

Institut für Arbeitsmarkt-  
und Berufsforschung

Die Forschungseinrichtung der  
Bundesagentur für Arbeit

IAB

# IAB-Forschungsbericht

10/2016

Aktuelle Ergebnisse aus der Projektarbeit des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

## Ein integriertes Modell zur Schätzung von Arbeitskräfteangebot und Bevölkerung

Johann Fuchs  
Doris Söhnlein  
Brigitte Weber  
Enzo Weber

ISSN 2195-2655

Aktualisierte Fassung vom 17. Mai 2017

# Ein integriertes Modell zur Schätzung von Arbeitskräfteangebot und Bevölkerung

Johann Fuchs (IAB)

Doris Söhnlein (IAB)

Brigitte Weber (IAB)

Enzo Weber (IAB)

Mit der Publikation von Forschungsberichten will das IAB der Fachöffentlichkeit Einblick in seine laufenden Arbeiten geben. Die Berichte sollen aber auch den Forscherinnen und Forschern einen unkomplizierten und raschen Zugang zum Markt verschaffen. Vor allem längere Zwischen- aber auch Endberichte aus der empirischen Projektarbeit bilden die Basis der Reihe.

## **Erratum**

Leider enthielt die zuerst veröffentlichte Version dieses Forschungsberichts einen Fehler, die nunmehr beseitigt sind. Die Grundaussagen des Berichts sind von den Fehlern nicht berührt. Gleichwohl sind sie ärgerlich und wir bitten alle Leser um Entschuldigung.

Die Korrekturen im Einzelnen:

Tabelle 4, S. 32: die ersten drei Zahlen wurden geändert

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung . . . . .	4
Abstract . . . . .	5
1 Einleitung . . . . .	6
2 Modellaufbau . . . . .	7
3 Daten . . . . .	9
3.1 Fertilität . . . . .	10
3.2 Mortalität . . . . .	11
3.3 Einbürgerungen . . . . .	11
3.4 Migration . . . . .	12
3.5 Erwerbsquoten . . . . .	12
4 Schätzungen und Prognose . . . . .	14
4.1 Demografie . . . . .	14
4.1.1 Principal Components . . . . .	14
4.1.2 Modellierung der Hauptkomponenten . . . . .	16
4.2 Erwerbsbeteiligung . . . . .	18
5 Ergebnisse . . . . .	22
5.1 Komponenten der Bevölkerungsprojektion . . . . .	22
5.2 Bevölkerung . . . . .	25
5.3 Erwerbsbeteiligung . . . . .	27
5.4 Erwerbspersonenpotenzial . . . . .	30
6 Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	34

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie geht es um die Projektion der Bevölkerung und des Arbeitskräfteangebots für Gesamtdeutschland bis zum Jahr 2060 in einem integrierten Modell. Es wird eine neu konzipierte Bevölkerungsprojektion des IAB präsentiert, und auch die Erwerbsbeteiligung wird neu geschätzt. Mit einem stochastischen Ansatz verwendet unsere neue Bevölkerungsvorausberechnung eine Alternative zu der deterministischen Schätzmethode, die früheren IAB-Projektionen zugrunde lag. Das jetzige Modell ermöglicht vollständig integrierte Simulationen und erlaubt es, die existierenden Unsicherheiten in Form von Konfidenzbändern darzustellen.

Im Gegensatz zur beispielsweise 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes differenziert unser Modell nach Deutschen und Ausländern. Der Hauptgrund für diese Unterscheidung ist das Erwerbsverhalten, bei dem sich insbesondere deutsche und ausländische Frauen deutlich unterscheiden. Da das Bevölkerungsmodell ein wesentlicher Baustein der Projektion des Arbeitskräfteangebots ist und Veränderungen in der Bevölkerungsstruktur zum Beispiel durch Zuwanderung die implizite Gewichtung aber völlig verändert, verbessert die Differenzierung nach Deutschen und Ausländern die Genauigkeit der Vorausberechnungen.

Während die Geburten- genauso wie die Sterblichkeitsentwicklung aus den Vergangenheitsdaten heraus relativ gut prognostiziert werden können und somit die Konfidenzbänder relativ schmal sind, ist es weitaus schwieriger aus dem vergangenen Wanderungsgeschehen eine Prognose der künftigen Migrationsströme abzuleiten. Hier wird angeknüpft an die letzte IAB-Bevölkerungsprojektion (Fuchs/Söhnlein 2013), bei der das Wanderungsgeschehen schon teilweise endogenisiert wurde. Mit Hilfe dort gewonnener Erkenntnisse werden Zu- und Fortzüge von Deutschen und Ausländern separat geschätzt. Die Wanderungssalden sind deshalb auch nicht als exogen gesetzte Varianten vorgegeben, sondern ergeben sich aus der Bilanzierung.

Die Erwerbsbeteiligung wird in dem integrierten Modellansatz zusammen mit der Bevölkerungsentwicklung mittels Potenzialerwerbsquoten geschätzt. Diese Potenzialerwerbsquoten berücksichtigen neben den Erwerbspersonen auch die sogenannte Stille Reserve. Damit wird in gewisser Weise die Obergrenze der Erwerbsbeteiligung abgebildet. Das so berechnete Erwerbspersonenpotenzial wird deshalb als Arbeitsangebot unter Vollbeschäftigungsbedingungen aufgefasst. Wegen der Unterteilung nach Alter, Geschlecht, Deutschen und Ausländern waren insgesamt 40 Gleichungen zu schätzen bzw. zu prognostizieren.

Die demografischen Tendenzen sind bekannt und werden auch bestätigt: Der Bevölkerungsrückgang und die Alterung, die aus den niedrigen Geburtenzahlen resultieren, werden sich in den nächsten Jahren durch die derzeit hohe Nettozuwanderung noch in Grenzen halten, sind aber langfristig nicht mehr aufzuhalten.

Die Bevölkerungsentwicklung überträgt sich auf das Arbeitskräfteangebot, d.h. das Erwerbspersonenpotenzial. Trotz steigender Erwerbsbeteiligung, vor allem von Frauen und Älteren, wird das Erwerbspersonenpotenzial bis 2060 wahrscheinlich zurückgehen, weil höhere Erwerbsquoten den – vor allem aufgrund der Alterung bedingten – Rückgang der

Bevölkerung im Erwerbsalter künftig nicht kompensieren können. Die vorliegenden Modell-simulationen belegen aber auch erhebliche Unsicherheit über den künftigen Verlauf.

## **Abstract**

This paper is concerned with the projection of the population in Germany and the labour supply till 2060 in an integrated model. A new and redesigned population projection of the IAB is presented and also labour participation is re-estimated. For the population forecast alternative approaches to previous deterministic computations are used, which allow completely integrated simulations and the possibility to illustrate the uncertainties in the form of confidence intervals.

In contrast to other population forecasts (e.g. the 13th coordinated population projection of the Federal Statistical Office) Germans and foreigners are distinguished here, because the employment behavior is significantly different, especially for women. Since the population model is an essential element of the projection of the labour supply, modification in the population structure e.g. caused by migration, changes the weighting completely. Therefore the differentiation according to Germans/foreigners should significantly improve the precision of the projection.

The birth rate can be predicted fairly accurately by historical data: The confidence belt is relatively narrow. The situation is similar for the development of mortality. Much more difficulties prepares the creation of a long-term most likely course of migration, which probably is the most uncertain component to predict. In some respects the last IAB population projection (Fuchs/Söhnlein 2013), for which migration was partially treated as an endogenous variable, is continued. With the findings there the entries and exits of Germans and foreigners are computed separately. Therefore the net migration is not given in variants, but results from the estimates.

The participation rate is estimated in an integrated modeling approach together with the population development with the help of potential participation rates. These potential participation rates include besides the working population also the hidden reserve – the maximum of labour market participation is estimated. The calculated labour force is the labour supply under full employment conditions. The decline is almost sure, but there appears an obvious uncertainty about the progress. Due to the division according to age, sex and Germans/foreigners it was necessary to estimate 40 equations in total.

The demographic trends are known and confirmed: The population decrease and aging, a result of the low birth rates, will still be limited in the next years due to the current high level of net migration, but are not reversible on the long term.

The population development influences the labour force potential directly. In spite of increasing labour market participation (especially of women and elders) the labour force potential will probably decrease until 2060. The decline of the population of working age due to the aging process cannot be compensated by higher participation rates. But the available model simulations also show significant uncertainties.

# 1 Einleitung

Anders als in vielen anderen europäischen Ländern ist derzeit in Deutschland nicht eine hohe Arbeitslosigkeit das zentrale Problem am Arbeitsmarkt. Vielmehr werden Befürchtungen laut, dass es aus demografischen Gründen in Zukunft nicht mehr genügend gut ausgebildete Arbeitskräfte geben könnte. Sicherlich ist ein demografischer Rückgang nicht gleichbedeutend mit einem entsprechenden Mangel an Arbeitskräften, da Volkswirtschaften sich an derartige Änderungen anpassen (vgl. Weber 2015). Dennoch ist in der Diskussion um Fachkräftemangel und Zuwanderung die zukünftige demografische Entwicklung in Deutschland der Dreh- und Angelpunkt: Wie viele Personen werden hier leben und wie viele werden dem Arbeitsmarkt zur Verfügung stehen? Um diese Fragen zu beantworten sind die Komponenten

- Bevölkerung im erwerbsfähigem Alter und
- Erwerbsbeteiligung

zu analysieren. Die Projektion dieser beiden Größen ist Gegenstand des folgenden Forschungsberichts. Neben der Personenzahl ist auch die Bevölkerungsstruktur von Interesse, insbesondere im Hinblick auf die unterschiedliche Erwerbsbeteiligung demografischer Gruppen. So haben Jüngere und Ältere, Frauen und insbesondere auch Ausländerinnen relativ geringe Erwerbsquoten. Die Disaggregation der Prognose umfasst Geschlecht, Alter sowie Deutsche und Ausländer.

Zur Schätzung und Prognose aller Einflussgrößen wurden in einem neuen integrierten Simulationsmodell sämtliche Komponenten zur Bevölkerungsfortschreibung endogenisiert. Geburten, Sterbefälle, Wanderungen und Einbürgerungen wurden zeitreihenanalytisch untersucht und stochastisch modelliert. Im Gegensatz zu deterministischen Modellen ist es damit möglich, neben den Punktschätzungen auch die zugehörigen Konfidenzintervalle anzugeben.

Hinsichtlich der Erwerbsbeteiligung enthält unser Modell zwei Besonderheiten. Weil die altersspezifischen Erwerbsquoten von Ausländerinnen deutlich niedriger als die deutscher Frauen sind, unterscheidet die Modellierung nach Deutschen und Ausländern. Außerdem werden sogenannte Potenzialerwerbsquoten geschätzt, die die Stille Reserve einschließen. Aus der multiplikativen Verknüpfung von Potenzialerwerbsquoten und zugehöriger Bevölkerung ergibt sich das Erwerbspersonenpotenzial.

Im nächsten Kapitel wird der grundsätzliche Modellaufbau dargestellt (Kap. 2). Da es einige Besonderheiten gibt, wird das verwendete Datenmaterial in Kapitel 3 ausführlich beschrieben. Kapitel 4 enthält eine Erläuterung des methodischen Vorgehens, das den Schätzungen und der Prognose zugrunde liegt. In Kapitel 5 werden die Ergebnisse dargestellt. Abschließend folgen eine Zusammenfassung und unser Fazit.

## 2 Modellaufbau

Das beim IAB verwendete Verfahren zur Schätzung des gesamtdeutschen Erwerbspersonenpotenzials basiert auf dessen Zerlegung in seine Komponenten Bevölkerung und Erwerbsquoten. Zur Fortschreibung der Bevölkerung werden Geburten- und Sterbeziffern (in Abb. 1 blau hinterlegt), Wanderungen (rot) und Einbürgerungen (grün) mit zeitreihenanalytischen Verfahren prognostiziert. Input des Modells sind Anzahl und Struktur der Bevölkerung in oben genannter Disaggregation in Deutschland im Basisjahr 2013. Als Zwischenergebnis erhält man die Bevölkerung des jeweiligen Folgejahres. Diese wird mit den zugehörigen Erwerbsquoten (orange) multipliziert und es ergibt sich das Erwerbspersonenpotential in der angegebenen Untergliederung.

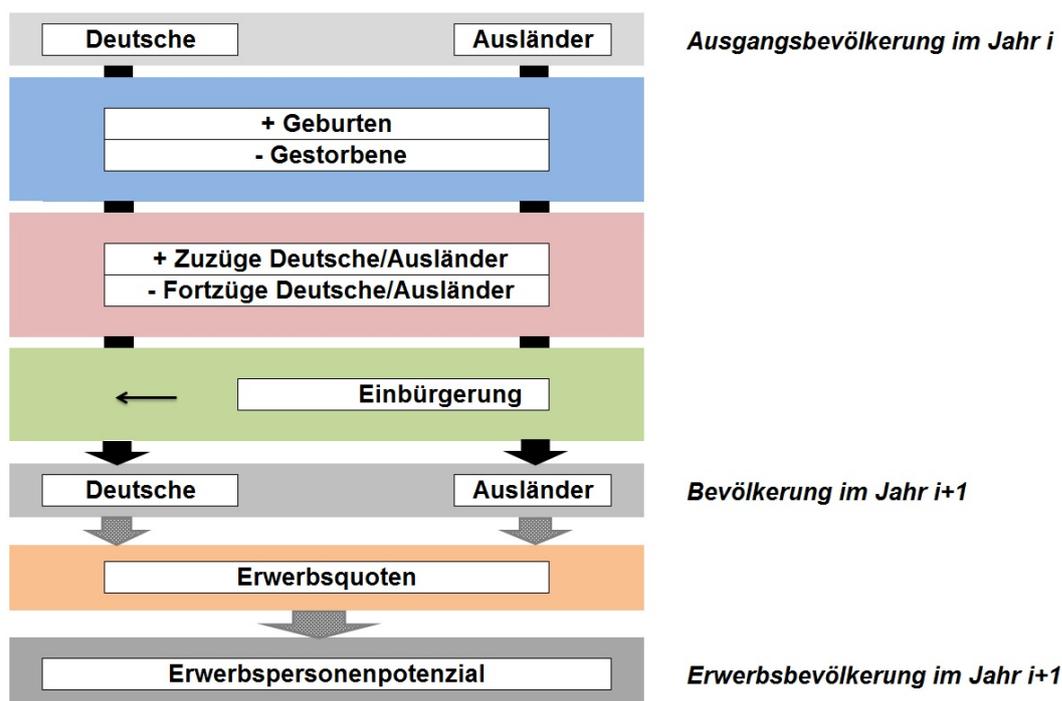


Abbildung 1: Modellschema

Die Fortschreibung aus den Ausgangsbeständen für die Altersgruppen eins bis 90 geschieht wie folgt: Die Anzahl der Personen im Alter  $i$  im Jahr  $t$  ist die Überlebenswahrscheinlichkeit ( $ueb$ ) der Altersgruppe  $i$  multipliziert mit der Personenzahl ( $bev$ ) dieser Altersgruppe, das sind die  $(i - 1)$ -Jährigen aus dem Vorjahr  $t - 1$ . Anschließend werden die Zuzüge ( $zu$ ) aus dem Ausland dazu gezählt und die Fortzüge ( $fort$ ) abgezogen. Schließlich werden noch die Eingebürgerten ( $eb$ ) bei den Deutschen ( $D$ ) addiert und bei den Ausländern ( $A$ ) subtrahiert.

$$i\text{-Jährige}_t = ueb_{t,i}^{A/D} * (bev_{t-1,i-1}^{A/D}) + zu_{t,i}^{A/D} - fort_{t,i}^{A/D} \pm eb_{t,i}^A$$

Die Darstellung ist etwas vereinfacht, weil auch bei den Wanderungen und Einbürgerungen Geburten und Sterblichkeit noch berücksichtigt werden müssen. Außerdem wird die

höchste Altersstufe aus zwei Altersgruppen generiert, den 89-Jährigen sowie 90-Jährigen und Älteren.

Bei der Berechnung der jüngsten Altersgruppe ist der Anfangsbestand durch die Geburten, also die Summe der altersspezifischen Geburtenziffern multipliziert mit der Anzahl der deutschen ( $D$ ) bzw. ausländischen ( $A$ ) Frauen ( $bev_w$ ) der entsprechenden Altersgruppe, gegeben, ansonsten verläuft das Schema analog.

$$0\text{-Jährige}_t = ueb_{t,0}^{A/D} * \left( \sum_{i=15}^{49} bev_{w,t,i}^{A/D} * geb_{t,i}^{A/D} \right) + zu_{t,0}^{A/D} - fort_{t,0}^{A/D} \pm eb_{t,0}^A$$

Das Modell trennt nach Zu- und Fortzügen. Diese werden auch unterschiedlich modelliert: Die Zuzüge werden zunächst als Aggregat geschätzt, getrennt für Deutsche und Ausländer, und dann an Hand von prognostizierten Anteilen nach Geschlecht und Einzelalter verteilt (Top-Down). In vorangegangenen Projektionen hat es sich bewährt, die Fortzüge absolut, nach Geschlecht, Einzelalter sowie Deutsche und Ausländer getrennt, in Abhängigkeit vom jeweiligen Bevölkerungsbestand zu schätzen. Damit nehmen mit steigendem Bevölkerungsbestand die Fortzüge zu. Gleichzeitig ist gewährleistet, dass die Fortzüge den Bestand in keiner Altersgruppe übersteigen.

Die potenzielle Erwerbsbeteiligung wird mit der Potenzialerwerbsquote gemessen. Die Potenzialerwerbsquote wird wie die sonst übliche Erwerbsquote berechnet, schließt aber neben den Erwerbspersonen (Erwerbstätige und Erwerbslose) die Stille Reserve mit ein. Sie entspricht damit einer Erwerbsquote unter der Annahme von Vollbeschäftigung am Arbeitsmarkt (vgl. Kap. 3.5 und 4.2). Wie bei der Bevölkerung wird hier nach den demografischen Merkmalen Alter, Geschlecht, und Staatsangehörigkeit unterschieden. Die Quoten werden geschätzt und prognostiziert und mit der Bevölkerung zusammengespielt. Jede für ein bestimmtes Jahr prognostizierte Bevölkerungsgruppe wird also mit der dafür prognostizierten Potenzialerwerbsquote multipliziert. Aus der Summation über alle Gruppen resultiert das gesamte Erwerbspersonenpotenzial, das zudem auch in der entsprechenden Untergliederung vorliegt.

Für sämtliche Zeitreihen wurden nicht nur Punktprognosen berechnet, sondern auf der Basis einer stochastischen Simulation auch Konfidenzintervalle. Aus den mit Hilfe der Schätzungen gewonnenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen für Fertilität, Mortalität, Migration und Erwerbsquoten wurden durch 5.000 zufällige Ziehungen entsprechend viele Verläufe erzeugt. Damit lassen sich die gewünschten Konfidenzintervalle berechnen.

### 3 Daten

Die Bevölkerungsdaten des Statistischen Bundesamtes (StBA) liegen in der Differenzierung Deutsche und Ausländer, jeweils nach Geschlecht und Einzelalter (90 Jahre und älter zusammengefasst) bis einschließlich 2013 vor. Die nach diesen Merkmalen strukturierte Bevölkerungszahl aus dem Jahr 2013 geht als Ausgangsbevölkerung in das Modell ein.

Die gesetzliche Neuregelung des Staatsbürgerschaftsrechts seit 2000 und die Volkszählung im Jahr 2011 (Zensus 2011) haben einen erheblichen Einfluss auf die Vergangenheitsentwicklung sowie den Bevölkerungsbestand im Jahr 2013 und sind auch höchst relevant für die Prognose.

- Änderungen im Staatsbürgerschaftsrecht

Nach dem seit dem Jahr 2000 geltenden Staatsbürgerschaftsrecht erhalten im Inland geborene Kinder ausländischer Eltern unter gewissen Voraussetzungen die deutsche Staatsbürgerschaft. Infolgedessen werden seitdem weit weniger als die Hälfte der Nachkommen ausländischer Eltern in der amtlichen Statistik zu den Ausländern gezählt (siehe Abb. 2), die andere Hälfte erwirbt – zunächst – die deutsche Staatsbürgerschaft (BAMF 2011). Allerdings müssen die Betroffenen sich spätestens bis zur Vollendung des 21. Lebensjahres für oder gegen die deutsche Staatsangehörigkeit entscheiden, denn eine doppelte Staatsbürgerschaft sieht das Gesetz nicht vor.

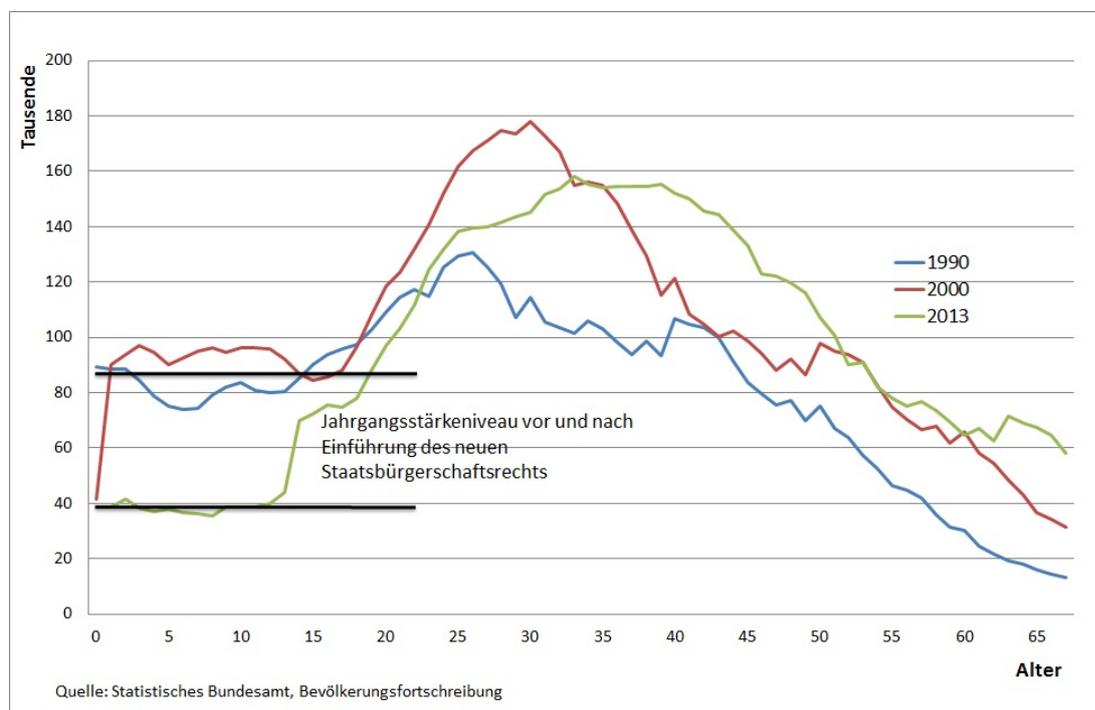


Abbildung 2: Altersverteilung der ausländischen Bevölkerung in Deutschland im Alter von 0 bis 67 Jahre in 1990, 2000 und 2013

- Zensus 2011

Einen größeren Einschnitt in die amtliche Statistik brachte der Zensus 2011 mit sich. Unter anderem wurde zum Stichtag 09. Mai 2011 die Einwohnerzahl in Deutsch-

land um ca. 1,5 Millionen bzw. 1,8 Prozent nach unten auf 80,2 Millionen korrigiert (vgl. Abb. 3). Bei den Ausländerinnen und Ausländern war die Korrektur besonders drastisch: Die neue Ausländerzahl zum Zensus-Stichtag war mit 6,2 Millionen um 1,1 Millionen Personen (14,9 %) geringer als vorher, d.h. gegenüber der seinerzeit gültigen Bevölkerungszahl aus der Bevölkerungsfortschreibung (StBA 2013).

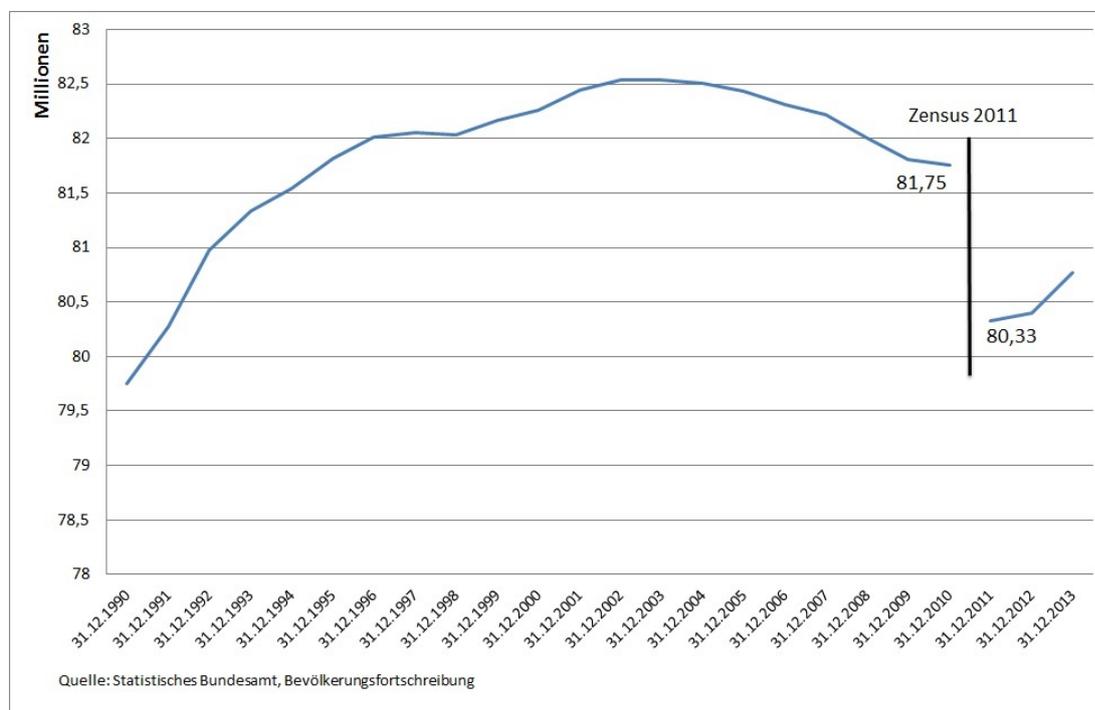


Abbildung 3: Bevölkerung in Deutschland, 1990 bis 2013

Da die Einwohnerzahlen auch in andere Kenngrößen der amtlichen Statistik einfließen (z.B. Sterbeziffern, Geburtenziffern) ergaben sich auch hier zum Teil Brüche, die im Folgenden beschrieben werden.

### 3.1 Fertilität

Das StBA stellte Geburtenziffern nach Einzelalter (zwischen 15 und 49 Jahre), getrennt für deutsche und ausländische Mütter bis 2013 (ab 1991) zur Verfügung. Durch die Berücksichtigung des Zensus 2011 resultierten insbesondere bei den Geburtenziffern der Ausländerinnen erhebliche Sprünge. Da die Zahl der Geburten von der Revision nicht betroffen ist, der Zensus jedoch eine kleinere Bevölkerungszahl ergab, auf die die Geburten bezogen werden, änderten sich die altersspezifischen Geburtenziffern (StBA 2015). Der Anstieg der zusammengefassten Geburtenziffer<sup>1</sup> der Ausländerinnen von 1,6 (im Jahr 2010) auf ca. 1,8 Kinder pro Frau in 2011 ist teilweise ein Produkt der Zensus-Revision der Bevölkerungszahlen.

Im Zusammenhang mit der Änderung des Staatsbürgerschaftsrechts gilt es hier außerdem zu beachten, dass sich die Geburtenziffern nach der Staatsbürgerschaft der Mutter richten.

<sup>1</sup> Die zusammengefasste Geburtenziffer (total fertility rate, TFR) ist die Summe der altersspezifischen Geburtenziffern. Mit der TFR misst man das langfristige Reproduktionsniveau einer Bevölkerung. Für Deutschland liegt dieses bei knapp 2,1 Kindern pro Frau.

Dagegen werden in der Statistik bei weitem nicht mehr alle Kinder ausländischer Mütter zu den Nichtdeutschen gezählt. Das heißt, ihre Neugeborenen werden teils bei der deutschen, teils bei der nichtdeutschen Bevölkerung erfasst. In unserem Bevölkerungsmodell werden dagegen alle Kinder von Ausländerinnen zur Bevölkerung der Ausländer gerechnet. Damit liegen die projizierten Neugeborenen bei den Ausländern erheblich über der Zahl, wie sie sich nach der amtlichen Statistik ergäbe. Im Modell wird diese Abweichung durch eine höhere Zahl von Einbürgerungen, auf einem Niveau wie es vor der Änderung des Staatsbürgerschaftsrechts vorlag, berücksichtigt. Zugleich ist zu konstatieren, dass auf dieser Basis unser Modell keine Projektion der in Deutschland lebenden Ausländer liefert.

### 3.2 Mortalität

Daten zur Sterblichkeit liegen nicht getrennt für Deutsche und Ausländer vor. Die Forschungsliteratur geht jedoch sowieso von erheblichen Selektivitätsproblemen bei der Mortalität von Migranten aus, die die „wahren“ Sterbeziffern verzerren (vgl. Kohls 2012 und Fuchs/Söhnlein 2013). Außerdem spielt auch bei der Mortalität die Untererfassung des Bevölkerungsbestandes eine Rolle. Die aufgrund des Zensus 2011 nach unten korrigierten Ausländerzahlen werden einer weiterhin gültige Anzahl Gestorbener gegenübergestellt. Offensichtlich waren die bisherigen altersspezifischen Sterbeziffern zu niedrig. Im integrierten Modell werden deshalb Sterbeziffern ohne die Unterscheidung nach Deutschen und Ausländern verwendet. Das Fehlen spezifischer Sterbeziffern für Deutsche und Ausländer dürfte jedoch zu keiner spürbaren Verzerrung bei der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter führen, da die Sterblichkeit in dem für die Erwerbsbeteiligung relevanten Altersintervall sehr gering ist.

Die Daten für Frauen und Männer nach Einzelalter (für ab 90-Jährige erst ab 2000<sup>2</sup>) sind den jeweiligen Sterbetafeln zwischen 1957/58 und 2010/2012 für Deutschland (bis 1990 früheres Bundesgebiet) entnommen.

### 3.3 Einbürgerungen

Die Entwicklung der Einbürgerungen zeigt Abbildung 4 anhand der Einbürgerungsrate. Es ist zu erwarten, dass durch das im Jahr 2000 geänderte Staatsbürgerschaftsrecht die Einbürgerungsrate langfristig sinken wird, da die Kinder von länger hier lebenden Migranten schon ab Geburt auch die deutsche Staatsbürgerschaft erhalten. Da der betroffene Personenkreis derzeit noch zu klein ist, lässt sich dies an Hand der amtlichen Einbürgerungsrate noch nicht gesichert ablesen. Sie ist seit Mitte der 1990er Jahre rückläufig. Der Anstieg zwischen 2010 und 2011 mit einem Sprung von 1,4 auf fast 1,7 ist hauptsächlich auf die Revision durch den Zensus 2011 zurückzuführen.

Das Modell verarbeitet Einbürgerungszahlen nach Einzelalter und Geschlecht. Diese Zahlen standen für den Zeitraum 1998 bis 2013 zur Verfügung. Die Einschnitte durch das geänderte Staatsbürgerschaftsrecht sind extrem: Beispielsweise ging die Zahl der Einbürgerungen von 0-Jährigen Mädchen von ca. 1400 im Jahr 1999 auf 90 im Jahr 2000 zurück;

<sup>2</sup> Aus diesem Grund wird die Mortalität hier separat geschätzt.

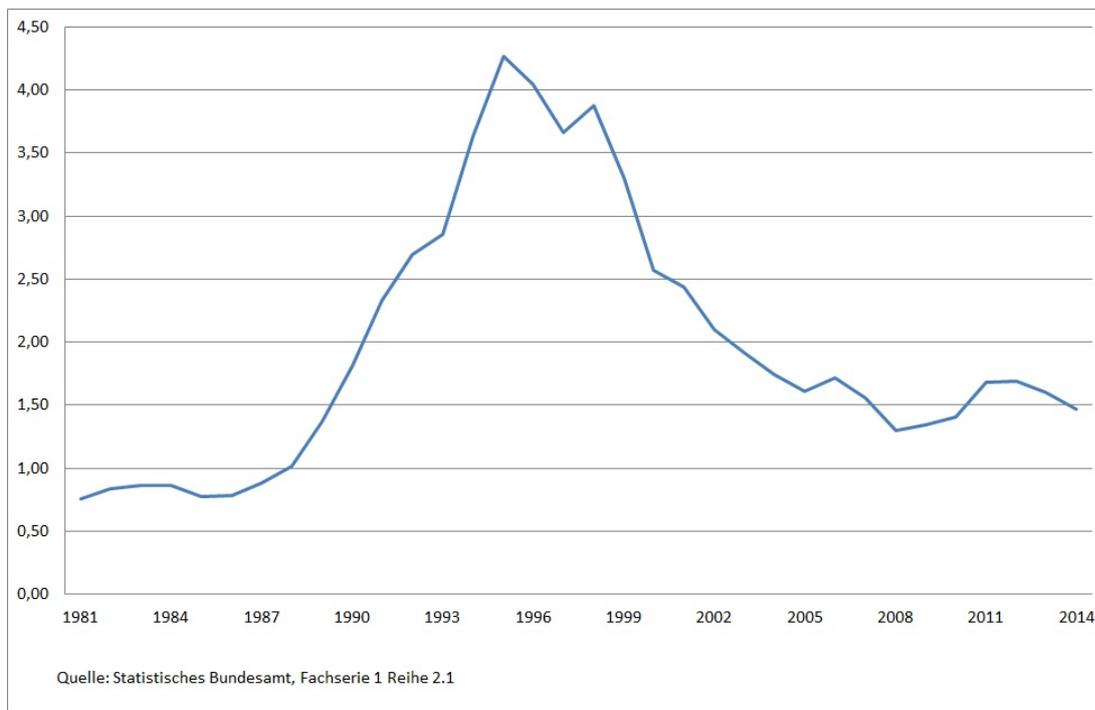


Abbildung 4: Einbürgerungsquote von 1981 bis 2014 nach Bevölkerungsfortschreibung in Deutschland (bis 1990 früheres Bundesgebiet)

zuletzt (2013) waren es bundesweit noch 25 Einbürgerungen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der allergrößte Teil der Neugeborenen bereits die deutsche Staatsbürgerschaft besitzt – im Gegensatz zur Situation vor dem Jahr 2000.

In unserem Modell zählen Nachkommen ausländischer Frauen nach wie vor ausschließlich zu den Ausländern. Insgesamt gehen wir davon aus, dass sich die im Modell abgebildete höhere Zahl bei den jüngeren Ausländern durch die relativ hohe Einbürgerungsrate ausgleicht. Da die allermeisten Entscheidungen erst ab dem Jahr 2018 anstehen (mit Volljährigkeit der im Jahr 2000 Geborenen) ist eine Einschätzung, wie viele Personen endgültig die deutsche Staatsbürgerschaft annehmen, noch nicht möglich (vgl. Weinmann 2012).

### 3.4 Migration

Die Wanderungsdaten stammen aus der Wanderungsstatistik. Sie differenzieren nach Zu- und Fortzügen von Deutschen und Ausländern, nach Geschlecht und nach Einzelalter von 0 bis 90 Jahre und decken den Zeitraum von 1991 bis 2014 ab.

### 3.5 Erwerbsquoten

Die Erwerbsquoten basieren auf dem vom StBA erhobenen Mikrozensus (MZ) und liegen bis zum Jahr 2013 vor. Wir berücksichtigen zusätzlich die arbeitssuchenden Nichterwerbspersonen, die relativ arbeitsmarktnah sind und die deshalb beim StBA auch als Teil der Stillen Reserve aufgefasst werden (vgl. Rengers 2012). Allerdings ist diese Gruppe der Arbeitssuchenden nicht bei der am IAB berechneten Stille Reserve eingeschlossen (vgl. Fuchs 2014). Deshalb rechnen wir die am IAB geschätzte Stille Reserve ebenfalls noch

hinzu. Da die geringfügige Beschäftigung im MZ teilweise deutlich untererfasst wird, wurden die Erwerbsquoten zudem durch eine Hinzuschätzung des fehlenden Anteils geringfügig Beschäftigter korrigiert (vgl. Fuchs/Weber 2005).

## 4 Schätzungen und Prognose

### 4.1 Demografie

Die Komponenten der Bevölkerungsfortschreibung werden aus den altersspezifischen Vergangenheitensdaten heraus bestimmt. Das im Folgenden beschriebene Verfahren ist für die verschiedenen Bestandteile ähnlich, allerdings werden Zu- und Fortzüge unterschiedlich modelliert: Die Zuzüge werden zunächst als Aggregat geschätzt, getrennt für Deutsche und Ausländer, und dann an Hand von prognostizierten Anteilen nach Geschlecht und Einzelalter aufgegliedert (Top-Down). Die Fortzüge werden dagegen über altersspezifische Anteile am jeweiligen Bevölkerungsbestand ermittelt, woraus sich die gesamten Fortzüge ergeben (Bottom-Up). Bei den Einbürgerungen wird analog vorgegangen. Aus den prognostizierten Sterbeziffern errechnet sich die jeweilige Lebenserwartung für Männer und Frauen. Die Summe der altersspezifischen Geburtenziffern ergibt die zusammengefasste Geburtenziffer (TFR), die getrennt für deutsche und ausländische Frauen berechnet wird.

#### 4.1.1 Principal Components

Zur Schätzung demografischer Komponenten, insbesondere der Mortalität, haben sich spätestens seit der Veröffentlichung von Lee und Carter (1992) die sogenannten „Principal Components“ bewährt. Mit der Singulärwertzerlegung werden hier aus den  $k$  verschiedenen Zeitreihen einige wenige ( $j$  mit  $j < k$ ) jeweils zueinander orthogonale Zufallsvariablen generiert. Die Eigenvektoren zu den Eigenwerten der Kovarianzmatrix sind dabei die „Ladungen“ der Zeitreihen, woraus wiederum die Principal Components generiert werden. Mit der Projektion dieser Hauptkomponenten werden dann die  $k$  verschiedenen Zeitreihen modelliert und prognostiziert.

Im vorliegenden Modell werden die Zeitreihen grundsätzlich als Linearkombinationen mehrerer Principal Components dargestellt. Beispielsweise werden die altersspezifischen Geburtenziffern deutscher Frauen  $x_{i,t}$  für die Altersgruppen  $i = 15, \dots, 49$  modelliert als

$$\ln(x_{i,t}) = c_1 + \sum_{k=1}^n c_{k+1} \cdot pc_{k,t} + \epsilon_t;$$

wobei  $pc_{k,t}$  die ersten  $n$  Hauptkomponenten der Gruppe  $\ln(x_{i,t})$  und  $\epsilon_t$  der Fehlerterm sind.

In der Literatur finden sich inzwischen verschiedene Erweiterungen und Verfeinerungen des Lee-Carter-Modells<sup>3</sup>. So gehen zum Beispiel Lundström/Qvist (2004) auf Trendverschiebungen in den Zeitreihen ein und O'Hare/Li (2014) versuchen Strukturbrüche in den Mortalitätsdaten im Modell besser abzubilden (für einen Überblick siehe Booth/Tickle 2008): Neben verschiedenen parametrischen Modellen erweitern sie den Lee-Carter-Ansatz zu Principal-Components-Modellen höherer Ordnung, d.h. mehr als eine Komponente wird

<sup>3</sup> Siehe beispielsweise Hansen/Pflaumer 2011, Lee/Miller 2001 und Lee/Tuljapurkar 1994.

verwendet. Dieses Vorgehen, mit dem Ziel, die zugrundeliegenden Daten besser abzubilden und damit auch bessere Prognoseergebnisse zu erzielen, wählen auch Renshaw/Haberman (2003) und wurde auch im vorliegenden Modell angewandt.

Dies führt wiederum unmittelbar zu der Frage, wie viele Principal Components sinnvoll oder notwendig sind. Im Fall von Mortalitätsdaten, die untereinander hoch korreliert sind, mag die Beschränkung auf nur eine Principal Component plausibel sein, wenn durch die erste Komponente bereits fast 98 Prozent der Varianz erklärt wird. Tabelle 1 zeigt einen Auszug aus der Analyse der Principal Components zu den logarithmierten Sterblichkeitsziffern von Frauen in Deutschland:

Sample: 1959 2012 54 Beobachtungen Eigenwerte				
	Wert	Kumulativ	Proportion	Proportion kum.
1	88,11268	88,11268	0,979	0,979
2	0,581571	88,69425	0,0065	0,9855
3	0,455152	89,1494	0,0051	0,9905
4	0,194933	89,34433	0,0022	0,9927
5	0,102843	89,44717	0,0011	0,9939
6	0,091454	89,53863	0,001	0,9949
7	0,077228	89,61586	0,0009	0,9957
8	0,04439	89,66025	0,0005	0,9962
9	0,036493	89,69674	0,0004	0,9966
10	0,031603	89,72834	0,0004	0,997
11	0,029206	89,75755	0,0003	0,9973
12	0,02795	89,7855	0,0003	0,9976

Tabelle 1: Principal Components Analysis (Auszug) für die Überlebenswahrscheinlichkeiten der Frauen

Alle anderen altersspezifischen Zeitreihen (Fertilität, Einbürgerungen, Zu- und Fortzüge) sind jedoch nicht so hoch kollinear. Die Frage nach der geeigneten Anzahl an Principal Components wurde bei Bozik/Bell (1987) im Hinblick auf altersspezifische Geburtenraten in den USA diskutiert. Peres-Neto/Jackson/Somers (2004) schlagen etliche mehr oder weniger aufwändige Verfahren vor. Aus Praktikabilitätsgründen favorisieren wir das Kaiser-Guttman-Kriterium: Es werden nur die Eigenvektoren mit einem Eigenwert  $\geq 1$  verwendet. Mit diesem Kriterium erreichen wir in den meisten Fällen mit einer akzeptablen Anzahl an Hauptkomponenten eine alles in allem befriedigende Erklärung der Varianz (Varianzabdeckung).

Wie Tabelle 2 zeigt, genügen für die Mortalitätsreihen eine bzw. zwei Principal Components, für die Fertilität und die Einbürgerungen sind es etwas mehr Komponenten, aber die Prognose der Migrationszeitreihen erfordert deutlich mehr Principal Components, um mindestens 90 Prozent der Varianz zu erklären.

Gruppe	Datenpunkte	Altersgruppen	Komponenten	abgedeckte Varianz
	Anzahl			
Mortalität m	54	90	2	97%
Mortalität w	54	90	1	98%
Fertilität D	23	35	3	96%
Fertilität A	23	35	4	92%
Einbürgerungen m	16	71	4	97%
Einbürgerungen w	16	71	4	98%
Zuzüge D m	24	91	10	94%
Zuzüge D w	24	91	7	95%
Zuzüge A m	24	91	11	94%
Zuzüge A w	24	91	7	95%
Fortzüge D m	24	91	8	95%
Fortzüge D w	24	91	7	93%
Fortzüge A m	24	91	6	95%
Fortzüge A w	24	91	6	96%

m=männlich, w=weiblich, D=Deutsche, A=Ausländer

Tabelle 2: Übersicht Daten und Hauptkomponenten

#### 4.1.2 Modellierung der Hauptkomponenten

Die Schätzung und Prognose der Hauptkomponenten erfolgt ähnlich wie bei Lee-Carter (1992) mit stochastischen Prozessen. Dort wird die erste Hauptkomponente modelliert als Random Walk mit Drift. Hier werden meist mehrere (vgl. Tab. 2) Principal Components unter Verwendung von autoregressiven (AR) oder Moving-Average-Prozessen (MA) dargestellt und prognostiziert. Beispielsweise deutet eine hohe Autokorrelation in den ersten Lags bei der zweiten Hauptkomponente der Geburtenziffern deutscher Frauen  $pc\_cfr\_d2$  auf eine geeignete Modellierung mit AR(p)-Termen hin. So ergibt die Modellierung mit Hilfe eines AR(2)-Prozesses

$$pc\_cfr\_d2 = \underbrace{c_1 + c_2 x_t + \epsilon_t}_y \quad \text{mit} \quad x_t = a_1 x_{t-1} + a_2 x_{t-2} + \epsilon'_t$$

mit dem AR(2)-Prozess  $x_t$  den Fehlertermen  $\epsilon_t$  und  $\epsilon'_t$ .

Die getesteten Modellierungen reichen von AR(1) bzw. MA(1) bis zu ARMA(2,2). Nach dem Korrelogramm der Residuen wurde ein AR(2)-Prozess ausgewählt, da sowohl das Schwarz Kriterium (vgl. Schwarz 1978) der Modellgüte als auch das Hannan-Quinn Kriterium (vgl. Hannan-Quinn 1979) hier minimal waren.

Grundsätzlich weisen die jeweils ersten Hauptkomponenten einen stark fallenden oder steigenden Trend auf. Das kann zu unmöglichen oder zumindest unsinnigen Ergebnissen führen. Zum einen gibt es natürliche Grenzen (z.B. eine 100 %-Quote), zum anderen ist die Beschränkung manchmal auch dort erforderlich, wo es zwar keine "natürlichen" Grenzen gibt, aber einige denkbare Ergebnisse höchst unplausibel sind. So ist zum Beispiel ein Anstieg der Geburtenzahlen innerhalb weniger Jahre sicherlich auch nach oben begrenzt. Stark trendbehaftete Principal Components führen hier eventuell zu unplausiblen

Verläufen. Um dies zu vermeiden wurde für die betreffenden Principal Components ein logistischer Funktionsansatz gewählt: Bei gegebenem Sättigungsniveau  $SN$  setzt man statt  $pc = y$  wie in Kap. 4.1.2

$$pc = \frac{SN}{1 + \exp(y)}$$

Damit ergibt sich für  $0 < pc < SN$ :

$$\ln\left(\frac{SN}{pc} - 1\right) = y.$$

Grundsätzlich können die Principal Components auch negative Werte annehmen. Der Logarithmus wäre dann für den Ausdruck nicht definiert. Abhilfe verschafft eine Parallelverschiebung der Principal Components um  $k$ . Damit verschiebt sich aber auch das Sättigungsniveau  $SN$  zu  $SN^*$

$$\ln\left(\frac{SN^*}{pc + k} - 1\right) = y$$

$SN$  bzw.  $SN^*$  und  $k$  werden in den Gleichungen wie die anderen Koeffizienten mit Maximum-Likelihood geschätzt.

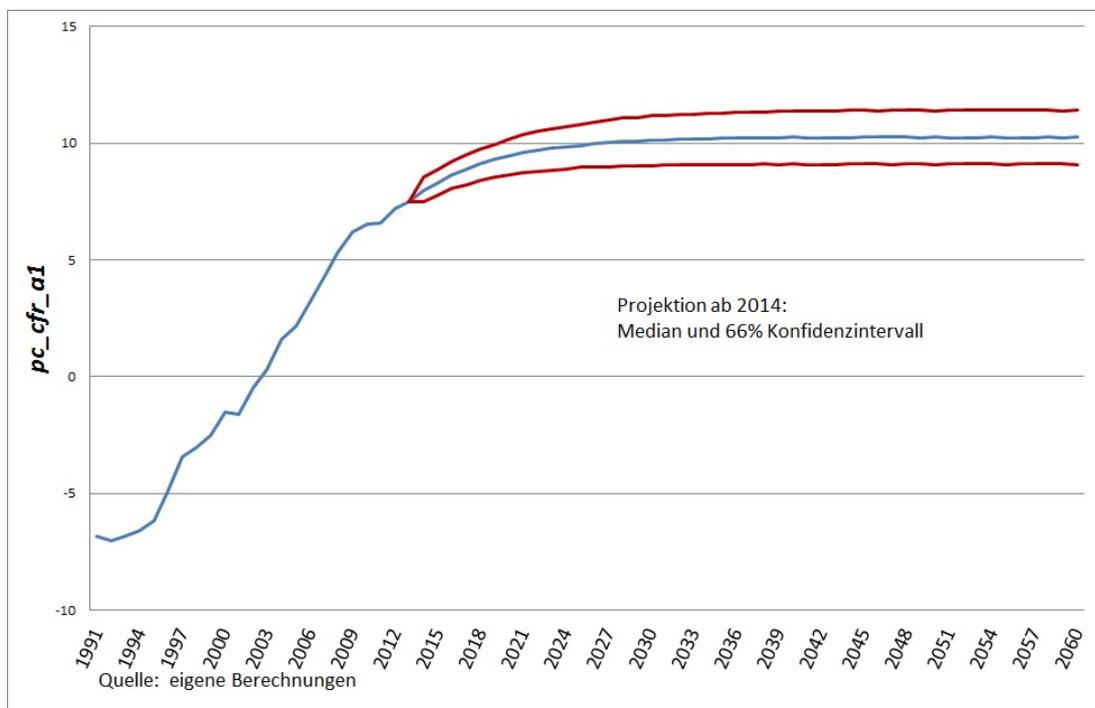


Abbildung 5: Erste Hauptkomponente Geburtenziffern ausländischer Frauen, 1991 bis 2060

Zum Beispiel wird die erste Hauptkomponente der Geburtenziffern ausländischer Frauen

$pc\_cfr\_a1$ , die einem starken Trend unterliegt, mit einem logistischen Ansatz geschätzt. Die Gleichung enthält allerdings keinen autoregressiven Term, da dieser hier keinen zusätzlichen Erklärungsgehalt liefert. Mit der Schätzgleichung

$$\ln\left(\frac{SN^*}{pc\_cfr\_a1 + k} - 1\right) = c_1 + c_2t + \theta_t$$

ergibt sich die in Abbildung 5 dargestellte Prognose, wobei  $SN^* = 19,51$  ist und  $k = 9,25$ .

## 4.2 Erwerbsbeteiligung

Für die Höhe der Erwerbsbeteiligung spielt – neben strukturellen Einflüssen – die Arbeitsmarktlage die zentrale Rolle. Ein bekanntes Phänomen ist, dass die Zahl derjenigen, die im Konjunkturabschwung ihren Arbeitsplatz verlieren, größer ist als die Zunahme bei den Arbeitslosen, und vice versa. In der Literatur wird dies als „discouragement effect“ bzw. – im umgekehrten Fall – als „added worker effect“ diskutiert (ausführlich Holst/Schupp 2000; vgl. auch Fuchs/Weber 2013).

Aus diesem Grund gingen in die Schätzgleichungen verschiedene die Arbeitsmarktsituation beschreibende Indikatoren ein, wie die amtliche Arbeitslosenquote, gruppenspezifische Arbeitslosenquoten sowie die Relation der Offenen Stellen zu den Erwerbspersonen (siehe Übersicht unten). Aufgrund der hohen Multikollinearität wurde pro Gleichung nur einer dieser Beschäftigungsindikatoren verwendet. Die Auswahl orientierte sich an der umfangreichen Literatur (vgl. Fuchs/Weber 2005) und an statistischen Kriterien.

Aufgrund der Differenzierung nach Geschlecht, Deutschen und Ausländern sowie zehn Altersgruppen, die das Altersintervall 15 bis 64 Jahre abdecken, waren für 40 Gruppen Gleichungen zu schätzen.<sup>4</sup>

Der Stützzeitraum reicht von 1991 bis 2013. Wie bei der Bevölkerung wurden alle Berechnungen für Gesamtdeutschland durchgeführt.

Geschätzt wurde für jede der genannten 40 Bevölkerungsgruppen eine Gleichung vom folgenden Typ:

$$\ln\left(\frac{\hat{a}_{jt}}{(1 - \hat{a}_{jt})}\right) = \text{logit}(\hat{a}_{jt}) = b_0 + bZ_t + cK_t \quad (1)$$

<sup>4</sup> In Deutschland arbeiten durchaus viele Menschen auch über das 65. Lebensjahr hinaus. Das Erwerbspersonenpotenzial wird deshalb für die Altersgruppe 15 bis 74 Jahre ermittelt. Für die 65- und 66-Jährigen wird im Prognosezeitraum das Renteneintrittsalter angehoben, so dass ein deutlicher Anstieg der Erwerbsbeteiligung zu erwarten ist (vgl. Hochfellner/Burkert 2013). In Anlehnung an frühere Berechnungen wurde dies mit einem Anpassungsszenario modelliert (vgl. Fuchs 2006). Bei den noch Älteren wird mit unveränderten Erwerbsquoten gerechnet.

wobei  $\hat{a}_{jt}$  das geschätzte Logit der effektiven (statistisch gemessenen) Erwerbsquote  $a_{jt}$ <sup>5</sup> ist,  $b_0$ ,  $b$  und  $c$  sind Regressionsparameter,  $Z_t$  ist ein Regressor, der nicht unmittelbar die Arbeitsmarktlage beschreibt (eventuell auch mehrere Variablen, also ein Vektor), z.B. die Teilzeitquote, ein Trendglied oder die verzögerte Endogene selbst.  $K_t$  repräsentiert einen Regressor, der als Indikator für die Arbeitsmarktlage dient, z.B. die Arbeitslosenquote. Sowohl  $Z_t$  als auch  $K_t$  wurden in verschiedenen Gleichungen auch verzögert verwendet. Der Index  $j$  steht für die Subpopulation und wurde auf der rechten Seite der Einfachheit halber weggelassen.

Der Beschäftigungsindikator  $K$  bildet die Schwankungen der mit dem MZ gemessenen Erwerbsquote  $a$  ab, die auf Veränderungen der Arbeitsmarktlage zurückzuführen sind. Eine Verschlechterung der Arbeitsmarktlage drückt einerseits die Erwerbsquoten nach unten und geht andererseits einher mit schlechteren Werten für den Beschäftigungsindikator. Das zu erwartende Vorzeichen für den Parameter  $c$  des Beschäftigungsindikators ist damit eindeutig festgelegt. Welches Vorzeichen zu erwarten ist, hängt zum einen vom Indikator ab, zum anderen, ob der „discouragement“ oder der „added worker effect“ überwiegt. In der Literatur für Deutschland wird regelmäßig von einem stärkeren „discouragement“ ausgegangen, obgleich beide Phänomene durchaus gleichzeitig wirken können (Fuchs/Weber 2015).

Um ein Beispiel zu geben: Je höher die Arbeitslosenquote ist, umso niedriger sollte im Falle von „discouragement“ die Erwerbsquote  $a$  sein; also sinkt mit höheren Werten von  $K$  die Erwerbsquote  $a$ . Der Einfluss von  $cK$  muss somit negativ sein. Weil  $K$  immer positiv ist, muss der Regressionsparameter  $c$  beim Beschäftigungsindikator Arbeitslosenquote – bei „discouragement“ – kleiner Null sein.

Der Einfluss der Quote der Offenen Stellen verläuft umgekehrt: Je mehr Offene Stellen, umso besser die Arbeitsmarktlage, umso höher sollte die Erwerbsquote  $a$  sein; also steigt bei „discouragement“ mit höheren Werten von  $K$  der Wert von  $a$ . Der Einfluss von  $cK$  muss somit positiv sein. Weil  $K$  immer positiv ist, muss der Regressionsparameter  $c$  beim Beschäftigungsindikator „Offene Stellen-Quote“ größer Null sein.

Der Übergang von den geschätzten Erwerbsquoten aus Gleichung (1) zu den im Weiteren verwendeten Potenzialerwerbsquoten beruht auf der Überlegung, was – unter sonst gleichen Bedingungen – die Hochkonjunktur von einer schlechten Arbeitsmarktlage unterscheidet. Im Falle einer (länger anhaltenden) Hochkonjunktur sollte der Arbeitsmarktkonjunkturindikator einen Wert annehmen, den man als „Vollbeschäftigungswert“ bezeichnen könnte (vgl. Weber 2014). Wenn eine Gleichung die Arbeitslosenquote als Beschäftigungsindikator enthält, wäre der Vollbeschäftigungswert eine extrem niedrige Arbeitslosenquote.<sup>6</sup>

Es sei  $K^v$  der Wert, den der Beschäftigungsindikator  $K$  bei Vollbeschäftigung am Arbeitsmarkt annimmt. Ersetzt man in der Gleichung den in einem Jahr  $t$  tatsächlich gemessenen

<sup>5</sup> Die Erwerbsquote  $a_{jt}$  berechnet sich aus den Erwerbstätigen und Erwerbslosen, bezogen auf die Bevölkerung. Teil der linken Seite der Gleichung (1) sind damit die Erwerbslosen. Auf der rechten Seite steht bei den meisten Gleichungen als Beschäftigungsindikator die amtliche Quote der registrierten Arbeitslosen

<sup>6</sup> „Vollbeschäftigung“ ist eine sprachliche Vereinfachung. Genauer wäre die Formulierung, dass bei einer sehr niedrigen Arbeitslosenquote keine Stille Reserve mehr existiert.

Wert  $K_t$  durch den Vollbeschäftigungswert  $K_t^v$ , dann ergibt das die Erwerbsquote unter Vollbeschäftigungsbedingungen  $a_{jt}^v$ .

$$\text{logit}(\hat{a}_{jt}^v) = b_0 + bZ_t + cK_t^v \quad (2)$$

Gleichung (2) simuliert im Prinzip eine Vollbeschäftigungssituation, denn die Potenzialerwerbsquote  $\hat{a}_{jt}^v$  drückt aus, wie hoch in einem bestimmten Jahr  $t$  die Erwerbsbeteiligung bei Vollbeschäftigung wäre. Der Vollbeschäftigungswert  $K^v$  kann dabei selbst durchaus variabel sein, d.h.  $K^v$  muss nicht über den gesamten Zeitraum konstant sein (vgl. Fuchs 2009). Deshalb enthält die Spezifikation von  $K_t^v$  den Zeitindex  $t$ .

Die übrigen, mit dem Vektor  $Z$  erfassten Variablen bilden die anderen Rahmenbedingungen der Erwerbsbeteiligung ab, z.B. die Teilzeitquote der Frauen, der Anteil der Studenten an der Bevölkerung, usw. Die Vorauswahl orientierte sich an der Literatur zum Thema Erwerbsbeteiligung bzw. „discouragement“ (vgl. Fuchs/Weber 2005). Übersicht 1 listet die Variablen auf, die sich als signifikant erwiesen und in die Schätzgleichungen eingingen.

### Übersicht 1: Exogene Variablen

#### Arbeitslosenquoten:

- Arbeitslosenquote bezogen auf abhängige zivile Erwerbspersonen
- Arbeitslosenquote bezogen auf zivile Erwerbspersonen
  - Insgesamt
  - Nach Geschlecht
  - Ausländer
  - Jugendliche unter 20 Jahren
- Arbeitslosenquote von teilzeitbeschäftigten Frauen

#### Offene Stellen:

- Bestand an gemeldeten Stellen bezogen auf abhängige zivile Erwerbspersonen
- Bestand an gemeldeten sozialversicherungspflichtigen Stellen bezogen auf abhängige zivile Erwerbspersonen

#### Bildung:

- Anteil Studenten nach Geschlecht und Alter (20-24 Jahre, 25-29 Jahre)  
*signifikant: Männer 20-24 Jahre, Männer 25-29 Jahre, Frauen 20-24 Jahre*

#### Haushaltssituation:

- Teilzeitquote von Frauen
- Relation Frauen im Alter  $x$  zu Kinder im Alter  $y$  (mehrere Variablen mit unterschiedlichen Werten für  $x$  und  $y$ )  
*signifikant: Frauen 35-39 Jahre Kinder 5-9 Jahre*

#### Sonstige:

- Durchschnittliches Zugangsalter von Rentenversicherten wegen Alters nach Geschlecht  
*signifikant: Männer 60-64 Jahre*
- Lohnvariable (Tagesentgelt sozialversicherungspflichtig Beschäftigter)nach Geschlecht für Deutsche und Ausländer  
*signifikant: ausländische Männer 30-49 Jahre*

Beispielhaft sei hier die Schätzung der deutschen Frauen zwischen 40 und 45 Jahren angeführt. Die abhängige Variable ist das Logit der Erwerbsquote,  $\ln a \frac{\hat{j}^t}{(1-\hat{j}^t)}$  siehe Gleichung (1). Die Gleichung wird wie alle anderen mit Weighted Least Squares geschätzt, weil die Erwerbsquoten (Anteile) genauso wie die Logits der Erwerbsquoten heteroskedastisch sind. Als signifikanter Beschäftigungsindikator ergibt sich bei dieser Gruppe die Arbeitslosenquote für Frauen. Außerdem erweist sich die Teilzeitquote der Frauen und eine Dummy-Variable für 2005 als signifikant. Die Dummy-Variable modelliert die 2005 in Kraft getretene Arbeitsmarktreform, die auch unter Hartz IV bekannt ist, denn anschließend kam es zu einem erheblichen Anstieg der offenen Arbeitslosigkeit.<sup>7</sup>

Die Potenzialerwerbsquoten schließen damit neben den Erwerbstätigen und den Erwerbslosen auch die Stille Reserve ein, so dass das Erwerbspersonenpotenzial auch die Summe dieser drei Komponenten ist. Bei einer sehr guten Arbeitsmarktlage impliziert der Ansatz eine Stille Reserve von (nahezu) Null. Für die Prognose bedeutet dies, das Erwerbspersonenpotenzial kann tatsächlich als Potenzialgröße interpretiert werden, die angibt, wie viele Arbeitskräfte der Wirtschaft bei Vollauslastung zur Verfügung stehen.

---

<sup>7</sup> Außerdem wurde der MZ im Jahr 2005 von einer einmal jährlich erfolgenden zu einer monatlichen Erhebung umgestellt. Dies wirkte sich bei vielen Gruppen aus.

## 5 Ergebnisse

Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse der stochastischen Projektionen dargestellt, jeweils unter Angabe des Medians und des Konfidenzintervalls. Die Konfidenzintervalle basieren auf 5.000 Simulationsläufen (generiert mittels Bootstrap) und bilden nicht nur die Variabilität der Residuen ab, sondern berücksichtigen auch die Unsicherheit in den Koeffizienten. Für die im Weiteren ausgewiesenen Prognoseintervalle wird jeweils ein Konfidenzniveau von 66 Prozent gewählt. Der Median wird dem arithmetischen Mittelwert vorgezogen, weil er sich robuster gegenüber Ausreißern verhält.

### 5.1 Komponenten der Bevölkerungsprojektion

Für die Lebenserwartung von Neugeborenen ergibt sich im Modell für Jungen ein Anstieg von 77,8 Jahren (Ist-Wert aus der Sterbetafel 2010/2012) auf 85,5 Jahre und für Mädchen von 82,8 Jahren auf 88,6 Jahre; mit anderen Worten, unser Modell prognostiziert eine Annäherung der Sterblichkeit zwischen den Geschlechtern. Dies entspricht auch der Entwicklung seit Ende der 1970er Jahre (vgl. Eisenmenger/Emmerling 2011).

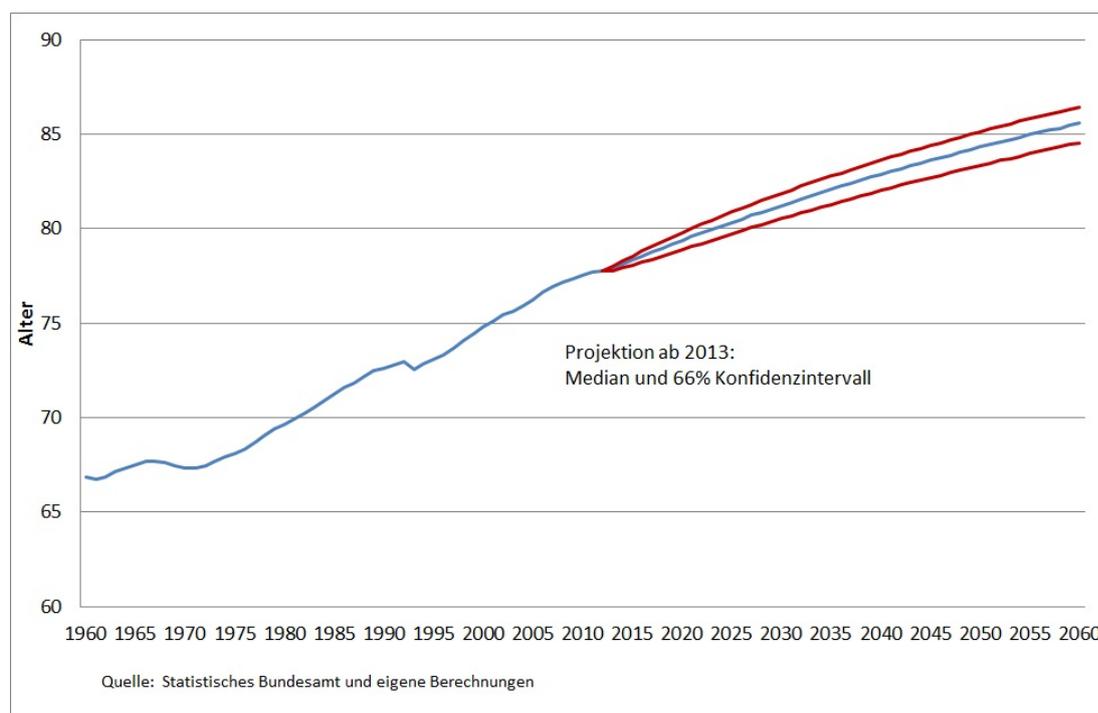


Abbildung 6: Lebenserwartung neugeborener Jungen in Deutschland, 1959 bis 2060

Nach unseren Schätzungen liegt das 66-Prozent-Konfidenzintervall (vgl. Abb. 6) für neugeborene Jungen zwischen 84,5 und 86,4 Jahren und ist damit relativ schmal. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten sind also aus den Vergangenheitsdaten relativ gut prognostizierbar. Für die neugeborenen Mädchen ist das Konfidenzintervall vergleichbar schmal. Nach heutigem Erkenntnisstand unabsehbare Strukturbrüche lassen sich aber natürlich nicht ausschließen.

Der Fertilitätsunterschied zwischen deutschen und ausländischen Frauen wird im Modell geringer. Danach sinkt die TFR der Ausländerinnen vom derzeitig (hohen) Niveau von 1,8

Kindern pro Frau in 2013 auf 1,77 in 2060. Bei den deutschen Frauen kommt es dagegen zu einem Anstieg von 1,37 Kindern in 2013 auf 1,48 in 2060. Nach unseren Projektionsergebnissen ist das darauf zurückzuführen, dass die Geburtenrate der ohnehin geburtenstärksten Altersgruppe zwischen 30 und 35 Jahren – wie auch schon in der jüngeren Vergangenheit – zunimmt. Außerdem steigt die Rate in den oberen Altersgruppen. So erhöhen sich die altersspezifischen Geburtenraten von Frauen zwischen 36 und 49 Jahren im Modell bis 2060 durchschnittlich um ein Drittel. Geringfügig fallende Geburtenraten der unter 30-jährigen Frauen spielen im Gegenzug eine geringere Rolle für die Gesamtentwicklung.

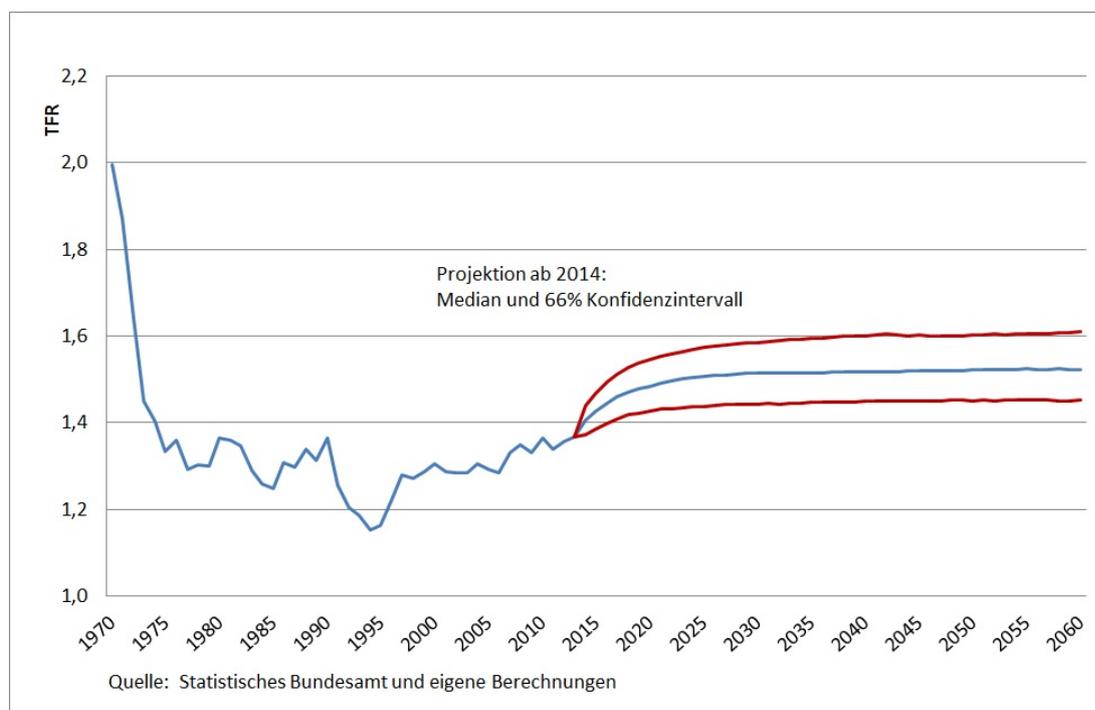


Abbildung 7: Zusammengefasste Geburtenziffer (TFR) deutscher Frauen, 1970 bis 2060

Der Anstieg auf fast 1,5 Geburten pro Frau entspricht in etwa dem, was Demografen langfristig aufgrund von Schätzungen des „Tempo Effekts“ erwarten. Dieser Tempo Effekt ergibt sich aus den Verschiebungen der altersspezifischen Geburtenraten hin zu höheren Altersjahren (d.h. weil Mütter immer später gebären), sofern die aufgeschobenen Geburten am Ende nicht ganz ausbleiben (vgl. z.B. Luy/Pöttsch 2010). Weil - schon aus natürlichen Gründen – langfristig ein Ende dieses Prozesses zu erwarten ist, ist quasi automatisch mit einem Anstieg der TFR zu rechnen.

Anders als die natürliche Bevölkerungsbewegung (Fertilität und Mortalität), die eher langfristig wirkt und relativ stabil über die Zeit bleibt, kann das Wanderungsgeschehen recht unmittelbar Umfang und Struktur der Bevölkerung und damit auch das Erwerbspersonenpotenzial, die hier letztlich zu schätzende Größe, verändern.<sup>8</sup> Aber die Variabilität der Wanderungsströme ist ungleich höher und damit auch die Unsicherheit der Prognosen.

Seit der Wiedervereinigung beläuft sich die Nettozuwanderung von Nichtdeutschen auf durchschnittlich ca. 200.000 Personen pro Jahr. Dabei hatten Sondereffekte wie die euro-

<sup>8</sup> Zum Einfluss der verschiedenen Komponenten auf das Erwerbspersonenpotenzial siehe auch Fuchs/Söhnlein (2007)

päische Wirtschafts- und Finanzkrise sowie kriegerische Konflikte, die Jugoslawienkriege und aktuell im Nahen Osten, einen bedeutenden Einfluss, weil sie die Zuwanderung, insbesondere von Flüchtlingen, nach Deutschland zeitweise stark erhöhten (vgl. Fuchs/Kubis/Schneider 2015). Dieser Sondereffekt wird im Modell ab 2015 durch ein „Add-on“, also einem Aufschlag, mit regressivem Verlauf abgebildet. Infolgedessen sinkt die Nettozuwanderung im Prognosezeitraum vom derzeit hohem Ausgangsniveau (über eine Million in 2015) auf jährlich 120.000 ausländische Personen ab 2030. Zwar wird auch noch für 2060 ein enormes Zuzugsniveau prognostiziert (über 1,1 Millionen), aber das wird durch hohe Fortzugszahlen teilweise ausgeglichen. Letztere steigen, weil die Fortzüge in Abhängigkeit vom Bestand modelliert sind.

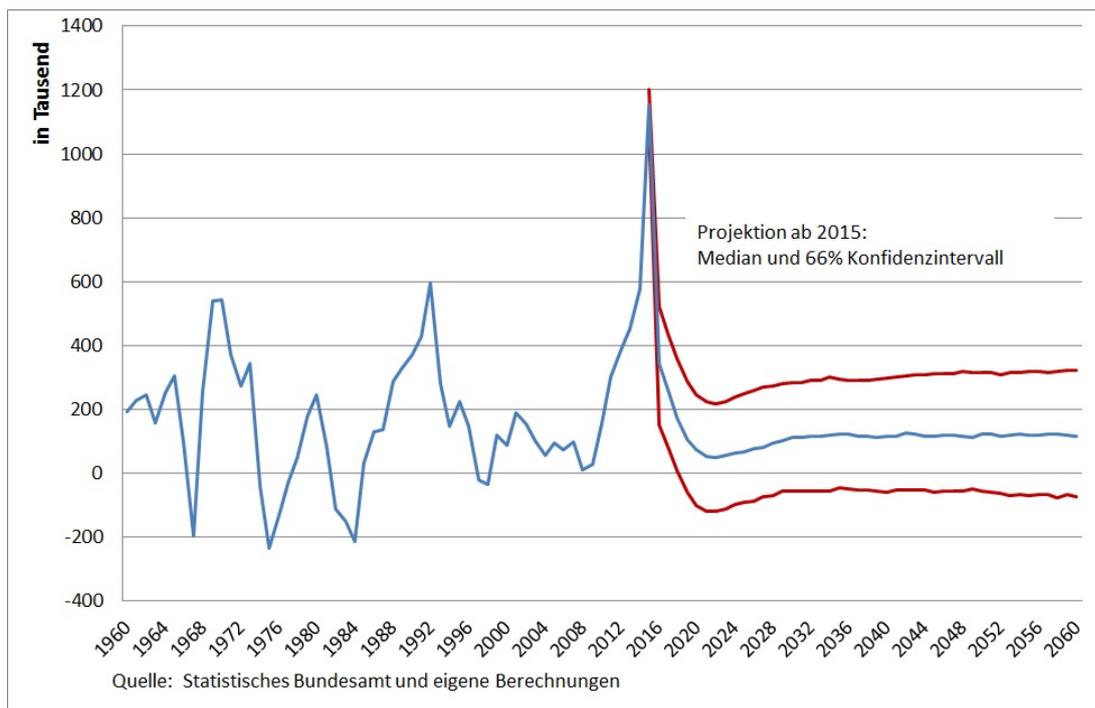


Abbildung 8: Wanderungssaldo von Ausländern, 1960 bis 2060

Die Zu- und Fortzüge von deutschen Staatsbürgern spielten in der jüngeren Vergangenheit quantitativ keine bedeutende Rolle. Im Durchschnitt der letzten 10 Jahre sind pro Jahr ca. 35.000 deutsche Staatsbürger mehr ins Ausland fortgezogen als aus dem Ausland nach Deutschland kamen. Nach den letzten verfügbaren Daten lag dieser Saldo im Jahr 2014 bei ca. -26.000 Personen.

## 5.2 Bevölkerung

Nach unseren Berechnungen wird die Bevölkerung in Deutschland nach einem leichten Anstieg auf ca. 82 Millionen Personen in den nächsten Jahren - bedingt durch die hohe Zuwanderung derzeit - kontinuierlich fallen, und zwar auf ein Niveau von nur noch gut 75 Millionen Menschen in 2060. Das entspricht in etwa der Bevölkerungsgröße Mitte der 1960er Jahre, wobei damals 58 Millionen der BRD zuzurechnen waren und 17 Millionen der ehemaligen DDR (in 1964).

Aus dem Konfidenzintervall lässt sich ableiten, dass die Bevölkerungszahl mit einer Wahrscheinlichkeit von 66 Prozent zwischen etwa 68 und 81 Millionen liegen wird. Damit ist im Übrigen das Spektrum der Varianten der 13. Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes abgedeckt. Zur Erinnerung: Die derzeitige sehr hohe Zuwanderung ist in unserem Modell bereits berücksichtigt.

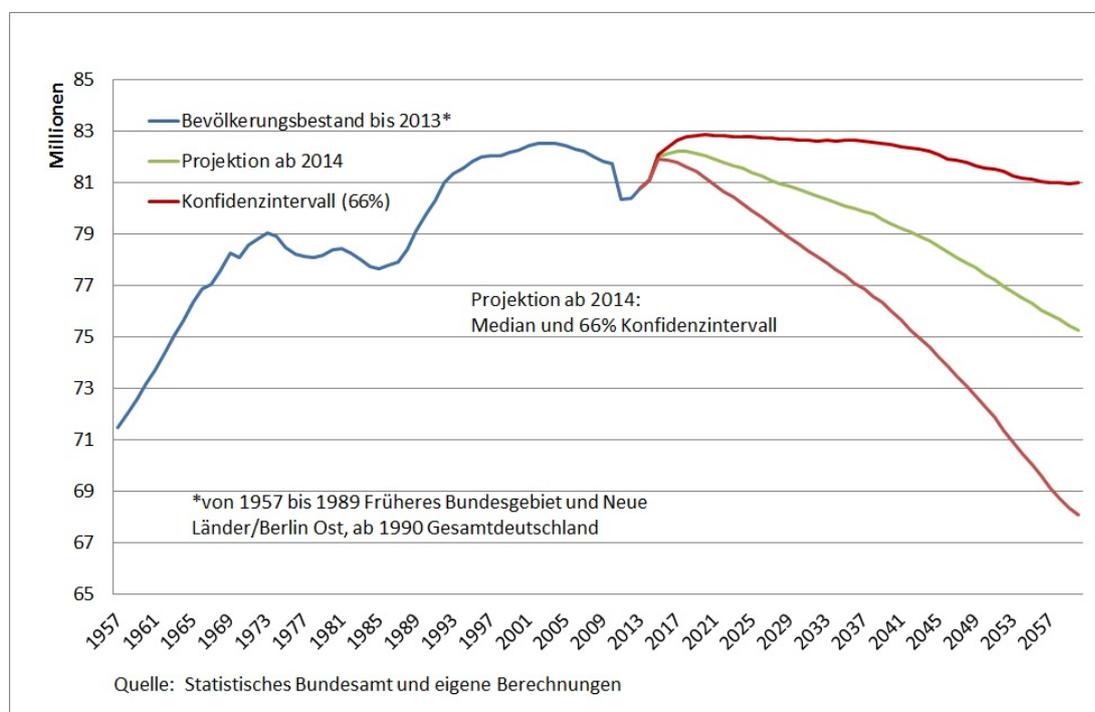


Abbildung 9: Bevölkerung in Deutschland

Neben dem Rückgang in absoluten Zahlen werden die Einwohner Deutschlands auch zunehmend älter sein. Das Medianalter von 44,5 Jahren für Männer und 46,8 Jahren für Frauen im Jahr 2013 wird kontinuierlich steigen und seinen Höchstwert im Jahr 2050 erreichen, mit 47,2 bzw. 50,1 Jahren für Männer respektive Frauen. Danach sinkt es wieder. Im Jahr 2060 werden 50 Prozent aller Frauen mindestens 49,4 Jahre alt sein und 50 Prozent aller Männer mindestens 47 Jahre (siehe Tabelle 3).

Im Zusammenhang mit der Belastung des Sozialsystems durch den demografischen Wandel wird sehr häufig die Entwicklung des sogenannten Unterstützungsquotienten betrachtet. Der Unterstützungsquotient ist hier definiert als die unter 15-Jährigen zuzüglich der über 66-Jährigen, dividiert durch die Bevölkerung zwischen 15 und 66 Jahren. Er setzt sich aus dem Altenquotienten (das Verhältnis der älteren Bevölkerung zu der im erwerbsfähigen

Medianalter		
	männlich	weiblich
1960	31,3	37,7
1970	31,8	37,2
1980	33,4	39,5
1990	35,5	39,9
2000	38,8	41,7
2010	43,5	45,7
2013	44,5	46,8
2020	44,7	48,0
2030	45,6	48,6
2040	46,9	49,9
2050	47,2	50,1
2060	47,0	49,4

Tabelle 3: Medianalter (bis 2013 StBA, Berechnungen des Bundesinstituts für Bevölkerungsforschung, ab 2020 Prognose IAB)

Alter) und dem Jugendquotienten (das Verhältnis Jüngere zur Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter) zusammen. Nach unserer Projektion wird es zu einem deutlichen Anstieg des Unterstütsquotienten kommen, der von 0,47 auf fast 0,66 steigt, d.h. die Relation derjenigen, die nicht im Erwerbsalter sind zur Zahl der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter nimmt um 43 Prozent zu (vgl. Abb. 10). Wie man aus der Abbildung erkennen kann, ist der Anstieg des Gesamtquotienten ausschließlich dem Altenquotienten geschuldet. Er springt innerhalb weniger Jahre von 0,27 auf über 0,45, ein Anstieg um fast 67 Prozent. Der Jugendquotient bleibt dagegen im Prognosezeitraum relativ konstant bei ca. 0,2.

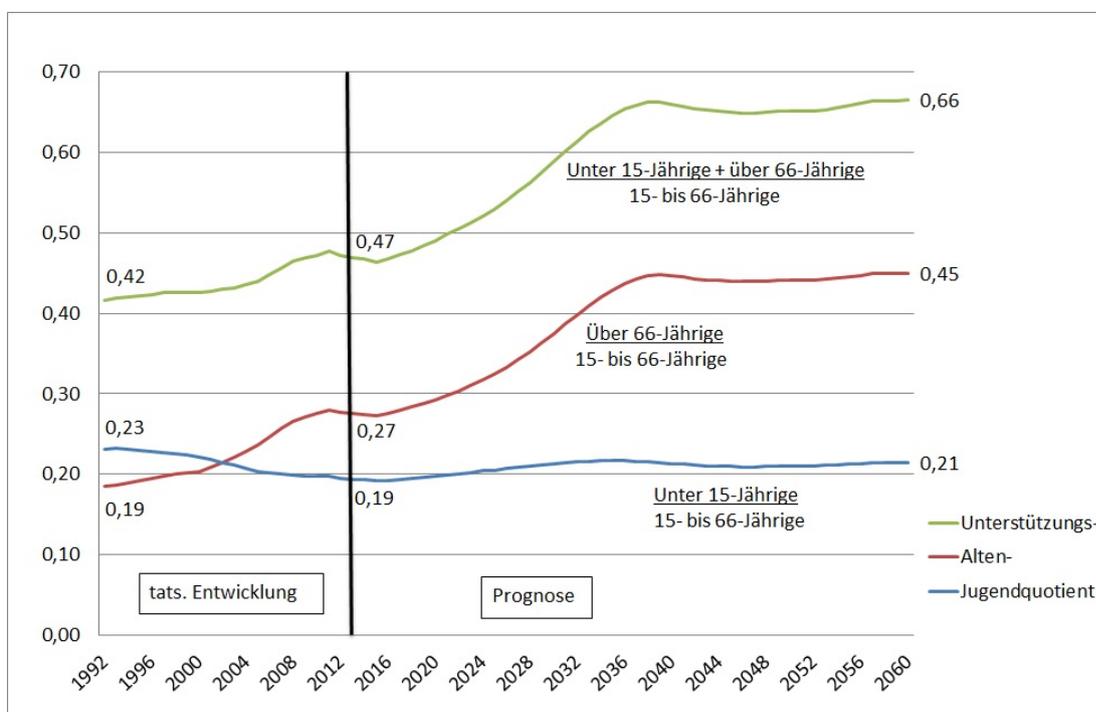


Abbildung 10: Unterstütsquotient, Alten- und Jugendquotient, 1992 bis 2060

Überdurchschnittlich sinkt die Bevölkerung im Erwerbsalter (Altersintervall 15 bis 66). In 2060 wird diese Bevölkerungsgruppe um fast 18 Prozent kleiner sein als in 2013. Der

Rückgang von ca. 55 Millionen auf etwa 45 Millionen ist in Abbildung 11 dargestellt. Die Gesamtbevölkerung verringert sich im gleichen Zeitraum nur um 7 Prozent. Sobald die geburtenstärksten Jahrgänge das Rentenalter erreicht haben, so um das Jahr 2030, schwächt sich die Abwärtsbewegung sichtbar ab. Solange die Geburtenrate (viel) zu weit unter dem für den langfristigen Bevölkerungserhalt notwendigen Niveau liegt, ist aber kein Ende des negativen Trends abzusehen.

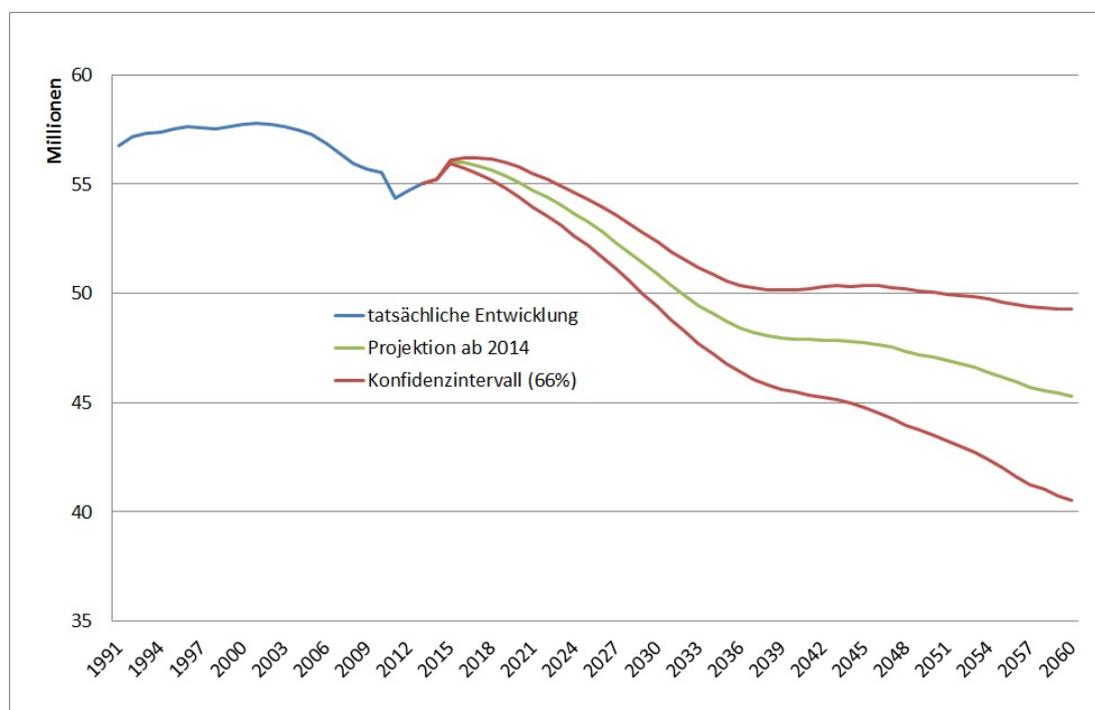


Abbildung 11: Bevölkerung im Erwerbsalter (hier zwischen 15 und 66 Jahren) in Deutschland, 1991 bis 2060

### 5.3 Erwerbsbeteiligung

Für das Erwerbspersonenpotenzial ist neben der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter die Erwerbsbeteiligung entscheidend. Wie bereits erwähnt (vgl. Kap. 3.5), korrigieren wir die in das Modell einfließenden Erwerbsquoten im Hinblick auf die Untererfassung der geringfügigen Beschäftigung mittels der bei der BA geführten Daten der Beschäftigungsstatistik (vgl. auch Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2009). Die Potenzialerwerbsquoten, die man damit erhält, mussten jedoch für das vorliegende Modell noch einmal nach oben korrigiert werden. Der Schritt geschah, weil die Erwerbstätigenzahl aus der Erwerbstätigenrechnung (ETR) des StBA – im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen – von der Erwerbstätigenzahl abweicht, die aus dem MZ stammt. Für das Jahr 2014 weist das StBA beispielsweise eine Abweichung von 2,64 Millionen Erwerbstätigen aus (StBA 2016). Nach Angaben des StBA sind die Abweichungen vor allem im Bereich der marginalen Beschäftigung zu finden, etwa bei der Erfassung kleinerer (Neben-)Jobs oder bei Tätigkeiten im Graubereich zur Schwarzarbeit. Die für unser Modell erforderlichen stark disaggregierten Erwerbsquoten können aber sinnvollerweise nur dem MZ entnommen werden.

Die nach der Korrektur um die geringfügige Beschäftigung verbleibende Untererfassung

– im Jahr 2014 insgesamt ca. 700.000 Personen – wurde entsprechend dem jeweiligen Bevölkerungsanteil auf die gruppenspezifischen Erwerbsquoten verteilt.

Die Prognose der Potenzialerwerbsquoten bis zum Jahr 2060 beruht zunächst auf einer Fortschreibung der exogenen Variablen. Dabei wird der Indikator der Beschäftigungslage konstant auf „Vollbeschäftigungslevel“ gehalten. Die übrigen Exogenen wurden als Trend fortgeschrieben oder gegebenenfalls auch konstant gehalten.

Die stochastischen Simulationen, auf Basis der Varianz von Bootstrap-Schätzungen, ergeben im Durchschnitt (Median) folgende künftige Entwicklungen:

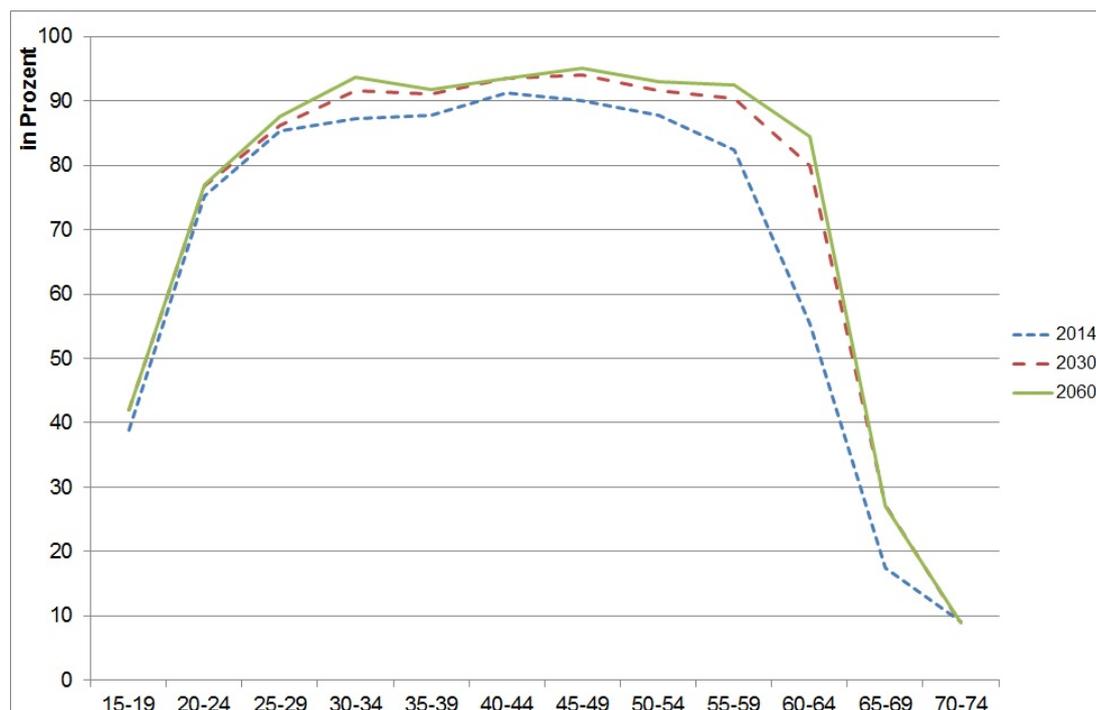


Abbildung 12: Erwerbsbeteiligung von deutschen Frauen

Für die deutschen Frauen wird ein deutlicher Anstieg der Erwerbsbeteiligung prognostiziert (vgl. Abb. 12). Im Jahr 2014 liegt die Erwerbsbeteiligung lediglich bei den 40- bis 49-jährigen Frauen bei etwa 90 Prozent. Bereits für 2030 wird eine ähnlich hohe Beteiligung für die Gruppe der 30- bis 59-Jährigen angenommen. Bis 2060 steigt die Erwerbsbeteiligung in diesen Altersgruppen weiter an, wenn auch in einem deutlich geringen Umfang. Diese Entwicklung schreibt im Prinzip fort, was seit Jahrzehnten in Deutschland zu beobachten ist und durch Änderungen vieler sozioökonomischer Rahmenbedingungen (Teilzeitarbeit, Bildungsbeteiligung, Fertilität) gestützt wird. Die größten Anstiege werden für die 55-Jährigen und Älteren bis 2030 erwartet, als Folge der Änderungen bei der gesetzlichen Altersrente. Die Einführung der „Rente mit 67“ wird bis 2030 abgeschlossen sein.

Bei den deutschen Männern gibt es dagegen kaum noch Potenzial für eine Ausweitung der Beschäftigung. Die Beteiligung der Männer am Erwerbsleben ist in den mittleren Altersgruppen sehr hoch und liegt bei ca. 98 Prozent und bleibt voraussichtlich auch in Zukunft so hoch (vgl. Abb. 13). Höhere Erwerbsquoten bei den Älteren sind, wie bei den Frauen, auf die Einführung der „Rente mit 67“ zurückzuführen. Zwischen 2014 und 2060

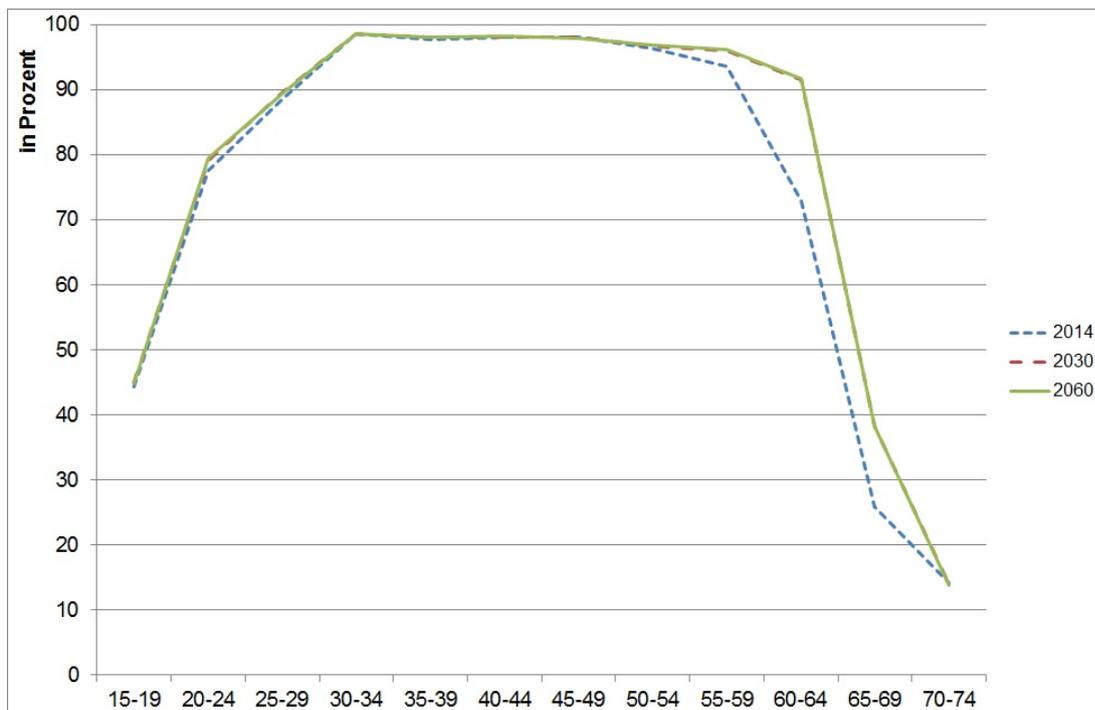


Abbildung 13: Erwerbsbeteiligung von deutschen Männern

steigt die Erwerbsbeteiligung der 60- bis 64-Jährigen von 72 auf 88 Prozent; bei den 65- bis 69-Jährigen erhöht sich die Erwerbsquote um 12 Prozentpunkte auf 38 Prozent.

Auch die Potenzialerwerbsquoten der ausländischen Männer liegen im Jahr 2014 in den mittleren Altersgruppen bei gut 90 Prozent. Die Prognosen ergeben bis 2060 im Mittel einen weiteren moderaten Anstieg bis 2060 von zwei bis drei Prozentpunkten. Für die 20- bis 24-Jährigen, die 2014 eine Erwerbsbeteiligung von knapp 80 Prozent hatten, wird bis 2060 ein Zuwachs von beinahe 8 Prozentpunkten prognostiziert. Dies liegt vor allem an der im Vergleich zur deutschen Bevölkerung kürzeren Verweildauer im Bildungssystem. Ausländerinnen haben eine - in Relation zu den deutschen Frauen betrachtet - niedrige Erwerbsbeteiligung. Im Jahr 2014 gehörten lediglich 70 Prozent der 35- bis 59-Jährigen zum Erwerbspotenzial. Bis 2060 werden für die Ausländerinnen von allen vier demografischen Gruppen (Männer/Frauen, Deutsche/Ausländer) zwar die größten Anstiege prognostiziert, dennoch bleibt ihre Arbeitsmarktbeteiligung weiterhin niedrig.

Exemplarisch zeigt Abbildung 14 für die 30- bis 34-jährigen Ausländerinnen im Projektionszeitraum einen Anstieg der Erwerbsquote um etwa fünf Prozentpunkte. Das Konfidenzintervall schmiegt sich so eng um den Median der Projektion, dass man mit einer hohen Wahrscheinlichkeit künftig von einer höheren Erwerbsbeteiligung dieser Gruppe ausgehen kann.

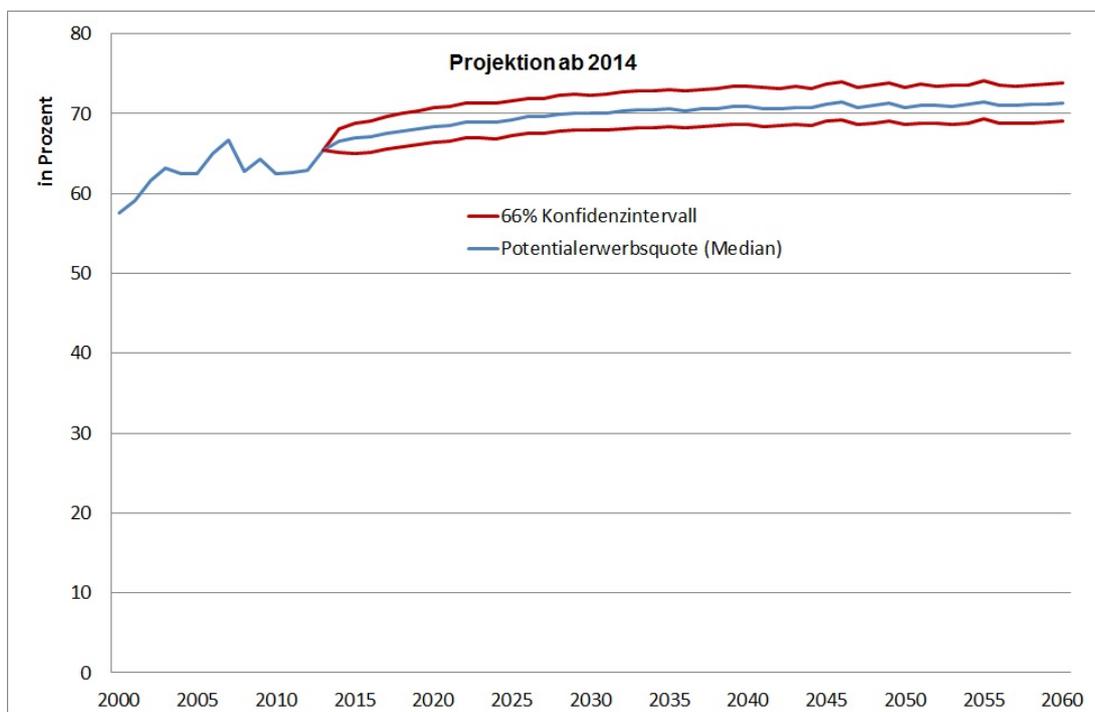


Abbildung 14: Erwerbsquote der 30- bis 34-jährigen Ausländerinnen, 2000 bis 2060

#### 5.4 Erwerbspersonenpotenzial

Nach unserer Projektion sinkt das Erwerbspersonenpotenzial von 45,5 Millionen (2014) um gut 6 Millionen auf 39,5 Millionen Personen bis zum Jahr 2060 (vgl. Abb. 15). Mit dem Ausscheiden der Baby-Boomer aus dem Erwerbsleben erreicht die demografische Komponente eine Stärke, die durch Zuwanderung oder höhere Erwerbsquoten kaum ausgeglichen werden kann. So sinkt das Erwerbspersonenpotenzial zwischen 2014 und 2060 um 13 Prozent, während die zugrundeliegende Bevölkerung der 15- bis 74-Jährigen um knapp 15 Prozent und die Zahl der 15- bis 66-Jährigen sogar um 18 Prozent abnimmt. Sobald die Generation der Baby-Boomer ins Rentenalter gewechselt ist, um 2030 herum, schwächt sich der demografische Effekt ab und mit ihm der Rückgang des Erwerbspersonenpotenzials. Trotzdem sinkt es weiter, eine Folge weiterhin abnehmender Kohortenstärken. Das Konfidenzintervall der Projektion zeigt zwar eine bedeutende Unsicherheit hinsichtlich der künftigen Entwicklung des Erwerbspersonenpotenzials, jedoch läge ein konstanter Verlauf deutlich außerhalb des Konfidenzbandes.

Das absolut größte Potenzial für eine Ausweitung des Erwerbspersonenpotenzials ist bei den Frauen zu finden. Wie im vorhergehenden Kapitel ausgeführt wurde, steigt ihre Erwerbsbeteiligung kräftig an. Bis 2030 lässt sich deshalb der Rückgang der Erwerbsbevölkerung noch gut durch die erhöhte Beteiligung am Erwerbsleben kompensieren. Es wird lediglich ein Rückgang von ca. 420.000 Frauen (insgesamt) prognostiziert. Nach 2030 wird sich stärkeres Absinken des weiblichen Erwerbspersonenpotenzials nicht mehr verhindern lassen, denn zwischen 2030 und 2060 steigen die Erwerbsquoten nur noch geringfügig. Angesichts des bis 2030 erreichten Niveaus dürfte das nicht mehr überraschen (vgl. Kap. 5.3). Dies gilt insbesondere auch für die älteren Frauen, denn ab 2029 gilt ein allgemeines Renteneintrittsalter von 67 Jahren. Damit geht die Zahl von Frauen am Arbeitsmarkt

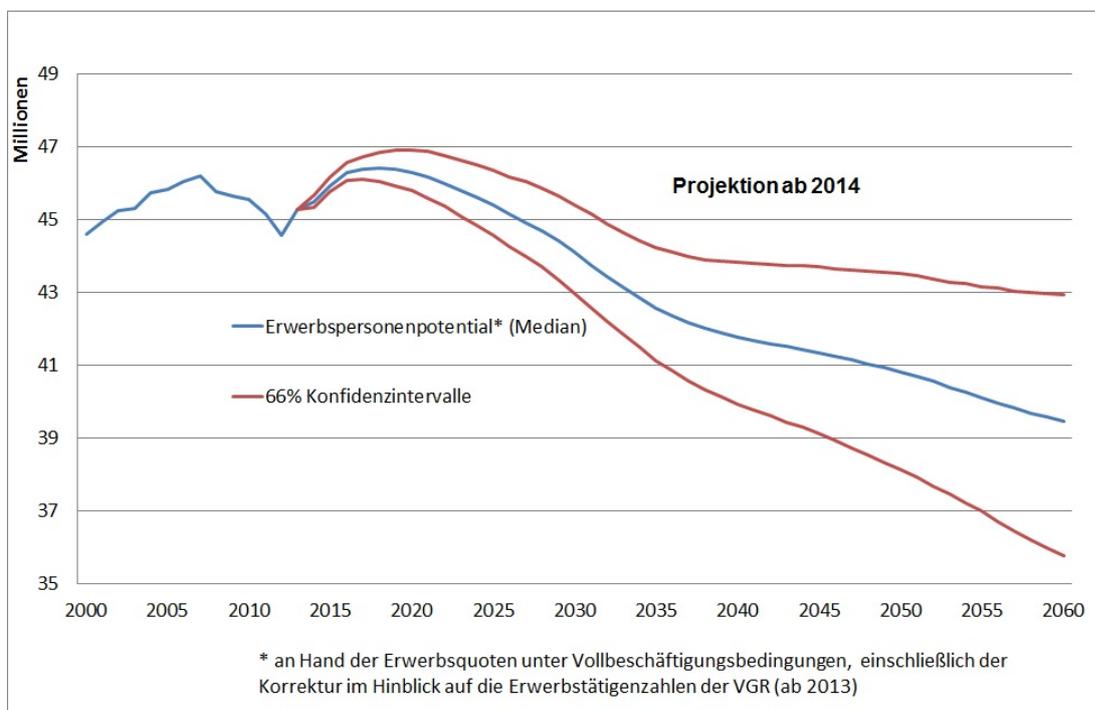


Abbildung 15: Erwerbspersonenpotential\*, 2000 bis 2060 in Deutschland

in Deutschland zwischen 2030 und 2060 um 2,24 Millionen zurück. Insgesamt wäre das weibliche Erwerbspersonenpotential im Jahr 2060 damit um 2,66 Millionen Frauen kleiner als 2014.

Bei den Männern prognostizieren wir lediglich bei den Älteren aufgrund des höheren Renteneintrittsalters eine Ausweitung der Erwerbsbeteiligung. Deshalb wirkt sich der Bevölkerungsrückgang bei den Männern zunächst auch stärker aus als bei den Frauen. Bereits zwischen 2014 bis 2030 sinkt das Erwerbspersonenpotential um fast eine Million Männer. Zwischen 2030 bis 2060 kommt ein nochmaliger Rückgang von knapp 2,4 Millionen hinzu.

Zum Ende des Prognosezeitraums beträgt der Frauenanteil am Erwerbspersonenpotential gut 47 Prozent (2000: 45,4%).

Auch die Altersstruktur des Erwerbspersonenpotenzials wird neben den Wanderungen im Wesentlichen durch die Demografie bestimmt. Der Anteil der 15- bis 29-Jährigen am Erwerbspersonenpotential liegt 2014 bei 21 Prozent und stabilisiert sich in der langen Frist bei etwa 20 Prozent. Die Entwicklung des Anteils der 30- bis 49-Jährigen spiegelt vor allem den starken Geburtenanstieg bis Mitte der 1960er Jahre (Baby-Boomer) und den drastischen Geburtenrückgang der 1970er Jahre wider. Ihr Anteil sinkt bereits seit dem Jahr 2000 von 53 Prozent auf 44 Prozent in 2060. Gleichzeitig steigt die Zahl der 50- bis 64-Jährigen. Bis 2020 erhöht sich deren Anteil auf 35 Prozent und sinkt erst mit dem Übergang dieser geburtenstarken Kohorte in die nächsthöhere Altersgruppe ab 2030 wieder. Langfristig pendelt er sich bei etwa 31 Prozent ein. Mit dem Übergang der Baby-Boomer in die Altersgruppe (65-74 Jahre) und dem gleichzeitigen Anstieg des Rentenalters auf 67 Jahre erhöht sich der Anteil dieser Gruppe bis 2030 auf sechs Prozent. Bis 2060 sinkt er geringfügig und stabilisiert sich bei fünf Prozent.

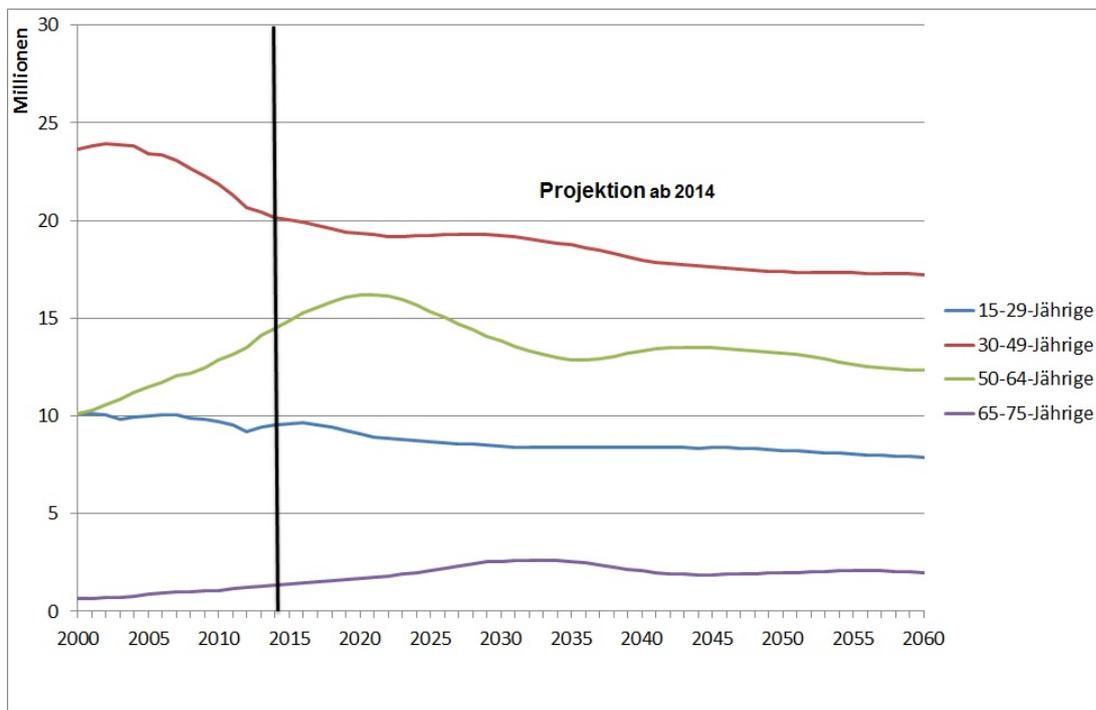


Abbildung 16: Altersstruktur des Erwerbspersonenpotenzials von 2000 bis 2060 in Deutschland

Insgesamt betrachtet zeigt sich, dass das Erwerbspersonenpotenzial bis 2060 deutlich altert. So waren im Jahr 2000 noch drei Viertel der Erwerbspersonen unter 50 Jahre, bis 2060 werden dies nur noch 64 Prozent sein. In absoluten Zahlen ausgedrückt heißt dies, dass im Jahr 2000 noch gut 10 Millionen Menschen jünger als 30 Jahre waren, 2014 noch gut 9,5 Millionen und 2060 werden dies weniger als 8 Millionen sein (vgl. Abb. 16).

Die Zahl der 30- bis 49-Jährigen sinkt von 23,7 Millionen im Jahr 2000 auf gut 20 Millionen in 2014 und bis 2060 auf 17,2 Millionen (vgl. Tabelle 4), d.h. um mehr als ein Viertel. Bedingt durch den Effekt der Baby-Boomer auf das Erwerbspersonenpotenzial, schwächt sich der zunächst starke Rückgang im Zeitverlauf allerdings ab.

Erwerbsbevölkerung und Erwerbspersonenpotenzial			
in 1000	2014	2030	2060
Bevölkerung (15 bis 66 Jahre)	55232	50854	45279
Erwerbspersonenpotenzial	45478	44089	39461
davon			
15 bis 29 Jahre	9521	8460	7901
30 bis 49 Jahre	20150	19239	17241
50 bis 64 Jahre	14454	13817	12325
65 bis 74 Jahre	1353	2572	1994

Tabelle 4: Erwerbsbevölkerung und Erwerbspersonenpotenzial in den Jahren 2014, 2030 und 2060, Quellen: StBA, eigene Berechnungen

Weil die Baby-Boomer so langsam in die Gruppe der „Älteren“ hineinwachsen, steigt die Zahl der 50- bis unter 64-Jährigen bis etwa 2020 auf 16,2 Millionen (2000: 10,1 Mio., 2014: 14,5 Mio.). Mit der Verrentung der Baby-Boomer wird diese Altersgruppe aber wieder kleiner werden. Bis 2060 sinkt sie auf 12,3 Millionen. Die "Rente mit 67" erhöht auch die

Erwerbsbeteiligung der 65-Jährigen und älteren. Die Alterung (geburtenstarke Jahrgänge werden Teil dieser Gruppe) verstärkt diesen Effekt, so dass Anfang der 2030iger Jahre bis zu 2,6 Millionen Erwerbspersonen für diese Altersgruppe prognostiziert werden.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

In einem integrierten Modell wurden für Deutschland Bevölkerung und Arbeitskräfteangebot bis zum Jahr 2060 vorausgeschätzt. Das Arbeitskräfteangebot wurde dabei mit dem Erwerbspersonenpotenzial quantifiziert, zu dem neben den Erwerbstätigen und den Erwerbslosen auch die Stille Reserve zählt. Die Berechnungen wurden tief disaggregiert durchgeführt, und zwar nach Geschlecht, Alter sowie getrennt nach Deutschen und Nichtdeutschen. Anders als in früheren Arbeiten (z.B. Fuchs/Dörfler 2005 oder Fuchs/Söhnlein/Weber 2011) wurden alle Komponenten nicht deterministisch, sondern in einem stochastischen Rahmen projiziert. Die für die Bevölkerungsprognose erforderliche Fortschreibung von Geburtsziffern, Sterbewahrscheinlichkeiten, Einbürgerungen sowie Zu- und Fortzügen beruht auf der Hauptkomponentenmethode. Die geschätzten Hauptkomponenten wurden anschließend mit ARMA-Modellen projiziert. Der Übergang zum Erwerbspersonenpotenzial erforderte noch die Schätzung und Prognose sogenannter Potenzialerwerbsquoten. Potenzialerwerbsquoten können als „Vollbeschäftigungs-Erwerbsquoten“ aufgefasst werden, weil sie auch eine Schätzung der Stillen Reserve enthalten. Die Potenzialerwerbsquoten wurden ebenfalls vollständig neu geschätzt. Für die stochastische Projektion wurden die Variabilität der Schätzungen verwendet und bis zu 5000 Simulationen gerechnet. Mit Hilfe dieser Simulationen lässt sich neben dem Durchschnitt auch ein Konfidenzintervall sowohl aller einzelnen Komponenten als auch der Bevölkerung (und Teilen der Bevölkerung, wie z.B. der Zahl der 15 bis 66-Jährigen) und des Erwerbspersonenpotenzials darstellen.

Die generellen demografischen Trends werden auch mit unserer Neumodellierung bestätigt: Die Bevölkerung in Deutschland - und besonders das Erwerbspersonenpotenzial - wird langfristig sinken. Selbst die derzeit extrem hohe Zuwanderung kann diese Entwicklung wahrscheinlich nicht generell stoppen. Durch die stochastische Modellierung ist es jetzt möglich - sowohl für die einzelnen Komponenten als auch für die Gesamtbevölkerung oder das Erwerbspersonenpotenzial - Ober- und Untergrenzen zu benennen, innerhalb derer die prognostizierten Trends mit einer gewissen, angegebenen Wahrscheinlichkeit liegen werden.

So steigt nach unseren Projektionen die TFR deutscher Frauen bis 2060 auf fast 1,5 Kinder pro Frau an, mit einem 66%-Konfidenzintervall von 1,45 bis 1,6. Dieser Anstieg entspricht dem, was viele Demografen aufgrund methodischer Aspekte erwarten. Bei den Wanderungen kompensieren steigende Fortzüge, bedingt durch höhere Bevölkerungszahlen der Nichtdeutschen, das hohe von uns prognostizierte Zuzugsniveau. Demnach sinkt bis 2030 die Nettozuwanderung von Ausländern auf 120.000 Personen pro Jahr und bleibt dann nahezu konstant. Das Konfidenzintervall schließt sogar eine negative jährliche Nettozuwanderung ein – eine Erfahrung, die Deutschland zuletzt 1998 gemacht hat.

Die Gesamtbevölkerung sinkt im Prognosezeitraum im Durchschnitt (Median) aller Simulationen stark, im ungünstigsten Fall auf unter 70 Millionen, im günstigen Fall lediglich auf 81 Millionen. Noch stärker nimmt die Bevölkerung im Erwerbsalter 15 bis 66 Jahre ab. Dies ist eine Folge des Renteneintritts der geburtenstarken Jahrgänge sowie der zahlenmäßig schwachen nachfolgenden Kohorten. Daran kann auch die hohe Zuwanderung wenig ändern, obwohl die Altersstruktur der Zuzüge für Deutschland vorteilhaft ist, d.h. die Mi-

granten sind jünger als die heimische Bevölkerung.

Der Rückgang der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter ist somit letztlich eine Folge der zu niedrigen Geburtenzahlen und der Alterung der Baby-Boom-Generation. Eine Konsequenz ist ein steigender Altenquotient, der im Prognosezeitraum um fast 20 Punkte steigt, und zwar von 27 auf 45 Rentner bezogen auf 100 Personen im erwerbsfähigen Alter.

Obwohl die gruppenspezifischen Potenzialerwerbsquoten zumindest in den mittleren Altersgruppen und auch bei den Älteren im internationalen Vergleich auf höchstem Niveau liegen, steigen sie in unseren Modellrechnungen noch weiter und erreichen bis 2060 Werte, die teilweise nahe an die Obergrenze von 100 Prozent herankommen. Aber die Bevölkerungsabnahme ist stärker als dieser Anstieg der Erwerbsbeteiligung. Die stochastische Projektion für das Erwerbspersonenpotenzial kommt deshalb im Durchschnitt auf einen Rückgang um sechs Millionen Erwerbspersonen, d.h. es sinkt von derzeit etwa 46 Millionen auf unter 40 Millionen in 2060. Das Konfidenzband erstreckt sich dabei auf das Intervall von nicht ganz 36 Millionen auf 43 Millionen. Das bedeutet, im günstigsten Fall entspricht das Erwerbspersonenpotenzial im Jahr 2060 der Zahl an Erwerbstätigen, die aktuell in Deutschland arbeiten.

Das Ergebnis unterstreicht die Notwendigkeit sowohl einer aktiven Politik zur Förderung heimischer Personalreserven, was auch die Arbeitszeit einschließt (vgl. Wanger/Weber 2016), als auch einer arbeitsmarktorientierten Zuwanderungspolitik, so sehr dies in der aktuellen Situation, mit über einer Million Nettozuzüge im Jahr 2015, auch überflüssig erscheinen mag.

Nach der grundlegenden Neu-Konzeption gilt es jetzt zu prüfen, wo durch Verfeinerungen (z.B. bei der Auswahl oder der Modellierung der Principal Components), wie sie teilweise in Kapitel 4 schon angesprochen wurden, weitere Verbesserungen möglich sind.

Da die Wanderungen den größten Unsicherheitsfaktor der Bevölkerungsvorausschätzung darstellen, sind gerade im Hinblick auf die Modellierung der Zuwanderung noch Differenzierungen anzustreben: So ist beispielsweise statt einer Modellierung des Gesamtzuzugs gegebenenfalls eine Trennung nach Herkunftsländern angedacht.

## Literatur

Booth, Heather; Tickle, Leonie (2008): Mortality modelling and forecasting: A review of methods. In: Australian Demographic & Social Research Institute Working paper No. 3.

Bozik, James E.; Bell, William R. (1987): Forecasting Age Specific Fertility using Principal Components. In: Bureau of the Census Statistical Research Division Report Series, No. CENSUS/SRD/RR-87/19.

Bundesamt für Migration und Flüchtlinge (BAMF) (2011): Migrationsbericht 2009 des Bundesamtes für Migration und Flüchtlinge im Auftrag der Bundesregierung.

Eisenmenger, Matthias; Emmerling, Dieter (2011): Amtliche Sterbetafeln und Entwicklung der Sterblichkeit. In: Wirtschaft und Statistik, Statistisches Bundesamt.

Fuchs, Johann (2014): Der Einfluss von Hartz IV auf die westdeutsche Stille Reserve \* Ergebnisse auf Basis unterschiedlicher methodischer Ansätze. In: AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv, Jg. 8, H. 1-2, S. 33-48.

Fuchs, Johann (2006): Rente mit 67: Neue Herausforderungen für die Beschäftigungspolitik. IAB-Kurzbericht, 16/2006, Nürnberg.

Fuchs, Johann (2002): Erwerbspersonenpotenzial und Stille Reserve \* Konzeption und Berechnungsweise. In: G. Kleinhenz (Hrsg.), IAB-Kompendium Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, (Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 250), Nürnberg, S. 79-94.

Fuchs, Johann; Dörfler, Katrin (2005): Projektion des Arbeitsangebots bis 2050: Demografische Effekte sind nicht mehr zu bremsen. IAB-Kurzbericht, 11/2005, Nürnberg.

Fuchs, Johann; Kubis, Alexander; Schneider, Lutz (2015): Zuwanderungsbedarf aus Drittstaaten in Deutschland bis 2050 \* Szenarien für ein konstantes Erwerbspersonenpotenzial - unter Berücksichtigung der zukünftigen inländischen Erwerbsbeteiligung und der EU-Binnenmobilität. Gütersloh: Bertelsmann.

Fuchs, Johann; Söhnlein, Doris (2013): Projektion der Erwerbsbevölkerung bis zum Jahr 2060, IAB-Forschungsbericht 10/2013.

Fuchs, Johann; Söhnlein, Doris (2007): Einflussfaktoren auf das Erwerbspersonenpotenzial. Demografie und Erwerbsverhalten in Ost- und Westdeutschland, IAB-Discussion Paper, 12/2007.

Fuchs, Johann; Söhnlein, Doris; Weber, Brigitte (2011): Projektion des Arbeitskräfteangebots bis 2050: Rückgang und Alterung sind nicht mehr aufzuhalten. IAB-Kurzbericht, 16/2011, Nürnberg.

Fuchs, Johann; Weber, Brigitte (2005): Neuschätzung der Stillen Reserve und des Erwerbspersonenpotenzials für Westdeutschland (inkl. Berlin-West), IAB-Forschungsbericht, 15/2005.

Fuchs, Johann; Weber, Enzo (2013): A new look at the discouragement and the added worker hypotheses \* applying a trend-cycle decomposition to unemployment. In: Applied Economics Letters, Vol. 20, No. 15, S. 1374-1378.

Hannan, Edward J.; Quinn, B. G. (1979): The Determination of the order of an autoregression. In: Journal of the Royal Statistical Society, Series B, 41, 190–195.

Hansen, Hendrik; Pflaumer, Peter (2011): Zur Prognose der Lebenserwartung in Deutschland: Ein Vergleich verschiedener Verfahren. In: AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv, Vol. 5, Nr.3, S. 203-219.

Hochfellner, Daniela; Burkert, Carola (2013): Berufliche Aktivität im Ruhestand \* Fortsetzung der Erwerbsbiographie oder notwendiger Zuverdienst? In: Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, Jg. 46, Nr. 3, S. 242-250.

Holst, Elke; Schupp, Jürgen (2000): Stille Reserve wichtig für die Arbeitsmarktflexibilität in Deutschland. In: DIW-Wochenbericht 29/2000, 457-465.

Lee, Ronald D.; Carter, Lawrence R. (1992): Modeling and Forecasting U.S. Mortality. In: Journal of the American Statistical Association, Vol. 87, No. 419, 659 - 671.

Lee, Ronald; Miller, Timothy (2001): Evaluating the Performance of the Lee-Carter Method for Forecasting Mortality. In: Demography, Vol. 38, No. 4, 537 – 549.

Lee, Ronald D.; Tuljapurkar, Shripad (1994): Stochastic Population Forecasts for the United States: Beyond High, Medium, and Low. In: Journal of the American Statistical Association, Vol. 89, No. 428, 1175 - 1189.

Lundström, Hans; Qvist, Jan (2004): Mortality Forecasting and Trend Shifts: An Application of the Lee-Carter Model to Swedish Mortality Data. In: International Statistical Review, Vol. 72, No. 1, 37 - 50.

Luy, Marc; Pötsch, Olga (2010): Schätzung der tempobereinigten Geburtenziffern für West- und Ostdeutschland, 1995-2008. In: Comparative Population Studies, Jg. 35, 3: 569-604.

Kohls, Martin (2012): Demographie von Migranten in Deutschland. In: Challenges in Public Health, Band 63, Peter Lang, Frankfurt/Main.

O'Hare, Colin; Li, Youwei (2014): Identifying structural breaks in stochastic mortality models. In: Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part B. Mechanical Engineering.

Peres-Neto, Pedro R.; Jackson Donald A.; Somers, Keith M. (2005): How many principal components? stopping rules for determining the number of non-trivial axes revisited. In: Computational Statistics & Data Analysis, Vol. 49, 974 - 997.

Rengers, Martina (2012): Ungenutztes Arbeitskräftepotential in der Stillen Reserve. Ergebnisse für das Jahr 2010. In: Wirtschaft und Statistik, 299-319.

Renshaw, Arthur E.; Haberman, Steven (2003): Lee-Carter mortality forecasting with age-specific enhancement. In: Insurance: Mathematics and Economics, Vol. 33, 255-272.

Schwarz, Gideon E. (1978): Estimating the dimension of a model. In: Annals of Statistics Vol. 6, No. 2, 461–464.

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2009): Demografischer Wandel in Deutschland. Heft 4, Auswirkungen auf die Entwicklung der Erwerbspersonenzahl, Ausgabe 2009, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (2016): Abweichungen zwischen Erwerbstätigenrechnung und Mikrozensus bei der Zahl der Erwerbstätigen, [https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Arbeitsmarkt/Methoden/ETR\\_zum\\_MZ.html](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Arbeitsmarkt/Methoden/ETR_zum_MZ.html) (besucht am 01.03.2016)

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2015): Bevölkerung Deutschlands bis 2060. Ergebnisse der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (2015): Anstieg der Geburtenziffer 2014 auf 1,47 Kinder je Frau. Pressemitteilung 468/15, vom 16. Dezember 2015.

Statistisches Bundesamt (2013): Zensus 2011: 80,2 Millionen Einwohner lebten am 9. Mai 2011 in Deutschland. Pressemitteilung 188/13, vom 31. Mai 2013.

Wanger, Susanne; Weber, Enzo (2016): Erwerbspotenziale von Arbeitslosen und Erwerbstätigen: Das Stundenvolumen bringt zusätzliche Information. IAB-Kurzbericht, 08/2016, Nürnberg.

Weber, Enzo (2015): Demographie und Ökonomie: Was kommt auf uns zu? In: Zeitschrift für Arbeitsrecht und Tarifpolitik in Kirche und Caritas, Jg. 3, H. 4, S. 134-135.

Weber, Enzo (2014): Das Ziel der Vollbeschäftigung in Deutschland: Fern, aber erreichbar. IAB-Kurzbericht 15/2014.

Weinmann, Martin; Becher, Inna; Babka von Gostomski, Christian (2012): Einbürgerungsverhalten von Ausländerinnen und Ausländern in Deutschland sowie Erkenntnisse zu Optionspflichtigen, Ergebnisse der BAMF-Einbürgerungsstudie 2011. Forschungsbericht 15 des Bundesamts für Migration und Flüchtlinge (BAMF), Nürnberg.

## In dieser Reihe sind zuletzt erschienen

<b>Nr.</b>	<b>Autor(en)</b>	<b>Titel</b>	<b>Datum</b>
<a href="#">11/2015</a>	Dengler, K. Matthes, B.	Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland	12/15
<a href="#">12/2015</a>	Hohendanner, C. Ostmeier, E. Ramos Lobato, P.	Befristete Beschäftigung im öffentlichen Dienst: Entwicklung, Motive und rechtliche Umsetzung	12/15
<a href="#">1/2016</a>	vom Berge, P. Kaimer, S. Copestake, S. Eberle, J. Klosterhuber, W. Krüger, J. Trenkle, S. Zakrocki, V.	Arbeitsmarktspiegel: Entwicklungen nach Ein- führung des Mindestlohns (Ausgabe 1)	1/16
<a href="#">2/2016</a>	Sowa, F. Gottwald, M. Grimminger, S. Ixmeier, S. Promberger, M.	Vermittlerhandeln im weiterentwickelten Ziel- system der Bundesagentur für Arbeit: Zum Forschungsdesign einer organisationsethno- grafischen Studie	1/16
<a href="#">3/2016</a>	vom Berge, P. Kaimer, S. Eberle, J. Klosterhuber, W. Lehnert, C.	Machbarkeitsstudie zur Erstellung eines Ar- beitsmarktmonitors Mindestlohn (MoMiLo)	2/16
<a href="#">4/2016</a>	Autorengemein- schaft	Revision der IAB-Stellenerhebung: Hinter- gründe, Methode und Ergebnisse	2/16
<a href="#">5/2016</a>	Zabel, C.	Erwerbseintritte im Zeitverlauf bei Müttern junger Kinder im SGB II	3/16
<a href="#">6/2016</a>	Szameitat, J.	Diversity Management und soziale Schließung in Betrieben in Deutschland: Ergebnisse aus Experteninterviews	4/16
<a href="#">7/2016</a>	Bauer, F. Bendzulla, C. Fertig, M. Fuchs, P.	Ergebnisse der Evaluation der Modellprojekte öffentlich geförderte Beschäftigung in Nord- rhein-Westfalen	5/16
<a href="#">8/2016</a>	Vom Berge, P. Klingert, I.	Mindestlohnbegleitforschung - Überprüfung der Ausnahmeregelung für Langzeitarbeitslo- se	6/16
<a href="#">9/2016</a>	Brücker, H. Kunert, A. Mangold, U. Kalusche, B. Siegert, M. Schupp, J.	Geflüchtete Menschen in Deutschland – eine qualitative Befragung	7/16

Stand: 18.07.2016

Eine vollständige Liste aller erschienenen IAB-Forschungsberichte finden Sie unter  
<http://www.iab.de/de/publikationen/forschungsbericht.aspx>

## Impressum

**IAB-Forschungsbericht 10/2016**

21. Juli 2016

### Herausgeber

Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit  
Regensburger Str. 104  
90478 Nürnberg

### Redaktion

Martin Schludi, Jutta Palm-Nowak

### Technische Herstellung

Renate Martin

### Rechte

Nachdruck - auch auszugsweise -  
nur mit Genehmigung des IAB gestattet

### Website

<http://www.iab.de>

### Bezugsmöglichkeit

<http://doku.iab.de/forschungsbericht/2016/fb1016.pdf>

ISSN 2195-2655

### Rückfragen zum Inhalt an:

Johann Fuchs  
Telefon 0911.179 5216  
E-Mail [johann.fuchs@iab.de](mailto:johann.fuchs@iab.de)

Doris Söhnlein  
Telefon 0911.179 5484  
E-Mail [doris.soehnlein@iab.de](mailto:doris.soehnlein@iab.de)