis 2020 rund 20000 Arbeitsplätze zurückgeholt werden können und rund die Hälfte der US-amerikanischen Unternehmen überlegen Produktionsstandorte zurück in die USA zu verlegen (Ford 2015).

Ein weiteres zu berücksichtigendes Szenario ist die Verlagerung der Leistungserstellung vom Dienstleister zum Leistungsbezieher. Es könnte also sein, dass Unternehmen, die ursprünglich Dienstleistungen am Markt von Drittanbietern zugekauft haben, diese in Zukunft selbst übernehmen, indem sie die nötigen Digitalisierungstechnologien selbst zum Einsatz bringen; z.B. ein Buchführungsprogramm installieren anstatt die Buchführung von einem Drittanbieter erledigen zu lassen. In diesem Fall wären die Dienstleistungsanbieter negativ betroffen. Es ist indes zu beachten, dass der Leistungslevel im Aggregat nicht sinkt (Die Buchführung wird im Beispiel nicht abgeschafft) sondern effizienter erreicht wird. Mithin ist die Arbeitsproduktivität gestiegen. Zusätzlich ist bei allen Unternehmen, die Dienstleistungen als Inputfaktor einsetzen, ein Produktivitätsanstieg zu erwarten, wenn die betreffenden Dienstleistungen durch die Digitalisierung effizienter erstellt und damit günstiger am Markt angeboten werden können. Etwas anderes ergibt sich aus Schweizer Sicht nur, wenn Leistungsersteller oder Leistungsbezieher im Ausland beheimatet sind. In diesem Fall kann es entweder zu einem noch höheren Nettonutzen oder aber auch Schaden (Disnutzen) für die Schweizer Wirtschaft kommen.

In Bezug auf die Beschäftigtenentwicklung ist im Fall einer Substituierung der menschlichen Arbeit durch Maschinen, bzw. Computer oder Roboter, grundsätzlich von einem Rückgang in den betroffenen Aufgabenbereichen auszugehen. Nur in seltenen Fällen werden Maschinen jedoch in der Lage sein, derzeit von Menschen übernommene Aufgaben vollständig zu substituieren ohne gleichzeitig zusätzliche Aufgabenbereiche zu erschaffen (Autor, 2015). In der jüngeren Vergangenheit sind auf Grund des vermehrten IKT Einsatzes bereits viele durch Routinen geprägte Aufgabenfelder automatisiert worden, ohne dass es zu größeren Nettojobverlusten gekommen wäre. In den USA und Europa ist es auf Grund des vermehrten IKT Einsatzes indes eine relative Erhöhung der Beschäftigung im gering und hoch qualifizierten Bereich zu Lasten der Beschäftigung im mittel qualifizierten Bereich zu beobachten (Goos und Manning, 2007; Goos et al. 2009; Goos et al., 2014; Autor und Dorn, 2013; Michaels et al., 2014; Graetz und Michaels, 2015). Aktuelle Schätzungen deuten darauf

hin, dass grosses Potenzial für eine Substitution von menschlicher Arbeit durch Maschinen in Zukunft auch im gering qualifizierten Bereich liegt (Frey und Osborne, 2013).

Neben Substitutionseffekten zwischen Aufgaben, die Maschinen übernehmen können, und solchen, die Menschen übernehmen, sollte es aber häufig auch große Komplementaritäten geben. Neue Computerprogramme, KIs, Roboter usw. können in vielen Fällen als neuartige kraftvolle Werkzeuge verstanden werden, die es Arbeitnehmern ermöglichen, eine höhere Arbeitsproduktivität zu erreichen. In diesem Fall hat die Digitalisierung direkt positive Auswirkungen auf die Unternehmen, die derartige Technologien zum Einsatz bringen können. Im Dienstleistungsbereich betrifft dies zum Beispiel Angestellte im Personalbereich, die mit Hilfe neuer Computerprogramme mehr Bewerbungen pro Arbeitszeiteinheit bearbeiten können und dank besserer Analysetools bessere Auswahlentscheidungen treffen. Ähnliches gilt für Buchhalter, die neue Programme effektiv zum Einsatz bringen und dadurch mehr Buchungsvorhänge je Arbeitszeiteinheit bearbeiten können. Auf Grund der vielfältigen prinzipiell unendlichen und möglicherweise derzeit noch unbekanntem Einsatzmöglichkeiten von Robotern und KIs kann an dieser Stelle keine abschließende Liste der betroffenen Branchen und Berufsfelder vorgelegt werden.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass insbesondere neue Computerprogramme und intelligente Roboter in zahlreichen Einsatzbereichen unterstützende Funktionen einnehmen werden und damit die individuelle Arbeitsproduktivität erhöhen. Damit ergeben sich neue Beschäftigungsmöglichkeiten für Arbeitnehmer, deren Produktivität ohne maschinelle Unterstützung unter den Arbeitskosten liegen würde. Es kann also durchaus zu positiven Beschäftigungseffekten kommen, obwohl zahlreiche Aufgaben von Maschinen übernommen werden und weniger Arbeitskraft für die Erledigung einer bestimmten Aufgabe eingesetzt werden muss.

Einige Studien weisen in diesem Zusammenhang auf komplementäre Fähigkeiten hin, die nötig sind um die Digitalisierung effektiv nutzen zu können (Machin und Van Reenen, 1998; Autor et al. 2003; Goldin und Katz, 1998, 2008; Caselli und Coleman, 2001; Spitz-Oener, 2006, 2008; spezifisch zum Zusammenspiel zwischen Breitband Internetanschlüssen und Gehältern: Grimes et al., 2012; Akerman et al., 2015). Dies betrifft neben organisatorischen Anforderungen in erster Linie individuelle Fähigkeiten der Arbeitnehmer. Es ist also davon auszugehen, dass die Produktivitätssteigerungen pro Mitarbeiter durch die Digitalisierung unterschiedlich ausfallen. Eine Studie von Akerman et al. (2015) zeigt beispielsweise auf Basis norwegischer Daten, dass

insbesondere hoch qualifizierte Mitarbeiter ihre Produktivität nach zur Verfügung stellen von schnellen Internetanschlüssen steigern, während gering qualifizierte Mitarbeiter unter gleichen Voraussetzungen einen Produktivitätsverlust verzeichnen. Letzteres könnte zu Beschäftigungsverlusten im Bereich gering qualifizierter Arbeitnehmer führen, denen eine höhere Nachfrage nach hoch qualifizierten Beschäftigten gegenüber steht. Sollte sich dieser Befund auf alle Digitalisierungstechnologien verallgemeinern lassen, wäre mit einem Beschäftigungsrückgang zumindest in den betroffenen Betrieben zu rechnen, da der Arbeitsmarkt relativ wenig hoch qualifizierte Arbeitskräfte zur Verfügung stellen kann, die für den Verlust der Beschäftigten im gering qualifizierten Bereich kompensieren könnten. Schlimmstenfalls geht sogar die Nachfrage nach hoch qualifizierten Arbeitnehmern zurück, wodurch der Beschäftigungsdruck auf gering qualifizierte Arbeitnehmer noch stärker steigt, weil mangels ausreichend vorhandener Beschäftigungsmöglichkeiten hoch qualifizierte Arbeitnehmer Aufgaben niedrig qualifizierter übernehmen (Beaudry et al., 2010).

Gleichzeitig werden zahlreiche neue Aufgabenfelder geschaffen. Roboter, Computerprogramme usw. müssen in aller Regel installiert, instruiert, gewartet und gepflegt werden. Dies führt zu steigender Nachfrage nach entsprechend Arbeitskräften (Berger und Frey, 2016). Zusätzlich deutet sich an, dass Teile arbeitsintensiver Produktionsanlagen, die in der Vergangenheit in Billiglohnländer ausgelagert wurden, bei effektiven Einsatzmöglichkeiten von Robotern zurück in westliche Länder wandern, wo die nötigen Technologien und ausreichend qualifizierte Arbeitskräfte zur Verfügung stehen (Rodrik, 2016). Zudem gibt es zahlreiche Aufgabenfelder, die auf Grund komplexer menschlicher Interaktion nicht einfach von Robotern oder Computern übernommen werden können. Auch in der Weiterentwicklung neuer Digitalisierungstechnologien sowie der Erforschung und Umsetzung weiterer Anwendungsmöglichkeiten wird es weiterhin einen großen und ggf. steigenden Bedarf an Arbeitskräften geben.

Schließlich ist die Verlagerung von kommerziellen Tätigkeiten in den quasi privaten Bereich zu betrachten. Wie bereits oben näher ausgeführt, beruhen einige neue Geschäftsmodelle, die im Zuge der Digitalisierung entstanden sind, auf der Vermittlung von Dienstleistungen zwischen privaten Akteuren, die bei nicht Verfügbarkeit ggf. auf herkömmlich kommerzielle Dienstleister ausweichen würden. In derartigen Fällen ist auf Seiten der konkurrierenden Unternehmen unter Umständen tatsächlich mit einem Rückgang des Geschäftsvolumens zu rechnen, was zu einem Abbau von sozialversicherungspflichtiger Beschäftigung in den betroffenen Bereichen führen könnte. Auch hier scheinen zum Teil einzelne Unternehmen bzw.

Plattformen große Effekte zu entfalten, deren Potenzial noch nicht ausgeschöpft ist. Betroffen sind bisher zum Beispiel das Hotelgewerbe (Airbnb), handwerkliche Dienstleitungen (MyHammer) und Fahrdienste (Uber). Es ist festzuhalten, dass das Leitungsniveau insgesamt nicht sinkt, sondern sehr wahrscheinlich im Aggregat steigt, weil die Leistung für den Verbraucher günstiger oder in einer bisher nicht dagewesenen nutzenstiftenden Form erbracht wird. Mithin werden zumindest die Konsumenten besser gestellt. Die betroffenen Unternehmen stehen allerdings strukturellen Wettbewerbsnachteilen gegenüber, da sie die für Unternehmen geltenden regulatorischen Bestimmungen einhalten müssen, d.h. z.B. umsatzsteuer- und sozialabgabenpflichtig sind, was für im Privaten erbrachte Dienstleistungen grundsätzlich nicht gilt. Bestimmte Leistungen können daher von Privaten günstiger angeboten werden. Problematisch scheint dies, wenn private Akteure auf Vermittlungsplattformen wie Unternehmen mit Gewinnerzielungsabsicht agieren, die entsprechenden Bestimmungen aber nicht einhalten. Dadurch könnten Arbeitsplätze im regulierten Unternehmensbereich wegfallen. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass nicht alle Kunden, die Leistungen von privaten Akteuren nachfragen, ohne ein entsprechendes Angebot auf kommerzielle Dienstleistungen ausweichen würden. D.h. manche Kunden nutzen zum Beispiel Airbnb, um mit einheimischen Gastgebern in Kontakt zu kommen und würden ohne ein solches Angebot nicht zwingend auf eine anonyme Hotelübernachtung ausweichen. Der potenzielle Rückgang der Beschäftigung ist daher als geringer einzuschätzen als der Anstieg der Arbeitsleistung im privaten Bereich. Für die Schweizer Volkswirtschaft scheint die von Vermittlungsplattformen bzw. allgemein der shared economy erzeugte Konkurrenz am ehesten im Tourismusbereich relevant. Es ist allerdings keine Studie verfügbar, die etwaige Effekte quantifiziert hätte bzw. einen fundierten Ausblick auf die zukünftige Geschäfts- und Beschäftigtenentwicklung erlaubt.

In Bezug auf die von der Digitalisierung beeinflusste Beschäftigungsentwicklung sind neben den Effekten auf Unternehmensebene, die Besonderheiten des Arbeitsmarktes zu berücksichtigen. Es besteht weitestgehend Einigkeit, dass die Digitalisierung zu großen Umstrukturierungsmaßnahmen führt. Entsprechend müssen die Qualifikationen der Mitarbeiter an die neuen Bedingungen angepasst werden. Es ist zu vermuten, dass die Anpassungseffekte hoch ausfallen. In Ländern der OECD sind bereits 42% der Arbeitskräfte in Unternehmen beschäftigt, die neue Technologien einsetzen oder ihre Qualifikationsanforderungen in den letzten drei Jahren geändert haben (OECD, 2013a, b). Weil Qualifikationen von Arbeitskräften in der Regel nicht so schnell an die veränderte Nachfrage angepasst werden können wie Kapitalanlagen, kann es temporär zu Ungleichgewichten kommen, die dazu führen, dass

bestimmte Berufsgruppen stärker und andere weniger stark nachgefragt werden. Die aggregierte Beschäftigungsentwicklung wird deshalb auch davon abhängen, inwieweit und wie schnell die Nachfrage der Unternehmen nach bestimmten Qualifikationen durch entsprechend ausgebildete Arbeitskräfte bedient werden kann und inwieweit diejenigen Arbeitskräfte, die neue Qualifikationen erwerben müssen, hierzu in der Lage sind und - wenn Letzteres der Fall ist - wie lange der Qualifikationsprozess andauert. Eine wichtige Rolle dürften in diesem Zusammenhang betriebliche Weiterbildungsmaßnahmen spielen, die dafür sorgen, dass es erst gar nicht zu einer temporären Freisetzung von Arbeitskräften kommt (strukturelle Arbeitslosigkeit). Dadurch könnten hohe Suchkosten auf Seiten der einstellenden Unternehmen und bewerbenden Arbeitskräfte vermieden werden.

Es ist festzuhalten, dass der Nettobeschäftigungseffekt der Digitalisierung auf Grund der heterogenen und schwer vorherzusagenden Wirkungszusammenhänge sowie in Ermangelung einer soliden Datenbasis derzeit kaum abzuschätzen ist. Für eine positive Entwicklung sprechen in erster Linie:

- Eine höhere Arbeitsproduktivität durch komplementären Einsatz von Maschinen und Arbeitskräften.
- Das im internationalen Vergleich hohe Qualifikationsniveau der Schweizer Bevölkerung, welches den effizienten Einsatz von Digitalisierungstechnologien ermöglicht.
- Ein hoher Anteil an Arbeitskräften, deren Aufgaben nur zu einem geringen Teil durch Maschinen substituiert werden kann.
- Eine große Anzahl an Unternehmen, die im Bereich der Digitalisierung selbst neue Produkte entwickeln.

Für kurzfristig negative Beschäftigungseffekte sprechen:

- Ressourcenintensive Umstrukturierungsmaßnahmen
- Entwertung spezifischer Fähigkeit
- Aufbau nötiger, neuer Fähigkeiten
- Ineffizienzen im Arbeitsmarkt, die die Umstrukturierung im Personalbereich erschweren

3. Politische Maßnahmen

Einige öffentliche Akteure haben Initiativen und Agenden zur Digitalisierung auf nationaler und supranationaler Ebene hervorgebracht, wobei die Digitalisierung häufig nur einen kleinen Teil umfangreicher wirtschaftspolitischer Strategien darstellt. Die Zielsetzung besteht in erster Linie darin, die vermuteten positiven Effekte der Digitalisierung auf die Produktivität der Unternehmen und die Bevölkerung insgesamt zu heben bzw. zu fördern und mögliche negative Effekte auf die Beschäftigung zu minimieren. Die meisten Länder versuchen dies im Rahmen ihrer allgemeinen Wirtschaftspolitik oder supranationaler Konzepte, haben aber keine eigenen Strategiepapiere oder ähnliches explizit zur Digitalisierung veröffentlicht.

Im Rahmen der EU 2020 Strategie haben die Mitgliedsländer der EU eine Digitale Agenda aufgestellt, die sieben Hauptfelder umfasst: 1) Schaffung eines einheitlichen digitalen Marktes, 2) Interoperabilität und Standards, 3) Vertrauen und Sicherheit, 4) Schnell und ultra schnelle Internetzugänge, 5) Verbesserung der persönlichen Fähigkeiten neue Technologien zu nutzen, 6) Heben der IKT Vorteile für die EU Bevölkerung, 7) Forschung und Entwicklung (EU Commission, 2016a). Hinter diesen sieben Hauptfeldern stehen 132 Aktionspläne, die die zu ergreifenden Maßnahmen näher definieren.

Darüber hinaus gibt es nationale Initiativen, die unabhängig von den EU Maßnahmen, beschlossen wurden. Deutschlands Digitale Agenda umfasst zum Beispiel die Säulen: 1) Digitale Infrastruktur, 2) Digitale Wirtschaft und digitales Arbeiten, 3) Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung, 4) Digitale Lebenswelten in der Gesellschaft gestalten, 5) Bildung, Forschung, Wissenschaft, Kultur und Medien, 6) Sicherheit, Schutz und Vertrauen für Gesellschaft und Wirtschaft, 7) Europäische und internationale Dimension der Digitalen Agenda (BMWi, 2014). Diese sieben Säulen werden wiederum in 33 Unterpunkte aufgeteilt, die vom digitalen Zugang für ländliche Gebiete über Green-IT bis hin zu Digitalisierung in der Entwicklungszusammenarbeit reichen.

Auf dem letzten OECD Ministertreffen zur Digitalisierung wurden vier Kerndimensionen zukünftiger digitaler Agenden definiert: 1) Öffnung des Internets, 2) Digitales Vertrauen, 3) Globale Vernetzung, 4) Veränderungen von Arbeitsplätzen und Fähigkeiten (OECD, 2016). Diese vier Kerndimensionen wurden weiter in zehn gemeinsame Zielsetzungen zukünftiger Politik zur Digitalisierung aufgeteilt.

Zusätzlich wurde mit Industrie 4.0 eine im deutschsprachigen Raum gut bekannte Plattform geschaffen, die sich insbesondere mit dem Fortschritt der Digitalisierung im Industriebereich befasst. Hier arbeiten verschiedene Stakeholder aus Politik, Wirtschaft und Gewerkschaften zusammen an Konzepten und Standards für das Internet der Dinge, also die digitale Vernetzung von Maschinen, Datensicherheit und adäquaten Aus- und Weiterbildungskonzepten für die Arbeitskräfte. Klein- und Mittelständische Unternehmen sollen durch Kompetenzzentren bei der Digitalisierung unterstützt werden (Bertschek, 2015).

Vor dem Hintergrund der zuvor erläuterten und zu erwartenden Veränderungen für Unternehmen und Beschäftigte scheinen alle politischen Maßnahmen, Direktive und Initiativen durchaus geeignet, die Digitalisierung positive zu begleiten. Angesichts der Vielzahl an politischen Maßgaben und Absichten ist indes fraglich, ob man sich nicht in zu vielen Einzelmaßnahmen verheddert (Bertschek, 2014) bzw. einzelne Massnahmen, die besonders großes Potential haben, priorisieren sollte (BCG, 2016c). Zu letzteren Maßnahmen zählt zum Beispiel die flächendeckende Einführung von schnellen und ultra schnellen Internetanschlüssen. Zudem existieren auf nationaler Ebene zum Teil erhebliche Unterschiede in der digitalen Infrastruktur und im Fortschritt der Digitalisierung auf Industriebene, die für nationen- und industriespezifische Maßnahmen sprechen oder zumindest eine national spezifische Priorisierung von Maßnahmen sinnvoll scheinen lassen (vgl. z.B. BCG, 2015, 2016a, b, c). Zudem wird kritisiert, dass trotz der Vielzahl an Initiativen die tatsächlichen Fortschritte noch nicht weit genug gehen und zu langsam in die Tat umgesetzt werden, um mit dem technologischen Fortschritt und der faktischen Entwicklung der Wirtschaft schritthalten zu können (BCG, 2016c, Bertschek und Ohnemus, 2016). Innerhalb der Maßnahmenkataloge wird der Ausbau schneller und ultra schneller Breitbandanschlüsse, die Einführung eines einheitlichen Rechtsrahmens für digitale Geschäfte inklusive verbindlichen Datenschutzbestimmungen, und die adäquate Qualifizierung der Arbeitnehmer als besonders wichtig erachtet. Aus theoretischer Sicht scheint dies auch für die Schweiz eine sinnvolle Richtung für die Erarbeitung politischer Maßnahmen zu sein. Für eine objektive und systematische Beurteilung der vorgeschlagenen Massnahmen fehlen allerdings die nötigen Daten. Zudem gibt es keine adäquaten Vergleichsgruppen, um die Wirkung einzelner Maßnahmen beurteilen zu können, selbst wenn Daten im Zeitablauf zur Verfügung stünden. Es scheint zudem sinnvoll, dass verschiedene Interessenvertreter, wie zum Beispiel im Rahmen der Initiative Industrie 4.0, selbst Maßnahmen zum Umgang mit der Digitalisierung entwickeln, da die Interessenvertreter selbst grundsätzlich am besten informiert und damit zur Erarbeitung

von effektiven Lösungsvorschlägen geeignet sind. Aus politischer Sicht ist einschränkend jedoch zu berücksichtigen, dass die beteiligten Unternehmen einen Anreiz haben, für sie selbst günstige Massnahmen zu treffen ohne die Interessen der nicht beteiligten (zukünftigen) Konkurrenz miteinzubeziehen. Letzteres könnte insbesondere neue junge Unternehmen betreffen, die selten industrieseitig organisiert sind aber einen starken Wettbewerbsdruck entfalten und häufig das größte Wachstumspotenzial aufweisen. Die Politik könnte dafür sorgen, dass sowohl die Interessen potenzieller Unternehmensgründer als auch die Interessen der ansonsten unbeteiligten Verbraucher ausreichend berücksichtigt werden, um eine wohlfahrtsteigernde Wirkung der Digitalisierung zu erzielen.

Für alle Mitgliedsländer der EU wird der Fortschritt der Digitalisierung im Rahmen der Digital Scoreboard Initiative zentral erfasst (EU Commission, 2016b). Angesichts der internationalen Spitzenposition bei der Verbreitung von schnellen Internetanschlüssen (Eidgenössische Kommunikationskommission ComCom) und hohen Internetnutzungsraten in der Schweizer Bevölkerung (BFS, Statistik zur Internetnutzung in der Schweiz, 1997-2016) dürfte die Schweiz zu den Vorreitern innerhalb der EU gehören, wobei eine genaue Positionsbestimmung nicht ohne entsprechende Datenerhebung möglich ist. Es wäre aber zu überlegen, ob eine Aufnahme in das Ranking der EU möglich ist, um den Digitalisierungsfortschritt der Schweiz mit den Nachbarstaaten vergleichen zu können und Vor- und Nachteile im Verhältnis zu den Nachbarländern transparent zu machen. Über den Zeitraum 1991 bis 2007 liegt die Schweiz bei den IKT Investitionen im Mittelfeld im Vergleich zu 15 anderen OECD Ländern (Hall et al., 2013). Die Schweiz ist gehört zudem wie die meisten anderen Länder der OECD zu den netto Importeuren von IKT Leistungen (BFS, Statistik zum IKT Waren Aussenhandel der Schweiz, Entwicklung 1990-2015). Die starke inländische Währung scheint insofern kein Nachteil für die Digitalisierung zu sein, da sie im internationalen Vergleich kostengünstige Investitionen in neue IKT und entsprechende Umstrukturierungsmaßnahmen erlaubt. Demgegenüber besteht ein Nachteil bei den Ausfuhren von IKT Leistungen, allerdings dürften sich die Schweizer Unternehmen, die im IKT produzierenden Bereich aktiv sind, weniger im Preis- als im Qualitätswettbewerb befinden. In Bezug auf die von der EU angestrebte Vereinheitlichung des digitalen Marktes könnte es von Vorteil sein, wenn die Schweiz die gleichen oder bessere Standards festlegen würde, um Markteintritte von Unternehmen zu erleichtern und somit die Chancen auf Wachstumseffekte durch Neueintritte zu maximieren.

4. Zusammenfassung und Bewertung

Die Literatur ist sich weitestgehend einig, dass die Digitalisierung große Veränderungen der Wirtschaftsstruktur und der Qualifizierungsanforderungen für Beschäftigte und zukünftige Arbeitnehmer mitsichbringt. In Bezug auf die Produktivität der Unternehmen überwiegen die Einschätzungen eines zumindest langfristig positiven Effektes. Allerdings steigt die Arbeitsproduktivität, auch wenn die Umsätze sinken, solange nur die Beschäftigung stärker sinkt als der Umsatz. Zudem ist nicht klar, ob eine größere Produktivität von den derzeit existierenden Unternehmen zu erwarten ist, oder die Produktivitätszuwächse vielmehr durch neue Unternehmen oder stark umstrukturierte Unternehmen getrieben wird, welche nur geringe Überschneidungen mit den heute üblichen Formen des Geschäftsbetriebs aufweisen. Die empirische Literatur hat bisher noch keine Analysen hervorgebracht, die eine seriöse Abschätzung des kausalen Effektes der Digitalisierung auf die Produktivität von Unternehmen erlauben würden. Es lassen sich sowohl statistisch signifikant positive, negative als auch insignifikante Korrelationen finden. Die empirische Literatur fokussiert zudem noch stark auf klassische IKT, wie z.B. Internet und Personalcomputereinsatz, die in Ihrer Wirkung nur schwer mit den aktuell in der Diskussion stehenden Technologien, wie z.B. Künstliche Intelligenzen oder Internet der Dinge, vergleichbar sind. Nur sehr vereinzelt werden zudem potenzielle Effekte der aktuell in der Diskussion stehenden Digitalisierungstechnologien, wie z.B. 3D Druck, analysiert. Angesichts der vielfältigen und unterschiedlichen Wirkungskanäle der einzelnen unter Digitalisierung zusammenfassten Technologien scheint eine simple Verallgemeinerung und Aggregation der Effekte der Digitalisierung auf eine Volkswirtschaft schwierig. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass die Effekte der Digitalisierung auf Produktivität und Beschäftigung über verschiedene Branchen hinweg und sogar innerhalb einer Branche sehr heterogen ausfallen, was für entsprechend spezifische Maßnahmen zur Förderung positiver und Minimierung negativer Effekte sprechen könnte.

Vor dem Hintergrund heterogener Wirkungsmechanismen verwundert es nicht, dass die Literatur zu ganz unterschiedlichen Einschätzungen bezüglich der Beschäftigungsentwicklung in den nächsten Jahren kommt. Die Einschätzungen reichen dabei von potentiellen Jobverlusten von mehr als -50% (ohne Einbezug potentieller neu kreierter Arbeitsplätze, die einen derartig starken negativen Effekt indes nicht überkompensieren dürften) bis hin zu Nettojobgewinnen von 5.3 bis 7.7%. Als recht gesichert darf die Annahme gelten, dass sich im Zuge der anstehenden Umstrukturierung die Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten ändern werden. Das heißt, die konkreten Beschäftigungseffekte werden davon abhängen, inwieweit es

den Unternehmen und Arbeitskräften gelingt, durch geeignete Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen auf die veränderten Anforderungen zu reagieren und wieweit der Arbeitsmarkt neue Arbeitskräfte mit entsprechenden Anforderungsprofilen bereitstellen kann. Inwieweit für die Schweiz somit eher die positiven oder negativen Effekte in Bezug auf die Beschäftigung überwiegen, ist mangels verfügbarer Daten nicht abzuschätzen. Auch wenn Prognosen nur mit großer Unsicherheit vorgenommen werden können, könnte es sinnvoll sein, bei der Ausbildung zukünftiger Generationen darauf zu achten, nicht in stark gefährdete Berufszweige zu investieren. Hierzu zählen unter anderem alle Berufe mit großem Routineanteil wie z.B. Fahrdienstleister, Schaltermitarbeiter, Verkäufer im Einzelhandel, einfache Büroangestellte. Umgekehrt sind Ausbildungen in Berufszweigen, die auch in absehbarer Zukunft nicht durch Roboter oder Künstliche Intelligenzen oder andere Technologien substituiert werden können, zu favorisieren. Hierzu zählen grundsätzlich alle Berufe, bei denen es auf soziale Interaktion, Empathie, kreative Lösungen, moralisches Urteilsvermögen oder Neuentwicklung von Konzepten ankommt und wo Routinetätigkeiten eine geringe Bedeutung haben. Zudem ist generell dem Umgang mit digitalen Technologien ein hoher Stellenwert bei der Ausbildung beizumessen, da neue Stellen, wenn sie geschaffen werden, sehr wahrscheinlich ein Verständnis erfordern, wie neue digitale Technologien produktiv eingesetzt werden können. In diesem Bereich wird es am wahrscheinlichsten zu einer erhöhten Nachfrage an Arbeitskräften kommen, was, im Falle einer nicht möglichen Bedienung durch den lokalen Arbeitsmarkt, zu Wachstumshemmnissen führen könnte.

Einige politische Massnahmen werden als besonders förderlich für die Hebung potentiell positiver Effekte der Digitalisierung angesehen. Hierzu zählt die weitläufige Bereitstellung von schnellen und ultra schnellen Breitbandverbindungen, die in der Schweiz im internationalen Vergleich schon sehr weit verbreitet sind. Als weiterer wichtiger Punkt wird die Einführung einheitlicher Rahmenbedingungen für digitale Geschäfte über Ländergrenzen hinweg genannt. Die EU hat diesbezüglich einen konkreten Maßnahmenkatalog als Teil ihrer EU 2020 Strategie beschlossen. Für die Schweiz könnte es sich als vorteilhaft erweisen, diesbezüglich auf den Zug aufzuspringen bzw. nach Möglichkeit die Schaffung eines gemeinsamen Marktes mitzugestalten, um die Attraktivität des Wirtschaftsstandorts Schweiz für neue Unternehmen, die auf digitale Geschäftsmodelle setzen, weiter zu steigern. In diesem Zusammenhang ist auch die adäquate Qualifizierung der Arbeitnehmer zu nennen. Es ist davon auszugehen, dass die Verfügbarkeit von ausreichend qualifizierten Arbeitskräften ein bedeutender Standortfaktor werden wird. Die Schweiz scheint diesbezüglich im internationalen Vergleich gut aufgestellt.

Allerdings werden die anstehenden Umstrukturierungsmaßnahmen und entsprechenden Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt noch stärkere Anstrengungen auf Ebene der betrieblichen Weiterbildung, den staatlichen Ausbildungsorganen und persönlichen Lernanstrengungen gleich welchen Alters verlangen. Hier scheint die Politik am ehesten durch geeignete Maßnahmen unterstützend eingreifen zu können.

Abschließend ist nochmals zu betonen, dass eine große Unsicherheit bezüglich der zukünftigen Auswirkungen der Digitalisierung auf Produktivität und insbesondere die Beschäftigung besteht. Die Literatur ist sich uneinig darüber, welche Effekte zu erwarten sind und wie politisch, unternehmerisch und persönlich am besten auf die Digitalisierung zu reagieren ist. Dies hängt entscheidend damit zusammen, dass es seit jeher äußerst schwierig ist, zukünftige technologische Entwicklungen und deren Auswirkung auf wirtschaftliche Aktivitäten vorherzusagen. Vielmehr vollziehen sich seit zwei Jahrhunderten wiederkehrend unvorhersehbare technologische Veränderungen, die zum Zeitpunkt der Entwicklung große unvorhergesehene Umstrukturierungsmaßnahmen auf Seiten der Unternehmen und Veränderungen der Qualifikationsanforderungen auf Seiten der Beschäftigten mit sich brachten. Zahlreiche Unternehmen und Berufe, wie z.B. Kutscher und Landwirtschaftsgehilfen, sind deshalb über die Zeit verschwunden, oder in ihrem Angebot und der Nachfrage stark zurückgegangen, ohne dass es je zu Massenarbeitslosigkeit oder Verarmung der Bevölkerung auf Grund technologischen Wandels gekommen wäre. Innovationen schaffen regelmäßig neue noch nicht bekannte Beschäftigungsfelder, ganze Märkte, auf die dann wiederum mit anderen, noch unbekanntem Innovation, reagiert wird. Diese Dynamik ist sowohl theoretisch als auch empirisch schwer zu erfassen und gilt insbesondere im Hinblick auf disruptive technologische Entwicklungen, die komplett neue Märkte schaffen oder bestehende Geschäftsmodelle branchenweit in Frage stellen. Blickt man zehn Jahre zurück, scheint die aktuelle Verbreitung und die neuen Möglichkeiten der Digitalisierung die meisten Erwartungen übertroffen zu haben. Gleichzeitig ist die Arbeitslosigkeit aus diesem Grund in keinem Land der Welt dramatisch angestiegen. Es gibt grundsätzlich auch keinen Grund daran zu zweifeln, dass dieser Prozess abgeschlossen wäre und nicht auch in Zukunft für derzeit noch nicht absehbare neue Produkte und Wirtschaftswachstum sorgen wird. Selbst im extremsten rein theoretischen Szenario in dem alle derzeitige menschliche Arbeit von Maschinen übernommen wird, würde sich die Welt deutlich besserstellen, da die gewonnene Zeit entweder in andere Produktionsbereiche oder in Freizeitaktivitäten oder generell zur Befriedigung von anderen, zum Beispiel sozialen Bedürfnissen, genutzt werden könnte. In der Vergangenheit hat die

Substitution von menschlicher Arbeit durch Maschinen bzw. Kapital zu einer massiven Verbesserung des Wohlstandes geführt. Kaum einer möchte heute noch mit Kutschen reisen, Wäsche und Geschirr selber Waschen, oder auf massentaugliche digitale Dienste wie Navigationssysteme, online Preisvergleiche, mobiles Internet, soziale Netzwerke, günstige Kommunikation mit Ton und Bild etc. verzichten.

Einschränkend ist zu berücksichtigen, dass die Wohlfahrtseffekte ungleich verteilt sein können, so dass es auf individueller oder regionaler Ebene Verlierer und Gewinner der Digitalisierung geben kann (Acemoglu, 1998; Autor, 2014). Auf Länderebene spricht jedoch einiges dafür, dass die Schweiz zu den Nettogewinnern zählen wird, da sich die Unternehmen und Personen hierzulande in einer vergleichsweise gute Ausgangslage für den produktivitäts- und beschäftigungssteigernden Einsatz von Digitalisierungstechnologien befinden.

Literatur

Acemoglu, D., U. Akcigit, N. Bloom, und K. William (2011). Innovation, reallocation and growth. Working paper, Stanford University.

Acemoglu, D., D. Dorn, G.H. Hanson und B. Price (2014). Return of the Solow paradox? IT, productivity, and employment in US manufacturing. *American Economic Review: Papers & Proceedings* 104, 394–399.

Acharya, R. C. (2015) ICT use and total factor productivity growth: intangible capital or productive externalities. *Oxford Economic Papers*, online publication.

Aghion, P. und P. Howitt (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica* 60, 323-351.

Andrews, D., C. Criscuolo und P. Gal (2015). Frontier firms, technology diffusion and public policy: micro evidence from OECD countries, Manuscript, OECD.

Arvanitis, S., Seliger, F., Veseli, K., Wörter M. (2015). Patentportfolio Schweiz – Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation SBFI, KOF Studien Nr. 73, Mai.

Arvanitis, S. (2005). Computerization, workplace organization, skilled labour and firm productivity: Evidence for the Swiss business sector, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 14(4), 225-249.

Arvanitis, S. und H. Hollenstein (2002). The Impact of Technological Spillovers and Knowledge Heterogeneity on Firm Performance: Evidence from Swiss Manufacturing, in: A. Kleinknecht und P. Mohnen (eds.), *Innovation and Firm Performance*, Palgrave, London.

Arvanitis, S. (2008). Innovation and Labour Productivity in the Swiss Manufacturing Sector: An Analysis Based on Firm panel Data, in: C. van Beers, A. Kleinknecht, R. Ortt and R. Verburg (eds.), *Determinants of Innovative Behaviour: A Firm's Internal Practices and Its External Environment*, Palgrave, London, 188-216.

Arvanitis, S. und J.-E. Sturm (2008). Innovation and Labour Productivity Growth in Switzerland: An Analysis Based on Firm Level Data, in: OECD (ed.), *Productivity Measurement and Analysis*, Paris, 101-112.

Arvanitis, S., und Loukis, E.N. (2009). Information and communication technologies, human capital, workplace organization and labour productivity: A comparative study based on firm-level data for Greece and Switzerland. *Information Economics and Policy* 21, 43-61.

Autor, D.H. (2014). Skills, education, and the rise of earnings inequality among the “other 99 percent”. *Science*, Vol. 344, No. 6186 pp. 843-851.

Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation, *The Journal of Economic Perspectives* 29, 3-30.

Autor, D. H. und D. Dorn (2013). The growth of low-skill service jobs and the polarisation of the US labour market, *American Economic Review* 103, 1553-1597.

- Autor, D., F. Levy und R.J. Murnane (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration, *The Quarterly Journal of Economics* 118, 1279-1333.
- Bank of England, (2014). Innovations in Payment Technologies and the Emergence of Digital Currencies. *Quarterly Bulletin* 2014 Q3.
- Bartelsman, E., P. Gautier und J. De Wind (2010). Employment Protection, Technology Choice, and Worker Allocation, Institute for the Study of Labour - IZA Discussion Papers No. 4895.
- Basant, R. & Commander, S. & Harrison, R. & Menezes Filho, N. A., (2007). ICT adoption and productivity in developing countries: new firm level evidence from Brazil and India, *Inspere Working Paper*, Inspere Instituto de Ensino e Pesquisa.
- Basu, S. und J. Fernald (2007). Information and Communications Technology as a General-Purpose Technology: Evidence from US Industry Data, *German Economic Review* 8, 146-173.
- Boston Consulting Group (2015). Launching a new digital agenda. How Sweden can become the global leader on digitization and technology. Online report.
- Boston Consulting Group (2016a). Digitizing Denmark. How Denmark can drive and benefit from an accelerated digitized economy in Europe. Online report.
- Boston Consulting Group (2016b). Digitizing the Netherlands. How the Netherlands can drive and benefit from an accelerated digitized economy in Europe. Online report.
- Boston Consulting Group (2016c). Digitizing Europe. Why northern European frontrunners must drive digitization of the EU economy. Online report.
- Beaudry, P., D. A. Green, und B. M. Sand (2013). The great reversal in the demand for skill and cognitive tasks, *National Bureau of Economic Research*, No. w18901.
- Berger, T. und C. Frey (2016). Structural Transformation in the OECD: Digitalisation, Deindustrialisation and the Future of Work, *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 193, OECD Publishing, Paris.
- Berger, T. und C.B. Frey (2016b). Did the Computer Revolution Shift the Fortunes of US Cities? Technology Shocks and the Geography of New Jobs, *Regional Science and Urban Economics*, forthcoming.
- Berndt, E.R., Morrison, C.J., (1995). High-tech capital formation and economic performance in US manufacturing industries: an exploratory analysis. *Journal of Econometrics* 65, 9-43.
- Bertschek, I., Kaiser, U., (2004). Productivity effects of organizational change: microeconomic evidence. *Management Science* 50 (3), 394-404.
- Bertschek, I. (2015). Industrie 4.0 – Kein Spiel für Einzelkämpfer, *ifo Schnelldienst* 10/2015 – 68. Jahrgang, 3-5.
- Bertschek, I, Ohnemus, J. (2016). Europe's Digital Future: Focus on Key Priorities. *ZEW policy brief*, No. 2, Feb. 2016.

- Black, S.E., Lynch, L.M., (2001). How to compete: the impact of workplace practices and information technology on productivity. *The Review of Economics and Statistics* 83 (3), 434–445.
- Black, S.E., Lynch, L.M., (2004). What's driving the new economy?: The benefits of workplace innovation. *The Economic Journal* 114.
- Bloom, N., Sadun, R., und van Reenen, J., (2012). Americans do I.T. Better: US Multinationals and the Productivity Miracle. *American Economic Review* 102, 167–201.
- Bloom, N., M. Schankerman, und J. Van Reenen (2013). Identifying technology spillovers and product market rivalry. *Econometrica* 81, 1347-1393.
- BMWI (2016). *The Digital Agenda 2014 – 2017*, Berlin.
- Bresnahan, T.F. und M. Trajtenberg (1995), General Purpose Technologies “Engines of Growth“?, *Journal of Econometrics* 65, 83–108.
- Bresnahan, T.F., Brynjolfsson, E., Hitt, L.M., (2002). Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labour: firm-level evidence. *The Quarterly Journal of Economics* 117, 339–376.
- Brynjolfsson, E., (1996). The contribution of information technology to consumer welfare. *Information Systems Research* 7, 281-300.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L.M., (1995). Information technology as a factor of production: the role of differences among firms. *Economics of Innovation and New Technology* 3, 183–200.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L.M., (1996b). Productivity, business profitability, and consumer surplus: three different measures of information technology value. *MIS Quarterly* 20 (2), 121–142.
- Brynjolfsson, E., und L. M. Hitt, (2003). Computing Productivity: Firm-Level Evidence, *Review of Economics and Statistics*, 793–808.
- Brynjolfsson, E. und A. McAfee (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, WW Norton and Company.
- Brynjolfsson, E. und McAfee, A. (2016). *The Second Machine Age*, W. W. Northon & Company Inc.
- Brynjolfsson, E., A. McAfee und F. Zhu (2009). *Leaders and Laggards: IT and the Growth of Performance Differences Between Firms*. Mimeo.
- Cardona, M., Kretschmer, T., Strobel, T. (2013). ICT and productivity: conclusions from the empirical literature. *Information Economics and Policy* 25, 109-125.
- Caselli, F. und W.J. Coleman (2001). Cross-Country Technology Diffusion: The Case of Computers, *The American Economic Review*, Vol. 91, No. 2, pp. 328-335.
- Chen, S., Vie, Z. (2015). Is China's e-governance sustainable? Testing Solow IT productivity paradox in China's context. *Technological Forecasting & Social Change* 96, 51–61.

- Corrado, C. A und C. R. Hulten (2010). How Do You Measure a Technological Revolution?, *American Economic Review* 100, 99-104.
- Crafts, N., und G.Toniolo, (2010). Aggregate growth, 1950-2005, *The Cambridge Economic History of Modern Europe* 2, 296-332.
- David, P. A. (1990) The dynamo and the computer: an historical perspective on the modern productivity paradox, *The American Economic Review*, pp. 355-361.
- Dewan, S., Kraemer, K.L., (2000). Information technology and productivity: evidence from country-level data. *Management Science* 46, 548–562.
- Dewan, S., Min, C.-K., (1997). The substitution of information technology for other factors of production: a firm level analysis. *Management Science* 43, 1660–1675.
- Draca, M., Sadun, R., Faber, B., Kretschmer, T., Overman, H. (2008). *The Economic Impact of ICT: First Interim Report*, Centre for Economic Performance, London School of Economics.
- EU Commission (2016a), *Europe 2020 Strategy*, <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/digitalagenda-europe-2020-strategy>.
- EU Commission (2016b), *Digital Agenda Scoreboard*, <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/digital-agenda-scoreboard>.
- Ford, M. (2015). *Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*. Basic Books, New York.
- Frey, C. B., (2015). *New job creation in the UK: which regions will benefit most from the digital revolution?*, PwC, <http://www.pwc.co.uk/assets/pdf/ukeyo-regional-march-2015.pdf>.
- Frey, C. B., und M.A. Osborne (2013). *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, Oxford Martin School Working Paper.
- Garcia-Macia, D., C.-T. Hsieh, und P. J. Klenow (2015). *How destructive is innovation?* Working paper, Stanford University.
- Gilchrist, V.G., Town, R., (2001). *Productivity and the PC revolution*. UC Irvine, Working paper, Center for Research on Information Technology and Organizations.
- Goldin, C. und L.F. Katz (1998). The origins of technology-skill complementarity, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 113, No. 3, pp. 693-732.
- Goldin, C. und L. F. Katz (2008). *The Race between Education and Technology*, Cambridge: Harvard University Press.
- Goos, M. und A.Manning (2007). Lousy and lovely jobs: The rising polarisation of work in Britain, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 89, No. 1, pp. 118–133.
- Goos, M., J. Konings und M. Vandeweyer, (2015). *Employment Growth in Europe: The Roles of Innovation, Local Job Multipliers and Institutions*, Local Job Multipliers and Institutions.

- Goos, M., A. Manning, und A. Salomons. (2014). Explaining Job Polarisation: Routine-Biased Technological Change and Offshoring, *American Economic Review*, Vol. 104, No. 8, pp. 2509-2526.
- Goos, M., A. Manning, und A. Salomons (2009). Job Polarisation in Europe, *American Economic Review: Papers & Proceedings* 99, 58–63.
- Gordon, R. J. (2012). Is US economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds, *National Bureau of Economic Research*, No. w18315.
- Graetz, G., und G. Michaels (2015). Robots at work, *CEP Discussion Paper*, No 1335.
- Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature* 28 (4), 1661-1707.
- Grossman, G. M. und E. Helpman (1991). Quality ladders in the theory of growth. *Review of Economic Studies* 58, 43-61.
- Hall, B. H., Lotti, F., Mairesse, J. (2013). Evidence on the impact of R&D and ICT investments on innovation and productivity in Italian firms. *Economics of Innovation and New Technology* 22, 300-328.
- Hall, B. H., A. B. Jaffe, und M. Trajtenberg (2005). Market value and patent citations. *The RAND Journal of Economics* 36, pp. 16-38.
- Harhoff, D., F. Narin, F. M. Scherer, und K. Vopel (1999). Citation frequency and the value of patented inventions. *The Review of Economics and Statistics* 81, 511-515.
- Hempell, T., (2005a). Does experience matter? Innovations and the productivity of information and communication technologies in German services. *Economics of Innovation and New Technology* 14, 277–303.
- Hempell, T., (2005b). What’s spurious, what’s real? measuring the productivity impacts of ICT at the firm-level. *Empirical Economics* 30, 427–464.
- Hempell, T., van Leeuwen, G., van der Wiel, H., (2004). ICT, Innovation and Business Performance in Services: Evidence for Germany and the Netherlands. In: OECD (Ed.), *The Economic Impact of ICT, Measurement, Evidence, and Implications*, Paris, 131–152.
- Jerbashian, V., Kochanova, A. (2016). The Impact of Telecommunication Technologies on Competition in Services and Goods Markets: Empirical Evidence. *Forthcoming: Scandinavian Journal of Economics*.
- Kilicaslan, Y, Sickles, R.C., Kayis, A.A., Gürel, Y.Ü. (2014). Impact of ICT on the Productivity of the Firm: Evidence from Turkish Manufacturing.
- Kim, G., Winston, T.L., Simpson, N.C. (2015). Evaluating the performance of US manufacturing and service operations in the presence of IT: a Bayesian stochastic production frontier approach. *International Journal of Production Research* 53, 5500-5523.
- Kogan, L., Papanikolaou, A., Seru, A., Stoffman, N. (2016). Technological Innovation, Resource Allocation and Growth. *Forthcoming: Quarterly Journal of Economics*. RISE Working Paper 15-017, Texas, US.

- Klette, T. J. und S. Kortum (2004). Innovating firms and aggregate innovation. *Journal of Political Economy* 112, 986-1018.
- Lichtenberg, F.R., (1995). The output contributions of computer equipment and personnel: a firm-level analysis. *Economics of Innovation and New Technology* 3, 201–218.
- Loveman, G.W., (1994). An assessment of the productivity impact on information technologies. In: Allen, T.J., Scott Morton, M.S. (Eds.), *Information Technology and the Corporation of the 1990s*. Oxford University Press, New York.
- Machin, S. (1997). The decline of labour market institutions and the rise in wage inequality in Britain, *European Economic Review*, Vol. 41, No. 3-5, pp. 647-657.
- Machin, S., und J. Van Reenen, (1998). Technology and Changes in Skill Structure: Evidence from Seven OECD Countries. *Quarterly Journal of Economics*, 113 (1998), 1215-1244.
- Mahr, F., Kretschmer, T., (2010). Complementarities between IT and Organizational Structure: The Role of Corporate Exploration and Exploitation. *Discussion Papers in Business Administration*, 2010-03, University of Munich, Munich School of Management, Munich.
- McGuckin, R.H., Stiroh, K.J., (2002). Computers and productivity: are aggregation effects important? *Economic Inquiry* 40, 42–59.
- Michaels, Guy, A. Natraj, and J. Van Reenen (2014). Has ICT Polarised Skill Demand? Evidence from Eleven Countries over 25 Years. *Review of Economics and Statistics*, Vol. 96, No. 1, pp. 60-77.
- Miyazaki, S., Idota, H., Miyoshi, H., (2012). Corporate productivity and the stages of ICT development. *Information Technology and Management* 13, 17–26.
- Moretti, E. (2012), *The new geography of jobs*, Houghton Mifflin Harcourt.
- Nicholas, T. (2008). Does innovation cause stock market runups? Evidence from the great crash. *American Economic Review* 98, 1370-1396.
- OECD (2013a), *OECD Skills Outlook 2013, First Results from the Survey of Adult Skills*, Paris: OECD, 2013. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264204256-en>.
- OECD (2013b), *Skills for the Digital Economy*. OECD Skills Strategy Spotlight No. 4. <http://skills.oecd.org/developskills/documents/skillsforthedigitaleconomy.html>.
- O'Mahony, M., Vecchi, M., (2005). Quantifying the impact of ICT capital on output growth: a heterogeneous dynamic panel approach. *Economica* 72, 615–633.
- O'Mahony, M., und M. P. Timmer (2009), Output, input and productivity measures at the industry level: The EU KLEMS database. *The Economic Journal*, 119(538), F374-F403.
- Parker, G. G., Van Alstyne, M. W., und S. P. Choudary (2016). *Platform Revolution: How Networked Markets are Transforming the Economy - and How to Make Them Work for You*. Norton & Company.
- Rifkin, J. (2013). *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World*. Macmillan USA.

- Rifkin, J. (2015). *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*. Macmillan USA.
- Rodrik, D. (2016). Premature deindustrialization, *Journal of Economic Growth* 21, 1-33.
- Röller, L.-H., Waverman, L., (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: a simultaneous approach. *American Economic Review* 91 (4), 909–923.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy* 98, S71-102.
- Sachs, J.D., und J. K. Lawrence (2012), *Smart Machines and Long-Term Misery*, NBER Working Paper No. 18629, December.
- SBFI 2016. *Forschung und Innovation in der Schweiz 2016*. Staatsekretariate für Bildung, Forschung und Innovation SBFI, Bern.
- Smith, A., and J. Anderson, (2014), *AI, robotics, and the future of jobs*, Pew Research Center.
- Solow, R. M. (1987). “We’d Better Watch Out” review of *Manufacturing Matters: The Myth of the Post-Industrial Economy*, by Stephen S. Cohen and John Zysman, *New York Times*, July 12, 1987.
- Spitz-Oener, A. (2006), Technical change, job tasks, and rising educational demands: looking outside the wage structure. *Journal of Labour Economics* 24, 235-270.
- Spitz-Oener, A. (2008), The returns to pencil use revisited. *Industrial and Labour Relations Review* Vol. 61, No. 4, pp. 502-517.
- Sridhar, K.S., Sridhar, V., (2007). Telecommunications infrastructure and economic growth: evidence from developing countries. *Applied Econometrics and International Development* 7, 37–61.
- Stiroh, K.J., (2002). Information technology and the US productivity revival: what do the industry data say? *American Economic Review* 92, 1559–1576.
- Stiroh, K.J., (2005). Reassessing the impact of IT in the production function: a meta-analysis and sensitivity tests. *Annales D’Économie et de Statistique* (79/80), 529–561.
- Stucki, T., Woerter, M. (2016). *The Productivity Effects of Knowledge in New Growth Technologies*, mimeo, Zürich.
- Suri, T., Jack, W. und Stoker, T.M. (2012). Documenting the Birth of a Financial Economy. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 10257–62.
- Syverson, C. (2013). Will History Repeat Itself? Comments on ‘Is the Information Technology Revolution Over?’, *International Productivity Monitor* 25, 37-40.
- Tambe, P., Hitt, L.M., (2012). The Productivity of Information Technology Investments: New Evidence from IT Labor Data. *Information Systems Research* 23, 599-617.
- Venturini, F., (2009). The long-run impact of ICT. *Empirical Economics* 37, 497–515.