

### **3. Aktuelle Empirie zu technischem Wandel, Beschäftigung und Verteilung**

Technischer Wandel als wichtiger Einflussfaktor auf Produktivität, Wachstum und die Veränderung von Beschäftigung und Einkommen wird in der ökonomischen Modellbildung und darauf aufbauenden empirischen Studien über unterschiedliche Ansätze operationalisiert. Eine häufig verwendete Möglichkeit zur Abbildung des technischen Wandels ist die Ausbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) als wesentlichste Leittechnologie der Gegenwart heranzuziehen. Dieser Zugang liegt vielen aktuellen Studien zugrunde.<sup>5</sup> Darüber hinaus gewinnt eine breite Palette an materiellen und immateriellen Produktionsfaktoren – die auch unter dem Begriff „wissensintensives Kapital“ zusammengefasst werden – wie bspw. Investitionen in geistiges Eigentum, Forschung und Entwicklung sowie qualifizierte MitarbeiterInnen – an Bedeutung. Zunehmend werden solche breiteren Ansätze verwendet.<sup>6</sup>

Übereinstimmendes Resultat vieler rezenter empirischer Studien ist, dass der technische Wandel der wesentliche Treiber von Produktivitätsentwicklung und Wirtschaftswachstum ist.<sup>7</sup>

Hier soll nicht näher auf die zurzeit vieldiskutierte Frage eingegangen werden, ob der seit einigen Jahren beobachtbare Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsentwicklung (sowohl der totalen Faktorproduktivität als auch der Arbeitsproduktivität) vorrangig der Krise seit 2008 oder einer Abschwächung des technologischen Wandels geschuldet ist.<sup>8</sup> Diese Frage ist zwar ebenfalls zentral für Wachstum und Verhandlungsspielräume der Zukunft, jedoch beschränken wir uns hier auf die Betrachtung der verschiedenen Effekte des technologischen Wandels auf die Verteilung (vermittelt über die unterschiedliche Betroffenheit von Arbeitskräften, Unternehmen und Branchen).

So zeigen zahlreiche Studien, dass eine differenzierte Betrachtung der Entwicklungen auf Firmen-, Branchen- und gesamtwirtschaftlicher Ebene notwendig ist. Etwa unterscheiden sich die Wirkungen von IKT-Investitionen deutlich zwischen IKT-produzierenden und -anwendenden Branchen, wobei Produktivitätsentwicklung und Wachstum in ersteren merklich stärker als in letzteren ist. Dies deutet darauf hin, dass sich der technische Wandel in verschiedenen Branchen zum Teil markant unterschiedlich niederschlägt.<sup>9</sup>

Letztendlich kann die Komplexität der Zusammenhänge und der Wirkungen auf Beschäftigung und Einkommen auch nicht unabhängig von der qualitativen Komponente – der hinter den Beschäftigungen stehenden Tätigkeiten, Fähigkeiten und Fertigkeiten – betrachtet werden. Während die personellen Einkommensungleichheiten von der unterschiedlichen Nachfrageentwicklung nach gering bzw. hoch qualifizierten Arbeitskräften ab-

hängen, wird die funktionelle Einkommensverteilung in erster Linie durch den Einsatz der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital bestimmt. Für eine umfassende Untersuchung der Auswirkungen des technischen Fortschritts auf Einkommensungleichheiten müssen also beide Aspekte der Einkommensverteilung berücksichtigt werden.

Im Folgenden werden zentrale Ergebnisse empirischer Studien dargestellt und miteinander in Beziehung gesetzt, welche entweder zur Beschäftigungsentwicklung oder (in geringerem Ausmaß) zur Verteilungswirkung des technischen Wandels aktuelle Befunde beisteuern. Auf Basis dieser Zusammenschau werden abschließend Thesen über die Zusammenhänge zwischen technologischem Fortschritt, Beschäftigung und Einkommensverteilung aufgestellt, die jedoch lediglich als tentative Befunde zu festzustellenden Tendenzen in der Empirie und nicht als summative Aussage über die tatsächlichen Nettoeffekte interpretiert werden sollen.

### 3.1 Technologischer Wandel und Beschäftigung

Beispielhaft für eine Einschätzung darüber, welche Auswirkungen das Voranschreiten arbeitssparender Technologien auf die Beschäftigung haben könnten, ist die vielzitierte Studie von Frey und Osborne (2013). Die Autoren berechnen die Automatisierungswahrscheinlichkeit von Berufen, um abschätzen zu können, wie viele und welche Arbeitsplätze in Zukunft durch eine mögliche Automatisierung gefährdet sind. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass in den nächsten 10 bis 20 Jahren 47% der derzeit existierenden Jobs in den USA mit einer relativ hohen Wahrscheinlichkeit von mehr als 70% automatisiert werden könnten. Die Basis ihrer Berechnung bilden die Einschätzungen von TechnikexpertInnen über das Automatisierungspotenzial von Berufen. Die Befunde stellen – wenn sich diese Einschätzungen über die technischen Entwicklungen als realistisch herausstellen sollten – wahrscheinlich eine Maximalvariante der Automatisierungspotenziale dar.<sup>10</sup>

Das wird z. B. bei Studien ersichtlich, die nicht Berufe, sondern einzelne Tätigkeiten auf ihre Automatisierungswahrscheinlichkeit hin untersuchen. Mit einem solchen Ansatz kommen Bonin et al. (2015) zu dem Ergebnis, dass der tätigkeitsbasierten Übertragung zufolge nur 9% der US-amerikanischen Arbeitsplätze eine hohe Automatisierungswahrscheinlichkeit aufweisen. Daraus kann man schließen, dass nur wenige Berufe zur Gänze automatisierbar sind. Wie bei Frey und Osborne (2013) finden Bonin et al. (2015), dass die Automatisierungswahrscheinlichkeit mit steigendem Bildungsniveau und Einkommen sinkt.

Auch andere Studien, die einen tätigkeitsbezogenen Zugang zur Abschätzung des Automatisierungspotentials wählen, kommen zu vergleichbaren Ergebnissen: So zeigen Arntz et al. (2016), dass der Prozentsatz

der Jobs mit hoher Automatisierungswahrscheinlichkeit zwischen 2% in Russland und 12% in Österreich, Deutschland und Spanien liegt. Diese Zahlen beschreiben das akute Rationalisierungspotenzial wahrscheinlich realistischer als jene der Frey/Osborne-Studie.

Die Interpretation der Ergebnisse von Studien, die Trends in der Arbeitskräftenachfrage durch die Identifikation von technischen Automatisierungspotenzialen abzuschätzen versuchen, erfordert ein gewisses Maß an Vorsicht. Man sollte nicht der Versuchung erliegen, die Automatisierungswahrscheinlichkeiten mit der zukünftigen Automatisierung von Berufen gleichzusetzen. Ob das technische Automatisierungspotenzial tatsächlich realisiert wird, hängt von mehreren Faktoren ab, die nicht nur technischer, sondern auch von gesellschaftlicher und rechtlicher Natur sind.

Allerdings verweisen auch diese Studien darauf, dass niedrige Einkommensgruppen und niedrig qualifizierte Berufe stärker von hohen Automatisierungswahrscheinlichkeiten betroffen sind. In einer Analyse der möglichen Effekte des vermehrten Einsatzes von Robotern zeigen Graetz und Michaels (2015), dass ein Anstieg der Roboterdichte (eingesetzte Roboter je 1 Mio. Arbeitsstunden) die Arbeitsstunden der niedrig und mittel qualifizierten Arbeitskräfte reduziert hat, obwohl kein signifikanter Einfluss der Roboterdichte auf die Anzahl der insgesamt geleisteten Arbeitsstunden beobachtet werden konnte. Die Studie untersuchte 17 OECD-Länder zwischen 1993 und 2007 – ein Zeitraum, in dem die Roboterdichte im Durchschnitt um 150% gestiegen ist. Allerdings wurden Industrieroboter in diesem Zeitraum nur in rund einem Drittel der Wirtschaft eingesetzt, und Dienstleistungsroboter standen noch ganz am Beginn ihrer Entwicklung. Es könnte daher sein, dass die Auswirkungen mit einer weiteren Ausbreitung von Robotern in Zukunft stärker ausfallen.

Eine retrospektive Herangehensweise hat auch die OECD (2015b, c) in zwei jüngeren Studien gewählt um die gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Beschäftigungseffekte neuer Technologien vor dem Hintergrund der Substitutions- und Kompensationstheorien zu untersuchen. Die Studien gehen davon aus, dass der Nettobeschäftigungseffekt des technischen Fortschritts einerseits davon abhängt, inwieweit Kapital Arbeit in der Produktion ersetzen kann (partielle Substitutionselastizität) und andererseits, wie stark die Güternachfrage auf Preissenkungen und/oder Einkommenssteigerungen reagiert (Preis- bzw. Einkommenselastizität der Nachfrage). Wenn man die gesamte Volkswirtschaft betrachtet, besagt die neoklassische Theorie, dass Preis- und Einkommenselastizität gleich eins sind, d. h. Preissenkungen und Einkommenserhöhungen führen zu direkt proportionalen Steigerungen der Nachfrage. Daraus folgt, dass die Auswirkungen von technischem Fortschritt auf die Arbeitsnachfrage im Aggregat nur von der Substitutionselastizität zwischen Arbeit und Kapital abhängt.

Darauf aufbauend schätzt die OECD (2015b) die partielle Substitutionselastizität zwischen Kapital und Arbeit in 19 OECD-Ländern für den Zeitraum 1990-2012.<sup>11</sup> Es wird gezeigt, dass eine permanente Verringerung der Kapitalnutzungskosten um 5%, als Proxy für einen Anstieg der IKT-Investitionen, mittel- bis langfristig (länger als 10 Jahre) beschäftigungsneutral ist. Kurzfristig führen IKT-Investitionen aber zu einer Freisetzung von Beschäftigten, die über Einkommens- und Preiseffekte kompensiert wird. Für die Nationalstaaten ist der Effekt von IKT-Investitionen von der Geschwindigkeit der Preissenkung für IKT-Kapital abhängig. Wenn diese Geschwindigkeit abnimmt (d. h. weniger in IKT investiert wird), dann überwiegen die negativen Beschäftigungseffekte. Dies lässt sich etwa für Österreich für die Jahre vor 2001 sowie zwischen 2007 und 2012 beobachten.

Betrachtet man aber die Branchenebene und nicht die gesamte Volkswirtschaft wird deutlich, wie wichtig die Nachfrageelastizitäten für potentielle Beschäftigungseffekte sind. Eine Studie von Blien und Ludewig (2016) zeigt, dass technischer Fortschritt, im Sinne von Produktivitätszuwächsen, in Branchen mit elastischer Nachfrage (Preis- und Einkommenselastizität  $>1$ ) signifikant positive Effekte auf die Beschäftigung hat, während in Branchen mit unelastischer Nachfrage die Auswirkungen negativ sind.

Doch die Betrachtung der Branchenebene ist nicht nur hinsichtlich der Kompensationseffekte von Bedeutung. Auch das Ausmaß der Substitutionseffekte unterscheidet sich maßgeblich zwischen den Sektoren. Dies wird von der OECD (2015c) gezeigt, indem die Arbeitsnachfrageeffekte von IKT-Investitionen auf der Branchenebene in 18 OECD-Ländern zwischen 1995 und 2012 geschätzt wird. Ohne Berücksichtigung kompensierender Nachfrageeffekte führen IKT-Investitionen in allen Sektoren (ausgenommen öffentlicher Sektor und Pflege) zu einer – teils mehr, teils weniger starken – Reduktion der Arbeitsnachfrage. Während man in Sektoren wie Energie und Finanzdienstleistungen fast keine Substitutionseffekte zwischen Arbeit und IKT beobachten kann, sinkt im IKT-Sektor die Beschäftigung um 4%, wenn die Kapitalnutzungskosten für IKT um 10% sinken. Durch die Miteinbeziehung der Nachfrageeffekte über die Einkommens- und Preiselastizität werden die Substitutionseffekte abgeschwächt, und in manchen Sektoren überwiegen die Kompensationseffekte, sodass es zu leichten Arbeitsnachfragesteigerungen kommt. Für Österreich trifft das auf die Sektoren Energie, Finanzdienstleistungen sowie öffentliche Institutionen und Pflege zu.

Diese Studien zeigen, dass für die Abschätzung der Beschäftigungseffekte des technologischen Wandels die Analyseebene und die zeitliche Dimension eine wichtige Rolle spielen. Insbesondere die beiden OECD-Studien verdeutlichen, dass (i) kurzfristig IKT-Investitionen zur Freisetzung

von Beschäftigten führen, diese aber langfristig durch Preis- und Einkommenseffekte kompensiert werden und über einen Zeitraum von zehn Jahren beschäftigungsneutral sind. Zudem gibt es (ii) erhebliche sektorale Unterschiede bei den kurzfristigen Substitutionseffekten. Im Hinblick auf die kurzfristigen Freisetzungseffekte sind politische Maßnahmen erforderlich, um die Veränderungen, die durch technologischen Wandel verursacht werden, so zu begleiten, dass negative Auswirkungen abgeschwächt und soziale Kosten minimiert werden.

Eine weitere Fassung von technologischem Wandel soll durch die Europäischen Innovationserhebung (Community Innovation Survey, CIS) geleistet werden. Diese erfasst Innovationstätigkeiten von Unternehmen auf Mikroebene unterteilt nach Branche, Firmengröße und Region. Aufbauend auf Informationen aus der CIS haben einige Studien die Beschäftigungswirkungen von unterschiedlichen Innovationen untersucht, wobei innovierende Unternehmen mit nicht-innovierenden verglichen werden.<sup>12</sup> In diesen Studien wird auch spezifisch auf die verschiedenen Auswirkungen von Prozess- und Produktinnovationen eingegangen.

Für Österreich zeigt Falk (2013) auf Basis von Daten aus der Leistungs- und Strukturserhebung 2004-2008, verknüpft mit den Daten der CIS 2006, dass erfolgreich eingeführte Produkt-, Prozessinnovationen und Marktneuheiten bei gegebener Firmengröße zu einem höheren Beschäftigungswachstum in den folgenden beiden Jahren führt. Dabei spielen Produktinnovationen die größte Rolle. Im Vergleich zu Nicht-Innovatoren haben Produktinnovatoren nach zwei Jahren im Durchschnitt ein um 1,7 Prozentpunkte höheres Beschäftigungswachstum, während die Einführung von Marktneuheiten und Prozessinnovationen das Beschäftigungswachstum um je 1,2 Prozentpunkte erhöhen.

Für Deutschland untersuchen Lachenmaier und Rottmann (2011) die Auswirkungen von Innovationen auf das Beschäftigungswachstum in Unternehmen basierend auf Daten des IFO Innovation Survey, der seit 1982 jährlich in deutschen Unternehmen des produzierenden Sektors durchgeführt wird. Neben Fragen nach dem Innovationsoutput (Einführung von Produkt- und Prozessinnovationen) werden zusätzlich die Innovationsinputs (Ausgaben, die im Zusammenhang mit der Entwicklung und Einführung von Produkt- und Prozessinnovationen getätigt wurden) erhoben. Lachenmaier und Rottmann (2011) schätzen für den Zeitraum 1982 bis 2002 die Auswirkungen unterschiedlicher Innovationsvariablen auf die Beschäftigung und kommen zu dem Ergebnis, dass sowohl Produkt- als auch Prozessinnovationen mit Beschäftigungsgewinnen im Zusammenhang stehen.

Auf internationaler Ebene untersuchen Harrison et al. (2014) die unternehmensspezifischen Beschäftigungseffekte von Produkt- und Prozessinnovationen in Frankreich, Deutschland, Spanien und dem Vereinigten Kö-

nigreich zwischen 1998 und 2000. Eine der wichtigsten Komponenten in ihrer Untersuchung ist die in der CIS erfasste Variable „Umsatzanteile neuer Produkte“, wodurch der direkte Effekt von Produktinnovationen quantifiziert werden kann. Die Ergebnisse zeigen, dass der generelle Produktivitätstrend und Prozessinnovationen in allen Ländern die Beschäftigung in den betrachteten Unternehmen reduzieren. Diese negativen Effekte werden aber überkompensiert: einerseits durch den preisinduzierten Anstieg der Nachfrage nach alten Produkten, andererseits aber auch durch Produktinnovationen, wobei durch die Einführung ganz neuer Produkte die höchsten Beschäftigungsgewinne auf der Firmenebene generiert werden können.

Analysen, die auf Unternehmensdaten basieren, haben den offensichtlichen Nachteil, dass man nur schwer von einzelnen Unternehmen auf ganze Branchen oder auf die gesamte Volkswirtschaft schließen kann. Einigen Studien – z. B. Harrison et al. (2014) – gelingt es, zumindest für die Branchenebene Aussagen zu treffen, indem sie untersuchen, ob die Beschäftigungsgewinne in den innovierenden Unternehmen auf das Abwerben von Arbeitskräften von der Konkurrenz (*business stealing*) zurückzuführen sind, oder ob das Beschäftigungswachstum aufgrund von Marktexpansion zustande kommt. Sie zeigen, dass maximal ein Drittel der neu geschaffenen Arbeitsplätze von Konkurrenten abgeworben wird, während mindestens ein Drittel der neuen Arbeitsplätze durch Marktexpansion entsteht. Somit sind Harrison et al. (2014, S. 30) zufolge die positiven Beschäftigungseffekte nicht nur für die untersuchten Unternehmen, sondern auch für die jeweiligen Branchen gültig.<sup>13</sup>

In der Zusammenschau der Studien, die Beschäftigungswirkungen des technischen Wandels in der jüngsten Vergangenheit analysieren, ergibt sich also ein sehr nuanciertes Bild: Technik-zentrierte Abschätzungen von Automatisierungspotenzialen finden mehr oder weniger große Rationalisierungspotenziale. Diese fallen geringer aus, wenn man Tätigkeiten anstelle von Berufen betrachtet. Allerdings sind geringer bezahlte und geringe Qualifikationen fordernde Tätigkeiten und Berufe gleichermaßen unter den am meisten bedrohten.

Studien, die nicht nur Automatisierungspotenziale abzuschätzen versuchen, sondern auch Kompensationseffekte mit einbeziehen, finden, dass letztere die ursprünglichen Einsparungseffekte meist übertreffen. Am stärksten ausgeprägt sind diese Effekte bei innovierenden Unternehmen, was auch auf eine zunehmende Ungleichverteilung zwischen den Unternehmen hindeutet. Zudem sind diese Effekte recht ungleich über die Branchen verteilt. In beiden Fällen lässt sich ein ungleichheitsverstärkender Effekt des technologischen Wandels vermuten.

### 3.2 Technologischer Wandel und Einkommensverteilung

Wie sich quantitative Beschäftigungseffekte auf die Einkommensverteilung auswirken, wird in der Literatur oft mit dem *skill-biased technological change* (SBTC) erklärt. Dieser intensiv untersuchten Hypothese zufolge<sup>14</sup> sind neue Technologien und hoch qualifizierte Arbeitskräfte komplementär, wodurch deren Produktivität im Vergleich zur Produktivität niedrig Qualifizierter steigt, was wiederum die relative Nachfrage nach hoch qualifizierter Arbeit und deren relative Löhne erhöht. Auf diese Weise wird die Einkommensverteilung zwischen verschiedenen Qualifikationsgruppen über die eingesetzten Technologien beeinflusst.

Ein anderer Ansatz zur Erklärung von Einkommensungleichheiten in Zusammenhang mit neuen Technologien geht davon aus, dass technischer Fortschritt durch einen *routine-biased technological change* (RBTC) gekennzeichnet ist (Autor et al. [2003]). Im Gegensatz zur SBTC-Hypothese liegt der Fokus nicht auf der Qualifikation der Arbeitskräfte, sondern auf der technischen Substituierbarkeit der ausgeführten Tätigkeiten.

Bei diesem Ansatz wird angenommen, dass Arbeitsprozesse die Ausführung unterschiedlicher Tätigkeiten erfordert, von denen einige leichter (Routine-Tätigkeiten) und andere schwerer (Nichtroutine-Tätigkeiten) automatisierbar sind. Zu den schwer automatisierbaren Nichtroutine-Tätigkeiten gehören einerseits „abstrakte“ Aufgaben, die Kompetenzen wie Problemlösung, Kreativität, Intuition oder Überzeugungskraft erfordern. Diese abstrakten Aufgaben findet man häufig in technischen oder Managementberufen, für deren Ausübung hohe Qualifikationen erforderlich sind. Andererseits gehören zu den Nichtroutine-Tätigkeiten „manuelle“ Aufgaben, die z. B. persönliche Interaktion, situationsbedingtes Handeln und visuelle und sprachliche Wahrnehmung erfordern. Manuelle Nichtroutine-Tätigkeiten sind typisch für Berufe in Bereichen der persönlichen Dienstleistungen wie z. B. Pflege oder Reinigung, zu deren Ausübung meistens nur geringe formale Qualifikationen erforderlich sind. Vom RBTC profitieren Berufe mit einem hohen Anteil an Nichtroutine-Tätigkeiten, die üblicherweise am unteren (eher „manuelle“ Tätigkeiten) und oberen (eher „abstrakte“ Tätigkeiten) Ende der Qualifikationsskala angesiedelt sind. Zu den Verlierern des RBTC gehören Berufe, die ein mittleres Qualifikationsniveau erfordern, da diese einen hohen Anteil an leicht automatisierbaren Routine-Tätigkeiten aufweisen, z. B. einfache kognitive Aufgaben wie Berechnungen im Rahmen der Buchführung oder administrative Aufgaben.<sup>15</sup>

Daraus folgt, dass RBTC zu einer Polarisierung des Arbeitsmarktes führt, d. h. die Beschäftigungsanteile in den Berufen am Ende und am Anfang der Qualifikationsskala steigen, während die Beschäftigungsanteile in der Mitte der Qualifikationsskala sinken. Tatsächlich haben einige Untersuchungen die Polarisierung der Beschäftigungsstruktur empirisch be-

stätigt.<sup>16</sup> Beispielsweise zeigt Autor (2015), dass zwischen 1993 und 2010 in 16 EU-Ländern der Anteil der Beschäftigung in Berufen mit mittleren Löhnen zurückgegangen ist, während der Anteil der Beschäftigung in niedrig- und hochbezahlten Berufen gestiegen ist. Für Österreich belief sich der Rückgang des Beschäftigungsanteils in Berufen mit mittleren Löhnen auf 10,4%, während der Anteil in niedrig bezahlten Berufen um rund 6% und der Anteil in hochbezahlten Berufen um rund 4% gestiegen ist.<sup>17</sup> Damit befindet sich Österreich beim Beschäftigungsanteilsrückgang in Berufen mit mittleren Löhnen im EU-Vergleich im Mittelfeld.

Die Polarisierung der Beschäftigungsstruktur kann zu einer zunehmenden Polarisierung der Lohnstruktur führen, was von Autor (2015) für die USA anhand der Entwicklung der Durchschnittslöhne nach *Skill*-Perzentilen gezeigt wird. Zwischen 1979 und 2007 sind die Löhne in den hohen *Skill*-Perzentilen kontinuierlich gestiegen, während das Lohnwachstum in den mittleren Perzentilen schwächer war und sich über die Zeit verlangsamte hat. Das Lohnwachstum in den niedrigen *Skill*-Perzentilen war zwischen 1979 und 1999 höher als in den mittleren *Skill*-Perzentilen. Jedoch hat sich dies in den 2000ern geändert, und bis 2007 sind die Löhne in den niedrigen *Skill*-Perzentilen gesunken. Autor (2015) führt das darauf zurück, dass in diesem Zeitraum gleichzeitig der Beschäftigungsanteil in den mittleren *Skill*-Perzentilen gesunken ist, d. h. es kann davon ausgegangen werden, dass Arbeitskräfte mit mittlerem Qualifikationsniveau zunehmend in Berufe am unteren Ende der Qualifikationsskala gedrängt haben. Diese disproportionalen Lohnanstiege in den höher qualifizierten Berufsklassen infolge des RBTC können das Problem der wachsenden Einkommensungleichheiten noch zusätzlich verschärfen.

Ein weiterer wesentlicher Faktor für eine technologieinduzierte Polarisierung der Einkommensverteilung kann in der unterschiedlichen Betroffenheit von Männern und Frauen auf Basis vorherrschender Beschäftigungs- und Entlohnungsstrukturen liegen. Löfstrom (2009) führt beispielsweise neben der nach wie vor unterschiedlichen Entlohnung in vielen Bereichen auch die Beschaffenheit sozialer Infrastrukturen wie Kinder- und Altenbetreuung, soziale und gesellschaftliche Normen sowie Steuerregimes (Haushalts- vs. Individualbesteuerung), die Frauen tendenziell benachteiligen, als wesentliche Determinanten für die Partizipation von Frauen am Erwerbsleben und das Ausmaß der Erwerbstätigkeit an.

Dieses Themengebiet wurde im Zusammenhang mit der Digitalisierung bisher kaum erforscht, obwohl es zumindest drei Faktoren gibt, die insbesondere vor dem Hintergrund der Automatisierungsdiskussion zu Geschlechterunterschieden beitragen können.<sup>18</sup> Dazu gehört erstens der Faktor Bildung, da Frauen im Durchschnitt in anderen Gebieten Bildungsabschlüsse haben als Männer und vor allem in den MINT-Fächern unterrepräsentiert sind. Zudem stellt sich zweitens die Frage, ob Frauen in ihren

Berufen eher Routine- oder Nichtroutine-Tätigkeiten ausüben bzw. ob sie in Berufen beschäftigt sind, die stärker oder weniger stark von potenzieller Automatisierung betroffen sind. Und schließlich ist es drittens von großer Relevanz, in welchen Wirtschaftsbranchen Frauen tendenziell beschäftigt sind und wie groß das Automatisierungspotenzial in diesen Branchen ist. Grabka (2016) analysiert auf Basis des Frey/Osborne-Ansatzes als besonders von der Automatisierung gefährdet eingestufte Berufe in Bezug auf den jeweiligen Anteil der weiblichen Beschäftigten in Deutschland. So beträgt der Frauenanteil in einer Reihe potenziell besonders gefährdeter Berufe wie Sekretariat, Verkauf, Buchhaltung oder Bankkaufleuten deutlich über 50%, mit Ausnahme letzterer sogar über 70%. Gleichzeitig würden Frauen in diesen Berufen nach wie vor um bis zu einem Viertel schlechter entlohnt als Männer. Dazu sind Frauen in einigen tendenziell als eher ungefährdet eingestuften Bereichen wie Maschinenbau, Bauelektrik und der Hochschullehre in Deutschland deutlich unterrepräsentiert, auch wenn das Lohnniveau hier bereits mehrheitlich jenem der Männer entspricht. Die gesamtwirtschaftliche Verteilungsentwicklung ist damit unmittelbar von der Verteilung von Frauen und Männern über die unterschiedlichen Berufsgruppen abhängig.

Neben Unterschieden in Erwerbstätigen- und Tätigkeitsstruktur zeigen neuere Studien, dass die Analyse auf der Firmenebene für die Erklärung der individuellen Einkommensverteilung von großer Bedeutung sein kann. Beginnend mit Dunne et al. (2004) haben sich einige empirische Untersuchungen mit der Beobachtung beschäftigt, dass sich die wachsende Einkommensungleichheit zwischen Arbeitskräften in der steigenden Ungleichheit zwischen Betrieben widerspiegelt.<sup>19</sup> Diese Studien widersprechen somit der weitläufigen Meinung, dass der Anstieg der Einkommensungleichheiten vor allem durch den überproportionalen Anstieg der Einkommen der Spitzenverdiener erklärt wird:

„Although individuals in the top one percent in 2012 are paid much more than the top one percent in 1982, they are now paid less, relative to their firms' mean incomes, than they were three decades ago. Instead of top incomes rising within firms, top-paying firms are now paying even higher wages.“<sup>20</sup>

Dieser Aspekt der firmenspezifischen Einkommensunterschiede bedarf in Zukunft intensiverer Untersuchungen, insbesondere vor dem Hintergrund der absehbaren Veränderungen der Marktstrukturen und der zunehmenden Machtverschiebung hin zu großen Unternehmen, die in Kap. 3.4 thematisiert werden.

Empirische Studien, die sich direkt mit technischem Fortschritt und Einkommensungleichheiten befassen, sind eher selten zu finden. Eine Ausnahme bildet die Studie von Aghion et al. (2015), in der die Autoren den Zusammenhang zwischen Innovation und Einkommensungleichheiten für

US-Bundesstaaten zwischen 1975 und 2010 untersuchen. Aghion et al. (2015) zeigen, dass der Anteil am Gesamteinkommen der Top-1% in einem US-Staat signifikant positiv mit der Innovationskraft dieses Staates korreliert ist. Wird beispielsweise Innovationskraft anhand von Patenten pro Kopf gemessen, erklärt Innovation im Durchschnitt für die US-Staaten rund 17% des Anstiegs des Einkommensanteils der Top-1% zwischen 1975 und 2010. Für andere Maße und Kennzahlen von Ungleichheiten (Einkommensanteil der Top-2% bis Top-10%, Gini-Koeffizient, Atkinson-Index), die sich nicht auf die Top-Einkommen beziehen, können keine statistisch signifikanten Zusammenhänge mit Innovationen nachgewiesen werden.

Aghion et al. (2015) sehen in ihren Ergebnissen eine Bestätigung dafür, dass der Anstieg der Top-1%-Einkommensanteile (teilweise) auf innovationsgetriebenes Wachstum zurückzuführen ist. Allerdings ist die Zahl der Patente pro Kopf als Maßzahl für Innovationskraft nur bedingt aussagekräftig. Da die meisten Patente von großen Unternehmen angemeldet werden, weil Patentanmeldungen mit hohen Kosten verbunden sind, bilden Innovationsmaße, die auf Patenten beruhen, nur unzureichend die Grundgesamtheit ab. Hall et al. (2013) zeigen beispielsweise, dass nur 4% der innovierenden Unternehmen im Vereinigten Königreich auch Patente anmelden. Darüber hinaus sagt eine Patentanmeldung noch nichts darüber aus, ob ein Patent mit einer bahnbrechenden Erfindung oder nur mit einer geringfügigen Verbesserung bestehender Verfahren oder Produkte zusammenhängt. Zudem kommt es nicht bei allen gemeldeten Patenten zu einer tatsächlichen kommerziellen Nutzung. Daher ist es kaum möglich, auf Basis von Patentanmeldungen zwischen disruptiven und inkrementellen Innovationen zu unterscheiden und auf reale Auswirkungen zu schließen.

Eine andere Untersuchung von Breau et al. (2014), die ebenfalls Innovationskraft und Ungleichheiten betrachtet, hat diese Kritik teilweise berücksichtigt und verwendet neben der Kennzahl Patente pro Kopf auch den Anteil der in wissensintensiven Unternehmensdienstleistungen (*knowledge intensive business services*, KIBS<sup>21</sup>) beschäftigten Personen als Indikator für Innovation. Als Ungleichheitsmaßzahlen werden der Gini-Koeffizient (der die Ungleichverteilung über das gesamte Einkommensspektrum misst) und der Theil-Index (der den Beitrag von Subgruppen – z. B. unterschieden nach Männer und Frauen – zur gesamten Einkommensungleichheit erklärt) verwendet. Breau et al. (2014) zeigen, dass im Zeitraum zwischen 1996 bis 2006 in kanadischen Städten die Innovationskennzahlen positiv mit den Verteilungskennzahlen korreliert sind. Das Ergebnis hält verschiedenen Robustheitstests stand – unter anderem werden verschiedene ökonomische, institutionelle und demografische Kontrollvariablen miteinbezogen. Daraus ziehen sie den Schluss, dass In-

novationen Teil der Erklärung von Einkommensungleichheiten in urbanen Räumen sind, sie aber nicht als alleiniger Verursacher identifiziert werden können.

Die Kernaussage dieser Studien, die Innovation direkt mit Ungleichheitsmaßen in Verbindung setzen, ist, dass Regionen, in denen mehr Patente angemeldet werden, auch ein höheres Niveau an Einkommensungleichheit aufweisen. Unberücksichtigt bleibt bei der Herangehensweise von Breau et al. (2014) und Aghion et al. (2015) jedoch, dass die höhere Einkommensungleichheit in innovativen Regionen auf die dort herrschende Branchenstruktur zurückzuführen sein könnte. Dass diese im Zusammenhang mit technologischem Wandel und Einkommensungleichheit von Relevanz ist, wird von Goos et al. (2014) bestätigt. Sie zeigen für 16 westeuropäische Länder, dass die Beschäftigungspolarisierung infolge des RBTC nicht nur innerhalb, sondern auch zwischen den Wirtschaftssektoren stattgefunden hat.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die meisten empirischen Studien eine Verschärfung der Ungleichgewichte zwischen hoch und gering qualifizierten Arbeitskräften durch den technologischen Wandel finden. Jedoch haben in jüngster Zeit auch einige Studien darauf hingewiesen, dass durch die neuen Technologien zunehmend stärker auch Routine-Tätigkeiten und damit zum Teil auch traditionell mittlere Einkommensklassen gefährdet sind. Auch hier zeigt sich wieder, dass empirische Untersuchungen – je nachdem ob diese auf Branchenebene oder nach Tätigkeiten durchgeführt werden – zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Somit gilt auch hier, dass bei der Interpretation von empirischen Ergebnissen stets große Sorgfalt angebracht ist und vor voreiligen Schlussfolgerungen gewarnt werden muss.

### 3.3 Technologischer Wandel und Kapitalerträge

Bisher wurden vor allem die Auswirkungen des technologischen Wandels auf die Verteilung der Einkommen zwischen unselbständig Beschäftigten in Abhängigkeit von ihrer Qualifikation besprochen. Die Auswirkungen des technologischen Wandels auf die Verteilung von Arbeits- und Kapitaleinkommen bleibt dabei jedoch unberücksichtigt. Diese sind aber, wie noch zu zeigen sein wird, zentral für eine umfassende Einschätzung von technologisch bedingten Verteilungseffekten.

Auf einer generellen Ebene lassen sich drei wichtige Entwicklungen beobachten: Erstens hat die Bedeutung des Faktors Kapital in Relation zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) in den vergangenen drei Jahrzehnten stark an Bedeutung gewonnen;<sup>22</sup> zweitens ist seit Ende der 1980er-Jahre bis 2007 in (fast) allen OECD-Ländern ein starker Rückgang der Lohnquote zu vermerken.<sup>23</sup> Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Entwicklungen

und dem technologischen Wandel wird in fast allen empirischen Studien unterstrichen. Zum Beispiel untersuchen Karabarbounis und Neiman (2014) den Rückgang der Lohnquote in 59 Ländern für die Periode 1975 bis 2012. Das Hauptergebnis der Studie ist, dass sinkende relative Preise von Investitionsgütern, die oft dem technischen Fortschritt bei den IKT zugeschrieben werden, die Hälfte des beobachteten Rückgangs der Lohnquote im Betrachtungszeitraum erklären können. Die Produktion wird durch den technischen Fortschritt generell kapitalintensiver oder, in den Worten von Karabarbounis und Neiman (2014, S. 61): „*Efficiency gains in capital-producing sectors [...] induced firms to shift away from labor and toward capital to such a large extent that the labor share of income declined.*“

Drittens wurde in jüngster Zeit gezeigt, dass der technologische Wandel auch zu einer erhöhten Marktkonzentration geführt hat, welche insbesondere in IKT-intensiven Branchen stark ausgeprägt ist.<sup>24</sup> Von der OECD wird dies mit der Bedeutungszunahme von wissensbasiertem Kapital (KBC) argumentiert. KBC umfasst eine Vielzahl immaterieller Güter wie Softwareprodukte, Datenbanken, Eigentums- und Patentrechte oder Markenwerte. Auf der Produktionsseite entstehen dabei Skaleneffekte, da immaterielle Güter zu geringen Grenzkosten produziert werden können. Die Entwicklung einer Software kann z. B. hohe Profite alleine durch die Lizenzierung einer großen Zahl von Kopien ohne zusätzliche Produktionskosten ermöglichen.

Auf der Nachfrageseite treten ebenfalls Skaleneffekte auf, die aufgrund von Netzwerk- und Reputationseffekten bei KBC-intensiven Gütern häufig auftreten. Netzwerkeffekte kommen v. a. dann zum Tragen, wenn der Wert eines Gutes mit der Anzahl seiner NutzerInnen steigt. Dies ist sowohl bei sozialen Netzwerken der Fall als auch bei Plattformen, die Dienstleistungen anbieten (Uber, AirBnB). Aufgrund der Eigenschaften von KBC folgt, dass auf die Produktion von KBC spezialisierte Branchen üblicherweise sehr konzentriert sind und von wenigen Unternehmen dominiert werden, die oft globale Marktmacht erreicht haben und daher Monopol- oder Oligopolgewinne abschöpfen können. So lag 2011 der Marktanteil der fünf größten Unternehmen einer Branche in den USA in technologieintensiven Branchen mit 20-45% weit über dem Durchschnitt.<sup>25</sup> Ein typisches Beispiel für die hohe Marktkonzentration ist der Markt für Smartphone-Betriebssysteme, der zu 90% von Apple und Google geteilt wird.<sup>26</sup> Die durch die Erzielung von Netzwerkeffekten sowie durch die intensive Fusionstätigkeit dieser Branche<sup>27</sup> verursachte hohe Unternehmenskonzentration schafft häufig „*winner-takes-all*“-Strukturen. Gleichzeitig erhöht die hohe Innovationsgeschwindigkeit aber auch das Risiko für Unternehmen, in KBC-intensiven Märkten erfolgreich zu sein. Diese Unsicherheit schlägt sich in höheren Risikoprämien für Investitionen in KBC-intensiven

Aktivitäten nieder, was zu einem starken Anstieg der Kapitalerträge für erfolgreiche Investoren führt.

Das Zusammenspiel der verschiedenen Einflussfaktoren von KBC auf die Marktstrukturen und damit auf die Ertragslage der Unternehmen ist ein wichtiger Bestimmungsfaktor der funktionellen Einkommensverteilung. Generell zeigt sich, dass die Marktkonzentration in KBC-intensiven Branchen überdurchschnittlich hoch ist. Dementsprechend ist auch die Verhandlungsmacht dieser Unternehmen sowohl gegenüber der Arbeitnehmerseite als auch gegenüber den öffentlichen Institutionen besonders ausgeprägt. Unternehmen mit starker Marktmacht können sowohl höhere Preisaufschläge für ihre Produkte durchsetzen als auch stärkere Konzessionen in ihrer Lohnpolitik einfordern. Auch wenn die empirische Evidenz bis dato unzureichend ist, gibt es erste Hinweise dafür, dass die KBC-spezifische Marktkonzentration Ungleichheiten zwischen Arbeits- und Kapitaleinkommen erhöhen.<sup>28</sup>

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Kapitalintensität bei der Erstellung von Gütern und Dienstleistungen stark zunimmt und somit auch die Rolle des Faktors Kapital an Bedeutung gewinnt. Gleichzeitig ist aber Kapital – und damit bedingt auch Kapitaleinkommen – wesentlich ungleicher verteilt als Arbeit bzw. Arbeitseinkommen. Unter diesen Umständen führen technologische Veränderungen hin zu kapitalintensiveren Produktionsweisen, zwingend auch zu einer Verschärfung der Einkommensverteilung. Es ist daher nicht überraschend, dass in der neuen Literatur zu dieser Thematik<sup>29</sup> Fragen der Verteilung von Kapital sowie die Mitgestaltung in den Entscheidungsverhältnissen stärker diskutiert werden.<sup>30</sup>

#### **4. Schlussbetrachtung und Ausblick**

Der in diesem Artikel aufbereitete Überblick über aktuelle empirische Forschungen zeigt, dass die Frage nach den Auswirkungen von technologischem Wandel auf Beschäftigung und Einkommensverteilung nicht einfach zu beantworten ist. Die Vielfalt der empirischen Ergebnisse deutet darauf hin, dass in der Interaktion von Technologie, Beschäftigung und Verteilung viele Wirkungsketten gleichzeitig berücksichtigt werden müssen, je nachdem welche Betrachtungsebene (Unternehmen, Branchen oder die Gesamtwirtschaft) gewählt wird, welche Aspekte des technologischen Fortschrittes (Automatisierung und Digitalisierung, Wissens- und Innovationsintensität der Produktion bzw. der Produkte sowie die dafür notwendigen Fertigkeiten) diskutiert werden und anhand welcher Indikatoren diese operationalisiert werden.

Der Zusammenhang zwischen Innovation und technologischem Wandel, Produktivität, Beschäftigung und Verteilung wird in der Literatur bisher