

Sandra Bilek-Steindl, Christian Glocker, Serguei Kaniovski, Thomas Url

Österreich 2025 – Einfluss der Bildungsstruktur auf das langfristige Wirtschaftswachstum

Österreich 2025 – Einfluss der Bildungsstruktur auf das langfristige Wirtschaftswachstum

Ein qualitativ hochwertiger Arbeitseinsatz erhöht nicht nur die Innovationskraft einer Volkswirtschaft, sondern verbessert auch deren Fähigkeit, technologische Innovationen aus dem Ausland nutzbringend einzusetzen. Erstmals schätzt die vorliegende Arbeit einen qualifikationsgewichteten Arbeitseinsatz für Österreich, indem das in Stunden gemessene Arbeitsvolumen mit bildungsspezifischen Informationen verknüpft wird. Wie eine einfache Wachstumszerlegung zeigt, erhöht die Berücksichtigung von qualifikationssteigernden Effekten im Arbeitseinsatz den Wachstumsbeitrag des Faktors Arbeit auf das Drei- bis Vierfache. So kann ein Teil des Wirtschaftswachstums erklärt werden, welcher bisher der Restgröße "totale Faktorproduktivität" zugeordnet wurde.

Austria 2025 – The Effect of Educational Advance on Long-term Economic Growth

High-quality labour input boosts the innovative power of an economy as well as improves their ability to use technological innovations from abroad. The paper is a first in assessing a qualification adjusted labour input for Austria by combining the volume of work, measured in hours, with educational information. A simple growth accounting approach shows that including quality enhancing effects in the labour input triples or even quadruples the contribution to growth made by the input factor labour. This provides an explanation for the part of economic growth which has previously been assigned to the residual term known as "total factor productivity".

Kontakt:

Mag. Sandra Bilek-Steindl: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, sandra.bilek-steinidl@wifo.ac.at
Dr. Christian Glocker: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, christian.glocker@wifo.ac.at
Mag. Dr. Serguei Kaniovski: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, serguei.kaniovski@wifo.ac.at
Dr. Thomas Url: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, thomas.url@wifo.ac.at

JEL-Codes: O4, O47, J24, I26 • **Keywords:** Wachstumszerlegung, Humankapital, Bildungsertrag

Der vorliegende Beitrag beruht auf einer WIFO-Studie, die im Rahmen des Forschungsprogrammes "Österreich 2025" erstellt wurde: Sandra Bilek-Steindl, Christian Glocker, Serguei Kaniovski, Thomas Url, Austria 2025 – The Effect of Human Capital Accumulation on Output Growth (November 2016, 43 Seiten, 40 €, Download 32 €: <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/59175>).

Das Forschungsprogramm "Österreich 2025" wird von Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Oesterreichischer Nationalbank, Klima- und Energiefonds, Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz und Hannes Androsch Stiftung bei der Österreichischen Akademie der Wissenschaften finanziell unterstützt. Einzelne Projekte finanziert durch die Bundesarbeitskammer, das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, die Landwirtschaftskammer Österreich und die Wirtschaftskammer Österreich werden ebenfalls im Rahmen des Forschungsprogrammes abgewickelt.

Begutachtung: Michael Peneder • **Wissenschaftliche Assistenz:** Ursula Glauninger (ursula.glauninger@wifo.ac.at), Christine Kaufmann (christine.kaufmann@wifo.ac.at)

1. Einleitung

Humankapital wird in der neuen Wachstumstheorie als wichtige Quelle des Wirtschaftswachstums verstanden. Es bezeichnet gewöhnlich den produktivitätssteigernden Bestand an Wissen und Fähigkeiten der Erwerbsbevölkerung und kann durch Bildung oder andere Prozesse wie z. B. Learning-by-Doing aufgebaut werden. Als einer der ersten Ökonomen führt Schultz (1961) einen wesentlichen Teil des unerklärten Anstieges des Volkseinkommens in den USA auf die Akkumulierung von Humankapital zurück. Wie die Erweiterung des Solow-Swan-Modell um Humankapital als zusätzlichen Produktionsfaktor durch Mankiw – Romer – Weil (1992) zeigt, trägt Humankapital dazu bei, die internationalen Unterschiede zwischen den Pro-Kopf-Einkommen zu erklären. In der Literatur wird Humankapital in der Regel am Anteil der Erwerbsbevölkerung mit Sekundärschulabschluss (Mankiw – Romer – Weil, 1992) oder anhand der durchschnittlichen Zahl der Schuljahre der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter gemessen (Bassanini – Scarpetta, 2002, Johansson et al., 2013). Die For-

schung findet auf der länderübergreifenden Ebene einen positiven Effekt der Humankapitalakkumulation auf die Produktivität und die gesamtwirtschaftliche Produktion (oder deren Wachstum; z. B. *Bassanini – Scarpetta*, 2002). Die empirischen Befunde sind jedoch weniger eindeutig als erwartet und liefern auch kontraintuitive Ergebnisse, die allerdings teils auf Defizite in den Daten zurückgeführt werden könnten (*de la Fuente – Doménech*, 2006). Ähnlich sollte nach *Bosworth – Collins – Chen* (1995) und *Pritchett* (1996) eine positive Beziehung zwischen Schulregistrierungsquoten und Produktionswachstum nicht als Beweis für eine Steigerung des Wirtschaftswachstums durch Humankapitalakkumulation interpretiert werden, da Schulanmeldungen mit beinahe jeglichem alternativen Maß für die Humankapitalakkumulation unkorreliert sind.

Die vorliegende Studie misst den Beitrag von Bildung zum Wachstum der österreichischen Wirtschaft. Das in der Produktion eingesetzte Humankapital wird mit anhand des qualifikationsgewichteten Arbeitsvolumens geschätzt, wobei die Gewichtungsfaktoren auf Mikrodaten zu bildungs- und altersspezifischen Arbeitszeiten und Lohnsätzen basieren (*Katz – Murphy*, 1992). Dieser Zusammenhang beruht auf der neoklassischen Produktionstheorie, in der der Lohnsatz der Grenzproduktivität der Arbeit entspricht, weil der Faktor Arbeit entsprechend dem Grenzprodukt der Arbeit entlohnt wird. Daher bieten sich die Lohnsätze als Gewicht zur Bewertung der eingesetzten Arbeitsmenge der aktiv Erwerbstätigen an. Das Humankapital der nicht aktiv Erwerbstätigen (Personen im Ruhestand oder in Ausbildung, Arbeitslose usw.) wird im Produktionsprozess nicht eingesetzt und bleibt bei einer Wachstumszerlegung unberücksichtigt. Als weitere theoretische Grundlage für die Gewichtung des Arbeitsvolumens mit Lohnsätzen kann die Effizienzlohntheorie herangezogen werden: Gemäß der Effizienzlohntheorien sind Unternehmen bereit, einen Lohnsatz über der Grenzproduktivität der Erwerbstätigen zu zahlen, wenn sie damit die Produktivität steigern können. Zumindest auf einigen Märkten werden daher die Löhne in einer nicht markterklärenden Weise bestimmt; dennoch besteht eine enge Beziehung zwischen Lohnsatz und Produktivität. Anhand des neu berechneten qualifikationsgewichteten Arbeitsvolumens wird schließlich der Beitrag von Bildung zum langfristigen Wirtschaftswachstum in Österreich quantifiziert.

2. Berechnung des qualifikationsgewichteten Arbeitsvolumens

Für die Berechnung des in der Produktion eingesetzten Humankapitals wird das Arbeitsvolumen mit bildungsspezifischen Informationen verknüpft. Dabei werden formale Bildungsabschlüsse der Erwerbstätigen als Maß der Investitionen der österreichischen Bevölkerung in Humankapital verwendet. Dieses Konzept berücksichtigt berufliche Fortbildung während des Arbeitslebens nicht direkt als zusätzliche Investition in das Humankapital, sondern nur indirekt über die dank der Fortbildung erzielbaren höheren Lohnsätze.

Die Bildungsinvestitionen werden ausschließlich anhand der abgeschlossenen Ausbildungsstufe von Erwerbstätigen gemessen, da das Abschlusszeugnis als Qualitätssignal an Unternehmen interpretiert werden kann. Es bewirkt letztlich die Prämie auf den Lohnsatz gegenüber Personen mit einem niedrigeren Abschluss. Gleichzeitig hängt der tatsächlich gezahlte Lohnsatz von der Berufserfahrung der Erwerbstätigen ab; mit längerer Berufserfahrung ist daher ebenfalls ein Zuschlag zu erwarten.

Die zur Berechnung des Humankapitals verwendeten Ausbildungsstufen entsprechen den vier Stufen der aggregierten ISCED-Klassifikation (im Folgenden wird vereinfachend die Kurzbezeichnung in Klammern verwendet):

- kein Schulabschluss oder nur Pflichtschulabschluss ("Pflichtschulabschluss"),
- Abschluss einer Lehre, Fach- oder Handelsschule ("Lehrabschluss"),
- Matura oder anderer Abschluss nach der Matura ("Matura"),
- Abschluss eines Universitäts- oder Fachhochschul- oder Hochschulstudiums ("Hochschulabschluss").

Diese Klassifikation wird von der OECD (2015) zur Abgrenzung verwendet und auch von Statistik Austria bei der Erstellung der Bildungsstatistik oder für Umfragen wie EU-SILC eingesetzt.

Wichtige Bestimmungsgrößen für den Wert einer Bildungsinvestition sind zudem Alter und Geschlecht (Ferstner – Winter-Ebmer, 2003). Die folgende Berechnung des qualifikationsgewichteten Arbeitsvolumens unterscheidet daher neben den vier Ausbildungsstufen auch nach Geschlecht und zehn Altersstufen. Insgesamt ergibt sich daraus eine Zerlegung des Arbeitsvolumens in 80 Arbeitstypen mit unterschiedlichen Eigenschaften.

Gemäß der aktuellen Bildungsstatistik von Statistik Austria wies 2013 knapp weniger als ein Fünftel der 4,7 Mio. Erwerbstätigen im Alter zwischen 25 und 64 Jahren – d. h. in der Altersgruppe, in der die formale Bildung meist abgeschlossen ist – höchstens einen Pflichtschulabschluss auf. 35% hatten eine Lehre oder eine äquivalente Ausbildung erfolgreich beendet, 30% die Matura abgelegt und 16% einen Hochschulabschluss. Im Laufe der Jahre stieg das Ausbildungsniveau der österreichischen Bevölkerung substantiell. Diese Entwicklung kann nicht direkt aus der Bildungsstatistik entnommen werden, weil sie nur bis ins Jahr 2009 zurückreicht. Die Altersstruktur des Jahres 2013 zeigt jedoch einen mit steigendem Alter sinkenden Anteil der Personen mit höherem Bildungsabschluss: Während 27% der 60- bis 64-Jährigen höchstens einen Pflichtschulabschluss hatten, lag der Anteil unter den 25- bis 29-Jährigen bereits unter 18%. Die im Jahr 2013 60- bis 64-Jährigen beendeten ihre formale Ausbildung Ende der 1960er-Jahre und die 25- bis 29-Jährigen in den 1990er-Jahren. In diesen etwas mehr als 30 Jahren stieg der Anteil der Personen mit einem höheren Bildungsabschluss als Pflichtschule also um etwa 10 Prozentpunkte, d. h. die Bildungsinvestitionen der Jungen nahmen im Zeitverlauf zu. Vor allem der Anteil der Personen mit Matura (+11 Prozentpunkte) und Hochschulabschluss (+9 Prozentpunkte) wurde größer.

Die umfangreiche Ausweitung der Bildungsinvestitionen auf der Angebotsseite war von einer deutlichen Steigerung der Nachfrage nach höheren Qualifikationen begleitet. Übersicht 1 zeigt die Entwicklung des in den österreichischen Unternehmen eingesetzten Arbeitsvolumens nach Bildungsabschlüssen zwischen 2004 und 2014: Innerhalb nur eines Jahrzehntes ging demnach die Beschäftigung von Geringqualifizierten um knapp ein Viertel zurück, gleichzeitig weitete sich die Nachfrage nach Arbeitskräften mit Matura um ein Zehntel und jene nach Hochschulabsolventen und -absolventinnen um ein Drittel aus. Der Höchstwert des Arbeitsvolumens aus dem Jahr 2008 wurde nach dem darauf folgenden Konjunkturunbruch nicht wieder erreicht.

Übersicht 1: Arbeitsvolumen in der Haupterwerbstätigkeit nach höchstem Ausbildungsabschluss

	Pflichtschule	Lehre	Matura	Hochschule
	Anteile in %			
2004	16,0	54,9	15,8	13,3
2005	15,8	55,2	15,0	13,9
2006	15,5	55,1	15,3	14,0
2007	16,1	55,0	15,4	13,6
2008	15,0	55,5	15,6	13,9
2009	14,3	55,1	15,4	15,2
2010	14,0	55,0	15,7	15,4
2011	13,9	54,6	16,1	15,4
2012	13,2	54,4	16,3	16,0
2013	12,7	53,6	16,7	16,9
2014	12,0	53,0	17,3	17,6

Q: Statistik Austria.

In den meisten OECD-Ländern sind Personen mit einem höheren Bildungsabschluss stärker in den Arbeitsmarkt integriert und weisen eine höhere Erwerbsquote auf als Geringqualifizierte. Im Durchschnitt stehen 80% der Personen mit einem tertiären Bildungsabschluss in der Erwerbstätigkeit, während Personen mit Abschluss der oberen

Sekundärstufe nur zu 60% einer Erwerbstätigkeit nachgehen (OECD, 2015). Die Arbeitslosigkeit ist umgekehrt in der Gruppe mit niedrigem Bildungsabschluss deutlich höher als unter den besser Ausgebildeten.

Die Methode von Katz – Murphy (1992) eignet sich am besten zur Schätzung des um die Qualifikation bereinigten Arbeitsvolumens. Dieser Ansatz kombiniert die disaggregierte Information über die geleisteten Arbeitsstunden nach Geschlecht, Alter und Ausbildungsabschluss zu einem Index des Arbeitsvolumens mit einem konstanten Gewicht für die einzelnen Arbeitnehmergruppen. Die vorliegende Schätzung basiert auf Individualdaten zu Erwerbstätigkeit, gearbeiteten Stunden, höchstem Ausbildungsabschluss, Geschlecht und Bruttolohn bzw. Bruttogehalt zwischen 2005 bis 2014 aus dem österreichischen Teil des Survey on Income and Living Conditions (SILC) der EU. Die Stichproben werden für jedes Jahr in zwei Teile getrennt: Der erste Teil enthält so viele Haushalte wie möglich und erlaubt dadurch eine sehr genaue Schätzung des Arbeitsvolumens. Der zweite Teil wird stärker auf Gruppen mit regulärer Arbeitszeit beschränkt und erleichtert damit eine genaue Schätzung des Stundenlohnes.

2.1 Berechnung des Arbeitsvolumens nach höchster abgeschlossener Ausbildung

Ausgangspunkt sind die Antworten im EU-SILC über die geleisteten wöchentlichen Arbeitsstunden, die mit dem Faktor 48 in Jahresarbeitsstunden umgerechnet werden, d. h. in den 12 Monaten des Jahres werden durchschnittlich jeweils vier Wochen gearbeitet, sodass Krankenstände und Urlaub ausreichend berücksichtigt sind. Jede der SILC-Umfragewellen liefert Antworten von etwa 11.500 Personen. Eine detaillierte Abgrenzung des Alters könnte die Stichprobe zu stark verzerren, deshalb wurde das Lebensalter in Fünfjahreskohorten zusammengefasst (15 bis 19 Jahre, 20 bis 24 Jahre usw. bis 60 bis 64 Jahre).

Die Übereinstimmung des anhand der Individualdaten berechneten Arbeitsvolumens mit dem Arbeitsvolumen laut Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnung kann mit Hilfe der SILC-gewichteten Summe über alle 80 Arbeitstypen (die aus der Unterteilung der Erwerbstätigen nach Geschlecht, Alter und Bildungsstand folgen) geprüft werden. Dabei zeigen sich nur geringe Abweichungen zwischen den beiden Datenquellen, sodass eine Normierung auf die VGR-Werte keine Verzerrungen bewirkt. Nach der Normierung stimmt die grobe Annäherung der Wochenstunden an die Jahresarbeitszeit (Umrechnungsfaktor 48) vollständig mit der VGR-Abgrenzung überein.

2.2 Berechnung des Stundenlohnes nach höchster abgeschlossener Ausbildung

Die Umrechnung des bildungsspezifischen Arbeitsvolumens in das qualifikationsgewichtete Arbeitsvolumen beruht auf Gewichten, die sich aus der Rendite auf Bildungsinvestitionen ableiten. Bildungsinvestitionen mit hoher Rendite sollten das Arbeitsvolumen im Produktionsprozess effizienter machen als Bildungsinvestitionen mit niedriger Rendite. Daher beruhen die Gewichte zur Umrechnung des in Stunden gemessenen Arbeitsvolumens in den qualifikationsgewichteten Arbeitseinsatz auf den Stundenlöhnen der 80 Arbeitstypen. Die einzelnen SILC-Umfragewellen von 2004 bis 2014 ermöglichen auch eine dynamische Berechnung der Bildungsrenditen über diese Periode.

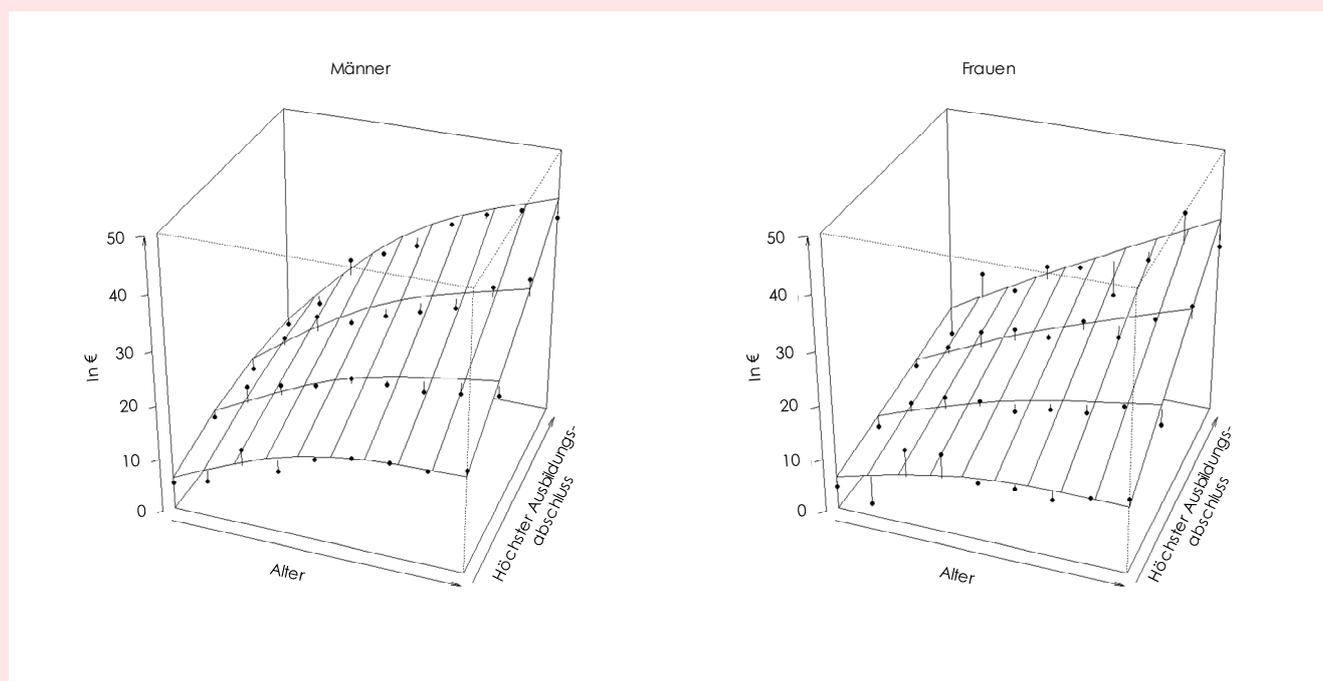
In der EU-SILC-Umfrage geben die Befragten ihr Bruttolohneinkommen aus dem Jahr vor dem Umfragezeitpunkt an. Dieser Wert ist aus der Lohnsteuerstatistik imputiert und daher ein besonders vertrauenswürdiger Indikator für den Lohnsatz. Eine Verfälschung durch abgeschnittene Einkommen über der Höchstbeitragsgrundlage oder durch eine ungenaue Umrechnung des 13. und 14. Monatsgehaltes auf den Jahreswert kann damit ausgeschlossen werden. Trotzdem weisen die mit den Individualdaten berechneten Lohnsätze vermutlich Messfehler auf, weil das Bruttoeinkommen des vergangenen Jahres mit der wöchentlichen Arbeitszeit vor dem Befragungstag kombiniert wird. Änderungen der Wochenarbeitszeit, Teilzeitarbeit, prekäre Beschäftigungsverhältnisse, Krankenstände, Urlaube usw. können sich daher in einer starken Über- oder Unterschätzung der Stundenlohnsätze niederschlagen. Daher

wird die Stichprobe zur Berechnung des Stundenlohnsatzes auf Personen beschränkt, die während der letzten 12 Monate kontinuierlich aktiv beschäftigt waren. Diese Einschränkung beseitigt Beobachtungen mit einer instabilen Erwerbsquote aus der Stichprobe und erhöht die Wahrscheinlichkeit einer verhältnismäßig stabilen Zusammensetzung der Stichprobe über alle Umfragewellen des EU-SILC.

Ein hoher Grad an Arbeitsmarktanbindung steigert die Homogenität der Stichprobe und verbessert damit sowohl die geschlechts-, bildungs- und altersspezifischen Schätzwerte für die Lohnsätze als auch deren Vergleichbarkeit über die Zeit. Aus diesem Grund werden auch Selbständige aus der Schätzung der Stundenlohnsätze ausgenommen.

Abbildung 1: Bruttostundenlohn nach Geschlecht, Ausbildungsabschluss und Alter

2014



Q: EU-SILC, Statistik Austria, WIFO-Berechnungen. Bruttostundenlohn in € nach zehn 5-Jahres-Altersgruppen (15- bis 19-Jährige, . . . , 60- bis 64-Jährige) und vier Ausbildungsabschlüssen (Pflichtschule, Lehre, Matura und Hochschule). Punkte: Tensorprodukt-Glättungsverfahren der alters- und bildungs-spezifischen Medianlöhne (Bilek-Steindl et al., 2016). Senkrechte Verbindungslinien von der Fläche zu den Punkten: Schätzfehler.

Der Stundenlohn wird als Verhältnis zwischen Jahresbruttolohneinkommen und jährlichen Arbeitsstunden der in der Stichprobe verbliebenen Personen berechnet. Obwohl die Stichprobe auf Personen mit einem stabilen Arbeitsverhältnis beschränkt ist, können Abweichungen zwischen der Wochenarbeitszeit knapp vor der Befragung und im Vorjahr substantielle Ausreißer zur Folge haben. Dieser potentielle Fehler erfordert ein robustes Maß für den Lohnsatz der 80 unterschiedlichen Typen. Die Individualdaten werden hier für jeden der 80 Arbeitnehmertypen mit dem Median in einen Stundenlohnsatz aggregiert. Wegen der Eingrenzung der Stichprobe auf kontinuierliche Arbeitsverhältnisse verringert sich die Zahl der Beobachtungen für die Berechnung des Medians eines Arbeitstyps auf 1 bis 302. Die Medianstundenlöhne sind in Abbildung 1 als Punkte für jede Kombination von Bildungsstufen und Altersgruppen dargestellt. Im Durchschnitt liegen 52 Beobachtungen je Arbeitstyp vor. Boxplots bestätigen diese Strategie, weil sie anschaulich machen, dass die Stundenlöhne in einem Bereich von ein paar Cents bis zu mehreren hundert Euro liegen. In den Box-plots werden auch einige Ausreißer identifiziert. Durch die Berechnung des Medians für jeden der 80 Arbeitstypen werden die bekannten Alterslohnprofile in Österreich repliziert, d. h. ein relativ starker Anstieg des Einkommens mit dem Alter für höhere Ausbildungsabschlüsse und vergleichsweise flache Alterslohnprofile für niedrigere abgeschlossene Ausbildungsstufen. Die Profile sind jedoch nicht monoton steigend, sondern schwanken – teilweise nicht konsistent – zwischen Alters- und Ausbil-

dungsstufen. So ist etwa der Median der Stundenlöhne von 60- bis 64-jährigen Männern mit Hochschulabschluss um zwei Drittel höher als in der Altersgruppe der 55- bis 59-jährigen Männer. Dieser Anstieg dürfte sich ergeben, weil in dieser Altersgruppe überwiegend Hochlohnbezieher im Arbeitsleben verbleiben, während die Niedriglohnbezieher in den Ruhestand übertreten. Die kleineren unplausiblen Schwankungen zwischen Alters- und Bildungsgruppen dürften eher durch niedrige Fallzahlen für einen Arbeitstyp entstehen als durch wirtschaftliche Faktoren, die die Entlohnung des Faktors Arbeit beeinflussen.

2.2.1 Das Schätzverfahren zur Glättung der Stundenlöhne

Der Median der individuellen Stundenlöhne aus der EU-SILC-Umfrage für einen Arbeitstyp wird durch Ausreißer nur geringfügig beeinflusst; in Gruppen mit wenigen Beobachtungen können dadurch jedoch beträchtliche Schätzfehler entstehen. Daher werden die beobachteten Medianstundenlöhne für die Berechnung der Gewichte durch Schätzwerte ersetzt. Häufig wird dafür die Mincer-Einkommensfunktion verwendet (Katz – Murphy, 1992, Fersterer – Winter-Ebmer, 2003, Goldin – Katz, 2008). Hier wird ein mehrdimensionales Glättungsverfahren der Medianlöhne (Generalised Additive Model – GAM) vorgezogen (Wood, 2004, 2011). Es liefert eine robuste Schätzung der zweidimensionalen Alters- und Bildungsprofile der Stundenlöhne für Männer und Frauen.

Die geglätteten Stundenlöhne der Männer steigen kontinuierlich mit dem Alter und der Ausbildungsstufe (Abbildung 1). Entlang der Altersachse erhöhen sich die Löhne für Männer mit dem höchsten Bildungsabschluss am stärksten, während jene der Männer mit Pflichtschulabschluss stagnieren. Der Stundenlohn von Frauen verläuft entlang der beiden Achsen ähnlich, aber insgesamt weniger dynamisch. Die Stundenlöhne der Frauen liegen in jeder Alters- und Bildungsgruppe unter jenen der Männer. Diese Differenz weist auf einen generellen geschlechtsspezifischen Lohnunterschied (Gender Pay Gap) hin, der durch Alter und Ausbildungsstufe nicht erklärt werden kann (Böheim et al., 2013, Böheim – Rocha-Akis – Zulehner, 2013). Die Bildungsrendite als Differenz zwischen den Stundenlöhnen Erwerbstätiger mit jeweils höherem Bildungsabschluss steigt mit dem Alter. Diese Differenz ist zwischen Pflichtschul- und Hochschulabschluss für beide Geschlechter am größten.

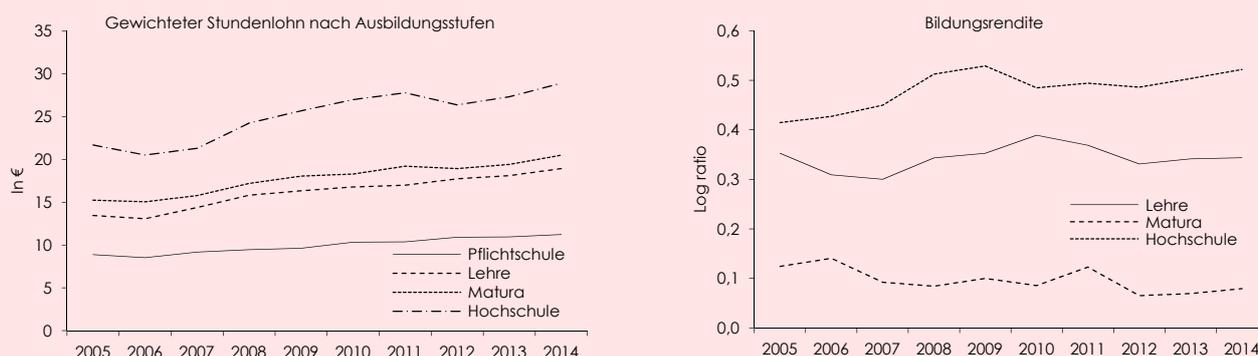
Um den Grad der Glättung zu verdeutlichen, zeigt Abbildung 1 auch die Medianlöhne der jeweiligen Arbeitstypen im Jahr 2014. Die senkrechte Verbindungslinie zwischen einem Punkt und der Fläche zeigt den Schätzfehler für diesen Arbeitstyp. Insgesamt besteht in Abbildung 1 eine gute Übereinstimmung zwischen den Medianstundenlöhnen und den geglätteten Stundenlöhnen für Männer. Die Schätzung für Frauen deckt einige Ausreißer auf, die aber für keine der Alters- und Bildungsgruppen systematisch sind. Die Schätzungen für die anderen Erhebungsjahre des EU-SILC bringen ähnliche Ergebnisse.

2.3 Berechnung der Rendite auf Bildungsinvestitionen

Der Ansatz von Katz – Murphy (1992) ermöglicht die Berechnung von Stundenlöhnen nach Ausbildungsstufen. Im linken Teil zeigt Abbildung 1 die Entwicklung der Durchschnittsstundenlöhne in jeder Ausbildungsstufe. Die Stundenlöhne der unselbständig Erwerbstätigen mit höchstens Pflichtschulabschluss sind am niedrigsten, jene von Personen mit Hochschulabschluss am höchsten. Jede Investition in Bildung hebt den Stundenlohn. Zwischen 2005 und 2014 stieg der Stundenlohn der Erwerbstätigen mit Lehrabschluss mit insgesamt +40,7% (bzw. +3,9% pro Jahr) am stärksten. Die Stundenlöhne der Personen mit Pflichtschulabschluss entwickelten sich mit +26,4% (bzw. +2,6% pro Jahr) deutlich weniger dynamisch. Um die durchschnittliche Veränderung der Verbraucherpreise von 2,1% bereinigt, ergibt sich für geringqualifizierte Erwerbstätige ein Zuwachs des Bruttoeinkommens in den neun Jahren zwischen 2005 und 2014 von lediglich 0,5% pro Jahr. In der höchsten Ausbildungsstufe stiegen die Stundenlöhne hingegen um +33,3% (bzw. +3,2% pro Jahr). Diese Zunahme spiegelt die Ausweitung des Arbeitskräfteangebotes der Geringqualifizierten und die starke Zunahme der Nachfrage nach Arbeitskräften mit tertiärem Bildungsabschluss wider. Die Erwerbstätigen mit höherem Schulabschluss verdienten 2014 um 34,6% mehr als 2005 (+3,4% p. a.).

Die unterschiedliche Dynamik der Lohnentwicklung ging mit einer Änderung der Bildungsrendite einher. Die Bildungsrendite gegenüber der jeweils niedrigeren Ausbildungsstufe wird aus dem Vergleich der logarithmierten Stundenlöhne der jeweiligen Gruppen berechnet. Im Durchschnitt wird die höchste Bildungsrendite durch den Übertritt aus der ersten (Pflichtschulabschluss) in die zweite Ausbildungsstufe (Lehrabschluss) lukriert; diese Bildungsprämie steigt über die Zeit (Abbildung 2). Die zweithöchste Bildungsrendite ergibt sich nach dem Hochschulabschluss; sie ist annähernd konstant. Hingegen sinkt die ohnehin geringste Bildungsrendite der Maturanten und Maturantinnen gegenüber Personen mit einem Lehrabschluss im Untersuchungszeitraum.

Abbildung 2: Gewichteter Durchschnittslohn und Bildungsrendite nach dem höchsten Ausbildungsabschluss

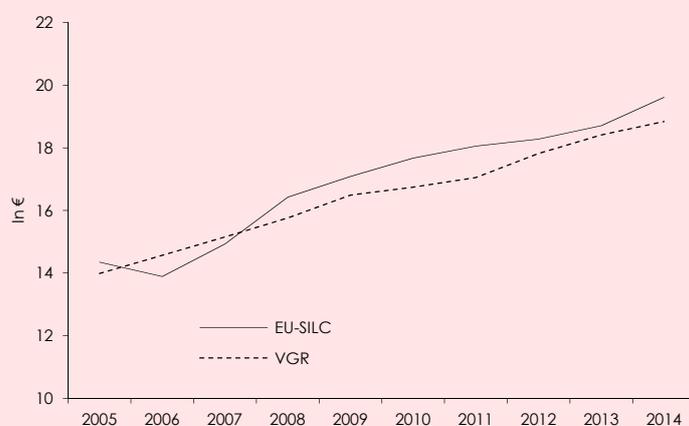


Q: EU-SILC, Statistik Austria, WIFO-Berechnungen. Die Individualdaten aus der EU-SILC-Umfrage wurden mit den durchschnittlichen Stundenlöhnen von 80 geschlechts-, alters- und bildungsspezifischen Arbeitstypen gewichtet. Aggregation individueller Stundenlöhne zu Stundenlöhnen der 80 Arbeitstypen mit dem Median jeder Gruppe und nach Anwendung eines vollständigen Tensorprodukt-Glättungsverfahrens (Bilek-Steindl et al., 2016).

2.4 Berechnung des qualifikationsgewichteten Arbeitsvolumens

Die Entwicklung des Durchschnittsstundenlohnes laut VGR weicht von jener der geglätteten und gewichteten durchschnittlichen Stundenlöhne über alle 80 Arbeitstypen nur wenig ab, wobei die Stundenlöhne auf Grundlage der SILC-Umfragen im Zeitverlauf etwas stärker schwanken (Abbildung 3). Trotzdem ist die durchschnittliche Wachstumsrate zwischen 2005 und 2015 mit +3,4% bzw. +3,5% beinahe identisch. Der größte Niveauunterschied zwischen den aggregierten Stundenlöhnen eines Jahres beträgt 5%. Das eingesetzte Glättungsverfahren für die Individualdaten scheint daher die Dynamik der gesamtwirtschaftlichen Zeitreihe zu bewahren.

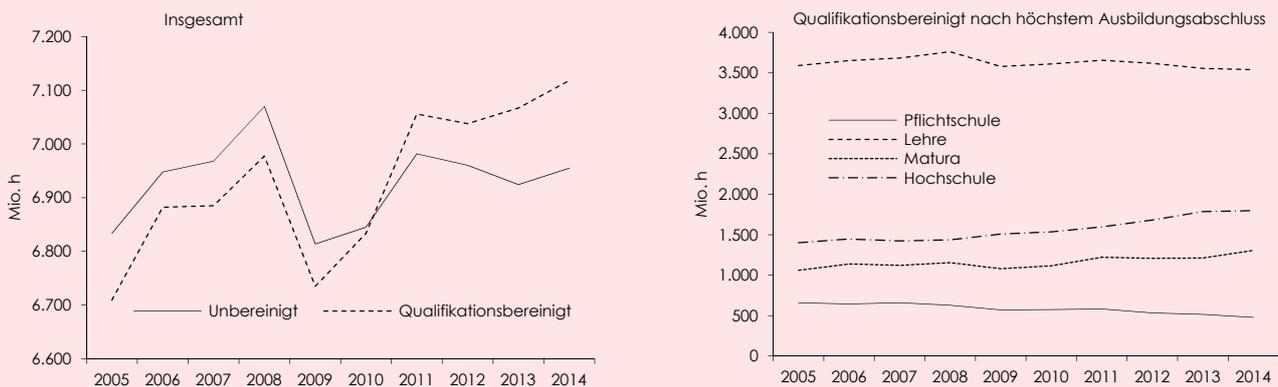
Abbildung 3: Durchschnittliche Stundenlöhne in Österreich



Q: EU-SILC, Statistik Austria, WIFO-Berechnungen. Gewichtete Summe der Individualdaten aus EU-SILC bzw. Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnung.

Das im Produktionsprozess eingesetzte Humankapital wird mit dem qualifikationsbereinigten Arbeitseinsatz (in Effizienzeinheiten) gemessen, dabei werden die relativen Löhne einzelner Ausbildungsstufen als Gewichte benutzt. Abbildung 4 vergleicht das so ermittelte qualifikationsbereinigte Arbeitsvolumen mit dem unbereinigten Arbeitsvolumen und zeigt die Entwicklung des Humankapitaleinsatzes nach Ausbildungsstufen. Der Beitrag der niedrigsten Ausbildungsstufe (Pflichtschulabschluss) zum qualifikationsbereinigten Arbeitsvolumen nimmt über die Zeit ab, während die Beiträge der zwei höchsten Ausbildungsstufen einem Aufwärtstrend folgen. Das eingesetzte Humankapital der zweiten Ausbildungsstufe (Lehrabschluss) leistet den größten Beitrag zum gesamtwirtschaftlichen bereinigten Arbeitsvolumen in Österreich, ist aber seit dem Höchstwert im Jahr 2008 rückläufig. Der zweitgrößte Beitrag kommt von der Gruppe mit dem höchsten Bildungsabschluss (Hochschule).

Abbildung 4: Arbeitsvolumen



Q: EU-SILC, Statistik Austria.

Das unbereinigte gesamtwirtschaftliche Arbeitsvolumen blieb in den Jahren 2004 bis 2014 beinahe unverändert (+1,7% bzw. +0,2% pro Jahr), während das qualifikationsbereinigte Arbeitsvolumen in diesem Zeitraum um 6,8% stieg (+0,7% pro Jahr; Übersicht 2). Die jährliche durchschnittliche Wachstumsrate des eingesetzten Humankapitals betrug damit 0,7%. Diese Entwicklung war vom Wachstum in der Gruppe mit Matura und Hochschulabschluss getragen (Abbildung 4) und brachte einen Wandel der Zusammensetzung des eingesetzten Humankapitals mit sich. Der Anteil der Erwerbstätigen in den zwei niedrigsten Ausbildungsstufen ging um 3,1 bzw. 3,8 Prozentpunkte zurück, während die Bedeutung der höheren Ausbildungsstufen um 2,5 bzw. 4,4 Prozentpunkte wuchs.

Übersicht 2: Qualifikationsbereinigtes und unbereinigtes Arbeitsvolumen

	Unbereinigt in h Durchschnittliche jährliche Veränderung in %	Qualifikationsbereinigt in h Durchschnittliche jährliche Veränderung in %
2004/2009	- 0,08	+ 0,21
2010/2014	+ 0,40	+ 1,03
2004/2014	+ 0,17	+ 0,66

Q: WIFO-Berechnungen.

3. Auswirkungen der Bildung auf das langfristige Wirtschaftswachstum – Eine einfache Wachstumszerlegung

Anhand einer Standard-Wachstumszerlegung kann gezeigt werden, in welchem Ausmaß das im Produktionsprozess eingesetzte Humankapital in den letzten zehn Jahren zum Wachstum der österreichischen Wirtschaft beitrug. Die Schätzung basiert auf der oben neu ermittelten Reihe. Idealerweise würde dieser Ansatz auf eine lange Zeitreihe angewendet, die mehrere Jahrzehnte, vorzugsweise sogar ein ganzes

Jahrhundert umfasst, um verschiedene Zeitabschnitte zu vergleichen. Aufgrund von Datenbeschränkungen umfasst die vorliegende Reihe für den Humankapitaleinsatz jedoch nur die Jahre ab 2005. Die resultierende Wachstumszerlegung sollte nur als rudimentärer Ansatz betrachtet werden, um den Einfluss einer Steigerung der Schulbildung auf das Wirtschaftswachstum zu erfassen, und nicht als eine umfassendere Analyse wie etwa von *Goldin – Katz (2008)*.

Die Berücksichtigung des Einsatzes von Humankapital (welcher auch Qualifikationseffekte enthält) anstelle des herkömmlichen Arbeitseinsatzes (in Stunden) in der Produktionsfunktion ermöglicht eine umfassende Abbildung des Beitrages des Faktors Arbeit zum Produktionswachstum. Wenn ein Teil der Produktivitätssteigerung durch eine Verbesserung der Schulbildung erklärt werden kann, wird zugleich der Beitrag einer Erhöhung der totalen Faktorproduktivität (Solow-Residuum) zum Wachstum geringer.

3.1 Modellspezifikation

Im Einklang mit der Wachstumsliteratur wird die Produktion Y_t als Funktion $f(\cdot)$ einer Reihe von Inputfaktoren für die Produktion verstanden, die die geleisteten Arbeitsstunden L_t und den physischen Kapitalstock K_t umfassen. In diesem Standardmodell beschreibt A_t die Produktivität der beiden Inputfaktoren und wird als Residuum (totale Faktorproduktivität) gemessen:

$$(1) \quad Y_t = f(A_t, K_t, L_t).$$

Die totale Faktorproduktivität A_t berücksichtigt die Effekte des Produktionswachstums im Verhältnis zur Entwicklung des traditionell gemessenen Inputs von Arbeit und Kapital. Diese Größe gilt als Maß für den langfristigen technologischen Wandel der Wirtschaft, enthält jedoch in der empirischen Schätzung der Produktionsfunktion sämtliche nicht unter Arbeit oder Kapital berücksichtigten Einflüsse auf die Produktion. So werden auch bildungsspezifische Aspekte des Arbeitseinsatzes dieser Größe zugeordnet und können nicht gesondert betrachtet und analysiert werden. Unter der Annahme von vollständigem Wettbewerb erfüllt die Produktionsfunktion folgende Eigenschaft:

$$(2) \quad \vartheta \cdot f(A_t, K_t, L_t) = f(\vartheta \cdot A_t, \vartheta \cdot K_t, \vartheta \cdot L_t), \text{ für } \vartheta > 0.$$

In der hier gewählten funktionellen Form werden die Eingangsfaktoren K_t und L_t in logarithmischer Form addiert (Cobb-Douglas-Produktionsfunktion mit einem Kapitalanteil α in der Produktion). Der Term $1 - \alpha$ wiederum bezeichnet den Anteil der Arbeit in der Produktion, der auch dem Anteil der Arbeit im nationalen Einkommen entspricht. Dieser macht in Österreich etwa zwei Drittel der Produktion aus. Nach *D'Auria et al. (2010)* kann der Wert von α für Österreich übereinstimmend mit Schätzungen für andere Industrieländer mit 0,35 angenommen werden. Ausgedrückt in arbeitsintensiver Form (je geleistete Arbeitsstunde) mit $y_t = \frac{Y_t}{L_t}$ und $k_t = \frac{K_t}{L_t}$ be-

schreibt die Produktionsfunktion folgenden Zusammenhang:

$$(3) \quad y_t = A_t k_t^\alpha.$$

Die Spezifikation in den Gleichungen (1) bis (3) verwendet die geleisteten Stunden als Maß für den Arbeitseinsatz in der Produktion. *Mankiw – Romer – Weil (1992)* folgend wird das Standardmodell nun um den Humankapitaleinsatz erweitert. Nach *Goldin – Katz (2008)* setzt sich dieser neue Inputfaktor aus zwei Hauptkomponenten zusammen: den reinen Gesamtstunden L_t und der Effizienz je geleistete Stunde E_t . Die einfachste Form des zusammengesetzten Arbeitseinsatzes kann wie folgt spezifiziert werden:

$$(4) \quad H_t = L_t \cdot E_t.$$

Änderungen dieses qualifikationsbereinigten Arbeitseinsatzes können sich aus zwei verschiedenen Quellen ergeben: durch Änderung der geleisteten Stunden und durch Änderungen der Qualität oder Effizienz pro Stunde. Letztere ergeben sich aus einem Wandel des formalen Bildungsniveaus, aus Learning-by-Doing, der Alterung

der Belegschaft sowie Veränderungen der Gesundheit und verschiedenen anderen Faktoren, die die Produktivität der Arbeitskräfte beeinflussen.

Berücksichtigt man diese Effekte in Gleichung (1), so ergibt sich folgende erweiterte Produktionsfunktion, wobei \tilde{A}_t für die neue totale Faktorproduktivität steht:

$$(5) \quad Y_t = f(\tilde{A}_t, K_t, H_t).$$

Gleichung (3) wird zu

$$(6) \quad y_t = \tilde{A}_t k_t^\alpha E_t^{1-\alpha}.$$

Sei $g_{x_t} = \frac{\dot{x}_t}{x_t}$ die Veränderungsrate einer Variablen x_t in Periode t , so kann Gleichung

(6) nun wie folgt neu angeschrieben werden:

$$(7) \quad g_{y_t} = g_{\tilde{A}_t} + \alpha \cdot g_{k_t} + (1-\alpha) \cdot g_{E_t},$$

wobei g_{E_t} als Produktivitätsindex der Bildung bezeichnet werden kann. Mit Hilfe von Gleichung (7) kann der Effekt einer Veränderung des eingesetzten Humankapitals – insbesondere in Bezug auf den Bildungsabschluss – auf das Profil der Arbeitsproduktivität der österreichischen Wirtschaft in den letzten 14 Jahren erklärt werden.

3.2 Einfluss von Bildung auf das Wirtschaftswachstum

Der Einfluss von Bildung auf das Wachstum der Gesamtwirtschaft wird mithilfe eines Kalibrierungs- und eines Schätzansatzes untersucht. Im ersten Ansatz, der einfachen Kalibrierung, wird der Parameter α in Gleichung (7) gleich 0,35 gesetzt (D'Auria et al., 2010, Bilek-Steindl et al., 2013). Unter der Annahme einer wettbewerbsorientierten Preisgestaltung erhöht dann eine Zunahme des Arbeitseinsatzes in Effizienzeinheiten um 1%, bedingt durch eine Verbesserung des Bildungsniveaus, die gesamtwirtschaftliche Produktivität um rund 0,65%. Gleichung (7) wird anhand folgender Zeitreihen laut VGR geschätzt: Wirtschaftswachstum g_{y_t} und Entwicklung des Kapitaleinsatzes (gemessen am Bruttokapitalstock) in arbeitsintensiver Form g_{k_t} . Die Veränderung des Produktivitätsindex der Bildung g_{E_t} ist die Schlüsselvariable in dieser Analyse und wurde durch Berechnung des qualifikationsbereinigten Arbeitsvolumens in Abschnitt 2 bestimmt. Hier wird zuerst die einfachste Form der Zusammensetzung des qualifikationsgewichteten Arbeitseinsatzes aus Gleichung (4) verwendet.

Die Ergebnisse dieser Wachstumszerlegung (Übersicht 3) werden in einem zweiten Ansatz einer Wachstumszerlegung mit einer Schätzung des Parameters α gegenübergestellt. Ein höheres Maß an Flexibilität der Beziehung zwischen Bildung und Humankapital erlaubt hier folgende Zusammensetzung des Arbeitseinsatzes in Effizienzeinheiten:

$$(8) \quad H_t = L_t \cdot E_t^\varphi,$$

wobei φ für die Elastizität des qualifikationsbereinigten Arbeitseinsatzes gegenüber Änderungen der Bildungsstruktur steht. Erwartet wird $\varphi > 0$, d. h. ein positiver Einfluss einer Verbesserung des Bildungsniveaus auf den Humankapitaleinsatz und in weiterer Folge auf die gesamtwirtschaftliche Produktion. Gleichung (8) wird in die Produktionsfunktion (5) eingesetzt und in arbeitsintensiver Form ausgedrückt:

$$(9) \quad \log(y_t) = \log(\tilde{A}_t) + \alpha \cdot \log(k_t) + (1-\alpha) \cdot \varphi \cdot \log(E_t).$$

Anschließend werden die Parameter α and φ in Gleichung (9) mit einem Bayesianischen Ansatz¹⁾ geschätzt. Der Schätzer des Kapitalanteils α liegt zwischen 0,28 und 0,60 (68%-Konfidenzintervall). Der Median von 0,44 ist etwas höher als der kalibrierte Wert von 0,35. Die Elastizität φ ist wie erwartet positiv und liegt zwischen

¹⁾ Die Schätzung enthält eine Konstante, eine ARMA-Struktur der Fehler sowie eine A-priori-Wahrscheinlichkeit, die den zulässigen Parameterraum sehr breit macht (flache A-priori-Verteilung).

0,36 und 1,44 (68%-Konfidenzintervall), mit einem Median von 0,79. Mit diesen Parametern wird die Wachstumszerlegung von oben wiederholt (Übersicht 3).

Übersicht 3: Ermittlung der Wachstumsbeiträge durch Kalibrierung und Schätzung

	Reales BIP	Kapitalstock	Arbeitsvolumen in h	Totale Faktorproduktivität	Arbeitsvolumen in Effizienzeinheiten	Totale Faktorproduktivität
	Veränderung in % p. a.		Standardmodell			
			Erweitertes Modell			
			Wachstumsbeiträge in Prozentpunkten			
<i>Kalibrierung ($\alpha = 0,35$)</i>						
2004/2009	+ 1,34	+ 0,75	- 0,05	+ 0,64	+ 0,14	+ 0,45
2010/2014	+ 1,05	+ 0,58	+ 0,26	+ 0,21	+ 0,67	- 0,20
2004/2014	+ 1,28	+ 0,67	+ 0,11	+ 0,50	+ 0,43	+ 0,18
<i>Schätzung ($\alpha = 0,44, \phi = 0,79$)</i>						
2004/2009	+ 1,34	+ 0,94	- 0,04	+ 0,44	+ 0,09	+ 0,30
2010/2014	+ 1,05	+ 0,74	+ 0,22	+ 0,10	+ 0,45	- 0,13
2004/2014	+ 1,28	+ 0,85	+ 0,09	+ 0,34	+ 0,29	+ 0,14

Q: WIFO-Berechnungen.

Die Ergebnisse sowohl der kalibrierten als auch der geschätzten Version der Wachstumszerlegung müssen mit Vorsicht interpretiert werden, da sie auf einer Regression mit nur 11 Beobachtungen gründen.

Zwischen 2004 und 2014 wuchs das BIP in Österreich im Durchschnitt um 1,28% p. a. Den größten Wachstumsbeitrag leistete der Aufbau des Kapitalstocks: +0,67 Prozentpunkte im kalibrierten Modell, +0,85 Prozentpunkte im geschätzten Modell (Übersicht 3).

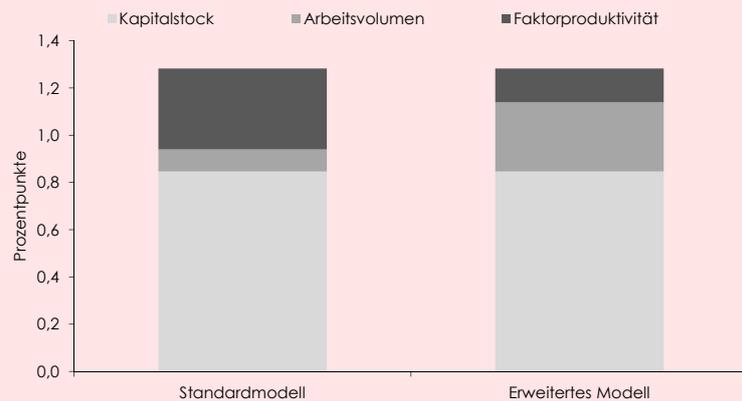
Betrachtet man den Arbeitseinsatz rein quantitativ als Arbeitszeitvolumen, so trug die weitgehende Stagnation der Zahl der geleisteten Arbeitsstunden lediglich +0,1 Prozentpunkt zum Wirtschaftswachstum bei. Dieser geringe Wachstumsbeitrag des Faktors Arbeit wurde bereits von *Peneder et al.* (2007) in einer Wachstumszerlegung für Österreich beschrieben. Neben Kapital und Arbeit entfallen in der vorliegenden Zerlegung die 0,50 bzw. 0,34 Prozentpunkte auf die Steigerung der totalen Faktorproduktivität.

Berücksichtigt man hingegen auch die Qualität des Arbeitseinsatzes in Form der neu errechneten Humankapitalreihe, dann fällt der Wachstumsbeitrag der Arbeit mit +0,43 Prozentpunkten (kalibriertes Modell) bzw. +0,29 Prozentpunkten (geschätztes Modell) wesentlich höher aus. Das ist das Vierfache (im kalibrierten Modell) bzw. Dreifache (geschätztes Modell) der Ergebnisse des Standardmodells. Zwar wurde in der Vergangenheit die Zahl der geleisteten Arbeitsstunden kaum ausgeweitet, jedoch verbesserte sich ihre qualitative Zusammensetzung. Im gesamten Beobachtungszeitraum 2004 bis 2014 stieg das Bildungsniveau im Durchschnitt um 0,66% pro Jahr, mit einer stärkeren Expansion in der zweiten Teilperiode 2010/2014 (Übersicht 2). So kann ein beträchtlicher Teil des Wirtschaftswachstums einer Ausweitung der Bildung zugerechnet werden.

Durch die Berücksichtigung der Qualifikationsstruktur des Arbeitseinsatzes anstelle der reinen Arbeitsmenge gemessen in Stunden fällt auch der Beitrag der als Restgröße bestimmten totalen Faktorproduktivität mit +0,18 oder +0,14 Prozentpunkten deutlich niedriger aus. Diese Größe gilt als Maß für den technischen Fortschritt, enthält jedoch in der empirischen Schätzung sämtliche nicht durch die Ausweitung des Arbeits- oder Kapitaleinsatzes berücksichtigten Einflüsse auf die Produktion. Mit der Modellierung des Arbeitseinsatzes in Effizienzeinheiten ist der Wert geringer als im Standardmodell (+0,50 bzw. +0,34 Prozentpunkte). Somit kann ein Teil des Wachstums (+0,32 bzw. +0,20 Prozentpunkte) durch die Qualifikationssteigerung der Arbeitskräfte erklärt werden. Diese Verschiebung des Wachstumsbeitrages von der totalen Faktorproduktivität zum Arbeitseinsatz in Effizienzeinheiten zeigt auch Abbildung 5.

Abbildung 5: Schätzung der Wachstumsbeiträge

2004/2014



Q: WIFO-Berechnungen. Standardmodell: Arbeitsvolumen in h; Erweitertes Modell: Arbeitsvolumen in Effizienzeinheiten.

4. Zusammenfassung

Erstmalig wird in der vorliegenden Arbeit ein Maß für den qualifikationsgewichteten Arbeitseinsatz in Österreich nach Katz – Murphy (1992) ermittelt. Als Basis dient der Arbeitseinsatz gemessen in Stunden, welcher die Effizienz bzw. die Qualität der Arbeitsleistung berücksichtigt. Diese wird für unterschiedliche Arbeitseinsatzkategorien aufgrund ihres erzielbaren Einkommens geschätzt. Basis der Schätzung sind Daten aus dem SILC (Survey on Income and Living Conditions) der EU von 2005 bis 2014, welche in insgesamt 80 Arbeitseinsatzkategorien (vier Ausbildungsstufen, Geschlecht und zehn Altersstufen) unterteilt werden. Während der Arbeitseinsatz gemessen in Stunden zwischen 2005 und 2014 fast stagnierte (+1,8%), stieg das so berechnete eingesetzte Humankapital im selben Zeitraum deutlich (+6,8%).

In einer Wachstumszerlegung anhand dieser neu ermittelten Reihe des Humankapitaleinsatzes wird der Wachstumsbeitrag des Faktors Arbeit in der Vergangenheit bestimmt. Während die fast stagnierende Zahl der geleisteten Arbeitsstunden zwischen 2005 und 2014 nur wenig zum Wirtschaftswachstum beitrug, verdreifacht bzw. vervierfacht sich der Beitrag des Faktors Arbeit (je nach Modellspezifizierung), wenn dieser mit Bildungseffekten gewichtet wird. Durch die Berücksichtigung der Bildungsstruktur des Arbeitseinsatzes kann ein großer Teil des vergangenen Wirtschaftswachstums erklärt werden, welcher ansonsten als Restgröße der totalen Faktorproduktivität zugeordnet würde.

5. Literaturhinweise

- Bassanini, A., Scarpetta, S., "Does Human Capital Matter for Growth in OECD Countries? A Pooled Mean-Group Approach", *Economics Letters*, 2002, 74(3), S. 399-405.
- Bilek-Steindl, S., Glocker, Ch., Kaniowski, S., Url, Th., "Outputlücke und strukturelles Defizit für Österreich. Kritische Analyse der Methode der Europäischen Kommission", *WIFO-Monatsberichte*, 2013, 86(9), S. 737-751, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/46945>.
- Bilek-Steindl, S., Glocker, Ch., Kaniowski, S., Url, Th., *Austria 2025 – The Effect of Human Capital Accumulation on Output Growth*, WIFO, Wien, 2016, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/59175>.
- Böheim, R., Himpele, K., Mahringer, H., Zulehner, Ch., "The Distribution of the Gender Wage Gap in Austria: Evidence from Matched Employer-Employee Data and Tax Records", *Journal for Labour Market Research*, 2013, 46(1), S. 19-34.
- Böheim, R., Rocha-Akis, S., Zulehner, Ch., "Lohnunterschiede zwischen Frauen und Männern: Die Rolle von Teilzeit- und Vollzeitbeschäftigung", *WIFO-Monatsberichte*, 2013, 86(11), S. 883-896, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/47036>.
- Bosworth, B., Collins, S. M., Chen, Y. C., "Accounting for Differences in Economic Growth", *Brookings Institution International Economics, Working Papers*, 1995, (115).

- D'Auria, F., Denis, C., Havik, K., Mc Morrow, K., Planas, C., Raciborski, R., Röger, W., Rossi, A., "The production function methodology for calculating potential growth rates and output gaps", Europäische Kommission, European Economy, Economic Papers, 2010, (420).
- de la Fuente, A., Doménech, R., "Human Capital in Growth Regressions: How Much Difference Does Data Quality Make?", Journal of the European Economic Association, 2006, 4(1), S. 1-36.
- Fersterer, J., Winter-Ebmer, R., "Are Austrian Returns to Education Falling Over Time?", Labour Economics, 2003, 10(1), S. 73-89.
- Goldin, C., Katz, L. F., The Race Between Education and Technology, Belknap Press, Cambridge, MA, 2008.
- Johansson, A., Guillemette, Y., Murtin, F., Turner, D., Nicoletti, G., de la Maisonneuve, C., Bagnoli, P., Bousquet, G., "Long-Term Growth Scenarios", OECD Economics Department Working Papers, 2013, (1000).
- Katz, L., Murphy, K. M., "Changes in Relative Wages, 1963-1987: Supply and Demand Factors", The Quarterly Journal of Economics, 1992, 107(1), S. 35-78.
- Mankiw, N. G., Romer, D., Weil, D. N., "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", The Quarterly Journal of Economics, 1992, 107(2), S. 407-437.
- OECD, Education at a Glance 2015 – OECD indicators, Paris, 2015.
- Peneder, M., Falk, M., Hölzl, W., Kaniovski, S., Kratena, K., "WIFO-Weißbuch: Technologischer Wandel und Produktivität. Disaggregierte Wachstumsbeiträge in Österreich seit 1990", WIFO-Monatsberichte, 2007, 80(1), S. 33-46, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/28021>.
- Pritchett, L., "Population Growth, Factor Accumulation, and Productivity", Policy Research Working Paper, 1996, (WPS1567).
- Schultz, T. W., "Investment in Human Capital", American Economic Review, 1961, 51(1), S. 1-17.
- Wood, S. N., "Stable and Efficient Multiple Smoothing Parameter Estimation for Generalized Additive Models", Journal of the American Statistical Association, 2004, 99, S. 673-686.
- Wood, S. N., "Fast Stable Restricted Maximum Likelihood and Marginal Likelihood Estimation of Semiparametric Generalized Linear Models", Journal of the Royal Statistical Society, 2011, B 73(1), S. 3-36.