

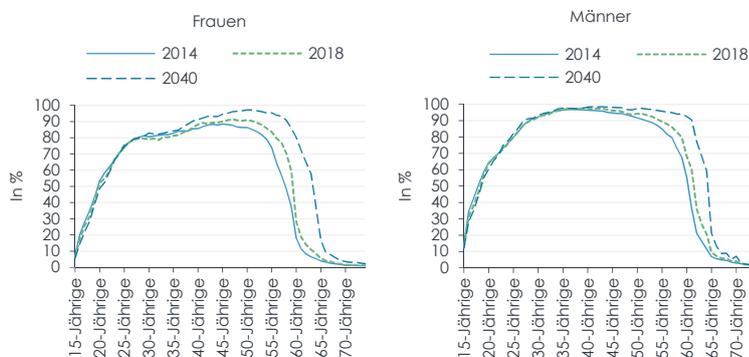
microDEMS – Ein dynamisches Mikrosimulationsmodell für Österreich

Illustration am Beispiel der Entwicklung der Erwerbsbeteiligung bis 2040

Marian Fink, Thomas Horvath, Martin Spielauer

- Das dynamische Mikrosimulationsmodell microDEMS (Demographic Change, Employment and Social Security) projiziert soziodemographische Veränderungen der österreichischen Bevölkerung mit Fokus auf Bildung, Familie, Arbeit, Gesundheit und soziale Sicherheit über die Zeit.
- microDEMS bietet eine wesentliche Grundlage zur Analyse von Fragestellungen, für die soziodemographische Veränderungen, institutionelle Rahmenbedingungen oder individuelle Entscheidungen von Bedeutung sind.
- microDEMS basiert auf Daten des Standardprogrammes und des Ad-hoc-Moduls zum Mikrozensus 2014 sowie auf Registerdaten des Hauptverbandes der österreichischen Sozialversicherungsträger.
- Als Anwendungsbeispiel von microDEMS zeigt der Beitrag anhand zweier Szenarien, wie sich Größe und Zusammensetzung der Erwerbsbevölkerung bis 2040 in Österreich verändern können.
- Neben demographischen Veränderungen prägen Veränderungen des Ausbildungsverhaltens, pensionsrechtliche Änderungen, aber auch ein allgemeiner Anstieg der Erwerbsneigung die Entwicklung von Zahl und Struktur des Arbeitskräfteangebotes.
- Die Zahl der Erwerbspersonen dürfte laut Simulationen insbesondere aufgrund der Zunahme der Erwerbsbeteiligung unter den ab 55-Jährigen bis 2040 steigen.

Erwerbsquote von Frauen und Männern – Trendszenario



Im Trendszenario setzt sich der Anstieg der Erwerbsbeteiligung Älterer deutlich fort (Q: WIFO-Berechnungen).

"Die dynamische Mikrosimulation erlaubt es, Lebensläufe in ihrem familiären und institutionellen Kontext und ihrer Diversität realistisch abzubilden und zugleich konsistent mit demographischen Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung zu bleiben."

microDEMS – Ein dynamisches Mikrosimulationsmodell für Österreich

Illustration am Beispiel der Entwicklung der Erwerbsbeteiligung bis 2040

Marian Fink, Thomas Horvath, Martin Spielauer

microDEMS – Ein dynamisches Mikrosimulationsmodell für Österreich. Illustration am Beispiel der Entwicklung der Erwerbsbeteiligung bis 2040

Das vom WIFO entwickelte dynamische Mikrosimulationsmodell microDEMS (Demographic Change, Employment and Social Security) bietet die Möglichkeit, individuelle Lebensverläufe über einen längerfristigen Zeitraum zu simulieren und damit langfristige Projektionen des Einflusses persönlicher, familiärer, soziodemographischer oder institutioneller Faktoren auf wirtschaftliche Kenngrößen, wie etwa die Erwerbsbeteiligung, zu erhalten. Der vorliegende Beitrag illustriert dies am Beispiel des Einflusses demographischer Veränderungen, der Bildungsexpansion und allgemeiner Trends auf die Entwicklung der Erwerbsbeteiligung bis 2040. Die Projektionen zeigen eine Zunahme der Zahl der Erwerbspersonen trotz eines Rückganges der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter. Diese Zunahme sollte im Wesentlichen durch den Anstieg der Erwerbsbeteiligung Älterer – auch im Gefolge der bisherigen Pensionsreformen – zustande kommen.

JEL-Codes: C15, J11, J21 • **Keywords:** Mikrosimulation, Arbeitskräfteangebot, Projektion, Bildung, Alterung, Erwerbsbeteiligung
Dieses Projekt wurde durch Mittel des Jubiläumsfonds der Oesterreichischen Nationalbank unterstützt (Projektnummer 17164).

Begutachtung: Helmut Mahringer • **Wissenschaftliche Assistenz:** Christoph Lorenz (christoph.lorenz@wifo.ac.at)

Kontakt: Mag. Marian Fink (marian.fink@wifo.ac.at), Mag. Dr. Thomas Horvath (thomas.horvath@wifo.ac.at), Dr. Martin Spielauer (martin.spielauer@wifo.ac.at)

microDEMS – A Dynamic Microsimulation Model for Austria. Illustration Using the Example of the Development of Labour Force Participation Until 2040

The dynamic microsimulation model microDEMS (Demographic Change, Employment and Social Security) developed by WIFO offers the possibility to simulate individual life courses over a longer period of time and thus to obtain long-term projections of the influence of personal, family, socio-demographic or institutional factors on economic parameters such as labour force participation. The present article illustrates this using the example of the influence of demographic changes, educational expansion and general trends on the development of labour force participation until 2040. The projections show an increase in the number of people in the labour force despite a decline in the working-age population. This increase is expected to be mainly due to the increase in labour force participation of older workers, also as a result of the pension reforms implemented so far.

1. Einleitung

Die plausible Abschätzung künftiger Entwicklungen, die von soziodemographischen Merkmalen der Bevölkerung (etwa Ausbildung, Alter oder Herkunft), individuellen Entscheidungen (etwa Schul- und Ausbildungswahl) oder auch institutionellen Rahmenbedingungen (etwa pensionsrechtlichen Bestimmungen) abhängen, erfordert ein Instrumentarium, das diesen Faktoren Rechnung trägt. Der vorliegende Beitrag illustriert ein solches Instrument: die dynamische Mikrosimulation. Mittels des am WIFO entwickelten Modells microDEMS (Demographic Change, Employment and Social Security) wird die dynamische Mikrosimulation am Beispiel von Projektionen der Veränderung der Erwerbs-

bevölkerung in Österreich bis zum Jahr 2040 vorgestellt. Ausgehend von grundlegenden demographischen Prozessen (Fertilität, Mortalität) wird dabei die Erwerbsbeteiligung in Abhängigkeit von Alter, Ausbildung, Herkunft und dem Alter des jüngsten Kindes modelliert. Zwei Szenarien illustrieren dabei, wie stark sich Veränderungen des Bildungserhaltens und eine Zunahme der Erwerbsbeteiligung insbesondere unter Älteren (vgl. Horvath – Mahringer, 2016) auf die Erwerbspersonenzahl auswirken¹⁾.

Für zahlreiche sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen spielt ein längerfristiger Betrachtungszeitraum eine zentrale

¹⁾ Das hier vorgestellte Modell wurde im Rahmen eines vom Jubiläumsfonds der Oesterreichischen Nationalbank geförderten Forschungsprojektes zur

Integration von Immigranten und Immigrantinnen in Österreich entwickelt (Projektnummer 17164).

Rolle. So schlagen sich etwa Veränderungen des Ausbildungsverhaltens oder im Pensionsrecht erst verzögert in der Zahl und Struktur des Arbeitskräfteangebotes nieder. Auch im Zusammenhang mit Migrationsbewegungen unterliegt das Ausmaß der Ausbildungs- und Erwerbsintegration von Zugewanderten einer deutlichen zeitlichen Dynamik. So steigt, wie *Jestl et al. (2019)* zeigen, die Beschäftigungsquote von Immigrantinnen und Immigranten mit Dauer des Aufenthaltes in Österreich deutlich²⁾. Die ökonomische Integration von Zuwanderern erweist sich damit als langfristiger Prozess.

Die dynamische Mikrosimulation ist eine wesentliche Methode zur Untersuchung solcher

längerfristiger Prozesse, da individuelle Lebensverläufe realistisch abgebildet und über einen längerfristigen Zeitraum projiziert werden können. Zugleich können festgelegte Entwicklungsrestriktionen, wie etwa die Konsistenz mit demographischen Prognosen, eingehalten werden. Der Fokus des vorliegenden Berichtes liegt daher auf der Einführung in die für microDEMS grundlegenden Konzepte. Die empirischen Ergebnisse geben die Implementierung der derzeitigen Modellversion wieder und können in weiteren Anwendungen, je nach Verfeinerung des Modells oder Verfügbarkeit von aktuelleren Modellparametern, abweichen.

Was ist dynamische Mikrosimulation

Dynamische Mikrosimulation bezeichnet die Simulation einer Bevölkerung, repräsentiert durch eine große Zahl von Individuen, über die Zeit. Simuliert werden neben demographischen Charakteristika wie Alter, Geschlecht und Herkunft, ausgewählte Aspekte individueller Lebensläufe wie Bildungs- und Erwerbskarrieren. Die dynamische Mikrosimulation erlaubt es, Lebensläufe in ihrem familiären und institutionellen Kontext und ihrer Diversität realistisch abzubilden und zugleich konsistent mit demographischen Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung zu bleiben.

Dynamische Mikrosimulation am WIFO

Das WIFO entwickelt seit 2017 dynamische Mikrosimulationsmodelle. Im Rahmen des mehrjährigen EU-Projektes "WELTRANSIM" (2017/2020) in Kooperation mit dem Finnish Centre for Pensions (ETK), der Universität de Barcelona und dem Institute for Economic Research Finland VATT hat das WIFO die Federführung in der Entwicklung der Simulationsplattform MicroWELT (<https://www.microwelt.eu>), mit Anwendungen für Österreich, Spanien, Finnland und das Vereinigte Königreich. MicroWELT dient zum Ländervergleich öffentlicher und privater Transfers im demographischen Wandel. In einer weiteren langfristigen länderübergreifenden Kooperation (2018/2022) mit dem Institut za ekonomska raziskovanja, Ljubljana (IER) unterstützt das WIFO die Entwicklung des slowenischen Pensions-Mikrosimulationsmodells DyPenSI.

Für Österreich sind gegenwärtig drei dynamische Mikrosimulationsprojekte in Arbeit oder beauftragt: Im Auftrag des Hauptverbandes der österreichischen Sozialversicherungsträger (2019/20) untersucht das WIFO die Entwicklung der öffentlichen Gesundheitskosten im Lebensverlauf nach Geschlecht und Bildung. In einem vom Jubiläumsfonds der Oesterreichischen Nationalbank geförderten Projekt (2017/2020) analysiert das WIFO die ökonomische Integration von Immigrantinnen und Immigranten. In einem Projekt im Auftrag der österreichischen Sozialpartner (2020/21) werden Fragestellungen zu Erwerbsverläufen und Arbeitslosigkeit von Älteren behandelt.

In der Entwicklung dynamischer Mikrosimulationsanwendungen für Österreich verfolgt das WIFO einen modularen Ansatz, basierend auf der internationalen MicroWELT-Plattform, angepasst und ergänzt hinsichtlich spezifischer Anforderungen der österreichischen Wirtschaftsforschung. In der hier präsentierten Studie wurden für Österreich neue Module zu Ausbildungsverläufen, Ausbildung und Herkunft von Immigranten und Immigrantinnen sowie zur Erwerbsbeteiligung entwickelt.

Die bestehende Modellinfrastruktur eignet sich insbesondere zum weiteren Ausbau für die Analyse von Erwerbsverläufen, Arbeitslosigkeit und Pensionierung unter Berücksichtigung von Gesundheit sowie der Nachhaltigkeit und Angemessenheit von Sozialversicherungssystemen im Kontext der zu erwartenden demographischen Veränderungen.

2. Dynamische Mikrosimulation als Forschungsmethode

Mikrosimulation bezeichnet die Simulation einer Bevölkerung, repräsentiert durch eine große Zahl von Individuen (*Spielauer, 2010*). Unterschieden wird zwischen statischen und dynamischen Modellen. Statische Modelle dienen in den Wirtschaftswissenschaften vor allem der Berechnung des Aufkommens und der Umverteilungswirkung von Steuersystemen. Dabei werden Haushaltsdatensätze mit allen für die Berechnung individueller Steuern und Transfers erforderlichen Individualldaten mit Steuer- und Transferberechnungs-

modellen verbunden. Das WIFO verwendet hier für Österreich das Modell Micromod (*Fink – Rocha-Akis, 2018*) und das für ganz Europa verfügbare Modell EUROMOD (*Sutherland – Figari, 2013, Fink et al., 2019*).

Im Gegensatz zu statischen Modellen simuliert die dynamische Mikrosimulation eine Bevölkerung über die Zeit. Dynamische Mikrosimulationsmodelle eignen sich z. B. zur Prognose der langfristigen soziodemographischen Entwicklung einer Bevölkerung oder

²⁾ Vgl. *Brücker et al. (2015)* und *Fasani – Frattini – Minale (2018)* für Evidenz zu Deutschland bzw.

Staaten, die an der europäischen Arbeitskräfteerhebung teilnehmen.

zur Analyse der Nachhaltigkeit von Steuer- und Sozialversicherungssystemen und der intergenerationellen Verteilungswirkung von Systemen. Als Methode der Wirtschaftsforschung vorgeschlagen wurde die dynamische Mikrosimulation bereits, als die ersten Computer verfügbar waren (Orcutt, 1957). In Europa werden vor allem Pensions-Simulationsmodelle eingesetzt (Gál et al., 2009). In Österreich ist die dynamische Mikrosimulation noch vergleichsweise wenig verbreitet; das WIFO wendet dynamische Mikrosimulation seit 2017 an (siehe Kasten "Dynamische Mikrosimulation am WIFO").

2.1 Stärken und Grenzen der dynamischen Mikrosimulation

Als Methode ist die Mikrosimulation besonders dann geeignet – und oft auch erforderlich –, wenn die Heterogenität der Bevölkerung – also die Vielfalt individueller Charakteristika und Lebensumstände – zur Beantwortung von Forschungsfragen von Bedeutung ist. Etwa lassen sich in komplexen Steuer- und Transfersystemen Steueraufkommen und Transfersummen nur bei Kenntnis der Verteilung individueller Charakteristika berechnen. Umgekehrt bedarf es dieser detaillierten Repräsentanz der Bevölkerung auch, um die Verteilungswirkung von Systemen zu erforschen oder Gewinner und Gewinnerinnen bzw. Verlierer und Verliererinnen einer Reform in einer Simulation ex ante zu identifizieren. Durch die zusätzliche Berücksichtigung und Modellierung von Veränderungen über die Zeit erweitert die dynamische Mikrosimulation ihren Einsatz auf Fragestellungen mit einer longitudinalen Komponente, da gesamte Lebensläufe – und in Summe gesellschaftliche Veränderungen wie der demographische Wandel – abgebildet werden.

Im Kern einer dynamischen Mikrosimulation, so auch im in den folgenden Abschnitten vorgestellten WIFO-Modell *microDEMS*, stehen – oft sehr detaillierte – demographische Modelle. Je nach Anwendung werden demographische Prozesse mit sozioökonomischen Prozessen (in *microDEMS* etwa Bildungs- und Erwerbsverläufe) ergänzt. Wird die Simulation individueller Biographien mit Modellen zum Steuer- und Sozialversicherungssystem verbunden, dann lassen sich auch die Auswirkungen soziodemographischer Veränderungen auf Wohlfahrtssysteme prognostizieren. Die Simulation individueller, kohärenter Lebensläufe in ihrer Diversität ermöglicht z. B., individuelle Einzahlungen in ein System mit späteren Leistungen zu vergleichen und damit sowohl Verteilungen über den Lebenslauf als auch Verteilungen zwischen Bevölkerungsgruppen zu erfassen. Stärken der dynamischen Mikrosimulation lassen sich aber auch bereits in relativ einfachen Modellen nutzen, welche auf wenige Prozesse fokussieren. So wird die Methode zunehmend für Bevölkerungs-

prognosen selbst verwendet (*Statistics Canada*, 2010, *Marois – Sabourin – Belanger*, 2017, *Spielauer – Dupriez*, 2020). Im Fall einer Erwerbsprognose erlaubt die Mikrosimulation explizit demographische Einflussfaktoren wie Herkunft, Bildung oder das Alter von Kindern – zentrale Determinanten der Erwerbsbeteiligung – zu berücksichtigen. Durch die Simulation von Personen in ihrem familiären Kontext kann dabei auch auf intergenerationelle Prozesse wie die Bildungsvererbung eingegangen werden. *microDEMS* modelliert in seiner aktuellen Version explizit Mortalität, Fertilität, die Bildung und Auflösung von Partnerschaften, Bildung einschließlich Bildungsvererbung, Migration sowie Erwerbsbeteiligung.

Eine besondere Stärke der dynamischen Mikrosimulation liegt darin, dass sie die unterschiedlichen Ursachen gesellschaftlicher Veränderungen explizit modelliert und erlaubt, in Szenarien den Einfluss einzelner Faktoren abzuschätzen. Gesellschaftliche Veränderungen ergeben sich durch Verhaltens-effekte, welche eine gesamte Bevölkerung, aber auch nur bestimmte Bevölkerungsgruppen betreffen können, Veränderungen von Rahmenbedingungen (Arbeitslosigkeit, Regelungen zur Sozialversicherung) sowie Veränderungen der Zusammensetzung der Bevölkerung. So wird etwa die Erwerbsbeteiligung durch die zunehmende Arbeitsmarktintegration von Frauen, veränderte Pensionsregelungen und die Veränderung der Zusammensetzung der Bevölkerung nach Alter, Bildung und familiären Charakteristika mitbestimmt. Mithilfe der dynamischen Mikrosimulation lassen sich diese Effekte trennen und damit Veränderungen und deren mögliche Einflussfaktoren besser analysieren.

Da die dynamische Mikrosimulation die Entwicklung sehr detaillierter Modelle erlaubt, besteht die Gefahr, dass ihre Ergebnisse aufgrund der hohen Komplexität nur schwer zu interpretieren sind und das Modell als "Black Box" erscheint. Auch steigt die Vorhersagekraft eines Mikrosimulationsmodells nicht zwingend mit der Zahl der Variablen. Zwar lässt sich die Spezifikation eines Modells durch die Berücksichtigung vieler Faktoren oft theoretisch verbessern, jedoch nehmen so die Zufallseinflüsse auf die Simulationsergebnisse zu, weil Parameter zumeist statistisch geschätzt werden und deshalb mit Unsicherheit behaftet sind. Dies kann einen Trade-off zwischen der Detailliertheit eines Modells und seiner Prognosefähigkeit zur Folge haben. *microDEMS* beschränkt sich auf wenige Prozesse und Variable; versucht wird eine schrittweise Verfeinerung, wobei mit jedem Schritt deutlich gemacht wird, in welcher Weise die Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren die Ergebnisse verändert.

Die Entwicklung und Verwendung dynamischer Mikrosimulationsmodelle wird gegenwärtig von zwei Tendenzen begünstigt:

Technisch wird dank immer leistungsfähigerer Computer in Verbindung mit spezialisierten Programmiersprachen und der zunehmenden Verfügbarkeit der erforderlichen Individualdaten die technische Umsetzung einfacher. Andererseits gewinnen Fragestellungen, für die sich die dynamische Mikrosimulation besonders eignet, an Bedeutung: die langfristigen Auswirkungen

soziodemographischer Veränderungen sowie die Nachhaltigkeit, Angemessenheit und (insbesondere auch intergenerationelle) Verteilungswirkung von Systemen im Kontext der Bevölkerungsalterung. Mit der Aufnahme von Mikrosimulationsmodellen in die bestehende Modellpalette der Wirtschaftsforschung übernimmt das WIFO diesbezüglich in Österreich eine Vorreiterrolle.

3. Ein dynamisches Mikrosimulationsmodell für Österreich

Das WIFO wendet die dynamische Mikrosimulation in mehreren Projekten an (siehe Kasten "Dynamische Mikrosimulation am WIFO"). Das speziell auf den österreichischen Kontext zugeschnittene Simulationsmodell *microDEMS* (Demographic Change, Employment and Social Security) wird gegenwärtig im Rahmen eines Forschungsprojektes zur Integration von Migranten und Migrantinnen in Österreich entwickelt und ist für Anwendungen in den Bereichen Bildung, Arbeitsmarkt, Gesundheit sowie Transfer- und Sozialversicherungssysteme im Kontext demographischer Veränderungen konzipiert.

microDEMS baut dabei auf der unter Federführung des WIFO entwickelten internationalen Open-Source-Plattform *MicroWELT* auf, in der grundlegende demographische Prozesse (Fertilität, Mortalität und Partnerschaften) implementiert sind. Diese wurden im Rahmen des Forschungsprojektes um die Berücksichtigung der Herkunft von Immigranten und Immigrantinnen verfeinert und um zusätzliche Module, die speziell für den österreichischen Kontext entwickelt wurden ergänzt: 1. ein Modul zu Ausbildungsverläufen im österreichischen Bildungssystem, 2. ein Modul zur Erwerbsbeteiligung und 3. Module zu Immigration und Emigration.

Das Modell ist in kontinuierlicher Zeit implementiert, d. h. unterschiedliche Ereignisse (wie Geburten oder Todesfälle) können jederzeit eintreten, ein Update erfolgt also nicht nur in fixen Intervallen (wie z. B. jährlich). Veränderungen in einem Prozess können damit unmittelbar Einfluss auf andere Prozesse ausüben (siehe Kasten "Competing-Risk-Ansatz am Beispiel der Sterblichkeit").

3.1 Startbevölkerung

Den Ausgangspunkt der Simulation bildet ein Datensatz, der ein möglichst realistisches Abbild der Bevölkerung ist und gleichzeitig

die für eine Fragestellung wesentlichen Informationen (etwa Ausbildung, Alter, Geschlecht, Herkunft und familiäre Merkmale) für die Simulation enthält (Startbevölkerung). Die Startbevölkerung basiert hier auf dem Standardprogramm sowie dem Ad-hoc-Modul des Mikrozensus 2014. 2014 wurde auch als Startjahr für die Simulation gewählt. Um konzeptions- und befragungsbedingte Abweichungen der Aggregate relevanter Zielgrößen³⁾ des Mikrozensus⁴⁾ (etwa Zahl der Erwerbspersonen) von Registerdaten des Hauptverbandes sowie von Daten der Arbeitskräfteerhebung auszugleichen, wurden die Gewichte des Mikrozensus in einem iterativen Prozess proportional angepasst (Kolenikov, 2014). Die Stichprobe des Datensatzes umfasst 35.433 Personen. Die Beobachtungen werden zu Familien verknüpft, wodurch Charakteristika wie z. B. das Alter des jüngsten Kindes bei der Modellierung der Arbeitsmarkt-beteiligung berücksichtigt werden können. Durch Stichprobenverfahren und Klonen von Datensätzen können Bevölkerungen beliebiger Größe simuliert werden. Die Simulation großer Bevölkerungen dient hier vor allem der Glättung der auf stochastischen Prozessen beruhenden Simulationsergebnisse. Außerdem können mehrere Simulationen parallel ausgeführt werden, wodurch es möglich wird, die auf Zufallsgrößen zurückzuführenden Schwankungen der Ergebnisse zu messen⁵⁾.

3.2 Mortalität

Die Modellierung der Sterblichkeit beruht auf den in den Bevölkerungsprognosen von Statistik Austria verwendeten Sterbetafeln (Stand 2017). Zusätzlich zur alters- und geschlechtsspezifischen Sterblichkeit berücksichtigt das Modell die unterschiedliche Lebenserwartung nach Bildung. In Österreich leben z. B. Männer mit Universitätsabschluss durchschnittlich etwa 6 Jahre länger als Männer mit Pflichtschule als höchster abgeschlossener Ausbildung (Klotz, 2007). Aus

³⁾ Die Zielgrößen können je nach konkreter Anwendung variieren.

⁴⁾ So werden im Rahmen der Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung etwa nur Personen mit Wohnsitz in Österreich erfasst, während der Datensatz des Hauptverbandes der österreichischen Sozialversicherungsträger unabhängig vom Wohnort alle Versicherungsverhältnisse in Österreich umfasst. Aufgrund der relativ

kleinen Fallzahlen im Mikrozensus können sich Abweichungen etwa von den Registerdaten ergeben.

⁵⁾ Die im vorliegenden Beitrag präsentierten Ergebnisse basieren auf dem Durchschnitt von 24 Simulationen zu je 250.000 Personen; bei dieser Simulationsgröße sind Zufallsschwankungen der Ergebnisse vernachlässigbar.

Parametern zur durchschnittlichen Restlebenserwartung mit 25 und 65 Jahren nach Bildungsabschluss werden relative Sterberisiken berechnet und in der Simulation mittels Competing-Risk-Ansatzes (siehe Kasten

"Competing-Risk-Ansatz am Beispiel der Sterblichkeit") derart angewandt, dass in Summe die Konsistenz mit den Sterbetafeln aufrechterhalten wird.

Competing-Risk-Ansatz am Beispiel der Sterblichkeit

Von konkurrierenden Ereignissen oder "Competing Risks" spricht man, wenn mehrere Ereignisse (Veränderungen eines Zustandes) eintreffen können und das Eintreffen eines Ereignisses das Risiko anderer Ereignisse beeinflusst. So verhindert der Tod, dass ein weiterer Geburtstag beobachtet werden kann, und umgekehrt bedeutet ein weiterer Geburtstag eine Veränderung der Sterberate.

Im hier angewandten Modell ist der Ansatz der Competing Risks ein wesentlicher methodischer Bestandteil für die Modellierung demographischer Prozesse. Für die Mortalität wird aus der jährlichen alters-, geschlechts- und bildungsspezifischen Mortalitätsrate h mittels Transformation einer gleichverteilten Zufallszahl u für jede Person eine zufällige Wartezeit T bis zum Ereignis, hier der Tod, erzeugt:

$$T = - \frac{\ln(u)}{h}.$$

Analog werden für alle konkurrierenden Ereignisse, die nicht zu einem fixen Zeitpunkt eintreten, stochastische Wartezeiten berechnet. Das Ereignis mit der jeweils kürzesten Wartezeit tritt ein, und für alle Prozesse, auf die das Ereignis Einfluss nimmt, werden neue Wartezeiten berechnet. Im Fall der Mortalität konkurrieren fünf Ereignisse miteinander: der nächste Geburtstag, Emigration, der Tod, ein möglicher Bildungsabschluss und der Jahreswechsel. Bei Eintreten des Todes oder bei Emigration verlässt das Individuum die Simulation – weitere Ereignisse können nicht beobachtet werden. Erlebt die Person ihren nächsten Geburtstag, erreicht einen Bildungsabschluss oder kommt es zu einem Jahreswechsel, verändert sich die Sterberate.

3.3 Fertilität

Auch in Bezug auf die Fertilität reproduziert das Modell bestehende Bevölkerungsprognosen⁶⁾ (*Statistik Austria*, 2013). Während die Gesamtzahl der Geburten und die Altersverteilung von Frauen bei Geburt konsistent mit bestehenden Prognosen sind, erfolgt eine – in Makromodellen nicht mögliche – Zuordnung der Geburten zu Frauen nach individuellen Charakteristika. Bildung hat dabei eine besondere Funktion: Das Modell erlaubt es u. a., die bildungsspezifische Kinderlosigkeit⁷⁾ sowie die Altersverteilung bei erster Geburt nach Bildungsabschluss vorzugeben. Darüber hinaus hängt der Erwerbsverlauf insbesondere der Frauen stark vom Vorhandensein und Alter von Kindern ab – Einflussgrößen, welche im Modell explizit berücksichtigt werden.

Ein Kind, das in der Simulation geboren wird, wird der Mutter zugewiesen. Damit sind – anders als in den meisten Befragungs-, aber auch administrativen Daten – durch die Verlinkung von Familien seine biologischen Eltern und deren Charakteristika über den gesamten Lebensverlauf mit ihm verbunden, auch wenn es keinen gemeinsamen Haushalt (mehr) gibt.

3.4 Partnerschaften

Ausgehend von den Verknüpfungen zwischen Familienmitgliedern in der Startbe-

völkerung werden diese Verbindungen in der Simulation laufend aktualisiert: Neue Partnerschaften entstehen, und bestehende Partnerschaften werden durch Trennung oder Tod beendet. Die wichtigsten Einflussfaktoren für die Formierung von Partnerschaften sind dabei das Alter, das Vorhandensein und Alter von Kindern sowie der höchste Bildungsabschluss. Partnerschaften werden nach beobachteten Verteilungen bezüglich Alter und Bildung⁸⁾ geschlossen. Kinder verbleiben bis zur Vollendung des 18. Lebensjahres in der Familie; sofern noch in Ausbildung, verbleibt auch ein Teil der Studentinnen und Studentinnen bis zum 25. Lebensjahr im Elternhaushalt. Im Fall einer Trennung wird nach beobachteten Wahrscheinlichkeiten bestimmt, bei welchem Elternteil die Kinder verbleiben.

Das Modell folgt der Grundannahme, dass die heute beobachteten Wahrscheinlichkeiten von Frauen, sich in einer Partnerschaft zu befinden, für gegebene Eigenschaften (Alter, Bildung, Alter des jüngsten Kindes) über die Zeit gleichbleiben. Auf der aggregierten Ebene ergeben sich hingegen Veränderungen über die Zeit, da sich die Zusammensetzung der Bevölkerung nach diesen Kategorien verändert. So bringt die Bildungsexpansion einen Anstieg des Durchschnittsalters bei der ersten Geburt mit sich und erhöht die Kinderlosigkeit, was sich wiederum – wegen der höheren Wahrscheinlichkeit von Frauen mit Kindern, sich in einer Partner-

⁶⁾ Das Modell berücksichtigt gegenwärtig die Hauptvariante der Bevölkerungsprognose von Statistik Austria, die am 8. Oktober 2018 erstellt wurde.

⁷⁾ Die Kinderlosigkeit von Universitätsabsolventinnen ist in Österreich mit rund 30% doppelt so hoch wie für

Frauen mit Pflichtschule als höchster abgeschlossener Ausbildung (*Beaujouan – Brzozowska – Zeman*, 2015).

⁸⁾ Das Modell trägt dem "Assortative matching" Rechnung, also der Tatsache, dass Paarbildung häufiger innerhalb derselben Bildungsschicht zustande kommt.

schaft zu befinden – in einem höheren Anteil von Singles auswirkt.

3.5 Immigration und Emigration

Bezüglich der Gesamtzahl von Immigranten und Immigrantinnen nach Alter und Geschlecht können bestehende Bevölkerungsprognosen reproduziert oder eigene Szenarien berechnet werden. Szenarien können sowohl die Höhe der Immigration betreffen als auch die Bildungsstruktur und Herkunft der Einwandernden. Hinsichtlich der Herkunft wird zwischen 7 Regionen unterschieden: Österreich (Remigration), Deutschland, EU 15 (Mitgliedsländer vor 2004), EU 13 (neue Mitgliedsländer ab 2004), früheres Jugoslawien, Türkei und andere. Annahmen zur Bildungsverteilung können nach der Herkunft getroffen werden; alternativ können Bildungscharakteristika bei Einreise aus der entsprechenden bestehenden Bevölkerung (nach Alter, Geschlecht und wahlweise auch Herkunft) zufällig gezogen werden. Bis zu einem vorgegebenen Alter werden Kinder vor der Einreise mit Müttern gleicher Herkunft (und gleichen Jahres der Zuwanderung) verknüpft.

Auch im Fall der Emigration erlaubt das Modell die Reproduktion bestehender Bevölkerungsprognosen oder die Entwicklung eigener Szenarien. Je nach Priorität oder verfügbaren Daten stehen unterschiedliche Modellvarianten zur Verfügung, in welchen entweder die Gesamtzahl (sowie die Verteilung nach Alter und Geschlecht) oder alters- und geschlechtsspezifische Raten vorgegeben werden. Ebenso berücksichtigt werden die Unterschiede zwischen den Emigrationsrisiken nach der Herkunft.

3.6 Bildung

Das Modell unterscheidet 6 Ausbildungstypen: Pflichtschule, Lehre, berufsbildende mittlere Schule, allgemeinbildende höhere Schule, berufsbildende höhere Schule, Universität. Eine erste Bildungsentscheidung wird zu Beginn des Schuljahres nach Vollendung des 15. Lebensjahres getroffen. Parametrisiert wird die Bildungsentscheidung geschlechtsspezifisch auf Basis von Registerdaten der Abgestimmten Erwerbsstatistik (*Statistik Austria*, 2015). Ebenso vorgeben lassen sich Trends im Bildungsverhalten. Eine Modelloption berücksichtigt zudem die Bildungsvererbung; hier hängt die Schulwahl auch vom Bildungsabschluss der Eltern ab. In dieser Modelloption ergeben sich Veränderungen der Schulwahl durch die sich verändernde Bildungszusammensetzung der Eltern. Ab dem 15. Lebensjahr werden Ausbildungskarrieren nach beobachteten Über-

gangsraten⁹⁾ simuliert. Zu Beginn jedes Schuljahres wird dabei entschieden, ob die Ausbildung fortgesetzt wird, ein Wechsel zu einem anderen Ausbildungstyp erfolgt oder die Ausbildung durch Abschluss oder vorzeitiges Ausscheiden beendet wird.

Nach Abschluss einer Matura kann ein Übergang zu den tertiären Ausbildungen erfolgen, wobei sich die Übergangsraten wie auch die Abschlussraten an Daten der Hochschulstatistik orientieren (*Statistik Austria*, 2019). Damit werden individuelle und plausible Ausbildungskarrieren simuliert¹⁰⁾.

3.7 Erwerbsbeteiligung

Die Erwerbsbeteiligung der 15- bis 74-jährigen Bevölkerung wird auf Basis einer logistischen Regression unter Berücksichtigung einer Reihe von individuellen Faktoren (Alter, Geschlecht, Herkunft, Familientyp, Alter des jüngsten Kindes, laufende Ausbildung und höchste abgeschlossene Ausbildung) geschätzt. Die Wahrscheinlichkeit einer Erwerbsbeteiligung wird in der Simulation monatlich aktualisiert, wobei sich durch die Veränderung einzelner Parameter (etwa durch den Abschluss einer Ausbildung oder die Geburt eines Kindes) die Wahrscheinlichkeit der Erwerbsbeteiligung einer Person laufend ändern kann.

Zusätzlich können Kohortentrends berücksichtigt werden. Sie tragen der beobachtbaren Veränderung der Erwerbsbeteiligung (insbesondere unter Älteren) Rechnung und spiegeln damit auch implizit Veränderungen der Pensionsregelungen wider, die zu einer Erhöhung der Erwerbsbeteiligung Älterer maßgeblich beitragen (*Horvath – Mahringer*, 2016).

3.8 Szenarien zur Veränderung der Erwerbsbevölkerung in Österreich

microDEMS erlaubt es, durch die Wahl verschiedener Parameter unterschiedliche Szenarien im Sinne von "What-if"-Analysen zu berechnen und zu vergleichen. Im Kontext der Simulation der Erwerbsbevölkerung sind etwa die Parameter zum Ausbildungssystem (Schulwahl, Bildungsabschluss, Abbruch der Ausbildung), dem Ausmaß von Kohortentrends im Erwerbsverhalten (etwa infolge von Änderungen des Pensionsrechtes) oder der Zahl und Ausbildungsstruktur der Zu- und Abwandernden von zentraler Bedeutung. Aus einem Vergleich unterschiedlicher Szenarien können Rückschlüsse auf die Bedeutung einzelner Faktoren für die Entwicklung der Erwerbsbevölkerung gezogen werden.

⁹⁾ Die Übergangsraten orientieren sich an der Schul- und der Hochschulstatistik (*Statistik Austria*, 2014, 2019).

¹⁰⁾ Ausbildungskarrieren werden für alle Personen simuliert, die in der Startbevölkerung unter 25 Jahre alt

sind oder in der Simulation geboren werden. Für über 25-Jährige aus der Startbevölkerung werden die Ausbildungsinformationen direkt aus den zugrundeliegenden Daten des Mikrozensus übernommen.

Zur Illustration werden in der Folge zwei Szenarien betrachtet, die sich an der Hauptvariante der Bevölkerungsprognose von Statistik Austria (Stand Oktober 2018) orientieren. Die Parameter für Fertilität, Mortalität sowie Zu- und Abwanderung werden also direkt aus der Bevölkerungsprognose übernommen.

3.8.1 Szenario 1 – Basisszenario

Im Basisszenario wird unterstellt, dass sich die Erwerbsbeteiligung für gegebene Charakteristika (Alter, Geschlecht, höchste abgeschlossene Ausbildung, gegenwärtige Ausbildungsaktivität und Alter des jüngsten Kindes) sowie die Ausbildungswahl der 15-Jährigen im Zeitverlauf nicht ändern. Die Bildungscharakteristika von Zuwandernden werden bei der Einreise aus der bestehenden Bevölkerung (nach Alter, Herkunft und Geschlecht) zufällig gezogen.

Die Bildungscharakteristika von Zuwandernden werden bei der Einreise aus der bestehenden Bevölkerung (nach Alter, Herkunft und Geschlecht) zufällig gezogen.

Abbildung 1: **Höchste abgeschlossene Ausbildung von Frauen und Männern**

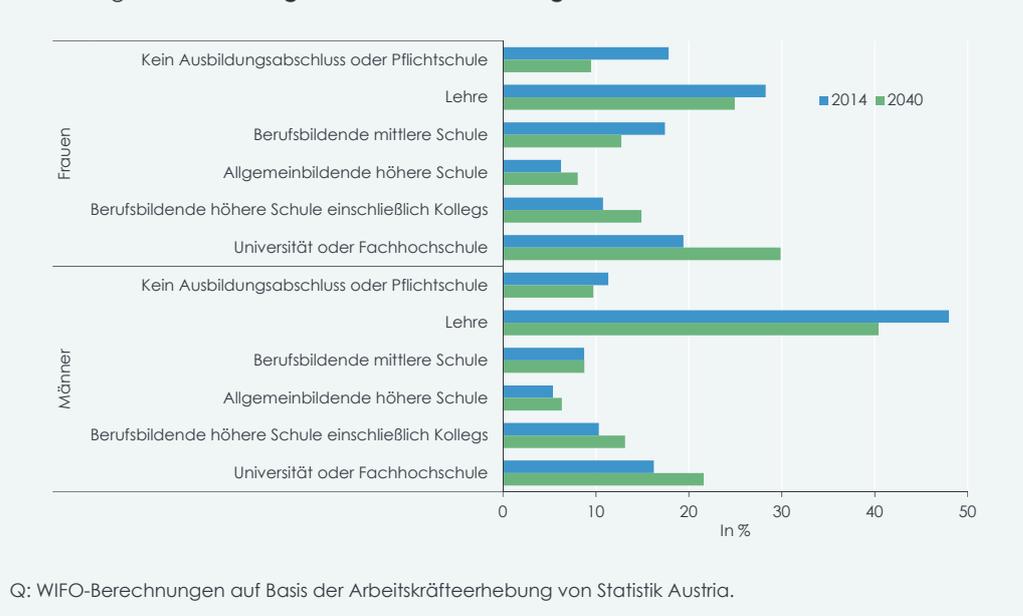
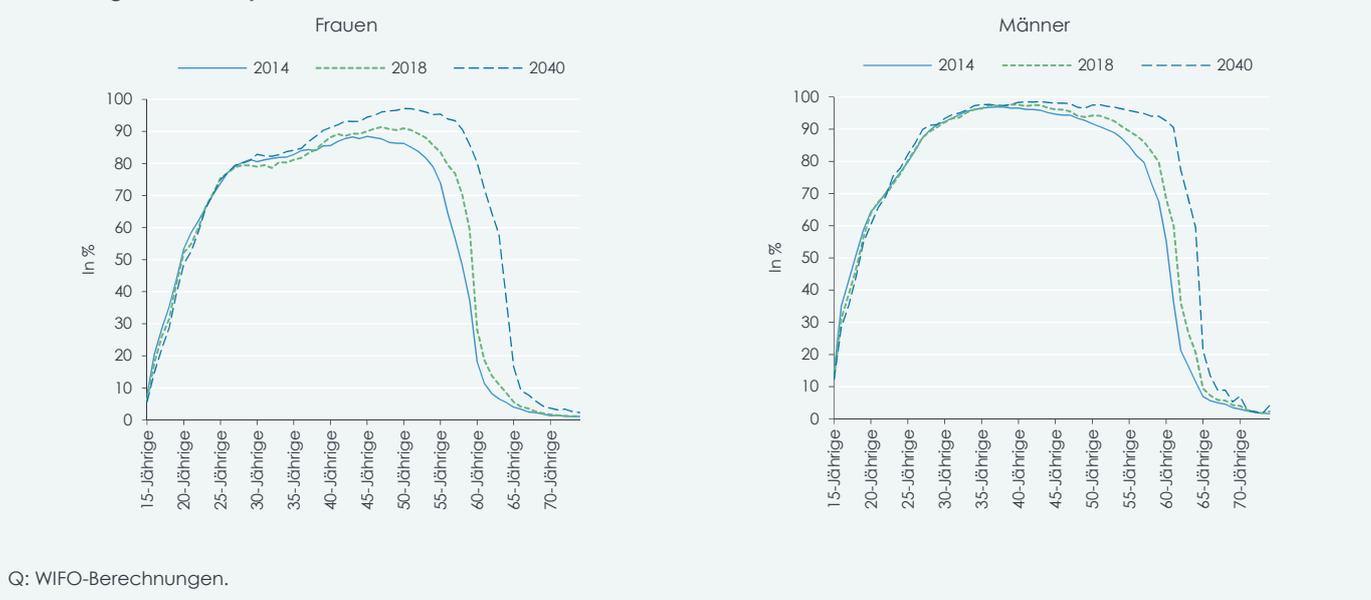


Abbildung 2: **Erwerbsquote von Frauen und Männern – Trendszenario**



Obwohl das Szenario keine Veränderung des Ausbildungssystems selbst unterstellt, ergeben sich dennoch erhebliche Veränderungen der Ausbildungsstruktur der Bevölkerung, da sich im Ausgangsjahr bereits die

Ausbildungsstruktur der jüngeren Kohorten deutlich von jener der Älteren unterscheidet. Während im Jahr 2014 etwa 25% der Frauen im Alter von 50 bis 64 Jahren keine über die Pflichtschule hinausgehende Ausbildung

hatten, lag der Anteil in der Altersgruppe 25 bis 34 Jahre bei nur mehr 11%¹¹⁾. Umgekehrt weisen jüngere Kohorten deutlich höhere Anteile von akademischer Ausbildung auf (25% der Frauen im Alter von 25 bis 34 Jahren im Vergleich mit 12% der 50- bis 64-jährigen Frauen). Auch für Männer sind diese Veränderungen zu beobachten, wenn auch weniger ausgeprägt. Insgesamt ergibt sich eine deutliche Verschiebung hin zu höherbildenden Schulen und in den tertiären Bereich. Abbildung 1 zeigt, wie sich die Ausbildungsstruktur der 25- bis 64-Jährigen zwischen 2014 und 2040 im Basisszenario verändert.

3.8.2 Szenario 2 – Trendszenario

Zusätzlich zu den Annahmen des Basisszenarios werden alters-, geschlechts- und ausbildungsspezifische Kohortentrends in der Erwerbsbeteiligung unterstellt, die der in der Vergangenheit beobachteten Veränderung der Erwerbsbeteiligung innerhalb dieser Gruppen Rechnung tragen (*Horvath – Mahringer, 2016*). Dabei wird unterstellt, dass sich die Trends bis zum Jahr 2025 fortsetzen. Um der schrittweisen Anhebung des gesetzlichen Pensionsantrittsalters von Frauen Rechnung zu tragen, werden die Trends für ab 60-jährige Frauen zudem bis zum Jahr 2034 (dem Jahr, in dem das Regel-pensionsalter von Frauen an jenes der Männer angeglichen ist) weitergeschrieben.

Abbildung 2 zeigt, wie sich die Erwerbsbeteiligung von Frauen und Männern zwischen 2014 und 2018 verändert hat und wie weit sie sich bis 2040 im Trendszenario verändert. Während aufgrund des veränderten Ausbildungsverhaltens die Erwerbsbeteiligung in den unteren Altersgruppen leicht sinkt, nimmt sie dem Szenario zufolge insbesondere unter Älteren deutlich zu.

3.9 Komponenten der Veränderung der Erwerbsbevölkerung bis 2040

Durch einen Vergleich der beiden Szenarien kann die Gesamtveränderung der Erwerbsbevölkerung, die sich im Trendszenario ergibt, in verschiedene Komponenten zerlegt werden:

- Der Bevölkerungseffekt beschreibt die Veränderung der Zahl der Erwerbspersonen unter der Annahme, dass die altersspezifische Erwerbsbeteiligung über die Zeit gleich bleibt¹²⁾. Er zeigt, wie sich die

Erwerbsbevölkerung aufgrund der Verschiebung der Altersstruktur bis 2040 verändert.

- Der Ausbildungseffekt zeigt, wie sich die Veränderung der Ausbildungsstruktur der Bevölkerung auf die Zahl der Erwerbspersonen auswirkt¹³⁾.
- Der Verhaltenseffekt beschreibt die Veränderung der Zahl der Erwerbspersonen, die sich zusätzlich zum Bevölkerungs- und Ausbildungseffekt im Trendszenario ergibt¹⁴⁾. Er zeigt das Ausmaß, in dem das veränderte Erwerbsverhalten in einer Zu- oder Abnahme der Zahl der Erwerbspersonen in den einzelnen Altersgruppen mündet.

Der Verhaltenseffekt kann zudem in jenen Teil zerlegt werden, der sich bis 2018 bereits realisiert hat, und jenen Teil, der sich – dem Szenario zufolge – bis 2040 ergibt.

Abbildung 3 veranschaulicht, wie sich die Veränderung der Zahl der Erwerbspersonen (+471.000 Personen bis 2040) im Trendszenario zusammensetzt. Der Bevölkerungseffekt ist für die meisten Altersgruppen negativ. Demzufolge impliziert die demographische Veränderung eine Abnahme der Erwerbspersonenzahl in den meisten Altersgruppen. In den unteren Altersgruppen lässt der Ausbildungseffekt die Zahl der Erwerbspersonen zusätzlich sinken. Hier bewirkt die Verschiebung hin zu höherer Ausbildung längere Ausbildungszeiten, die wiederum einen späteren Einstieg ins Erwerbsleben mit sich bringen. In höheren Altersgruppen bewirkt der Ausbildungseffekt hingegen einen Anstieg der Zahl der Erwerbspersonen, da in der Regel mit höherer Ausbildung auch die Erwerbsbeteiligung zunimmt. Letztlich nimmt insbesondere in der Altersgruppe 60 bis 64 Jahre die Zahl der Erwerbspersonen durch den Verhaltenseffekt merklich zu (+267.000 Personen bis 2040; 86% des Gesamteffektes der 60- bis 64-Jährigen), u. a. aufgrund der Veränderungen im Pensionsrecht. Bereits in den Jahren 2014 bis 2018 war insbesondere in der Altersgruppe der 55- bis 59-Jährigen bereits eine erhebliche Ausweitung der Erwerbsbeteiligung zu verzeichnen, die nicht alleine durch Bevölkerungs- oder Ausbildungsveränderungen erklärt werden kann. Insgesamt überkompensieren der Bildungs- und der Verhaltenseffekt (+611.000) den negativen Effekt der Bevölkerungsalterung (-140.000) deutlich.

¹¹⁾ Statistik Austria, Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung 2014; WIFO-Berechnungen.

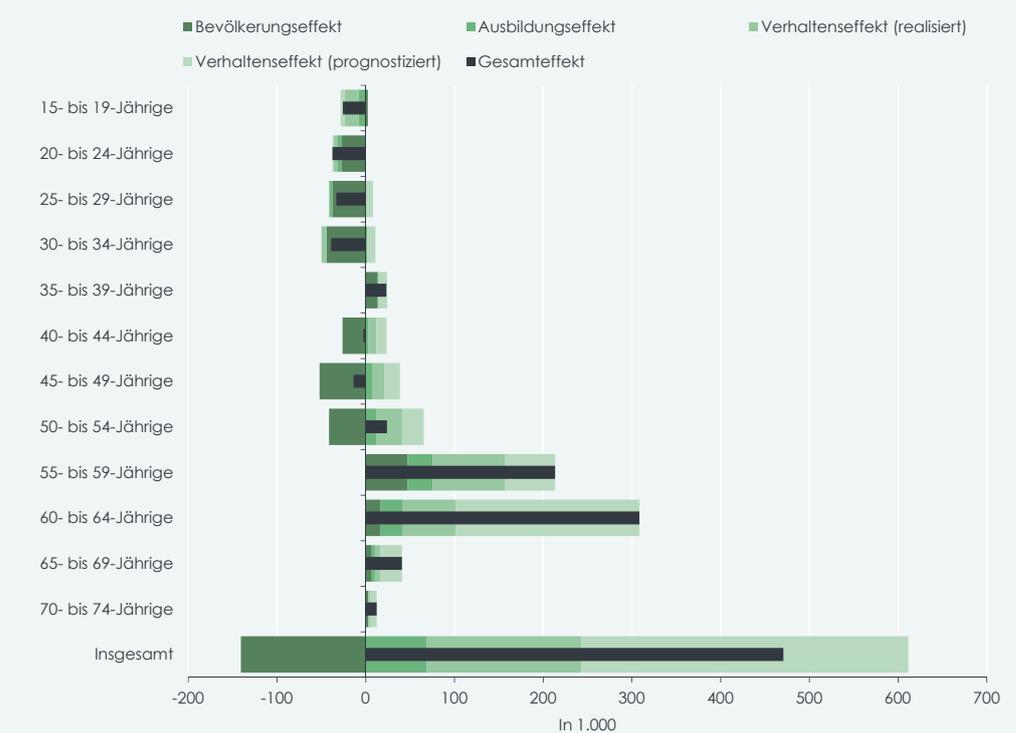
¹²⁾ Der Bevölkerungseffekt ergibt sich durch Multiplikation der altersspezifischen Erwerbsquoten des Jahres 2014 mit der Bevölkerung des Jahres 2040.

¹³⁾ Der Ausbildungseffekt ergibt sich durch Multiplikation der Veränderung der altersspezifischen

Erwerbsquoten 2014/2040 mit der Bevölkerung in den jeweiligen Altersgruppen im Jahr 2040.

¹⁴⁾ Er berechnet sich durch Subtraktion der ersten beiden Effekte von der Gesamtveränderung in der Erwerbspersonenzahl.

Abbildung 3: Zerlegung der Veränderung der Zahl der Erwerbspersonen zwischen 2014 und 2040



Q: WIFO.

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Für zahlreiche sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen ist die längerfristige Betrachtung individueller Lebensverläufe von Bedeutung. Das vom WIFO entwickelte dynamische Mikrosimulationsmodell microDEMS bietet eine wesentliche Grundlage zur Analyse solcher Fragen im österreichischen Kontext. Das hier gezeigte Anwendungsbeispiel illustriert auf Basis zweier Szenarien, wie sich die Größe und die Zusammensetzung der Erwerbsbevölkerung bis 2040 in Österreich verändern können.

Die hier vorgestellten Module sind die Grundbausteine des Mikrosimulationsmodells microDEMS, das je nach Themenstellung um weitere Komponenten ergänzt wird. Wichtige Verfeinerungen für Erwerbsprognosen sind dabei die Berücksichtigung der Entwicklung gesundheitlicher Faktoren und die explizite Modellierung von Pensionsregelungen. Die Einbeziehung des Faktors

Gesundheit ist insbesondere vor dem Hintergrund der Anhebung des Pensionsantrittsalters von Bedeutung, da mit einer altersbedingten Zunahme gesundheitlicher Beeinträchtigungen zu rechnen ist. Auch nutzt die bisherige Ausbaustufe zur Erwerbsbeteiligung nicht die Möglichkeit der dynamischen Mikrosimulation, individuelle Erwerbskarrieren über die Zeit zu modellieren. Eine solche Betrachtung wäre insbesondere zur Analyse der Effekte möglicher Politikmaßnahmen (etwa zur Erwerbsintegration von Immigranten und Immigrantinnen, gesundheitlich beeinträchtigten Personen oder Personen in Langzeitarbeitslosigkeit) wichtig. Die realistische Simulation individueller Lebensverläufe ist auch eine Voraussetzung für die Modellierung des Pensions- und anderer Sozialversicherungssysteme und wird in der nächsten Ausbaustufe von microDEMS umgesetzt werden.

5. Literaturhinweise

- Beaujouan, E., Brzozowska, Z., Zeman, K., "Childlessness Trends in Twentieth-Century Europe: Limited Link to Growing Educational Attainment", Vienna Institute of Demography Working Papers, 2015, (6).
- Brücker, H., Hauptmann, A., Vallizadeh, E., "Flüchtlinge und andere Migranten am deutschen Arbeitsmarkt: Der Stand im September 2015", Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Aktuelle Berichte, 2015, (14).
- Fasani, F., Frattini, T., Minale, L., "(The Struggle for) Refugee Integration into the Labour Market: Evidence from Europe", IZA Discussion Papers, 2018, (11333).

- Fink, M., Janová, J., Nerudová, D., Pavel, J., Schratzenstaller, M., Sindermann-Sienkiewicz, F., Spielauer, M., "(Gender-differentiated) Effects of Changes in Personal Income Taxation", *Intereconomics – Review of European Economic Policy*, 2019, 54(3), S. 146-154.
- Fink, M., Rocha-Akis, S., "Effects of the Introduction of Family Bonus and Supplementary Child Benefit, the New Tax Relief for Families in Austria. A Microsimulation Study", *WIFO Bulletin*, 2018, 23(14), S. 131-144, <https://bulletin.wifo.ac.at/61484>.
- Gál, R., Horváth, A., Orbán, G., Dekkers, G., Monitoring pension developments through micro socioeconomic instruments based on individual data sources, TARKI Social Research Institute, Budapest, 2009, <https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=2366&langId=en>.
- Horvath, Th., Mahringer, H., Österreich 2025 – Entwicklung der Erwerbsbeteiligung bis 2030 unter Berücksichtigung von Änderungen des Bildungsverhaltens und rezenter Pensionsreformen. Ein Update, WIFO, Wien, 2016, <https://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/59038>.
- Jestl, St., Landesmann, M., Leitner, S., Wanek-Zajic, B., "Employment Gaps Between Refugees, Migrants and Natives: Evidence from Austrian Register Based Labour Market Data", *wiiw Working Paper*, 2019, (167).
- Klotz, J., "Soziale Unterschiede in der Sterblichkeit. Bildungsspezifische Sterbetafeln 2001/2002", *Statistische Nachrichten*, 2007, (4).
- Kolenikov, S., "Calibrating survey data using iterative proportional fitting (raking)", *The Stata Journal*, 2014, 14(1), S. 22-59.
- Marois, G., Sabourin, P., Belanger, A., "A Microsimulation Approach for Modelling the Future Human Capital of EU28 Member Countries", *IIASA Working Paper*, 2017, (WP-17-017).
- Orcutt, G., "A new type of socio-economic system", *Review of Economics and Statistics*, 1957, 39(2), S. 116-123 (wiederabgedruckt in *International Journal of Microsimulation*, 2007, 1(1), S. 3-9).
- Spielauer, M., Dupriez, O., "DYNAMIS-POP: A Multi-Country Portable Dynamic Microsimulation Model for Population, Education and Health Applications in Developing Countries", *International Journal for Microsimulation*, 2020, (1) (erscheint demnächst).
- Spielauer, M., "What is Social Science Microsimulation?", *Social Science Computer Review*, 2010, 29(1), S. 9-20.
- Statistics Canada Demography Division, Projections of the Diversity of the Canadian Population 2006 to 2031, Catalogue no. 91-551-XPE, Ottawa, 2010.
- Statistik Austria, Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zu Demographischen Tafeln, Wien, 2012.
- Statistik Austria, Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zu Bevölkerungsprognosen, Wien, 2013.
- Statistik Austria, Standard-Dokumentation, Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zur Schulstatistik, Wien, 2014.
- Statistik Austria, Standard-Dokumentation, Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zur Registerzählung 2011, Wien, 2015.
- Statistik Austria, Bildung in Zahlen 2017/18. Schlüsselindikatoren und Analysen, Wien, 2019.
- Sutherland, H., Figari, F., "EUROMOD: the European Union tax-benefit microsimulation model", *International Journal of Microsimulation*, 2013, 6(1), S. 4-26.