

Babel, Bernhard; Bomsdorf, Eckart

Article — Published Version

Muss die Bevölkerung in Deutschland schrumpfen?

Wirtschaftsdienst

Suggested Citation: Babel, Bernhard; Bomsdorf, Eckart (2007) : Muss die Bevölkerung in Deutschland schrumpfen?, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Springer, Heidelberg, Vol. 87, Iss. 6, pp. 391-396, <https://doi.org/10.1007/s10273-007-0664-7>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/42755>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Bernhard Babel, Eckart Bomsdorf

Muss die Bevölkerung in Deutschland schrumpfen?

In den Diskussionen um die demographische Entwicklung in Deutschland bleibt häufig unberücksichtigt, dass die Bevölkerungsvorausberechnungen nur modellhaften Charakter haben können, da sie annahmenabhängig sind. Welche Auswirkungen auf den Bevölkerungsumfang ergeben sich in Deutschland bis 2050, wenn die Annahmen an die Realität angepasst werden? Welche Konsequenzen sind für den Alten- und den Jungenquotienten zu erwarten? Welche Werte müssen die Bevölkerungskomponenten Fertilität, Migration und Mortalität annehmen, damit ein gegebener Bevölkerungsumfang erhalten bleibt?

Bevölkerungsvorausberechnungen nach der Kohorten-Komponenten-Methode hängen direkt sowohl von Umfang und Struktur der Ausgangsbevölkerung als auch von der Entwicklung von Fertilität, Migration und Mortalität ab. Um derartige Berechnungen vornehmen zu können, sind möglichst realitätsnahe Annahmen für die drei Komponenten notwendig. Meist werden diesbezüglich verschiedene Annahmen getroffen und es resultieren mehrere Pfade zur Bevölkerungsentwicklung.¹

Ein prinzipiell anderer Weg ist die Verwendung von stochastischen Ansätzen für die verschiedenen Komponenten, die Intervall- und Wahrscheinlichkeitsaussagen über zukünftige Entwicklungen ermöglichen. Beide Vorgehensweisen können durchaus ergänzend Verwendung finden. In der Praxis stellt sich jedoch häufig die Frage, welche Auswirkungen Änderungen in den Annahmen auf die Bevölkerungsentwicklung haben. Eine Antwort auf diese Frage kann im Rahmen von Sensitivitätsbetrachtungen deterministischer Modellrechnungen gegeben werden.

In unserem Aufsatz in dieser Zeitschrift 2005 wurde dargelegt, wie solche Betrachtungen aussehen können.² Im Folgenden werden die seinerzeit für Deutschland angestellten Betrachtungen aktualisiert und durch

eine zeitabhängige Modellierung wesentlich erweitert sowie mithilfe dieser Resultate die Auswirkungen von Änderungen von Fertilität und Migration auf den Bevölkerungsumfang in Deutschland unmittelbar dargelegt. Schließlich wird die Frage beantwortet, bei welchen Werten der Komponenten Deutschland im Jahr 2050 eine Einwohnerzahl von 80 Mio. erreicht; es wird auch gezeigt, welche Werte dann der Altenquotient bzw. der Jungenquotient annehmen würde.

Die Basisvariante

Grundlage der Betrachtungen ist zunächst eine Basisvariante der Bevölkerungsvorausberechnung. Anschließend wird unter Verwendung von – aus einem regressionsanalytischen Ansatz gewonnenen – Gleichungen ermittelt, welche Änderungen des berechneten Bevölkerungsumfangs sich durch Abweichungen von Fertilität, Mortalität und Migration gegenüber der Basisvariante der Modellrechnungen ergeben.³ Die Annahmen dieser Basisvariante sind:

- eine Fertilitätsrate⁴ von 1,35 bis 2050,
- eine Lebenserwartung⁵ im Jahr 2050 von 88,3 (82,6) Jahren bei weiblichen (männlichen) Neugeborenen,

Prof. Dr. Eckart Bomsdorf, 63, lehrt und forscht an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln; Dr. Bernhard Babel, 28, ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Seminar für Wirtschafts- und Sozialstatistik der Universität zu Köln.

¹ Vgl. beispielsweise Statistisches Bundesamt: Bevölkerung Deutschlands bis 2050, Wiesbaden 2006; vgl. E. Bomsdorf, B. Babel: Großstädte Deutschlands im demografischen Wandel, Fakten und Perspektiven bis 2040, Bd. 2, Köln 2006; vgl. H. Birg: Die demographische Zeitenwende, München 2001, S. 97 ff.

² Vgl. E. Bomsdorf, B. Babel: Wie viel Fertilität und Migration braucht Deutschland?, in: WIRTSCHAFTSDIENST, 85. Jg. (2005), H. 6, S. 387-394.

³ Ebenda.

- eine jährliche Nettozuwanderung von 150 000 Personen sowie eine Sockelwanderung von 400 000 Personen.

Die Annahme für die Fertilitätsrate gibt mit 1,35 etwa das Niveau der letzten Jahre wieder, die Annahme für den Wanderungssaldo entspricht ungefähr dem Durchschnitt der letzten zwei Jahrzehnte und liegt zwischen den beiden Annahmen der 11. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes von 100 000 bzw. 200 000 Personen.⁶ Für die Zuwanderung Deutscher wird von einem Rückgang von gegenwärtig 40 000 Personen jährlich auf 0 Personen bis 2020 ausgegangen. Die Modellierung der Mortalität erfolgt mit dem Ansatz von Bomsdorf und Trimborn auf der Basis der Abgekürzten Sterbetafeln.⁷ Als Ausgangsbevölkerung wird die Bevölkerung in Deutschland vom 31.12.2005 verwendet.

Modellgleichungen für den Bevölkerungsumfang

Die im Folgenden dargestellten – auf multiplen Regressionsansätzen basierenden – Gleichungen erlauben, die Auswirkungen von isolierten und simultanen Änderungen der Komponenten auf den Bevölkerungsumfang unmittelbar zu quantifizieren.⁸ Dazu werden 5000 (zufällige) Varianten mit unterschiedlichen Annahmen für Fertilität, Migration (Nettozu- und Sockelwanderung) sowie Mortalität generiert und jeweils der Bevölkerungsumfang bestimmt. Für die Änderung des Bevölkerungsumfangs 2050 gegenüber der Basisvariante bzw. für den Bevölkerungsumfang B_{2050} im Jahr 2050 ergeben sich folgende Gleichungen:⁹

$$(1) \Delta B_{2050} = 2,33 \cdot \Delta F + 0,94 \cdot \Delta L + 2,75 \cdot \Delta W_{\text{Netto}} + 0,38 \cdot \Delta W_{\text{Sockel}}$$

$$B_{2050} = 72,43 + 2,33 \cdot \Delta F + 0,94 \cdot \Delta L + 2,75 \cdot \Delta W_{\text{Netto}} + 0,38 \cdot \Delta W_{\text{Sockel}}$$

mit

- ΔF Änderung der Fertilitätsrate gegenüber der Basisvariante (gemessen in Vielfachen von 0,1, Konstanz ab 2010 auf dem bis dahin durch Änderung erreichten Niveau),
- ΔL Änderung der Lebenserwartung Neugeborener 2050 gegenüber der Basisvariante (in Jahren),
- ΔW_{Netto} Änderung der jährlichen Nettozuwanderung (in 50 000),
- ΔW_{Sockel} Änderung der jährlichen Sockelwanderung (in 100 000).

Die Koeffizienten der Gleichungen gestatten folgende Interpretation gegenüber der Basisvariante:

- Eine Steigerung der Fertilitätsrate (Anstieg bis 2010, danach Konstanz) um 0,1 führt zu einer Zunahme des Bevölkerungsumfangs Ende 2050 um 2,33 Mio.
- Eine Steigerung der Lebenserwartung um ein Jahr¹⁰ 2050 führt zu einer Zunahme des Bevölkerungsumfangs Ende 2050 um 0,94 Mio.
- Eine Steigerung der jährlichen Nettozuwanderung um 50 000 Personen führt zu einer Zunahme des Bevölkerungsumfangs Ende 2050 um 2,75 Mio.
- Eine Steigerung der jährlichen Sockelwanderung um 100 000 Personen führt zu einer Zunahme des Bevölkerungsumfangs Ende 2050 um 0,38 Mio.

In diesen Gleichungen sind zusätzliche Effekte, die sich durch Wechselwirkungen bei gleichzeitiger Än-

⁴ Die Fertilitätsrate entspricht der auf eine Frau bezogenen zusammengefassten Geburtenziffer.

⁵ Den jeweils bei den Annahmen angegebenen Werten der Lebenserwartung liegt die übliche Periodenbetrachtung zugrunde, bei der angenommen wird, dass die im jeweiligen Geburtsjahr geltenden so genannten einjährigen Sterbewahrscheinlichkeiten über einen Zeitraum von rund 100 Jahren Bestand haben; damit wird die Lebenserwartung systematisch zu niedrig angegeben. Realistischer ist die Angabe von Werten nach der Kohortenbetrachtung, bei der eine Längsschnittbetrachtung vorgenommen wird und somit Generationensterbetafeln zugrunde liegen; vgl. E. Bomsdorf: Life expectancy in Germany until 2050, in: Experimental Gerontology, Jg. 39 (2004), H. 2, S. 159-163. Nach der Kohortenbetrachtung würde die Lebenserwartung von weiblichen (männlichen Neugeborenen) 2050 96,0 (90,5) Jahre betragen.

⁶ Vgl. Statistisches Bundesamt: Bevölkerung Deutschlands bis 2050, a.a.O., S. 52.

⁷ Vgl. E. Bomsdorf, M. Trimborn: Sterbetafel 2000. Modellrechnungen der Sterbetafel, in: Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft, Jg. 81 (1992), H. 3, S. 457-485.

⁸ Vgl. B. Babel: Bevölkerungsvorausberechnungen unter besonderer Berücksichtigung von Unsicherheiten, Lohmar, Köln 2007, S. 101. Dort finden sich auch entsprechende Gleichungen für den Alten- und Jungenquotienten.

⁹ $\Delta F=2$ bedeutet eine Änderung der Fertilitätsrate der Basisvariante um 0,2, d.h. von 1,35 auf 1,55, $\Delta W_{\text{Netto}}=2$ eine Zunahme der Nettozuwanderung gegenüber der Basisvariante um 100 000 Personen, d.h. von 150 000 auf 250 000; entsprechende Interpretationen gelten für ΔL und ΔW_{Sockel} . Die Regressionsgleichung gilt für Werte der betrachteten Änderungen in folgenden Intervallen: $-4 \leq \Delta F \leq +7$, $-5 \leq \Delta L \leq +5$, $-3 \leq \Delta W_{\text{Netto}} \leq +3$, $-5 \leq \Delta W_{\text{Sockel}} \leq +5$. Bei der Interpretation der Gleichungen ist zu beachten, dass alle Berechnungen für das Jahr 2050 annahmeabhängig sind und sie daher nicht als Prognosen, sondern immer nur als Modellrechnungen aufzufassen sind.

¹⁰ Das bedeutet eine Steigerung der Lebenserwartung Neugeborener bis 2050 um ein Jahr gegenüber der in der Basisvariante getroffenen Annahme.

Tabelle 1
Bevölkerungsumfang 2050 in Abhängigkeit von
Fertilitätsrate und Wanderungssaldo
(Bevölkerungsumfang 2005 = 82,44 Mio.)

	Wanderungssaldo					
	0	50 000	100 000	150 000	200 000	250 000
Fertilitätsrate						
1,00	56,66	59,20	61,74	64,28	66,82	69,36
...
1,15	59,88	62,51	65,14	67,77	70,40	73,03
1,25	62,03	64,72	67,41	70,10	72,79	75,48
1,35	64,18	66,93	69,68	72,43	75,18	77,93
1,45	66,33	69,14	71,95	74,76	77,57	80,38
1,55	68,48	71,35	74,22	77,09	79,96	82,83
...
2,00	78,16	81,30	84,44	87,58	90,72	93,86

Tabelle 2
Altenquotient 2050 in Abhängigkeit von
Fertilitätsrate und Wanderungssaldo
(Altenquotient 2005 = 31,7)

	Wanderungssaldo					
	0	50 000	100 000	150 000	200 000	250 000
Fertilitätsrate						
1,00	75,6	72,5	69,7	67,2	65,0	62,9
...
1,15	71,7	68,9	66,3	64,1	62,0	60,2
1,25	69,3	66,7	64,3	62,2	60,2	58,5
1,35	67,1	64,6	62,4	60,4	58,6	56,9
1,45	65,0	62,6	60,5	58,7	56,9	55,4
1,55	63,0	60,8	58,8	57,0	55,4	53,9
...
2,00	55,4	53,7	52,2	50,8	49,5	48,3

Tabelle 3
Jungenquotient 2050 in Abhängigkeit von
Fertilitätsrate und Wanderungssaldo
(Jungenquotient 2005 = 32,9)

	Wanderungssaldo					
	0	50 000	100 000	150 000	200 000	250 000
Fertilitätsrate						
1,00	21,6	21,5	21,5	21,4	21,3	21,3
...
1,15	25,1	24,9	24,8	24,7	24,6	24,5
1,25	27,4	27,2	27,1	26,9	26,8	26,7
1,35	29,8	29,5	29,4	29,2	29,0	28,9
1,45	32,1	31,9	31,7	31,5	31,3	31,1
1,55	34,5	34,2	34,0	33,8	33,6	33,4
...
2,00	45,3	44,9	44,5	44,2	43,9	43,6

derung mehrerer Komponenten ergeben, noch nicht erfasst. Werden diese analysiert, so zeigt sich, dass derartige Effekte in erster Linie bei gleichzeitiger Änderung von Fertilität und Nettozuwanderung auftreten. Es resultieren die folgenden Gleichungen:

$$(2) \Delta B_{2050} = 2,33 \cdot \Delta F + 0,94 \cdot \Delta L + 2,75 \cdot \Delta W_{\text{Netto}} \\ + 0,38 \cdot \Delta W_{\text{Sockel}} + 0,06 \cdot \Delta F \cdot \Delta W_{\text{Netto}} \\ + 0,02 \cdot \Delta F \cdot \Delta W_{\text{Sockel}} + 0,01 \cdot \Delta L \cdot \Delta W_{\text{Netto}}$$

$$B_{2050} = 72,43 + 2,33 \cdot \Delta F + 0,94 \cdot \Delta L + 2,75 \cdot \Delta W_{\text{Netto}} \\ + 0,38 \cdot \Delta W_{\text{Sockel}} + 0,06 \cdot \Delta F \cdot \Delta W_{\text{Netto}} \\ + 0,02 \cdot \Delta F \cdot \Delta W_{\text{Sockel}} + 0,01 \cdot \Delta L \cdot \Delta W_{\text{Netto}}$$

Bevölkerungsumfang in Abhängigkeit von Fertilitätsrate und Wanderungssaldo

Aus diesen Gleichungen lässt sich – ohne weitere umfangreiche Berechnungen mit Hilfe der Kohorten-Komponenten-Methode – für beliebige Varianten der Bevölkerungskomponenten die Höhe der Bevölkerung 2050 bestimmen. Tabelle 1 gibt den resultierenden Bevölkerungsumfang in Abhängigkeit von verschiedenen Annahmen zu Fertilität und Wanderungssaldo wieder.¹¹

Ohne Wanderungen wäre der heutige Bevölkerungsumfang von nahezu 82½ Mio. bzw. ein Bevölkerungsumfang von etwa 80 Mio. 2050 selbst bei einem deutlichen Anstieg der Fertilitätsrate nicht zu halten: Bei einer Fertilitätsrate von 1,35 ergäbe sich ein Bevölkerungsumfang von 64,18 Mio., bei einer Fertilitätsrate von 2,0 läge der entsprechende Wert mit 78,16 Mio. immer noch deutlich unter 80 Mio.

Die Tabellen 2 und 3 liefern die entsprechenden Werte für den Alten- und den Jungenquotienten.¹²

Vorgegebenes Bevölkerungsniveau 2050

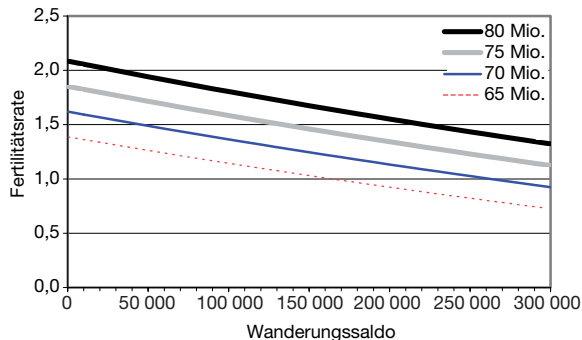
Es stellt sich die Frage, welche Kombinationen aus Fertilitätsrate und Wanderungssaldo, d.h. welche Veränderungen dieser Komponenten notwendig wären, um den Bevölkerungsumfang 2050 auf einem vorgegebenen Niveau (z.B. 80 Mio.) zu halten. Diese Fragestellung kann mit Hilfe der Gleichungen approximativ beantwortet werden;¹³ dazu wird Gleichung (2) nach

¹¹ Die für die Basisvariante resultierenden Werte für den Bevölkerungsumfang, den Altenquotienten und den Jungenquotienten werden in den Tabellen jeweils kursiv hervorgehoben. Der Übersichtlichkeit halber wird nur die Abhängigkeit des Bevölkerungsumfangs von der Fertilitätsrate und dem Wanderungssaldo (als die den Bevölkerungsumfang am stärksten beeinflussenden Größen) dargestellt. Für die anderen Komponenten werden die in der Basisvariante gemachten Annahmen unterstellt.

¹² Der Altenquotient (AQ) in der hier verwendeten Altersabgrenzung gibt an, wie viele 65-Jährige und Ältere auf 100 Personen mit einem Alter von 20 bis unter 65 Jahren kommen, der Jungenquotient (JQ), wie viele unter 20-Jährige auf 100 Personen mit einem Alter von 20 bis unter 65 Jahren kommen.

¹³ Die Darstellung gilt nur in den oben spezifizierten Grenzen der Bevölkerungskomponenten.

Abbildung 1
Bevölkerungsisoquanten 2050 in Abhängigkeit von Fertilitätsrate und Wanderungssaldo



der Fertilitätsrate aufgelöst (die Änderung der Lebenserwartung und der Sockelwanderung gegenüber der Basisvariante sei null). Es folgt:

$$\Delta F = \frac{\Delta B_{2050} - 2,75 \cdot \Delta W_{\text{Netto}}}{2,33 + 0,06 \cdot \Delta W_{\text{Netto}}} \text{ bzw.}$$

$$\Delta F = \frac{B_{2050} - 72,43 - 2,75 \cdot \Delta W_{\text{Netto}}}{2,33 + 0,06 \cdot \Delta W_{\text{Netto}}}$$

Abbildung 1 stellt die Fertilitätsrate dar, die notwendig wäre, um ceteris paribus 2050 bei einem gegebenen Wanderungssaldo einen Bevölkerungsumfang von 65, 70, 75 oder 80 Mio. zu erreichen. Die resultierenden Kurven können als Bevölkerungsisoquanten für 2050 interpretiert werden.

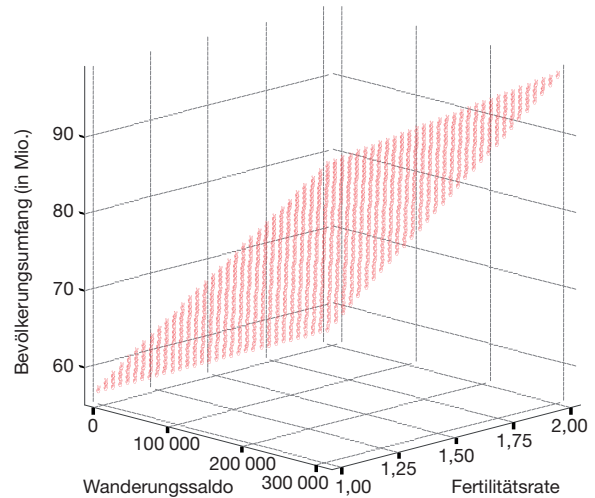
Um 2050 einen Bevölkerungsumfang von 80 Mio. zu erreichen, wäre z.B. eine Erhöhung des Wanderungssaldos auf 200 000 Personen pro Jahr und gleichzeitig ein Anstieg der Fertilitätsrate auf 1,55 nötig. Würde die Fertilitätsrate auf dem heutigen Niveau von 1,35 verharren, so würde eine Einwohnerzahl von 80 Mio. 2050 einen jährlichen Wanderungssaldo von 290 000 Personen erfordern.

Abbildung 2 liefert verallgemeinernd eine entsprechende dreidimensionale Darstellung des Bevölkerungsumfangs 2050 in Abhängigkeit von Fertilitätsrate und Wanderungssaldo und erweitert somit Abbildung 1.

Bevölkerungsniveau in einem beliebigen Jahr

Die bisherigen Darstellungen bezogen sich auf das Jahr 2050. Weitere Analysen ergaben, dass die Gleichungen auch zeitabhängig, d.h. für beliebige Jahre, formuliert werden können. Dazu wur-

Abbildung 2
Bevölkerungsumfang 2050 in Abhängigkeit von Fertilitätsrate und Wanderungssaldo



Anmerkung: Der Abbildung liegen 1000 gemäß Gleichung (2) generierte Varianten zugrunde.

Abbildung 3
Bevölkerungsisoquanten in Abhängigkeit von Fertilitätsrate und Wanderungssaldo
(Bevölkerungsumfang 80 Mio.)

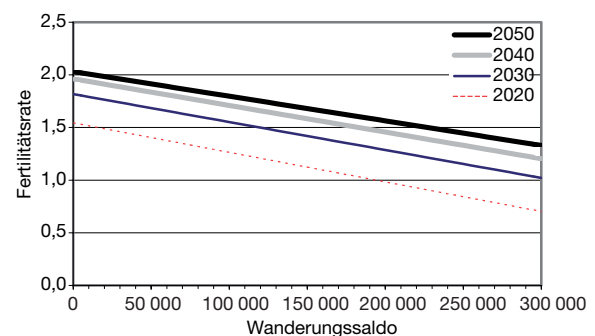


Tabelle 4
Bevölkerungsumfang (Basisvariante) und Koeffizienten

t	2020	2030	2040	2050
Δt	15	25	35	45
$B_{t,\text{Basis}}$	81,29	79,28	76,29	72,40
$f_1(\Delta t)$	0,57	1,04	1,59	2,28
$f_2(\Delta t)$	0,21	0,41	0,66	0,97
$f_3(\Delta t)$	0,80	1,38	2,01	2,75
$f_4(\Delta t)$	0,05	0,12	0,23	0,37

den 50 000 Varianten erstellt, bei denen neben den Annahmen für die Komponenten auch das Betrachtungsjahr (von 2006 bis 2050) zufällig gewählt wurde. Die Koeffizienten in den Gleichungen wurden durch quadratische Funktionen zeitabhängig

Tabelle 5
Bevölkerungsumfang in Abhängigkeit von
Fertilitätsrate und Wanderungssaldo

		Wanderungssaldo					
		0	50 000	100 000	150 000	200 000	250 000
2020	Fertilitätsrate	1,00	76,90	77,70	78,50	79,30	80,10

	1,15	77,75	78,55	79,35	80,15	80,95	81,75
	1,25	78,32	79,12	79,92	80,72	81,52	82,32
	1,35	78,89	79,69	80,49	81,29	82,09	82,89
	1,45	79,46	80,26	81,06	81,86	82,66	83,46
	1,55	80,03	80,83	81,63	82,43	83,23	84,03

2030	Fertilitätsrate	2,00	82,60	83,40	84,20	85,00	85,80

	1,00	71,50	72,88	74,26	75,64	77,02	78,40

	1,15	73,06	74,44	75,82	77,20	78,58	79,96
	1,25	74,10	75,48	76,86	78,24	79,62	81,00
	1,35	75,14	76,52	77,90	79,28	80,66	82,04
	1,45	76,18	77,56	78,94	80,32	81,70	83,08
2040	Fertilitätsrate	1,55	77,22	78,60	79,98	81,36	82,74

	2,00	81,90	83,28	84,66	86,04	87,42	88,80

	1,00	64,70	66,71	68,72	70,73	72,74	74,75

	1,15	67,08	69,09	71,10	73,11	75,12	77,13
	1,25	68,67	70,68	72,69	74,70	76,71	78,72
2050	Fertilitätsrate	1,35	70,26	72,27	74,28	76,29	78,30

	1,45	71,85	73,86	75,87	77,88	79,89	81,90
	1,55	73,44	75,45	77,46	79,47	81,48	83,49

	2,00	80,60	82,61	84,62	86,63	88,64	90,65

	1,00	64,70	66,71	68,72	70,73	72,74	74,75

approximiert. Es ergab sich – unter Vernachlässigung von Wechselwirkungen – folgende Gleichung ($\Delta t = t - 2005$, $t = 2005, \dots, 2050$):

$$\Delta B_{2005+\Delta t} = f_1(\Delta t) \cdot \Delta F + f_2(\Delta t) \cdot \Delta L + f_3(\Delta t) \cdot \Delta W_{\text{Netto}} + f_4(\Delta t) \cdot \Delta W_{\text{Sockel}}$$

mit

$$f_1(\Delta t) \cdot 10^3 = 0,39 \cdot \Delta t^2 + 31,89 \cdot \Delta t$$

$$f_2(\Delta t) \cdot 10^3 = 0,23 \cdot \Delta t^2 + 10,76 \cdot \Delta t$$

$$f_3(\Delta t) \cdot 10^3 = 0,22 \cdot \Delta t^2 + 49,84 \cdot \Delta t$$

$$f_4(\Delta t) \cdot 10^3 = 0,16 \cdot \Delta t^2 + 0,89 \cdot \Delta t$$

und

$$\Delta B_{2005+\Delta t} = \underbrace{(82438 - 2,54 \cdot \Delta t - 4,95 \cdot \Delta t^2) \cdot 10^{-3}}_{B_{t,\text{Basis}}} + \Delta B_{2005+\Delta t}$$

Für $\Delta t = 45$, d.h. $t = 2050$, ergibt sich folgende Gleichung:

$$\Delta B_{2050} = 72,40 + 2,28 \cdot \Delta F + 0,97 \cdot \Delta L + 2,75 \cdot \Delta W_{\text{Netto}} + 0,37 \cdot \Delta W_{\text{Sockel}}$$

Diese Koeffizienten stimmen ungefähr mit denen der direkt für 2050 ermittelten Gleichung (1) überein. Tabelle 4 zeigt beispielhaft die resultierenden Koeffizienten für 2020, 2030, 2040 und 2050.

Jetzt kann – ohne aufwändige Neuberechnungen bei Änderungen in den Annahmen – der Bevölkerungsumfang unmittelbar, d.h. für beliebige Varianten und Jahre, berechnet werden. Tabelle 5 gibt den resultierenden Bevölkerungsumfang für 2020, 2030 und 2040 in Abhängigkeit von verschiedenen Annahmen zu Fertilität und Wanderungssaldo an und ergänzt somit Tabelle 1.

Abbildung 3 stellt die Kombinationen von Fertilitätsrate und Wanderungssaldo dar, die 2020, 2030, 2040 bzw. 2050 zu einem Bevölkerungsumfang von 80 Mio. führen und somit als Bevölkerungsisoquanten für die jeweiligen Jahre bezeichnet werden können.

Ein Bevölkerungsumfang von 80 Mio. könnte somit ohne Änderungen in den Werten der Komponenten gegenüber der Basisvariante bis 2020 gehalten werden. Um diese Einwohnerzahl auch 2030 (2040) zu erreichen, wäre jedoch eine Steigerung der Fertilitätsrate auf 1,44 (1,60) bzw. ein Anstieg des Wanderungssaldos auf über 175 000 (240 000) erforderlich, mit der Konsequenz, dass die Bevölkerung 2020 bei 81,9 (83,0) Mio. bzw. 81,8 (82,9) Mio. liegen würde.

Drei Kombinationen aus Fertilitätsrate und Wanderungssaldo

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung des Bevölkerungsumfangs bis 2050 für drei Kombinationen aus Fertilitätsrate und Wanderungssaldo, die 2050 zu einem Bevölkerungsumfang von etwa 80 Mio. führen:

- Variante 1: Fertilitätsrate 1,85 und Wanderungssaldo 75 000,
- Variante 2: Fertilitätsrate 1,60 und Wanderungssaldo 180 000,
- Variante 3: Fertilitätsrate 1,35 und Wanderungssaldo 290 000.

Obwohl die drei Varianten 2050 zu einem ähnlichen Niveau des Bevölkerungsumfangs von etwa 80 Mio.

Abbildung 4
Bevölkerungsumfang in Abhängigkeit von drei Varianten für Fertilitätsrate und Wanderungssaldo

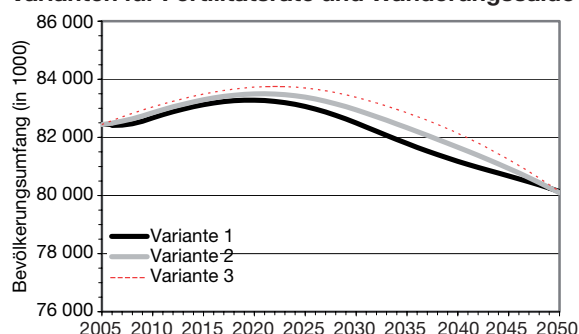


Abbildung 5
Altenquotient in Abhängigkeit von drei Varianten für Fertilitätsrate und Wanderungssaldo

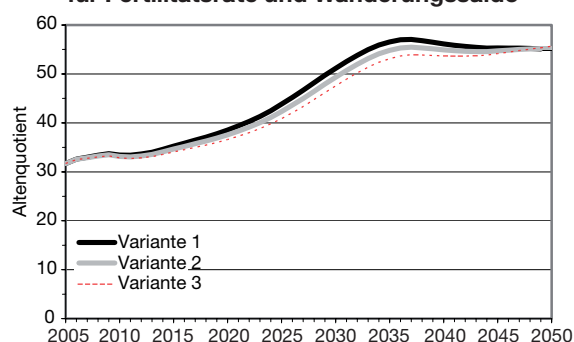
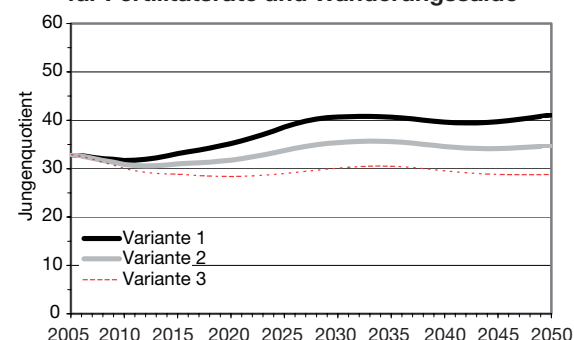


Abbildung 6
Jungenquotient in Abhängigkeit von drei Varianten für Fertilitätsrate und Wanderungssaldo



führen, ergeben sich zwischenzeitlich unterschiedliche Verläufe. Aus allen drei Varianten folgt zunächst ein Anstieg des Bevölkerungsumfangs bis 2020 auf mindestens 83 Mio. Anschließend sinkt die Einwohnerzahl bei Variante 1 wieder, während sie bei den beiden Varianten mit höherer Zuwanderung (Variante 2 und 3) bis 2022 ansteigt, um danach bis 2050 stetig abzunehmen.

Die Abbildungen 5 und 6 stellen entsprechend die Entwicklung des Alten- und des Jungenquotienten für die drei Varianten dar.

Beim Altenquotient ergeben sich 2050 für alle drei Varianten ähnliche Werte von etwa 55 Punkten. Variante 1 führt zwischenzeitlich (2038) jedoch zu einem höheren Niveau von 57 Punkten, anschließend verringert der aus dem starken Anstieg der Fertilitätsrate resultierende Kindeskindereffekt den Altenquotient wieder. Nach 2050 liegen die Werte für den Altenquotienten bei Variante 1 sogar unter denen gemäß Variante 2 und 3.

Beim Jungenquotient unterscheiden sich die Resultate 2050 deutlich: Aus Variante 1 mit dem stärksten Anstieg der Fertilitätsrate auf 1,85 folgt der höchste Wert des Jungenquotienten von 41 Punkten, aus Variante 2 mit einem Anstieg der Fertilitätsrate auf 1,60 immerhin noch ein Wert von 35 Punkten. Bei Variante 3, d.h. einer gegenüber der Basisvariante unveränderten Fertilitätsrate und einem deutlichen Anstieg des Wanderungssaldos, ergibt sich ein Jungenquotient von 29 Punkten; dieser Wert stimmt näherungsweise mit dem Ergebnis der Basisvariante überein.¹⁴

Zusammenfassung

Mit den dargestellten Modellgleichungen lassen sich somit – ausgehend von einer Basisvariante – approximativ Auswirkungen von Veränderungen der drei Komponenten Fertilität, Migration und Mortalität auf den Bevölkerungsumfang unmittelbar quantifizieren. So ist – ohne weitere umfangreiche Modellrechnungen – die Bestimmung des Bevölkerungsumfangs möglich. Auch lässt sich feststellen, welche Konstellation der Werte für die einzelnen Komponenten der Bevölkerungsentwicklung notwendig wäre, um einen vorgegebenen Bevölkerungsumfang in ausgewählten Jahren zu erreichen. So zeigt sich, dass ein Bevölkerungsumfang von 80 Mio. bis 2030 durch geringe Änderungen von Fertilitätsrate und Wanderungssaldo erreicht werden kann. Eine Erhöhung des jährlichen Wanderungssaldos auf 180 000 Personen und eine Zunahme der Fertilitätsrate auf etwa 1,6 würde dazu führen, dass der Bevölkerungsumfang bis 2050 nicht unter 80 Mio. sinkt. Ohne Wanderungen wäre ein Anstieg der Fertilitätsrate auf knapp 2,1 erforderlich, um die Bevölkerung auf diesem Niveau zu halten.

¹⁴ Der Jungenquotient wird somit – wie auch in Tabelle 3 ersichtlich – hauptsächlich durch die Fertilitätsrate beeinflusst; vgl. E. Bomsdorf, B. Babel: Wie viel Fertilität ..., a.a.O., S. 388 ff.