
Technologischer Fortschritt und Ungleichheit: eine empirische Analyse der Entwicklung in Österreich 2008-2014

Maximilian Unger, Stella Zilian, Wolfgang Polt, Wilfried Altzinger,
Timon Scheuer, Karim Bekhtiar

1. Einleitung und Fragestellung

Fragen rund um die ökonomischen Wirkungen des technischen Wandels sind in den letzten Jahren wieder sehr stark ins Zentrum der ökonomischen und politischen Diskussion gerückt.² Dies gilt insbesondere für (wieder) aufgekommene Befürchtungen, dass der technologische Wandel zum einen die Arbeitskräftenachfrage dauerhaft reduzieren und so zu („technologischer“) Arbeitslosigkeit führen könnte; zum anderen aber auch zur zunehmenden Ungleichheit der Einkommen (personelle Einkommensverteilung) und der Verteilung zwischen Arbeits- und Kapitaleinkommen (funktionale Einkommensverteilung) beitragen könnte. Dass es Entwicklungen in diese Richtung geben könnte, leiten einige Autoren aus den beobachtbaren Auseinanderentwicklungen von Produktivitäts- und Beschäftigungswachstum (nicht mehr nur in der Industrie, sondern auch in der Wirtschaft insgesamt) sowie des Lohnwachstums und der zunehmenden Ungleichheit der Einkommensverteilung bei gleichzeitig stattfindenden technologischen Umwälzungen ab.³

So stellen Brynjolfsson und McAfee (2011) die These der „großen Abkopplung“ in Bezug auf die Zunahme von Produktivität und Wertschöpfung bei – im Verhältnis dazu – gleichzeitig unterdurchschnittlicher Entwicklung von Beschäftigung und Löhnen in den USA auf. Ähnliches lässt sich auf gesamtwirtschaftlicher Ebene auch in den österreichischen Daten finden (siehe Polt [2015]) und gibt Anlass zur Vermutung, dass hier größere, länderübergreifende Entwicklungstendenzen sichtbar werden. So lässt sich sowohl in den USA als auch in Österreich seit Mitte der 70er-Jahre ein Auseinanderdriften zwischen der Lohnentwicklung und dem realen BIP-Wachstum beobachten. Ebenso stieg in beiden Ländern die Produktivität pro Erwerbstätigen, wogegen die Zahl der privaten Erwerbstätigen in den USA seit Beginn der 2000er-Jahre abnimmt.

Hinter diesen Entwicklungen stehen natürlich eine Mehrzahl von Fakto-

ren, auf die die rezente Forschung auch hingewiesen hat:⁴ die Globalisierung von Märkten und Produktionsketten mit verbundenen Produktionsverlagerungen und damit einhergehendem Lohndruck auf den Arbeitsmärkten der entwickelten Industrieländer, Veränderungen der Arbeitsorganisation und des gewerkschaftlichen Organisationsgrades und damit der Verhandlungsmacht der Gewerkschaften. Technologischer Wandel ist einer dieser Faktoren und – so ein aktueller Argumentationsstrang der Forschung – ein potenziell immer wichtiger werdender.⁵ Potenzielle Auswirkungen des technologischen Fortschritts auf die Beschäftigung sind vom Zusammenspiel verschiedener Substitutionseffekte, bspw. durch den Einsatz automatisierter Fertigungstechnologien oder die Freisetzung gering qualifizierter Beschäftigter, sowie Kompensationseffekte, bspw. durch gesteigerte Kosteneffizienz und damit verbundener steigender Nachfrage oder sinkender Löhne der Beschäftigten durch verstärkten Konkurrenzdruck, abhängig.⁶ Die Polarisierung der Beschäftigungsstruktur kann zu einer zunehmenden Polarisierung der Lohnstruktur führen, d. h. einem Anstieg der relativen Löhne in Berufen mit einem hohen Anteil an Nicht-Routinetätigkeiten (manuell oder abstrakt) sowie der Verdrängung gering qualifizierter Beschäftigter.⁷

Wir haben in Zilian et al. (2016) bereits ausführlich dargelegt, dass sowohl die theoretischen Grundlagen des Zusammenhangs von technologischem Wandel und dessen Auswirkungen auf Beschäftigung und Verteilung als auch die bisher dazu vorliegenden empirischen Ergebnisse sehr heterogen sind. Die empirische Forschung kommt dabei insbesondere aufgrund der unterschiedlichen Variablen, mittels denen technologischer Fortschritt gemessen wird, zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen und beschäftigt sich in erster Linie mit Beschäftigungseffekten, insbesondere im Hinblick auf die Effekte einer möglicherweise bevorstehenden Digitalisierungs- und Automatisierungswelle. Der Einfluss des technologischen Fortschritts auf Einkommensungleichheiten wurde hingegen bisher nur vereinzelt explizit untersucht. Dieser Zusammenhang war zentraler Gegenstand einer umfassenden Studie, deren wichtigsten Ergebnisse hier dargestellt werden.⁸ Mit dieser Arbeit soll insbesondere im österreichischen Kontext ein empirischer Beitrag zu einer Diskussion geleistet werden, die häufig noch auf geringer empirischer Basis und oft unter Bezug auf Entwicklungen in anderen Ländern (z. B. die USA) geführt wird.

Der Zugang in Zilian et al. (2017) unterscheidet sich von dem vieler anderer Untersuchungen u. a. dadurch, dass unterschiedliche Dimensionen des technologischen Wandels (Wissens-, Technologie- und Innovationsintensität) und damit ein breiteres Technologiekonzept verwendet werden, als es in bisherigen Studien der Fall war.⁹ In Zilian et al. (2017) fließen neben der F&E- und IKT-Intensität sowie der Produktivitätsentwicklung auch Ergebnisse der europäischen Innovationserhebung (CIS) ein. Aller-

dings wird im vorliegenden Artikel auf eine Darstellung der Ergebnisse des CIS verzichtet, da diese für die ökonometrische Untersuchung, die hier im Mittelpunkt steht, nicht verwendet werden konnten.

Während Zilian et al. (2017) auch einen Versuch unternommen haben, neben den Effekten des technischen Wandels auf die personelle auch den auf die funktionelle Einkommensverteilung (zwischen Löhnen und Gewinnen) zu messen, ist die Darstellung in diesem Artikel auf die personelle Einkommensverteilung beschränkt. Dies deshalb, weil die Schätzungen zur funktionellen Einkommensverteilung datenbedingt mit großen Unsicherheiten behaftet waren. Aber schon die Abschätzung der Effekte auf die personelle Einkommensverteilung war angesichts der Diskussion um die zunehmende Polarisierung von Arbeitseinkommen ein sehr wichtiges Untersuchungsziel. Um die personelle Einkommensverteilung zu messen, wurde ein relatives Streuungsmaß gewählt – der Interquartilsabstand im Verhältnis zum Median (IQR). Berechnungsgrundlage für den IQR sind die lohnsteuerpflichtigen Bruttojahreseinkommen nach Branchen.

Wichtige Ergebnisse der Studie waren aber nicht nur aktuelle empirische Befunde über den Zusammenhang von technischem Wandel, Beschäftigung und Einkommensverteilung in der jüngsten Vergangenheit in Österreich, sondern auch eine umfangreiche Sichtung und teilweise Neuaufbereitung der Datengrundlagen, weshalb diese hier auch detaillierter beschrieben werden. Damit hoffen wir auch künftige Arbeiten in diese Richtung zu erleichtern.

Der Aufbau des Artikels ist wie folgt: In Kapitel 2 stellen wir die Ergebnisse der deskriptiven Analyse für die verwendeten Technologie- und Arbeitsmarktkindikatoren dar. Bereits diese Auswertung bringt einige bemerkenswerte Entwicklungen im betrachteten Zeitraum (von 2002 bzw. 2004-2014; für einige Untersuchungen unterteilt in 2005-8/2009-10/2011-14, um die unterschiedlichen konjunkturellen Phasen bei den Arbeitsmarktkindikatoren abzubilden, die erst ab 2004 auf der Branchenebene verfügbar sind) zutage. Die empirische Rohdatenanalyse in Kapitel 2 bildet die Grundlage für die weitere Untersuchung in Kapitel 3. Dieses behandelt die ökonometrische Analyse, mittels welcher der Einfluss des technologischen Wandels auf die Beschäftigungsveränderung sowie auf die personelle Lohneinkommensverteilung auf Branchenebene in Österreich im Zeitraum 2008-2014¹⁰ geschätzt wird. Um für konjunkturelle, strukturelle und institutionelle Einflüsse zu kontrollieren, werden die Bruttowertschöpfung, der Frauen- bzw. Teilzeitanteil und branchenweise Gewerkschaftsdichten, die eigens für diese Studie berechnet wurden, sowie Arbeitslosenquoten verwendet. Kapitel 4 fasst die wichtigsten Erkenntnisse zusammen.

2. Technologischer Fortschritt, Beschäftigung und Einkommensverteilung – deskriptive Analyse

2.1 Datengrundlage und Indikatoren

Für die empirischen Analysen wurde die Branchenebene (ÖNACE-2008, Zweisteller) für den Zeitraum 2002-2014 als allgemeine Untersuchungsebene gewählt. Die Wahl dieser Ebene erlaubt die Zusammenführung unterschiedlichster Datenquellen auf einer, insbesondere in Bezug auf die Indikatoren zur Operationalisierung des technischen Fortschritts, niedrigst aggregierten, auch international vergleichbaren Analyseebene. Allerdings lassen sich damit naturgemäß brancheninterne Entwicklungen auf der Unternehmensebene nicht analysieren. Sowohl die Sachgüterproduktion als auch der Dienstleistungssektor wurden erfasst, jedoch ohne öffentliche Dienstleistungen, da für diese Technologieindikatoren nur eingeschränkt zur Verfügung stehen. Für einige zentrale Fragestellungen wurde zwischen der Phase vor der Krise (bis inklusive 2008), den unmittelbaren Krisenjahren (2009/10 – jene Jahre, in denen in Österreich die Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten im Vergleich zu 2008 gesunken ist¹¹) und der Phase 2011-2014 unterschieden. In der Regel wurden Sachgüterproduktion und Dienstleistungssektor getrennt analysiert.

In den folgenden Abschnitten werden nun die Technologie- und Arbeitsmarktindikatoren sowie deren Berechnung und Entwicklung innerhalb der jeweiligen Betrachtungsperioden dargestellt.

2.1.1 Technologischer Fortschritt

Während technischer Fortschritt in den älteren ökonomischen Debatten (von der frühen Erörterung bei Smith, Marx u. a. bis hin zur neoklassischen Wachstumstheorie) vor allem in der Einführung neuer Maschinerie gesehen und dementsprechend vor allem über die Veränderungen in den Sachanlageinvestitionen abgebildet wurde, hat die Innovationsforschung der letzten Jahrzehnte diesen Begriff sukzessive erweitert (siehe Polt et al. [2014]). Heute geht man davon aus, dass technischer Fortschritt sehr stark auch von „immateriellen Investitionen“ wie Forschung und Entwicklung, Humankapitalaufbau, organisatorische Innovationen bzw. über Ausgabenkategorien, die bis dahin nicht in der Messung des Kapitalstocks erfasst wurden (Software, Design, Marketing), getrieben wird.

Gleichzeitig wird der Zusammenhang zwischen Innovation und technologischem Fortschritt, Produktivität, Beschäftigung und Verteilung in der Forschung bisher eher eindimensional analysiert, indem nur einzelne Determinanten des technologischen Fortschritts wie IKT-Investitionen oder der Routinegehalt von Berufen jeweils für sich betrachtet werden. Ausgaben für Forschung und Entwicklung als wichtige Vorleistungen für (techno-

logische) Innovationen sowie andere immaterielle Investitionen sind erst in den letzten Jahren verstärkt in die Betrachtung eingeflossen. Beispielsweise verweist die OECD im Rahmen des Projektes „Inclusive Growth“¹² auf die Bedeutung einer multidimensionalen Betrachtungsweise in der Operationalisierung des technologischen Fortschritts in Zusammenhang mit Ungleichheit.

Nicht zuletzt aufgrund der Digitalisierung ist in Bezug auf Einflussgrößen technologischer Entwicklungen in der Produktion zwischen sogenannten tangiblen und intangiblen Faktoren zu unterscheiden. Erstere umfassen Investitionen in Maschinen (z. B. Industrieroboter), Gebäude oder Laborausstattung. Letzere, die intangiblen Produktionsfaktoren, werden in der Literatur oft unter dem Begriff *knowledge-based capital* (KBC), also Kapital, das auf Wissen basiert, zusammengefasst.¹³ KBC umfasst eine Vielzahl immaterieller Güter wie z. B. Softwareprodukte, Datenbanken, Eigentums-, Patent- oder Markenrechte, die in der empirischen Forschung typischerweise über Ausgaben für Forschung und Entwicklung, Software, Patente und Lizenzen approximiert werden.¹⁴

Diesem breiten Verständnis von technologischem Fortschritt folgend werden in dieser Studie unterschiedliche Betrachtungsdimensionen gewählt, die jeweils für sich unterschiedliche Implikationen für die Entwicklung der Beschäftigung bzw. der Verteilung der Löhne und Gehälter haben können.

Forschung und Entwicklung sind ein zentraler Bestandteil des intangiblen Wissenskapitalstocks von Unternehmen und werden hier als Maß für die Wissensintensität einer Branche gewählt. Zentrale Datenquelle für die Berechnung der F&E-Intensität (Verhältnis zwischen F&E-Ausgaben und Bruttowertschöpfung) von Branchen ist die F&E-Erhebung der Statistik Austria. Diese wird seit 2002 im Zweijahrestakt als primärstatistische Vollerhebung bei F&E-durchführenden Einrichtungen und Unternehmen auf Basis der Methodik des Frascati-Manuals¹⁵ der OECD durchgeführt. Die aktuellste Erhebung liegt für 2013 vor. Dabei werden alle Unternehmen ab einer Größe von 100 Beschäftigten jedenfalls befragt. Kleinere Unternehmen (weniger als 100 Beschäftigte) fallen dann in die Erhebungsmasse, wenn sie in einem bei Statistik Austria geführten Register von forschenden Einrichtungen geführt werden („Forschungsstättendatenbank“). Insgesamt werden rund 7.000 Unternehmen befragt, wobei Auskunftspflicht besteht.

Neben den F&E-Ausgaben wird im Zuge der F&E-Erhebung der Statistik Austria auch die Anzahl der Beschäftigten in F&E erhoben. Das sind alle selbstständig und unselbstständig Beschäftigten, die im Berichtsjahr direkt mit F&E-Arbeiten befasst waren oder in F&E-Management und F&E-Verwaltung direkte Dienstleistungen für F&E erbracht haben. Die Zuordnung zu dieser Gruppe zielt also auf die tatsächliche Tätigkeit ab und nicht

auf rein formale Qualifikationen oder Bildungsabschlüsse. Darunter fallen TechnikerInnen, WissenschaftlerInnen und IngenieurInnen und andere höher qualifizierte Beschäftigte. Im Zuge der vorliegenden Studie wurden die Kopfzahlen als Maß gewählt und als Anteil der gesamten Erwerbstätigen (selbstständigen und unselbstständigen) einer Branche berechnet.¹⁶

Der Anteil der Beschäftigten in F&E ist für die Fragestellungen der vorliegenden Studie in zweierlei Hinsicht aussagekräftig. Zum einen handelt es sich um ein alternatives, direkt beschäftigungsbezogenes Maß zur F&E-Intensität von Branchen, da relativ konstant über alle Branchen und die gesamte Periode hinweg rund die Hälfte der F&E-Ausgaben solche für Personal ausmachen. Zum anderen kann der Anteil der F&E-Beschäftigten an den Gesamtbeschäftigten als Näherungsgröße für das Ausmaß hochkomplexer, wissensintensiver Tätigkeiten dienen, da in dieser Beschäftigungskategorie sowohl unterschiedliche Berufsgruppen als auch Ausbildungsniveaus erfasst werden, die jeweils für sich einen nur unzureichenden Indikator für die Wissensintensität der jeweiligen Tätigkeitsfelder liefern würden. Auch ist der Anteil der F&E-Beschäftigten ein brauchbarer Indikator für einen möglichen „*skill-biased technological change*“ (SBTC).

Neben der Beschäftigung in F&E kann auf Basis der F&E-Erhebung auch das Ausmaß der Beschäftigung in F&E-treibenden Unternehmen insgesamt berechnet werden. Damit kann die „(Mit)Betroffenheit“ von Beschäftigten einer Branche durch die jeweiligen F&E-Aktivitäten abgebildet werden.

Für die Berechnung der IKT-Intensität werden unterschiedliche Konzepte in der Literatur verwendet. Das Volumen der IKT-Investitionen nach dem Konzept der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) gibt den Zuwachs des IKT-Kapitalstocks basierend auf den tatsächlichen getätigten Investitionsausgaben der Unternehmen für IKT-Kapitalgüter zu laufenden Preisen wieder.

Eine insbesondere für internationale Vergleiche gängige Methode ist die Berechnung geschätzter Kapitalnutzungskosten von IKT als Maß für Intensität der Digitalisierung im Vergleich zwischen Ländern oder Sektoren über längere Zeiträume hinweg. Dabei handelt es sich jedoch um kein Konzept der VGR. In diesem Konzept werden die laufenden Preise für die Erträge des IKT-Kapitalstocks als fiktive Nutzungskosten des IKT-Kapitals herangezogen. In der Praxis bedeutet dies, dass Annahmen über die Abschreibungsrate von IKT-Gütern getroffen werden, mit welcher der IKT-Kapitalstock deflationiert wird. Ein gängiges Konzept hierfür ist jenes der hedonischen Preise, welches dem Kaufpreis eines Produktes qualitative Eigenschaften gegenüberstellt, im Fall von IKT z. B. Rechnerleistung und Speicherkapazität, um so dessen relativen Wert zu ermitteln. Der technische Fortschritt ausgehend von immer leistungsfähigeren IKT-Kapitalgü-

tern würde sich somit in geringeren relativen Kapitalnutzungskosten im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit der Geräte niederschlagen. Datenquellen für entsprechende Schätzer zu den *user costs of capital* sind die OECD Productivity Database sowie die EU-KLEMS-Datenbank, die ähnliche Konzepte, jedoch im Detail leicht unterschiedliche Berechnungsmethoden verwenden.

Obwohl eine Reihe aktueller Studien wie OECD (2015b), Onaran und Guschanski (2016) sowie IMF (2017) diese Datenquellen für die Approximation des technologischen Fortschritts nutzen, ist das Konzept der hedonischen Preise bzw. der implizierten Reduktion der Kapitalnutzungskosten für IKT nicht unumstritten. Die wesentliche Kritik ist, dass diese möglicherweise den tatsächlichen Nutzen- bzw. Produktivitätsbeitrag nicht adäquat abbilden. Ein Beispiel könnte sein, dass sich zwar die Rechenleistung von Computern deutlich erhöht, gleichzeitig zahlreiche Dienstprogramme (Betriebssystem etc.) aber auch immer mehr Kapazitäten benötigen, sodass die gestiegene Rechenleistung nicht im selben Maße der Nutzensteigerung zugerechnet werden kann. Auch der Einsatz digitaler Technologien steigt in vielen Bereichen, sodass sich zwar möglicherweise der relative Preis der Einzelgüter, nicht jedoch das gesamte (notwendige) Investitionsvolumen reduziert. Bei Softwarelösungen und Lizenzen ist zudem fraglich, ob monetäre Preissenkungen hier tatsächlich in demselben Maße zu beobachten sind wie im Bereich der Hardware. Mit der Notwendigkeit, mit der technologischen Entwicklung mithalten zu müssen, geht somit noch nicht notwendigerweise ein Rückgang des monetären Investitionsvolumens einher. Dies ist insbesondere bei der Interpretation der Entwicklung der IKT-Investitionen zu berücksichtigen.

Für die vorliegende Studie werden die nominellen IKT-Investitionen gemäß dem Konzept der VGR, wie sie in der Leistungs- und Strukturerhebung der Statistik Austria ausgewiesen werden, verwendet. Damit ist unterstellt, dass alle Unternehmen und somit alle Branchen in Österreich mit denselben Kapitalnutzungskosten für IKT (bzw. deren möglichen relativen Abnahme) konfrontiert sind, sodass Unterschiede in der Entwicklung des Investitionsvolumens auf Branchenebene auf tatsächliche Unterschiede im Zuwachs des Einsatzes von IKT-Technologien auf demselben technologischen Stand zwischen den Branchen hinweisen. Als Indikator für die Zeitreihenbetrachtung im Rahmen der Regressionsanalyse wird der Anteil der IKT-Investitionen an den gesamten Bruttoanlageinvestitionen berechnet, als Maß für die IKT-Intensität des getätigten Investitionsvolumens. Die Anteilsberechnung erübrigt gleichzeitig den Einsatz von Preisdeflatoren im Zeitreihenvergleich. Nicht enthalten ist der Anteil sogenannter eingebetteter IKT in „traditionellen“ Maschinen und Anlagegütern, wodurch der IKT-Anteil im Produktionsprozess insbesondere im Sachgütersektor tendenziell unterschätzt wird. Diese Einschränkung würde jedoch ebenfalls

für die Berechnung von IKT-Kapitalnutzungskosten gelten, da diese auf derselben grundlegenden Definition von IKT-Gütern beruhen.

Ergänzt werden die IKT-Investitionen als Proxy für die Technologieintensität durch die Produktivität, als zentrales Maß für Rationalisierung und Effizienz in der Produktion. Diese wird für die vorliegende Studie als Bruttowertschöpfung pro geleistete Arbeitsstunde ebenfalls auf Basis der Leistungs- und Strukturhebung sowie der Erwerbstätigenstatistik der Statistik Austria berechnet, d. h. es wird das tatsächliche Arbeitsvolumen, ohne verzerrenden Effekt durch Teilzeit oder Kurzarbeit, berücksichtigt.

Eine Reihe weiterer Indikatoren wurde auf ihre Verwendbarkeit im Rahmen der ökonometrischen Analyse untersucht. So bildet bspw. der europaweite „Community Innovation Survey“ (CIS) eine zentrale Datenquelle für die Erfassung des Innovationsverhaltens von Unternehmen, eine zusätzliche Dimension zur Abbildung des technologischen Fortschritts. Eine Zeitreihenanalyse auf Branchenebene erscheint jedoch aus mehrerlei Hinsicht problematisch. So stehen die Daten nur als Endwerte der zweijährigen Erhebungen zur Verfügung (für die Erhebungsperiode 2010-2012 bspw. nur für 2012), die mit den jeweiligen Gewichten von der Unternehmens- auf die Branchenebene hochgerechnet werden (Rücklaufquote 2012 z. B. 53,6%). Anders als bei der F&E-Erhebung, bei der es sich quasi um eine Vollerhebung handelt, erscheint daher eine jährliche Interpolierung durch gleitende Durchschnitte als nicht sinnvoll. Studien, welche den CIS als Grundlage für ökonometrische Analysen heranziehen, basieren üblicherweise auf Unternehmenseinzeldaten innerhalb einer Erhebungsperiode bzw. filtern Unternehmen heraus, die über mehrere Perioden hinweg Teil der Stichprobe waren.¹⁷ Für die Regressionsanalyse wurde daher auf den Einsatz der Daten aus dem CIS verzichtet, da diese die Anzahl der Beobachtungen drastisch reduziert hätte.

Zur Untersuchung der Fragestellung nach der Bedeutung eines potenziellen *skill-biased technological change* sind Daten zu Qualifikationsniveaus (gemäß ISCED-Bildungsklassifikation) der Beschäftigten bzw. auch zu deren Verteilung auf unterschiedliche Berufsgruppen (ÖISCO von Hilfs- bis Führungskräften) zentral. Die entsprechende Datenquelle für den angewendeten Beobachtungszeitraum in Österreich ist die Mikrozensuserhebung der Statistik Austria. Bei der Analyse der Rohdaten wurde jedoch deutlich, dass diese nicht für eine Panelregression geeignet sind: Zum einen sind die Daten auf der hier betrachteten Branchenebene nur eingeschränkt verfügbar, wobei die Lücken von Jahr zu Jahr unterschiedlich auftreten, wodurch sie die Struktur eines sog. *unbalanced panel* aufweisen. Zusätzlich kam es mit der Umstellung von ÖISCO-88 auf ÖISCO-08 im Jahr 2011 sowie von ISCED-97 auf ISCED-2011 im Jahr 2013 auf Branchenebene zu nicht korrigierbaren Zeitreihenbrüchen in der Klassifikation der Berufsgruppen sowie der Bildungsabschlüsse.

Aufgrund dieser Summe an Problemen mit den verfügbaren Mikrozensusdaten auf Ebene der Branchen musste von einer Einbeziehung von Qualifikations- und Berufsgruppendaten in der weiteren Analyse Abstand genommen werden.

2.1.2 Einkommensverteilung und Beschäftigung

Prinzipiell gibt es eine Reihe an Indikatoren, die zur Beschreibung von Einkommensungleichheiten herangezogen werden. Einer der bekanntesten ist der Gini-Koeffizient, der einen Wert zwischen 0 (bei einer gleichmäßigen Verteilung) und 1 (bei maximaler Ungleichverteilung) annimmt. Des Weiteren werden auch häufig Perzentilverhältnisse (z. B. P80/P20) oder die Einkommensanteile der obersten 1, 5 oder 10 Prozent der EinkommensbezieherInnen herangezogen. Während jedes Verteilungsmaß seine Vor- und Nachteile hat, ist es für die Auswahl entscheidend, welche Fragestellung man beantworten möchte. Für unsere Studie bietet sich der Interquartilsabstand im Verhältnis zum Median (IQR) als Verteilungsmaß an, da dieses (i) robust gegenüber Ausreißern ist und (ii) die Mitte der EinkommensbezieherInnen umfasst, über die im aktuellen Diskurs besonders intensiv diskutiert wird.¹⁸ Der Interquartilsabstand ist ein einfaches Streuungsmaß, das beschreibt, wie groß die Einkommensdifferenz zwischen dem 75. und dem 25. Perzentil ist – je größer diese Differenz, desto stärker streuen die Daten und desto ungleicher ist die zugrundeliegende Verteilung. Durch die Normierung des Interquartilsabstands im Verhältnis zum Median erhält man ein relatives Streuungsmaß, die Interquartils-Median-Relation (IQR). Diese kann dazu verwendet werden, um Aussagen darüber zu treffen, in welchen Branchen die Einkommen stärker um den Median streuen bzw. wie sich diese Streuung innerhalb der Branchen im Zeitverlauf verändert hat.

Als Datengrundlage für die Berechnung der IQR dient die von der Statistik Austria durchgeführte sozialstatistische Auswertung der Lohnsteuerstatistik. Die Lohnsteuerstatistik wird jährlich basierend auf vom Finanzministerium übermittelten Administrativdaten erstellt. Somit handelt sich bei der Lohnsteuerstatistik um eine Vollerhebung mit sekundärstatistischem Charakter. Der uns zur Verfügung stehende Datensatz bezieht sich auf alle lohnsteuerpflichtigen ArbeitnehmerInnen im Zeitraum von 2004-2014 (exkl. Lehrlinge) auf NACE-Zweisteller-Ebene, differenziert nach Geschlecht, sozialer Stellung (ArbeiterInnen, Angestellte, BeamtenInnen und Vertragsbedienstete), Beschäftigungsausmaß (Vollzeit, Teilzeit) und Bezugsdauer (ganzjährig, nicht ganzjährig).

Im Hinblick auf die Fragestellungen des Projekts sind die am Arbeitsmarkt entstehenden Einkommensdisparitäten von Interesse, weshalb die Bruttojahreseinkommen aller unselbstständig Beschäftigten zur Berech-

nung herangezogen werden. Für die Interpretation der weitergehenden Analyse muss also jeweils bedacht werden, dass es sich bei der Beschreibung der Entwicklung der Einkommensverteilung stets um die Verteilung der Lohneinkommen der unselbstständig Beschäftigten handelt. In diese Betrachtung finden also weder Kapitaleinkommen noch die Einkommen von Selbstständigen Berücksichtigung. Der Fokus liegt explizit auf den Auswirkungen von Technologie auf die unselbstständig Beschäftigten – ein Aspekt, der auch in der Diskussion rund um die, möglicherweise polarisierenden, Auswirkungen des technischen Fortschritts sehr wichtig ist. Darüber hinaus betrachten wir die Entwicklung der Jahreseinkommen unabhängig vom Beschäftigungsausmaß, d. h. Trends in der Einkommensverteilung können auch einer zunehmenden Teilzeitquote geschuldet sein. Deshalb wird die Zunahme prekärer Arbeitsverhältnisse (siehe Abbildung 3 in Abschnitt 2.3) bei der deskriptiven Analyse der Einkommensverteilung indirekt berücksichtigt.

Da sämtliche Daten auf der Zweistellerebene nach ÖNACE-2008 von 2004 bis 2014 zur Verfügung stehen, können sowohl Veränderungen innerhalb der Branchen über den Zeitverlauf als auch Unterschiede zwischen der Branchen abgebildet werden. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Daten vor 2008 auf die neue Branchenklassifizierung von der Statistik Austria soweit wie möglich umgeschlüsselt werden mussten, da sie nur für die alte Klassifizierung der Wirtschaftstätigkeit nach ÖNACE-2003 vorlagen. Zwar war dies für rund 76% der Daten eindeutig möglich, aber zwischen 12% (2004) und 17% (2007) der Daten konnten nur näherungsweise zugeordnet werden, während dies bei 5% (2007) bis 12% (2004) gar nicht möglich war. Dadurch ist die Interpretierbarkeit und Vergleichbarkeit der Daten vor 2008 nur eingeschränkt möglich, weswegen in der ökonometrischen Analyse nur die Periode 2008-2014 berücksichtigt wird.

Verteilungswirkungen stehen in engem Zusammenhang mit der Entwicklung von Beschäftigung und Arbeitslosigkeit. Daher dürfen in einer Diskussion über die Auswirkungen von technologischem Fortschritt auf die Verteilung diese Entwicklungen nicht unberücksichtigt bleiben. Die hier verwendeten Beschäftigungsdaten stammen ebenfalls aus der Lohnsteuerstatistik, in der sämtliche unselbstständig Beschäftigten (exkl. Lehrlinge) auf der Branchenebene erfasst werden. Durch die Differenzierung nach Vollzeit/Teilzeit, ganzjährige/unterjährige Beschäftigungsverhältnissen und Geschlecht können in der Analyse zudem wichtige qualitative Aspekte der Beschäftigungsentwicklung berücksichtigt werden, die auch durch den technischen Fortschritt beeinflusst sein können und die insbesondere als Kontrollvariablen zur Erklärung der Einkommensverteilung herangezogen werden.

2.2 Entwicklung der Technologieindikatoren 2002-2014

Sowohl die (absoluten) F&E-Ausgaben als auch (in geringerem Ausmaß) die F&E-Intensität (Anteil der F&E-Ausgaben an der Bruttowertschöpfung) wie auch die Zahl der F&E-Beschäftigten und ihr Anteil an den Gesamtbeschäftigten sind in den meisten Branchen im Beobachtungszeitraum deutlich angestiegen. Dies gilt sowohl für die Branchen der Sachgüterproduktion als auch jene des Dienstleistungssektors und ist sowohl in Branchen mit hohem als auch niedrigem Ausgangsniveau zu beobachten. Am stärksten ausgefallen (um die 300% Zuwachs im Vergleich zu 2002) sind diese bei den F&E-Ausgaben in Branchen mit bereits hoher F&E-Intensität (zw. rund 10 und 20% der Bruttowertschöpfung), im Sachgütersektor bspw. bei den Chemischen und Pharmazeutischen Erzeugnissen (C20 und C21), der Herstellung von Metallerzeugnissen (C25), Elektrischen Ausrüstungen (C27) und Maschinenbau (C28). Einzig im Bereich der Datenverarbeitungsgeräte (C26) kam es zu einem leichten Rückgang der absoluten Ausgaben um rund 11% bei jedoch weiterhin sehr hoher F&E-Intensität von zuletzt 21% 2013. Bemerkenswert ist insbesondere, dass die F&E-Intensität in einer Periode, die wesentlich durch Jahre schwachen Wachstums geprägt war, wenig konjunkturreagibel war, während sie in früheren Konjunkturzyklen deutlich volatiler ausgefallen war. Dies kann als Hinweis auf eine strukturelle Verstetigung von F&E-Ausgaben interpretiert werden. Insgesamt kann man diese Entwicklung als „strukturelle Erhöhung der F&E-/Wissensintensität auf breiter Front“ beschreiben.

Bei der Entwicklung des IKT-Anteils an den Investitionen – ein wichtiger Indikator für die Abbildung der „Digitalisierung“ – lässt sich eine asynchrone Entwicklung im Vergleich der Branchen zueinander und über die Zeit feststellen: Steigerungen waren insbesondere in solchen Branchen mit vergleichsweise niedrigem Ausgangsniveau zu verbuchen, Rückgänge haben insbesondere in Branchen mit (vergleichsweise) hohem Ausgangsniveau der IKT-Investitionsanteile stattgefunden. Jedenfalls aber lässt sich aus den Entwicklungen der Anteile der IKT-Investitionen im Beobachtungszeitraum nicht auf eine sehr breite und sich verstärkende Digitalisierungswelle schließen. Allerdings erlaubt die Betrachtung des Umfangs von IKT-Investitionen keinen Rückschluss auf die Qualität der zum Einsatz gelangten IKT. Es könnten natürlich mit denselben Investitionsvolumina ganz neue technologische Möglichkeiten umgesetzt werden.

Die Produktivität ist – gemessen an der nominalen Bruttowertschöpfung je geleistete Arbeitsstunde – in allen betrachteten Branchen über den Beobachtungszeitraum hinweg gestiegen und liegt 2014 z. T. deutlich über dem Niveau des Jahres 2002. Zwar zeigt sich in manchen Branchen des Sachgütersektors (insbesondere bei den Pharmazeutischen Erzeugnis-

sen [C21], Textilien [C13-15], Holz [C16], Glaswaren [C23], Maschinen- und Kraftwagenbau [C28, C29]) eine Verlangsamung des Produktivitätswachstums bzw. sogar ein leichter Rückgang der Produktivität zum Zeitpunkt des ersten Konjunktуреinbruchs 2008-2009. Mit wenigen Ausnahmen lag diese im Jahr 2014 aber für alle Branchen wieder über dem Niveau von 2008. Dagegen waren im Dienstleistungsbereich die Produktivitätszuwächse insgesamt weniger stark ausgeprägt, und in den meisten Branchen kam es ab 2008 zu einer deutlichen Abschwächung der Produktivitätsentwicklung.

Betrachtet man den Produktivitätsfortschritt gemeinsam mit der Entwicklung der absoluten F&E-Ausgaben in der Periode 2002-2013, so zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Entwicklung der F&E-Ausgaben und dem Produktivitätswachstum (siehe Abb. 1). Dieser positive Effekt zeigt sich sowohl im Sachgüter- als auch im Dienstleistungssektor, und zwar insbesondere in Branchen mit hoher F&E-Intensität.

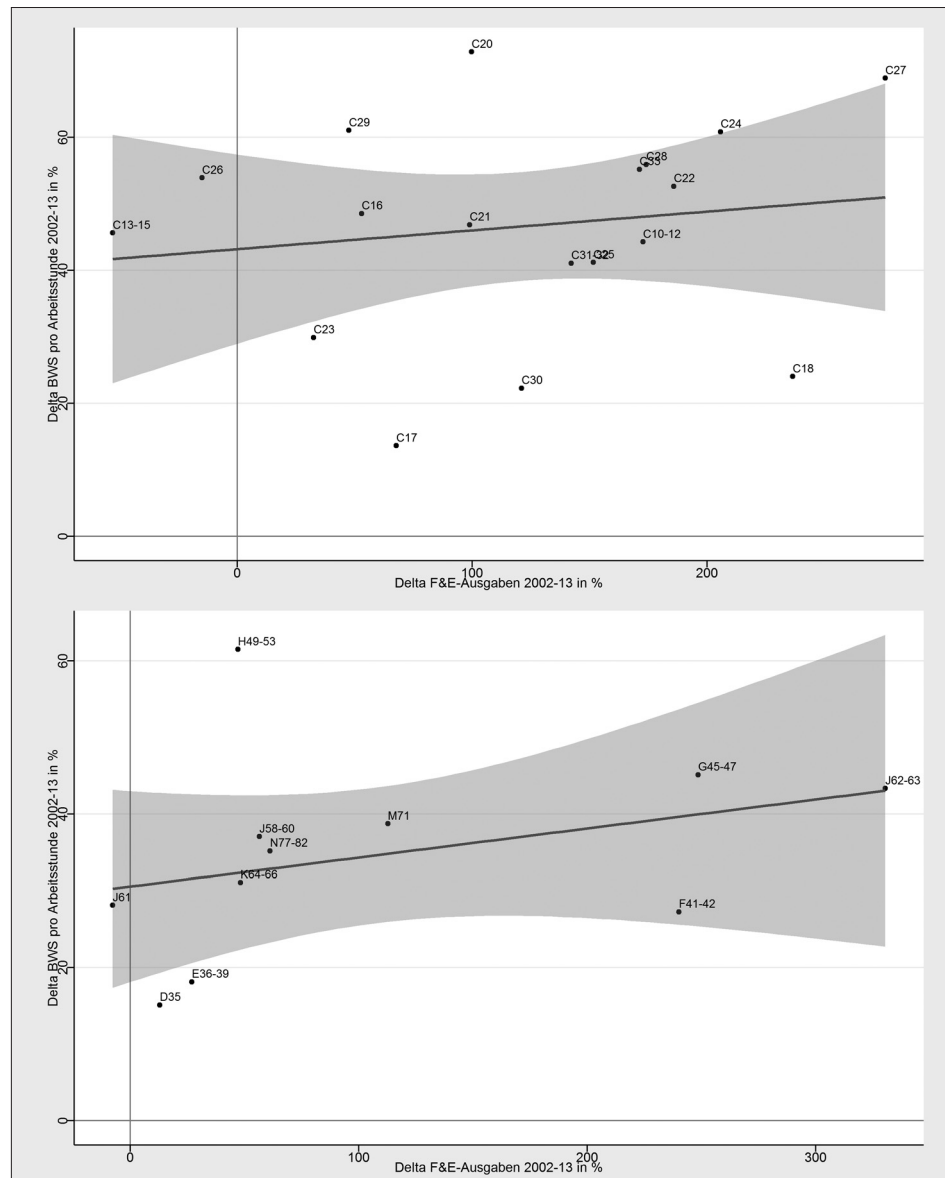
Im Sachgütersektor gibt es zudem auch einen deutlich positiven Zusammenhang zwischen der Entwicklung der IKT-Investitionen und der Produktivitätsentwicklung (siehe Abb. 2). Dies gilt allerdings nicht für den Dienstleistungssektor.

Insgesamt legen diese Beobachtungen den Schluss nahe, dass es zwar einen positiven Zusammenhang zwischen zunehmender Forschungsintensität und der Produktivitätsentwicklung sowohl im Sachgüter- als auch im Dienstleistungssektor gibt. „Digitalisierung“ wiederum scheint nur im Sachgütersektor in einem positiven Zusammenhang mit der Produktivitätsentwicklung zu stehen, der dort von manchen Prognosen erwartete Schub in der Produktivitätsentwicklung aufgrund vermehrten IKT-Einsatzes lässt sich derzeit jedenfalls (noch?) nicht feststellen.

2.3 Entwicklung der Arbeitsmarkt- und Verteilungsindikatoren

Die Beschäftigung konnte wegen der in Abschnitt 2.1.2 beschriebenen Datenrestriktionen nur im Zeitraum 2008 bis 2014 konsistent über die Branchen analysiert werden. In dieser Periode, die krisenbedingt von durchwegs geringen Wachstumsraten geprägt war, setzten sich längerfristige Trends fort: Die Beschäftigung im produzierenden Bereich nahm um 3,6% ab, jene im Dienstleistungssektor um 8,8% zu. Ausnahmen von diesem Trend sind die Sachgüterbranchen Pharmazie, Installation und Reparatur von Maschinen, Sonstiger Fahrzeugbau, Maschinenbau und Nahrungs- und Genussmittel, in denen die Beschäftigung auch in der Phase der allgemeinen Wachstumsschwäche zunahm. Der Frauenanteil nahm bei den Dienstleistungen leicht zu, in der Sachgüterproduktion leicht ab. Tendenziell weisen fast alle untersuchten Wirtschaftsbereiche ein sinkendes Beschäftigungswachstum auf. Für die Bereiche Verkehr und Fi-

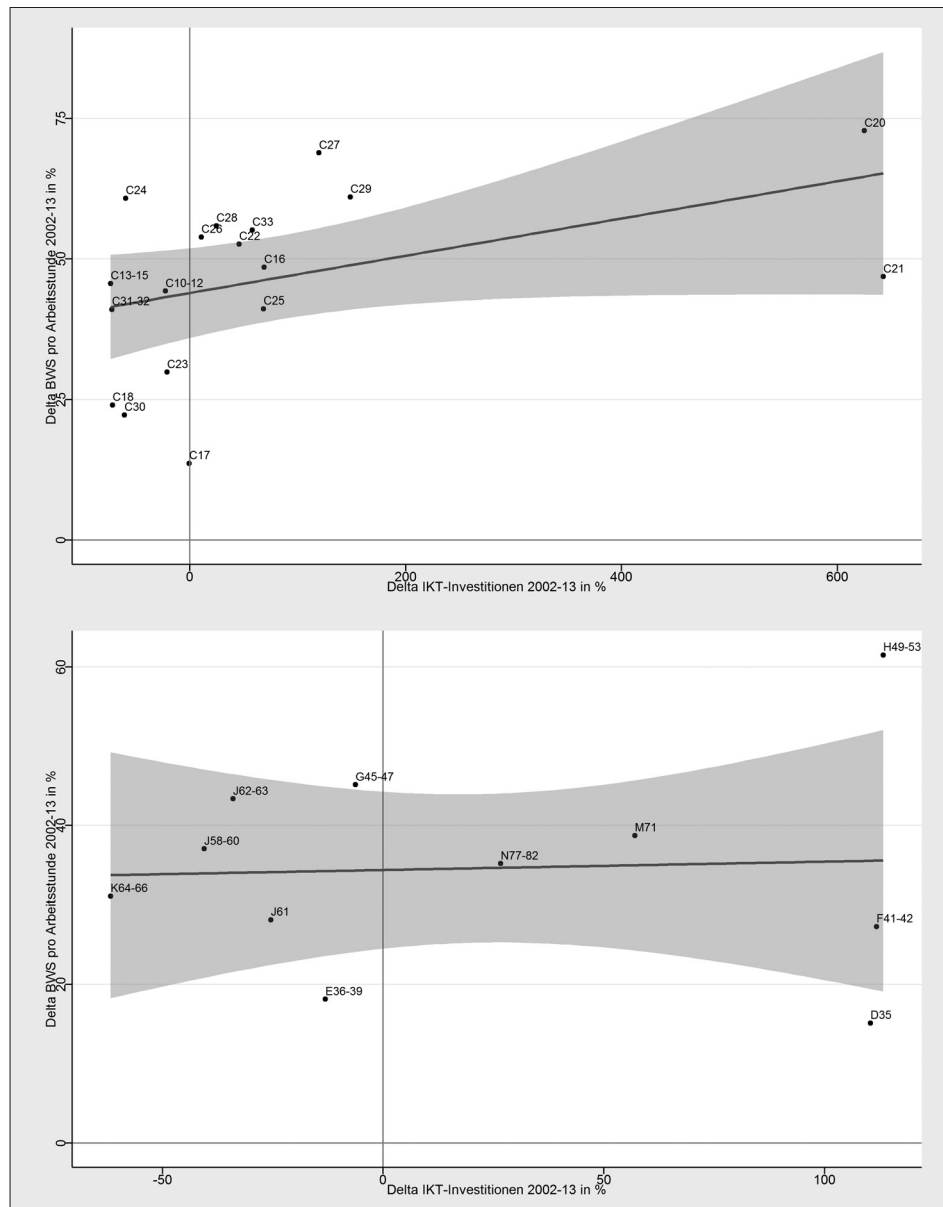
Abbildung 1: Entwicklung von Produktivität und absoluten F&E-Ausgaben 2002-2013* (oben: Herstellung von Waren, unten: Dienstleistungen)



* Aus Darstellungsgründen ohne M72 F&E-Dienstleistungen: Hier liegt die F&E-Intensität bei 107% im Jahr 2013 aufgrund der nahezu vollkommenen Überlappung der Wertschöpfung mit der F&E-Leistung dieser Branche, was im Vergleich zu den anderen Branchen einen zu starken Ausreißer bedeutet. Der graue Bereich stellt das Konfidenzintervall zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ dar.

Quelle: Statistik Austria; Berechnungen JOANNEUM RESEARCH.

Abbildung 2: Entwicklung von Produktivität und absoluten IKT-Investitionen 2002-2013* (oben: Herstellung von Waren, unten: Dienstleistungen)



* Aus Darstellungsgründen ohne M72 F&E-Dienstleistungen: Hier liegt die F&E-Intensität bei 107% im Jahr 2013 aufgrund der nahezu vollkommenen Überlappung der Wertschöpfung mit der F&E-Leistung dieser Branche, was im Vergleich zu den anderen Branchen einen zu starken Ausreißer bedeutet.

Quelle : Statistik Austria; Berechnungen JOANNEUM RESEARCH.

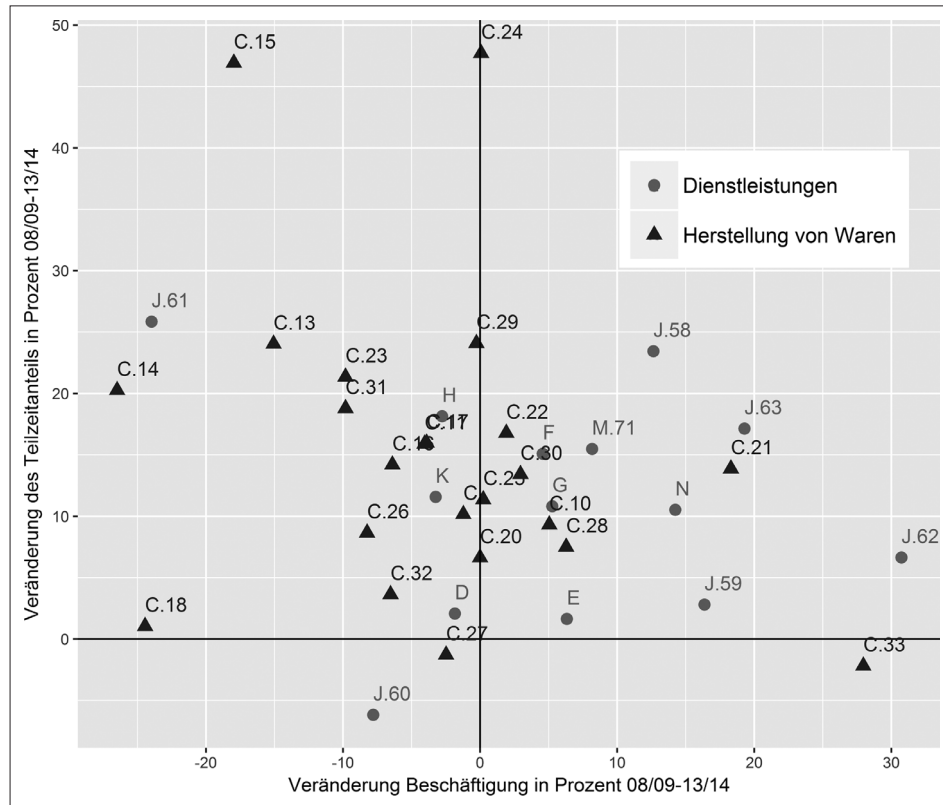
finanz- und Versicherungsdienstleistungen sind die durchschnittlichen Veränderungsraten sogar negativ.

Die Teilzeitquote stieg sowohl bei den Dienstleistungen als auch in der Sachgüterproduktion, dem längerfristigen Trend folgend, weiter an: Dies ist in Abbildung 3 dargestellt, wo auf der Abszisse (x-Achse) die Veränderung der Beschäftigung zwischen 2008/09 und 2013/14 abgebildet ist und auf der Ordinate (y-Achse) die Veränderung der Teilzeitquote zwischen diesen Perioden. Oberhalb der horizontalen Linie befinden sich jene Branchen, in denen die Teilzeitquote gestiegen ist (was in allen bis auf drei Branchen – Rundfunk [J63] bei den Dienstleistungen und Herstellung elektrischer Ausrüstungen [C27] und Reparatur/Installation von Maschinen [C33] bei der Sachgütererzeugung – der Fall war), rechts von der vertikalen Linie befinden sich all jene Branchen, in denen die Beschäftigung gewachsen ist. Man sieht, dass in diesen Bereich eher Dienstleistungsbranchen zu finden sind. Der fast durchgängige Anstieg der Teilzeitquote relativiert den Beschäftigungsanstieg etwas und trägt zu einer Verschärfung der Einkommenssituation in den schrumpfenden Branchen bei.

Die Verteilung der Arbeitseinkommen wurde über den Zeitraum 2005-2014 tendenziell ungleicher (siehe Tabelle 1). Das Verhältnis von Interquartilsabstand zum Medianwert zeigt einen Anstieg der Streuung in der großen Mehrzahl der Branchen. Am dauerhaftesten – weil in allen Subperioden ersichtlich – war diese Entwicklung im Sachgüterbereich in den Branchen Getränke, Bekleidung, Möbel, Chemie, Gummi/Kunststoff, Maschinenbau, Kraftwagen/-teile, Sonstige Waren und Reparatur von Maschinen. In anderen Branchen reduzierte sich die angestiegene Ungleichheit in den Jahren 2011-2014 wieder etwas, meist ohne jedoch das Verteilungsniveau vor der Krise zu erreichen. Aber auch im Dienstleistungssektor lässt sich eine laufend zunehmende Streuung der Einkommen in einer Reihe wichtiger Branchen feststellen, so etwa bei Energie, Bau, Verkehr, Verlagswesen, Telekommunikation, Finanz/Versicherung, Architektur/Ingenieurswesen und Sonstige Dienstleistungen.

Zugunsten einer übersichtlichen Darstellung der Entwicklung der Einkommensverteilung werden in Tabelle 1 die Durchschnitte der Interquartilsabstands-Median-Relation (IQR) in drei Zeitabschnitten angegeben – Vorkrisenjahre (2005-2008), Krisenjahre (2009-2010) und Nachkrisenjahre (2011-2014). Hier ist daran zu erinnern, dass die Werte für die Vorkrisenjahre mit den bereits diskutierten Dateneinschränkungen behaftet sind. Neben den durchschnittlichen Absolutwerten wird deshalb ergänzend die Rangkorrelation zwischen den Werten der IQR auf Branchenebene in den drei Zeitabschnitten angegeben, um Muster in der Entwicklung der IQR zu identifizieren.¹⁹ Zur Berechnung wird aus der untereinander verglichenen Höhe der IQR eine Rangordnung erstellt. Ebenso ergeben sich die Ränge der Jahreszahlen aus der untereinander verglichenen

Abbildung 3: Veränderung von Teilzeitanteil und Beschäftigung 2008/09-2013/14



Quelle: Statistik Austria – Lohnsteuerdaten, sozialstatistische Auswertungen. Darstellung INEQ.

Höhe. Die Rangkorrelation misst nun, inwieweit der Rang der IQR mit dem Rang der Jahreszahl seiner Messung korreliert. Ist der Rangkorrelationswert positiv, bedeutet dies, dass die IQR über die Zeit tendenziell gestiegen ist. Ist der Rangkorrelationskoeffizient hingegen negativ, hat sich die IQR über die Zeit tendenziell verringert. Der Trend bezieht sich auf die Veränderung des Absolutwerts der IQR über den Zeitraum 2005-2014, unabhängig von seiner tatsächlich erreichten Höhe. Um potenzielle Verzerrungen der Krisenjahre aufzuzeigen, wird in der letzten Spalte von Tabelle 1 der Rangkorrelationskoeffizient ohne die Jahre 2009 und 2010 angegeben. Bis auf einen Sektor (J59: Filmherstellung; Kino) sind die Vorzeichen der Rangkorrelationskoeffizienten gleich. Die Höhe der Differenz zwischen den berechneten Rangkorrelationskoeffizienten kann als „Kriseneinfluss“ interpretiert werden: Je größer die Differenz, desto stärker wird die Korrelation von den Werten in den Jahren 2009 und 2010 getrieben.

Tabelle 1: Verhältnis Interquartilsabstand zu Median der Löhne und Gehälter (IQR) und dessen Trend

NACE		Ø 2005-2008	Ø 2009-2010	Ø 2011-2014	ρ 2005-2014	exkl. 2009-2010
C	Herstellung von Waren	0,680	0,701	0,700	0,406	0,524
C.10	Nahrungs-/Futtermittel	0,889	0,875	0,893	0,176	0,143
C.11	Betränke	0,653	0,700	0,721	0,867	0,857
C.13	Textilien	0,654	0,715	0,675	0,261	0,357
C.14	Bekleidung	0,728	0,750	0,790	0,903	0,929
C.15	Lederwaren	0,512	0,727	0,631	0,673	0,929
C.16	Holz	0,514	0,526	0,520	0,406	0,548
C.17	Papier	0,539	0,531	0,547	0,248	0,190
C.18	Druckerzeugnisse/Datenträger	0,786	0,746	0,723	-0,879	-0,810
C.20	Chemie	0,659	0,682	0,697	0,745	0,690
C.21	Pharmazie	0,615	0,619	0,580	-0,697	-0,786
C.22	Gummi-/Kunststoffwaren	0,535	0,561	0,565	0,552	0,595
C.23	Glas/Keramik	0,566	0,581	0,566	-0,139	-0,286
C.24	Metallerzeugung	0,478	0,480	0,434	-0,867	-0,976
C.25	Metallerzeugnisse	0,538	0,576	0,572	0,467	0,571
C.26	Datenverarbeitungsgeräte	0,752	0,822	0,801	0,442	0,571
C.27	Elektrische Ausrüstungen	0,690	0,806	0,722	0,079	0,214
C.28	Maschinenbau	0,549	0,584	0,594	0,552	0,548
C.29	Kraftwagen/Kraftwagenteile	0,514	0,546	0,572	0,685	0,667
C.30	Sonstiger Fahrzeugbau	0,755	0,771	0,700	-0,612	-0,714
C.31	Möbel	0,457	0,541	0,544	0,600	0,643
C.32	Sonstige Waren	0,690	0,716	0,757	0,927	0,929
C.33	Reparatur von Maschinen	0,518	0,600	0,629	0,818	0,738
D-N	Dienstleistungen					
D	Energie	0,669	0,721	0,740	0,976	0,952
E	Wasser	0,737	0,695	0,655	-0,952	-0,976
F	Bau	0,621	0,672	0,690	0,891	0,929
G	Handel	1,018	1,009	1,001	-0,855	-0,857
H	Verkehr	0,672	0,748	0,762	0,952	0,976
J.58	Verlagswesen	0,959	0,964	0,977	0,406	0,357
J.59	Filmherstellung/-verleih; Kinos	2,174	2,279	2,125	-0,006	0,071
J.60	Rundfunk	0,791	1,064	0,990	0,358	0,524
J.61	Telekommunikation	0,539	0,563	0,607	0,806	0,810
J.62	IT-Dienstleistungen	1,027	0,991	0,967	-0,758	-0,762
J.63	Informationsdienstleistungen	0,817	1,005	0,981	0,527	0,738
K	Finanz/Versicherung	0,951	0,962	0,970	0,685	0,667
M.71	Architektur/Ingenieur	1,060	1,139	1,144	0,782	0,810
N	Sonstige Dienstleistungen	1,300	1,303	1,305	0,042	0,071

Ø = Durchschnitt benannter Jahre; ρ = Rangkorrelation zwischen Wert und Jahreszahl.

Quelle: Statistik Austria, Lohnsteuerdaten – Sozialstatistische Auswertungen. Berechnungen KFÜ.

Durch die Graustufen in Tabelle 1 wird verdeutlicht, in welchen Branchen die IQR in Relation zu den anderen Branchen hoch ist: Während verhältnismäßig niedrige Werte hell gefärbt sind, werden verhältnismäßig hohe Werte dunkel dargestellt. Dadurch lässt sich erkennen, dass die Arbeitseinkommen in den Dienstleistungen im Vergleich zu jenen der Sachgütererzeugung ungleicher verteilt sind – wobei dies der vergleichsweise hohen Teilzeitquote in den Dienstleistungsbranchen zugeschrieben werden kann.

Schließlich sei noch angemerkt, dass sich insgesamt zwar ein Trend in Richtung größerer Ungleichheit feststellen lässt. Gleichzeitig gibt es keine Branchen, in denen über diesen kurzen Zeitraum besonders starke Veränderungen zu verzeichnen sind. Darüber hinaus muss betont werden, dass das Niveau der Ungleichheiten innerhalb der Branchen, insbesondere in jenen der Sachgütererzeugung, relativ niedrig ist. Deutliche Unterschiede werden erst zwischen den Branchen ersichtlich, vor allem wenn man die Sachgütererzeugung mit den Dienstleistungsbranchen vergleicht.

3. Ökonometrische Analyse

3.1 Methode

Zur Identifizierung der Effekte technologischen Fortschritts auf die Beschäftigung bzw. Verteilung in Österreich verwenden wir ein Panel über sieben Jahre für die privatwirtschaftlichen Branchen des Dienstleistungssektors und jene des Sektors Herstellung von Waren.

Um Verzerrungen der Schätzergebnisse durch eventuell vorhandene unbeobachtete Effekte zu vermeiden, wurde eine *Fixed-Effects*-Spezifikation geschätzt. Ein solches Modell eliminiert endogene Verzerrungen, indem jeweils der Mittelwert über jede Zeitperiode (bzw. über die jeweilige Beobachtungseinheit) von allen Beobachtungen abgezogen wird. Eine solche Mittelwertbereinigung eliminiert die Abhängigkeit von konstanten, unbeobachteten Einflussfaktoren, die mit anderen beobachteten erklärenden Variablen korrelieren und daher zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen könnten.

Wir verwenden ein Modell, das unbeobachtete Einflüsse erlaubt, die (i) für jede Zeitperiode konstant sind (v_t) und die (ii) über den gesamten Beobachtungszeitraum für jeden beobachteten Sektor gleich bleiben (u_i). Die Indexzahl t bezieht sich hierbei immer auf eine Zeitperiode $t = 1, 2, \dots, 7$ und der Index i auf die Wirtschaftssektoren $i = 1, 2, \dots, N$. Daraus ergibt sich folgende Spezifikation:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{it} + \beta_2 C_{it} + u_i + v_t + \varepsilon_{it}.$$

Dabei ist Y_{it} das logarithmierte Beschäftigungsvolumen (bzw. der normierte Interquartilsabstand), X_{it} ein Vektor mit den relevanten Technologieindikatoren, C_{it} ein Vektor mit Kontrollvariablen. Die Konstante α wird durch die Mittelwertbereinigungen, die die unbeobachteten fixierten Effekte u_i und v_t eliminiert, ebenfalls entfernt. Dadurch reduziert sich das beschriebene Modell auf:

$$\tilde{Y}_{it} = \beta_1 \tilde{X}_{it} + \beta_2 \tilde{C}_{it} + \theta_{it}.$$

Wobei $\tilde{Y}_{it} = Y_{it} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_t$ um den Mittelwert über die Zeit $\bar{Y}_i$ für jede Beobachtungseinheit i und um den Mittelwert über die Sektoren im Querschnitt $\bar{Y}_t$ für jeden Zeitpunkt t bereinigt wurde. Dasselbe gilt analog für alle Variablen in X_{it} und C_{it} sowie den Störterm ε_{it} . Es kann algebraisch gezeigt werden, dass diese Bereinigung (die sogenannte „within-transformation“) die beiden Schätzer β_1 und β_2 nicht beeinflusst. Das geschätzte Modell enthält nun nur mehr den transformierten stochastischen Störterm θ_{it} , für den die übliche Annahme der Exogenität und eines Erwartungswertes gleich null gelten.

Da die üblichen Tests anzeigen, dass unser Fehlerterm ε_{it} durch (i) Heteroskedastizität (nicht konstante Varianz) und (ii) Autokorrelation über die Zeit und über die Sektoren gekennzeichnet ist, verwenden wir die Standardfehlerkorrektur von Driscoll und Kray.²⁰ Die Verwendung dieser robusten Standardfehler erlaubt korrekte Schlussfolgerungen über die Signifikanzniveaus der Schätzer. In unserem Kontext ist die Methode von Driscoll und Kray anderen Korrekturen, wie etwa geclusterten Standardfehlern,²¹ vorzuziehen, da diese Korrekturen in Gegenwart von Autokorrelation über die Sektoren nicht mehr verlässlich sind. Allerdings ist anzumerken, dass die von uns verwendete Standardfehlerkorrektur zu einem Effizienzverlust der Schätzer führt.

3.2 Zentrale Hypothesen

In Tabelle 2 werden die zentralen Hypothesen in Bezug auf den ökonometrischen Zusammenhang zwischen Indikatoren der Wissens- und Technologieintensität sowie Beschäftigung und Verteilung dargestellt.

Tabelle 2: Hypothesen zum Zusammenhang zwischen F&E, IKT, Beschäftigung und Verteilung für die ökonometrische Analyse

Indikator	erwartetes Vorzeichen	abhängig von	Beschreibung
Beschäftigung			
F&E-Intensität	+/-	Anteil der F&E-Beschäftigten an Gesamtbeschäftigten; Anteil der Personalausgabe an F&E-Ausgaben	Wenn F&E zu einer Ausweitung der Produktion führt, kann sich dies positiv auf die Beschäftigung auswirken. Wenn aber F&E nur zu einer Ausweitung der F&E-Aktivitäten führen, ohne Produktionssteigernde Effekte, kann es, die Branche betrachtend, auch zu einem negativen Beschäftigungseffekt kommen.
Beschäftigte in F&E	+		Führt per se zu einer Ausweitung der Beschäftigung, falls sich die Gesamtbeschäftigung ebenso entwickelt.
IKT-Intensität	+/-		Können sowohl Substitutions- als auch Kompensationseffekt haben, je nachdem, ob IKT substituierend oder komplementär zum Einsatz von Beschäftigten wirkt.
Verteilung			
F&E-Intensität	+/-	Anteil der Gesamtbeschäftigten in F&E-treibenden Firmen; Anteil der Personalausgabe an F&E-Ausgaben	Effekt zeigt, inwieweit produktivitätssteigernde Effekte durch F&E egalitär verteilt werden. – Hoher Beschäftigungsanteil in F&E und steigende Personalausgaben für F&E: abnehmende Ungleichheit – Niedriger Beschäftigungsanteil in F&E und steigende Personalausgaben für F&E: steigende Ungleichheit
Beschäftigte in F&E	+	Anteil der Gesamtbeschäftigten in F&E-treibenden Firmen; Anteil der Personalausgabe an F&E-Ausgaben	Proxy für die Beschäftigten in komplexen und höher bezahlten Tätigkeiten: steigender Anteil der F&E-Beschäftigten verringert, ceteris paribus, die Gruppe der weniger Verdienenden und kann damit zu im Schnitt steigendem Lohnniveau führen, das reduziert Ungleichheit, gemessen an der IQR.
IKT-Intensität	+/-		Je nachdem, welche Tätigkeiten und Berufsgruppen von IKT profitieren, kann ein höherer Anteil an IKT-Investitionen an den Gesamtinvestitionen in beide Richtungen wirken.

Quelle: Darstellung JOANNEUM RESEARCH.

3.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Regressionsanalysen mit jeweils unterschiedlichen abhängigen Variablen beschrieben. Dabei betrachten wir zunächst die Beschäftigung und ihre Bestimmungsfaktoren und sodann die personelle Einkommensverteilung.

3.3.1 Beschäftigung

Aufgrund der unterschiedlichen Branchencharakteristika von Herstellung von Waren und den Dienstleistungsbranchen wurde die Regres-

sionsanalyse getrennt für beide *Subsamples* durchgeführt (siehe die Tabellen 3 und 4).

Für die Warenherstellung (Tab. 3) erhält man ein Panel für 22 Branchen über sieben Jahre, was insgesamt zu 154 Beobachtungen führt. In der Beschäftigungsregression wird als abhängige Variable die logarithmierte Beschäftigung verwendet, weswegen die Einflüsse als Prozentveränderungen in der Beschäftigung interpretiert werden können. Nacheinander werden in der Regression die Technologieindikatoren eingeführt. Jede Einführung und entsprechende Berücksichtigung definiert eine neue Spezifikation der Regressionsanalyse (je Spezifikation eine Spalte).

Über alle Spezifikationen²² hinweg ist die logarithmierte Bruttowertschöpfung (BWS),²³ also das Wachstum, positiv mit dem Beschäftigungswachstum korreliert. (Zeile 1). Auf der anderen Seite zeigt sich, dass das Wachstum der Arbeitsproduktivität in einem negativen Zusammenhang mit dem Beschäftigungswachstum steht (Zeile 2) – ein ebenfalls über alle Spezifikationen gültiges Ergebnis –, wobei angemerkt werden muss, dass dieses mit Vorsicht zu interpretieren ist, da hier möglicherweise ein Endogenitätsproblem auftritt: Die Berechnung der Arbeitsproduktivität ergibt sich aus der BWS dividiert durch die Summe der geleisteten Arbeitsstunden, die im direkten Zusammenhang mit der Beschäftigung stehen. Aus diesem Grund ist der Schätzer womöglich verzerrt. Vergleicht man Spezifikationen (1), (2) und (3), wird ersichtlich, dass, wenn man die Technologieindikatoren einzeln untersucht, nur der Anteil der F&E-Beschäftigten einen signifikant positiven Einfluss auf das Beschäftigungswachstum hat. Somit scheinen Branchen mit einem wachsenden Anteil der F&E-Beschäftigten von Multiplikatoreffekten zu profitieren. Interessanterweise werden in Spezifikation (5) die IKT-Investitionen signifikant, wenn sie gleichzeitig mit dem Anteil der F&E-Beschäftigten in die Regression einfließen. Darüber hinaus deutet das positive Vorzeichen darauf hin, dass im Durchschnitt höhere Anteile der IKT-Investitionen an den Gesamtinvestitionen in der untersuchten kurzen Frist mit positiven Beschäftigungseffekten auf der Branchenebene einhergehen. Insgesamt legen die Vorzeichen in den entsprechenden Spezifikationen den Schluss nahe, dass es sich bei IKT-Investitionen und F&E-Beschäftigten um komplementäre Faktoren handelt.

In Tabelle 4 sind die Regressionsergebnisse für die Dienstleistungsbranchen D-H (Energieversorgung, Wasserversorgung, Bau, Handel, Verkehr/Lagerei), J58-J60 (IKT-Dienstleistungen, Rundfunkveranstalter, Fernsehen), K (Versicherungs- und Finanzdienstleistungen), N (Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen) und M71 (Architektur- und Ingenieurbüros) dargestellt. Somit erhält man ein Panel von 14 Branchen über 7 Jahre mit insgesamt 98 Beobachtungen. Die Spezifikationen (1)-(5) sind dieselben wie in der Regression für Herstellung von Waren. Auch hier sieht man

Tabelle 3: Regressionsergebnisse: Beschäftigung, Herstellung von Waren

	Abhängige Variable: Beschäftigung				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
log(BWS)	0,685*** (0,061)	0,704*** (0,038)	0,699*** (0,045)	0,711*** (0,057)	0,714*** (0,057)
log(Arbeitsproduktivität)	-0,572*** (0,108)	-0,637*** (0,068)	-0,595*** (0,084)	-0,652*** (0,111)	-0,655*** (0,111)
log(Arbeitsproduktivität _{t-1})	0,037 (0,028)	-0,010 (0,025)	0,040 (0,028)	-0,013 (0,023)	-0,007 (0,025)
F&E-Intensität	0,363 (0,465)			-0,175 (0,506)	-0,275 (0,524)
Anteil F&E-Beschäftigte		1,616*** (0,209)		1,702*** (0,234)	1,797*** (0,262)
Anteil IKT-Investitionen			0,102 (0,156)		0,245*** (0,041)
Beobachtungen	154	154	154	154	154
R-squared	0,680	0,709	0,678	0,709	0,711
Adj. R-squared	0,598	0,634	0,596	0,632	0,632

Anm.: *p < 0,1; **p < 0,05; ***p < 0,01.

Quelle : Statistik Austria; Berechnungen INEQ.

den signifikant positiven Zusammenhang zwischen Wachstum der Bruttowertschöpfung und Beschäftigungswachstum sowie den signifikant negativen Zusammenhang zwischen Arbeitsproduktivitätswachstum und Beschäftigungswachstum (wobei auch hier gilt, dass die Ergebnisse womöglich durch das Vorhandensein von Endogenität verzerrt sind). Interessanterweise wird bei den Dienstleistungen ersichtlich, dass das Arbeitsproduktivitätswachstum des Vorjahres ein positives Vorzeichen aufweist – dies kann als „mittelfristiger“ Kompensationseffekt interpretiert werden.²⁴ Ob sich dieser aber tatsächlich über mehrere Perioden hinweg überkompensierend auswirkt, kann anhand der kurzen Beobachtungsperiode 2008-2014 nicht untersucht werden. Andere Studien kommen jedoch zu dem Ergebnis, dass die Kompensationseffekte unter Umständen erst nach etwa zehn Jahren die Substitutionseffekte übersteigen.²⁵

Anhand der hier präsentierten Ergebnisse lässt sich sagen, dass bei den Dienstleistungen im Hinblick auf die Technologieindikatoren die F&E-Intensität signifikant ist, während der Anteil der F&E-Beschäftigten sowie der Anteil der IKT-Investitionen jeweils insignifikant sind. Dies ist jedoch nicht überraschend, da sich bei den Dienstleistungen die F&E-Ausgaben in F&E-intensiven Branchen zu einem höheren Anteil (60% und mehr) aus Personalausgaben zusammensetzen. Bei den IKT-Investitionen hilft ein Blick in die deskriptive Auswertung, die zeigt, dass gerade die Branchen mit hoher IKT-Intensität am stärksten von relativen Investitionsrückgän-

gen betroffen waren. Daher kann die beobachtete fehlende Signifikanz der Anteile der IKT-Investitionen darauf zurückgeführt werden, dass gerade IKT-intensive Branchen ihre IKT-Investitionen im betrachteten Zeitraum reduziert haben.

Tabelle 4: Regressionsergebnisse: Beschäftigung, Dienstleistungen

	Abhängige Variable: Beschäftigung				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
log(BWS)	0,609*** (0,118)	0,663*** (0,128)	0,661*** (0,103)	0,577*** (0,096)	0,582*** (0,099)
log(Arbeitsproduktivität)	-0,854*** (0,278)	-0,883*** (0,285)	-0,879*** (0,272)	-0,826*** (0,257)	-0,825*** (0,252)
log(Arbeitsproduktivität _{t-1})	0,537*** (0,165)	0,546*** (0,118)	0,543*** (0,150)	0,442*** (0,103)	0,433*** (0,098)
F&E-Intensität	1,710* (0,866)			4,307*** (1,559)	4,250*** (1,492)
Anteil F&E-Beschäftigte		-0,258 (1,347)		-2,183 (1,888)	-2,183 (1,859)
Anteil IKT-Investitionen			-0,060 (0,070)		-0,050 (0,074)
Beobachtungen	98	98	98	98	98
R-squared	0,550	0,539	0,541	0,574	0,576
Adj.R-squared	0,411	0,396	0,399	0,434	0,429

Anm.: *p < 0,1; **p < 0,05; ***p < 0,01.

Quelle: Statistik Austria; Berechnungen INEQ.

3.3.2 Personelle Einkommensverteilung

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse für die IQR in der Herstellung von Waren abgebildet. In Spezifikation (1) werden als erklärende Variablen zunächst nur Arbeitsmarktindikatoren herangezogen. Ein höherer Anteil jener Personen, die nicht ganzjährig beschäftigt sind (als Indikator für Prekarisierung), steht in signifikant positivem Zusammenhang mit der IQR. Dies ist wenig überraschend, da es sich bei diesen Angestellten oft um NiedriglohnbezieherInnen handelt.²⁶ Ein Anstieg des Frauenanteils steht ebenfalls im Zusammenhang mit steigender Ungleichheit. Dieser positive Zusammenhang wird jedoch negativ, wenn man den Frauenanteil quadriert. Somit beschreibt der Zusammenhang zwischen Frauenanteil und Ungleichheit einen umgekehrt U-förmigen Verlauf. Während ein steigender Frauenanteil zunächst die Ungleichheit erhöht, wirkt ein weiterer Anstieg in weiterer Folge nivellierend.

Die Gewerkschaftsdichte und die Arbeitslosenrate, die jeweils als Indikator für die Verhandlungsmacht der ArbeitnehmerInnen gesehen werden

können, haben die vorhersehbaren Vorzeichen: Eine hohe Gewerkschaftsdichte, die die Verhandlungsposition der ArbeitnehmerInnen stärkt, steht mit geringerer Ungleichheit in Verbindung, während eine hohe Arbeitslosenrate, die mit einer schwächeren Verhandlungsposition der ArbeitnehmerInnen verbunden ist, eine höhere Ungleichheit bewirkt.

Im Hinblick auf die Technologieindikatoren ergibt sich ein höchst interessantes Bild: Während Produktivitätswachstum und höhere F&E-Intensität die Ungleichheit signifikant erhöhen – Spezifikationen (2) und (3) –, so ist das Gegenteil der Fall, wenn der Anteil der F&E-Beschäftigten betrachtet wird (Spezifikation [4]). Diese Zusammenhänge zeigen, dass (a) Produktionsgewinne durch F&E innerhalb einer Branche nicht egalitär verteilt werden, während aber (b) ein Anstieg des Anteils der F&E-Beschäftigten, bei denen es sich tendenziell um höher qualifizierte und dementsprechend höher entlohnte Arbeitskräfte handelt, mit geringerer Ungleichheit verbunden ist, weil dadurch das allgemeine Lohnniveau in der Branche angehoben wird. Ein weiterer Aspekt ist, dass in Spezifikation (5) die IKT-Investitionen insignifikant sind, aber in Verbindung mit F&E-Indikatoren negativ signifikant werden. Die IKT-Investitionen sind aber *nur* dann signifikant, wenn *alle* F&E-Indikatoren in der Regression Eingang finden. Dies deutet – wie schon bei der Analyse der Beschäftigungsentwicklung – darauf hin, dass F&E-Intensität in komplementärer Beziehung zur IKT-Intensität steht. Gleichzeitig wird hier auch deutlich, dass die F&E-Ausgaben und die F&E-Beschäftigung tatsächlich *unterschiedliche* Wirkungsmechanismen von F&E abbilden, da sie bei gleichzeitiger Betrachtung in der Spezifikation (6) noch an Erklärungswert gewinnen. Ebenso erhöht sich der um den Effekt der zusätzlichen Indikatoren bereinigte Anteil der erklärten Varianz (*adjusted R²*) deutlich. Diese Beobachtungen decken sich auch mit Resultaten der deskriptiven Analyse, wonach F&E-intensive Branchen in der Sachgütererzeugung eine eher niedrige, aber leicht zunehmende Verteilungsdivergenz (Ausnahme: Pharmazie und Sonstiger Fahrzeugbau) aufweisen, wobei es sich hier tendenziell um innovativere Branchen mit hohen Umsatzanteilen aus Produktinnovationen (Datenverarbeitungsgesetze, Elektrische Ausrüstungen, Maschinenbau, Herstellung von Kraftwagen) handelt (siehe dazu die Clusteranalyse in Zilian et al. [2017]).

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse für die IQR in den gleichen Dienstleistungssektoren wie bei der Beschäftigungsregression dargestellt (D-H, J58-63, K, N und M71). Die Spezifikationen (1)–(6) unterscheiden sich nur dahingehend, dass die Teilzeitquote anstatt des Frauenanteils als erklärende Variable in die Regression eingeht, da im Dienstleistungssektor die Teilzeitquote sehr hoch mit dem Frauenanteil korreliert ist. Der signifikante, nicht-lineare Zusammenhang zwischen Teilzeitquote und Ungleichheit ist sehr deutlich und robust über alle Spezifikationen hinweg.

Tabelle 5: Regressionsergebnisse: Verteilung, Herstellung von Waren

	Abhängige Variable: Interquartilsabstand/Median-Ratio					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Anteil unterjährig	0,682*** (0,134)	0,620*** (0,163)	0,684*** (0,138)	0,768*** (0,103)	0,674*** (0,123)	0,756*** (0,146)
Frauenanteil	2,882*** (0,351)	2,622*** (0,320)	2,725*** (0,372)	2,966*** (0,306)	2,901*** (0,347)	2,305*** (0,336)
Frauenanteil ²	-3,566*** (0,760)	-3,365*** (0,674)	-3,421*** (0,886)	-3,550*** (0,840)	-3,593*** (0,768)	-2,983*** (0,972)
Gewerkschaftsdichte	-1,835*** (0,198)	-1,920*** (0,281)	-1,609*** (0,189)	-1,791*** (0,203)	-1,859*** (0,232)	-1,512*** (0,302)
Arbeitslosenrate	1,092* (0,598)	1,244** (0,617)	1,155* (0,611)	0,898 (0,548)	1,099* (0,586)	1,104* (0,571)
log(Arbeitsproduktivität)		0,090*** (0,025)				0,155*** (0,049)
F&E-Intensität			0,425*** (0,126)			1,041*** (0,249)
Anteil F&E-Beschäftigte				-0,676** (0,337)		-1,546*** (0,350)
Beschäftigte in F&E-Firmen			-0,045 (0,102)	0,098 (0,110)		0,205* (0,104)
Anteil IKT-Investitionen					-0,039 (0,079)	-0,187*** (0,069)
Beobachtungen	154	154	154	154	154	154
R-squared	0,295	0,326	0,312	0,310	0,295	0,424
Adj.R-squared	0,109	0,141	0,116	0,113	0,102	0,241

Anm.: *p < 0,1; **p < 0,05; ***p < 0,01.

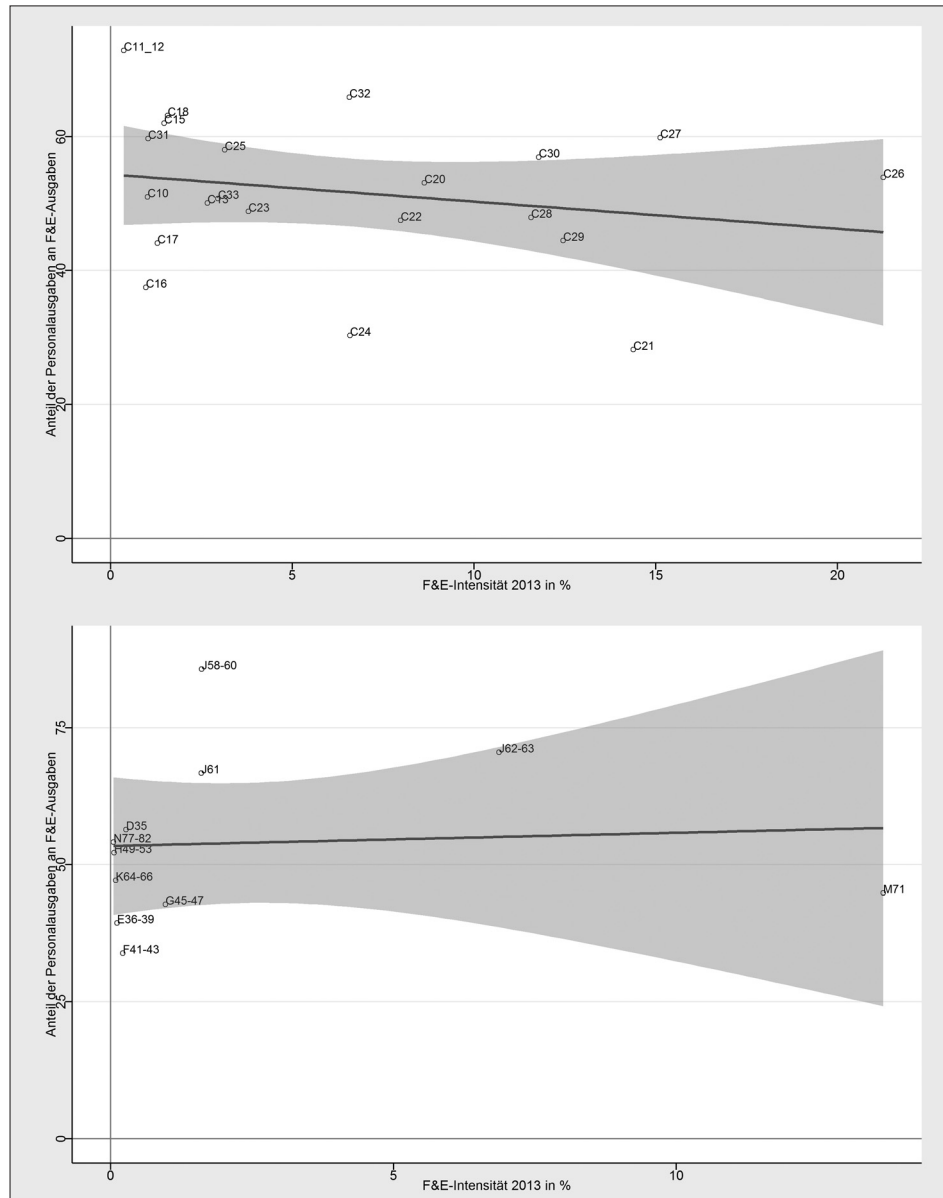
Branchen: ÖNACE C, exkl. C12 (Tabakherstellung) & C19 (Mineralölverarbeitung).

Quelle: Statistik Austria; Berechnungen INEQ.

Während der Zusammenhang zwischen Gewerkschaftsdichte und Ungleichheit bei diesem *Subsample* der Branchen nicht robust ist, ist der Effekt der Arbeitslosenrate auf die Ungleichheit signifikant positiv, was wiederum die mit steigender Arbeitslosigkeit abnehmende Verhandlungsmacht der Gewerkschaften widerspiegelt.

Wie sensitiv die Regressionsergebnisse im Hinblick auf die Branchenselektion ist, wird aus den Vorzeichen der Koeffizienten der Arbeitsproduktivität ersichtlich: Im Gegensatz zu Herstellung von Waren steht bei den Dienstleistungen das Produktivitätswachstum in einem negativen Zusammenhang mit der IQR. Somit scheinen bei den Dienstleistungen Produktivitätsgewinne egalitärer verteilt zu werden und zu geringerer Ungleichheit zu führen. Wie schon bei der Warenherstellung haben auch hier die F&E-bezogenen Indikatoren negative Vorzeichen. Sowohl eine hohe F&E-Intensität als auch ein hoher Anteil der Beschäftigten in F&E gehen jeweils für sich genommen mit einer signifikanten Verringerung der Ungleichheit

Abbildung 4: F&E-Intensität und Anteil der Personalausgaben für F&E 2013 (oben: Herstellung von Waren, unten: Dienstleistungen)



Quelle: Statistik Austria; Berechnungen JOANNEUM RESEARCH.

einher (Spezifikationen (3) und (4), kontrolliert für Anteil der Beschäftigten in F&E-Unternehmen).

Dieser gleichlaufende Effekt von F&E-Intensität und Anteil der F&E-Beschäftigten ergibt sich aufgrund des hohen Anteils an Personalausgaben

an den F&E-Ausgaben in F&E-intensiven Branchen im Dienstleistungssektor, womit die F&E-Intensität hier stärker auf Löhne und Beschäftigung wirkt als in der Sachgüterproduktion (siehe dazu Abbildung 4: oben Sachgütersektor, unten Dienstleistungen). Die beiden Indikatoren sind hier also Substitute, was sich auch dadurch verdeutlicht, dass sich die simultane Berücksichtigung von F&E-Intensität und dem Anteil der F&E-Beschäftigten insignifikant (Spezifikation 6) gestaltet.

Tabelle 6: Regressionsergebnisse: Verteilung, Dienstleistungen

	Abhängige Variable: IQR					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Anteil unterjährig	1,961*** (0,512)	1,789*** (0,417)	1,579*** (0,338)	1,784*** (0,307)	1,983*** (0,568)	1,702*** (0,348)
Teilzeitquote	4,604*** (0,845)	4,724*** (0,855)	4,422*** (0,911)	4,474*** (0,856)	4,460*** (1,019)	4,583*** (0,778)
Teilzeitquote ²	-7,079*** (2,039)	-6,990*** (2,040)	-6,493*** (1,960)	-6,703*** (1,896)	-6,940*** (2,339)	-6,713*** (1,786)
Frauenanteil	-2,631 (1,759)					
Frauenanteil ²	3,605 (2,441)					
Gewerkschaftsdichte	-2,108*** (0,212)	-1,556*** (0,340)	-0,375 (0,278)	-0,592 (0,369)	-1,600*** (0,304)	-0,516 (0,428)
Arbeitslosenrate	0,294*** (0,037)	0,337*** (0,065)	0,346*** (0,051)	0,343*** (0,059)	0,330*** (0,048)	0,349*** (0,063)
log(Arbeitsproduktivität)			-0,245*** (0,035)			
F&E-Intensität			-1,674*** (0,364)			-0,600 (0,508)
Anteil F&E-Beschäftigte				-1,142*** (0,311)		-0,726** (0,332)
Beschäftigte in F&E-Firmen			0,364*** (0,058)	0,398*** (0,067)		0,333*** (0,066)
Anteil IKT-Investitionen					-0,033 (0,050)	-0,018 (0,016)
Beobachtungen	98	98	98	98	98	98
R-squared	0,591	0,651	0,690	0,690	0,584	0,708
Adj.R-squared	0,441	0,529	0,576	0,577	0,439	0,584

Anm.: *p < 0,1; **p < 0,05; ***p < 0,01.

Branchen: D-H, N; J58-61, M71.

Quelle: Statistik Austria, Berechnungen INEQ.

Ein weiteres Differenzierungsmerkmal im Vergleich zur Warenherstellung ist der Effekt des Anteils von Beschäftigten in F&E-treibenden Unternehmen, der signifikant positiv und robust gegenüber der Einbeziehung anderer Technologieindikatoren ist, was aus den Spezifikationen (3), (4) und (6) ersichtlich wird. Diese Variable misst den Anteil der Beschäftigten

(F&E- und Nicht-F&E) in Unternehmen mit F&E-Aktivitäten an den Gesamtbeschäftigten einer Branche. Ein Anstieg impliziert einen Anstieg jener Beschäftigten innerhalb einer Branche, die von F&E „betroffen“ sind. Das positive Vorzeichen in Verbindung mit den Variablen F&E-Intensität und Anteil der F&E-Beschäftigten deutet darauf hin, dass ein Anstieg dieser beiden Variablen zu einer Erhöhung des Anteils der höher qualifizierten Beschäftigten innerhalb der Gruppe der Beschäftigten in F&E-treibenden Unternehmen des Dienstleistungssektors führt, was mit einem Rückgang der Ungleichheit in Zusammenhang steht.

3.3.3 Diskussion der Schätzergebnisse

Die Regressionen zeigen einerseits die Komplexität der Auswirkungen von technologischem Fortschritt auf Beschäftigung und Verteilung und verdeutlichen darüber hinaus aber auch die Datenproblematik sowie die damit verbundene relativ kurze Beobachtungsperiode. Deshalb soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die Regressionsergebnisse vor dem Hintergrund dieser Restriktionen mit Vorsicht interpretiert werden müssen. Die Sensitivität der Ergebnisse hinsichtlich der Branchenselektion zeigt auf, wie heterogen die Entwicklungen zwischen den Wirtschaftsbranchen sind, was sich auch bereits bei der deskriptiven Datenauswertung gezeigt hat. Wenn man also über die Auswirkungen von Technologie auf Beschäftigung und die Einkommensverteilung spricht, ist es von großer Bedeutung, klar zu machen, welche Technologievariablen verwendet werden und welche Betrachtungsebene (aggregierte Daten nach Wirtschaftsbranchen, keine individuellen Firmendaten) im Zentrum steht.

Im Fokus der Analyse stand bewusst der private Sektor, da sich die Debatte rund um Industrie 4.0 vor allem um diesen Bereich dreht. Dadurch blieben wichtige Sektoren und große Teile der Beschäftigten unberücksichtigt: Dazu gehören der gesamte öffentliche Bereich sowie das Gesundheits- und Pflegewesen. Vor allem für die Interpretation der Beschäftigungseffekte ist es wichtig, zu betonen, dass mit den vorliegenden Ergebnissen also keine gesamtwirtschaftlichen Aussagen getroffen werden können, da nur jene Branchen einer ökonometrischen Analyse unterzogen werden konnten, für die F&E-Daten zur Verfügung standen. Dennoch konnten einige wichtige Dienstleistungsbranchen, wie der Handel oder die für die Forschungsfrage wichtigen IKT-Dienstleistungen, in der ökonometrischen Untersuchung berücksichtigt werden, wodurch es zumindest möglich war, für Teile des Dienstleistungsbereichs valide Aussagen zu treffen.

4. Conclusio und Ausblick

Zusammenfassend lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Zwischen 2002 und 2014 ist es zu einer nachhaltigen Steigerung der Forschungs-/Wissensintensität in der Mehrzahl der untersuchten Branchen gekommen – nicht jedoch schon zu einer neuen umfassenden „Digitalisierungswelle“ in Form eines deutlichen Anstiegs des Anteils der IKT-Investitionen auf breiter Basis. Vielmehr ist der beobachtbare Verlauf uneinheitlich („asynchron“) über die Zeit sowie auch zwischen den Branchen.

Die Beschäftigungs- als auch Produktivitätsentwicklung verlaufen eher entlang längerfristiger Trends bzw. der Konjunkturentwicklung entsprechend.

Zwischen 2008 und 2014 wird die personelle Einkommensverteilung tendenziell ungleicher, wobei die höheren Arbeitslosenraten diese Entwicklung befördern, während der gewerkschaftliche Organisationsgrad sie signifikant mindert. Der technologische Fortschritt hat hier zwar das Potenzial, die Ungleichheit zu erhöhen, doch dort, wo der Anteil der F&E-Beschäftigung steigt, werden die Produktivitätsgewinne tendenziell gleicher verteilt. Generell weisen die F&E-intensiven Sachgüterbranchen eher niedrigere Verteilungsungleichheit auf als der Dienstleistungssektor. Die Technologieintensität, approximiert durch den Anteil der IKT-Investitionen an den gesamten Bruttoanlageinvestitionen, ist in Kombination mit den Variablen der Wissensintensität signifikant – aber nur in den Branchen der Warenherstellung. Bei der Beschäftigung besteht ein positiver Zusammenhang, bei der Verteilung ein negativer Zusammenhang. Unsere Ergebnisse bestätigen die in der jüngeren Vergangenheit vorgebrachten Befürchtungen, dass der technologische Fortschritt zur steigenden Arbeitslosigkeit und zur wachsenden Ungleichheit der Einkommen beitragen könnte, nicht. Vielmehr scheinen – wenn auch manchmal über komplexe, noch weiter zu untersuchende Wirkungszusammenhänge vermittelt und durchaus unterschiedlich zwischen der Sachgüterproduktion und dem Dienstleistungssektor – die Technologievariablen in der untersuchten, sehr kurzen Frist eher positiv auf Beschäftigung und Verteilung zu wirken. Die Gründe für die beobachtbare steigende Arbeitslosigkeit und wachsende Ungleichheit liegen zumindest für die betrachtete Periode offenbar in anderen Faktoren als dem technischen Fortschritt.

Verbesserungen der Datenbasis, die in unsere Betrachtungsperiode(n) fielen, werden in einigen Jahren auch bessere Zeitreihenanalysen erlauben. Internationale Vergleiche sind ab einer bestimmten Analyseebene schwierig, sollten aber im OECD-Kontext weiter versucht werden. Außerdem konnten zentrale Dimensionen wirtschaftlicher Entwicklung, die vom technischen Fortschritt ebenfalls sehr stark berührt werden (etwa Veränderungen von Marktmachtpositionen und von globalen Wertschöpfungs-

ketten), hier nicht erfasst werden. Für die Untersuchung der (verteilungsrelevanten) Wirkungen des technologischen Fortschritts bleiben also noch einige Fragen offen.

Abschließend soll noch einmal betont werden, dass auf Basis dieser Studie natürlich kein Urteil über künftig mögliche Effekte des technologischen Fortschritts möglich ist. Diese mögen tatsächlich – wie an Einzelfällen der Anwendung von künstlicher Intelligenz, Robotik und Automation durchaus beschreibbar – in der Zukunft zu einem neuen Produktivitätsschub (auch und gerade in den Dienstleistungsbranchen) führen. Unser Befund zeigt jedoch, dass derartige Befürchtungen *bisher* noch nicht verzeichnet werden konnten. Die umfassende Diskussion zu dieser hochkomplexen Thematik unterstreicht jedoch, dass bei allen zukünftigen technologiepolitischen Entscheidungen Beschäftigungs- sowie Verteilungseffekte vorrangig mitberücksichtigt werden müssen.

Anmerkungen

- ¹ Dem Artikel soll vorausgeschickt werden, dass das Autorenkollektiv in Zilian et al. (2016) sowohl die theoretischen Grundlagen des vorliegenden Artikels dargelegt als auch einen umfassenden Literaturüberblick geboten hat. Falls diese beiden Aspekte im vorliegenden Artikel zu kurz ausgeführt sein sollten, erlauben wir uns, den Leser/die Leserin auf diese Quelle zu verweisen.
- ² Diese Fragen waren bereits in den 1930er-Jahren sowie Mitte der 1980er-Jahre Gegenstand intensiver Debatten um die Möglichkeit einer „technologischen Arbeitslosigkeit“. Siehe dazu etwa Emil Lederer (1932/1981) sowie Ulrich Briefs et al. (1987).
- ³ Siehe Brynjolfsson/McAfee (2011, 2014), Ford (2015), Polt (2015).
- ⁴ Siehe bspw. Krugman (1979); Summers (2013).
- ⁵ Siehe bspw. OECD (2012, 2016); Arpaia et al. (2009); Karabarbounis und Neiman (2014); IMF (2017).
- ⁶ Siehe bspw. Bock-Schappelwein et al. (2016); OECD (2015b, c).
- ⁷ Siehe bspw. Autor (2015); Saez (2016); Nagl et al. (2017).
- ⁸ Zilian et al. (2017).
- ⁹ Damit folgen wir soweit als möglich den im Rahmen des Projektes „Inclusive Growth“ entwickelten Untersuchungsansätzen der OECD (2015a und 2016) sowie Guellec und Paunov (2016), die auch den Anstoß für diese Untersuchung und ihr Untersuchungsdesign gegeben hat.
- ¹⁰ Die Wahl des Zeitraums wurde einerseits durch Datenbeschränkungen getrieben. Andererseits erlaubt der Fokus auf die Jahre 2008-2014 einen sehr spezifischen Blick auf die Nachkrisenperiode.
- ¹¹ Dies bezieht sich auf Daten aus der Leistungs- und Strukturstatistik 2008-2014 der Statistik Austria. Nicht berücksichtigt sind die Landwirtschaft sowie der gesamte öffentliche Sektor.
- ¹² Siehe dazu z.B. OECD (2015a,b) und OECD (2016).
- ¹³ In OECD (2013) werden die wirtschaftlichen Auswirkungen von KBC in der Produktion beschrieben.
- ¹⁴ Z. B. Corrado, Hulten (2010). Ein ebenfalls sehr wichtiger, aber notorisch nur schwer darzustellender Faktor ist das sogenannte „implizite Wissen“, also die informelle, spezifisch an ihrem jeweiligen Arbeitsplatz gesammelte Erfahrung der Beschäftigten (z. B.

- Kabir [2013]). Insbesondere im Hinblick auf Studien rund um die Automatisierbarkeit von Berufen muss man sich vergegenwärtigen, dass das schwer messbare implizite Wissen ein wichtiger Aspekt ist, der die Automatisierungspotenziale stark einschränkt.
- ¹⁵ Das Frascati-Manual definiert Forschung & Entwicklung (F&E) als „kreative und systematische Tätigkeit zur Vermehrung des Bestandes an Wissen – einschließlich des Wissens der Menschheit, Kultur und Gesellschaft – sowie neue Anwendungen dieses Wissens zu erarbeiten“ (OECD [2015d], S. 28, eigene Übersetzung). Das Element der Neuheit und Originalität (neue Erkenntnisse, neues Wissen, neue Anwendungen) ist das wichtigste Kriterium, F&E von anderen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu unterscheiden.
 - ¹⁶ Diese müssen nicht ihre gesamte Jahresarbeitszeit mit F&E-Aktivitäten verbringen. Als Richtwert für die Hinzuzählung zur Gruppe der F&E-Beschäftigten wird ein Beschäftigungsausmaß von ca. 0,1 VZÄ pro Person angesetzt.
 - ¹⁷ Z. B. Peters et al. (2014); Falk (2013).
 - ¹⁸ Z. B. Autor et al. (2015).
 - ¹⁹ Hier empfiehlt sich das Konzept der Spearman-Rangkorrelation, da weder den aus den Daten errechneten Verhältniswerten noch den zugehörigen Jahreszahlen eine Normalverteilung unterstellt werden kann, wie sie für die ansonsten übliche Pearson-Korrelation als Voraussetzung gilt.
 - ²⁰ Vgl. Vogelsang (2011).
 - ²¹ Vgl. Arellano (1987).
 - ²² Da sich der Verdacht auf potenzielle Kollinearität zwischen BWS und Arbeitsproduktivität aufdrängt, wurde ein VIF-Test durchgeführt, auf dessen Basis ausgeschlossen werden konnte, dass hier Kollinearität besteht.
 - ²³ Werden logarithmierte Variablen auf die abhängige Variable geschätzt, können die Koeffizienten als Elastizitäten interpretiert werden, die angeben, um wie viel Prozent sich die abhängige Variable verändert, wenn sich die erklärende Variable um ein Prozent erhöht.
 - ²⁴ Der Freisetzungs- und Kompensationstheorie zufolge wird die Freisetzung von Arbeitskräften, die mit einem Anstieg der Arbeitsproduktivität einhergeht, in der mittleren bis langen Frist kompensiert, z. B. über eine Ausweitung der Nachfrage und Produktion infolge von Preisreduktion. Siehe dazu auch Zilian et al. (2016).
 - ²⁵ Siehe OECD (2015b) für den Effekt eines Anstiegs der IKT-Investitionen.
 - ²⁶ Vgl. Flecker et al. (2017).

Literatur

- Arpaia, A.; Pérez, E.; Pichelmann, K., Understanding labour income share dynamics in Europe (= European Economy Economic Papers 379, Europäische Kommission, Brüssel 2009).
- Bock-Schappelwein, J.; Eppel, R.; Famira-Mühlberger, U.; Kügler, A.; Mahringer, H.; Unterlass, F.; Zulehner, C., Die Wirkung von Innovationsaktivitäten geförderter österreichischer Unternehmen auf die Belegschaft (= Studie des WIFO im Auftrag der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien und des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2016).
- Briefs, U.; Fehrmann, E.; Hickel, R., Technologische Arbeitslosigkeit. Ursachen, Folgen, Alternativen (Frankfurt am Main 1987).
- Brynjolfsson, E.; Mc Affee, A., Race Against the Machine Age (Lexington, MA, 2011).
- Brynjolfsson, E.; Mc Affee, A., The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies (New York/London 2014).
- Corrado, C.A.; Hulten, C.R., Measuring Intangible Capital – How Do You Measure a „Tech-

- nological Revolution“?, in: *American Economic Review: Papers & Proceedings* 100 (2010) 99-104.
- Falk, M., *Innovation und Beschäftigung – Neue Ergebnisse auf Basis der Innovationserhebung verknüpft mit Leistungs- und Strukturerhebung* (WIFO, Wien 2013).
- Ford, M., *Rise of the robots: technology and the threat of a jobless future* (New York 2015).
- Guschanski, A.; Onaran, Ö., *The Political Economy of Income Distribution: Industry Level Evidence from Austria* (= Materialien zu Wirtschaft und Gesellschaft 156, Working Paper-Reihe der AK Wien, Wien 2016).
- IMF, *World Economic Outlook 2017, Chapter 3 – Understanding the downward trend in the labour share* (Washington, D. C., 2017).
- Kabir, N., *Tacit Knowledge, Its Codification and Technological Advancement*, in: *The Electronic Journal of Knowledge Management* 11/3 (2013) 235-243.
- Karabarbounis, L.; Neiman, B., *The global decline of the labor share*, in: *The Quarterly Journal of Economics* 129/1 (2014) 61-103.
- Lachenmaier, S.; Rottmann, H., *Effects of innovation on employment: a dynamic panel analysis*, in: *International Journal of Industrial Organization* 21 (2011) 210-220.
- Lederer, E., *Technischer Fortschritt und Arbeitslosigkeit. Eine Untersuchung der Hindernisse des ökonomischen Wachstums* (Frankfurt am Main 1981; Original 1932).
- Nagl, W.; Titelbach, G.; Valkova, K., *Digitalisierung der Arbeit: Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0* (= Studie im Auftrag des Sozialministeriums, IHS, Wien 2017).
- OECD, *Labour Losing to Capital: What Explains the Declining Labour Share?*, in: *OECD Employment Outlook 2012* (Paris 2012).
- OECD, *Supporting Investment in Knowledge Capital, Growth and Innovation* (Paris 2013).
- OECD, *Scoping paper* (unveröff., Paris 2015a).
- OECD, *ICTS and jobs: complements or substitutes? The effects of ICT investment on labour demand in 19 OECD Countries* (Paris 2015b).
- OECD, *ICTS and employment across sectors. The effects of ICT investment on the labour intensity of production in selected OECD countries* (Paris 2015c).
- OECD; *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development* (Paris 2015d); online: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>.
- OECD, *The Productivity-Inequality Nexus* (Paris 2016).
- Paunov, C.; Guellec, D., *The Impacts of Innovation and ICT on Market Structures and on Distribution of Income* (unveröff. Manuskript, 2016).
- Peters, B.; Dachs, B.; Dünser, M.; Hud, M.; Köhler, C.; Rammer, C., *Firm Growth, Innovation and the Business Cycle. Background Report for the 2014 Competitiveness Report* (2014).
- Polt, W.; Berger, M.; Gassler, H.M.; Schiffbänker, H.; Reidl, S., *Breites Innovationsverständnis und seine Bedeutung für die Innovationspolitik* (= Studie der JOANNEUM RESEARCH im Auftrag des Schweizerischen Wissenschafts- und Innovationsrats (SWIR), Wien 2014).
- Polt, W., *Technischer Wandel und Ungleichheit* (= Austria Innovativ 4-2015, Wien 2015).
- Saez, E., *Striking it Richer: The Evolution of Top Incomes in the United States* (updated with 2015 preliminary estimates); online: <http://eml.berkeley.edu/~saez/saez-USopincomes-2015.pdf>.
- Vogelsang, T. J., *Heteroskedasticity, autocorrelation, and spatial correlation robust inference in linear panel models with fixed-effects*, in: *Journal of Econometrics* 166 (2012) 303-319.

- Zilian, S.; Unger, M.; Scheuer, T.; Polt, W.; Altzinger, W., Technologischer Wandel und Ungleichheit. Zum Stand der empirischen Forschung, in: *Wirtschaft und Gesellschaft* 42/4 (2016) 591-616.
- Zilian, S.; Unger, M.; Scheuer, T.; Polt, W.; Altzinger, W., Technologischer Wandel und Ungleichheit. Endbericht (= Studie im Auftrag der Arbeiterkammer Wien, der Stadt Wien (MA23 – Wirtschaft, Arbeit und Statistik) und des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2017).

Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden die wichtigsten empirischen Ergebnisse einer Studie des INEQ-Instituts der WU Wien und von JOANNEUM RESEARCH – POLICIES präsentiert, die sich mit den Auswirkungen des technologischen Wandels auf die Beschäftigung und Einkommensverteilung in Österreich beschäftigt hat. Untersuchungsgegenstand der empirischen Analyse sind die Branchen der Sachgütererzeugung sowie private Dienstleistungen in der Zeit seit dem Ausbruch der Krise (2008 bis 2014). Im Gegensatz zu anderen aktuellen Studien wird hier ein breiterer Ansatz zur Erfassung des technologischen Wandels gewählt, indem sowohl die F&E (Forschungs- und Entwicklungs)-Intensität als auch der Anteil von IKT-Investitionen betrachtet werden. Für den Beobachtungszeitraum zeigt sich, dass höhere F&E-Intensität in der Sachgütererzeugung mit einem Anstieg der Lohnungleichheiten einhergeht, während bei den Dienstleistungen eine Verringerung beobachtet werden kann. Wird hingegen der Anteil der F&E-Beschäftigten an der Gesamtbeschäftigung in den Branchen betrachtet, so ist dieser durchgängig mit einer Reduktion der Lohnungleichheit verbunden. Der Anteil der IKT-Investitionen ist jedoch nur in den Branchen der Sachgütererzeugung und nur in Zusammenhang mit den F&E-Ausgaben signifikant negativ. Diese Ergebnisse verdeutlichen, wie komplex und heterogen die Entwicklungen in den Branchen sind und zeigen zudem auf, dass wegen ihrer Bedeutung in Zukunft bei der Untersuchung der ökonomischen Auswirkungen des technologischen Fortschritts Verteilungsfragen verstärkt berücksichtigt werden müssen.

Abstract

This paper presents the most important empirical results of a study conducted by the INEQ-institute of WU Vienna and JOANNEUM RESEARCH – POLICIES, which focused on the effects of technological progress on employment and income distribution in Austria. The objects of the empirical analysis are sectors of manufacturing and private services in the time since the outbreak of the crisis between 2008 and 2014. In contrast to most current studies, a broader approach to capture technological progress is used by including R&D-intensity as well as ICT-investment shares. For the observation period the analysis shows that R&D-intensity increases wage inequality in manufacturing, while it decreases wage inequality in services. But if the employment share in R&D is also considered, the effect is inequality-reducing in both samples. The share of ICT-investment, however, is only statistically significant in manufacturing (with a negative sign) and only when R&D-variables are estimated at the same time. These results illustrate how complex and heterogeneous the developments between sectors are and moreover, they demonstrate that future research on the economic impacts of technological change should always take into consideration the potential distributional effects due to their potential importance.