



Wachsende Unsicherheiten

altersspezifische Sterberaten

Altersaufbau

altersspezifische Fruchtbarkeitsraten

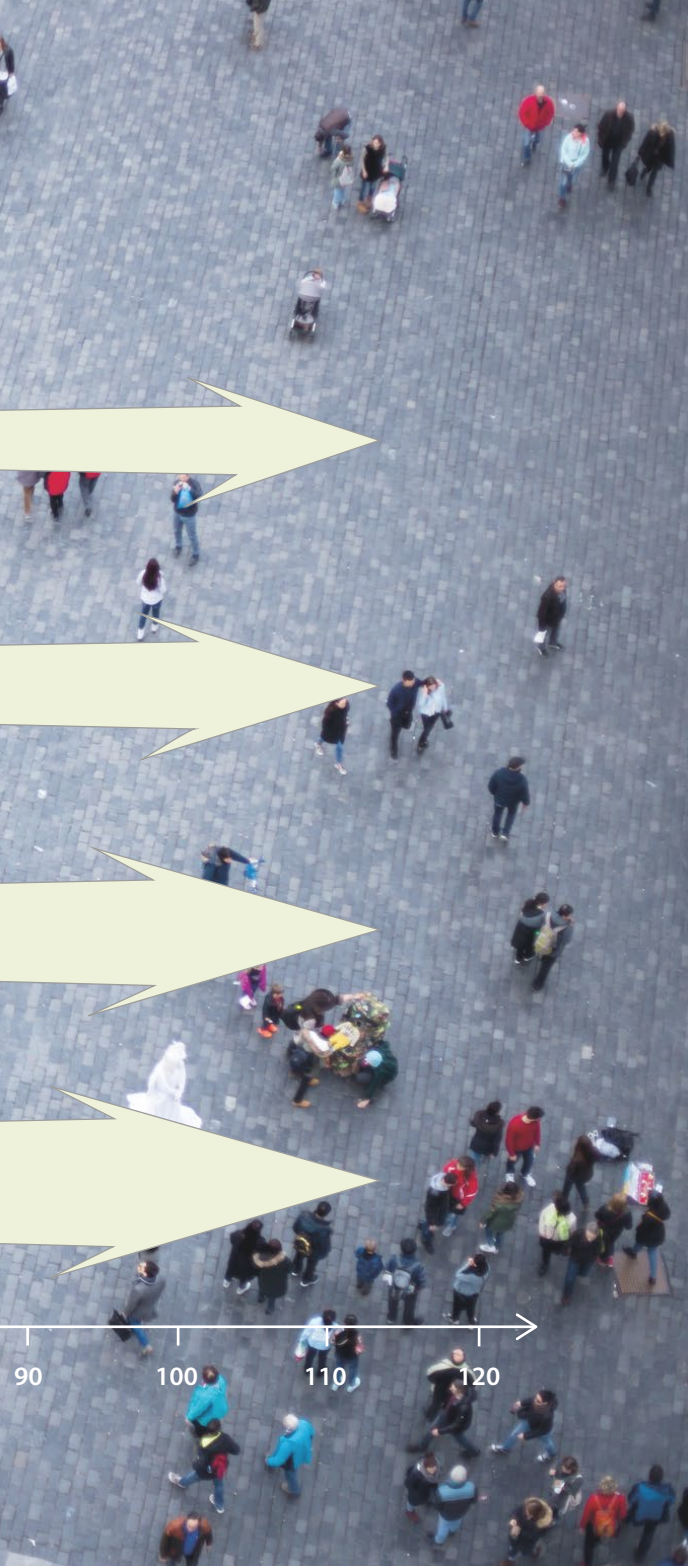
Wanderungsraten

0 10 20 30 40 50 60 70 80

Prognosezeitraum

# DIE BEVÖLKERUNGSPROGNOSE

Gedanken zu Methodik, Anwendung und Aussagekraft



© vladimirhodac / Fotolia

**Bevölkerungsprognosen sind von großem Wert für die Gesellschaft, da sie trotz aller Unsicherheiten unerlässlich für eine vorausschauende Planung sind. Um ihre Ergebnisse zu beurteilen, braucht es Kenntnisse zum methodischen Instrumentarium und zu den Verfahren.**

---

**Prof. i. R. Dr. Paul Gans**

ist Geograph und befasst sich mit Themen zur Bevölkerungs- und Stadtfor-  
schung. Bis Februar 2017 hatte er den Lehrstuhl für Wirtschaftsgeographie,  
Abteilung Volkswirtschaftslehre der Universität Mannheim, inne.  
[paulgans@uni-mannheim.de](mailto:paulgans@uni-mannheim.de)

Akteure aus ganz unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen interessieren sich für Bevölkerungsprognosen oder -vorhersagen (zur Begriffsvielfalt Friedrich/Knabe in diesem Heft). Diese demografische Methode lässt sich vielfältig nutzen: Sie gibt Hinweise auf die zukünftige Zahl und Struktur der Bevölkerung in Raumeinheiten unterschiedlicher Größe, und ihre räumliche Orientierung reicht von lokalen bis weltweiten Fragen.

Staatliche Institutionen benötigen auf nationaler Ebene Informationen zur zukünftigen Altersstruktur der Einwohner, um zum Beispiel möglichen Herausforderungen bei der Finanzierung der Sozialsysteme frühzeitig entgegenzuwirken. Akteure aus der Regionalentwicklung nutzen die Bevölkerungsprognose, um bestehenden oder sich in

absehbarer Zeit eventuell noch verstärkenden räumlichen Ungleichgewichten in der Daseinsvorsorge zu begegnen. Für Städte und Gemeinden sind sie auf lokaler Ebene eine wichtige Grundlage, um den Bedarf an Infrastruktur wie Schulen, Kindergärten, Alten- und Pflegeheimen zu sichern. Dabei spielt nicht nur der Umfang der Angebote eine Rolle. Es braucht auch Entscheidungen darüber, wo in der Kommune Einrichtungen erweitert oder verkleinert werden und wo neue entstehen sollen. Bevölkerungsprognosen dienen Unternehmen beispielsweise zur Beurteilung der künftigen Nachfrage nach unterschiedlichen Gütern. Ein aktuelles Beispiel aus der Wohnungswirtschaft ist der Wohnungsbedarf in den kommenden Jahren: Wo ist dieser besonders ausgeprägt? Und wo sind hohe Leerstände wahrscheinlich?

## Begriffserklärung: Was genau sind eigentlich Prognosen?

Prognosen treffen Aussagen, wie sich die Ökonomie oder Bevölkerung eines Landes, das Wetter oder das Klima zukünftig entwickeln. Prognosen sind nichts Neues. Man denke nur an die Bauernregeln, die auf Wetterbeobachtungen über einen langen Zeitraum zurückgehen.

Statistische Prognosen generieren Grundlagendaten, um eine zukünftige Entwicklung abzuschätzen. Sie zeichnen sich durch drei Eigenschaften aus:

- Sie schreiben unter Verwendung verschiedener Annahmen eine beobachtete Entwicklung aus der Vergangenheit in die Zukunft fort.
- Die Ergebnisse sind stets mit Unsicherheiten behaftet. Es ist daher sinnvoll, nicht nur einen prognostizierten Wert – wie bei einer regionalen Bevölkerungsprognose die Einwohnerzahl einer Stadt – anzugeben, sondern auch den Wertebereich, in dem das vorhergesagte Ergebnis zum Beispiel mit einer bestimmten Sicherheit oder Wahrscheinlichkeit mit 90 oder 95 Prozent zu erwarten ist. Allerdings stoßen die Berechnungen bei regionalisierten Prognosen an ihre Grenzen (s. Absatz „Verfahren zu Bevölkerungsprognosen“).
- Mit zunehmendem Prognosezeitraum steigt die Unsicherheit, da die reale Entwicklung naturgemäß von dem auf Basis der Beobachtungen in der Vergangenheit fort-

geschriebenen Trend abweicht. Daraus ergibt sich, dass der Wertebereich mit dem Prognoseresultat für spätere Zeitpunkte in der Zukunft bei konstanter Wahrscheinlichkeit breiter wird oder umgekehrt, gleich bleibt bei kleiner werdender Sicherheit. Zudem erhöht sich die Unsicherheit der Annahmen zu Geburtenhäufigkeit, Sterblichkeit und Migration mit jeweils unterschiedlicher Intensität (siehe Titelbild).

Eine Bevölkerungsprognose oder -vorhersage zielt auf eine möglichst wirklichkeitsnahe Schätzung der Bevölkerung nach ihrer Größe und Zusammensetzung (Preston/Heuveline/Guillot 2002: 117 f.). Das setzt voraus, dass die Annahmen zur zukünftigen Entwicklung der natürlichen Komponente (der Geburtenhäufigkeit und der Sterblichkeit) und der räumlichen Komponente (der Wanderungen) intern valide sind und damit die Beziehungen zwischen diesen demografischen Variablen fehler- und widerspruchsfrei abbilden.

Die externe Validität der Bevölkerungsprognose hängt davon ab, wie nahe der Schätzwert am realen Wert der zukünftigen Bevölkerungsdynamik liegt.

Bevölkerungsprojektionen unterscheiden sich von Prognosen dadurch, dass die Annahmen zur zukünftigen Entwicklung hypothetischer Art sind (Preston/Heuveline/Guillot 2002: 118). Projektionen sind vielmehr als Denkmodelle aufzufassen, die beispielsweise der Politik vermitteln kön-

nen, „welche Auswirkungen bestimmte, in der Gegenwart beobachtete oder für die Zukunft als wünschenswert bzw. weniger wünschenswert erachtete Entwicklungen langfristig haben würden“ (Bähr 2010: 222).

Um die Herausforderungen des demografischen Wandels zu bewältigen, werden in Deutschland insbesondere die Steigerung von Geburtenhäufigkeit und Zuwanderungen diskutiert. In diesem Sinne setzt das Statistische Bundesamt in seiner 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung für den Zeitraum von Anfang 2014 bis Ende 2060 drei Bevölkerungsprojektionen oder Modellrechnungen um (Statistisches Bundesamt 2015; Abb. 1):

- Ein jährlich ausgeglichener Saldo der Außenwanderungen führt zu einem Bevölkerungsrückgang auf 60,2 Mio. oder von 25 Prozent. Der Jugendquotient ändert sich nur wenig, der Altenquotient nimmt deutlich zu. Ihre Summe würde damit als Ausdruck der Aufwendungen von Personen im erwerbsfähigen Alter zum Beispiel für die Finanzierung der sozialen Sicherungssysteme und von Bildungsausgaben um etwa 45 Punkte auf 128,7 oder um 55 Prozent im Vergleich zu Ende 2013 ansteigen.
- Ein jährlicher Wanderungsgewinn von 300.000 Personen führt zu einem vernachlässigbaren Verlust der Einwohnerzahl auf 77,8 Mio. oder von 3,7 Prozent bis 2060. Der Jugendquotient bleibt konstant, und die Zunahme des Altenquotienten fällt vergleichsweise gering aus, sodass die Gesamtbelastung um 14 Punkte niedriger ist als bei einem ausgeglichenen Wanderungssaldo.
- Der Anstieg der Geburtenhäufigkeit auf das Bestands-erhaltungsniveau von 2,1 Kindern je Frau bei einem Wanderungssaldo von jährlich 100.000 Personen bewirkt einen Zuwachs der Einwohnerzahl auf 85,9 Mio. oder von 6,2 Prozent bis 2060. Die deutliche Zunahme des Jugendquotienten bei gleichzeitig unterdurchschnittlich steigendem Altenquotient charakterisiert eine junge Bevölkerungsstruktur. Trotzdem ist die Gesamtbelastung mit 125 Punkten fast so hoch wie im Falle der Modellrechnung Wanderungssaldo „Null“.

Die Ergebnisse der drei Modellrechnungen offerieren keine „optimale Lösung“, mit der sich die Herausforderungen des demografischen Wandels bewältigen lassen. Ausgeglichene Wanderungsbilanzen wie eine deutlich zunehmende Geburtenhäufigkeit steigern die finanzielle Belastung der Erwerbstätigen überdurchschnittlich. Diese fallen zwar bei einem hohen Wanderungsgewinn geringer aus, doch sind

## 1

### Modellrechnungen der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung – ausgewählte Ergebnisse

Modellrechnung	2013	2060	
<b>Wanderungssaldo pro Jahr: 0</b>			
Einwohnerzahl in 1.000	80.767	60.235	Geburtenrate: 1,4 Kinder je Frau; Lebenserwartung 2060 bei Geburt: 88,8 Jahre (w); 84,8 Jahre (m);
Jugendquotient	33,3	36,8	
Altenquotient	49,7	91,9	
Gesamtquotient	83,0	128,7	
<b>Wanderungssaldo pro Jahr: 300.000</b>			
Einwohnerzahl in 1.000	80.767	77.759	Geburtenrate: 1,4 Kinder je Frau; Lebenserwartung 2060 bei Geburt: 88,8 Jahre (w); 84,8 Jahre (m);
Jugendquotient	33,3	35,7	
Altenquotient	49,7	79,1	
Gesamtquotient	83,0	114,8	
<b>Geburtenrate: 2,1 Kinder je Frau</b>			
Einwohnerzahl in 1.000	80.767	85.913	Lebenserwartung 2060 bei Geburt: 88,8 Jahre (w); 84,8 Jahre (m); Wanderungssaldo pro Jahr: 100.000
Jugendquotient	33,3	55,3	
Altenquotient	49,7	69,7	
Gesamtquotient	83,0	125,0	

Quelle: Statistisches Bundesamt 2015: 6, 239, 268, 297

in diesem Falle zusätzliche Bedarfe wie Maßnahmen zur Integration zu bedenken.

### Instrumentarium

Bevölkerungsprognosen können auf ein vielfältiges methodisches Instrumentarium zurückgreifen. Grundlage für jede Vorausberechnung ist die demografische Grundgleichung. Sie geht von einem Bevölkerungsbestand zu einem Zeitpunkt  $t_1$  aus und ermittelt die Einwohnerzahl zu einem späteren Zeitpunkt  $t_2$  aus der Differenz von Geburten ( $G_{t_1,t_2}$ ) und Sterbefällen ( $S_{t_1,t_2}$ ) sowie der Zu- ( $Z_{t_1,t_2}$ ) und Abwanderungen ( $A_{t_1,t_2}$ ) im Zeitraum  $(t_1,t_2)$ :

$$P_{t_2} = P_{t_1} + (G_{t_1,t_2} - S_{t_1,t_2}) + (Z_{t_1,t_2} - A_{t_1,t_2}).$$

Die **demografische Grundgleichung** verdeutlicht, in welche Richtung und in welchem Umfang der Bevölkerungsprozess die Einwohnerzahl in einem Gebiet durch die Erneuerung der Generationen und durch Zu- und Abwanderungen über die Gebietsgrenze hinweg verändert (Deschermeier 2016). Sie setzt bei der Ausgangsbevölkerung zum Zeitpunkt  $t_1$  an und schreibt die Besetzung der einzelnen Jahrgänge für jedes Jahr des Prognosehorizonts fort – entsprechend der Annahmen zur zukünftigen Entwicklung der in der demografischen Grundgleichung aufgeführten Komponenten. Die Summe aus dem Produkt der altersspezifischen Geburtenra-

ten mit der Anzahl der Frauen in den jeweiligen Jahrgängen im Alter von 15 bis 49 Jahren ergibt die zu addierende Zahl der Lebendgeborenen des nachfolgenden Jahres. Entsprechend ermittelt sich aus den alters- und geschlechtsspezifischen Sterberaten die Zahl der Personen, die das jeweilige Jahr nicht überleben. Zudem ist für jedes Jahr des Prognosezeitraums die alters- und geschlechtsspezifische Differenz aus Zu- und Abwanderungen zu berücksichtigen.

Die Kohorten-Komponenten-Methode erfordert wie alle Prognoseverfahren festgelegte Parameter, die die zukünftige Entwicklung der natürlichen und räumlichen Bevölkerungsbewegungen beschreiben. Die hierzu erforderlichen Annahmen lassen sich mit drei Vorgehensweisen spezifizieren (Lipps/Betz 2005: 6 f.; Deschermeier 2016: 25 ff.):

**1. Die zukünftige Entwicklung von Geburtenhäufigkeit, Sterblichkeit und Migration von Experten schätzen lassen:** Die verschiedenen Varianten mit den entsprechenden Annahmen zur 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung legte das Statistische Bundesamt in mehreren Diskussionsrunden mit externen Experten fest, bestehend aus Wissenschaftlern und Fachleuten mit methodischen und inhaltlichen Erfahrungen zum Thema Bevölkerungsentwicklung und -prognose (Statistisches Bundesamt 2015). Als Alternative ist eine Delphi-Befragung denkbar. Bei dieser schätzen Experten die zukünftige Geburtenhäufigkeit, Sterblichkeit, Ein- und Auswanderung oder Nettomigration ab und begründen die Angaben in der Regel auch. Die Ergebnisse der Befragung werden zum Beispiel in Form von Mittelwerten und Streuungsmaßen ausgewertet und an die Experten wieder rückgespiegelt, bis eine hinreichende Stabilität der Experteneinschätzung vorliegt (Vorgirmler/Wübben 2003).

Bei beiden Verfahren handelt es sich also um einen Abstimmungsprozess, der im Falle der Delphi-Runden aufgrund der Anonymität der Beteiligten den Einfluss Einzelner auf die Meinungsbildung zurückdrängt. Solche Delphi-Runden finden vor allem statt, um den zukünftigen Außenwanderungssaldo zu schätzen, da dieser vergleichsweise unsicher ist.

**2. Demografische Parameter auf Basis ihrer Veränderungen im Referenzzeitraum extrapolieren:** In Variante 1 und 2 der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung gehen die verantwortlichen Akteure davon aus, dass die zukünftige Fruchtbarkeit und Lebenserwartung bis 2060 konstant bleiben. Sie unterscheiden sich nur in der Höhe der jährlichen Außenwanderungssalden. Für die Geburtenhäufigkeit wird die stabile Entwicklung seit Mitte der 1970er-Jahre bis 2060 fortgeschrieben. Dazu werden bis 2028 ein Wert von

1,4 Kindern je Frau und ein um 1,1 Jahre zunehmendes mittleres Alter der Mütter bei der Geburt angenommen. Allerdings stieg die zusammengefasste Geburtenrate (TFR) nach einem leichten Rückgang zwischen 1990 und 2005 (von 1,45 auf 1,34 Geburten je Frau) bis 2015 wieder schwach, aber durchaus kontinuierlich auf 1,50 Kinder je Frau an (Statistisches Bundesamt 2016a). Diese sich andeutende neuere Tendenz drückt sich in einer zweiten Annahme zur zukünftigen Fruchtbarkeit aus: eine weitere Steigerung der TFR auf 1,60 Geburten je Frau bis 2028 und anschließend eine konstante Entwicklung. Auch wenn empirische Hinweise zu dieser Annahme fehlen (Statistisches Bundesamt 2015: 31), gibt es dafür durchaus Argumente, die auf familienpolitische Maßnahmen wie den Ausbau der Kinderbetreuung und Ganztagschulen oder die Einführung des Erziehungsgeldes zurückzuführen sind.

Die Ableitung von Aussagen zur zukünftigen altersspezifischen Sterblichkeit ist vergleichsweise einfach, da sich die Lebenserwartung in Deutschland seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts – abgesehen von Kriegszeiten – beständig erhöht. Zwei Trends berücksichtigt das Statistische Bundesamt (2015: 35): einen langfristigen seit 1871/1881 und einen kurzfristigen seit 1970/1972. Letzterer erlaubt Fortschritte einzubeziehen, die seit den 1960er-Jahren bei der Bekämpfung kardiovaskulärer Krankheiten erzielt wurden und die seitdem maßgeblich zum überdurchschnittlichen Rückgang der Alterssterblichkeit geführt haben.

Der Außenwanderungssaldo Deutschlands ist seit Mitte der 1950er-Jahre insgesamt positiv und zugleich von einer hohen Volatilität (Schwankungen innerhalb kurzer Zeitspannen) geprägt (Abb. 2). Gründe sind sich ändernde politische, ökonomische und demografische Bedingungen in Deutschland wie in den Herkunftsländern der Migranten. In den Jahren 2008/2009 war die Außenwanderungsbilanz leicht negativ, erhöhte sich bis 2014 aufgrund der raschen wirtschaftlichen Erholung jedoch auf etwa 550.000 und markierte 2015 mit der Zuwanderung von Geflüchteten einen Höchststand von 1,14 Mio. (Statistisches Bundesamt 2016b). Trotz zeitlicher Brüche lassen sich für den Verlauf der Nettomigration (siehe Kapitel „Verfahren zu Bevölkerungsprognosen“) zwei Eigenschaften erkennen (Statistisches Bundesamt 2015: 37; Abb. 2):

- ein mittlerer Zuwanderungsüberschuss von jährlich etwas mehr als 180.000 Personen zwischen 1955 und 2016;
- ein markantes Absinken des Saldos nach Höchstständen infolge wirtschaftlicher Krisen und/oder politischer Maßnahmen im Wesentlichen zur Begrenzung der Zu-

wanderung (z. B. Anwerbestopp 1973, Kriegsfolgenbereinigungsgesetz 1993, Schließen der West-Balkan-Route, Restriktionen beim Asylgesetz 2016, EU-Türkei-Abkommen vom 20. März 2016; Gans/Pott 2018).

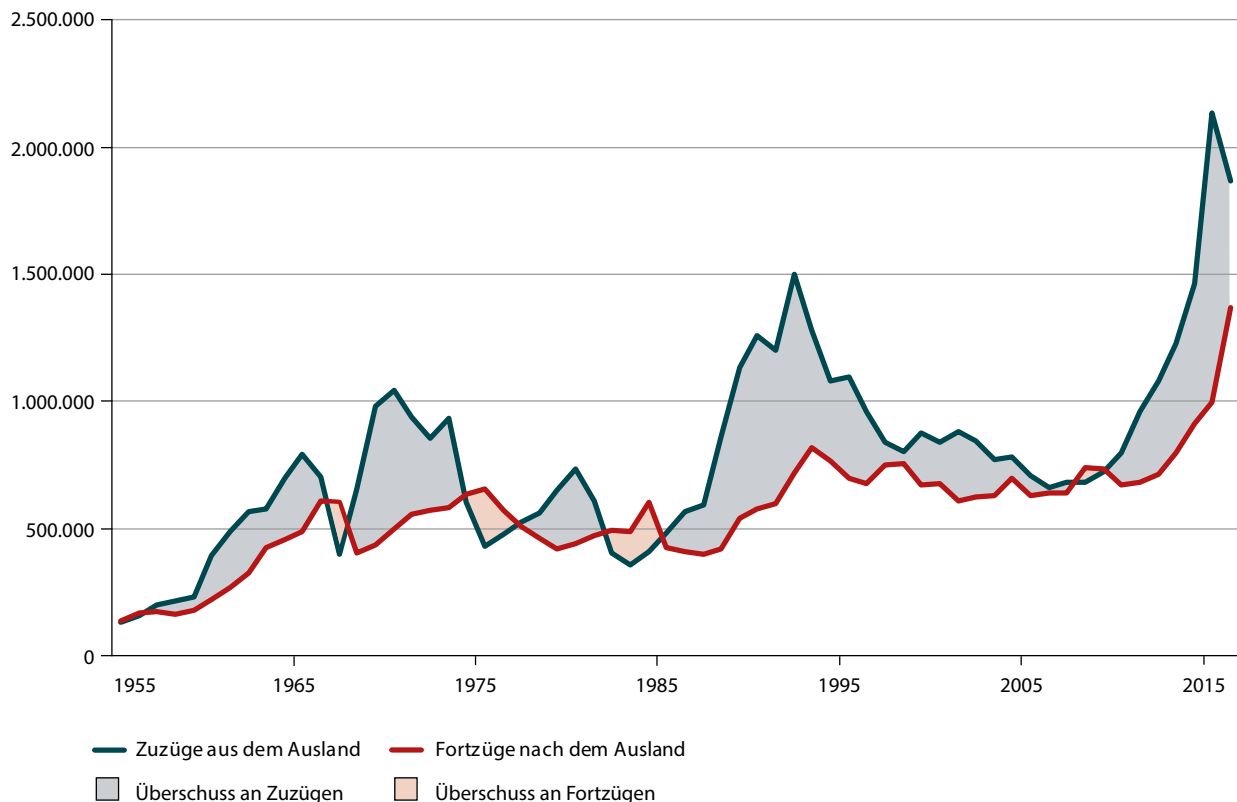
**3. Mit Zeitreihenmodellen die zukünftigen demografischen Parameter schätzen:** Ziel dieser Vorgehensweise ist, durch einen funktionalen Zusammenhang die zeitliche Abfolge der diskreten, kohortenspezifischen Werte (zum Begriff „Kohorte“ Beitrag Schlömer sowie Friedrich/Knabe in diesem Heft) für Fruchtbarkeit und Sterblichkeit sowie die Nettowanderungsrate zu modellieren – also mithilfe einer mathematischen Funktion beispielsweise die Veränderungen der altersspezifischen Sterberaten im Referenzzeitraum näherungsweise abzubilden. Auf dieser Grundlage lassen sich die zukünftigen demografischen Parameter abschätzen (Deschermeier 2011, 2016).

Die Verteilung der altersspezifischen Geburtenraten ähnelt einer Normalverteilung (Abb. 3). Die jährlichen Werte steigen gegenwärtig für Mädchen ab einem Alter von 15 Jahren bis zu einem Maximum für 31-jährige Frauen an und verringern sich dann auf eine Rate von etwa null für 50-jährige Frauen. Zwei Trends kristallisieren sich für die Modellierung der altersspezifischen Geburtenraten in der Vergangenheit heraus (Abb. 3): Zum einen verschiebt sich ihr Höchststand in ein höheres Alter der Frauen. Zum anderen verringert sich der maximale Wert bis etwa 2005/2006 und steigt anschließend leicht an (Statistisches Bundesamt 2016c).

Die Sterbetafel 2013/2015 gibt die typische Verteilung der altersspezifischen Mortalität beider Geschlechter wieder. Sie belegt eine relativ hohe Säuglingssterblichkeit von knapp über 3 Promille in Relation zu den nachfolgenden Jahrgängen (Statistisches Bundesamt 2016d: 12). Für diese Kohor-

## 2

### Wanderungen zwischen Deutschland und dem Ausland (für 2016 vorläufiges Ergebnis)



Quelle: Statistisches Bundesamt 2016b

ten sinkt die Mortalität bis zu den 10-Jährigen deutlich unter ein Promille. Anschließend erhöht sich das Sterberisiko, bis zum Alter von etwa 20 Jahren etwas stärker als in den älteren Jahrgängen. Festzuhalten bleibt zudem die höhere Sterberate der Männer (Übersterblichkeit). In der Vergangenheit sank die Mortalität stetig, überdurchschnittlich für die Säuglingssterblichkeit und seit Anfang der 1970er-Jahre auch für ältere Menschen.

Im Vergleich zu den natürlichen Bevölkerungsbewegungen kennzeichnen Strukturbrüche die Entwicklung der Netto-migration in den vergangenen Jahren. Auf hohe Außenwanderungsgewinne wie zum Beispiel 1970, Anfang der 1990er-Jahre und zuletzt 2015 folgen deutlich rückläufige, teilweise auch negative Bilanzen. Diese Chronologie von Wertefolgen unterschiedlichen Ausmaßes und verschiedener zeitlicher Länge lässt sich mithilfe von Time-Warping- oder Muster-Erkennung-Algorithmen erfassen (Deschermei-

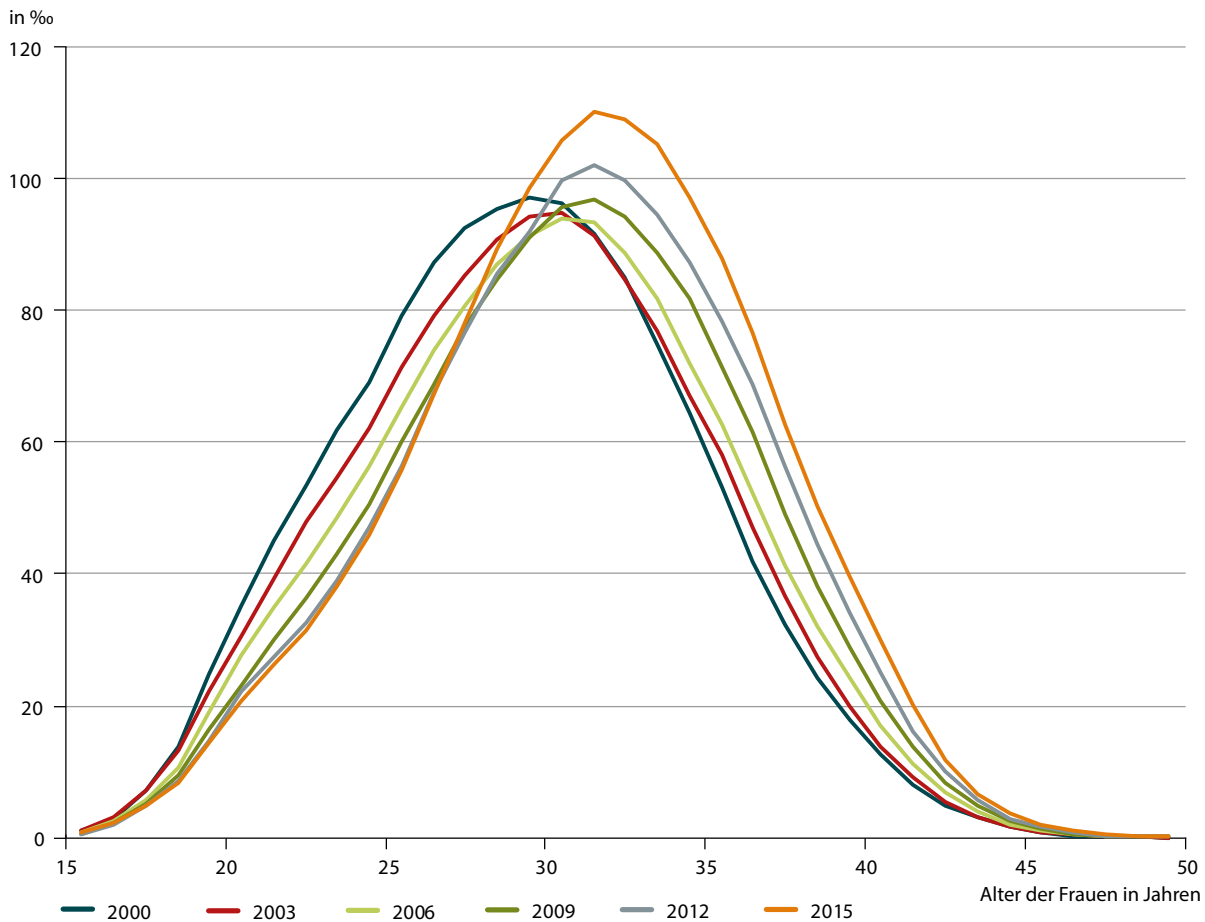
er 2016: 32 f.). Die jeweiligen demografischen Parameter im Referenzzeitraum durch funktionale Zusammenhänge abzubilden, hat gegenüber herkömmlichen Methoden Vorteile: Unsicherheiten über die zukünftige Ausprägung der Parameter lassen sich durch Wahrscheinlichkeiten ausdrücken, zeitliche Brüche in der Analyse berücksichtigen und damit auch längere Prognosehorizonte sinnvoll darstellen.

### Verfahren zu Bevölkerungsprognosen

Zwei Ansätze, die deterministische und die stochastische Methode, werden im Wesentlichen genutzt, um die zukünftige Bevölkerungsentwicklung vorherzusagen. Prognosen, die auf deterministische Verfahren zurückgehen, bezeichnet man auch als Vorausberechnungen (Lux-Henseler 2013: 3). Traditionell wenden verschiedene Akteure die deterministische Herangehensweise an: die Vereinten Nationen beispielsweise zur Prognose der Weltbevölkerung, das Statistische Bundesamt zur koordinierten Bevölkerungsvoraus-

## 3

### Altersspezifische Geburtenraten (2000–2015)



Quelle: Statistisches Bundesamt 2016c

berechnung für Deutschland oder das BBSR die Raumordnungsprognose für die Stadt- und Landkreise.

Nutzer des deterministischen Ansatzes geben die demografischen Parameter durch Annahmen vor – zum Beispiel auf Basis der Extrapolation von Fruchtbarkeit, Sterblichkeit und Nettowanderungen – und schreiben die zukünftige Bevölkerungsentwicklung jahrgangsweise mithilfe der Kohorten-Komponenten-Methode fort. Um die grundsätzlich vorliegende Unsicherheit einzugrenzen, berechnen sie verschiedene Szenarien, indem sie unterschiedliche Annahmen zu den natürlichen und räumlichen Bevölkerungsbewegungen verknüpfen. In der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung erzeugt das Statistische Bundesamt (2015) mit zwei Annahmen jeweils zu Fruchtbarkeit, Sterblichkeit und Außenwanderungssaldo acht Varianten, um das wahrscheinliche Spektrum der zukünftigen Bevölkerungsentwicklung aufzuzeigen: eine Zunahme und eine Status-quo-Fortschreibung für Geburtenhäufigkeit und Lebenserwartung, einen niedrigen und einen höheren Zuwanderungsüberschuss.

Je nach Kombination der Annahmen spannen das optimistische und das pessimistische Szenario für 2060 einen Schwankungsbereich der Einwohnerzahl von 67,5 Mio. oder 83,7 Prozent und 78,6 Mio. oder 97,3 Prozent des Bevölkerungsbestandes Ende 2013 auf. Die acht Szenarien basieren auf einer Kombination diskreter Annahmen, spiegeln aber die potenzielle Spannbreite möglicher Trends nicht wider, wie die Ergebnisse der Modellrechnungen zeigen. Damit stellt sich die Frage, ob sich die Bandbreite ausgewählter Indizes wie Jugend- und Altenquotient abbilden lässt. Zwar decken die beiden Varianten „Relativ alte Bevölkerung“

und „Relativ junge Bevölkerung“ ein breites Spektrum ab (Abb. 4). Die Modellrechnung „2,1 Kinder je Frau“ verdeutlicht aber, dass bereits eine leicht stärker ansteigende zukünftige Geburtenhäufigkeit als 1,6 Kinder je Frau eine merkliche Zunahme des Jugendquotienten bewirken kann. Offensichtlich korrelieren Veränderungen der Indizes nur bedingt mit der Entwicklung der Einwohnerzahlen.

Der deterministische Ansatz weist verschiedene Defizite auf (vgl. Keilmann/Pham/Hetland 2002; Lipps/Betz 2005; Deschermeier 2011):

- Dem Szenariotrichter, der sich zum Beispiel aus der Variante „Relativ alte Bevölkerung“ und „Relativ junge Bevölkerung“ ergibt, kann keine Wahrscheinlichkeit zugeordnet werden. Er vermittelt im Gegenteil auf visuelle Weise den Eindruck, dass die zukünftigen Trends der Einwohnerzahlen innerhalb dieser Bandbreite verlaufen (Deschermeier 2016: 22). Lipps/Betz (2005: 31) ermitteln auf Grundlage ihrer stochastischen Bevölkerungsvorausberechnung jedoch, dass das Spektrum zwischen der Variante „minimale Bevölkerungszahl“ und „maximale Bevölkerungszahl“ der 10. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes ein Konfidenzintervall von 68 Prozent aufspannt, also 32 Prozent möglicher Entwicklungen außerhalb dieses Bereiches liegen.
- Informationen zur Wahrscheinlichkeit, mit der die Größe einer Altersgruppe – zum Beispiel die Zahl der 6- bis unter 10-Jährigen – in einem bestimmten Intervall liegt, fehlen. Bei einer Sicherheit von 90 Prozent lässt sich im Falle eines schmalen Wertebereichs eine relativ gute Aus-

#### 4

Bevölkerungsentwicklung und Altersstruktur gemäß der beiden Varianten „Relativ alte Bevölkerung“ und „Relativ junge Bevölkerung“ in der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung (2014–2060)

	Relativ alte Bevölkerung	Relativ junge Bevölkerung
<b>Einwohnerzahl in 1.000</b>		
31.12.2013	80.767	80.767
31.12.2060	69.202	76.931
<b>Jugendquotient</b>		
31.12.2013	33,3	33,3
31.12.2060	36,4	40,5
<b>Altenquotient</b>		
31.12.2013	49,7	49,7
31.12.2060	94,0	80,1
<b>Annahmen:</b>	Annähernde Konstanz der Geburtenhäufigkeit mit 1,4 Kinder je Frau; starker Anstieg der Lebenserwartung bis 2060; Wanderungssaldo 100.000 jährlich	Anstieg der Geburtenhäufigkeit auf 1,6 Kinder je Frau bis 2028, danach konstant; moderater Anstieg der Lebenserwartung bis 2060; Wanderungssaldo 200.000 jährlich

Quelle: eigene Berechnungen nach den Daten des Statistischen Bundesamtes 2015



sage treffen, wie viele Plätze in Grundschulen es zukünftig braucht.

- Szenarien kombinieren zum Beispiel eine konstant niedrige Fruchtbarkeit mit einer moderat steigenden Lebenserwartung. Sie nehmen damit eine nichtlineare Korrelation zwischen beiden Größen an, was in der Realität allgemein nicht zutrifft. Außenwanderungssalden unterliegen teilweise starken jährlichen Schwankungen, in Prognosen geben die Annahmen eine konstante Bilanz von Jahr zu Jahr vor. Allerdings wäre grundsätzlich zu empfehlen, anstatt der Nettomigration getrennte Annahmen für die Ein- und Auswanderungen zu treffen. Für Deutschland zeigen die Zuzüge eine deutlich höhere Volatilität als die Fortzüge (Abb. 2). Die Ströme setzen sich zudem auch nach dem Alter, dem Geschlecht und nach der ethnischen Zugehörigkeit der Migranten unterschiedlich zusammen.

Stochastische Bevölkerungsprognosen haben im Vergleich zu deterministischen durchaus Vorteile. Insbesondere erlauben sie, Spannweiten potenzieller Trends zu berechnen und eine Wahrscheinlichkeit anzugeben, mit der eine mögliche Entwicklung in diesem Intervall liegt. Grundlage ist die statistische Analyse von Zeitreihen der natürlichen und räumlichen Bevölkerungsbewegungen mithilfe funktionaler Zusammenhänge. Allerdings erfordern sinnvolle Ergebnisse

(nicht allzu große Breite der Spannweite bei möglichst hoher Wahrscheinlichkeit) umfangreiche Datenmengen, die sich aus der Länge der Zeitreihe und der Differenzierung der demografischen Parameter nach Altersjahren und Geschlecht ergeben. So sind pro Jahr für Fruchtbarkeit, Sterblichkeit und Nettowanderungen bei einer Unterscheidung des Alters in Fünf-Jahres-Kohorten 87 Raten einzubeziehen. Dieser Datenbedarf führt dazu, dass sich bisherige stochastische Bevölkerungsprognosen auf einzelne Länder oder größere Regionen beziehen. Im Falle kleinräumiger Analysen, zum Beispiel für Regionen oder Kreise mit zum Teil deutlichen Größenunterschieden, sind wegen der Differenzierung von Binnen- und Außenwanderungen 127 Raten zu berücksichtigen. Je kleiner die zu untersuchenden Raumeinheiten sind, desto stärker beeinflussen singuläre Bedingungen wie die Wirtschaftsstruktur oder die Realisierung großer Wohnungsbauprojekte den zukünftigen Bevölkerungstrend. Das wirkt sich letztlich auf die Größe der Konfidenzintervalle und die zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten aus. Damit lässt sich aber auch nachvollziehen, warum das BBSR in seiner Raumordnungsprognose ein deterministisches Verfahren anwendet. Zudem bleibt zu bedenken, dass die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse stochastischer Prognosen ein gewisses Maß an mathematischen Kenntnissen voraussetzt. Szenarien hingegen stellen unterschiedliche Optionen der zukünftigen Bevölkerungsentwicklung konkret dar (Pötzsch 2016).

## Aussagekraft von Bevölkerungsprognosen

Die Dynamik der Bevölkerung nach Zahl und Struktur ist sehr bedeutend für Entscheidungen, die die Entwicklung eines Landes, einer Region oder Kommune betreffen. Zahlreiche Akteure bedienen sich daher der Ergebnisse von Bevölkerungsprognosen, da sie vielfältige Informationen enthalten – zum Beispiel zur zukünftigen Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen oder zum Arbeitskräfteangebot.

Dabei muss den Nutzern grundsätzlich klar sein, dass es sich bei den Ergebnissen unabhängig von der angewendeten Methodik um Schätzwerte und keine realen Werte handelt. Sie basieren auf ausgewählten und begründeten Annahmen zur zukünftigen Entwicklung der natürlichen und räumlichen Bevölkerungsbewegungen, spiegeln also eine spezifische Situation wider. Die Qualität der Annahmen hängt von der Länge des Stützzeitraumes, der Volatilität von

Fruchtbarkeit, Sterblichkeit und Migrationen sowie der Methodik zu ihrer Festlegung ab.

Zu bedenken bleibt, dass in der Entwicklung dieser Komponenten immer wieder Brüche auftreten. Man denke nur an die hohe Zunahme der Asylsuchenden 1992 sowie 2015/2016 oder an den Geburtenrückgang Anfang der 1990er-Jahre in den neuen Ländern, als die TFR innerhalb von vier Jahren auf knapp unter 0,8 Kinder je Frau absank. Die Annahmen bergen also stets Risiken, die aus der Entwicklung der demografischen Parameter im Stützzeitraum nicht absehbar sind. Zudem bleiben Faktoren, die auf die Bevölkerungsentwicklung einwirken, unberücksichtigt: Dazu zählen zum Beispiel die Wirtschaftspolitik, die Arbeitslosigkeit, die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, der Ausbau von Kinderkrippen und Ganztagschulen oder das Erziehungsgeld. Diese Einflüsse werden bei Prognosen, die

sich auf Teilräume eines Landes beziehen, noch vielfältiger. Die Zahl der Einwohner und ihre Dynamik hängen vom Wohnungsangebot, vom verfügbaren Bauland, von vorhandenen Bildungseinrichtungen, vom Image der Kommune oder von Maßnahmen der Stadtentwicklungspolitik ab. Diese spezifischen Bedingungen können Vorhersagen wie die Raumordnungsprognosen des BBSR nicht berücksichtigen. Das ist bei der Beurteilung ihrer Qualität, zu deren Einschätzung allgemein Prognoseergebnisse mit realen Werten verglichen werden, zu berücksichtigen (Lux-Henseler 2013: 4).

Hohe Abweichungen, die auf eine schlechte Qualität hinweisen, können auf Annahmen zu den demografischen Parametern basieren, die die zukünftige Entwicklung gut

wiedergeben, auf die aber lokal Verantwortliche frühzeitig reagiert haben, um beispielsweise das Ausmaß eines drohenden Rückgangs der Einwohnerzahlen abzufedern. Umgekehrt können schlechte Annahmen durchaus zu „guten“ Ergebnissen führen, da sich die Wirksamkeit der einzelnen Komponenten ausgleichen kann (Lux-Henseler 2013: 5; Bucher/Schlömer 2008: 689). Grundsätzlich ist die Unsicherheit, die bei der Interpretation der Ergebnisse einzubeziehen ist, umso höher, je kleiner die Raumeinheiten sind (Schlömer 2012: 12). Im Falle von Kommunen oder Kreisen mit relativ geringer Einwohnerzahl befördern Änderungen bei lokal wie überregional wirksamen Faktoren eine hohe Volatilität von Binnen- wie Außenwanderungen.

## Literatur

**Bähr, Jürgen;** unter Mitarbeit von Gans, Paul, 2010: Bevölkerungsgeographie. 5. Auflage, Stuttgart.

**Bucher, Hansjörg; Schlömer, Claus,** 2008: Que sera, sera. The future's not ours to see. Die BBR-Bevölkerungsprognose in Konfrontation mit der Realität. Informationen zur Raumentwicklung H. 11/12: 682–694.

**Gans, Paul; Pott, Andreas,** 2018: Migration und Migrationspolitik in Europa. In: Gesemann, Frank; Roth, Roland (Hrsg.): Handbuch lokaler Integrationspolitik – Migration und Integration als Herausforderung von Kommunen, Springer VS: Wiesbaden: 11–56.

**Deschermeier, Philipp,** 2011: Die Bevölkerungsentwicklung der Metropolregion Rhein-Neckar: eine stochastische Bevölkerungsprognose auf Basis des Paradigmas funktionaler Daten. Comparative Population Studies 36 (4): 731–768.

**Deschermeier, Philipp,** 2016: Einfluss der Zuwanderung auf die demografische Entwicklung in Deutschland. IW-Trends 43(2): 21–38.

**Keilman, Nico; Pham, Quang Dinh; Hetland, Arve,** 2002: Why population forecasts should be probabilistic – illustrated by the case of Norway. Demographic Research 6 (15): 409–453.

**Lipps, Oliver; Betz, Frank,** 2005: Stochastische Bevölkerungsprognose für West- und Ostdeutschland. Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft 30 (1): 3–42.

**Lux-Henseler, Barbara,** 2013: Wie zuverlässig sind unsere Bevölkerungsprognosen? Statistische Nachrichten für Nürnberg S232, Nürnberg.

**Pöttsch, Olga,** 2016: (Un)sicherheiten der Bevölkerungsvorausberechnungen. Rückblick auf die koordinierten Bevölkerungsvorausberechnungen für Deutschland zwischen 1998 und 2015. Wirtschaft und Statistik 2016 (4): 36–53.

**Preston, Samuel H.; Heuveline, Patrick; Guillot, Michel,** 2002: Demography. Measuring and modelling population processes. 2. Auflage, Oxford.

**Schlömer, Claus,** 2012: Raumordnungsprognose 2030. Bevölkerung, private Haushalte, Erwerbspersonen. Analysen Bau.Stadt.Raum 9, Bonn.

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

**Statistisches Bundesamt (Hrsg.),** 2016a: Zusammengefasste Geburtenziffer nach Kalenderjahren. Zugriff: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Geburten/Tabellen/GeburtenZiffer.html> [abgerufen am 06.09.2017].

**Statistisches Bundesamt (Hrsg.),** 2016b: Wanderungen. Wanderungen zwischen Deutschland und dem Ausland 1955 bis 2016. Zugriff: [https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Wanderungen/Tabellen/\\_/lrbev07.html](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Wanderungen/Tabellen/_/lrbev07.html) [abgerufen am 18.01.2018].

**Statistisches Bundesamt (Hrsg.),** 2016c: Geburtenziffern (Lebendgeborene je 1000 Frauen): Deutschland, Jahre, Alter. Zugriff: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/tabelleErgebnis/12612-0008> [abgerufen am 06.10.2017].

**Statistisches Bundesamt (Hrsg.),** 2016d: Sterbetafel 2013/2015. Methoden- und Ergebnisbericht zur laufenden Berechnung von Periodensterbetafeln für Deutschland und die Bundesländer. Wiesbaden. Zugriff: [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/Bevoelkerungsbe- wegung/PeriodensterbetafelErlaeuterung5126203157004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/Bevoelkerungsbe- wegung/PeriodensterbetafelErlaeuterung5126203157004.pdf?__blob=publicationFile) [abgerufen am 08.09.2017].

**Vorgrimler, Daniel; Wübben, Dirk,** 2003: Die Delphi-Methode und ihre Eignung als Prognoseinstrument. Wirtschaft und Statistik 2003 (8): 763–774.