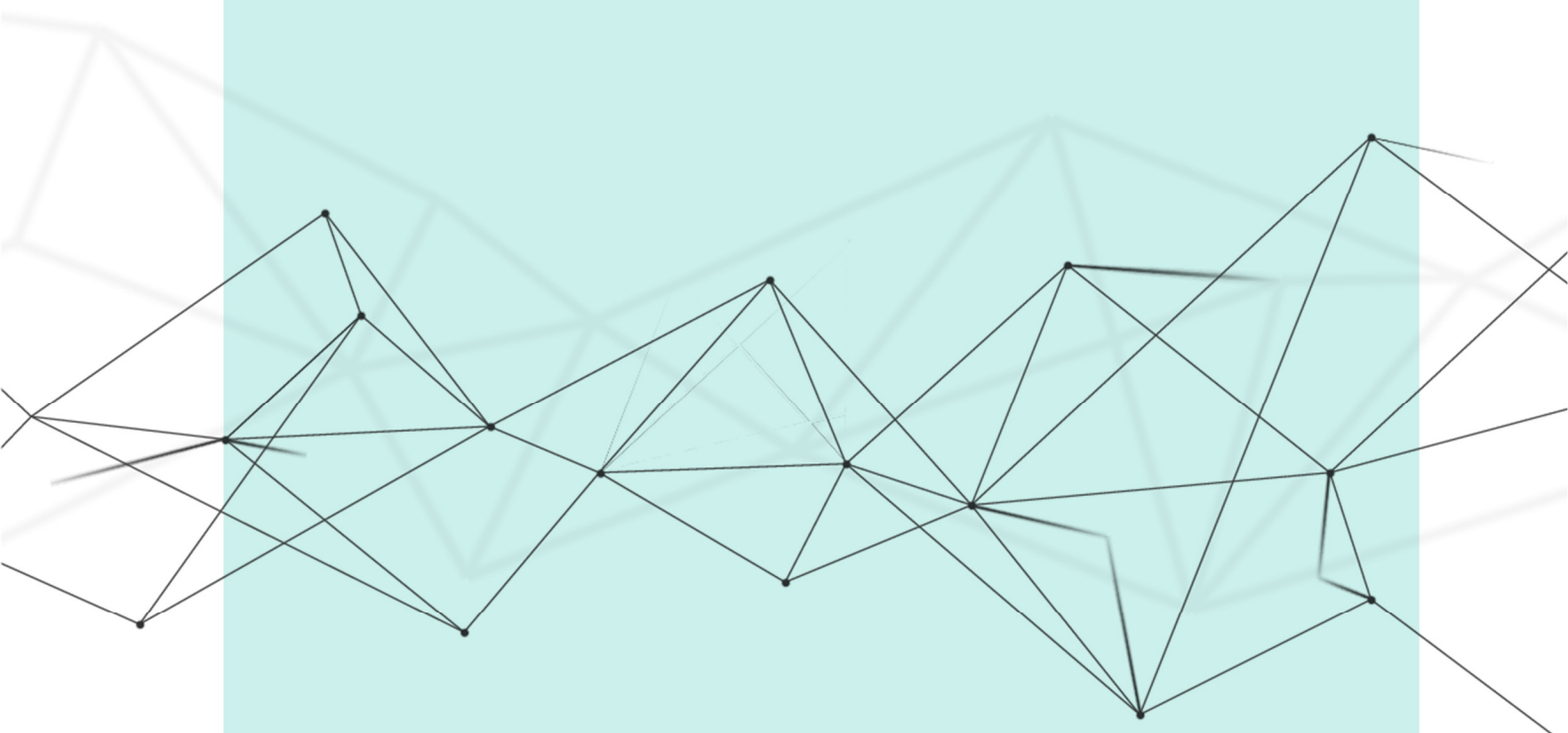




Studie | November 2019

Demografischer Wandel und dessen Auswirkungen auf die Produktivität und das Wirtschaftswachstum





Grundlagen für die
Wirtschaftspolitik

In der Publikationsreihe «Grundlagen für die Wirtschaftspolitik» veröffentlicht das Staatssekretariat für Wirtschaft SECO Studien und Arbeitspapiere, welche wirtschaftspolitische Fragen im weiteren Sinne erörtern.

Herausgeber

Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
Holzikofenweg 36, 3003 Bern
Tel. +41 58 469 60 22
wp-sekretariat@seco.admin.ch
www.seco.admin.ch

Online

www.seco.admin.ch/studien

Autoren

Prof. Dr. Reto Föllmi
Schweizerisches Institut für Aussenwirtschaft und
Angewandte Wirtschaftsforschung, Universität
St.Gallen
Bodanstrasse 8, 9000 St.Gallen

Prof. Dr. Torsten Schmidt und Dr. Philipp Jäger
RWI - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung
Hohenzollernstrasse 1-3, DE - 45128 Essen

Zitierweise

Reto Föllmi, Torsten Schmidt und Philipp Jäger
(2019): «Demografischer Wandel und dessen Auswirkungen auf die Produktivität und das Wirtschaftswachstum». Grundlagen für die Wirtschaftspolitik Nr. 1. Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Bern.

Anmerkungen

Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO.

Der vorliegende Text gibt die Auffassung der Autoren wieder. Diese muss nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers übereinstimmen.

Demografischer Wandel und dessen Auswirkungen auf die Produktivität und das Wirtschaftswachstum

Zusammenfassung

Aufgrund einer konstant niedrigen Fertilitätsrate und steigender Lebenserwartung wird der Anteil der über 65-jährigen in der Schweiz, trotz vergleichsweise hoher Nettomigration, in Zukunft deutlich wachsen. Gleichzeitig sinkt der Anteil von Personen im erwerbsfähigen Alter (15-64). Da Personen im Alter zwischen 15 und 64 derzeit den Grossteil der Produktion erwirtschaften, wird sich die Bevölkerungsalterung auf die volkswirtschaftliche Dynamik in der Schweiz auswirken. Mit der Verschiebung der Altersstruktur gehen zudem möglicherweise auch Veränderungen der Arbeitsproduktivität einher, da sich die (mental)en Fähigkeiten und Bedürfnisse der Bevölkerung wandeln.

Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Studie den Einfluss der alternden Bevölkerung auf die wirtschaftliche Dynamik empirisch. Dazu stellen wir einen Paneldatensatz für 18 heutige OECD Länder zusammen, welcher die Jahre 1890 bis 2010 umfasst. Da demografische Veränderungen in der Regel nur langsam vonstattengehen, ist ein möglichst langer Beobachtungszeitraum bei der Analyse demografischer Effekte von grossem Vorteil.

Die Schätzungen zeigen, dass eine sowohl statistisch als auch ökonomisch signifikante Beziehung zwischen der Altersstruktur und dem Wohlstandsniveau eines Landes besteht. Während ein höherer Anteil von Personen im erwerbsfähigen Alter mit einem höheren Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Einwohner assoziiert ist, geht ein höherer Anteil von Jugendlichen oder älteren Personen mit einem niedrigeren BIP pro Einwohner einher. Darüber hinaus legen die Schätzungen nahe, dass die Altersstruktur nicht nur über den Arbeitseinsatzkanal wirkt, sondern auch die Arbeitsproduktivität beeinflusst. Schreibt man diese historischen Zusammenhänge in die Zukunft fort, ergibt sich, dass der demografische Wandel das Wirtschaftswachstum in der Schweiz in den nächsten Jahrzehnten deutlich dämpfen wird, und diese demografischen Trends können nur zu einem geringen Teil durch Einwanderung abgeschwächt werden. Die Effekte sind dabei insbesondere in den kommenden Jahren stark, wenn die geburtenstarken Babyboomer in Rente gehen. In diesem Zeitraum könnte sich das Wirtschaftswachstum unter bestimmten Annahmen demografiebedingt sogar halbieren.

Allerdings sind diese Zukunftsprojektionen mit Vorsicht zu betrachten. Zum einen besteht eine gewisse Schätzunsicherheit über die Zusammenhänge in der Vergangenheit. Zum anderen modellieren wir in den Projektionen explizit keine Änderungen der Politik (z.B. Sozialversicherungen), die über das bisher beobachtbare Niveau hinausgehen, und berücksichtigen auch keine Kohorteneffekte. So nehmen wir an, dass sich die zukünftigen Kohorten gleich verhalten wie heute: u.a. bleiben in den Berechnungen das Arbeitsangebot der Älteren und das Renteneintrittsalter konstant.

Nichtsdestotrotz geben die Ergebnisse Hinweise darauf, dass der demografische Wandel die Schweizer Volkswirtschaft in den nächsten Jahren vor grosse Herausforderungen stellen könnte. Anpassungsmassnahmen der Politik im Arbeitsmarkt- oder Sozialversicherungsbereich sind daher insbesondere in den kommenden Jahrzehnten sinnvoll.

L'évolution démographique et son impact sur la productivité et la croissance économique

Résumé

En raison d'un taux de fécondité constamment faible et d'une augmentation continue de l'espérance de vie, la proportion de personnes âgées de 65 ans et plus en Suisse augmentera significativement à l'avenir, malgré un solde migratoire net relativement élevé. Parallèlement à ce processus, la proportion de personnes d'âge actif (15-64 ans) diminuera. Étant donné que les personnes âgées de 15 à 64 ans jouent actuellement un rôle majeur dans la production, le vieillissement de la population aura un impact sur le dynamisme économique de la Suisse. La modification de la structure des âges peut également entraîner des changements dans la productivité du travail, dans la mesure où les capacités (mentales) et les besoins de la population évoluent.

Dans ce contexte, la présente étude analyse de manière empirique l'influence du vieillissement de la population sur le dynamisme économique. Pour ce faire, nous constituons un panel de données pour 18 pays actuels de l'OCDE, qui englobe les années 1890 à 2010. Étant donné que les changements démographiques ne s'opèrent que lentement en règle générale, il est d'un grand intérêt que la période d'observation soit aussi longue que possible pour analyser les répercussions démographiques.

Les estimations indiquent qu'il existe une relation statistiquement et économiquement significative entre la structure des âges d'un pays et son niveau de prospérité. Tandis qu'une proportion plus élevée de personnes en âge actif est associée à un produit intérieur brut (PIB) par habitant plus élevé, une proportion plus élevée de jeunes ou de personnes âgées implique un PIB par habitant plus faible. En outre, les estimations suggèrent que la structure des âges affecte non seulement l'intrant en travail, mais aussi sur la productivité du travail. Si ces corrélations historiques se maintiennent à l'avenir, l'évolution démographique freinera significativement la croissance économique de la Suisse dans les décennies à venir, et l'immigration ne pourra atténuer ces tendances démographiques que dans une faible mesure. Les répercussions de cette évolution se feront particulièrement sentir au cours des prochaines années, lorsque les baby-boomers prendront leur retraite. Selon certaines hypothèses, la croissance économique pourrait même diminuer de moitié au cours de cette période dû à l'évolution démographique.

Toutefois, ces prévisions doivent être considérées avec circonspection. D'une part, les corrélations constatées pour le passé comportent un certain degré d'incertitude. D'autre part, nous ne modélisons explicitement pas dans nos prévisions des changements futurs de politique (par ex. concernant les assurances sociales) qui dépassent le niveau observé jusqu'à présent, et nous ne tenons pas compte des effets de cohorte. Nous supposons par exemple que les futures cohortes se comporteront de la même manière que les cohortes actuelles : entre autres, le taux d'activité des travailleurs âgés et l'âge de départ à la retraite restent constants dans les calculs.

Néanmoins, les résultats indiquent que l'évolution démographique posera de grands défis à l'économie suisse dans les années à venir. Les mesures d'ajustement prises par les décideurs politiques, en particulier dans les domaines de la politique du marché du travail et de la sécurité sociale, revêtiront donc une importance particulière au cours des prochaines décennies.

Il cambiamento demografico e i suoi effetti sulla produttività e sulla crescita economica

Riassunto

A causa di un tasso di fertilità costantemente basso e di un'aspettativa di vita in aumento, la percentuale di over 65 in Svizzera è destinata a crescere in modo significativo in futuro nonostante un'immigrazione netta relativamente elevata. Allo stesso tempo, la percentuale di popolazione in età lavorativa (15-64 anni) sta diminuendo. Poiché le persone di età compresa tra 15 e 64 anni generano attualmente la maggior parte della produzione, l'invecchiamento della popolazione avrà un impatto sulle dinamiche economiche della Svizzera. Il cambiamento della struttura per età può portare anche a cambiamenti nella produttività del lavoro, nella misura in cui mutano le capacità (mentali) e le esigenze della popolazione.

In questo contesto, il presente studio indaga empiricamente l'influenza dell'invecchiamento della popolazione sulle dinamiche economiche. A tal fine, creiamo un set di dati panel - che copre gli anni dal 1890 al 2010 - per 18 Paesi attualmente membri dell'OCSE. Poiché in generale i cambiamenti demografici avvengono molto lentamente, disporre di un periodo di osservazione il più lungo possibile costituisce un considerevole vantaggio per l'analisi degli effetti demografici.

Le stime indicano che esiste un rapporto statisticamente ed economicamente significativo fra la struttura per età e il livello di benessere di un Paese. Mentre a una percentuale più elevata di persone in età lavorativa è associato un prodotto interno lordo (PIL) pro capite più elevato, a una percentuale più elevata di giovani o di persone anziane corrisponde un PIL pro capite inferiore. Inoltre, le stime suggeriscono che la struttura per età non ha effetto solo sull'impiego di manodopera, ma influenza anche la produttività del lavoro. Se queste correlazioni si manterranno in futuro, nei prossimi decenni il cambiamento demografico rallenterà in modo significativo la crescita economica in Svizzera e solo in minima parte queste tendenze demografiche potranno essere mitigate dall'immigrazione. Gli effetti saranno notevoli, specialmente nei prossimi anni, quando i baby boomer andranno in pensione. Quando ciò accadrà, in base a determinate ipotesi la crescita economica potrebbe addirittura dimezzarsi a causa del cambiamento demografico.

Tuttavia, queste proiezioni devono essere considerate con cautela. Da un lato, c'è qualche incertezza nelle stime sulle correlazioni nel passato. Dall'altro, nelle nostre proiezioni non vengono considerati i cambiamenti a livello politico (ad esempio le assicurazioni sociali), che superano il livello finora riscontrabile e osservabile, né si tiene conto degli effetti di coorte. Sostanzialmente, quindi, partiamo dal presupposto che le coorti future si comportino allo stesso modo di oggi: nei nostri calcoli, ad esempio, l'offerta di lavoro degli anziani e l'età pensionabile rimangono costanti.

Ciononostante, i risultati indicano che il cambiamento demografico potrebbe costringere l'economia svizzera ad affrontare dure sfide nei prossimi anni. Nei prossimi decenni, quindi, l'adozione di misure di adeguamento da parte della politica, nel mercato del lavoro o a livello di assicurazione sociale, appare particolarmente sensata e lungimirante.

Demographic change and its impact on productivity and economic growth

Summary

The population in Switzerland is aging constantly due to a persistently low fertility rate and rising life expectancy, even high levels of net migration cannot reverse this trend. Hence, the proportion of people 65 and older will grow significantly in the future. At the same time, the proportion of people of working age (15-64) is declining. Since people between the ages of 15 and 64 currently produce most of the value added, population aging will have an impact on Switzerland's economic development. The shift in the age structure may also be accompanied by changes in labor productivity, as the (mental) abilities and needs of the population change.

Against this background, this study empirically examines the effects of population aging on economic activity. To this end, we compile a panel data set for 18 current OECD countries covering the years 1890 to 2010. Since demographic changes are generally slow, a long observation period is of great advantage when analyzing the impact of shifting demographics.

The results show that there is a statistically and economically significant relationship between a country's age structure and level of prosperity. While a higher proportion of people of working age is associated with a higher gross domestic product (GDP) per inhabitant, a higher proportion of very young or older people is associated with a lower GDP per inhabitant. In addition, estimates suggest that the age structure not only affects the labor input channel but also labor productivity. Extrapolating these historical relationships into the future, demographic change will significantly dampen economic growth in Switzerland in the coming decades, and these demographic trends can only be mitigated to a small extent by immigration. The effects will be particularly strong in the coming years, when the baby boomers will retire. Under certain assumptions, economic growth could even halve during this period due to demographic change.

However, these projections must be viewed with caution. On the one hand, there is some estimation uncertainty about the strength of the relationship in the past. On the other hand, we explicitly do not model any policy changes (e.g. via social insurance) that go beyond the level observed to date, and we do not take cohort effects into account either. For example, we assume that the future cohorts will behave in the same way as today: among other things, the labor supply of older people and the retirement age remain constant in the calculations.

Nevertheless, the results indicate that demographic change could pose major challenges for the Swiss economy in the coming years. Political adjustments in the labor market or social security system are therefore particularly sensible in the coming decades.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG.....	1
2. DER ZUSAMMENHANG ZWISCHEN ALTERSSTRUKTUR UND DER WIRTSCHAFTLICHEN PROSPERITÄT IN DER LITERATUR	3
2.1. Arbeitseinsatz pro Einwohner	4
2.2. Arbeitsproduktivität	7
a) Altersspezifische Produktivität	7
b) Kapitalintensität.....	9
c) Technologischer Fortschritt	11
d) Strukturwandel	14
e) Politökonomie.....	16
2.3. Ergebnisse empirischer Makrostudien	16
2.4. Erfahrungen aus Japan.....	18
3. ÖKONOMETRISCHE SCHÄTZUNG	19
3.1. Konzeptioneller Rahmen.....	19
3.2. Empirische Spezifikation	21
3.3. Daten	23
4. ERGEBNISSE.....	25
4.1. Altersstruktur und BIP pro Einwohner	25
4.2. Arbeitsproduktivität	27
4.3. Kapitalintensität und Totale Faktorproduktivität	30
a) Kapitalintensität	30
b) Totale Faktorproduktivität.....	32
4.4. Patentanmeldungen	33
4.5. Zusammenfassung	35
5. ERGEBNISSE BASIEREND AUF DEM POST-WKII SAMPLE UND ÜBERTRAGBARKEIT AUF DIE SCHWEIZ	36
5.1. Ergebnisse basierend auf dem Post-WKII Sample.....	36
5.2. Übertragbarkeit auf die Schweiz	36

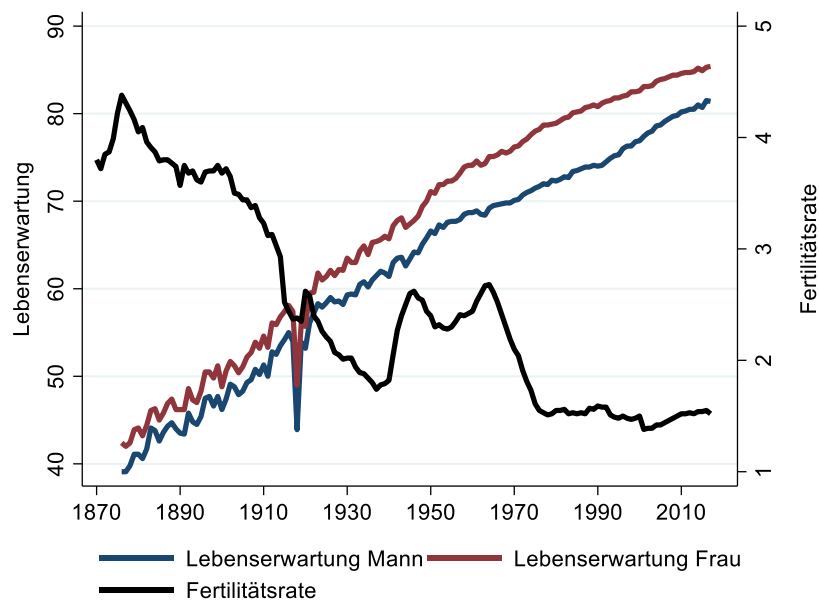
6. PROJEKTIONEN BASIEREND AUF DEN BFS-SZENARIEN.....	38
7. SCHLUSSFOLGERUNGEN	40
8. LITERATURVERZEICHNIS	41
APPENDIX	46
Abbildungen: Alternative Spezifikationen	46
Tabellen: Alternative Spezifikationen	49

1. Einleitung

Die Bevölkerung der Schweiz altert stetig. Ein Grund dafür sind die konstant niedrigen Geburtenraten, die unterhalb des bestandserhaltenden Niveaus liegen, sowie die steigende Lebenserwartung (Abbildung 1). Auch die vergleichsweise hohe Nettomigration kann diese Entwicklung nicht aufhalten. Das Medianalter der Bevölkerung lag im Jahr 1970 noch bei ca. 32 Jahren und ist mittlerweile um rund ein Drittel auf ca. 43 Jahre gestiegen. Der Alterungsprozess dürfte sich auch in Zukunft fortsetzen. Laut des Referenzszenarios des Bundesamtes für Statistik (BFS) steigt das Medianalter bis 2060 auf rund 48 Jahre. Im Zeitraum zwischen 1970 und 2019 war der Anteil der Personen im erwerbsfähigen Alter (15-64) nur deshalb nahezu konstant, weil der Anstieg des Bevölkerungsanteils der über 65-jährigen durch den rückläufigen Anteil von Kindern und Jugendlichen ausgeglichen wurde. In Zukunft wird der Anteil von Personen im erwerbsfähigen Alter bis 2060 deutlich sinken (Abbildung 2).

Abbildung 1

Geburtenrate und Lebenserwartung in der Schweiz 1870 bis 2017



Quelle: BFS.

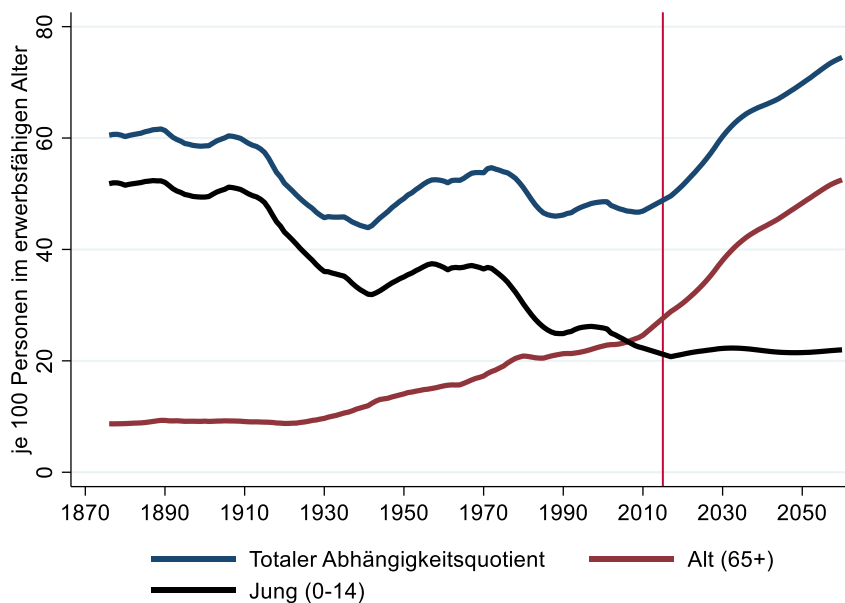
Da Personen im erwerbsfähigen Alter derzeit den Grossteil der Produktion erwirtschaften, wird sich die Bevölkerungsalterung auf die volkswirtschaftliche Dynamik in der Schweiz auswirken, wobei politische und gesellschaftliche Anpassungsreaktionen (z.B. späterer Renteneintritt, Bildungsexpansion) die Effekte abmildern können. Mit der Verschiebung der Altersstruktur gehen zudem möglicherweise auch Veränderungen der Arbeitsproduktivität einher, da sich die Fähigkeiten und Bedürfnisse der Bevölkerung mit dem Alter ändern. So nehmen der Gesundheitszustand und die körperliche Leistungsfähigkeit mit zunehmendem Alter ab. Darüber hinaus verringern sich auch die Lernfähigkeit, die Flexibilität und die kognitiven Kapazitäten. Allerdings nehmen mit dem Alter der Wissensstand, das Beurteilungsvermögen und die Lebenserfahrung zu. Da zudem die Spar- und Investitionsneigung sowie die

Konsumgüternachfrage über den Lebenszyklus schwanken, kann sich die Verschiebung der Altersstruktur auch auf den gesamtwirtschaftlichen Kapitaleinsatz oder die Branchenstruktur auswirken.

Abbildung 2

Demografischer Abhängigkeitsquotient in der Schweiz

1870 bis 2060, ab 2017 Vorausberechnung



Quelle: Human Mortality Database, Ab 2017: BFS

Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Studie den Einfluss der alternden Bevölkerung auf die wirtschaftliche Dynamik empirisch. Konkret fokussiert sich die Analyse auf die Auswirkungen einer sich ändernden **Altersstruktur**. Sonstige demografische Verschiebungen, welche ihrerseits möglicherweise direkte ökonomische Wirkungen haben, wie beispielsweise ein verändertes Bevölkerungswachstum oder eine steigende Lebenserwartung, werden im empirischen Modell zwar berücksichtigt aber nicht explizit quantifiziert. Aufbauend auf den theoretischen Überlegungen im folgenden Kapitel untersuchen wir den Zusammenhang zwischen der Altersstruktur und den folgenden ökonomischen Grössen: Das allgemeine **Wohstandsniveau**, die **Arbeitsproduktivität**, die **Kapitalintensität**, die **totale Faktorproduktivität** sowie die **Innovationsfähigkeit** einer Volkswirtschaft.

Dazu stellen wir einen Paneldatensatz für 18 heutige OECD Länder zusammen, welcher die Jahre 1890 bis 2010 umfasst. Da demografische Veränderungen in der Regel nur langsam vonstattengehen, ist ein möglichst langer Beobachtungszeitraum bei der Analyse demografischer Effekte von Vorteil. Dies gilt insbesondere, weil die demografischen Entwicklungen in den entwickelten Volkswirtschaften seit dem zweiten Weltkrieg zwischen den Ländern relativ ähnlich verliefen (Babyboom gefolgt vom Baby Bust) und damit in jüngerer Zeit nur wenig demografische Variation existiert, welche es erlaubt, die Altersstruktureffekte zu isolieren. Durch den Rückgriff auf historische Daten ist es dagegen möglich, pro Land verschiedene demografische Zyklen zu berücksichtigen, wodurch die Altersstruktureffekte genauer bestimmt werden können (Juselius und Takáts 2018).

Die Schätzungen zeigen, dass eine sowohl statistisch als auch ökonomisch signifikante Beziehung zwischen der Altersstruktur und dem Wohlstandsniveau eines Landes besteht. Während ein höherer Anteil von Personen im klassischen Erwerbssalter (15-64) mit einem höheren Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Einwohner assoziiert ist, geht ein höherer Anteil von Jugendlichen oder älteren Personen mit einem niedrigeren BIP pro Einwohner einher. Darüber hinaus legen die Schätzungen nahe, dass die Altersstruktur nicht nur über den Arbeitseinsatzkanal wirkt, sondern auch die Arbeitsproduktivität beeinflusst. Dies scheint zum einen auf eine veränderte Kapitalintensität und zum anderen auf Änderungen der totalen Faktorproduktivität zurückzuführen zu sein.

Diese statistischen Zusammenhänge der Vergangenheit werden darauffolgend genutzt, um die Grössenordnung der zukünftig zu erwartenden demografischen Effekte in der Schweiz abzuschätzen. Die Projektionen, basierend auf den Bevölkerungsszenarien des BFS, weisen auf einen zukünftig wachstumshemmenden Altersstruktureffekt hin. Der Effekt ist insbesondere in den kommenden Jahrzehnten stark. Das verwendete Verfahren basiert allerdings auf der Annahme, dass die demografischen Effekte über die Zeit konstant bleiben. Insbesondere Anpassungsreaktionen, die über das bisher beobachtbare Niveau hinausgehen, sind dabei nicht berücksichtigt. Daher sind diese Projektionen explizit nicht als Vorhersagen zu verstehen, sondern sollen ausschliesslich helfen, die ökonomische Relevanz einer sich verschiebenden Altersstruktur einzuordnen.

Die Studie ist wie folgt gegliedert: Im nächsten Kapitel folgt ein Überblick über die bestehende theoretische und empirische Literatur zu den verschiedenen Einflussfaktoren des demografischen Wandels. Kapitel 3 beschreibt die empirische Spezifikation sowie den Datensatz, Kapitel 4 präsentiert die Ergebnisse und Kapitel 5 untersucht die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Schweiz. Die Projektionen unter Zuhilfenahme der Bevölkerungsszenarien des BFS werden in Kapitel 6 dargestellt. Schlussfolgerungen werden in Kapitel 7 gezogen.

2. Der Zusammenhang zwischen Altersstruktur und der wirtschaftlichen Prosperität in der Literatur

Laut ökonomischer Theorie hängt der Output eines Landes von bestimmten Produktionsfaktoren ab. Im Rahmen einer klassischen makroökonomischen Produktionsfunktion geht man typischerweise davon aus, dass der Output vom Arbeitseinsatz, dem (Human-) Kapitaleinsatz und der Produktionstechnologie bestimmt wird. Da die absoluten Werte des Outputs oder der Produktionsfaktoren wenig über das Wohlstandsniveau eines Landes aussagen, skalieren wir diese Grössen mit der Bevölkerungszahl. Somit basiert die gesamte Analyse auf einer Betrachtung **pro Einwohner**. Da der demografische Wandel in Zukunft insbesondere durch einen deutlich steigenden Anteil von älteren Personen (und weniger durch einen Rückgang von Jüngeren) gekennzeichnet sein wird, konzentrieren wir uns insbesondere auf die ökonomischen Auswirkungen eines steigenden Altersquotienten, definiert als Verhältnis von Personen über 65 zu Personen im erwerbstätigen Alter (15-64). Aus Platzgründen gehen wir nicht vertieft auf die ökonomischen Effekte einer sich erhöhenden Lebenserwartung ein, welche für sich genommen wohl positiv auf Ersparnisbildung, Humankapitalakkumulation und Arbeitsmarktpartizipation wirken dürfte (siehe u.a. Bloom et al. 2003; Ben-Porath 1967; Li et al. 2007).

Mittels der makroökonomischen Produktionsfunktion lässt sich der Output pro Einwohner in die beiden Komponenten **Arbeitseinsatz pro Einwohner** und **Arbeitsproduktivität** aufteilen (wobei

die Arbeitsproduktivität wiederum vom Kapitaleinsatz und der Produktionstechnologie abhängt). Wir beginnen mit einem Überblick über die Auswirkungen auf den Arbeitseinsatz, da hier theoretisch und empirisch gewisse Einigkeit besteht. Im zweiten Teil diskutieren wir ausführlich mögliche Effekte auf die Arbeitsproduktivität und deren Bestimmungsfaktoren (Altersspezifische Produktivität, Kapitalintensität und Technologischer Fortschritt). Der dritte Teil der Literaturübersicht fasst die Ergebnisse bestehender empirischer Makrostudien zusammen, welche implizit den empirischen Gesamteffekt bestimmen. Teil vier richtet seine Aufmerksamkeit verstärkt auf die Situation in Japan, ein Land in welchem der demografische Wandel bereits weiter fortgeschritten ist. Die Ergebnisse dieses Literaturüberblicks lassen sich dabei grob wie in Tabelle 1 dargestellt zusammenfassen.

Tabelle 1: Auswirkungen einer alternden Bevölkerung

Arbeitseinsatz pro Einwohner: **negativ**

Arbeitsproduktivität insgesamt: **eher negativ**

Altersspezifische Produktivität: **sowohl positive als auch negative Effekte möglich**

Kapitalintensität: **sowohl positive als auch negative Effekte möglich**

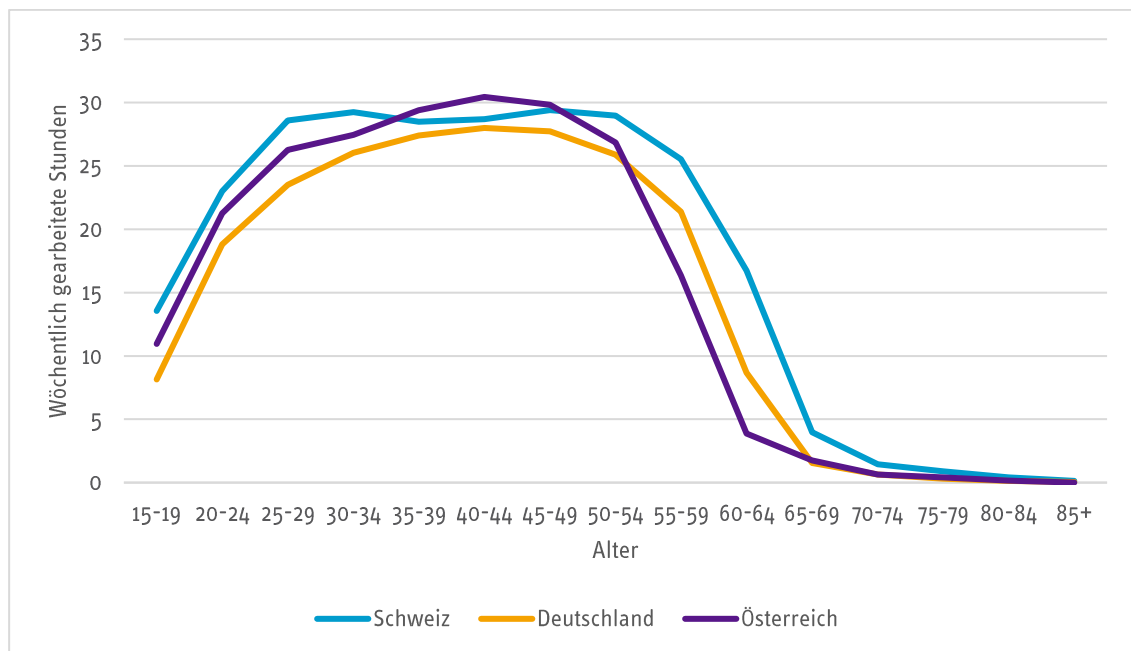
Technologischer Fortschritt: **eher negativ**

2.1. Arbeitseinsatz pro Einwohner

Dass der Arbeitseinsatz pro Einwohner demografiebedingt zukünftig sinken wird, ist relativ unumstritten. Ausgangspunkt dieser Vorhersage ist die Beobachtung, dass der Arbeitseinsatz im Lebensverlauf stark schwankt (Abbildung 3). So arbeiten Personen in der Regel zu Beginn und am Ende ihres Lebens deutlich weniger als in der Mitte. Dies kann zum einen darauf zurückzuführen sein, dass Personen in bestimmten Altersgruppen weniger oft beschäftigt sind oder dass sie, wenn beschäftigt, weniger Stunden arbeiten. In der Zukunft wird der Anteil der Personen in den höheren Altersgruppen, welche gegenwärtig nur eine sehr geringe Erwerbsneigung aufweisen, zunehmen. Da sich gleichzeitig der Anteil von Kindern und Jugendlichen, welche ebenfalls nur sehr begrenzt erwerbstätig sind, kaum verändern dürfte (dem Anstieg der älteren Bevölkerungsgruppen also nicht entgegenwirken), sinkt die Arbeitszeit pro Einwohner in der Zukunft mutmasslich deutlich.

Abbildung 3

Durchschnittliche wöchentliche Arbeitszeit pro Einwohner je Altersgruppe
Schweiz (2010), Deutschland, Österreich (jeweils 2005)



Quelle: Bick et al. (2018).

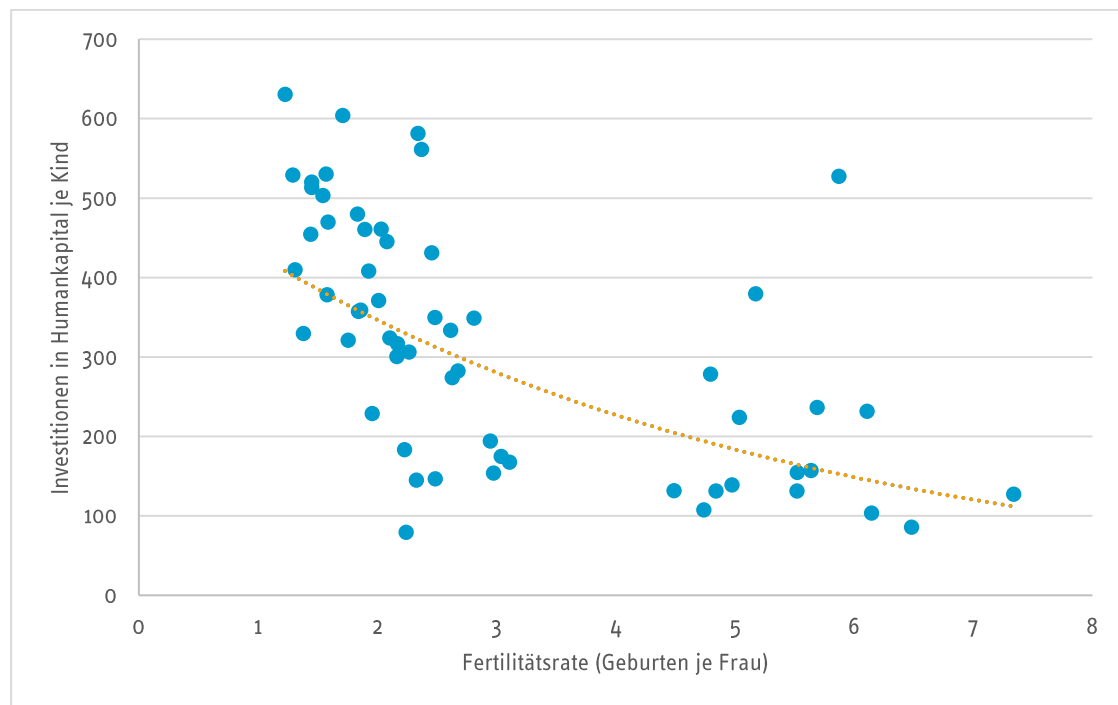
Dabei ist allerdings zu beachten, dass man den in Abbildung 3 dargestellten Zusammenhang nicht notwendigerweise eins-zu-eins in die Zukunft extrapolieren kann. So steigt die Lebenserwartung und damit verbunden die Gesundheit sowie die Leistungsfähigkeit der älteren Bevölkerung kontinuierlich, was sich bereits in zunehmenden Partizipationsraten insbesondere der älteren Bevölkerungskohorten niederschlägt. Auch der steigende Erwerbsanteil von Frauen dürfte sich positiv auf den Arbeitseinsatz pro Einwohner auswirken.

Darüber hinaus weisen die jüngeren Kohorten im Durchschnitt ein formal höheres Bildungsniveau auf. Da die Erwerbsbeteiligung von Menschen mit tertiärer Ausbildung höher ist als von Menschen ohne (Loichinger und Fürnkranz-Prskawetz 2017), könnte dies langfristig zu einem steigenden Arbeitseinsatz pro Einwohner führen. Der verbesserte Bildungsgrad der Bevölkerung ist dabei möglicherweise eine direkte Folge des demografischen Wandels, da die vorhandenen Ressourcen auf weniger Kinder aufgeteilt werden müssen. So geht eine tiefere Geburtenrate tendenziell mit höheren Humankapitalinvestitionen pro Kind einher (Abbildung 4). Der negative Zusammenhang zwischen der Kinderzahl und den Investitionen pro Kind ist auch als Quality-Quantity Trade-off bekannt (Becker und Lewis 1973). Gegeben der bereits sehr niedrigen Geburtenraten in vielen wohlhabenden Volkswirtschaften ist in Zukunft allerdings nicht mit einem weiteren deutlichen Rückgang der Quantität zu rechnen.

Abbildung 4

Fertilitätsrate und Humankapitalinvestitionen

Querschnitt von 58 Ländern (OECD und Nicht-OECD), 2003-2015



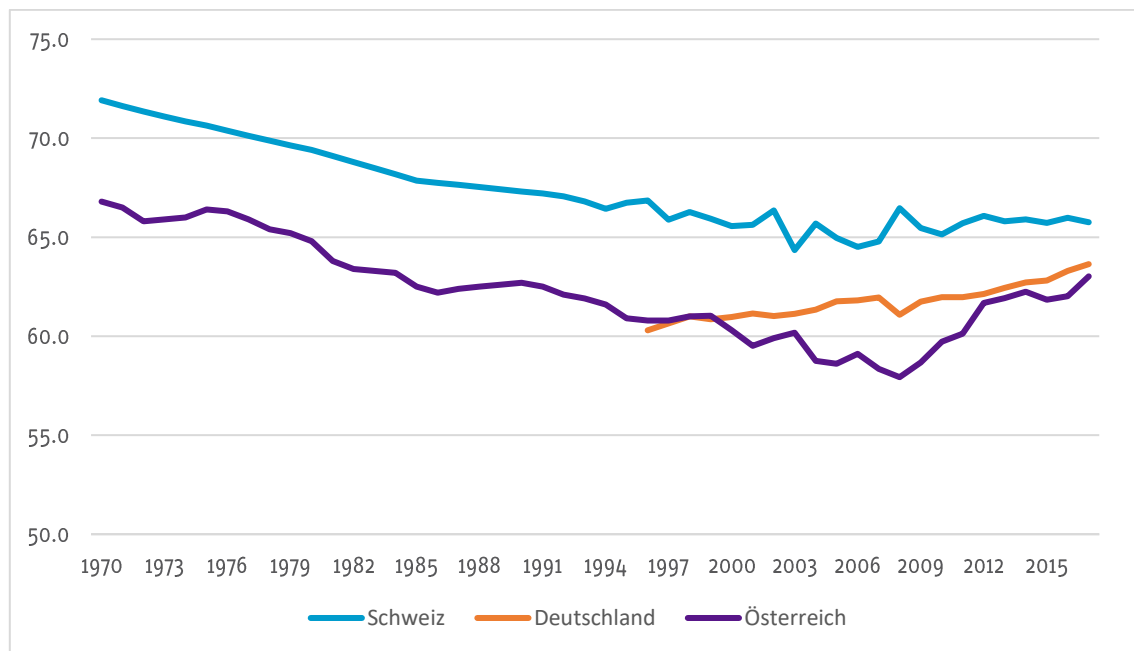
Anmerkung: Die Humankapitalinvestitionen entsprechen der Summe von Gesundheits- und Bildungsausgaben im Alter 0-17 (Gesundheit) bzw. 3-26 (Bildung), relativ zum durchschnittlichen jährlichen Arbeitseinkommen einer Person im Alter 30-49. Je nach Datenverfügbarkeit pro Land ein Jahr zwischen 2003 und 2015. Quelle: National Transfer Accounts (<https://www.ntaccounts.org/>) und World Development Indicators der Weltbank.

Nicht zuletzt können auch politische Anpassungsreaktionen, beispielsweise im Bereich der öffentlichen Rentenversicherung, den demografisch bedingten Rückgang des Arbeitseinsatzes bremsen. Abbildung 5 zeigt, dass das effektive Rentenalter in der Schweiz und Österreich¹ aktuell historisch gesehen relativ niedrig ist und deutlich unterhalb des Niveaus der 1970er liegt. Bisherige Studien haben gezeigt, dass das Arbeitsangebot stark auf Rentenreize reagiert (Börsch-Supan 2000; Manoli und Weber 2016). Ein Anstieg des gesetzlichen Rentenalters würde sich daher wahrscheinlich positiv auf die Partizipationsraten im Alter auswirken. Rentenreformen in Österreich und Deutschland haben in den letzten Jahren bereits zu steigenden effektiven Renteneintrittsaltern geführt, wie aus Abbildung 5 ersichtlich ist.

¹ Ähnliches gilt für Deutschland. Allerdings sind die Daten aufgrund der deutschen Teilung nach 1945 nicht so einfach vergleichbar.

Abbildung 5

Entwicklung des durchschnittlichen effektiven Renteneintrittsalters, Männer
Schweiz, Deutschland (nach der Wiedervereinigung), Österreich



Quelle: OECD.

Eine deutliche Zunahme der Erwerbstätigkeit im Alter in einem Ausmass, das die demografischen Änderungen neutralisieren könnte, ist kaum ohne tiefgreifende Reformen des Sozialversicherungssystems möglich. Aufgrund der Stärke der zu erwartenden demografischen Veränderungen ist es darum sehr wahrscheinlich, dass es zu einem Rückgang des Arbeitseinsatzes pro Einwohner kommen wird.

2.2. Arbeitsproduktivität

Aufgrund des mutmasslich fallenden Arbeitseinsatzes gewinnt die Arbeitsproduktivität an Bedeutung. In vielen Ländern ist sie die wichtigste Quelle des Wirtschaftswachstums und beinhaltet Faktoren wie die Menge des Human- und physischen Kapitals, Produkt- und Prozessinnovationen sowie die Übernahme neuer Technologien. Wenn man den dämpfenden Effekten des demografischen Wandels entgegenwirken möchte, stellt die Produktivität daher die entscheidende Grösse dar. Allerdings wird die Arbeitsproduktivität selbst wohl potenziell negativ von der demografischen Entwicklung beeinflusst. Im Folgenden diskutieren wir mögliche Kanäle.

a) Altersspezifische Produktivität

Ein direkter Effekt auf die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität ergäbe sich dadurch, dass die Arbeitsproduktivität über den Lebenszyklus schwankt. Mit der Verschiebung der Altersstruktur würde sich dann auch die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität ändern. Inwieweit die Produktivität jedoch mit dem Alter variiert, ist theoretisch und empirisch umstritten. In einem Literaturüberblick zeigt Skirbekk (2004), dass die individuelle Produktivität von verschiedenen Faktoren, unter anderem der physischen und kognitiven Leistungsfähigkeit sowie der Erfahrung und Fortbildung, abhängt.

Grundsätzlich geht die Literatur von einer im Altersverlauf abnehmenden physischen und kognitiven Leistungsfähigkeit aus. So zeigen Verhaeghen und Salhouse (1997) in einer

Metastudie, dass die kognitive Leistungsfähigkeit bereits vor dem 50sten Lebensjahr signifikant sinkt und sich dieser Prozess nach dem 50sten Lebensjahr verstärkt. Diese Ergebnisse werden im Prinzip von neueren Untersuchungen bestätigt (Salthouse 2009; Skirbekk et al. 2012). Rückläufige physische Leistungsfähigkeit und kognitive Leistungsfähigkeit zeigen sich auch bei Studien, welche die Ergebnisse von Sportwettbewerben analysieren. Bertoni et al. (2015) untersuchen die Entwicklung der kognitiven Fähigkeiten von Schachspielern über die Zeit. Auch sie finden eine deutliche Abnahme der Leistungsfähigkeit bereits ab Anfang der 20er Jahre. Die Studien von Castellucci et al. (2011) und Fair und Kaplan (2018) analysieren die altersabhängige Leistung von Formel 1 Fahrern und Langstreckenläufern. Die Leistungen nehmen in diesem Fall ab dem Alter 30-32 (Formel 1 Fahrer) bzw. 40 (Langstreckenläufer) ab.

Ein Rückgang der individuellen Produktivität mit steigendem Alter könnte sich auch dadurch einstellen, dass der Grossteil der Akkumulation von allgemeinem (nicht-job-spezifischen) Humankapital in der Ausbildungsphase, also vor und zu Beginn des Berufslebens, stattfindet. Unterstellt man eine Abschreibungsrate für das Humankapital über die Zeit, dann sinkt die allgemeine Humankapitalausstattung mit dem Alter. Darüber hinaus kann es noch Multiplikatoreffekte der Humankapitalabschreibung geben (Berk und Weil 2015). Dies ist z.B. im Falle von Lehrern oder Professoren der Fall. Wenn sie den in der Ausbildungsphase erworbenen Wissenstand über eine längere Periode an ihre Schüler weitergeben, dann wird immer älteres Wissen weitergegeben, so dass auch die Produktivität der Schüler fällt.

Demgegenüber steht allerdings ein Anstieg an Erfahrungswissen oder job-spezifischem Humankapital. Für sich genommen wirkt das dem oben beschriebenen Produktivitätsverlust entgegen. Hinweise auf eine im Alter steigende Produktivität gibt das altersspezifische Lohnprofil. So steigen die Löhne tendenziell mit dem Alter und fallen vor dem Renteneintritt, wenn überhaupt, kaum (Rupert und Zanella 2015; Skirbekk 2004). Die Frage, inwieweit Löhne die Produktivität widerspiegeln, ist allerdings umstritten, da gesetzliche oder gesellschaftliche Normen möglicherweise einem Rückgang der Löhne im Alter entgegenstehen (Lee 2016). Die Vermutung, dass die Produktivität mit einer alternden Belegschaft nicht nachlässt, wird allerdings auch von einer Studie von Börsch-Supan und Weiss (2016) gestützt, welche die Produktivität basierend auf der Fehlerrate in einer Automobilfabrik misst. Im Unterschied zu den bisher aufgeführten Studien berücksichtigen Börsch-Supan und Weiss (2016), dass viele Arbeiten in Teams stattfinden, die sich aus Personen unterschiedlichen Alters zusammensetzen. Basierend auf diesem empirischen Design kommen sie zu dem Ergebnis, dass die Produktivität mit dem Alter der Belegschaft eher zu- als abnimmt.

Alles in allem gibt es derzeit keine abschliessende Evidenz, dass die Produktivität mit dem Alter nachlässt. Im Gegenteil deuten die Studien darauf hin, dass die Produktivität aufgrund eines steigenden Erfahrungsschatzes bis zu einem gewissen Alter eher ansteigt. Inwieweit es danach zu einem Produktivitätsabfall kommt, ist dagegen umstritten. Aufgrund geringerer kognitiver Leistungsfähigkeit können sich allerdings bei (unfreiwilligen) Jobwechseln im höheren Alter negative Produktivitätseffekte ergeben, wenn job-spezifisches Humankapital nicht oder nur begrenzt transferierbar ist. Grundsätzlich dürfte sich das Altersproduktivitätsprofil in Zukunft aufgrund verbesserter Gesundheit und erhöhtem Bildungsniveau allerdings wohl weiter verschieben.

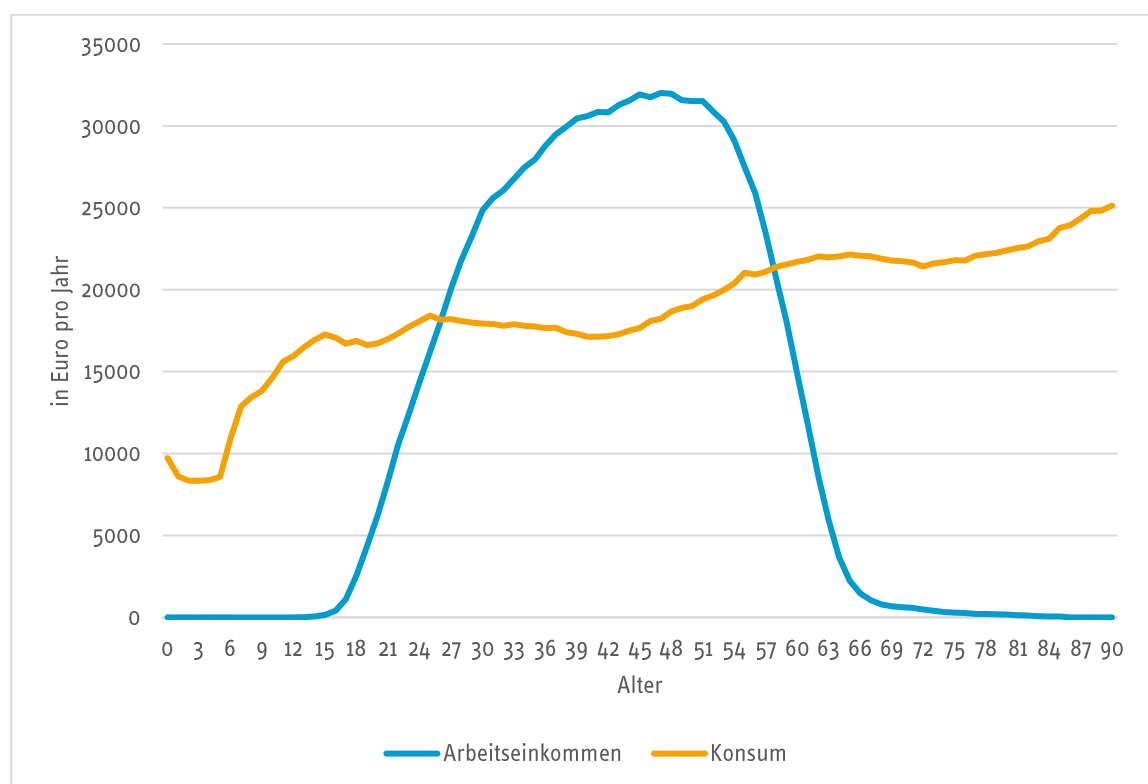
b) Kapitalintensität

Unabhängig von der tatsächlichen Gestalt des individuellen Altersproduktivitätsprofils könnte die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität auch dann mit der Altersstruktur schwanken, wenn sich die Altersstruktur auf die Entwicklung des gesamtwirtschaftlichen Kapitalstocks, insbesondere auf die Kapitalintensität der Produktion auswirkt. Der Zusammenhang zwischen der demografischen Entwicklung und der Entwicklung der Kapitalintensität ist bislang vor allem theoretisch untersucht worden. Grundsätzlich könnte der Effekt der Altersstruktur dabei in zwei verschiedene Richtungen laufen (d'Albis 2007; Lau 2009).

Zum einen steigt das Verhältnis von Kapitalstock zu Arbeitseinsatz mechanisch an, wenn der Arbeitseinsatz demografisch bedingt langsamer wächst (oder sogar abnimmt) und der Kapitalstock weiter im ähnlichen Tempo zunimmt. Durch diesen Kompositionseffekt steigt die Kapitalintensität der Produktion im Zuge des demografischen Wandels. Anders ausgedrückt: Steht der langsamer wachsenden Erwerbsbevölkerung ein im konstanten Tempo zunehmender Maschinenpark gegenüber, so steigt die Ausstattung an Maschinen pro Arbeiter. Demgegenüber steht ein möglicher negativer Einfluss des demografischen Wandels auf die gesamtwirtschaftliche Investitionsquote. Sinkt die Investitionsneigung im Zuge der Alterung, könnte dies zu einem weniger stark wachsenden Kapitalstock führen, welcher den Kompositionseffekt unter bestimmten Bedingungen überkompensiert (d'Albis 2007; Lau 2009).

Abbildung 6

Arbeitseinkommen und Konsum pro Einwohner im Laufe des Lebenszyklus Deutschland (2003)



Quelle: National Transfer Accounts (<https://www.ntaccounts.org/>).

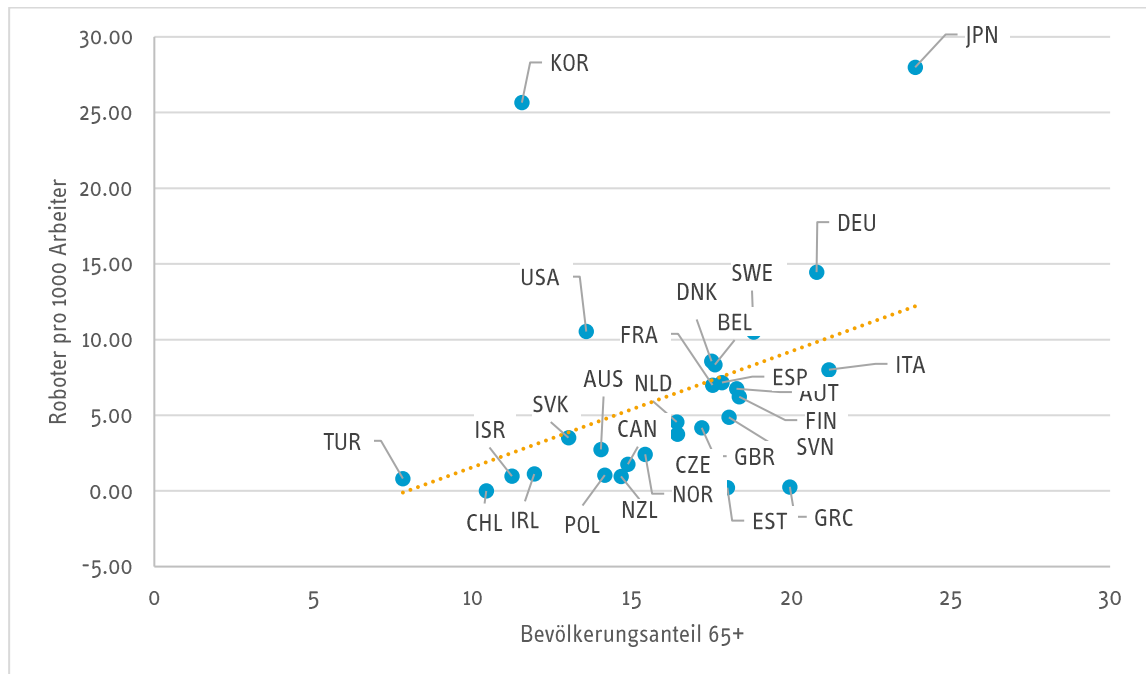
Die Investitionsneigung könnte demografisch zum einen durch eine veränderte Sparneigung beeinflusst werden, da die Ersparnis auch in offenen Volkswirtschaften eng mit den Investitionen korreliert ist (Feldstein und Horioka 1980). Dass die Ersparnis im Durchschnitt über den Lebenszyklus schwankt, da die Einkommen im Lebensverlauf stärker variieren als der Konsum, ist empirisch relativ gut abgesichert (Abbildung 6). Aufgrund dieser Beziehung schwankt auch die aggregierte Sparquote mit der Altersstruktur (Higgins 1998). Darüber hinaus könnte die Investitionsquote auch durch eine demografisch schwankende Investitionsnachfrage getrieben sein. So investieren Unternehmen in alternden Volkswirtschaften unter Umständen weniger, da sie sich eine geringere Rendite versprechen (ein Grund dafür könnte ein langsamerer technologischer Fortschritt sein siehe Abschnitt c). Ähnliches könnte für die öffentliche Hand gelten, wenn sie sich verstärkt an den Bedürfnissen einer älteren Wählerschaft ausrichtet (siehe Abschnitt e). Evidenz für eine mit der Alterung sinkende Investitionsquote finden sich bei Higgins (1998) für ein Mehrländerpanel und bei Jäger et al. (2015) für die Schweiz.

Theoretisch ist der Einfluss der Altersstruktur auf die Kapitalintensität daher nicht eindeutig. Empirische Studien, die dieser Frage nachgehen, konzentrieren sich in der Regel auf den Effekt des demografischen Wandels auf den Zinssatz, welcher theoretisch das Grenzprodukt des Kapitals widerspiegeln sollte. Ein Anstieg der Kapitalintensität sollte sich daher in einen Rückgang der Realzinsen niederschlagen. Poterba (2001) findet keinen Effekt der demografischen Entwicklung auf die Zinsen. Jüngere Studien deuten dagegen auf einen zinsenkenden Effekt der demografischen Alterung hin (Aksoy et al. 2019; Ferrero et al. Im Erscheinen).

Die Ergebnisse eines verwandten Literaturstranges weisen zudem darauf hin, dass der demografische Wandel zumindest im Industriesektor mit einer steigenden Kapitalintensität einhergeht. Ausgangspunkt ist die Überlegung, dass Unternehmen neben einer Reihe weiterer Gründe auch aufgrund einer Knappheit an Fachkräften verstärkt in arbeitssparende Technologien (Roboter) investieren. So zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen dem Anteil von älteren Personen und dem Robotereinsatz (Abbildung 7). Der Zusammenhang zwischen Robotern und der Altersstruktur lässt sich sowohl international zwischen Ländern als auch interregional zwischen US-Arbeitsmarktregionen beobachten (Acemoglu und Restrepo, 2018, 2017).

Abbildung 7

Anteil der über 65-jährigen und Robotereinsatz im Verarbeitenden Gewerbe
 Querschnitt von Ländern (ohne die Schweiz)



Quelle: OECD (2017) basierend auf der International Federation of Robotics und World Development Indicators der Weltbank.

Alles in allem ist die Frage nach den demografischen Effekten auf die Kapitalintensität insgesamt empirisch allerdings noch nicht abschliessend geklärt. Erschwerend kommt hinzu, dass der demografische Wandel die Kapitalintensität möglicherweise auch über einen Wandel hin zur Dienstleistungsgesellschaft beeinflusst (siehe Abschnitt d).

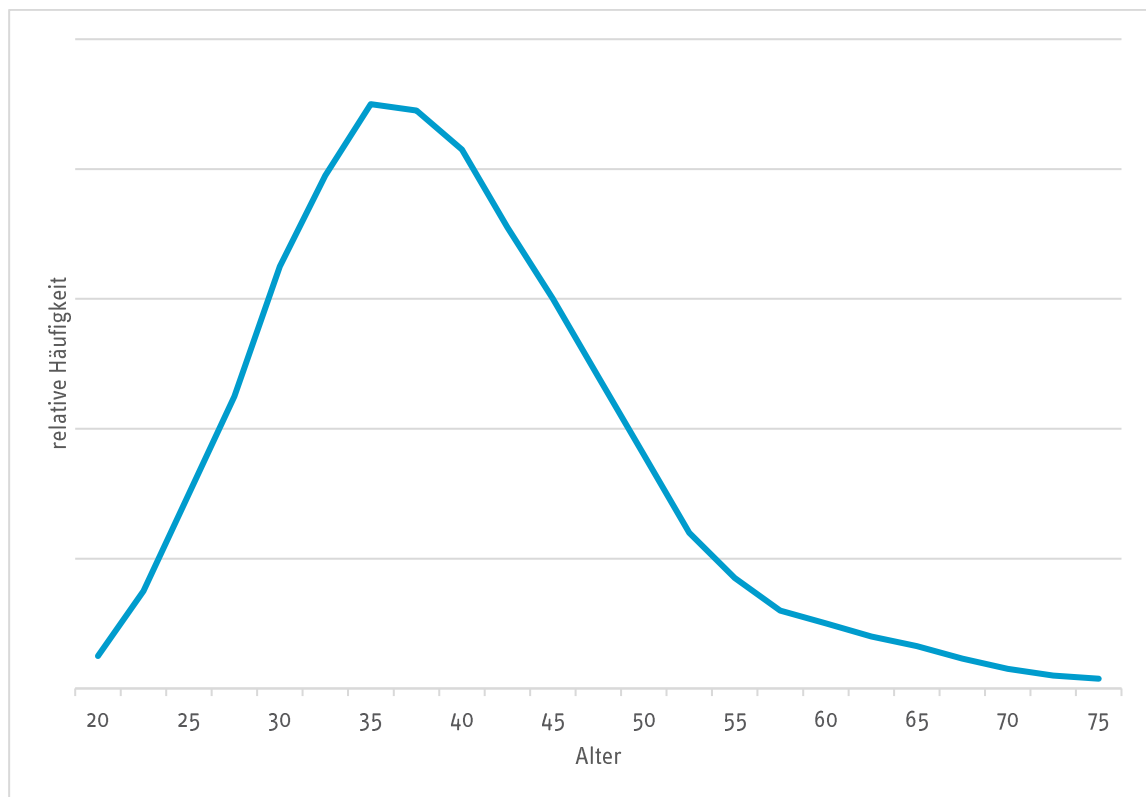
c) Technologischer Fortschritt

Die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität wird auf lange Sicht insbesondere durch den technologischen Fortschritt bestimmt. Endogene Wachstumsmodelle weisen darauf hin (Romer 1990), dass Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten eine wichtige Quelle des technologischen Fortschritts sind. Ein weiterer Kanal der demografischen Entwicklung auf die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität ist daher, dass die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft zum Teil auch durch die Altersstruktur ihrer Bevölkerung bestimmt ist.

Die Innovationsfähigkeit lässt sich grob aufteilen in Schaffung und Adoption von technologischen Neuerungen. Die Altersstruktur kann sich auf die Schaffung von Innovationen auswirken, da Wissenschaftler über den Lebenszyklus unterschiedlich produktiv sind. In einer jüngeren Studie hat Jones (2010) die Innovationstätigkeit von Wissenschaftlern, insbesondere von Nobelpreisträgern, mit Individualdaten untersucht. Ausgangspunkt der Untersuchung ist zunächst die These, dass Wissenschaftler ihre bedeutenden Entdeckungen oder Innovationen im jungen Alter machen (Abbildung 8). Eine Extrapolation dieses Zusammenhanges würde bedeuten, dass eine alternde Gesellschaft dazu führt, dass es weniger junge Wissenschaftler gibt, sodass die Zahl der Innovationen unter sonst gleichen Bedingungen sinken müsste.

Abbildung 8

Schematische Darstellung: Altersverteilung bei bedeutenden Innovationen



Quelle: Angelehnt an Jones (2010).

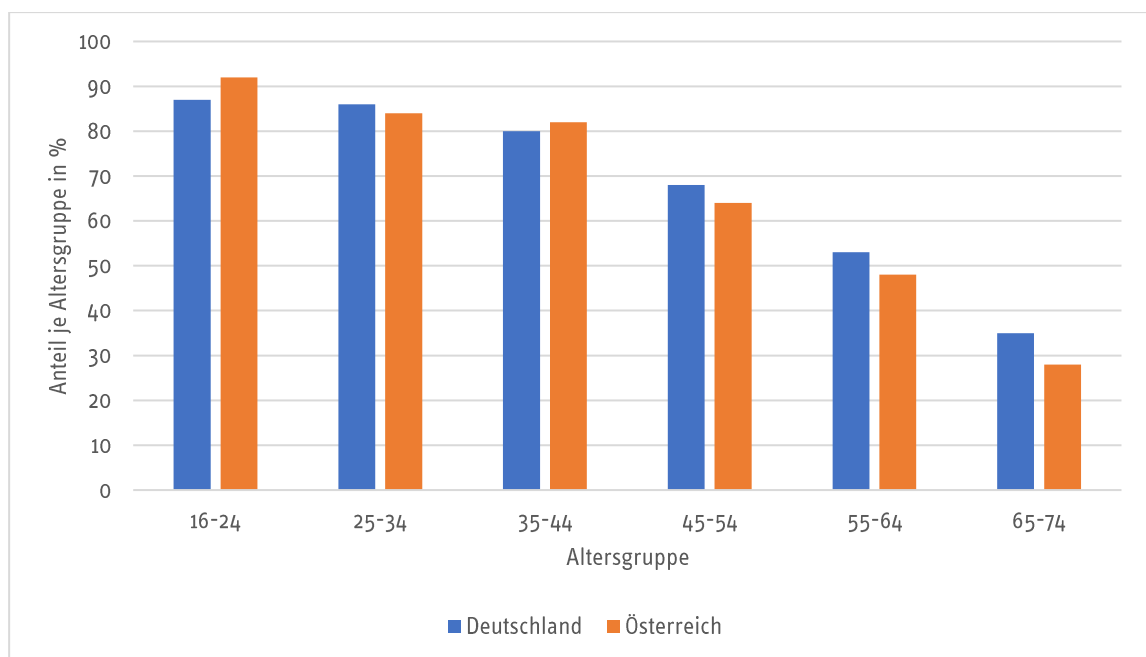
Der empirische Befund von Jones (2010) bestätigt grundsätzlich diese These, weist aber gleichzeitig auf zusätzliche bedeutende Zusammenhänge hin. Zunächst zeigen die Ergebnisse, dass das Alter, in dem Wissenschaftler im Durchschnitt ihre bedeutenden Innovationen hervorbringen, in den vergangenen Jahren leicht gestiegen ist. Ein Grund dafür könnte sein, dass sich der Wissensstand ständig erhöht. Dadurch verlängert sich die Ausbildung der Wissenschaftler, sodass sie ihre Forschungstätigkeit erst später beginnen können. Allerdings verschiebt sich dadurch nicht die gesamte Verteilung des „Innovationsalters“ einfach nach hinten. Vielmehr wird sie gestaucht, da die Untergrenze der Altersverteilung ansteigt, die Obergrenze aber weitgehend unverändert bleibt. Dadurch verringert sich die Zeitspanne, in der Wissenschaftler bedeutende Entdeckungen machen können. Gesamtwirtschaftlich bedeutet dies, dass sowohl der demografische Wandel (weniger junge Wissenschaftler) als auch die Akkumulation von Wissen über die Zeit die Häufigkeit bedeutender Innovationen negativ beeinflussen können.

In einer jüngeren Studie bestätigen Aksoy et al. (2019) den negativen Zusammenhang zwischen der demografischen Entwicklung und der Innovationsfähigkeit basierend auf einem Panel von OECD Ländern. Im Rahmen eines Vektorautoregressiven (VAR) Modells zeigt sich ein negativer Zusammenhang zwischen dem Anteil der über 60-jährigen und den Patentanmeldungen pro Einwohner. Basierend auf regionalen Daten in den USA zeigen Derrien et al. (2018), dass Firmen, die sich in Gebieten mit einer jüngeren Bevölkerung befinden, mehr Patente anmelden. Irmen

und Litina (2016) zeigen darüber hinaus, dass ein Anstieg des Altersquotienten zunächst mit einem Anstieg der Patente pro Einwohner einhergeht, ab einem Altersquotient von 24-27 (Schweiz 2018: ca. 30) sinken die Patente mit steigendem Altersquotient allerdings wieder. Die Autoren begründen diesen nicht-linearen Zusammenhang damit, dass die demografische Alterung zunächst die Nachfrage nach Innovationen ansteigen lässt, z.B. um die Arbeitsproduktivität der erwerbstätigen Bevölkerung zu erhöhen. Ist die Alterung bereits weiter fortgeschritten, überwiegen dann die negativen Folgen wie mangelnde Risikobereitschaft und Unternehmergeist, wodurch die Innovationstätigkeit wieder abnimmt.

Abbildung 9

Personen mit mindestens grundlegenden digitalen Kenntnissen in verschiedenen Altersgruppen
Deutschland, Österreich (2017)



Anmerkung: Anteil von Personen, die insgesamt grundlegende oder höhere als grundlegende digitale Kenntnisse haben jeweils je Altersgruppe. Quelle: Eurostat - Individuals' level of digital skills [isoc_sk_dskl_i] abgerufen am 28.08.2019.

Für die Produktivitätsentwicklung einer Volkswirtschaft ist nicht nur die Entwicklung neuer Technologien von Bedeutung, sondern auch die Intensität bzw. Adoption der Nutzung. Wie bereits dargestellt wurde, sinkt die Lernfähigkeit mit dem Alter, wodurch zu erwarten ist, dass die Nutzung neuer Technologien mit zunehmendem Alter abnimmt. Darüber hinaus lohnt es sich für ältere Personen weniger, sich in neue Technologien einzuarbeiten, da sie zum einen eine geringere zu erwartende Restarbeitszeit aufweisen. Zum anderen haben sie in der Regel einen Wissensvorsprung, was die bestehenden Technologien betrifft. Diesen Vorsprung würden sie bei einem Umstieg zu neuen Technologien verlieren. Auch dies könnte dazu beitragen, dass in einer alternden Gesellschaft die Produktivität sinkt.

Abbildung 9 zeigt, dass die digitalen Fähigkeiten bei älteren Personen geringer ausfallen als bei jüngeren und 35- bis 54-jährigen. Dass die Computernutzung in höheren Altersgruppen nachlässt, wird auch von Schleife (2006) gestützt. Allerdings dürfte die Computernutzung und Kompetenz auch bei älteren Personen in Zukunft ansteigen, da sie in jüngeren Jahren bereits mit

Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) sozialisiert worden sind. Nichtsdestotrotz kann sich die Alterung negativ auf die Innovationsbereitschaft auswirken. So zeigen die Ergebnisse von Meyer (2011) basierend auf einem Datensatz von klein- und mittelständischen Unternehmen aus dem wissensintensiven sowie dem IKT Dienstleistungsbereich, dass sich ein höherer Anteil von älteren Arbeitnehmern negativ auf die Wahrscheinlichkeit auswirkt, dass die Firma eine neue Technologie übernimmt.

Neben der Adoption von Innovationen innerhalb bestehender Betriebe können Innovationen auch über Firmengründungen in die Volkswirtschaft diffundieren. In diesem Kontext kommt der Altersverteilung von Firmengründern eine besondere Bedeutung zu. Theoretisch könnte die Wahrscheinlichkeit der Firmengründung mit dem Alter zu- oder abnehmen. Einerseits steigt mit zunehmenden Alter job-spezifisches Human-, soziales sowie finanzielles Kapital an, was eine Unternehmensgründung wahrscheinlicher macht. Andererseits sind mit dem Alter möglicherweise die kognitive Leistungsfähigkeit, die Innovations- oder Risikobereitschaft (Dohmen et al. 2017) rückläufig. Empirische Studien zeigen, dass sich Firmengründer nicht gleichmässig über alle Altersklassen verteilen. Mit dem Alter nimmt die Zahl der Firmengründer zunächst zu und ab einem gewissen Alter dann wieder ab (Azoulay et al. 2018; Bönte et al. 2009). Laut Azoulay et al. (2018) sind die erfolgreichsten Unternehmer mit rund 45 Jahren allerdings relativ alt. Damit dürfte die Dynamik der (erfolgreichen) Firmengründungen weniger stark vom Anteil der jungen, sondern eher vom Anteil der Personen mittleren Alters, also 35- bis 54-jährigen, abhängen.

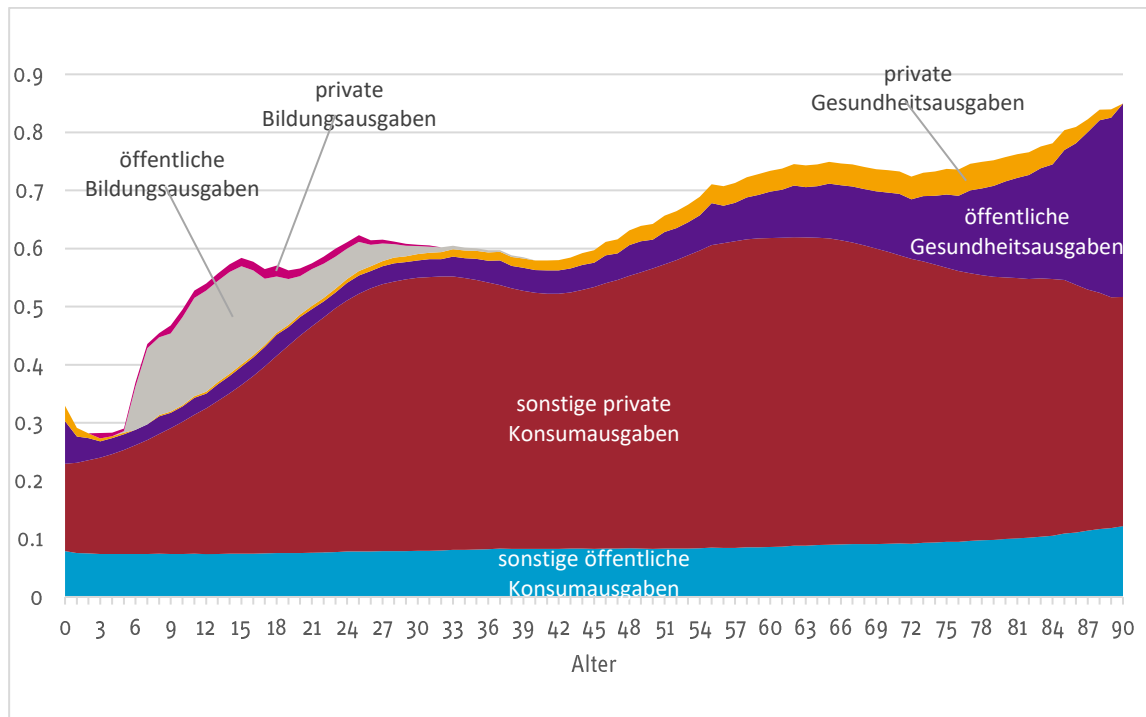
Alles in allem deuten die empirischen Studien darauf hin, dass ein steigender Anteil älterer Personen, insbesondere zu Lasten von Personen mittleren Alters, eher negativ auf die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft wirkt und daher mutmasslich das Wachstum des technologischen Fortschritts dämpft. Dabei ist allerdings zu beachten, dass sich die oben beschriebenen Ergebnisse möglicherweise nicht eins-zu-eins in die Zukunft fortschreiben lassen, da sich die zukünftigen älteren Personen, wie bereits erwähnt, in vielen Charakteristika von den aktuellen Älteren unterscheiden werden (z.B. Gesundheitszustand, Bildungsniveau, Sozialisation mit IT etc.).

d) Strukturwandel

Während sich die in a)-c) beschriebenen Effekte mehr oder weniger den klassischen Produktionsfaktoren (Arbeit, Kapital, Produktionstechnologie) zuordnen lassen, sind die Auswirkungen eines demografisch induzierten Strukturwandels weniger klar abgrenzbar.

So dürfte der demografische Wandel insbesondere eine Änderung der Konsumstruktur mit sich bringen. Ein vielzitiertes Beispiel ist die altersbedingt steigende Nachfrage nach Gesundheitsdienstleistungen (Bloom et al. 2015). Abbildung 10 zeigt am Beispiel Deutschlands (Daten für die Schweiz nicht verfügbar), dass öffentliche und private Gesundheitsausgaben in höheren Altersgruppen deutlich höher ausfallen als für Kinder und Jugendliche oder Personen im erwerbsfähigen Alter. Aufbauend auf diesem Argument gibt es auch empirische Hinweise darauf, dass der demografische Wandel den Strukturwandel hin zu Dienstleistungen unterstützt (RWI 2008; Siliverstovs et al. 2011).

Abbildung 10
Konsumkomponenten pro Kopf im Laufe des Lebenszyklus
 Deutschland (2003)



Anmerkung: Werte normalisiert mit dem durchschnittlichen Arbeitseinkommen von 30-49-jährigen. Quelle: National Transfer Accounts (<https://www.ntaccounts.org/>).

Diese Verschiebung in der Branchenstruktur kann auch einen Effekt auf die gesamtwirtschaftliche Produktivität haben, da sich die Produktivität zwischen den betroffenen Sektoren unterscheidet. Typischerweise weist der Dienstleistungssektor eine geringere Produktivität auf als die Industrie (siehe für die Schweiz: Bundesamt für Statistik 2015). Ursächlich dafür dürfte zum einen eine geringere Kapitalintensität im Dienstleistungssektor sein. Darüber hinaus ist die Erbringung bestimmter Dienstleistungen, z.B. im Gesundheitsbereich, nicht uneingeschränkt marktwirtschaftlichen Grundsätzen unterworfen, wodurch das Potenzial für Produktivitätssteigerungen beschränkter ist.

Eine Verschiebung hin zu einem steigenden Anteil an (Gesundheits-)Dienstleistungen dürfte damit die Produktivität dämpfen. Hashimoto und Tabata (2010) zeigen in einem theoretischen Modell, dass sich der demografische Wandel über einen steigenden Anteil an Beschäftigten im Gesundheitssektor negativ auf das Einkommen pro Einwohner auswirkt. Aisa und Pueyo (2013) argumentieren allerdings, dass dieses Ergebnis stark von der Annahme einer kleinen offenen Volkswirtschaft und perfekter Kapitalmobilität abhängt. Bislang existiert kaum empirische Forschung darüber, wie sich ein demografiebedingter Strukturwandel auf die Produktivität auswirkt. Der Effekt ist möglicherweise bislang allerdings relativ begrenzt. So weisen Studien zumindest darauf hin, dass der Effekt einer sich verschiebenden sektoralen Struktur für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität in reichen Volkswirtschaften (McMillan et al. 2014) allgemein oder der Schweiz (Bundesamt für Statistik 2015) im Besonderen in den letzten Jahrzehnten eine eher untergeordnete Rolle gespielt hat.

e) Politökonomie

Auch die sich verschiebende Wählermacht hin zu älteren Altersgruppen kann sich über verschiedene Kanäle auf die Arbeitsproduktivität auswirken. So haben ältere Personen aufgrund ihrer geringeren verbleibenden Restlebenszeit unter Umständen andere Präferenzen als Personen, welche den Grossteil ihres Lebens noch vor sich haben. Die Präferenzen von älteren Personen sollten im Zuge des demografischen Wandels in demokratisch organisierten Gesellschaften an Gewicht gewinnen.

Bestehende Studien zeigen, dass sich ein steigender Anteil von älteren Personen negativ auf die Entwicklung der Bildungsausgaben auswirkt (Poterba 1997; Harris et al. 2001), wohl auch da ältere Personen diese Ausgaben weniger unterstützen (Boeri et al. 2001; Cattaneo und Wolter 2009). Die Ergebnisse aus Jäger und Schmidt (2016) legen zudem nahe, dass der demografische Wandel auch mit einem Rückgang der öffentlichen Investitionstätigkeit einhergeht. Mit der Alterung steigt dagegen der Anteil von Sozialausgaben (Sanz und Velázquez 2007).

Fallende Ausgaben für Bildung und Investitionen könnten sich negativ auf die Produktivitätsentwicklung auswirken. Bei öffentlichen Investitionen bestehen zwei Effekte auf die Produktivität. Ein direkter Effekt entsteht dadurch, dass öffentliche Infrastruktur positiv auf die Produktivität wirkt. Ein indirekter Effekt entsteht dadurch, dass öffentliche Investitionen mit Crowding-in Effekten verbunden sein können (Afonso und Aubyn 2009). D.h. öffentliche Investitionen haben einen positiven Effekt auf private Investitionen, die wiederum die Produktivität erhöhen können.

2.3. Ergebnisse empirischer Makrostudien

Gegeben der Vielzahl an möglichen Einflusskanälen stellt sich die Frage nach dem Gesamteffekt einer sich verschiebenden Altersstruktur auf die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes. Im folgenden Abschnitt geben wir einen Überblick über relevante empirische Makrostudien, welche über ihr Studiendesign implizit die in den beiden vorherigen Abschnitten beschriebenen Faktoren mit einbeziehen. Typischerweise regressieren diese Studien das BIP pro Einwohner oder die Arbeitsproduktivität auf die Altersstruktur einer Reihe von Ländern. Die Bandbreite der statistischen Spezifikationen ist dabei relativ breit. Tabelle 2 fasst die Details der Studien zusammen. Alles in allem weisen die Studien darauf hin, dass die Altersstruktur eine wichtige Determinante der wirtschaftlichen Entwicklung darstellt, wobei die Bevölkerungsalterung negativ auf Wirtschaftsleistung pro Einwohner und die Arbeitsproduktivität wirkt. Im nächsten Kapitel geben wir einen kurzen Überblick über empirische Studien, welche sich insbesondere mit den Zusammenhängen in Japan befassen.

Tabelle 2: Bestehende empirische Makrostudien

Studie	Abhängige Variable	Abbildung der Altersstruktur	Empirische Spezifikation	Zeitraum	Länder	Ergebnis
Aiyar und Ebeke (2016)	Output pro Arbeiter	Anteil der Arbeitsbevölkerung (55-64), Jugend- und Altersquotient	IV-Ansatz, Altersstruktur durch historische Altersstruktur und Geburtenraten instrumentiert. Veränderung-Level	1950-2014	22 (EU)	Anteil der Arbeitsbevölkerung 55-64 wirkt negativ auf Output pro Arbeiter
Aksoy et al. (2019)	Output	3-8 Altersgruppenanteile (Gesamtbevölkerung)	VAR-Model. Veränderung-Level	1970-2014	21 (OECD)	Anteil von Älteren wirkt negativ auf das Wirtschaftswachstum, auch da Innovationen sinken
Feyrer (2007)	Output pro Arbeiter	5 Altersgruppenanteile (Arbeitsbevölkerung)	IV-Ansatz, Altersstruktur durch historische Altersstruktur instrumentiert. Level-Level	1960–1990	87	Ein hoher Anteil von Personen mittleren Alters (40-49) wirkt positiv, ein hoher Anteil von Jüngeren oder Älteren eher negativ
Gómez und Cos (2008)	Output pro Einwohner	Anteil der erwerbstätigen Bevölkerung (15-64) (Gesamtbevölkerung), Anteil 35-54 relativ zu den 15-34	GMM, Veränderung-Level, Level-Level	1950-2000	144	Personen im erwerbstätigen Alter wirken positiv auf den Output, Anteil der 35-54 relativ zu den 15-34 bis zu einem gewissen Grad ebenfalls
Kögel (2005)	TFP	Jugendquotient	OLS, Veränderung-Level	1965–1990	70	Hoher Jugendquotient wirkt sich negativ auf TFP aus
Kotschy und Sunde (2018)	Output pro Arbeiter	10 Altersgruppenanteile (Gesamtbevölkerung)	IV-Ansatz, Altersstruktur durch historische Altersstruktur instrumentiert. Level-Level	1950-2010	120	Ein hoher Anteil von Personen mittleren Alters (50-54) wirkt positiv, ein hoher Anteil von Jüngeren oder Älteren eher negativ
Li et al. (2007)	Output pro Einwohner	Anteil der erwerbstätigen Bevölkerung (15-64) (Gesamtbevölkerung)	OLS, Veränderung-Level	1963-2003	150	Ein hoher Anteil von Personen im erwerbstätigen Alter wirkt positiv auf Output pro Kopf
Lindh und Malmberg (1999)	Output pro Arbeiter	4 Altersgruppenanteile (Gesamtbevölkerung)	OLS, GMM, Veränderung-Level	1950-1990	21 (OECD)	Anteil der 50-64 positiv, Anteil der über 65-jährigen negativ mit Output pro Arbeiter korreliert

Anmerkung: Level-Level: Abhängige Variable und Altersstruktur in Levels (oder beide in Veränderungsraten). Veränderung-Level: Abhängige Variable in Veränderungsraten und Altersstruktur in Levels.

2.4. Erfahrungen aus Japan

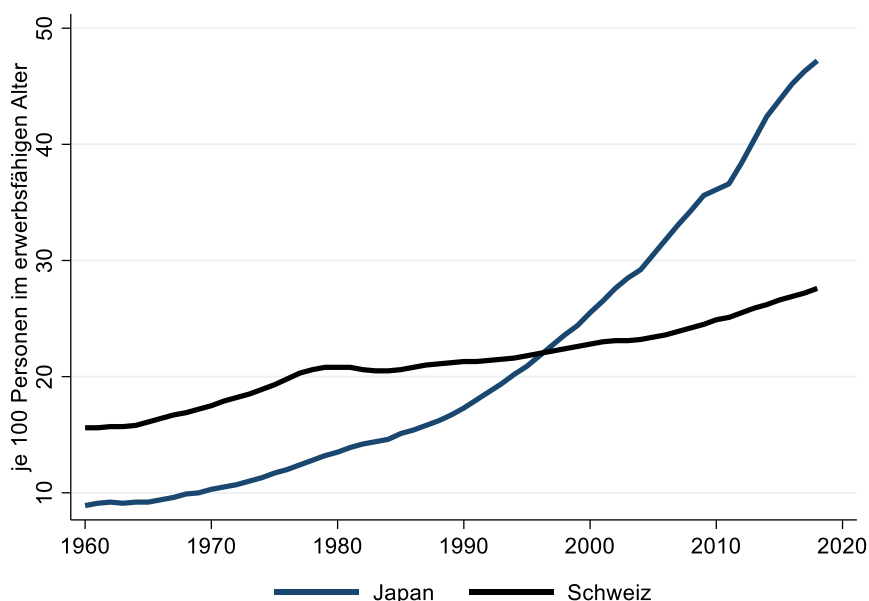
Der demografische Transitionsprozess ist in Japan zum einen deutlich weiter fortgeschritten, zum anderen ist auch die Intensität des Alterungsprozesses stärker als in anderen Gesellschaften. Aus diesem Grund ist zu erwarten, dass auch die gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen besonders kräftig und dadurch sichtbarer sind als in anderen Ländern.

Die besondere rasche Alterung in Japan ist durch drei Charakteristika geprägt. 1) Der Rückgang der Geburtenrate war in Japan besonders rasant, die Rate fiel von über 3 zu Beginn der 50er Jahre auf 1,4 im Jahr 2014. 2) Gleichzeitig stieg die Lebenserwartung in Japan besonders kräftig. Während die Lebenserwartung bei der Geburt im Jahr 1947 52 Jahre betrug, ist diese auf 83 Jahre im Jahr 2013 angestiegen. 3) Die Zuwanderung nach Japan ist sehr gering. So machten Migranten im Jahr 2015 nur 1,6% der gesamten Bevölkerung aus. Die genannten Faktoren haben dazu geführt, dass der Altersquotient in Japan inzwischen auf über 45 und damit deutlich über den Wert in der Schweiz (rund 28) gestiegen ist (Abbildung 11).

Abbildung 11

Altersquotient in der Schweiz und in Japan

Verhältnis der über 65- zu den 15-64-jährigen; 1960 bis 2018.



Quelle: OECD.

Durch die Stärke des demografischen Wandels ist zu erwarten, dass die Produktivitätseffekte besonders deutlich sind. Daher ist es überraschend, dass es relativ wenige empirische Studien gibt, die sich mit diesen Zusammenhängen im japanischen Kontext beschäftigen. Eine Ausnahme bilden drei Studien, die vom National Institute for Research Advancement (2010) veröffentlicht wurden. Alles in allem deuten die Ergebnisse auf negative Auswirkungen einer alternden Bevölkerung hin und weisen damit in eine ähnliche Richtung wie die in 2.3. besprochenen Länderquerschnittsuntersuchungen.

In der ersten Studie (Kato 2010) wird der Zusammenhang zwischen der Grösse der Erwerbsbevölkerung und der totalen Faktorproduktivität auf Grundlage einer Kointegrationsanalyse für Japan durchgeführt. In der ökonomischen Wachstumsliteratur wird in

der Regel ein positiver Zusammenhang unterstellt. So wird argumentiert, dass mit einer grösseren Bevölkerung eine grössere Zahl von Innovatoren verbunden ist. Die empirischen Ergebnisse belegen einen langfristigen positiven Zusammenhang zwischen der Erwerbsbevölkerung und der Veränderungsrate der TFP für Japan. Auf Basis dieser Ergebnisse kommt der Autor zu dem Schluss, dass die Veränderungsrate der TFP je nach Bevölkerungsentwicklung spätestens 2030 negativ sein wird. Solche Extrapolationen von Zusammenhängen der Vergangenheit in die Zukunft sind aber mit hohen Unsicherheiten behaftet. Insbesondere ist unklar, ob der positive Zusammenhang, der empirisch für eine wachsende Bevölkerung gefunden wurde, unverändert gilt, wenn die Bevölkerung schrumpft.

In der zweiten Studie (Shirakawa 2010) wird der Zusammenhang zwischen dem Durchschnittsalter der Arbeitnehmer bzw. der Altersstruktur der Arbeitnehmer und der TFP auf der Basis von 106 Industriezweigen in Japan analysiert. Auch in dieser Studie wird die TFP als Restgrösse zwischen Wertschöpfung einerseits sowie Arbeits- und Kapitaleinsatz andererseits berechnet. Es zeigt sich, dass die TFP bei einem Durchschnittsalter von knapp 46 Jahren ihr Maximum erreicht. Ab 2023 ist basierend auf diesen Ergebnissen ein demografiebedingter Rückgang der TFP zu erwarten. Die Ergebnisse werden von einer dritten Studie (Jinno 2010) gestützt. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen eine buckelförmige Verteilung der Produktivität nach Altersgruppen. Die höchste Produktivität ergibt sich danach für die Altersgruppe der 45- bis 49-jährigen.

Eine neuere Studie von Liu und Westelius (2017) nutzt regionale Variation in der Altersstruktur Japans, um den Effekt des demografischen Wandels auf die Produktivität zu untersuchen. Auch die Ergebnisse dieser Studie weisen auf einen buckelförmigen Zusammenhang zwischen Alterskohorten und TFP hin. Die höchste Produktivität ergibt sich ebenfalls für die Altersgruppe der 40- bis 49-jährigen. Insgesamt deutet die Studie damit darauf hin, dass zumindest ein Teil des schwachen TFP Zuwachses in Japan durch die Alterung der Erwerbstätigen erklärt werden kann.

3. Ökonometrische Schätzung

3.1. Konzeptioneller Rahmen

Die empirische Quantifikation des Altersstruktureffektes in dieser Studie erfolgt im Rahmen einer vergleichenden Länderstudie (für einen Überblick vergleichbarer Studien siehe 2.3.). Zunächst bestimmen wir den empirischen Zusammenhang zwischen der Altersstruktur und dem Wohlstandsniveau insgesamt, welches wir über das **BIP pro Einwohner** approximieren. Implizit bezieht diese Schätzung alle in Kapitel 2 diskutierten Kanäle mit ein. Im Folgenden wird der Gesamteffekt basierend auf einer makroökonomischen Produktionsfunktion in verschiedene Teile zerlegt (z.B. die Arbeitsproduktivität, die Kapitalintensität, oder den technologischen Fortschritt).

Die Altersstruktur wirkt auf das BIP pro Einwohner zum einen über den altersbedingt schwankenden Arbeitseinsatz (siehe Abschnitt 2.1.) sowie über einen möglichen Einfluss auf die Arbeitsproduktivität (siehe Abschnitt 2.2.). Der zweite Teil der empirischen Studie fokussiert sich explizit auf die Analyse der **Arbeitsproduktivität (BIP pro Arbeitsstunde)**. Aufgrund der fundamentalen Bedeutung des Produktivitätswachstums für die langfristige wirtschaftliche Entwicklung hätte ein empirischer Zusammenhang zwischen der demografischen Alterung und dem Produktivitätswachstum eine grosse ökonomische Relevanz.

Im dritten Teil wird auch der Effekt auf die Arbeitsproduktivität weiter aufgeteilt. Theoretisch kann der Effekt in fünf weitere Teile zerlegt werden:

- 1) Eine über den Altersverlauf schwankende individuelle Produktivität (siehe 2.2 a)
- 2) Eine aufgrund der Altersstruktur schwankende Kapitalintensität (siehe 2.2 b)
- 3) Veränderungen des technologischen Fortschritts (siehe 2.2 c)
- 4) Demografieinduzierter Strukturwandel (siehe 2.2 d)
- 5) Politökonomische Effekte (siehe 2.2 e)

Im Rahmen der klassischen makroökonomischen Cobb Douglas Produktionsfunktion:

$$Y=A*K^a*L^{1-a}$$

(*Y: Output der Volkswirtschaft, A: Technologischer Fortschritt bzw. totale Faktorproduktivität, L: Arbeitseinsatz, K: Kapitaleinsatz, a: Kapitalanteil am Output.*)

lassen sich jedoch diese Kanäle empirisch nicht komplett trennen. So wird der Parameter *A*, welcher häufig als technologischer Fortschritt interpretiert wird, typischerweise nur residual ermittelt, d.h. *A* beinhaltet alle Schwankungen im Output, welche sich nicht über Änderungen des Arbeitseinsatzes oder des Kapitaleinsatzes erklären lassen. Somit beinhaltet *A* zwar zum einen den tatsächlichen Effekt des technologischen Fortschritts, zum anderen aber auch andere demografiebedingte Produktionsschwankungen, sofern sich diese nicht über einen veränderten Arbeits- oder Kapitaleinsatz ausdrücken. Aufgrund dieser ungenauen Bestimmung werden wir im Folgenden von *A* nur als totale Faktorproduktivität und nicht mehr vom technologischen Fortschritt sprechen.

Theoretisch und auch empirisch trennen lässt sich allerdings, inwieweit die Arbeitsproduktivitätseffekte mutmasslich auf Änderungen der **Kapitalintensität (Kapitalstock pro Arbeitsstunde)** oder auf Änderungen von *A* definiert als **totale Faktorproduktivität (TFP)** zurückzuführen sind. Theoretisch geschieht dies, indem die Produktionsfunktion auf beiden Seiten durch den Arbeitseinsatz *L*, definiert durch die Summe der gearbeiteten Stunden, geteilt wird. Analytisch ergibt sich dann:

$$y=A*k^a$$

(*y=Y/L=Arbeitsproduktivität und k=K/L=Kapitalintensität*)

Um den Effekt gegeben unserer empirischen Spezifikation leichter aufzuteilen, logarithmieren wir beide Seiten, wodurch sich folgende Gleichung ergibt:

$$\ln(y)=\ln(A)+a \ln(k)$$

Basierend auf dieser Gleichung können wir die demografischen Effekte auf die Arbeitsproduktivität aufteilen, indem wir den demografischen Effekt jeweils separat für die Kapitalintensität und die totale Faktorproduktivität bestimmen. Dazu müssen wir aber zunächst eine Annahme über *a* treffen. Für eine grobe Abschätzung gehen wir davon aus, dass *a* in

unserem Sample bei etwa 0.35 liegt.² Damit dürfte eine Steigerung der Kapitalintensität um 1% zu einem Anstieg der Arbeitsproduktivität um ca. 0.35% führen. Vor dem Hintergrund dieser Annahme können wir die Relevanz einer demografiebedingten Änderung der Kapitalintensität für die Arbeitsproduktivität interpretieren.

Aufgrund der unsauberer Definition der totalen Faktorproduktivität, welche theoretisch insbesondere den technologischen Fortschritt abbilden soll, untersuchen wir im letzten Schritt die direkten Effekte des demografischen Wandels auf die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft. Innovationen stellen eine Grundvoraussetzung für den technologischen Fortschritt dar und können damit direkte Hinweise auf dessen Entwicklung geben. Wir approximieren die Innovationsfähigkeit über die **Patentanmeldungen pro Einwohner**.

3.2. Empirische Spezifikation

Um die Ergebnisse vergleichbar zu halten, nutzen wir die gleiche empirische Spezifikation für alle zu untersuchenden abhängigen Variablen:

$$\text{Log}(Y_{it}) = \alpha \log(Y_{it-1}) + \beta (\text{Altersstruktur})_{it} + \gamma X_{it} + a_i + b_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Wobei i und t die Länder- und die Zeitdimension definieren. Y steht für die in 3.1. beschriebenen Variablen: BIP pro Einwohner, Arbeitsproduktivität (BIP pro Arbeitsstunde), Kapitalintensität (Kapitalstock pro Arbeitsstunde), Totale Faktorproduktivität (TFP) und Patentanmeldungen pro Einwohner. Im Einklang mit Kotschy und Sunde (2018) fügen wir in den Level-Spezifikationen auch eine verzögerte abhängige Variable (Y_{it-1}) ein, um explizit die Persistenz der Zeitreihe zu modellieren und dadurch das Problem von Scheinkorrelationen zu vermeiden. Um weitere Einflussfaktoren einzubeziehen, welche mit der Altersstruktur korreliert sind, beinhaltet X explizit auch das Bildungsniveau, die logarithmierte Bevölkerungsgrösse und die Lebenserwartung im Alter von 20 als erklärende Variable. Insbesondere die Lebenserwartung wird häufig nicht in den empirischen Analysen berücksichtigt, obwohl ihre Relevanz für die wirtschaftliche Entwicklungen in aktuellen theoretischen Studien betont wurde (z.B. Carvalho et al. 2016).³ Zusätzlich kommen Zeit- und Länder-fixe Effekte (a_i , b_t) zur Anwendung, welche verhindern, dass die Ergebnisse durch ökonomische Schocks oder die unterschiedlichen Ausgangsbedingungen in den Ländern verzerrt werden. Im Mittelpunkt des Interesses steht der Zusammenhang zwischen der Altersstruktur und Y ausgedrückt durch den Koeffizienten β .

Die Altersstruktur wird entweder über zwei demografische Abhängigkeitsquotienten abgebildet, den Alters- und den Jugendquotienten, welche die Zahl der über 65-jährigen⁴ bzw. der 0 bis 14-jährigen jeweils ins Verhältnis zur Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter (15-64) setzen. Um die gesamte Altersstruktur detailliert in die Schätzung einzubeziehen, nutzen wir als alternative

² Unter der Annahme eines perfekten Wettbewerbes sollte a der Formel: $(1 - \text{Lohnquote})$ entsprechen. Ein Wert für a von 0.35 ist damit im Einklang mit der aktuellen Schweizer Lohnquote von rund 65% (siehe AMECO-Datenbank der EU Kommission).

³ Die Einbeziehung der Kontrollvariablen kann allerdings zu zusätzlichen Endogenitätsproblemen führen, da es möglicherweise zu Feedbackeffekten des Einkommensniveaus auf die Kontrollvariablen kommt. Daher werden auch Schätzungen ohne Kontrollvariablen gezeigt.

⁴ Wir nutzen für die Schätzung die etablierte Altersdefinition des Altersquotienten (65+). Dabei ist zu beachten, dass die Arbeitsmarktteilnahme älterer Personen vor dem zweiten Weltkrieg tendenziell höher lag als heutzutage, auch da die Rentensysteme weniger stark ausgebaut waren. Nichtsdestotrotz lag die Arbeitsmarktteilnahme der über 65-jährigen auch vor 1940 deutlich unter der Rate der 15- bis 64-jährigen (s. u.a. Jäger 2019).

Spezifikation das etablierte Verfahren von Fair und Dominguez (1991). Konkret verwenden wir für dieses Verfahren den Anteil an der Gesamtbevölkerung von 15 Altersgruppen (0-14, 15-19, 20-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, 75-79, 80+).⁵ Im Gegensatz zu einzelnen demografischen Studien zur Arbeitsproduktivität (Feyrer 2007; Aiyar und Ebeke 2016) operationalisieren wir die Altersstruktur dabei als die Altersstruktur der Gesamtbevölkerung und nicht der Arbeitsbevölkerung. Dies hat mehrere Gründe: 1) Es fehlen historische Daten über die Altersstruktur der Arbeitsbevölkerung vor dem zweiten Weltkrieg, 2) Der Effekt einer steigenden Anzahl sehr alter Personen (z.B. 80+) auf makroökonomische Variablen (z.B. Kapitalintensität) kann nur mit Daten der Gesamtbevölkerung identifiziert werden und 3) Aufgrund der Endogenität der Arbeitsentscheidung, welche unter anderem von den ökonomischen Rahmenbedingungen abhängt, könnten die Ergebnisse bei der Nutzung der Altersstruktur der Arbeitsbevölkerung verzerrt sein (Kotschy und Sunde 2018).

Im Einklang mit Feyrer (2007) sowie Kotschy und Sunde (2018) gehen wir davon aus, dass eine Beziehung zwischen dem *Level der Altersstruktur* und dem *Level des Wohlstandsniveaus* besteht. Damit unterstellen wir, dass eine konstante Altersstruktur keine Auswirkungen auf das langfristige Wirtschaftswachstum hat. Wachstumswirkungen ergeben sich in unserem ökonometrischen Modell nur durch Veränderungen der Altersstruktur. Um dies auch explizit zu testen, schätzen wir Gleichung (1) als Robustheitscheck auch mit allen Variablen in ersten Differenzen. Diese Spezifikation hat zudem den Vorteil, das Risiko möglicher Scheinkorrelationen aufgrund der Persistenz der Zeitreihen in Levels zu reduzieren⁶, allerdings sind die Schätzungen deutlich anfälliger für Ausreisser. Im Fall einer Schätzung in ersten Differenzen können wir zudem auf die Inklusion einer verzögerten abhängigen Variable verzichten, welche in Kombination mit der Verwendung von Länder-fixen Effekten zu möglichen Verzerrungen führen kann (Nickell 1981). Da wir die Daten über einen sehr langen Zeitraum verwenden, dürfte der Nickell Bias allerdings auch in der Baseline Spezifikation gering ausfallen (Barro 2015). Nichtsdestotrotz schätzen wir die Gleichung zudem mit der Bias correction Methode von Bruno (2005) als weiteren Robustnesscheck, um das mögliche Problem des Nickell Bias auch in den Levelspezifikation auszuschalten. Ergebnisse dieser Schätzungen finden sich im Appendix.

Da wir an langfristigen Zusammenhängen und nicht kurzfristigen Schwankungen interessiert sind, schätzen wir die Gleichung (1) basierend auf 5-Jahresdurchschnittswerten. Zudem entfernen wir die Weltkriegsjahre (1914-1918, 1940⁷-1945) aus der Stichprobe, um zu vermeiden, dass der simultane Effekt des Krieges auf Altersstruktur und Wirtschaftsentwicklung die Schätzungen beeinflussen. Als zusätzlichen Robustheitscheck entfernen wir auch die Nachkriegsjahre (1919-1925, 1946-1950) aus dem Sample.

⁵ Das Verfahren von Fair und Dominguez (1991) vermeidet, dass die hohe Korrelation zwischen den Altersgruppengrößen zu Schätzproblemen führt (Multikollinearität) indem angenommen wird, dass sich die Altersstruktureffekte durch ein Polynom approximieren lassen. Darüber hinaus wird angenommen, dass sich die Koeffizienten auf null addieren. Wir gehen in unserer Schätzung von einem Polynom dritten Grades aus.

⁶ Tests auf die Zeitreiheneigenschaften der Residuen (Einheitswurzeltests) weisen allerdings darauf hin, dass das Risiko für Scheinkorrelationen auch in den Levelspezifikationen als gering einzuschätzen ist. Basierend auf dem häufig verwendeten Panel-Einheitswurzeltest von Pesaran (2007) sind die Residuen in den Levelspezifikationen nach Inklusion einer verzögerten abhängigen Variable durchgehend stationär.

⁷ Da unser Sample weder Deutschland noch Polen beinhaltet welche 1939 bereits aktiv im Kriegsgeschehen beteiligt waren, haben wir uns dazu entschieden das Jahr 1939 in der Stichprobe zu belassen.

Um auszuschliessen, dass die Schätzung dadurch verzerrt wird, dass die abhängigen Variablen auch auf die Altersstruktur wirken, kommt zudem ein Instrumentenvariablenansatz zum Einsatz. Eine solche gegenläufige Kausalität kann zum Beispiel dadurch entstehen, dass ein stärkeres Wirtschaftswachstum zu einer verstärkten Migration führt. Da Migranten häufig eine andere Altersstruktur aufweisen als die einheimische Bevölkerung (Migranten sind in der Regel jünger), würde dies einen direkten Effekt auf die gegenwärtige Altersstruktur haben und daher zu einer verzerrten Schätzung führen. Um dies zu vermeiden, machen wir uns zu Nutze, dass die Altersstruktur grösstenteils durch Ereignisse der Vergangenheit determiniert ist. In Anlehnung an Feyrer (2007), Kotschy und Sunde (2018) sowie Jäger und Schmidt (2017) verwenden wir daher die Altersstruktur von vor zehn Jahren als Instrument für die gegenwärtige Altersstruktur. Konkret instrumentieren wir den Anteil der 15- bis 19-jährigen durch den Anteil der 5- bis 9-jährigen von vor 10 Jahren, den Anteil der 20- bis 24-jährigen durch den Anteil der 10- bis 14-jährigen etc. Da ein ähnliches Instrument für die 0- bis 14-jährigen fehlt, nutzen wir in diesem Fall den Anteil der 0- bis 14-jährigen von vor 10 Jahren. Für den Anteil der Bevölkerung über 80 Jahren starten wir vom Anteil der über 70-jährigen im vorherigen Jahrzehnt und subtrahieren die erwarteten Todesfälle basierend auf den zu dieser Zeit gemessenen Sterblichkeitsraten.

3.3. Daten

Im Gegensatz zu den bestehenden Studien, welche in der Regel ab 1950/1970 ansetzen, nutzen wir neu verfügbare Datensätze, welche es uns erlauben, mit der Analyse bereits deutlich vor dem zweiten Weltkrieg zu beginnen. Konkret nutzen wir eine Zeitperiode zwischen 1890 und 2010. Der Gefahr einer mangelnden Übertragbarkeit der Zusammenhänge vor dem zweiten Weltkrieg tragen wir dadurch Rechnung, dass wir als Robustheitscheck die Schätzung auch nur mit Daten nach dem zweiten Weltkrieg durchführen.

Eine Hauptquelle der Daten ist Bergeaud et al. (2016), welche Daten für das BIP pro Einwohner, die Arbeitsproduktivität, die Kapitalintensität sowie die totale Faktorproduktivität für eine Reihe entwickelter Volkswirtschaften (inkl. der Schweiz) über einen langen Zeitraum berechnet haben. Die demografischen Daten (Altersstruktur, Lebenserwartung, Bevölkerungsgrösse) stammen von der Human Mortality Database. Informationen über das Bildungsniveau, approximiert durch die durchschnittliche Zahl der Schuljahre, kommen von Murin (2012). Die Patentanmeldungen haben wir aus der Datenbank der World Intellectual Property Organization bezogen.

Unser Sample besteht aus 18 heutigen OECD Ländern für den Zeitraum zwischen 1890 und 2010. Aufgrund fehlender Daten handelt es sich um ein unbalanciertes Panel. Alle Länder sind jedoch für mindestens 6 Jahrzehnte im Sample. Für 13 Länder haben wir Daten, die mindestens ein Jahrhundert umspannen. Tabelle 3 zeigt die verfügbaren Länder und den Zeitpunkt, in dem sie erstmals im Sample auftauchen. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die deskriptiven Statistiken. Aufgrund des langen Zeitfensters ist die empirisch nutzbare Variation enorm. So weist insbesondere der Alters- als auch der Jugendquotient eine beachtliche Spannweite auf. Ähnliches gilt auch für die anderen Variablen.

Tabelle 3
Ländersample

Land	Daten verfügbar ab
Australien	1920
Belgien	1890
Dänemark	1890
Finnland	1890
Frankreich	1890
Italien	1890
Japan	1945
Kanada	1920
Neuseeland	1900
Niederlande	1890
Norwegen	1890
Österreich	1945
Portugal	1945
Schweden	1890
Schweiz	1890
Spanien	1905
Vereinigtes Königreich	1890
USA	1930

Tabelle 4
Deskriptive Statistiken

Variable	N	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max
BIP pro Einwohner	354	19'187	13'373	2'103	59'325
BIP pro Arbeitsstunde	354	23.2	17.9	1.8	78.2
Kapitalstock pro Arbeitsstunde	344	78.2	62.0	2.8	265.4
TFP	344	6.1	3.4	1.2	15.1
Patentanmeldungen pro 1000 Einwohner	338	0.8	0.6	0.0	3.4
Altersquotient in %	354	16.4	5.7	7.3	35.9
Jugendquotient in %	354	39.1	10.7	20.9	62.6
Bevölkerung in Mio.	354	29	48	1	308
Lebenserwartung im Alter 20	354	52.9	5.9	39.3	63.4
Durchschnittliche Schuljahre	354	8.3	2.8	0.7	13.4

Anmerkung: Monetäre Variablen (1-4) in 2010er US-Dollar in Kaufkraftparitäten.

4. Ergebnisse

4.1. Altersstruktur und BIP pro Einwohner

Tabelle 5 zeigt den empirischen Zusammenhang zwischen den demografischen Abhängigkeitsquotienten und dem BIP pro Einwohner in unterschiedlichen Spezifikationen. Im Einklang mit den theoretischen Erwartungen ist ein höherer Anteil von älteren Personen und Jugendlichen, welche typischerweise eine geringere Erwerbsneigung aufweisen, negativ mit dem Wohlstandsniveau korreliert. Dieser Zusammenhang ist über die unterschiedlichen Spezifikationen weitestgehend robust. Zwar ist der Effekt im erste Differenzenmodell für den Altersquotienten statistisch nicht mehr signifikant von 0 verschieden, allerdings verändert sich die Größenordnung des Koeffizienten kaum. Die fehlende Signifikanz ist daher auf eine ungenauere Schätzung zurückzuführen, welche wohl in erster Linie durch die stärkeren Schwankungen in diesem Modell zurückzuführen ist.

Tabelle 5

Demografische Abhängigkeitsquotienten und BIP pro Einwohner, 1890-2010

	(1)	(2)	(3)
	Level	Level	Erste Differenzen
Altersquotient	-0.53**	-0.78***	-0.66
(Alt: 65+)	(0.15)	(0.16)	(0.94)
Jugendquotient	-0.39***	-0.42***	-0.64**
(Jung: 0-14)	(0.12)	(0.07)	(0.28)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓	
Kontrollvariablen		✓	✓
N	354	354	354
adj. R ²	0.995	0.995	0.503

Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Einwohner})$. 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Die Relevanz des Altersstruktureffekts wird auch durch die Schätzungen gestützt, welche die gesamte Altersstruktur einbeziehen. So weisen alle Schätzungen (Abbildung 12) eine buckelförmige Form auf. Im Einklang mit den theoretischen Erwartungen zeigen diese Schätzungen, dass der Anteil von Jugendlichen negativ, von Personen im erwerbsfähigen Alter bis ca. 55 bis 65 Jahre positiv und von älteren Personen wieder negativ mit dem BIP pro Einwohner korreliert ist.

Der demografische Effekt ist auch ökonomisch relevant, so geht ein um einen Prozentpunkt höherer Altersquotient im Durchschnitt mit einem um 0,5% bis 0,8% tieferen BIP pro Einwohner einher. Die Einbeziehung der gesamten Altersstruktur erlaubt es, den Effekt noch stärker zu differenzieren, so zeigen sich besonders negative Effekte bei einem Anstieg der ältesten Altersgruppe (80+). Ein Anstieg dieser Altersgruppe um einen Prozentpunkt geht mit einem Rückgang des BIP pro Einwohner um ca. 1% einher. Auch der Jugendquotient weist einen

negativen Zusammenhang mit dem BIP pro Einwohner auf, wenngleich der Koeffizient im Vergleich zum Altersquotienten etwas kleiner ausfällt. Aufgrund der absolut stärkeren Schwankungen des Jugendquotienten im Zeitverlauf deuten die Schätzungen darauf hin, dass auch die Veränderungen des Jugendquotienten einen deutlichen Einfluss auf das BIP pro Einwohner hatten.⁸

Die Ergebnisse aus Tabelle 6, welche den Gesamteffekt der Altersstruktur für verschiedene Zeiträume basierend auf den empirisch identifizierten Koeffizienten und der tatsächlichen Veränderung der Altersstruktur bestimmen, stützen diese Vermutung. So haben die Länder im Durchschnitt zwischen 1890 und 1930 wohl eher ökonomisch vom demografischen Wandel profitiert, da der Anteil der Jungen schneller sank als der Anteil der Alten gestiegen ist. Dieser Zusammenhang ist auch unter dem Begriff demografische Dividende bekannt. Basierend auf den Modellschätzungen hat die Veränderung der Altersstruktur das BIP pro Einwohner zwischen 1890 und 1910 um 0.9%-1.3 % und zwischen 1910 und 1930 um 3.5%-4.5% erhöht. Ursächlich für den negativen demografischen Effekt zwischen 1950 und 1970 ist das Zusammenspiel zwischen einem nur langsam fallenden Jugendquotienten (Babyboom) bei gleichzeitig schneller ansteigenden Altersquotienten. Der nach Ende des Babybooms wieder schneller fallende Jugendquotient hat die negativen ökonomischen Folgen des steigenden Altersquotienten danach wieder überdeckt. Allerdings weisen die Schätzungen für die Periode zwischen 1990 und 2010 bereits auf einen negativen demografischen Effekt hin. In Zukunft dürfte sich die Verschiebung der Altersstruktur aufgrund annähernd konstanter Jugend- und steigender Altersquotienten wohl noch stärker negativ auswirken (siehe Kapitel 6). Verglichen mit dem gesamten Wachstum des BIP pro Einwohner in den jeweiligen Zeitperioden (letzte Zeile Tabelle 6) fällt der demografische Effekt insgesamt allerdings moderat aus.

Die Ergebnisse sind grundsätzlich robust gegenüber anderen Spezifikationen (Schätzungen siehe Appendix: Abbildung A1, Tabelle A1, A5, A9). Die Ergebnisse der ersten Differenzschätzung legen allerdings einen statistisch insignifikanten Effekt der Altersstruktur nahe, auch wenn der Altersstruktureffekt in der ersten Differenzschätzung in die gleiche Richtung weist wie die Levelspezifikationen. Ein ähnliches Muster (gleiche Richtung aber insignifikante erste Differenzschätzungen) ergibt sich auch für die anderen abhängigen Variablen (Arbeitsproduktivität, Kapitalintensität, TFP), was auf eine gewisse Schätzunsicherheit hinweist.

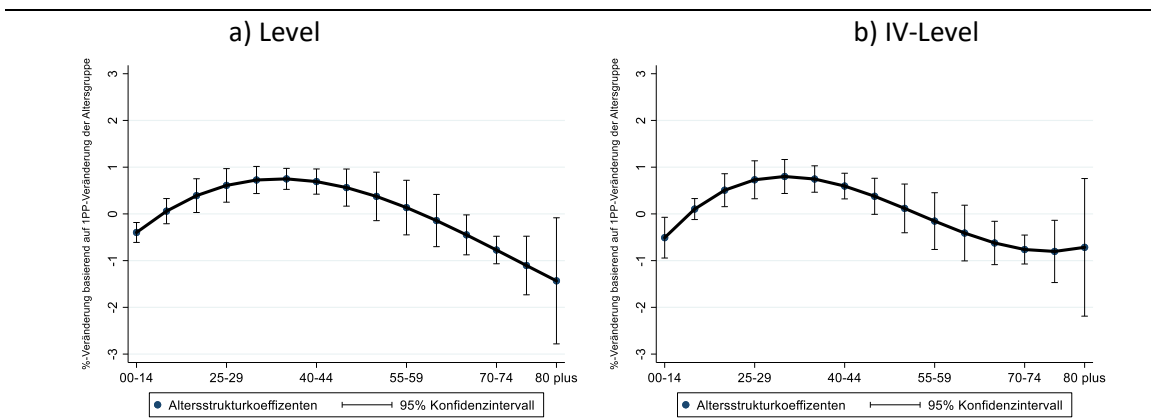
Die Unterschiede zwischen der Level- und der ersten Differenzschätzung sind für die Arbeitsproduktivität und die TFP besonders ausgeprägt. Der geschätzte Koeffizient für den Altersquotienten ist in den Spezifikationen in ersten Differenzen deutlich weniger negativ als in den Levelspezifikationen. Insgesamt betrachten wir die Levelschätzungen allerdings als präferierte Spezifikation, da sie deutlich robustere Ergebnisse liefert. So bleiben die Koeffizienten relativ konstant, wenn man die Nachkriegsjahre entfernt oder die Schätzung nur mit Daten nach dem zweiten Weltkrieg durchführt (Tabelle A9-A12). Die Koeffizienten der ersten Differenzschätzungen ändern sich dagegen in diesen beiden Szenarien deutlich stärker und weisen in beiden Fällen auf deutlich stärkere und zum Teil auch statistisch signifikante Altersstruktureffekte hin. Für die Arbeitsproduktivität ergibt sich ohne die Nachkriegsjahre in der

⁸ So fiel der Jugendquotient zwischen 1890 und 2010 um über 25 Prozentpunkte von über 0.5 (2 Personen im erwerbstätigen Alter auf einen Jugendlichen unter 15) auf 0.25 (4 Personen im erwerbstätigen Alter auf einen Jugendlichen). Im Gegensatz dazu ist der Altenanteil im gleichen Zeitraum nur um rund 15 Prozentpunkte von 0.1 auf 0.25 gestiegen.

ersten Differenzenschätzung beispielsweise ein Koeffizient von -0.61 (Tabelle A10), welcher sehr nah an der ursprünglichen Levelschätzung liegt. Bezieht man nur die Jahre nach dem zweiten Weltkrieg in die Schätzung ein, weist der Koeffizient mit -1.93 sogar einen deutlich negativeren Wert (als in der Levelschätzung) auf. Ähnliches zeigt sich für die TFP. Auch hier liegt der Koeffizient für den Altersquotienten in der ersten Differenzenschätzung ohne Nachkriegsjahre mit -0.58 (Tabelle A12) sehr nah an der Levelschätzung. Basiert man die Schätzung nur auf Daten nach dem zweiten Weltkrieg ergibt sich auch hier ein sehr negativer Koeffizient von -1.65.

Basierend auf diesen Erkenntnissen legen wir im Folgenden besonderes Augenmerk auf die Levelspezifikationen und diskutieren die ersten Differenzschätzungen nur am Rande. Unter den Levelspezifikationen betrachten wir die Instrumentvariablenschätzung als die adäquatere Spezifikation, da sie das Problem der entgegengesetzten Kausalität deutlich reduzieren dürfte.

Abbildung 12
Altersstruktur und BIP pro Einwohner, 1890-2010



Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Einwohner})$ (b): Altersstruktur instrumentiert durch historische Altersstruktur. 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable und Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgröße. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Tabelle 6

Gesamteffekt von Veränderungen der Altersstruktur auf das BIP pro Einwohner

Spezifikation	1890-1910	1910-1930	1930-1950	1950-1970	1970-1990	1990-2010
Abhängigkeitsquotienten, Level	1.1%	4.5%	-1.9%	-2.4%	2.2%	-1.6%
Komplette Altersstruktur, Level	0.9%	3.5%	-1.3%	-3.4%	2.4%	-3.2%
Komplette Altersstruktur, IV-Level	1.3%	3.6%	-1.8%	-2.9%	4.2%	-3.6%
Veränderung BIP pro Einwohner insgesamt	35.3%	28.6%	55.9%	121.2%	50.2%	32.0%

Anmerkungen: Alle Spezifikationen beinhalten Kontrollvariablen sowie Länder- und Zeitfixe Effekte. Levelspezifikationen enthalten eine verzögerte abhängige Variable. Veränderung BIP pro Einwohner insgesamt: Tatsächliche Veränderung über die Zeit.

4.2. Arbeitsproduktivität

Die Schätzungen im vorangegangenen Abschnitt legen einen statistisch und ökonomisch relevanten Zusammenhang zwischen der Altersstruktur und dem BIP pro Einwohner nahe. Im

Folgenden zerlegen wir diesen Effekt. Dazu schätzen wir die gleichen Spezifikationen wie zuvor, verwenden allerdings die Arbeitsproduktivität, definiert als BIP pro Arbeitsstunde, als abhängige Variable. Aus theoretischer Sicht sollte der demografische Effekt auf die Arbeitsproduktivität schwächer ausfallen als auf das BIP pro Einwohner, da wir in diesem Setting explizit die Auswirkungen auf die gearbeiteten Stunden aussen vor lassen.

Die Ergebnisse aus Tabelle 7 bestätigen die theoretische Vermutung. Die geschätzten Altersquotienten-Koeffizienten liegen durchweg unterhalb der Werte aus Tabelle 6. Nichtsdestotrotz ist der Koeffizient durchweg negativ und in den Level Modellen auch statistisch und ökonomisch signifikant. Dieses Ergebnis wird auch durch Abbildung 13 gestützt. Ähnlich wie in den BIP Spezifikationen zeigt sich auch für die Arbeitsproduktivität ein buckelförmiger Zusammenhang mit der Grösse der Altersgruppen, wenngleich auch dieser etwas weniger stark ausgeprägt ist. Allerdings sind die Altersgruppenkoeffizienten häufig nicht statistisch signifikant. Dennoch zeigen die Schätzungen insgesamt, dass ein hoher Anteil Personen zwischen 20 und 55 tendenziell positiv und ein höherer Anteil älterer Personen eher negativ mit der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsproduktivität korreliert ist. Im Einklang mit der bestehenden Literatur legen auch unsere Schätzungen basierend auf sehr langen Zeitreihen nahe, dass die Altersstruktur nicht nur auf den Arbeitseinsatz, sondern auch auf die Produktivität wirken. Die Grössenordnung der geschätzten demografischen Koeffizienten liegt dabei allerdings eher leicht unterhalb der bestehenden Studien.

Tabelle 7

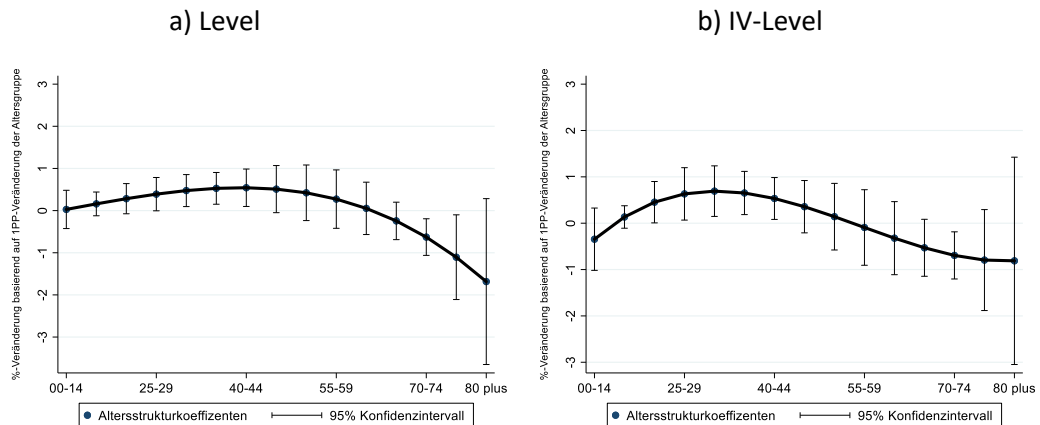
Demografische Abhängigkeitsquotienten und BIP pro Arbeitsstunde, 1890-2010

	(1)	(2)	(3)
	Level	Level	Erste Differenzen
Altersquotient	-0.42**	-0.66***	-0.07
(Alt: 65+)	(0.17)	(0.22)	(0.82)
Jugendquotient	-0.16	-0.16	-0.17
(Jung: 0-14)	(0.16)	(0.13)	(0.28)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓	
Kontrollvariablen		✓	✓
N	354	354	354
adj. R ²	0.996	0.996	0.471

*Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Arbeitsstunde})$. 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.*

Abbildung 13

Altersstruktur und BIP pro Arbeitsstunde, 1890-2010



Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Arbeitsstunde})$ (b): Altersstruktur instrumentiert durch historische Altersstruktur. 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable und Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Aus der geschätzten makroökonomischen Beziehung lässt sich jedoch nicht zwangsläufig auf eine im Lebensverlauf schwankende individuelle Produktivität schliessen, da weitere Faktoren, insbesondere die Kapitalintensität aber auch andere, in einem einfachen Produktionsfunktionsansatz nicht erfassbare Faktoren, die Produktivität beeinflussen. Interessanterweise ergeben die Schätzungen keine Hinweise auf einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Anteil von Jugendlichen und der Arbeitsproduktivität, was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, dass ein hoher Anteil von Jugendlichen auch mit einem hohen Anteil junger Erwerbstätiger einhergeht, die aus den in Kapitel 2 erwähnten Gründen produktiver und innovativer sein könnten.

Der schwächere empirische Zusammenhang zwischen dem Jugendkoeffizienten und der Arbeitsproduktivität spiegelt sich auch in Tabelle 8 wider. So ist eine demografische Dividende zwischen 1890 und 1930 für die Arbeitsproduktivität weniger stark sichtbar. Im Zeitfenster zwischen 1990 und 2010 sind die demografischen Gesamteffekte ähnlich gross wie im Fall des BIP pro Einwohner. Aufgrund der fehlenden statistischen Signifikanz in verschiedenen Spezifikationen sind diese Ergebnisse allerdings mit Vorsicht zu betrachten und nur begrenzt aussagekräftig. Nichtsdestotrotz zeigen auch diese Ergebnisse, dass der demografische Wandel potenzielle Produktivitätseffekte hat, allerdings sind die demografischen Effekte im Vergleich zur gesamten Veränderung der Arbeitsproduktivität im Schnitt nochmal substantiell kleiner als beim BIP pro Einwohner.

Tabelle 8

Gesamteffekt der Altersstruktur auf das BIP pro Arbeitsstunde

Spezifikation	1890- 1910	1910- 1930	1930- 1950	1950- 1970	1970- 1990	1990- 2010
Abhängigkeitsquotienten, Level	0.3%	1.4%	-1.9%	-2.3%	-0.5%	-1.9%
Komplette Altersstruktur, Level	0.1%	1.0%	-1.4%	-3.2%	-1.6%	-3.3%
Komplette Altersstruktur, IV-Level	1.0%	2.6%	-1.8%	-2.8%	2.6%	-3.5%
Veränderung BIP pro Arbeitsstunde insgesamt	40.9%	63.2%	58.2%	146.9%	61.0%	30.7%

Anmerkungen: Alle Spezifikationen beinhalten Kontrollvariablen sowie Länder- und Zeitfixe Effekte. Levelspezifikationen enthalten eine verzögerte abhängige Variable. Veränderung BIP pro Arbeitsstunde insgesamt: Tatsächliche Veränderung über die Zeit.

4.3. Kapitalintensität und Totale Faktorproduktivität

Gegeben die Hinweise auf einen demografisch bedingten Arbeitsproduktivitätseffekt, stellt sich die Frage nach den möglichen Ursachen. Die Arbeitsproduktivitätseffekte könnten zum einen durch eine veränderte Kapitalintensität oder eine Veränderung der totalen Faktorproduktivität getrieben sein.

a) Kapitalintensität

Theoretisch könnte die Kapitalintensität, definiert als Kapitalstock je Arbeitsstunde, aufgrund der Alterung der Bevölkerung zu- oder abnehmen (siehe 2.2. b). Die empirischen Ergebnisse (Tabelle 9, Abbildung 14) zeigen, dass die Kapitalintensität positiv mit dem Anteil von Personen zwischen 15 und 55 Jahren und negativ mit dem Anteil an älteren Personen korreliert ist. Die Zusammenhänge sind häufig statistisch und ökonomisch signifikant. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass der buckelförmige Zusammenhang zwischen der Altersverteilung und der Arbeitsproduktivität wohl zu einem relevanten Teil durch eine veränderte Kapitalintensität getrieben ist. Ähnlich wie in der Arbeitsproduktivitätsspezifikation ergibt sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Jugendquotienten und der Kapitalintensität.

Um die Effekte der veränderten Kapitalintensität auf die Arbeitsproduktivität grob abzuschätzen, muss man die Koeffizienten noch mit 0.35 multiplizieren (Ableitung aus der Produktionsfunktion siehe 3.1.). Damit ergäben sich für den Altersquotienten in den Levelspezifikationen Werte zwischen -0.25 und -0.28, womit sich grob die Hälfte des Arbeitsproduktivitätseffekts über eine veränderte Kapitalintensität erklären liesse.

Ein theoretischer Kanal der Demografie auf die Kapitalintensität könnte in einem demografieinduzierten Strukturwandel liegen. Ein solcher Effekt würde entstehen, wenn der demografische Wandel negativ auf den Anteil der Industrie an der gesamten Wertschöpfung wirkt, beispielsweise, weil durch die Alterung die Nachfrage nach Dienstleistungen steigt (siehe Kapitel 2.2. d). Um die Relevanz des Strukturwandelkanals empirisch abzuschätzen, haben wir historische Daten zum Strukturwandel für 11 der 18 Sampleländer, welche entweder in den Historical National Accounts (Smits et al. 2009) oder in der GGDC 10-Sector Database (Timmer et al. 2015) verfügbar sind, gesammelt. Die Schätzungen ergeben allerdings keinen statistisch oder ökonomisch signifikanten Effekt der Bevölkerungsalterung auf den Industrieanteil. Wir gehen daher davon aus, dass der negative Zusammenhang zwischen der Bevölkerungsalterung und der Kapitalintensität nicht allein durch den Strukturwandel zu erklären ist.

Tabelle 9

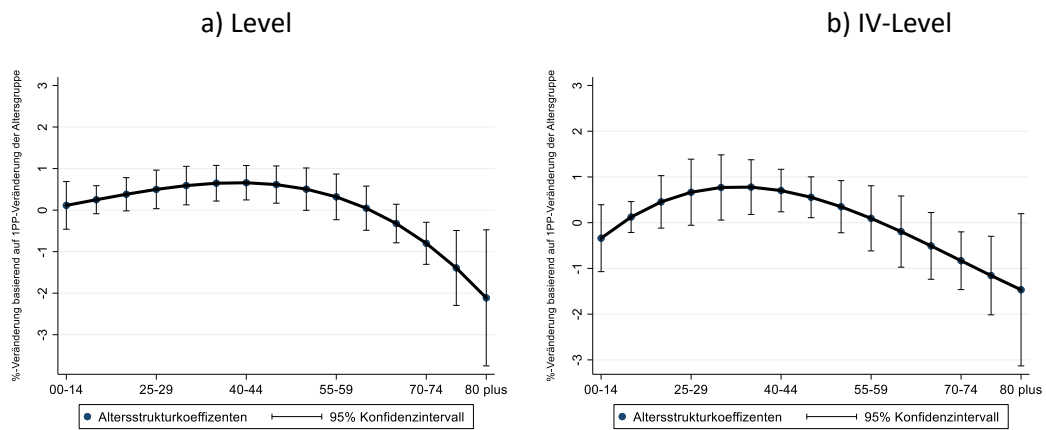
Demografische Abhängigkeitsquotienten und Kapitalintensität, 1890-2010

	(1)	(2)	(3)
	Level	Level	Erste Differenzen
Altersquotient	-0.71**	-0.79**	-0.43
(Alt: 65+)	(0.31)	(0.28)	(0.81)
Jugendquotient	-0.14	-0.08	0.31
(Jung: 0-14)	(0.15)	(0.15)	(0.28)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓	
Kontrollvariablen		✓	✓
N	344	344	344
adj. R ²	0.996	0.996	0.554

Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{Kapitalstock pro Arbeitsstunde})$. 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Abbildung 14

Altersstruktur und Kapitalintensität, 1890-2010



Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{Kapitalstock pro Arbeitsstunde})$ (b): Altersstruktur instrumentiert durch historische Altersstruktur. 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable und Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

b) Totale Faktorproduktivität

Der demografische Effekt auf die totale Faktorproduktivität (TFP) ist weniger deutlich ausgeprägt, wenngleich der Altersquotient auch hier in den Levelspezifikationen statistisch signifikant ist (Tabelle 10). Da sich Änderungen der TFP eins-zu-eins in Änderungen der Arbeitsproduktivität übersetzen, können diese Altersquotient-Koeffizienten grob die andere Hälfte des Arbeitsproduktivitätseffektes erklären. Abbildung 15 deutet an, dass es einen buckelförmigen Altersgruppeneffekt auch für die TFP geben könnte, allerdings ist dieser relativ schwach ausgeprägt und die Konfidenzbänder beinhalten in der Regel die Null, was bedeutet, dass die Koeffizienten nicht statistisch signifikant von Null verschieden sind.

Der TFP-Effekt ist zudem ökonomisch schwer zu interpretieren, da es sich bei der TFP um eine unerklärte Restgröße handelt, die residual ermittelt wird. In die TFP gehen die Effekte auf die individuelle Produktivität, den technologischen Fortschritt sowie weitere demografiebedingte Veränderungen wie der Strukturwandel ein, zumindest sofern sich diese nicht über einen veränderten Arbeits- oder Kapitaleinsatz ausdrücken.

Tabelle 10

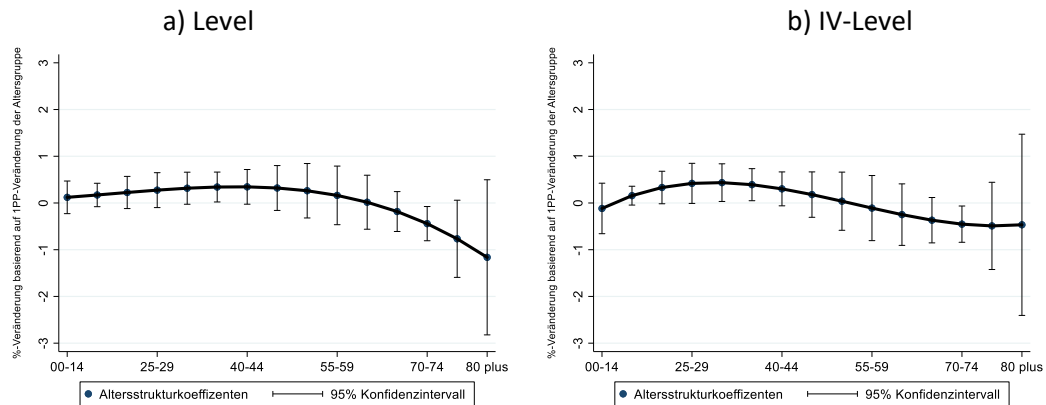
Demografische Abhängigkeitsquotienten und totale Faktorproduktivität, 1890-2010

	(1)	(2)	(3)
	Level	Level	Erste Differenzen
Altersquotient	-0.30*	-0.52**	-0.07
(Alt: 65+)	(0.16)	(0.19)	(0.68)
Jugendquotient	-0.08	-0.07	-0.3
(Jung: 0-14)	(0.13)	(0.10)	(0.24)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓	
Kontrollvariablen		✓	✓
<i>N</i>	344	344	344
adj. <i>R</i> ²	0.992	0.992	0.396

*Anmerkungen: Abhängige Variable: log(totale Faktorproduktivität). 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgröße. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.*

Abbildung 15

Altersstruktur und totale Faktorproduktivität, 1890-2010



Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{totale Faktorproduktivität})$ (b): Altersstruktur instrumentiert durch historische Altersstruktur. 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable und Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

4.4. Patentanmeldungen

Aufgrund der residualen Bestimmung der TFP sagen die Ergebnisse im vorangegangenen Abschnitt wenig über den tatsächlichen Einfluss der demografischen Struktur auf die Entwicklung des technologischen Fortschrittes aus. Um uns dieser Frage empirisch zu nähern, approximieren wir eine wichtige Determinante des technologischen Fortschritts, die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft, über die Patentanmeldungen pro Einwohner. Die empirischen Ergebnisse zeigen allerdings keinen statistischen Zusammenhang zwischen der Altersstruktur und den Patentanmeldungen pro Einwohner (Tabelle 11, Abbildung 16). Der fehlende Zusammenhang könnte auch darauf zurückzuführen sein, dass sich das Patentierungsverhalten im Laufe der Zeit unabhängig von der Veränderung der Altersstruktur grundsätzlich geändert hat. Unabhängig davon stellt sich die Frage, wie gut die Innovationsfähigkeit über die Patentanmeldungen abgegriffen werden kann. Somit lässt sich aus den Ergebnissen nicht abschliessend herleiten, dass der demografische Wandel keinen Effekt auf die Innovationsfähigkeit hat.

Tabelle 11

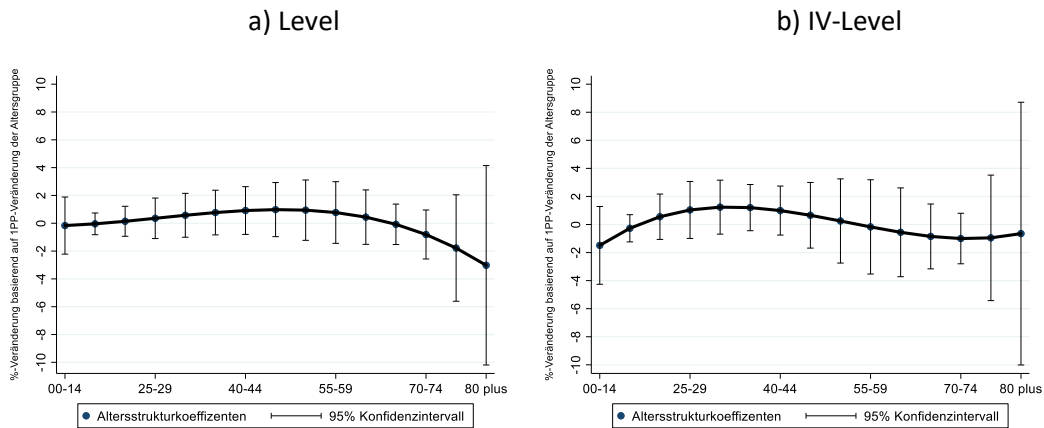
Demografische Abhängigkeitsquotienten und Patentanmeldungen pro Einwohner, 1890-2010

	(1)	(2)	(3)
	Level	Level	Erste Differenzen
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.74 (0.95)	-0.21 (0.93)	1.04 (2.84)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.54 (0.49)	-0.27 (0.48)	1.14 (1.08)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓	
Kontrollvariablen		✓	✓
N	338	338	338
adj. R ²	0.926	0.928	0.284

Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{Patentanmeldungen pro Einwohner})$. 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Abbildung 16

Altersstruktur und Patentanmeldungen pro Einwohner, 1890-2010



Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{Patentanmeldungen pro Einwohner})$ (b): Altersstruktur instrumentiert durch historische Altersstruktur. 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable und Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

4.5. Zusammenfassung

Die Ergebnisse dieses Kapitels lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Es existiert eine buckelförmige empirische Beziehung zwischen der Altersstruktur und dem Wohlstandsniveau eines Landes. Während ein höherer Anteil von Personen im klassischen Erwerbsalter mit einem höheren BIP pro Einwohner assoziiert ist, geht ein höherer Anteil von Jugendlichen oder älteren Personen mit einem niedrigeren BIP pro Einwohner einher. Der Zusammenhang ist sowohl statistisch als auch ökonomisch relevant.
2. Die Schätzungen legen nahe, dass die Altersstruktur nicht nur über den Arbeitseinsatzkanal wirkt, sondern auch die Arbeitsproduktivität beeinflusst. Insbesondere ein steigender Anteil von sehr alten Personen wirkt sich hier wohl negativ aus. Der Einfluss auf die Arbeitsproduktivität ist allerdings schwächer als im Fall des Wohlstandsniveaus insgesamt.
3. Der negative Zusammenhang zwischen dem Anteil älterer Personen und der Arbeitsproduktivität wird grob zur Hälfte dadurch getrieben, dass die Bevölkerungsalterung mit einem Rückgang der Kapitalintensität einhergeht. Die andere Hälfte lässt sich durch eine im Zuge der Alterung sinkende totale Faktorproduktivität erklären, allerdings ist der demografische Einfluss auf die totale Faktorproduktivität statistisch schwächer abgesichert.
4. Es gibt keinen empirischen Zusammenhang zwischen der Altersstruktur und den Patentanmeldungen pro Einwohner. Daraus lässt sich allerdings nicht grundsätzlich schliessen, dass die Alterung keinen Effekt auf die Innovationsfähigkeit hat.

Im folgenden Kapitel diskutieren wir die Robustheit der Ergebnisse sowie die Übertragbarkeit auf die Schweiz.

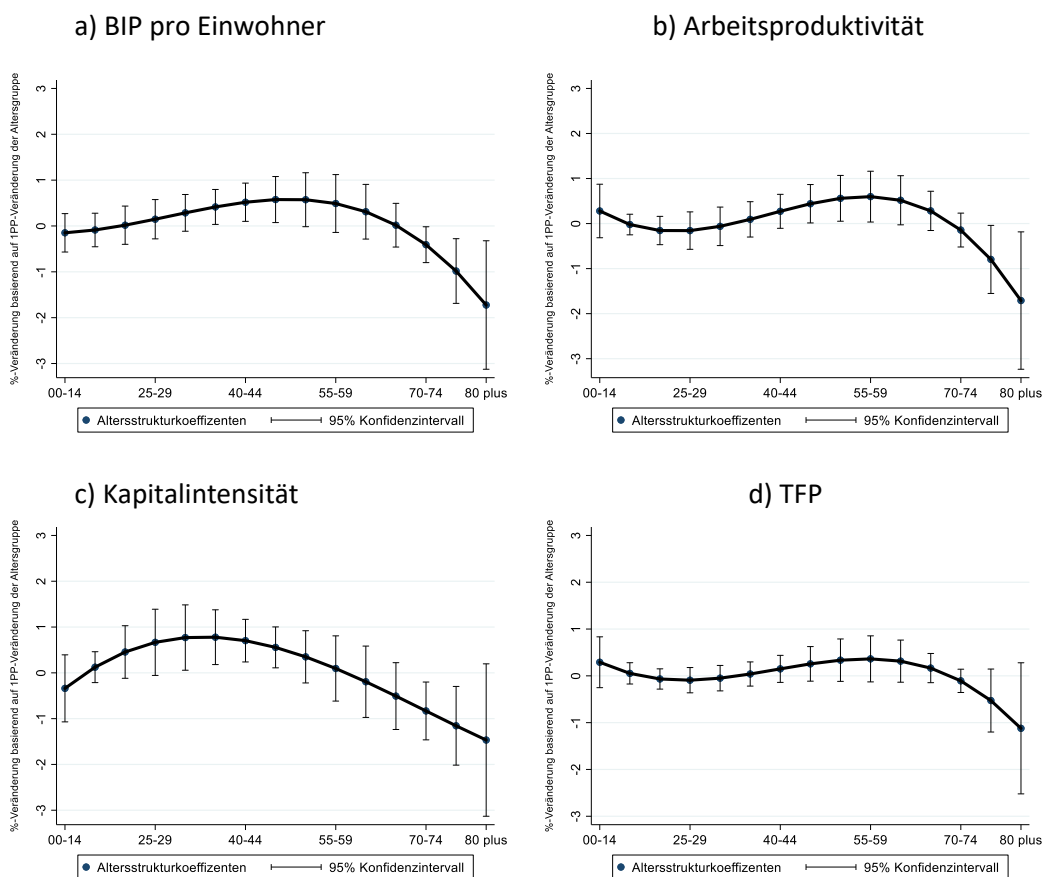
5. Ergebnisse basierend auf dem Post-WKII Sample und Übertragbarkeit auf die Schweiz

5.1. Ergebnisse basierend auf dem Post-WKII Sample

Um zu analysieren, inwieweit die Ergebnisse insbesondere durch lang zurückliegende Ereignisse oder Zusammenhänge getrieben sind und daher möglicherweise geringe Vorhersagekraft für heute besitzen, haben wir die Schätzungen auch basierend auf einem Sample durchgeführt, welches erst ab 1950 startet. Um die Darstellung übersichtlich zu halten, zeigen wir hier nur die Ergebnisse unserer präferierten Spezifikation (Instrumentvariablenschätzung). Abbildung 17 zeigt, dass der buckelförmige Zusammenhang kein Artefakt der Daten vor dem zweiten Weltkrieg ist, sondern sich auch in den aktuelleren Daten widerspiegelt.

Abbildung 17

Altersstruktureffekte, IV-Level, 1950-2010



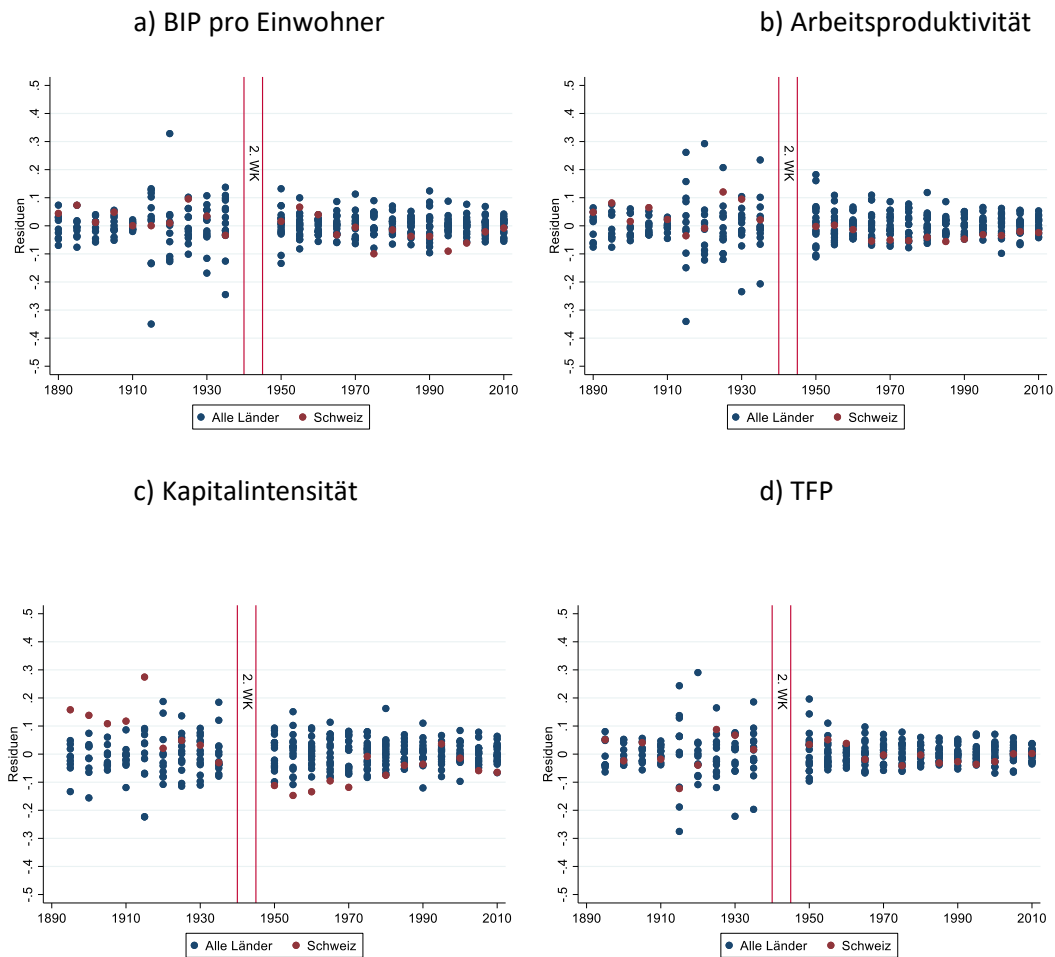
Anmerkungen: Variablendefinition siehe Abbildung 12-15. Altersstruktur instrumentiert durch historische Altersstruktur. 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable und Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

5.2. Übertragbarkeit auf die Schweiz

Die bislang dargestellten Ergebnisse stellen immer Durchschnittswerte über die 18 betrachteten Länder dar. Theoretisch ist es möglich, dass die Schweiz einen empirischen Ausreisser darstellt und sich durch die im Panel identifizierten Durchschnittszusammenhänge nur unzureichend

beschreiben lässt. Um dies zu überprüfen, untersuchen wir im Folgenden die Residuen der Schätzungen, welche den unerklärten Teil des empirischen Modells widerspiegeln. Abbildung 18 zeigt, dass sich die Schweiz im Durchschnitt gut durch das empirische Modell beschreiben lässt und in der Regel keinen empirischen Ausreisser darstellt. Eine mögliche Ausnahme stellt der Zeitraum vor dem ersten Weltkrieg und kurz nach dem zweiten Weltkrieg für die Schätzung der Kapitalintensität dar. Ansonsten sind die Residuen unauffällig. Wir haben darüber hinaus Schätzungen nur für die Schweiz durchgeführt, welche ebenfalls darauf hindeuten, dass sich ein steigender Altersquotient negativ auf die Wirtschaftsentwicklung auswirkt. Aufgrund der geringen Stichprobengrösse sind diese Ergebnisse allerdings weniger glaubwürdig und werden hier deshalb nicht näher diskutiert. Nichtsdestotrotz stützen diese Ergebnisse die These, dass die im Panel identifizierten Effekte auch auf die Schweiz übertragbar sind.

Abbildung 18
Residuen, IV-Level Schätzung, 1890-2010



Anmerkung: Da der erste Weltkrieg keinen kompletten 5-Jahres Zeitraum umfasst, können wir auch Ergebnisse für den Zeitraum des ersten Weltkrieges darstellen. Die Kriegsjahre fließen jedoch nicht in die Berechnung der entsprechenden 5-Jahresdurchschnitte ein.

6. Projektionen basierend auf den BFS-Szenarien

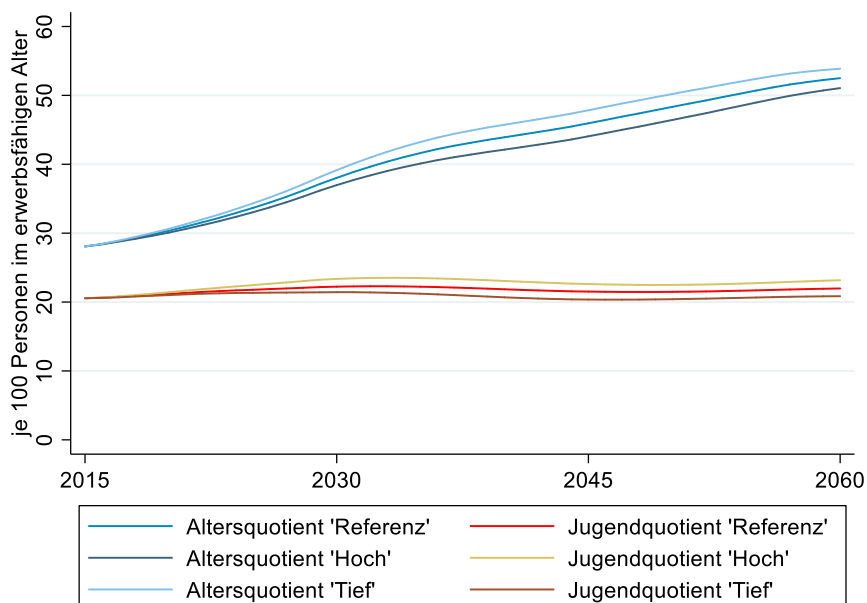
Da die Ergebnisse grundsätzlich auf die Schweiz übertragbar scheinen, nutzen wir im Folgenden die Bevölkerungsszenarien des Bundesamtes für Statistik (BFS), um die zukünftigen Auswirkungen des demografischen Wandels spezifisch für die Schweiz abzuschätzen. Dazu verwenden wir wiederum die bereits oben identifizierten Koeffizienten der verschiedenen Modelle. Die Projektionen werden für drei verschiedene Szenarien (Referenzszenario, Hohes Szenario, Tiefes Szenario) des BFS durchgerechnet.

Die Szenarien unterscheiden sich in ihren Annahmen zur Fertilität, Lebenserwartung und Migration. Das Referenzszenario geht von einer leicht zunehmenden Geburtenhäufigkeit und Lebenserwartung, sowie von Wanderungsbewegungen in der Grössenordnung der Durchschnittswerte der letzten zehn Jahre, aus. Das hohe Szenario modelliert eine etwas langsamere Alterung. Zwar steigt in diesem Szenario die Lebenserwartung etwas schneller, was die Alterung verschärft, allerdings wirkt dem eine höhere Geburtenrate und ein grösserer Wanderungssaldo entgegen. Das Gegenteil trifft auf das tiefe Szenario zu, was eine schnellere Alterung unterstellt. In diesem Szenario steigt die Lebenserwartung zwar etwas langsamer, dem steht allerdings auch eine geringere Geburtenrate und ein niedrigerer Wanderungssaldo gegenüber.

Wie Abbildung 19 zeigt, unterscheiden sich die Szenarien was die Veränderung der Altersstruktur angeht jedoch nur im Detail. Alle Szenarien deuten auf einen deutlichen Anstieg des Altersquotienten, bei gleichzeitig in etwa konstantem Jugendquotienten hin. Dementsprechend variieren die Ergebnisse kaum zwischen den Szenarien. Daher stellen wir im Haupttext die Ergebnisse nur für das Referenzszenario dar, die Projektionen für die anderen beiden Szenarien finden sich zusammen mit den Ergebnissen für die anderen empirischen Spezifikationen im Appendix (Tabelle A14-A16).

Abbildung 19

BFS-Szenarien zur Veränderung des Alters- und Jugendquotienten, 2015-2060



Quelle: BFS.

Anzumerken ist, dass unsere Berechnungen explizit nicht als Vorhersagen zu verstehen sind, sondern vielmehr einen Eindruck geben sollen, wie gross der Effekt der Alterung auf das Wachstum/die Produktivität ausfallen würde, wenn die Altersstruktureffekte über die Zeit konstant bleiben würden. Da der Altersquotient in den nächsten Jahrzehnten auf bislang noch nie dagewesene Höhen steigen wird, ist notwendigerweise unklar inwieweit sich die historischen Erfahrungen tatsächlich in die Zukunft extrapolieren lassen. So beziehen wir beispielsweise Anpassungsreaktionen, die über das bisher beobachtbare Niveau hinausgehen, explizit nicht mit ein. In den Projektionen berücksichtigen wir zudem nur die Altersstruktureffekte (und nicht die Lebenserwartung und die Bevölkerungsentwicklung), da diese im Fokus dieses Gutachtens stehen.⁹

Tabelle 12 zeigt die aus den Modellen resultierenden Auswirkungen auf das Schweizer BIP pro Einwohner für das Referenzszenario. Die Modelle ergeben grundsätzlich ein verhältnismässig homogenes Bild und deuten alle auf einen zukünftig wachstumshemmenden Altersstruktureffekt hin. Der Effekt ist insbesondere in den kommenden Jahrzehnten relativ stark. So fällt das BIP pro Einwohner laut der Projektion zwischen 2015 und 2030 um bis zu 8,6% niedriger aus, als im Szenario einer konstanten Altersstruktur. Ursächlich dafür ist insbesondere der rasant steigende Anteil von älteren Personen. Gleichzeitig sinkt allerdings im Gegensatz zu den vergangenen Jahrzehnten auch der Jugendquotient nicht mehr, wodurch der totale Abhängigkeitsquotient nahezu eins-zu-eins mit dem Altersquotient ansteigt.

Ein demografisch bedingter Rückgang des BIP pro Einwohner um 8,6% bedeutet nicht, dass das BIP pro Einwohner zwischen 2015 und 2030 fallen würde. So ist das BIP pro Einwohner in einem Zeitraum von fünfzehn Jahren in der Vergangenheit in der Regel mindestens doppelt so schnell gestiegen. Nichtsdestotrotz könnte sich das Wachstum der Schweizer Wirtschaft ohne weitere Anpassungsmassnahmen demografisch bedingt deutlich verlangsamen. Interessanterweise lässt der negative demografische Effekt, nachdem die Babyboomer in Rente gehen, wieder etwas nach, was darauf zurückzuführen ist, dass der Anstieg des Altersquotienten ab 2030 etwas an Tempo verliert. Politische Anpassungsmassnahmen sind daher wohl insbesondere in den kommenden Jahrzehnten sinnvoll.

Tabelle 12

Geschätzte Auswirkungen auf das BIP pro Einwohner (kumuliert), 2015-2060

Spezifikation	2015-2030	2030-2045	2045-2060
Abhängigkeitsquotienten, Level	-8.6%	-5.2%	-4.8%
Komplette Altersstruktur, Level	-7.7%	-6.5%	-3.2%
Komplette Altersstruktur, IV-Level	-5.9%	-3.6%	-1.7%

Anmerkungen: Alle Spezifikationen beinhalten Kontrollvariablen, Länder- und Zeitfixe Effekte sowie eine verzögerte abhängige Variable.

⁹ Bezieht man die Änderungen der anderen demografischen Variablen (Bevölkerungsgrösse und Lebenserwartung) in die Projektion mit ein, ändert sich das Bild nur geringfügig (siehe Tabelle A14-A16 im Appendix).

Tabelle 13 weist die Effekte speziell für die Arbeitsproduktivität aus und zeigt, dass die Steigerung des Arbeitseinsatzes älterer Personen (z.B. über veränderte Rentenreize) möglicherweise nicht ausreicht, um negative demografische Auswirkungen komplett zu verhindern. So ergeben die Modelle zwar auch negative demografische Wirkungen auf die Arbeitsproduktivität, allerdings sind diese Ergebnisse wie oben diskutiert statistisch weniger stark abgesichert. Dennoch können die Ergebnisse einen Anstoss geben, stärker über die ökonomischen Folgen des demografischen Wandels, abseits des puren Arbeitseinsatzeffektes, nachzudenken. Gegeben der Ergebnisse aus Kapitel 4.3., welche auf einen negativen Effekt des demografischen Wandels auf die Kapitalintensität hindeuten, könnten stärkere private und öffentliche Investitionen einen möglichen Ausweg bieten.

Tabelle 13

Geschätzte Auswirkungen auf das BIP pro Arbeitsstunde, 2015-2060

Spezifikation	2015-2030	2030-2045	2045-2060
Abhängigkeitsquotienten, Level	-7.0%	-4.6%	-4.0%
Komplette Altersstruktur, Level	-7.5%	-7.5%	-3.6%
Komplette Altersstruktur, IV-Level	-5.8%	-4.0%	-1.9%

Anmerkungen: Alle Spezifikationen beinhalten Kontrollvariablen, Länder- und Zeitfixe Effekte sowie eine verzögerte abhängige Variable.

7. Schlussfolgerungen

Die Wissenschaft ist sich weitestgehend einig, dass der demografische Wandel signifikante ökonomische Auswirkungen hat. Dennoch besteht erhebliche Unsicherheit über die zukünftigen Auswirkungen der Bevölkerungsalterung auf die Entwicklung der wirtschaftlichen Prosperität und der Arbeitsproduktivität. In dieser Studie haben wir basierend auf einem mehr als ein Jahrhundert umfassenden Datensatz gezeigt, dass die Bevölkerungsalterung in der Vergangenheit negativ mit dem Wohlstandsniveau und der Arbeitsproduktivität korreliert war. Scheibt man diese historischen Zusammenhänge in die Zukunft fort, ergibt sich, dass der demografische Wandel das Wirtschaftswachstum in der Schweiz in den nächsten Jahrzehnten deutlich dämpfen wird. Die Effekte sind dabei insbesondere in den kommenden Jahren stark, wenn die geburtenstarken Babyboomer in Rente gehen. In diesem Zeitraum könnte sich das pro-Kopf-Wirtschaftswachstum demografiebedingt sogar halbieren, wenn man alternativ (ohne demografischen Wandel) von einer Wachstumsrate von einem Prozent pro Jahr ausgeht.

Allerdings sind diese Zukunftsprojektionen mit Vorsicht zu betrachten. Zum einen variiert die Grössenordnung der identifizierten Zusammenhänge je nach empirischer Spezifikation bereits für die Vergangenheit zum Teil erheblich. Ökonomisch signifikante negative Effekte der Bevölkerungsalterung zeigen sich allerdings über die meisten Spezifikationen hinweg. Zum anderen modellieren wir in den Projektionen explizit keine Anpassungen der Wirtschafts- und Sozialpolitik, die über das bisher beobachtbare Niveau hinausgehen, und berücksichtigen auch keine Kohorteneffekte. So nehmen wir an, dass sich die zukünftigen Kohorten gleich verhalten wie heute: u.a. bleibt in den Berechnungen das Arbeitsangebot der Älteren und Renteneintrittsalter gleich wie in der Gegenwart.

Tatsächlich werden sich die zukünftigen älteren Personen in vielen ökonomisch relevanten Charakteristika von den aktuellen Älteren unterscheiden (z.B. Gesundheitszustand, Bildungsniveau, Sozialisation mit IT etc.). So dürften die ökonomischen Folgen der Alterung wohl

tatsächlich geringer ausfallen, als in den Projektionen ausgewiesen. Die demografischen Folgen würden aber umgekehrt grösser als projiziert ausfallen, wenn bedeutende Technologieumwälzungen eintreten, an die sich die heute Jüngeren vielleicht nur schwer im Alter anpassen können. Zusammengefasst geben die Ergebnisse Hinweise darauf, dass der demografische Wandel die Schweizer Volkswirtschaft in den nächsten Jahren vor grosse Herausforderungen stellen könnte. Anpassungsmassnahmen der Politik im Arbeitsmarkt- oder Sozialversicherungsbereich sind daher insbesondere in den kommenden Jahrzehnten sinnvoll.

8. Literaturverzeichnis

- Acemoglu, Daron, und Pascual Restrepo. 2017. Secular Stagnation? The Effect of Aging on Economic Growth in the Age of Automation. *American Economic Review* 107(5):174–179. DOI: <https://doi.org/10.1257/aer.p20171101>.
- Acemoglu, Daron, und Pascual Restrepo. 2018. *Demographics and Automation*, Working Paper. National Bureau of Economic Research abrufbar unter: <http://www.nber.org/papers/w24421>, Zugegriffen: 23.2.2019.
- Afonso, António, und Miguel St Aubyn. 2009. Macroeconomic Rates of Return of Public and Private Investment: Crowding-in and Crowding-Out Effects. *The Manchester School* 77(s1):21–39. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.2009.02117.x>.
- Aisa, Rosa, und Fernando Pueyo. 2013. Population aging, health care, and growth: a comment on the effects of capital accumulation. *Journal of Population Economics* 26(4):1285–1301. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00148-012-0448-2>.
- Aiyar, Shekhar, und Christian H. Ebeke. 2016. *The Impact of Workforce Aging on European Productivity*. International Monetary Fund abrufbar unter: <https://ideas.repec.org/p/imf/imfwpa/16-238.html>, Zugegriffen: 23.2.2019.
- Aksoy, Yunus, Henrique S. Basso, Ron P. Smith, und Tobias Grasl. 2019. Demographic Structure and Macroeconomic Trends. *American Economic Journal: Macroeconomics* 11(1):193–222. DOI: <https://doi.org/10.1257/mac.20170114>.
- d’Albis, Hippolyte. 2007. Demographic structure and capital accumulation. *Journal of Economic Theory* 132(1):411–434. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jet.2005.10.001>.
- Azoulay, Pierre, Benjamin Jones, J. Daniel Kim, und Javier Miranda. 2018. *Age and High-Growth Entrepreneurship*, Working Paper. National Bureau of Economic Research abrufbar unter: <http://www.nber.org/papers/w24489>, Zugegriffen: 14.8.2019.
- Barro, Robert J. 2015. Convergence and Modernisation. *The Economic Journal* 125(585):911–942. DOI: <https://doi.org/10.1111/eoj.12247>.
- Becker, Gary S., und H. Gregg Lewis. 1973. On the Interaction between the Quantity and Quality of Children. *Journal of Political Economy* 81(2):S279–S288.
- Ben-Porath, Yoram. 1967. The Production of Human Capital and the Life Cycle of Earnings. *Journal of Political Economy* 75(4):352–365.
- Bergeaud, Antonin, Gilbert Cette, und Rémy Lecat. 2016. Productivity Trends in Advanced Countries between 1890 and 2012. *Review of Income and Wealth* 62(3):420–444. DOI: <https://doi.org/10.1111/roiw.12185>.
- Berk, Jillian, und David N. Weil. 2015. Old teachers, old ideas, and the effect of population aging on economic growth. *Research in Economics* 69(4):661–670. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rie.2015.07.002>.

- Bertoni, Marco, Giorgio Brunello, und Lorenzo Rocco. 2015. Selection and the age – productivity profile. Evidence from chess players. *Journal of Economic Behavior & Organization* 110:45–58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2014.11.011>.
- Bick, Alexander, Nicola Fuchs-Schündeln, und David Lagakos. 2018. How Do Hours Worked Vary with Income? Cross-Country Evidence and Implications. *American Economic Review* 108(1):170–199. DOI: <https://doi.org/10.1257/aer.20151720>.
- Bloom, David E., David Canning, und Bryan Graham. 2003. Longevity and Life-cycle Savings*. *The Scandinavian Journal of Economics* 105(3):319–338. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-9442.t01-1-00001>.
- Bloom, David E., Somnath Chatterji, Paul Kowal, Peter Lloyd-Sherlock, et al. 2015. Macroeconomic implications of population ageing and selected policy responses. *The Lancet* 385(9968):649–657. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61464-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61464-1).
- Boeri, Tito, Axel Börsch-Supan, Guido Tabellini, Karl Ove Moene, et al. 2001. Would You like to Shrink the Welfare State? A Survey of European Citizens. *Economic Policy* 16(32):9–50.
- Bönte, Werner, Oliver Falck, und Stephan Heblich. 2009. The Impact of Regional Age Structure on Entrepreneurship. *Economic Geography* 85(3):269–287. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2009.01032.x>.
- Börsch-Supan, Axel. 2000. Incentive Effects of Social Security on Labor Force Participation: Evidence in Germany and Across Europe. *Journal of Public Economics* 78(1–2):25–49.
- Börsch-Supan, Axel, und Matthias Weiss. 2016. Productivity and age: Evidence from work teams at the assembly line. *The Journal of the Economics of Ageing* 7:30–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeoa.2015.12.001>.
- Bruno, Giovanni. 2005. Estimation and inference in dynamic unbalanced panel-data models with a small number of individuals. *Stata Journal* 5(4):473–500.
- Bundesamt für Statistik. 2015. *Arbeitsproduktivität in der Schweiz Analyse der Entwicklung von 1995 bis 2013*.
- Carvalho, Carlos, Andrea Ferrero, und Fernanda Nechio. 2016. Demographics and real interest rates: Inspecting the mechanism. *European Economic Review* 88:208–226.
- Castellucci, Fabrizio, Mario Padula, und Giovanni Pica. 2011. The age-productivity gradient: Evidence from a sample of F1 drivers. *Labour Economics* 18(4):464–473. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2010.09.002>.
- Cattaneo, M. Alejandra, und Stefan C. Wolter. 2009. Are the elderly a threat to educational expenditures? *European Journal of Political Economy* 25(2):225–236.
- Derrien, François, Ambrus Kecskés, und Phuong-Anh Nguyen. 2018. *Labor Force Demographics and Corporate Innovation*, HEC Research Papers Series. HEC Paris abrufbar unter: <https://econpapers.repec.org/paper/ebgheccah/1243.htm>, Zugegriffen: 14.8.2019.
- Dohmen, Thomas, Armin Falk, Bart H. H. Golsteyn, David Huffman, et al. 2017. Risk Attitudes Across The Life Course. *The Economic Journal* 127(605):F95–F116. DOI: <https://doi.org/10.1111/eoj.12322>.
- Fair, Ray C., und Kathryn M. Dominguez. 1991. Effects of the Changing U.S. Age Distribution on Macroeconomic Equations. *The American Economic Review* 81(5):1276–1294.
- Fair, Ray C., und Edward H. Kaplan. 2018. Estimating Aging Effects in Running Events. *The Review of Economics and Statistics* 100(4):704–711. DOI: https://doi.org/10.1162/rest_a_00725.
- Feldstein, Martin, und Charles Horioka. 1980. Domestic Saving and International Capital Flows. *The Economic Journal* 90(358):314–329. DOI: <https://doi.org/10.2307/2231790>.

- Ferrero, Giuseppe, Marco Gross, und Stefano Neri. Im Erscheinen. On secular stagnation and low interest rates: Demography matters. *International Finance*. DOI: <https://doi.org/10.1111/infi.12342>.
- Feyrer, James. 2007. Demographics and Productivity. *Review of Economics and Statistics* 89(1):100–109.
- Gómez, Rafael, und Pablo Hernández De Cos. 2008. Does Population Ageing Promote Faster Economic Growth? *Review of Income and Wealth* 54(3):350–372. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.2008.00279.x>.
- Harris, Amy Rehder, William N Evans, und Robert M Schwab. 2001. Education spending in an aging America. *Journal of Public Economics* 81(3):449–472.
- Hashimoto, Ken-ichi, und Ken Tabata. 2010. Population aging, health care, and growth. *Journal of Population Economics* 23(2):571–593. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00148-008-0216-5>.
- Higgins, Matthew. 1998. Demography, National Savings, and International Capital Flows. *International Economic Review* 39(2):343–69.
- Human Mortality Database. 2018. University of California, Berkeley and Max Planck Institute for Demographic Research, Rostock. available at www.mortality.org or www.humanmortality.de (data downloaded on 01.10.2018).
- Irmen, Andreas, und Anastasia Litina. 2016. *Population Aging and Inventive Activity*. Center for Research in Economic Analysis, University of Luxembourg abrufbar unter: <https://ideas.repec.org/p/luc/wpaper/16-03.html>, Zugegriffen: 21.5.2019.
- Jäger, Philipp. 2019. *The introduction of social pensions and elderly mortality: Evidence 1870-1939*, Working Paper. Ruhr Economic Papers abrufbar unter: <https://www.econstor.eu/handle/10419/200097>, Zugegriffen: 14.8.2019.
- Jäger, Philipp, Svetlana Rujin, Torsten Schmidt, und Reto Föllmi. 2015. Der Zusammenhang zwischen dem technischen Fortschritt, der Investitionstätigkeit und der Produktivitätsentwicklung. *Schweizerische Eidgenossenschaft, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Strukturberichterstattung*(54/4).
- Jäger, Philipp, und Torsten Schmidt. 2016. The political economy of public investment when population is aging: A panel cointegration analysis. *European Journal of Political Economy* 43:145–158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2016.04.004>.
- Jäger, Philipp, und Torsten Schmidt. 2017. Demographic change and house prices: Headwind or tailwind? *Economics Letters* 160:82–85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.09.007>.
- Jinno, Masatoshi. 2010. Chapter 4 - Estimates of Labor Productivity from the Perspective of Age Groups. In *NIRA – National Institute for Research Advancement (2010), Is the Aging of Society a Threat to Japan? – Increasing Productivity in the Next Decade is the Key.*, 72 – 87. Tokyo.
- Jones, Benjamin F. 2010. Age and Great Invention. *The Review of Economics and Statistics* 92(1):1–14. DOI: <https://doi.org/10.1162/rest.2009.11724>.
- Juselius, Mikael, und Előd Takáts. 2018. *The Enduring Link between Demography and Inflation*, SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY: Social Science Research Network abrufbar unter: <https://papers.ssrn.com/abstract=3175848>, Zugegriffen: 23.2.2019.
- Kato, Hisakazu. 2010. Chapter 2 - Empirical Analysis of Population and Technological Progress, In: *NIRA – National Institute for Research Advancement*. In *NIRA – National Institute for Research Advancement (2010), Is the Aging of Society a Threat to Japan? – Increasing Productivity in the Next Decade is the Key.*, 72 – 87. Tokyo.

- Kögel, Tomas. 2005. Youth dependency and total factor productivity. *Journal of Development Economics* 76(1):147–173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2003.11.003>.
- Kotschy, Rainer, und Uwe Sunde. 2018. Can education compensate the effect of population ageing on macroeconomic performance? *Economic Policy* 33(96):587–634. DOI: <https://doi.org/10.1093/epolic/eiy011>.
- Lau, Sau-Him Paul. 2009. Demographic structure and capital accumulation: A quantitative assessment. *Journal of Economic Dynamics and Control* 33(3):554–567. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2008.08.004>.
- Lee, R. 2016. Chapter 2 - Macroeconomics, Aging, and Growth. In *Handbook of the Economics of Population Aging*, Hrsg. John Piggott and Alan Woodland, 59–118. North-Holland abrufbar unter: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212007616300025>, Zugegriffen: 24.4.2017.
- Li, Hongbin, Jie Zhang, und Junsen Zhang. 2007. Effects of longevity and dependency rates on saving and growth: Evidence from a panel of cross countries. *Journal of Development Economics* 84(1):138–154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2006.10.002>.
- Lindh, Thomas, und Bo Malmberg. 1999. Age structure effects and growth in the OECD, 1950–1990. *Journal of Population Economics* 12(3):431–449. DOI: <https://doi.org/10.1007/s001480050107>.
- Liu, Yihan, und Niklas Westelius. 2017. The Impact of Demographics on Productivity and Inflation in Japan. *Journal of International Commerce, Economics and Policy (JICEP)* 08(02):1–16.
- Loichinger, Elke, und Alexia Fürnkranz-Prskawetz. 2017. Changes in economic activity: The role of age and education. *Demographic Research* 36(40):1185–1208. DOI: <https://doi.org/10.4054/DemRes.2017.36.40>.
- Manoli, Dayanand, und Andrea Weber. 2016. Nonparametric Evidence on the Effects of Financial Incentives on Retirement Decisions. *American Economic Journal: Economic Policy*(forthcoming).
- McMillan, Margaret, Dani Rodrik, und Íñigo Verduzco-Gallo. 2014. Globalization, Structural Change, and Productivity Growth, with an Update on Africa. *World Development* 63:11–32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.10.012>.
- Meyer, Jenny. 2011. Workforce age and technology adoption in small and medium-sized service firms. *Small Business Economics* 37(3):305–324. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11187-009-9246-y>.
- Murtin, Fabrice. 2012. Long-Term Determinants of the Demographic Transition, 1870–2000. *Review of Economics and Statistics* 95(2):617–631.
- Nickell, Stephen. 1981. Biases in Dynamic Models with Fixed Effects. *Econometrica* 49(6):1417–1426.
- Pesaran, M. Hashem. 2007. A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics* 22(2):265–312.
- Poterba, James M. 1997. Demographic structure and the political economy of public education. *Journal of Policy Analysis and Management* 16(1):48–66.
- Poterba, James M. 2001. Demographic Structure and Asset Returns. *Review of Economics and Statistics* 83(4):565–584.
- Romer, Paul. 1990. Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy* 98(5):S71–102.

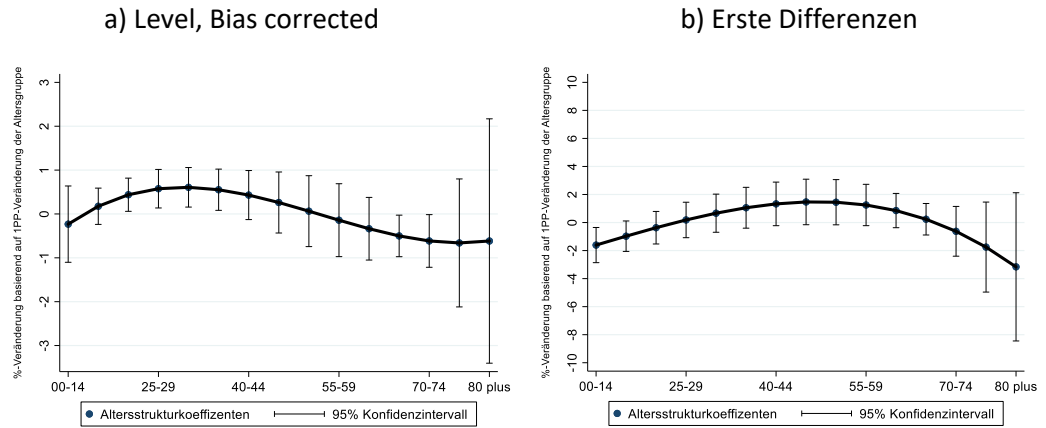
- Rupert, Peter, und Giulio Zanella. 2015. Revisiting wage, earnings, and hours profiles. *Journal of Monetary Economics* 72:114–130. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2015.02.001>.
- RWI. 2008. *Potenziale des Dienstleistungssektors für Wachstum von Bruttowertschöpfung und Beschäftigung. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.*, RWI Projektberichte.
- Salthouse, Timothy A. 2009. When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology of Aging* 30(4):507–514. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2008.09.023>.
- Sanz, Ismael, und Francisco J. Velázquez. 2007. The role of ageing in the growth of government and social welfare spending in the OECD. *European Journal of Political Economy* 23(4):917–931.
- Schleife, Katrin. 2006. Computer Use and Employment Status of Older Workers — An Analysis Based on Individual Data. *LABOUR* 20(2):325–348. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9914.2006.00341.x>.
- Shirakawa, Hiromichi. 2010. Chapter 3 - Empirical Analysis of Relationship between Worker Age, Productivity and Real Wages. In *NIRA – National Institute for Research Advancement (2010), Is the Aging of Society a Threat to Japan? – Increasing Productivity in the Next Decade is the Key.*, 72 – 87. Tokyo.
- Siliverstovs, Boriss, Konstantin A. Kholodilin, und Ulrich Thiessen. 2011. Does aging influence structural change? Evidence from panel data. *Economic Systems* 35(2):244–260. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2010.05.004>.
- Skirbekk, Vegard. 2004. Age and Individual Productivity: A Literature Survey. *Vienna Yearbook of Population Research* 2:133–153.
- Skirbekk, Vegard, Elke Loichinger, und Daniela Weber. 2012. Variation in cognitive functioning as a refined approach to comparing aging across countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(3):770–774. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1112173109>.
- Smits, J.-P., P. Woltjer, und D. Ma. 2009. *A Dataset on Comparative Historical National Accounts, ca.1870-1950: A Time-Series Perspective.* Groningen Growth and Development Centre, University of Groningen abrufbar unter: <https://ideas.repec.org/p/gro/rugggd/gd-107.html>, Zugegriffen: 6.9.2019.
- Verhaeghen, P., und T. A. Salthouse. 1997. Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood: estimates of linear and nonlinear age effects and structural models. *Psychological Bulletin* 122(3):231–249.

Appendix

Abbildungen: Alternative Spezifikationen

Abbildung A1

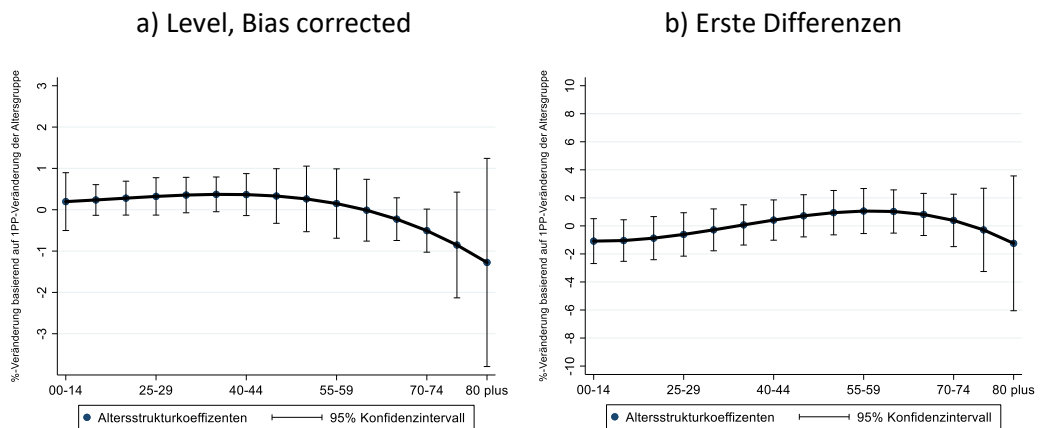
Altersstruktur und BIP pro Einwohner, 1890-2010



Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Einwohner})$ bzw. $\Delta\log(\text{BIP pro Einwohner})$ in (b). (a) Bias-correction basierend auf Bruno (2005). 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable (a) und Kontrollvariablen (a+b): Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgröße. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Abbildung A2

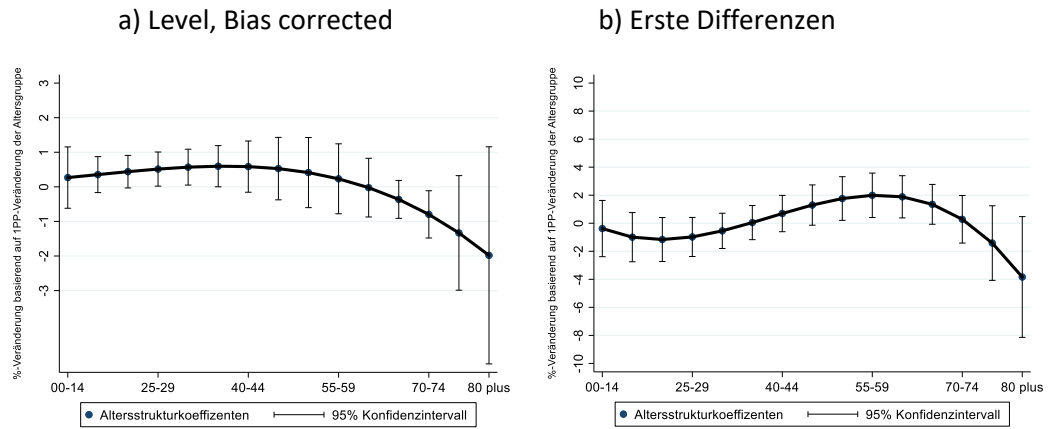
Altersstruktur und BIP pro Arbeitsstunde, 1890-2010



Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Arbeitsstunde})$ bzw. $\Delta\log(\text{BIP pro Arbeitsstunde})$ in (b). (a) Bias-correction basierend auf Bruno (2005). 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable (a) und Kontrollvariablen (a+b): Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgröße. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Abbildung A3

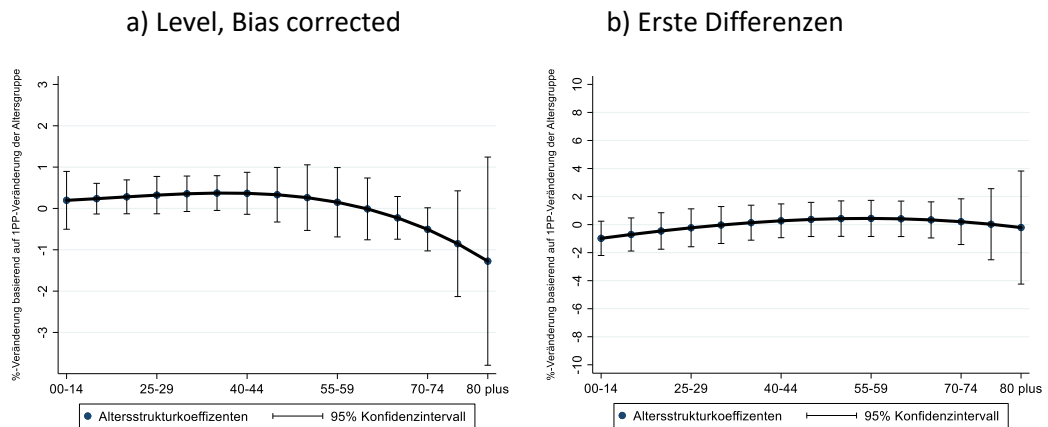
Altersstruktur und Kapitalintensität, 1890-2010



Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{Kapitalstock pro Arbeitsstunde})$ bzw. $\Delta\log(\text{Kapitalstock pro Arbeitsstunde})$ in (b). (a) Bias-correction basierend auf Bruno (2005). 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable (a) und Kontrollvariablen (a+b): Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgröße. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Abbildung A4

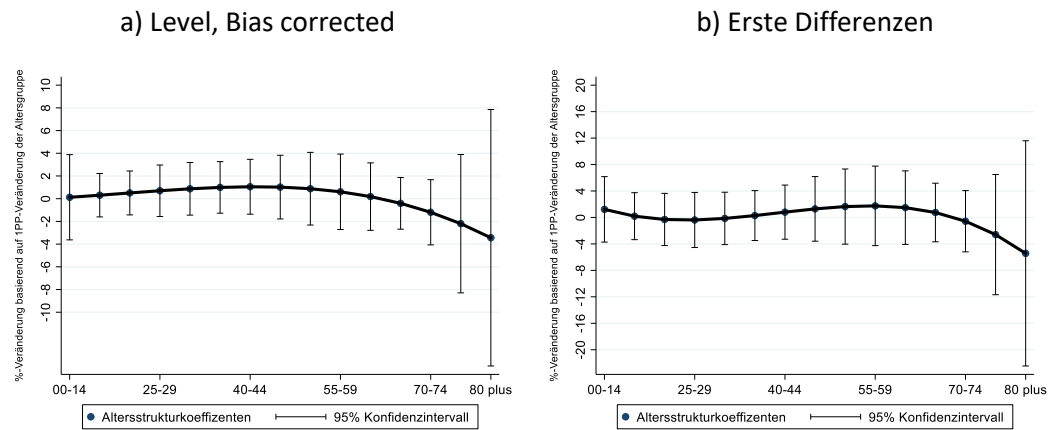
Altersstruktur und totale Faktorproduktivität, 1890-2010



Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{totale Faktorproduktivität})$ bzw. $\Delta\log(\text{totale Faktorproduktivität})$ in (b). (a) Bias-correction basierend auf Bruno (2005). 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable (a) und Kontrollvariablen (a+b): Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgröße. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Abbildung A5

Altersstruktur und Patentanmeldungen pro Einwohner, 1890-2010



Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{Patentanmeldungen pro Einwohner})$ bzw. $\Delta\log(\text{Patentanmeldungen pro Einwohner})$ in (b). (a) Bias-correction basierend auf Bruno (2005). 5-Jahresdurchschnitte. Inkl. verzögerter abhängiger Variable (a) und Kontrollvariablen (a+b): Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgröße. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Tabellen: Alternative Spezifikationen

1. Tabelle 5, 7, 9 und 10 inklusive Kontrollvariablen und ohne Länder- und Zeitfixe Effekte (4)

Tabelle A1

Demografie und BIP pro Einwohner inkl. Kontrollvariablen

	(1) Level	(2) Level	(3) Erste Differenzen	(4) Level
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.53** (0.15)	-0.78*** (0.16)	-0.66 (0.94)	0.08 (0.32)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.39*** (0.12)	-0.42*** (0.07)	-0.64** (0.28)	-0.23 (0.14)
log(Bevölkerung)		-0.11*** (0.03)	-0.02 (0.32)	
Lebenserwartung im Alter 20		0.01* (0.00)	0.02 (0.01)	
Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren		0.01 (0.00)	0.03 (0.03)	
Verzögerte abhängige Variable	0.83*** (0.03)	0.78*** (0.03)		0.96*** (0.01)
Länder- und Zeitfixe Effekte	✓	✓	✓	
N	354	354	354	354
adj. R ²	0.995	0.995	0.503	0.987

Anmerkungen: Abhängige Variable: log(BIP pro Kopf). 5-Jahresdurchschnitte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Tabelle A2

Demografie und BIP pro Arbeitsstunde inkl. Kontrollvariablen

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Level	Level	Erste Differenzen	Level
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.42** (0.17)	-0.66*** (0.22)	-0.07 (0.82)	0.11 (0.33)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.16 (0.16)	-0.16 (0.13)	-0.17 (0.28)	-0.09 (0.13)
log(Bevölkerung)		-0.09** (0.03)	0.34 (0.48)	
Lebenserwartung im Alter 20		0.01* (0.01)	0.01 (0.02)	
Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren		0.00 (0.01)	-0.04 (0.03)	
Verzögerte abhängige Variable	0.89*** (0.02)	0.86*** (0.03)		0.97*** (0.01)
Länder- und Zeitfixe Effekte	✓	✓	✓	
<i>N</i>	354	354	354	354
adj. <i>R</i> ²	0.996	0.996	0.471	0.991

Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Arbeitsstunde})$. 5-Jahresdurchschnitte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Tabelle A3

Demografie und Kapitalintensität inkl. Kontrollvariablen

	(1) Level	(2) Level	(3) Erste Differenzen	(4) Level
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.71** (0.31)	-0.79** (0.28)	-0.43 (0.81)	0.40 (0.38)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.14 (0.15)	-0.08 (0.15)	0.31 (0.28)	-0.03 (0.19)
log(Bevölkerung)		-0.01 (0.05)	0.22 (0.27)	
Lebenserwartung im Alter 20		0.01 (0.01)	0.01 (0.01)	
Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren		0.01 (0.01)	-0.05 (0.05)	
Verzögerte abhängige Variable	0.97*** (0.02)	0.97*** (0.02)		0.96*** (0.01)
Länder- und Zeitfixe Effekte	✓	✓	✓	
<i>N</i>	344	344	344	344
adj. <i>R</i> ²	0.996	0.996	0.554	0.991

*Anmerkungen: Abhängige Variable: log(Kapitalstock pro Arbeitsstunde). 5-Jahresdurchschnitte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.*

Tabelle A4

Demografie und totale Faktorproduktivität inkl. Kontrollvariablen

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Level	Level	Erste Differenzen	Level
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.30* (0.16)	-0.52** (0.19)	-0.07 (0.68)	0.06 (0.23)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.08 (0.13)	-0.07 (0.10)	-0.3 (0.24)	-0.07 (0.08)
log(Bevölkerung)		-0.08** (0.03)	0.28 (0.42)	
Lebenserwartung im Alter 20		0.01** (0.00)	0.01 (0.02)	
Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren		0.00 (0.01)	-0.03 (0.03)	
Verzögerte abhängige Variable	0.85*** (0.02)	0.81*** (0.03)		0.97*** (0.01)
Länder- und Zeitfixe Effekte	✓	✓	✓	
N	344	344	344	344
adj. R ²	0.992	0.992	0.396	0.985

Anmerkungen: Abhängige Variable: log(totale Faktorproduktivität). 5-Jahresdurchschnitte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

2. Tabelle 5, 7, 9 und 10 basierend auf Bias-correction von Bruno (2005)

Tabelle A5

Demografie und BIP pro Einwohner Bias-correction (Bruno 2005)

	(1) Level	(2) Level
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.57 (0.38)	-0.70* (0.38)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.27 (0.17)	-0.25 (0.18)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓
Kontrollvariablen		✓

*Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Kopf})$. 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.*

Tabelle A6

Demografie und BIP pro Arbeitsstunde Bias-correction (Bruno 2005)

	(1) Level	(2) Level
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.38 (0.35)	-0.62* (0.34)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.10 (0.14)	-0.03 (0.15)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓
Kontrollvariablen		✓

*Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Arbeitsstunde})$. 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.*

Tabelle A7

Demografie und Kapitalintensität Bias-correction (Bruno 2005)

	(1) Level	(2) Level
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.57 (0.38)	-0.89** (0.38)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.11 (0.20)	-0.01 (0.20)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓
Kontrollvariablen		✓

*Anmerkungen: Abhängige Variable: log(Kapitalstock pro Arbeitsstunde). 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%,5%,10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.*

Tabelle A8

Demografie und totale Faktorproduktivität Bias-correction (Bruno 2005)

	(1) Level	(2) Level
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.22 (0.34)	-0.42 (0.33)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.14 (0.19)	-0.04 (0.19)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓
Kontrollvariablen		✓

*Anmerkungen: Abhängige Variable: log(totale Faktorproduktivität). 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%,5%,10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.*

3. Tabelle 5, 7, 9 und 10 ohne Nachkriegsjahre und nach WKII

Tabelle A9

Demografie und BIP pro Einwohner, ohne Nachkriegsjahre und nach WKII

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Level, ohne Nachkriegsjahre	Level, nur nach WKII	Erste Differenzen, ohne Nachkriegsjahre	Erste Differenzen, nur nach WKII
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.85*** (0.13)	-0.43* (0.23)	-1.20 (0.94)	-2.26** (1.01)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.45*** (0.07)	-0.23* (0.12)	-0.59** (0.22)	-0.12 (0.22)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓		
Kontrollvariablen	✓	✓	✓	✓

Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Kopf})$. 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Tabelle A10

Demografie und BIP pro Arbeitsstunde, ohne Nachkriegsjahre und nach WKII

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Level, ohne Nachkriegsjahr e	Level, nur nach WKII	Erste Differenzen, ohne Nachkriegsjahre	Erste Differenzen, nur nach WKII
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.71*** (0.20)	-0.27 (0.24)	-0.61 (0.84)	-1.93** (0.72)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.22** (0.10)	0.11 (0.18)	0.15 (0.20)	0.61** (0.27)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓		
Kontrollvariablen	✓	✓	✓	✓

Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{BIP pro Arbeitsstunde})$. 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Tabelle A11

Demografie und Kapitalintensität, ohne Nachkriegsjahre und nach WKII

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Level, ohne Nachkriegsjahre	Level, nur nach WKII	Erste Differenzen, ohne Nachkriegsjahre	Erste Differenzen, nur nach WKII
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.79*** (0.26)	-0.56* (0.32)	-0.65 (0.87)	-1.03 (0.85)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.11 (0.13)	0.08 (0.25)	0.50* (0.27)	0.72** (0.30)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓		
Kontrollvariablen	✓	✓	✓	✓

Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{Kapitalstock pro Arbeitsstunde})$. 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

Tabelle A12

Demografie und totale Faktorproduktivität, ohne Nachkriegsjahre und nach WKII

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Level, ohne Nachkriegsjahre	Level, nur nach WKII	Erste Differenzen, ohne Nachkriegsjahre	Erste Differenzen, nur nach WKII
Altersquotient (Alt: 65+)	-0.54*** (0.17)	-0.19 (0.20)	-0.58 (0.68)	-1.65** (0.62)
Jugendquotient (Jung: 0-14)	-0.18** (0.08)	0.10 (0.13)	-0.01 (0.17)	0.38* (0.22)
Verzögerte abhängige Variable	✓	✓		
Kontrollvariablen	✓	✓	✓	✓

Anmerkungen: Abhängige Variable: $\log(\text{totale Faktorproduktivität})$. 5-Jahresdurchschnitte. Kontrollvariablen: Durchschnittliche Anzahl an Schuljahren, Lebenserwartung im Alter von 20, Bevölkerungsgrösse. Schätzung beinhaltet Länder- und Zeitfixe Effekte. Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikant am 1%, 5%, 10% Level. Standardfehler auf Länderebene geclustert.

4. Tabelle 6 und 8 mit anderen Spezifikationen

Tabelle A13

Gesamteffekt der Altersstruktur auf das BIP pro Einwohner/Arbeitsstunde

Spezifikation	1890- 1910	1910- 1930	1930- 1950	1950- 1970	1970- 1990	1990- 2010
BIP pro Einwohner						
Komplette Altersstruktur, Erste Differenzen	2.0%	13.6%	6.2%	-3.6%	11.0%	4.6%
Komplette Altersstruktur, Level bias corrected	0.8%	1.8%	-2.0%	-2.4%	1.8%	-3.5%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. lag						
Dynamik	2.2%	7.3%		-6.2%	5.1%	-8.1%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. lag						
Dynamik	2.8%	7.4%		-4.2%	8.4%	-8.6%
BIP pro Arbeitsstunde						
Komplette Altersstruktur, Erste Differenzen	0.1%	7.3%	7.3%	1.6%	8.6%	9.5%
Komplette Altersstruktur, Level bias corrected	-0.2%	-0.4%	-1.8%	-2.5%	-2.6%	-3.4%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. lag						
Dynamik	0.5%	2.1%		-7.8%	-3.8%	-8.9%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. lag						
Dynamik	2.3%	5.9%		-4.6%	5.6%	-9.0%

Anmerkungen: Alle Spezifikationen beinhalten Kontrollvariablen sowie Länder- und Zeitfixe Effekte. Levelspezifikationen enthalten eine verzögerte abhängige Variable. lag Dynamik bedeutet, dass die verzögerte endogene Variable auch für die Projektionen einbezogen wird. Aufgrund der fehlenden Daten während des zweiten Weltkrieges sind in diesem Fall keine Projektionen für den Zeitraum 1930-1950 möglich.

5. Tabelle 11 und 12 mit anderen Spezifikationen und Bevölkerungsszenarien

Tabelle A14

Geschätzte Auswirkungen auf das BIP pro Einwohner/Arbeitsstunde, Referenzszenario

Spezifikation	2015-2030	2030-2045	2045-2060
BIP pro Einwohner			
Komplette Altersstruktur, Erste Differenzen	-11.8%	-12.7%	-6.6%
Komplette Altersstruktur, Level bias corrected	-4.8%	-3.1%	-1.5%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. lag Dynamik	-13.9%	-10.6%	-4.6%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. lag Dynamik	-10.1%	-5.8%	-2.5%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. Kontrollvariablen	-7.3%	-6.0%	-2.7%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. Kontrollvariablen	-5.4%	-3.1%	-1.3%
BIP pro Arbeitsstunde			
Komplette Altersstruktur, Erste Differenzen	-1.9%	-4.5%	-2.5%
Komplette Altersstruktur, Level bias corrected	-5.8%	-5.8%	-2.8%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. lag Dynamik	-14.8%	-13.2%	-5.6%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. lag Dynamik	-10.5%	-6.8%	-2.9%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. Kontrollvariablen	-6.1%	-6.3%	-2.7%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. Kontrollvariablen	-4.5%	-2.9%	-1.1%

Anmerkungen: Alle Spezifikationen beinhalten Kontrollvariablen sowie Länder- und Zeitfixe Effekte. Levelspezifikationen enthalten eine verzögerte abhängige Variable. lag Dynamik bedeutet das die verzögerte endogene Variable auch für die Projektionen einbezogen wird. Levelspezifikationen enthalten eine verzögerte abhängige Variable. Inkl. Kontrollvariablen bedeutet, dass auch die erwarteten Veränderungen der demografischen Kontrollvariablen (Bevölkerungsgröße, Lebenserwartung) bis 2060 in die Projektion einbezogen werden.

Tabelle A15

Geschätzte Auswirkung auf das BIP pro Einwohner/Arbeitsstunde, Hohes Szenario

Spezifikation	2015-2030	2030-2045	2045-2060
BIP pro Einwohner			
Abhängigkeitsquotienten, Level	-8.2%	-4.7%	-5.3%
Komplette Altersstruktur, Level	-7.2%	-6.3%	-3.5%
Komplette Altersstruktur, IV-Level	-5.5%	-3.6%	-1.9%
Komplette Altersstruktur, Erste Differenzen	-11.9%	-12.3%	-7.3%
Komplette Altersstruktur, Level bias corrected	-4.4%	-3.1%	-1.6%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. lag Dynamik	-12.9%	-10.4%	-5.2%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. lag Dynamik	-9.5%	-5.7%	-2.9%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. Kontrollvariablen	-7.1%	-5.8%	-3.2%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. Kontrollvariablen	-5.3%	-3.0%	-1.5%
BIP pro Arbeitsstunde			
Abhängigkeitsquotienten, Level	-6.5%	-4.2%	-4.4%
Komplette Altersstruktur, Level	-6.8%	-7.2%	-4.0%
Komplette Altersstruktur, IV-Level	-5.3%	-3.9%	-2.1%
Komplette Altersstruktur, Erste Differenzen	-2.7%	-4.3%	-2.8%
Komplette Altersstruktur, Level bias corrected	-5.1%	-5.5%	-3.0%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. lag Dynamik	-13.4%	-12.9%	-6.3%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. lag Dynamik	-9.7%	-6.7%	-3.3%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. Kontrollvariablen	-5.6%	-5.9%	-3.2%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. Kontrollvariablen	-4.3%	-2.7%	-1.3%

Anmerkungen: Alle Spezifikationen beinhalten Kontrollvariablen sowie Länder- und Zeitfixe Effekte. Levelspezifikationen enthalten eine verzögerte abhängige Variable. lag Dynamik bedeutet dass die verzögerte endogene Variable auch für die Projektionen einbezogen wird. Levelspezifikationen enthalten eine verzögerte abhängige Variable. Inkl. Kontrollvariablen bedeutet, dass auch die erwarteten Veränderungen der demografischen Kontrollvariablen (Bevölkerungsgröße, Lebenserwartung) bis 2060 in die Projektion einbezogen werden.

Tabelle A16

Geschätzte Auswirkungen auf das BIP pro Einwohner/Arbeitsstunde, Tiefes Szenario

Spezifikation	2015-2030	2030-2045	2045-2060
BIP pro Einwohner			
Abhängigkeitsquotienten, Level	-9.1%	-5.6%	-4.3%
Komplette Altersstruktur, Level	-8.4%	-6.6%	-2.8%
Komplette Altersstruktur, IV-Level	-6.5%	-3.5%	-1.6%
Komplette Altersstruktur, Erste Differenzen	-12.1%	-12.9%	-5.7%
Komplette Altersstruktur, Level bias corrected	-5.3%	-3.1%	-1.3%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. lag Dynamik	-15.0%	-10.5%	-3.9%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. lag Dynamik	-11.0%	-5.4%	-2.3%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. Kontrollvariablen	-7.8%	-5.8%	-2.0%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. Kontrollvariablen	-5.9%	-2.8%	-0.9%
BIP pro Arbeitsstunde			
Abhängigkeitsquotienten, Level	-7.7%	-4.9%	-3.6%
Komplette Altersstruktur, Level	-8.3%	-7.8%	-3.2%
Komplette Altersstruktur, IV-Level	-6.3%	-3.9%	-1.7%
Komplette Altersstruktur, Erste Differenzen	-1.2%	-4.5%	-2.0%
Komplette Altersstruktur, Level bias corrected	-6.5%	-6.1%	-2.5%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. lag Dynamik	-16.3%	-13.5%	-4.7%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. lag Dynamik	-11.4%	-6.6%	-2.6%
Komplette Altersstruktur, Level inkl. Kontrollvariablen	-6.9%	-6.5%	-2.1%
Komplette Altersstruktur, IV-Level inkl. Kontrollvariablen	-5.1%	-2.8%	-0.7%

Anmerkungen: Alle Spezifikationen beinhalten Kontrollvariablen sowie Länder- und Zeitfixe Effekte. Levelspezifikationen enthalten eine verzögerte abhängige Variable. lag Dynamik bedeutet, dass die verzögerte endogene Variable auch für die Projektionen einbezogen wird. Levelspezifikationen enthalten eine verzögerte abhängige Variable. Inkl. Kontrollvariablen bedeutet, dass auch die erwarteten Veränderungen der demografischen Kontrollvariablen (Bevölkerungsgröße, Lebenserwartung) bis 2060 in die Projektion einbezogen werden.