

Andrea Kunnert, Peter Mayerhofer, Dieter Pennerstorfer

Demographischer Wandel und regionale Produktivitätsentwicklung in Österreich

Der demographische Wandel hat neben einer Erhöhung der Belastungsquote (Verhältnis zwischen der Zahl der nicht Erwerbstätigen und jener der Erwerbstätigen) auch eine Veränderung der Altersstruktur der erwerbstätigen Bevölkerung zur Folge. Da Produktivität eng mit altersspezifischen Faktoren (z. B. Erfahrung, Ausbildung, Gesundheitszustand) zusammenhängt und der demographische Wandel in Österreich regional sehr unterschiedlich verläuft, sind Auswirkungen auf die regionale Produktivitätsentwicklung und die regionale Wettbewerbsfähigkeit zu erwarten. Empirische Untersuchungen für die österreichischen Bundesländer und NUTS-3-Regionen zeigen einen statistisch signifikanten und umgekehrt U-förmigen Zusammenhang zwischen der Altersstruktur der Bevölkerung und der Produktivitätsveränderung. Diese Ergebnisse werden auch durch verschiedene Modellerweiterungen gestützt. Die relativ flache Produktivitätsspitze im Haupterwerbssalter lässt ein rasches Einsetzen der positiven Effekte des Alterns (z. B. Sammeln von Erfahrung) und ein spätes Einsetzen der negativen Effekte (z. B. Verschlechterung der Gesundheit) vermuten. Durch gesundheits- und bildungspolitische Maßnahmen kann Produktivitätsverlusten im späten Erwerbssalter entgegengewirkt werden.

Der vorliegende Bericht fasst Teilergebnisse einer Studie des WIFO im Auftrag der Verbindungsstelle der Österreichischen Bundesländer zusammen: Andrea Kunnert, Oliver Fritz, Dieter Pennerstorfer (WIFO), Gerhard Streicher (Joanneum Research), Birgit Aigner, Thomas Döring (Fachhochschule Kärnten), Demographischer Wandel als Herausforderung für Österreich und seine Regionen. Teilbericht 3: Alterung und regionale Wettbewerbsfähigkeit (November 2010, 109 Seiten, 50 €, kostenloser Download: <http://www.wifo.ac.at/wga/pubid/41128>). • Begutachtung: Oliver Fritz • Wissenschaftliche Assistenz: Andrea Grabmayer, Andrea Hartmann, Maria Thalhammer • E-Mail-Adressen: Andrea.Kunnert@wifo.ac.at, Peter.Mayerhofer@wifo.ac.at, Dieter.Pennerstorfer@wifo.ac.at

Die Alterung der Gesellschaft stellt viele europäische Länder vor die Herausforderung, den ökonomischen Lebensstandard trotz der Änderungen der demographischen Struktur der Bevölkerung zu erhalten. Im Mittelpunkt der wirtschaftspolitischen Diskussion steht dabei meist der mit der Alterung der Gesellschaft verbundene Anstieg der Belastungsquote (Verhältnis zwischen der Zahl der nicht Erwerbstätigen und jener der Erwerbstätigen). Eine Anhebung des tatsächlichen Pensionsantrittsalters wird dabei als wirksames Instrument gesehen, um die negativen Auswirkungen der demographischen Strukturveränderung auf die Wertschöpfung zu mildern. Diese Diskussion greift aus zwei Gründen zu kurz:

- Der demographische Wandel beeinflusst nicht nur die Belastungsquote, sondern verändert auch die demographische Struktur der erwerbstätigen Bevölkerung. Auch dieser Effekt beeinflusst die Wertschöpfung.
- Die positive Wirkung einer Anhebung des Pensionsantrittsalters auf die Wertschöpfung hängt von der Produktivität der älteren Arbeitskräfte ab. Wenn die Produktivität im Alter stark abnimmt, würde die Zunahme der Wertschöpfung durch eine Anhebung des Pensionsantrittsalters geringer ausfallen als prognostiziert. Für ältere Erwerbstätige wären in diesem Fall hohe Arbeitslosigkeit und/oder niedrige Löhne zu erwarten.

Um die Auswirkungen des demographischen Wandels vollständig zu erfassen und die Wirksamkeit von Maßnahmen wie der Anhebung des Pensionsantrittsalters beurteilen zu können, ist daher die Analyse des Zusammenhanges zwischen der Altersstruktur der Erwerbstätigen und der Wertschöpfung von besonderer Bedeutung.

Empirische Evidenz zum Zusammenhang zwischen Altersstruktur und Produktivität

Der demographische Wandel kann direkt auf die Produktivität einer Volkswirtschaft einwirken oder diese indirekt über andere Wachstumsdeterminanten beeinflussen (Lindh – Malmberg, 1999)¹⁾. Als wichtiger Wirkungsmechanismus wird häufig der Erfahrungseffekt im aggregierten Humankapital hervorgehoben (Feyrer, 2007, Brunow – Hirte, 2009, Lindh – Malmberg, 1999, 2009). Poot (2008) identifiziert auch Wirkungskanäle über Arbeitsmobilität, den Kapitalstock und Investitionen, Infrastruktur und Skalenerträge sowie über Ideen und Innovation²⁾. Obwohl also bereits empirische Evidenz zu den vermuteten Wirkungskanälen vorliegt, wird der demographische Wandel in der Wachstumsliteratur meist nur rudimentär in Form von Bevölkerungswachstum (bzw. Veränderung der Erwerbsbevölkerung) oder Belastungsquoten berücksichtigt (Feyrer, 2007, Kelley – Schmidt, 2005), ohne eine direkte Verbindung zu möglichen Veränderungen der Produktivität herzustellen.

Die empirische Literatur zum Zusammenhang zwischen Alterung und Produktivitätsentwicklung kommt nicht zu eindeutigen Aussagen. So sind die Ergebnisse u. a. wegen der abweichenden Einteilung der Altersklassen zwischen verschiedenen Beiträgen nicht vergleichbar. Die Studien, die explizit den Einfluss der Altersstruktur (oder ihrer Veränderung) auf die Produktivitätsentwicklung modellieren, finden hingegen meist einen invers U-förmigen Zusammenhang: In den mittleren Altersklassen sind die Erwerbstätigen demnach produktiver als in den unteren und den oberen Klassen; hinsichtlich der Produktivitätsspitze divergieren die Ergebnisse jedoch. Der vorliegende Beitrag orientiert sich vor allem an den Studien von Brunow – Hirte (2006) und Lindh – Malmberg (1999, 2009), die auf dem neoklassischen Wachstumsmodell von Solow (1956) beruhen und die Altersstruktur als Cobb-Douglas-Index implementieren (Gleichung (2)). Brunow – Hirte (2006) finden in einer Querschnittsuntersuchung der NUTS-2-Regionen der EU 15 unter Berücksichtigung möglicher regionaler Spillover-Effekte einen invers U-förmigen Verlauf der Produktivität mit der Produktivitätsspitze zwischen 30 und 44 Jahren. In umfassenden Panelstudien von Lindh – Malmberg (1999, 2009) zum Beitrag einzelner Altersklassen zum Produktivitätswachstum in den OECD- und EU-Ländern liegt die höchste Produktivität hingegen im späten Erwerbsalter (50- bis 64-Jährige). Brunow – Hirte (2009) stellen das altersspezifische Humankapital in den Vordergrund und berücksichtigen auch sektorale und regionale Spillover-Effekte; sie finden im Gegensatz zu den anderen genannten Beiträgen einen U-förmigen Verlauf des Einflusses des altersspezifischen Humankapitals auf die Produktivitätsentwicklung. Die niedrigste Produktivität weist in dieser Studie die Altersklasse der 30- bis 39-Jährigen auf; die hohe durchschnittliche Produktivität älterer Arbeitskräfte würde damit zusammenhängen, dass Arbeitskräfte mit niedriger Produktivität früh in Pension gehen.

Die Arbeit von Skans (2008) ist viel weniger an die theoretische Wachstumsliteratur angebunden und untersucht den Zusammenhang zwischen Altersklassen und Produktivität im produzierenden Sektor rein explorativ für schwedische Regionen zwischen 1985 und 1996, ohne explizit Produktionsfaktoren zu berücksichtigen. Am höchsten wäre die Produktivität demnach in der Altersklasse zwischen 50 und 59 Jahren. Feyrer (2007) untersucht den Zusammenhang zwischen Altersstruktur und Produktivitätsniveau und -veränderung für 87 Industrie- und Entwicklungsländer zwischen 1960 und 1990. Den höchsten Wachstumsbeitrag liefert in dieser Studie die Altersklasse der 40- bis 49-Jährigen. Tang – MacLeod (2006) unterscheiden in ihrer Produktivitätsschätzung für kanadische Regionen zwischen 1981 und 2001 lediglich die zwei Altersklassen unter 55-Jährige und über 55-Jährige, wobei eine Zunahme des Anteils der über 55-Jährigen an den Erwerbstätigen die gesamtwirtschaftliche Produktivitätsentwicklung signifikant negativ beeinflusst.

¹⁾ Einen Überblick über empirische Beiträge zu den Auswirkungen der Alterung auf die individuelle Produktivität (Mikrostudien) und zum Einfluss der Altersstruktur der Arbeitskräfte eines Unternehmens auf die Unternehmensproduktivität (Mesostudien) bieten Kunnert et al. (2010), Börsch-Supan – Düzgün – Weiss (2005), Prskawetz et al. (2006), Prskawetz et al. (2007) und Skirbekk (2004, 2008).

²⁾ Diese Wirkungskanäle hängen von der Altersverteilung der Bevölkerung bzw. ihrer Veränderung und den relativen Preisen von Arbeit und Kapital aufgrund von altersspezifischem Arbeitskräfteangebots- bzw. Sparverhalten ab.

Theoretische Fundierung: Altersstruktur als Produktionsfaktor

Die theoretische Basis der empirischen Analyse bildet eine von *Mankiw – Romer – Weil* (1992) spezifizierte Cobb-Douglas-Produktionsfunktion. Die Produktionsmenge Y_{it} zum Zeitpunkt t in der Region i ist eine Funktion des technologischen Fortschrittes A_{it} ¹⁾, des Kapitalstockes K_{it} , der eingesetzten Arbeit L_{it} und des Humankapitals H_{it} :

$$(1) \quad Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha} H_{it}^{\beta} L_{it}^{\gamma}.$$

Für die Output-Elastizitäten α , β und γ gilt $0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$. Da konstante Skalenerträge unterstellt werden, gilt $\gamma = 1 - \alpha - \beta$. In Anlehnung an *Lindh – Malmberg* (1999) wird die Altersstruktur der Erwerbsbevölkerung mithilfe eines Cobb-Douglas-Index N_{it} abgebildet, wobei n_{ijt} dem Anteil der Erwerbsbevölkerung in der Altersklasse j ($j = 1, \dots, m$) an der gesamten Erwerbsbevölkerung entspricht und a_j als zugehöriges Gewicht betrachtet werden kann:

$$(2) \quad N_{it} = \prod_{j=1}^m n_{ijt}^{a_j}.$$

Wie in *Brunow – Hirte* (2006) nimmt der vorliegende Beitrag einen Einfluss der Altersstruktur nicht nur auf das Humankapital H_{it} (zunehmende Erfahrung), sondern auch auf den Arbeitseinsatz L_{it} an (z. B. gesundheitliche Faktoren, Ausmaß der Teilnahme am Erwerbsleben)²⁾. Ähnlich wie bei *Feyrer* (2007) und *Tang – MacLeod* (2006) (aber anders als bei *Lindh – Malmberg*, 1999, und *Brunow – Hirte*, 2006) geht die Bevölkerung im nicht-erwerbsfähigen Alter nicht in diesen Index ein, da der Zusammenhang zwischen der Altersstruktur der Erwerbsbevölkerung und der Arbeitsproduktivität im Vordergrund steht und somit die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter detaillierter dargestellt werden kann:

$$(3) \quad Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha} (H_{it} N_{it})^{\beta} (L_{it} N_{it})^{1-\alpha-\beta}.$$

Die Gesamtproduktion Y_{it} dividiert durch das Arbeitsvolumen L_{it} ergibt die Arbeitsproduktivität y_{it} . Der Kapitalstock und der Humankapitalstock je Arbeitseinheit sind mit k_{it} und h_{it} bezeichnet. Durch Logarithmieren ergibt sich eine Darstellung mit linearen Parametern:

$$(4) \quad \log y_{it} = \log A_{it} + \alpha \log k_{it} + \beta \log h_{it} + (1-\alpha) \sum_{j=1}^m a_j \log n_{ijt}.$$

Durch Bilden von Veränderungsrate kann die Entwicklung der Produktivität abhängig vom Wachstum des Kapitalstockes, des Humankapitals und den Veränderungen der Altersklassen abgebildet werden:

$$(5) \quad \Delta \log y_{it} = \Delta \log A_{it} + \alpha \Delta \log k_{it} + \beta \Delta \log h_{it} + (1-\alpha) \sum_{j=1}^m a_j \Delta \log n_{ijt}.$$

Die Koeffizienten der Produktionsfaktoren sind für die Erklärung des Produktivitätsniveaus (Gleichung (4)) und der Produktivitätsveränderung (Gleichung (5)) gleich. Die Koeffizienten α und β müssen zwischen 0 und 1 liegen (d. h. es wird ein positiver Zusammenhang zwischen den Produktionsfaktoren und der Produktivität erwartet), für a_j bestehen keine theoretischen Restriktionen. Die Wachstumsgleichung (5) ist die Grundlage für die empirische Schätzung des Basismodells im vorliegenden Beitrag.

¹⁾ Der technologische Fortschritt ist empirisch schwierig zu identifizieren. Deshalb müssen Annahmen über die zeitliche und regionale Veränderung getroffen werden. So kann er z. B. zeitspezifisch sein oder einem Trend folgen, das Niveau kann von Region zu Region variieren oder sich regionsspezifisch verändern. Ganz allgemein wird hier von A_{it} ausgegangen. – ²⁾ *Lindh – Malmberg* (1999) modellieren den Einfluss der Altersstruktur auf die Produktivität nur über das Humankapital. Für die empirische Schätzung ist dies jedoch irrelevant.

Der vorliegende Beitrag kombiniert die Stärken der zitierten Arbeiten:

- Die Pro-Kopf-Bruttowertschöpfung wird als erklärende Variable nicht an der Bevölkerung, sondern an der Beschäftigung gemessen, sodass sie ein besserer Indikator für die Produktivität ist.
- Neben den Altersklassen berücksichtigen die ökonometrischen Schätzungen Indikatoren für das physische Kapital und das Humankapital. Die Schätzgleichungen sind daher durch die theoretische Wachstumsliteratur gut fundiert (siehe Kästen).

- Die Analyse wird auf unterschiedlichen regionalen Ebenen durchgeführt (NUTS 2 und NUTS 3)³⁾. Durch vergleichsweise lange Zeitreihen (24 Jahre auf NUTS-2-Ebene und 12 Jahre auf NUTS-3-Ebene) kann die Panelstruktur des Datensatzes in der Schätzung gut genutzt werden. Der große Vorteil der Analyse auf NUTS-3-Ebene ist die Kleinräumigkeit, während für die Untersuchung auf NUTS-2-Ebene auf sehr lange Zeitreihen zurückgegriffen werden kann.
- In der kleinräumigen Analyse (NUTS-3-Ebene) werden räumliche Spillover-Effekte in der Schätzung direkt berücksichtigt (durch Spezifikation eines Spatial-Lag-Panel-Modells).

Modellierung des Zusammenhangs zwischen Altersstruktur und Wachstum

Der für die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen der Altersstruktur der Erwerbstätigen und der Produktivität aufbereitete Paneldatensatz weist sowohl Variationen über den Beobachtungszeitraum (t) als auch zwischen den Regionen (i) auf. Die Schätzgleichung (6) ist eine aus einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion abgeleitete Wachstumsgleichung der (logarithmierten) Produktivität y_{it} (Gleichung (5)) und wird um einen stochastischen Fehlerterm ε_{it} erweitert.

Die Wachstumsgleichung berücksichtigt neben dem technologischen Fortschritt (A_{it}), dem Kapitalstock (k_{it}) und dem Humankapitalstock (h_{it}) je Arbeitseinheit auch explizit die Altersstruktur der erwerbsfähigen Bevölkerung in m Altersklassen (n_{ijt}). So entspricht die Variable n_{it}^{55-64} dem Anteil der 55- bis 64-Jährigen an der erwerbsfähigen Bevölkerung (15 bis 64 Jahre). Die Konstante wird durch c repräsentiert. Neben einer engeren Anlehnung an die Wachstumsliteratur bietet das Schätzen von Differenzen (Veränderungsraten; Gleichung (6)) den Vorteil besserer statistischer Eigenschaften, da eher von Stationarität ausgegangen werden kann (Feyrer, 2007):

$$(6) \quad \Delta \log y_{it} = c + \Delta \log A_{it} + \alpha \Delta \log k_{it} + \beta \Delta \log h_{it} + (1-\alpha) \sum_{j=1}^m a_j \Delta \log n_{ijt} + \Delta \varepsilon_{it}.$$

Die Schätzgleichung enthält fixe Zeiteffekte und fixe Regionseffekte, die den technologischen Fortschritt abbilden⁴⁾ und auch möglichen Verzerrungen durch das Fehlen oder Ungenauigkeiten der Variablen entgegenwirken.

Zusätzliche Wachstumsfaktoren, Konvergenz und räumliche Spillover-Effekte

Um den unterschiedlichen Ansätzen zur Abbildung des demographischen Wandels und den Erkenntnissen der regionalen Wachstumsliteratur gerecht zu werden und um die Robustheit der Ergebnisse zu verdeutlichen, wird die Basisspezifikation auf drei Arten erweitert⁵⁾:

- Erweiterung 1: In einem ersten Schritt werden zusätzliche mögliche Wachstumsfaktoren als erklärende Faktoren in das Modell aufgenommen, und zwar die Bevölkerungs-, Erwerbs- und Produktionsdichte (Erweiterungen 1.1 bis 1.3), die Bevölkerungsveränderung (1.4) sowie die Industriestruktur (1.5)⁶⁾. Diese zusätzlichen Einflussfaktoren werden anhand der Ergebnisse von Crespo Cuaresma – Doppelhofer – Feldkircher (2009) ausgewählt, die zahlreiche Wachstumsdeterminanten

³⁾ NUTS (nomenclature des unités territoriales statistiques) ist eine Systematik für statistische Gebietseinheiten. In Österreich entsprechen die NUTS-2-Regionen den Bundesländern, die 35 NUTS-3-Regionen sind hierarchisch die nächstkleinere Gliederung.

⁴⁾ Dabei wird in der empirischen Analyse unterstellt, dass der technologische Fortschritt in eine (fixe) Zeitkomponente und eine (fixe) Regionskomponente geteilt werden kann: $A_{it} = A_t^i \times A_i$ bzw. $\Delta \log A_{it} = \Delta \log A_t + \log A_i$.

⁵⁾ Im Detail werden die in den Erweiterungen verwendeten Schätzmethoden in Kunnert – Mayerhofer – Pennerstorfer (2011) und Kunnert et al. (2010) diskutiert.

⁶⁾ Erwerbsdichte, Produktionsdichte: Zahl der Erwerbstätigen bzw. reale Bruttowertschöpfung gemessen an der Fläche der Region (zur Definition der Variablen siehe Übersicht 1).

für das (europäische) regionale Wirtschaftswachstum mithilfe von Bayesian Model Averaging identifizieren.

- Erweiterung 2: Die Produktivitätsentwicklung wird nicht nur durch die Produktionsfaktoren, sondern auch durch das ursprüngliche Produktivitätsniveau bestimmt (Barro – Sala-i-Martin, 1992; zur Herleitung der Steady-State-Wachstumsgleichung mit Altersstruktur siehe z. B. Brunow – Hirte, 2006). Theoretisch sollte sich dabei ein (eventuell durch andere Einflussfaktoren bedingter) Aufholprozess jener Regionen ergeben, die zuvor ein niedrigeres Produktivitätsniveau aufwiesen. Da Österreich ein geographisch eng abgeschlossenes Untersuchungsgebiet ist, könnten vermehrt auch andere – der Konvergenzhypothese eventuell entgegengesetzte – Kräfte eine Rolle spielen. Um die Ergebnisse methodisch abzusichern, wird neben einer Kleinstquadratschätzung (OLS, Erweiterung 2.1) auch eine GMM-Schätzung (Erweiterung 2.2) durchgeführt.

Übersicht 1: Variablenbeschreibung

$\log y_{it}$	Produktivität (reale Bruttowertschöpfung je Erwerbstätige)	$\log \frac{rBWS_{it}}{ET_{it}}$
$\Delta \log y_{it}$	Veränderungsrate der Produktivität	$\log \frac{BWS_{it+1}}{ET_{it+1}} - \log \frac{BWS_{it}}{ET_{it}}$
$\Delta \log k_{it}$	Veränderungsrate des realen Kapitalstocks je Arbeitseinheit (Erwerbstätige)	$\log \frac{rKS_{it+1}}{ET_{it+1}} - \log \frac{rKS_{it}}{ET_{it}}$
$\Delta \log h_{it}$	Veränderungsrate des Humankapitalstocks je Arbeitseinheit	$\log \frac{(M+A)_{it+1}}{BEV_{it+1}^{>15}} - \log \frac{(M+A)_{it}}{BEV_{it}^{>15}}$
$\Delta \log n_{it}^{15-34}$	Veränderung des Anteils der Bevölkerung zwischen 15 und 34 Jahren an der erwerbsfähigen Bevölkerung (15 bis 64 Jahre)	$\log \frac{BEV_{it+1}^{15-34}}{BEV_{it+1}^{15-64}} - \log \frac{BEV_{it}^{15-34}}{BEV_{it}^{15-64}}$
$\Delta \log n_{it}^{35-44}$	Veränderung des Anteils der Bevölkerung zwischen 35 und 44 Jahren an der erwerbsfähigen Bevölkerung (15 bis 64 Jahre)	$\log \frac{BEV_{it+4}^{35-44}}{BEV_{it+4}^{15-64}} - \log \frac{BEV_{it}^{35-44}}{BEV_{it}^{15-64}}$
$\Delta \log n_{it}^{45-54}$	Veränderung des Anteils der Bevölkerung zwischen 45 und 54 Jahren an der erwerbsfähigen Bevölkerung (15 bis 64 Jahre)	$\log \frac{BEV_{it+1}^{45-54}}{BEV_{it+1}^{15-64}} - \log \frac{BEV_{it}^{45-54}}{BEV_{it}^{15-64}}$
$\Delta \log n_{it}^{55-64}$	Veränderung des Anteils der Bevölkerung zwischen 55 und 64 Jahren an der erwerbsfähigen Bevölkerung (15 bis 64 Jahre)	$\log \frac{BEV_{it+1}^{55-64}}{BEV_{it+1}^{15-64}} - \log \frac{BEV_{it}^{55-64}}{BEV_{it}^{15-64}}$
ΔX_{it}^1	Veränderung der Bevölkerungsdichte (1.000 Personen je km ²)	$\frac{BEV_{it+1} - BEV_{it}}{Fläche_i}$
ΔX_{it}^2	Änderung der Erwerbsdichte (Erwerbstätige pro Fläche)	$\frac{ET_{it+1} - ET_{it}}{Fläche_i}$
ΔX_{it}^3	Änderung der Produktionsdichte (Bruttowertschöpfung pro Fläche)	$\frac{rBWS_{it+1} - rBWS_{it}}{Fläche_i}$
ΔX_{it}^4	Veränderungsrate der Bevölkerung	$\log BEV_{it+1} - \log BEV_{it}$
ΔX_{it}^5	Veränderung des Industrieanteils an der Bruttowertschöpfung	$\log \frac{BWS_{it+1}^{Ind}}{BWS_{it+1}} - \log \frac{BWS_{it}^{Ind}}{BWS_{it}}$

Q: Statistik Austria, WIFO-Berechnungen. Veränderungsrate in t beziehen sich auf die Veränderung zwischen t und $t+1$, das entspricht 4 Jahren. $i \dots$ Bundesländer ($i = 1, \dots, 9$), $j \dots$ NUTS-3-Regionen ($j = 1, \dots, 35$), $t \dots$ Zeitpunkte (Basismodell, Erweiterungen 1 und 2: $t = 1983, 1987, 1991, 1995, 1999, 2003, 2007$; Erweiterung 3: $t = 1995, 1999, 2003, 2007$).

- Erweiterung 3: Für die Analyse des Zusammenhanges zwischen demographischem Wandel und Produktivitätsentwicklung ist grundsätzlich eine möglichst kleinräumige Analyse wünschenswert: Zum einen verschwinden durch Aggregation zu größeren räumlichen Einheiten (etwa NUTS-2-Regionen oder Länder) die auf kleinräumiger Ebene bestehenden Unterschiede zwischen städtischer und ländlicher Struktur oder zwischen der Fokussierung auf Sachgüterproduktion, Landwirtschaft oder Tourismus. Zum anderen können durch die geographische Nähe der Regionen Spillover-Effekte zwischen den räumlichen Einheiten das regionale Produktivitätsniveau und -wachstum beeinflussen. So lässt sich etwa die räumliche Diffusion technologischer Innovationen ("technological spillovers"; sie-

he etwa *Brunow – Hirte*, 2006) auf einer niedrigeren Aggregationsebene besser darstellen. In den Schätzungen für die 35 österreichischen NUTS-3-Regionen werden deshalb räumliche Spillover-Effekte (zwischen benachbarten Regionen) explizit modelliert und geschätzt.

Datengrundlage

Die empirische Untersuchung bezieht sich (im Basismodell und den Erweiterungen 1 und 2) auf die neun österreichischen NUTS-2-Regionen (Bundesländer) und auf den Zeitraum 1983/2007 in Vierjahresschritten (1983, 1987, 1991, 1995, 1999, 2003 und 2007). Daher werden auch die Veränderungsdaten über Vierjahresperioden gebildet. In Anlehnung an die empirische Literatur werden keine jährlichen Veränderungsdaten verwendet, da die demographische Entwicklung üblicherweise sehr langsam verläuft und das Forschungsinteresse in der Analyse der langfristigen Produktivitätsveränderung (und nicht kurzfristiger konjunkturbedingter Schwankungen) liegt. Insgesamt stehen somit 54 Beobachtungen zur Verfügung (9 NUTS-2-Regionen und 6 Perioden; Übersicht 1).

Die abhängige Variable ist die Veränderung der logarithmierten Arbeitsproduktivität, d. h. die reale Bruttowertschöpfung (zu Preisen von 2005) pro Kopf, gemessen an der Zahl der Erwerbstätigen. Für die Bruttowertschöpfung, die Erwerbstätigen und die Investitionen stehen ab 1995 Daten aus der regionalen Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung von Statistik Austria zur Verfügung⁷⁾. Als Indikator für das Humankapital wird ähnlich wie bei *Tang – MacLeod* (2006) der logarithmierte Anteil der Wohnbevölkerung mit Matura oder Hochschulabschluss verwendet (Quelle: Mikrozensus von Statistik Austria). Für die Altersstruktur werden die Altersklassen "Ausbildungsphase und frühe Erwerbsphase" (15 bis 34 Jahre), "Haupterwerbsphase" (35 bis 44 Jahre und 45 bis 54 Jahre) und "spätes Erwerbsalter" (55 bis 64 Jahre) auf die gesamte erwerbsfähige Bevölkerung am Wohnort (Bevölkerung zwischen 15 und 64 Jahren) bezogen (Quelle: Statistik Austria)⁸⁾.

Für die erste Erweiterung wurden zusätzlich Bevölkerungs-, Beschäftigungs- und Produktionsdichte, Bevölkerungsentwicklung und Industrieanteil berücksichtigt⁹⁾.

Für die dritte Erweiterung (Disaggregation auf die NUTS-3-Regionen) ist der Beobachtungszeitraum kürzer, die Vierjahresschritte werden aber beibehalten (1995, 1999, 2003, 2007, d. h. 3 Perioden)¹⁰⁾. Die Arbeitsproduktivität wird wieder als reale Bruttowertschöpfung pro Kopf (Erwerbstätige) gemessen¹¹⁾. Für den Kapitalstock stehen auf NUTS-3-Ebene keine Daten zu Verfügung, er wird durch den Anteil des produzierenden Bereichs an der Bruttowertschöpfung angenähert¹²⁾. Fehlende Bevölkerungsdaten (vor allem die Altersstruktur vor 2001) wurden durch WIFO-Berechnungen ergänzt (Fort- bzw. Rückschreibung der Altersstruktur aus den Volkszählungen 1991 und 2001 von Statistik Austria). Humankapital und Altersklassen sind wie im Basismodell definiert (Übersicht 1).

⁷⁾ Für die Zeit davor wurden die Daten aus dem regionalen WIFO-Modell MultiReg entnommen. Die Daten wurden vom WIFO anhand der Entwicklung der realen Bruttowertschöpfung nach Sektoren zurückgeschrieben. Der Kapitalstock basiert ebenfalls auf WIFO-Berechnungen.

⁸⁾ Die Berechnung der Altersklassen und des Humankapitals ist insofern weniger konsistent als jene der Produktivität, als sie (mangels geeigneter Daten) auf der erwerbsfähigen – anstelle der erwerbstätigen – Bevölkerung am Wohnort – anstelle des Arbeitsortes – beruht.

⁹⁾ Mit Ausnahme der Bevölkerungsdaten (Bevölkerungsstatistik) stammen diese Daten ab 1995 aus der regionalen Gesamtrechnung von Statistik Austria, für die Zeit davor wird auf Interpolationen des WIFO zurückgegriffen.

¹⁰⁾ Vor 1995 liegen auf NUTS-3-Ebene keine disaggregierten Daten vor.

¹¹⁾ Die Daten dazu stammen aus der regionalen Gesamtrechnung von Statistik Austria; die Bruttowertschöpfung wurde zusätzlich durch WIFO-Berechnungen nach Sektoren deflationiert.

¹²⁾ Der Anteil des produzierenden Bereichs ist auf NUTS-2-Ebene mit dem Kapitalstock pro Kopf (gemessen an der Zahl der Erwerbstätigen) relativ eng korreliert und dürfte daher auch für die NUTS-3-Ebene eine gute Annäherung sein.

Die Schätzergebnisse des Basismodells (Übersicht 2) zeigen den erwarteten positiven Einfluss der Produktionsfaktoren (physisches Kapital, Humankapital) auf das Produktivitätswachstum. Da alle Variablen in logarithmierter Form in das Modell eingehen, können die Koeffizienten als Elastizitäten interpretiert werden: Eine Veränderung des Wachstums des Kapitalstocks pro Kopf (gemessen an der Zahl der Erwerbstätigen) um 1 Prozentpunkt verändert das Wachstum der Arbeitsproduktivität um 0,3 Prozentpunkte. Der Koeffizient ist statistisch signifikant von Null verschieden und mit der Wachstumsliteratur in Einklang, die von einem Koeffizienten von etwa einem Drittel ausgeht (vgl. *Mankiw – Romer – Weil*, 1992). Die Variable "Humankapital" hat zwar wie erwartet positiven Einfluss auf die Produktivitätsentwicklung, der Effekt ist aber sehr klein und statistisch nicht signifikant, möglicherweise weil die Variable als Anteil der Wohnbevölkerung mit Matura oder einem akademischen Abschluss definiert ist und daher nur die formale Ausbildung erfasst, das tatsächliche Humankapital aber ungenügend abbildet.

Besonderes Augenmerk sollte auf die Interpretation der Koeffizienten der Altersstruktur gelegt werden: Weil sich die (nicht logarithmierten) Anteile der einzelnen Altersklassen auf 1 addieren, müssten zur richtigen Interpretation der Größe der Effekte Annahmen darüber getroffen werden, wie sich ein Anstieg des Anteils einer bestimmten Altersklasse auf die der anderen Altersklassen auswirkt (d. h. deren Anteile müssten entsprechend sinken)¹³). Die Altersklasse der 35- bis 44-Jährigen dient als Referenzgruppe: Die Vorzeichen der Koeffizienten aller anderen Altersklassen sind als Abweichung vom Beitrag zur Produktivitätsveränderung dieser Altersklasse zu interpretieren; da sie durchwegs negativ sind, ist die Altersklasse der 35- bis 44-Jährigen am produktivsten. Am wenigsten tragen die 15- bis 34-Jährigen zur Produktivitätssteigerung bei (-1,14 Prozentpunkte gegenüber den 35- bis 44-Jährigen), weil in dieser Altersklasse der Anteil der Personen in Ausbildung recht hoch ist. Der Beitrag der 45- bis 54-Jährigen zur Produktivitätssteigerung kommt hingegen jenem der 35- bis 44-Jährigen sehr nahe und ist statistisch nicht signifikant davon verschieden. Ein deutlicherer Abstand ergibt sich für die 55- bis 64-Jährigen (-0,36 Prozentpunkte gegenüber dem Wachstumsbeitrag der 35- bis 44-Jährigen). Es gibt daher Evidenz für einen invers U-förmigen Verlauf des Beitrags zur Produktivitätsveränderung, wobei die Produktivitätsspitze in der Altersklasse der 35- bis 54-Jährigen sehr flach verläuft.

Auch die Schätzungen der ersten Modellerweiterung (Erweiterungen 1.1 bis 1.5 in Übersicht 2) mit Berücksichtigung zusätzlicher Produktionsfaktoren bestätigen den umgekehrt U-förmigen Verlauf des Einflusses des Alters auf die Produktivitätsentwicklung mit der höchsten Produktivität in der Gruppe der 35- bis 54-Jährigen (Übersicht 2). Der Koeffizient der Altersklasse der 15- bis 34-Jährigen liegt zwischen -0,62 und -1,17, in drei der fünf Modelle ist er statistisch signifikant. Wie in der Schätzung des Basismodells ist der Koeffizient der Altersklasse der 45- bis 54-Jährigen zwar negativ, allerdings sehr klein und statistisch nicht signifikant. Ein – in vier der fünf Modelle statistisch signifikanter – negativer Einfluss auf die Produktivitätsentwicklung ergibt sich für die Altersklasse der 55- bis 64-Jährigen: Ihr Beitrag zur Produktivitätsveränderung liegt um 0,36 bis 0,38 Prozentpunkte unter dem der 35- bis 44-Jährigen.

Größe und Signifikanz der Koeffizienten für das Kapital (0,30 bis 0,43) und das Humankapital (0,02 bis 0,04) verändern sich durch die Berücksichtigung zusätzlicher Wachstumsdeterminanten in den Erweiterungen gegenüber dem Basismodell kaum. Die Erwerbs- und die Produktionsdichte haben keinen nennenswerten Einfluss auf die Produktivitätsentwicklung (die Koeffizienten sind nahe Null und statistisch nicht signifikant). Ein Anstieg der Veränderung der Bevölkerungsdichte hat ebenso wie eine Beschleunigung des Bevölkerungswachstums einen signifikant negativen Einfluss auf das Produktivitätswachstum. Wie die Diskussion zum Einfluss demographischer Variabler zeigt (z. B. *Kelley – Schmidt*, 2005, verschiedene Beiträge von Barro), ist dieses

Umgekehrt U-förmiger Zusammenhang zwischen Altersstruktur und Produktivität

Bevölkerungswachstum hemmt, steigender Anteil der Sachgütererzeugung begünstigt Produktivitätswachstum

¹³) Die Altersklassen werden aufgrund der theoretischen Fundierung und aus Gründen der Konsistenz mit anderen empirischen Arbeiten in der Schätzgleichung in logarithmierter Form berücksichtigt (zur Diskussion der damit verbundenen Interpretationsprobleme der Koeffizienten siehe *Lindh – Malmberg*, 2009).

Ergebnis mit der Wachstumstheorie konsistent¹⁴). Konkret geht die Beschleunigung des Bevölkerungswachstums um 1 Prozentpunkt mit einer Dämpfung der Produktivitätssteigerung um 3,67 Prozentpunkte einher. Eine Beschleunigung der Veränderung des Anteils der Sachgütererzeugung begünstigt hingegen das Wachstum: Der Koeffizient beträgt 0,65 und ist statistisch signifikant.

Deutliche Konvergenz zwischen den Bundesländern

Die zweite Erweiterung (Erweiterungen 2.1 und 2.2 in Übersicht 2) bildet die Dynamik zwischen künftigem und derzeitigem Produktivitätsniveau bzw. zwischen Produktivitätsveränderung und Ausgangsniveau der Produktivität ab. Hier zeigt sich ebenfalls der Einfluss der Altersstruktur in umgekehrter U-Form (Übersicht 2). Obwohl in diesen Modellen das (logarithmierte) Produktivitätsniveau geschätzt wird, können die Koeffizienten so wie in den Wachstumsgleichungen interpretiert werden (siehe Kasten). Die GMM-Schätzung (Erweiterung 2.2) berücksichtigt explizit die mögliche Endogenität der Produktivität der Vorperiode; die Koeffizienten unterscheiden sich aber kaum von jenen der OLS-Schätzung (Erweiterung 2.1), das Ausmaß der Endogenität dürfte daher gering sein. Durch die zusätzlichen Instrumentvariablen und die damit verbundenen Effizienzverluste des ökonometrischen Schätzverfahrens sind die Ergebnisse in Bezug auf die Altersstruktur allerdings nicht mehr signifikant von Null verschieden. Wie im Basismodell weisen die Ergebnisse auf einen sehr flachen Verlauf der Produktivitätsspitze im Haupterwerbsalter hin: Der Koeffizient für die Altersklasse der 35- bis 44-Jährigen ist sehr klein und statistisch nicht signifikant. Für jüngere und ältere Erwerbsfähige sind die Koeffizienten ähnlich stark negativ wie im Basismodell (wenn auch nur in der OLS-Schätzung statistisch signifikant).

Die Koeffizienten für das Humankapital (0,04 bis 0,06) und den Kapitalstock (0,22 bis 0,40) ändern sich durch die Erweiterung um den intertemporalen Zusammenhang ebenfalls kaum, der Einfluss des Kapitalstockes auf die Produktivitätsentwicklung bleibt statistisch signifikant. Das ursprüngliche Produktivitätsniveau steht in einem positiven und statistisch signifikanten Zusammenhang mit dem künftigen Produktivitätsniveau: Der Koeffizient von 0,62 bedeutet, dass ein Bundesland mit einer um 1% höheren Produktivität als ein anderes Bundesland vier Jahre später eine um nur 0,62% höhere Produktivität aufweisen wird. Die Ergebnisse deuten daher auf eine Konvergenz des Produktivitätsniveaus zwischen den Bundesländern hin.

Positive, aber mäßige räumliche Spillover-Effekte

Die Schätzung auf NUTS-3-Ebene (Erweiterung 3.1 in Übersicht 2) berücksichtigt explizit räumliche Abhängigkeiten zwischen den Regionen. Sie bestätigt die Ergebnisse auf Bundesländerebene: Neben dem Produktivitätsrückstand (negativer Koeffizient) der untersten Altersklasse der 15- bis 34-Jährigen gegenüber den 35- bis 44-Jährigen ist auch jener der höchsten Altersklasse der 55- bis 64-Jährigen signifikant. Die Koeffizienten sind für die 15- bis 34-Jährigen mit $-1,01$, für die 45- bis 54-Jährigen mit $-0,15$ und für die 55- bis 64-Jährigen mit $-0,26$ ähnlich hoch wie im Basismodell. Der umgekehrt U-förmige Verlauf mit flacher Spitze im Haupterwerbsalter ist auch auf kleinräumiger Ebene vorzufinden. Die Koeffizienten für das Humankapital (0,05) und den Anteil der Industrieproduktion als Proxy für physisches Kapital (0,26) sind ebenfalls jenen im Basismodell ähnlich. Anders als im Basismodell ist auch der Einfluss des Humankapitals auf die Produktivitätsveränderung statistisch signifikant. Der räumlich autoregressive Parameter ρ ist auf dem 10%-Niveau signifikant von Null verschieden, eine räumliche Abhängigkeit der Produktivitätsentwicklung scheint daher zu bestehen. Der Koeffizient des Parameters ρ von 0,19 bedeutet, dass die Produktivität in einer Region um 0,19 Prozentpunkt rascher steigt, wenn sie in allen benachbarten NUTS-3-Regionen um 1 Prozentpunkt rascher zunimmt. Das Ausmaß der Spillover-Effekte ist daher ökonomisch bedeutsam.

¹⁴) Mögliche Gründe für den negativen Einfluss wären eine relativ langsamere Investitionsentwicklung (Rückgang des Kapitalstockes pro Kopf), eine divergierende Entwicklung von Gesamtbevölkerung und Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter (Zunahme des Abhängigkeitsquotienten) oder ein Qualitätsverlust des Humankapitals durch den Anstieg der Bevölkerungszahl. Es gibt jedoch auch empirische Studien, die einen positiven Zusammenhang finden (vgl. Kelley – Schmidt, 2001, 2005).

Übersicht 2: Schätzergebnisse für die Produktivitätsentwicklung im Basismodell und den Erweiterungen

Abhängige Variable	Basismodell				Erweiterungen				
	$\Delta \log y_{it}$	1.1 $\Delta \log y_{it}$	1.2 $\Delta \log y_{it}$	1.3 $\Delta \log y_{it}$	1.4 $\Delta \log y_{it}$	1.5 $\Delta \log y_{it}$	2.1 $\log y_{i,t+1}$	2.2 $\log y_{i,t+1}$	3.1 $\Delta \log y_{it}$
Konstante	– 0,01 (0,794)	0,04* (0,011)	0,01 (0,636)	0,06* (0,001)	0,03 (0,318)	0,00 (0,898)	4,07* (0,000)	4,66* (0,018)	
$\Delta \log k_{it}$	0,30* (0,025)	0,41* (0,006)	0,30* (0,026)	0,30* (0,027)	0,35* (0,007)	0,43* (0,004)	0,22* (0,044)	0,40* (0,033)	0,26* (0,000)
$\Delta \log h_{it}$	0,03 (0,580)	0,04 (0,431)	0,03 (0,592)	0,03 (0,591)	0,02 (0,682)	0,03 (0,583)	0,04 (0,320)	0,06 (0,284)	0,05* (0,001)
$\Delta \log n_{it}^{15-34}$	– 1,14* (0,021)	– 0,75 (0,147)	– 1,17* (0,024)	– 1,15* (0,029)	– 0,62 (0,208)	– 0,82* (0,097)	– 1,42* (0,001)	– 0,69 (0,264)	– 1,01* (0,000)
$\Delta \log n_{it}^{45-54}$	– 0,07 (0,471)	– 0,17 (0,145)	– 0,07 (0,473)	– 0,07 (0,477)	– 0,17 (0,104)	– 0,02 (0,805)	0,01 (0,923)	0,05 (0,725)	– 0,15 (0,147)
$\Delta \log n_{it}^{55-64}$	– 0,36* (0,024)	– 0,38* (0,014)	– 0,36* (0,025)	– 0,36* (0,026)	– 0,36* (0,016)	– 0,20 (0,251)	– 0,39* (0,003)	– 0,14 (0,437)	– 0,26* (0,018)
ΔX_{it}^1		– 0,27* (0,088)							
ΔX_{it}^2			0,00 (0,823)						
ΔX_{it}^3				0,00 (0,974)					
ΔX_{it}^4					– 3,67* (0,017)				
ΔX_{it}^5						0,65* (0,060)			
$\log y_{it}$							0,62* (0,000)	0,57* (0,002)	
ρ									0,19* (0,068)
Zeiteffekte	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix
Regionseffekte	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	–	–
R^2	0,51	0,51	0,51	0,53	0,51	0,90			
F-Test, Wald-Test	8,0 (0,000)	8,0 (0,000)	7,1 (0,000)	7,1 (0,000)	9,0 (0,000)	8,2 (0,000)	370,5 (0,000)	1.443,3 (0,000)	–
Schätzmethode	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	GMM	ML
Beobachtungen	54	54	54	54	54	54	54	36	105

Q: WIFO-Berechnungen. GMM-Schätzung: zeitlich verzögerte Variable und deren Differenzen als Instrumente. Kursive Zahlen in Klammern . . . p -Werte, * . . . statistisch signifikant auf dem 10%-Niveau.

Der vorliegende Beitrag findet relativ ähnliche Ergebnisse wie die meisten Arbeiten, die den Zusammenhang zwischen Altersstruktur der Bevölkerung und Produktivität untersuchen. Angesichts des flachen Verlaufes der Produktivität in der Altersklasse der 35- bis 54-Jährigen wird die Produktivitätsspitze nur etwas früher erreicht als in den Panelschätzungen von *Lindh – Malmberg* (1999, 2009) (50- bis 64-Jährige) und *Skans* (2008) (50- bis 60-Jährige). Die Ergebnisse für Österreich sind daher insgesamt auch sehr nahe an jenen von *Feyrer* (2007) (40- bis 49-Jährige), *Brunow – Hirte* (2006) (30- bis 44-Jährige) und *Brunow – Hirte* (2009) (30- bis 49-Jährige). Die Aussagen von *de la Croix – Lindh – Malmberg* (2009) (über 30-Jährige sind produktiver) und *Tang – MacLeod* (2006) (unter 55-Jährige sind produktiver) stehen mit den vorliegenden Ergebnissen ebenfalls nicht im Widerspruch. Auch gemäß der für Österreich auf Unternehmensebene durchgeführten Studie von *Prskawetz – Mahlberg – Skirbekk* (2007) liegt die Produktivitätsspitze unter Berücksichtigung von Sektorunterschieden zwischen 30 und 49 Jahren.

Der demographische Wandel gewinnt mit zunehmender Alterung der Bevölkerung an Bedeutung und wirtschaftspolitischer Brisanz. Auch für Österreich stellt sich vor diesem Hintergrund die Frage, wieweit sich eine Veränderung der Altersstruktur der Bevölkerung auf die Produktivitätsentwicklung und in weiterer Folge auf das Wirtschaftswachstum auswirkt und welche Altersklassen am stärksten zur Produktivitäts-

**Ergebnisse anderer
empirischer Arbeiten
ähnlich**

**Schlussfolgerung:
Negative Effekte des
Alters setzen relativ
spät ein**

steigerung beitragen. Da der demographische Wandel regional unterschiedlich verläuft, sind die Bundesländer dabei in sehr unterschiedlichem Ausmaß betroffen¹⁵⁾.

Wie die vorliegende Untersuchung zeigt, beeinflussen demographische Veränderungen in der erwerbsfähigen Bevölkerung das Produktivitätswachstum signifikant. Daraus sind auch Auswirkungen auf die Entwicklung des BIP pro Kopf zu erwarten.

Der Zusammenhang zwischen Altersstruktur und Produktivitätswachstum verläuft – wie internationale Untersuchungen bestätigen – umgekehrt U-förmig: Jüngere und ältere Erwerbstätige weisen einen geringeren Beitrag zum Produktivitätswachstum auf als Personen im Haupterwerbsalter. Für die Altersklasse der 35- bis 44-Jährigen wurde der stärkste positive Einfluss auf das Produktivitätswachstum identifiziert; der Einfluss der Altersklasse der 45- bis 54-Jährigen ist statistisch gesehen gleich hoch; die Produktivitätsspitze verläuft daher im Haupterwerbsalter sehr flach. Diese Ergebnisse werden durch die Schätzung erweiterter Modelle bestätigt: Die Berücksichtigung möglicher weiterer Wachstumsdeterminanten (Dichtemaße, Bevölkerungswachstum, Industrieanteil) beeinträchtigt den umgekehrt U-förmigen Produktivitätsverlauf mit dem höchsten Beitrag zum Produktivitätswachstum in der Gruppe der 35- bis 54-Jährigen nicht. In Anlehnung an die Konvergenzhypothese weisen die Ergebnisse aus der dynamischen Spezifikation ebenfalls auf einen umgekehrt U-förmigen Verlauf hin; auch hier verläuft der Beitrag zur Produktivitätssteigerung sehr flach über die Altersklassen der 35- bis 54-Jährigen. Auch in einer Modellerweiterung, die Spillover-Effekte zwischen den 35 österreichischen NUTS-3-Regionen berücksichtigt, zeigt sich ein flacher umgekehrt U-förmiger Produktivitätsverlauf über die Altersklassen. Obwohl die Zahl der Beobachtungen gering ist und somit eine gewisse Unsicherheit hinsichtlich der Höhe der Koeffizienten besteht, wurde daher anhand der zahlreichen Spezifikationen die Robustheit des umgekehrt U-förmigen Zusammenhanges zwischen Altersstruktur und Produktivitätswachstum mit flachem Verlauf im Haupterwerbsalter für die österreichischen Bundesländer gut belegt.

Die Wirkungsmechanismen der Altersstruktur auf die Produktivität wurden jedoch noch nicht genau identifiziert und sind komplexer als im Modell abgebildet. So ist z. B. ein indirekter Einfluss der Bevölkerung im nicht-erwerbsfähigen Alter, die nicht explizit im Modell enthalten ist, durchaus wahrscheinlich (z. B. über ein abweichendes Konsumverhalten; vgl. *Lindh – Malmberg, 2009*). Interessant wäre auch eine genauere Analyse des Einflusses von Ausbildung und Erfahrung oder ein Fokus auf altersspezifische Unterschiede zwischen Produktivität und Erwerbsbeteiligung nach Wirtschaftssektoren.

Der flache Verlauf des Beitrages zur Produktivitätsveränderung im Haupterwerbsalter weist auf ein rasches Einsetzen der positiven Effekte des Alterns hin, während die negativen Auswirkungen erst relativ spät zum Tragen kommen: Die Kumulierung positiver Erfahrungseffekte könnte demnach die Produktivität steigern, bis im späteren Erwerbsleben negative Effekte (Beeinträchtigung der Gesundheit, veraltetes Wissen) überwiegen. Mit steigender Lebenserwartung und (u. a. damit verbundenen) längeren Ausbildungszeiten verlagert sich die Produktivitätsspitze aber in ein höheres Alter, wie die Untersuchung von *de la Croix – Lindh – Malmberg (2009)* zeigt. Dem Rückgang des Beitrags zur Produktivitätssteigerung im späten Erwerbsalter kann daher gegengesteuert werden, etwa mit gesundheits- und bildungspolitischen Maßnahmen ("lebenslanges Lernen"). Die Integration von älteren Menschen in den Arbeitsprozess durch eine Erhöhung des Pensionsantrittsalters ist (ökonomisch) umso wirkungsvoller, wenn diese aufgrund hoher Produktivität in nennenswertem Ausmaß zur Wertschöpfung beitragen können.

Literaturhinweise

Anselin, L., *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1988.

Anselin, L., "Spatial Econometrics", in Baltagi, B. (Hrsg.), *A Companion to Theoretical Econometrics*, Blackwell Publishers, Oxford, 2001, S. 310-330.

¹⁵⁾ Eine umfassende Analyse der Auswirkungen der Veränderung der Altersstruktur für Österreich bieten *Mayerhofer – Huber (2010)*.

- Anselin, L., "Under the Hood: Issues in the Specification and Interpretation of Spatial Regression Models", *Agricultural Economics*, 2002, 27(3), S. 247-267.
- Arellano, M., Bond, S., "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations", *Review of Economic Studies*, 1991, 58(2), S. 277-297.
- Barro, R., Sala-i-Martin, X., "Convergence", *Journal of Political Economy*, 1992, 100(2), S. 223-251.
- Bloom, D., Canning, D., Sevilla, J., "The Effect of Health on Economic Growth: A Production Function Approach", *World Development*, 2004, 32(1), S. 1-13.
- Börsch-Supan, A., Düzgün, I., Weiss, M., "Altern und Produktivität: Zum Stand der Forschung", *Mannheimer Forschungsinstitut Ökonomie und Demographischer Wandel*, 2005, (73).
- Brunow, S., Hirte, G., "Age Structure and Regional Economic Growth", *Jahrbuch für Regionalwissenschaft*, 2006, 26(3), S. 3-23.
- Brunow, S., Hirte, G., "The Age Pattern of Human Capital and Regional Productivity: A Spatial Econometric Study on German Regions", *Papers in Regional Science*, 2009, 88(4), S. 799-823.
- Crespo Cuaresma, J., Doppelhofer, G., Feldkircher, M., "The Determinants of Economic Growth in European Regions", *CESifo Working Paper*, 2009, (2519).
- de la Croix, D., Lindh, T., Malmberg, B., "Demographic Change and Economic Growth in Sweden", *Journal of Macroeconomics*, 2009, 31(1), S. 132-148.
- Feyrer, J., "Demographics and Productivity", *Review of Economics and Statistics*, 2007, 89(1), S. 100-109.
- Kelley, A., Schmidt, R., "Economic and Demographic Change: A Synthesis of Models, Findings, and Perspectives", in Birdsall, N., Kelley, A., Sinding, S. (Hrsg.), *Population Matters: Demographic Change, Economic Growth, and Poverty in the Developing World*, Oxford University Press, Oxford, 2001, S. 67-105.
- Kelley, A., Schmidt, R., "Evolution of Recent Economic-demographic Modeling: A Synthesis", *Journal of Population Economics*, 2005, 18(2), S. 275-300.
- Kunnert, A., Fritz, O., Pennerstorfer, D., Streicher, G., Aigner, B., Döring, Th., "Teilbericht 3: Alterung und regionale Wettbewerbsfähigkeit", in *Mayerhofer – Huber* (2010), <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/41128>.
- Kunnert, A., Mayerhofer, P., Pennerstorfer, D., "Demographischer Wandel und regionales Produktivitätswachstum in Österreich", *Gesellschaft für Regionalforschung, Seminarbericht*, 2011, (54), S. 51-72.
- Lindh, T., "Productivity is a System Property and need not decrease with the Age of the Workforce", *Vienna Yearbook of Population Research*, 2005, S. 7-9.
- Lindh, T., Malmberg, B., "Age Structure Effects and Growth in the OECD, 1950-1990", *Journal of Population Economics*, 1999, 12(3), S. 431-449.
- Lindh, T., Malmberg, B., "Demographically Based Global Income Forecasts up the Year 2050", *International Journal of Forecasting*, 2007, 23(4), S. 553-567.

Demographic Change and Regional Productivity Growth in Austria – Summary

Population ageing is gaining significance in the economic policy debate and economic growth literature. One aspect is the effect of demographic change on productivity growth since productivity is strongly related to experience, educational attainment, health – and therefore also age. In Austria, demographic change varies considerably by region and consequently different effects can be expected on regional productivity growth and regional competitiveness.

In line with other studies, the age structure of the population is used in addition to the classical production factors human and physical capital to explain labour productivity growth. Productivity growth between 1987 and 2007 was estimated on the NUTS-2 level. Additional growth factors common in the literature were included to check for the robustness of the results. Furthermore, estimations were conducted on a smaller geographic scale (NUTS 3; for 1995 to 2007) to allow for regional spillover effects.

The results are consistent with previous studies and also show an inversely U-shaped relation between the age structure of the working-age population and productivity growth on the NUTS-2 and NUTS-3 levels. The contribution to productivity growth appears to be highest for 35- to 44-year-olds and in a similar range for 45- to 54-year-olds. It is lowest for the youngest (15- to 34-year-olds) and the eldest (55- to 64-year-olds). Therefore, the productivity peak seems to be rather flat in the main working age between 35 and 54 years. This rather flat relationship between age and productivity growth suggests that the lack of experience typical of the early stages of the working age is overcome relatively quickly, while negative aspects of ageing (health, outdated knowledge) gain relevance quite late. Rising life expectancy and longer training are expected to shift the productivity peak to a higher age. This shows the importance of policies related to health and education in later stages of the working age to counteract the declining productivity.

- Lindh, T., Malmberg, B., "European Union Economic Growth and the Age Structure of the Population", *Economic Change and Restructuring*, 2009, 42(3), S. 159-187.
- Mankiw, G., Romer, D., Weil, D., "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 1992, 107(2), S. 407-437.
- Mayerhofer, P., Huber, P., Demographischer Wandel als Herausforderung für Österreich und seine Regionen. 5 Teilberichte. WIFO, Wien, 2010, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/41126>, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/41127>, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/41128>, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/41129>, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/41130>.
- Pennerstorfer, D., Räumlicher Preiswettbewerb im Treibstoff Einzelhandel: Eine räumlich-ökonomische Analyse, Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften, Saarbrücken, 2009.
- Poof, J., "Demographic Change and Regional Competitiveness: The Effects of Immigration and Ageing". *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 2008, 4(1-2), S. 129-145.
- Prskawetz, A., Fent T., Barthel, W., Crespo Cuaresma, J., Lindh, T., Malmberg, B., Halvarsson, M., "The Relationship Between Demographic Change and Economic Growth in the EU", Institut für Demographie, Forschungsbericht 2007, (32).
- Prskawetz, A., Malmberg, B., Skirbekk, V., "Firm Productivity, Workforce Age and Educational Structure in Austrian Industries in 2001", in Clark, R., Ogave, N., Mason, A. (Hrsg.), *Population Aging, Intergenerational Transfer and the Macroeconomy*, Edward Elgar, Northampton, MA, 2007, S. 38-66.
- Prskawetz, A., Malmberg, B., Skirbekk, V., Freund, I., Winkler-Dworak, M., Lindh, T., Malmberg, B., Jans, A., Nordström, O., Andersson, F., "The Impact of Population Ageing on Innovation and Productivity Growth in Europe", Institut für Demographie, Forschungsbericht, 2006, (28).
- Skans, O., "How Does the Age Structure Affect Regional Productivity?", *Applied Economic Letters*, 2008, 15(10), S. 787-790.
- Skirbekk, V., "Age and Individual Productivity: A Literature Survey", in Feichtinger, G. (Hrsg.), *Vienna Yearbook of Population Research*, 2004, S. 133-154.
- Skirbekk, V., "Age and Productivity Capacity: Descriptions, Causes and Policy Options", *Ageing Horizons*, 2008, (8), S. 4-12.
- Solow, R., "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 1956, 70(1), S. 65-94.
- Statistik Austria (2009A), *Bevölkerungsprognose 2009*, Wien, 2009.
- Statistik Austria (2009B), *Regionale Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 2009*, Wien, 2009.
- Tang, J., MacLeod, C., "Labour Force Ageing and Productivity Performance in Canada", *Canadian Journal of Economics*, 2006, 39(2), S. 582-603.
- Wooldridge, J., *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, South Western College Publishing, Boston, MA, 2000.