

# Entwicklung und Aufbau des Bevölkerungsprognosesystems der Statistik Austria

Alexander Hanika  
Direktion Bevölkerung, Statistik Austria

**Abstract:** From the beginning of his statistical work Peter Findl was involved in population projections. In the 1970s he started to develop a detailed computer programme for population projections based on the cohort-component-method. This model was designed for main frame computing (HOST-system) and was used until the year 2000. It was an up-to-date model providing all necessary features for population projections. All parameters like fertility, mortality and migration could be modified over the projection period. It was also designed for the purposes of regional projections. All forecasts compiled in the 1970s and 1980s projected the ageing process that started around the millennium.

**Zusammenfassung:** Peter Findl war seit Beginn seiner Laufbahn in der amtlichen Statistik eng mit der Bevölkerungsprognostik verbunden. Er entwickelte in den 1970er Jahren ein sehr detailliertes Bevölkerungsprognoseprogramm auf Basis der traditionellen Kohorten-Komponenten-Methode. Das Programm lief auf dem Großrechner und wurde bis zum Jahr 2000 eingesetzt. Dieses Modell entsprach allen Anforderungen eines modernen Prognosemodells. Alle Prognoseparameter wie Fertilität, Mortalität und Migration konnten über den Prognosezeitraum variiert werden. Das Modell war auch für regionalisierte Vorausschätzungen konzipiert. In den Prognosen der 1970er und 1980er Jahre wurde bereits der mit 2000 einsetzende Alterungsprozess der Bevölkerung vorhergesagt.

**Keywords:** Bevölkerungsprognosen, Regionalprognosen, Prognoseprogramme, Demographie

## 1 Das Prognosesystem der Statistik Austria

### 1.1 Einleitung

Nach seinem Eintritt in das Österreichische Statistische Zentralamt im Jahr 1974 war Peter Findl unter anderem auch intensiv mit dem Aufbau eines Bevölkerungsprognosesystems befasst. Die Entwicklung von leistungsfähigen Großrechnern sowie der entsprechenden Computerprogramme und Programmiersprachen machte zu dieser Zeit erst die EDV-unterstützte Berechnung von Bevölkerungsvorausschätzungen möglich. Als zuständiger Leiter des Hauptreferates "Bevölkerungsprognosen" in der Abteilung 1 konzipierte er ein erstes Prognoseprogramm, das auf dem Großrechner des Statistischen

Zentralamtes lief. Mit diesem Modell wurden zahlreiche Vorausschätzungen für Österreich und die Bundesländer gerechnet. Weiters war Peter Findl auch an der Entwicklung von Modellen für die Vorausschätzungen von Erwerbspersonen und Haushalten, den sogenannten Sekundärprognosen, federführend beteiligt. Darauf kann aber im Rahmen dieses Beitrages nicht näher eingegangen werden. In vielen anderen Funktionen wie zuletzt als Direktor der Direktion Bevölkerung in der Bundesanstalt Statistik Österreich begleitete er den weiteren Ausbau des Prognosesystems.

## 1.2 Das Bevölkerungsprognosemodell

Zumeist wird für Bevölkerungsprognosen als Modell die **Kohorten-Komponenten-Methode** herangezogen. Ausgangspunkt dafür ist die Bevölkerung eines Basisjahres, gegliedert nach (einjährigem) Alter und Geschlecht zum Stichtag des Jahreswechsels. Zu diesem Zeitpunkt entsprechen die einzelnen Alter bestimmten Geburtsjahrgängen, die auch als Geburtskohorten bezeichnet werden.<sup>1</sup> Mit Hilfe der Komponenten Fertilität, Mortalität und Migration wird diese Ausgangsbevölkerung in die Zukunft fortgeschrieben. Dabei wird die Bevölkerung pro Prognosejahr um ein Jahr gealtert und um prognostizierte Sterbefälle reduziert, die aus alters- und geschlechtsspezifischen Sterbewahrscheinlichkeiten abgeleitet werden.<sup>2</sup> Mit Hilfe von altersspezifischen Fertilitätsraten für Frauen werden die Geburten des jeweiligen Prognosejahres geschätzt. Dabei werden die nach Alter gegliederten Frauen mit den entsprechenden Fertilitätsraten multipliziert, das ergibt die Geburten nach dem Alter der Mutter. Über alle Alter aufsummiert und mit einem entsprechenden Faktor auf Knaben und Mädchen aufgeteilt, werden diese Geburten als nulljährige Bevölkerung für das jeweilige Prognosejahr hinzugefügt.

Die dritte Komponente der Vorausschätzung ist die Migration. Zur Modellierung der internationalen sowie der Binnenwanderungen werden in der Bevölkerungsprognostik unterschiedliche Methoden eingesetzt. Bei der Verwendung von Nettowanderungsmodellen wird in jedem Prognosejahr pro Geschlecht und Alter ein Wanderungssaldo in Absolutzahlen hinzugefügt.<sup>3</sup> Bruttowanderungsmodelle arbeiten hingegen mit Zu- und Abwanderungsströmen. Während die Immigration hier zumeist alters- und geschlechtsspezifisch in Absolutzahlen vorgegeben wird, wird die Emigration ähnlich der Sterblichkeit mittels alters- und geschlechtsspezifischer Abwanderungsraten berechnet. Bei multiregionalen Bevölkerungsprognosen muss schlussendlich auch noch die Binnenwanderung zwischen den einzelnen Landesteilen modelliert werden. Bei Nettowanderungsmodellen wird die Binnenwanderung zumeist in Absolutzahlen dem Aussenwanderungssaldo zugeschlagen. Wird hingegen mit Bruttoströmen gerechnet, so ergeben

---

<sup>1</sup>In der Demographie wird als Kohorte jener Personenkreis verstanden, der in einer definierten Zeiteinheit (in der Regel ein Kalenderjahr) ein bestimmtes demographisches Ereignis erfährt, wie z.B. Geburts- oder Heiratkohorten.

<sup>2</sup>Alternativ wird in manchen Modellen auch mit aus den Sterbewahrscheinlichkeiten abgeleiteten Überlebenswahrscheinlichkeiten gerechnet.

<sup>3</sup>Bei sehr kleinen Besetzungszahlen besteht hier das Problem der negativen Zahlen, falls ein negativer Saldo größer als die Bevölkerungszahl ist.

sich diese aus der Anwendung von alters-, geschlechts- und richtungsspezifischen Abwanderungsraten pro Prognoseregion.<sup>4</sup>

Sekundärprognosen werden zumeist mit einer Quotenmethode erstellt. Im Rahmen einer Vorausschätzung des demographischen Angebots an Erwerbspersonen werden im ersten Schritt alters- und geschlechtsspezifische Erwerbsquoten in die Zukunft extrapoliert. Im zweiten Schritt werden die prognostizierten Erwerbsquoten mit einer entsprechend gegliederten Bevölkerungsprognose multipliziert und somit die künftige Entwicklung der Erwerbstätigen ermittelt. Die Haushaltsprognose funktioniert ähnlich: Hier sind es alters- und geschlechtsspezifische Quoten von Haushaltsrepräsentanten<sup>5</sup> und Personen in kollektiven Haushalten, die prognostiziert und mit einer Bevölkerungsvorausschätzung verknüpft werden.

## 2 Bevölkerungsprognostik in der Zeit vor Peter Findl

Vor Peter Findls Eintritt in das Statistische Zentralamt wurden von der amtlichen Statistik bereits einige Bevölkerungsprognosen für Österreich und unabhängig davon auch für einzelne Regionen gerechnet. Diese wurden aber noch nicht EDV-gestützt, sondern in konventioneller Weise auf Papier erstellt. Mithilfe riesengroßer Matrizen wurde die nach Alter und Geschlecht gegliederte Ausgangsbevölkerung anhand von altersspezifischen Überlebenswahrscheinlichkeiten und Fertilitätsraten im wahrsten Sinne des Wortes in die Zukunft "fortgeschrieben". Diese Arbeit war natürlich sehr langwierig und zeitaufwändig. Zudem mussten die händischen Berechnungen genauestens kontrolliert werden, da diese naturgemäß auch fehleranfällig sind.

Demgemäß wurde in diesen historischen Prognosen über den gesamten Prognosezeitraum der Einfachheit halber mit konstanten Mortalitäts- und Fertilitätsraten gerechnet. Annahmen über Zu- und Abwanderungen wurden zumeist nicht getroffen. Solche Bevölkerungsvorausschätzungen waren somit nicht Prognosen im eigentlichen Sinn, die aus Sicht der Demographie eine wahrscheinliche Entwicklung der Zukunft abbilden. Sie stellten vielmehr eine Modellrechnung dar, die aussagt, wie sich die Bevölkerung in Zukunft aufgrund der jeweils aktuellen Alters- und Geschlechtsstruktur des Ausgangsjahres und den zu diesem Zeitpunkt herrschenden Fertilitäts- und Mortalitätsverhältnissen entwickeln würde. Solche Szenarien werden aber auch heute noch als Benchmarkvarianten gerechnet, um den Einfluss der getroffenen Fertilitäts- und Mortalitätsannahmen auf die zukünftige Entwicklung der Geburten und Sterbefälle und somit auch der Gesamtbevölkerung quantifizieren zu können.

---

<sup>4</sup>Weiters werden in der modernen Prognostik auch sogenannte Multi-State-Prognosen gerechnet, welche die Bevölkerung nach unterschiedlichen Teilgruppen wie beispielsweise Familienstand oder Staatsangehörigkeit vorausschätzen. Neben unterschiedlichen Fertilitäts-, Mortalitäts- und Migrationsannahmen für die einzelnen Teilbevölkerungen sind hier auch die entsprechenden Übergangswahrscheinlichkeiten anzusetzen (Familienstandswechsel, Einbürgerungen).

<sup>5</sup>Früher auch Haushaltsvorstände genannt.

## 3 Das EDV-Programm zur Bevölkerungsprognose von Peter Findl

### 3.1 Das Prognosekonzept

Die rasante Entwicklung der Elektronischen Datenverarbeitung erlaubte in den 1970er Jahren eine effizientere und Arbeitszeit sparende Erstellung von Bevölkerungsprognosen. Peter Findl war in Österreich ein Pionier in der Entwicklung von computergestützten Bevölkerungsprognosen. In vielen Arbeitswochen entwarf er das Konzept für die Erstellung eines Bevölkerungsprognoseprogramms, das von der Programmierung in der Technischen Abteilung im Statistischen Zentralamt in der Programmiersprache PLI umgesetzt wurde. Umfangreiche Rahmen- und Detailaufträge, die bis heute erhalten sind, belegen die einzelnen Arbeitsschritte.

Das zentrale Dokument von Peter Findl für die Bevölkerungsprognose stammt aus dem August 1975 und trägt den Titel "Modelle zur Bevölkerungsprojektion". Es beschreibt das Konzept für insgesamt drei Projektionsmodelle:<sup>6</sup>

- Modell PROJEKTION 1: Dieses Modell arbeitet mit einjährigen Projektionsperioden und einjährigen Alters-Klassenbreiten.
- Modell PROJEKTION 5: Dieses Modell soll fünfjährige Altersklassen verwenden und somit auch Ergebnisse für fünfjährige Projektionsperioden (mit Ergebnissen für jedes 5. Jahr ab dem Basisjahr) liefern.
- Modell PROJEKTION F: Dieses Modell ist nur zur Prognose einer Frauenpopulation nach fünfjährigen Altersgruppen gedacht. Die zugehörige männliche Bevölkerung könnte optional mittels altersspezifischer Sexualproportion der stationären Bevölkerung<sup>7</sup> errechnet werden. Als Begründung für die Konzipierung dieses Modells wurde angeführt, dass es schneller und damit billiger als die anderen Modelle arbeitet und sich damit eher für interessante, aber bloß hypothetische Modellrechnungen eignet. Die Kostenfaktoren bei den Großrechnerleistungen spielten nämlich in den 1970er und auch 1980er Jahren noch eine äußerst bedeutende Rolle.

Diese Modelle beruhen auf den Publikationen von A. Coale und P. Demeny, T. Frejka, N. Keyfitz und W. Flieger, J. Kühn und G. Gröner, J. Muzicant sowie P.H. Rees und A.G. Wilson, welche die demographischen und methodischen Grundlagen für Bevölkerungsprognosen beschreiben.

Das Paper befasst sich ausführlich mit den Vorgaben für die Programmierung von

- den Steuerungsmöglichkeiten des Modells,

---

<sup>6</sup>Zur Realisierung kam im Wesentlichen nur das Modell PROJEKTION 1. Dem Autor sind keine Berechnungen auf Basis der beiden anderen Modelle bekannt. In dem vorliegenden Paper sind auch nur für das erstgenannte Modell die Programmieranweisungen enthalten.

<sup>7</sup>Bevölkerungsaufbau, der sich in der Sterbetafel aus einer fiktiven Ausgangsbevölkerung von 100.000 Geburten auf Basis der in dieser Tafel ausgewiesenen Sterbewahrscheinlichkeiten ergibt. Die stationäre Bevölkerung wird daher auch Sterbetafelbevölkerung genannt und dort in der L(x)-Spalte angeführt.

- den Erstellungsroutinen für die Steuerungsvariablen,
- dem Programminput,
- der Berechnung der Sterblichkeits- und Fertilitätsraten,
- dem Hauptprogramm zur Bevölkerungsprognose und
- der Berechnung weiterer Struktur- und Bewegungsgrößen des Outputs.

Mit Hilfe von Steuerparametern bzw. Vorgabe von Veränderungsraten lassen sich die einzelnen Prognoseparameter wie Fertilität, Mortalität und Migration über die Zeit verändern. So können beispielsweise die Trends einer steigenden Lebenserwartung und sinkenden Fertilität auf Basis der Veränderung altersspezifischer Sterbewahrscheinlichkeiten und Fertilitätsraten in die Zukunft fortgeschrieben werden. Bei der Fertilität kann zusätzlich zum Fertilitätsniveau auch noch das altersspezifische Muster der Fertilitätsraten gesteuert werden, um die Veränderungen beim durchschnittlichen Fertilitätsalter zu modellieren. Für den künftig prognostizierten Verlauf der Fertilität erlaubt das von Peter Findl entwickelte Modell mehrere Möglichkeiten:<sup>8</sup>

- Konstanz der Steuerungsvariable: Hier werden die Werte des Ausgangsjahres über die Prognoseperiode konstant gehalten.
- Zielwertvorgabe für ein bestimmtes Prognosejahr und lineare Interpolation: Hier werden die Raten für die einzelnen Prognosejahre zwischen den Ausgangs- und Zielwerten linear interpoliert.
- Lineare Veränderung: Dieses Modul generiert durch die Eingabe der Veränderungsrate lineares Wachstum (oder Rückgang) der Prognoseparameter in Prozent der Ausgangswerte.
- Zielwertvorgabe für ein bestimmtes Prognosejahr und exponentielle Interpolation: Hier werden die Raten für die einzelnen Prognosejahre zwischen den Ausgangs- und Zielwerten exponentiell interpoliert.
- Exponentielle Veränderung: Vorgabe einer konstanten Wachstumsrate für die Extrapolation der Prognoseparameter.
- Einzeleingabe in Indexform: Vorgabe der Veränderungen für die Fertilitäts- und Sterblichkeitsraten für die einzelnen Prognosejahre als Index (Basisjahr=100).
- Einzelvorgabe der Wachstumsraten: Mit diesem Modul kann für jedes Prognosejahr eine eigene Wachstumsrate vorgegeben werden.
- Vorgabe der absoluten Veränderung der Steuerungsvariablen zwischen Anfangs- und Endjahr der Projektion: Hier werden die Parameter der einzelnen Prognosejahre linear interpoliert.
- Vollständige Vorgabe der alters- (und geschlechts)spezifischen Parameter für jedes Prognosejahr.

---

<sup>8</sup>Die Variabilität der Sterblichkeit wurde zu einem späteren Zeitpunkt hinzugefügt.

Die Migration wird in diesem Modell pro Prognosejahr sowie Alters- und Geschlechtsgruppe als Nettowanderungssaldo in Absolutzahlen vorgegeben. Diese Werte werden dem jährlichen Ergebnis der Prognose zugeschlagen. Auch hier sind Veränderungen des Saldos über die Zeit möglich. Dieses Migrationsmodul wurde dem Modell erst zu einem späteren Zeitpunkt hinzugefügt.

## 3.2 Der Prognoseinput

```

Menü  Dienstprogramme  Compiler  Hilfe

Browse $FA1BPR.BPR.INP89(HPT) - 01.00          Zl. 00000000 Sp. 001 080
Befehl ==> _                                   Blättern ==> CSR
***** Datenanfang *****
BEVOLKERUNGSMODELL FUER OESTERREICH 1989-2050, HAUPTVARIANTE
REG 1 1
OEST 1989-2050 HPT-V198820500486145 951991GFRVWJA K2VJA
ZIN          45355  42697  38491  44772  6000  4000
BAS 0        45180  42559  8730   7490  131   108   44344  42087
BAS 1        44063  42028  790   430   75    55    44159  42146
BAS 2        44273  42276  450   360   64    42    44500  42240
BAS 3        44792  42237  290   160   98    61    45016  42865
BAS 4        45319  43549  180   110   93    69    45550  43653
BAS 5        45858  43815  260   180   79    64    46708  45033
BAS 6        47488  46200  230   150   30    30    47416  45873
BAS 7        47222  45443  280   110   30    30    46984  44940
BAS 8        46758  44426  200   160   90    58    45139  42913
BAS 9        43636  41475  230   220   131   89    43119  41075
BAS 10 0000000 42740  40767  280   150   136   97    42816  40838
BAS 11 0000000 43081  41034  180   140   205   135   43553  41430
BAS 12 0000000 44234  41955  220   90    194   120   45418  43221
BAS 13 0000040 46809  44604  270   130   198   104   47471  45344
BAS 14 0000350 48372  46198  250   170   227   111   48625  46367
BAS 15 0001830 49245  46704  450   330   385   179   50985  48512
BAS 16 0006190 53026  50463  880   350   256   128   54293  51720
BAS 17 0015370 55788  53115  1200  220   257   149   56792  53874
BAS 18 0030670 57978  54847  1670  330   256   231   59907  57058
BAS 19 0051490 61936  59523  1690  360   179   269   63304  60420
BAS 20 0067450 64786  61578  1360  420   261   271   64891  61880
BAS 21 0083920 65207  62381  1380  300   335   190   65310  62777
BAS 22 0095850 65623  63317  1420  390   337   162   66117  63765

```

Abbildung 1: Inputblatt der Bevölkerungsprognose (HOST-File)

In einem Basisfile sind die Steuerungsparameter sowie der Input für das Basisjahr in einer streng genormten Form einzugeben (siehe dazu das Beispiel in Abbildung 1). Die ersten drei Zeilen umfassen die Steuerungsparameter. In der vierten Zeile wird ein Zusatzinput für die Geburten, Sterbefälle und Wanderungssalden des Startjahres nach dem Geschlecht eingegeben. Ab der 5. Zeile finden sich die altersspezifischen Werte des Startjahres für die Fertilitätsraten, die Jahresanfangsbevölkerung nach dem Geschlecht, die geschlechtsspezifischen Sterbewahrscheinlichkeiten und Wanderungssalden, sowie schließlich auch die Jahresdurchschnittsbevölkerung des Startjahres.

Parameter	1989	1995	2050	Zl.	Sp.	Blättern	CSR
Browse	\$FA1BPR.BPR.INP89(HPT) - 01.00						
Befehl	===>						
BAS_92	815	2868	245500	225320	0	0	779 2733
BAS_93	542	1948	245850	242710	0	2	528 1973
BAS_94	367	1484	311720	275080	0	0	371 1414
BAS_95	884	3038	330000	306470	0	0	868 2994
BAS_96			380000	370000			
A LZL19891995		271					
A KON19962050							
GFRLRT19891989		0001570	1989				
GFRLZL19901995		1560000	1995				
GFRKON19962050							
WT LZL19891989	10000		1989				
WT KON19902050							
QM EZL19892015	0	0006987					
	1	0000186					
	2	0000162					
	3	0000124					
	4	0000090					
	5	0000066					
	6	0000053					
	7	0000048					
	8	0000048					
	9	0000050					
	10	0000053					
	11	0000059					
	12	0000069					
	13	0000099					
	14	0000181					
	15	0000306					

Abbildung 2: Inputblatt der Bevölkerungsprognose (HOST-File), Fortsetzung

In Abbildung 2 ist als Screenshot der HOST-Applikation ein Teil der Anweisungen für die Modellierung der Parameter in den Prognosejahren angeführt. In diesem Beispiel aus der Bevölkerungsprognose 1989 für Österreich (Basisjahr 1988) steigt das durchschnittliche Fertilitätsalter bis zum Jahr 1995 auf 27,1 Jahre an und bleibt anschließend konstant. Die Gesamtfertilitätsrate verändert sich im Jahr 1989 um +1,57% gegenüber dem Basisjahr 1988 und steigt dann linear bis zum Jahr 1995 auf 1,56. Im restlichen Projektionszeitraum bis 2050 bleibt sie auf diesem Wert konstant.

Der Wanderungssaldo beträgt über den gesamten Projektionszeitraum 10.000 Personen. Seine Alters- und Geschlechtsstruktur wird aus dem Basisjahr übernommen. Schließlich werden noch (hier sichtbar) für das Jahr 2015 altersspezifische Sterbewahrscheinlichkeiten der Männer vorgegeben, die durch exponentielle Interpolation erreicht werden. (Analoges geschieht auch für die Frauen. Im restlichen Projektionszeitraum bis 2050 bleiben die für 2015 angeführten Sterbewahrscheinlichkeiten konstant.)

### 3.3 Das Prognoseprogramm

Für die Berechnung der Bevölkerungsprognose sind umfangreiche Programmschritte vorzugeben, um die Veränderungen in den einzelnen Alterskohorten zu modellieren.

Wie bereits bei der Beschreibung der Kohorten-Komponenten-Methode für Bevölkerungsprognosen erwähnt, ist jede Geburtskohorte der Bevölkerung pro Prognosejahr um ein Jahr zu altern und um die Sterbefälle dieses Jahres zu vermindern. Technisch geschieht dies in dem vorliegenden Modell von Peter Findl durch die Multiplikation jeder Kohorte mit einer alters- und geschlechtsspezifischen Überlebenswahrscheinlichkeit kleiner oder gleich 1, die mittels Sterbetafelfunktionen aus den alters- und geschlechtsspezifischen Sterbewahrscheinlichkeiten des jeweiligen Prognosejahres abgeleitet werden. Aus den 0-jährigen des Basisbestandes werden so die 1-Jährigen des 1. Prognosejahres, aus den 1-Jährigen werden die 2-Jährigen und so fort. Die Überlebenden der höchsten ausgewiesenen Altersgruppe werden dem in dieses Alter nachrückenden Geburtsjahrgang hinzugeschlagen.

Die Geburten eines Prognosejahres leiten sich aus altersspezifischen Fertilitätsraten für Frauen im gebärfähigen Alter und den entsprechenden Besetzungszahlen dieser Kohorten ab. Über alle Alter summiert und mittels eines Faktors auf Knaben und Mädchen aufgeteilt ergeben sie die Lebendgeburten des jeweiligen Jahres.<sup>9</sup> Um die Säuglingssterblichkeit vermindert werden sie schlussendlich am Ende des Prognosejahres als neue 0-jährige Altersgruppe dem Bevölkerungsstand hinzugefügt. Da für die Steuerung der Fertilität eine Vielzahl von Möglichkeiten vorgesehen ist, musste für jede Variante ein eigener Algorithmus zur Ableitung der entsprechenden Fertilitätsraten vorgegeben werden. Darüber hinaus war auch der Algorithmus für die Veränderung des durchschnittlichen Fertilitätsalters zu entwickeln.

Da dieses Modell Sterbefälle nicht explizit berechnet, sondern nur implizit mittels Überlebenswahrscheinlichkeiten, müssen die Sterbefälle nachträglich ermittelt werden. Berechnet werden sie aus der Differenzbildung von Jahresanfangs- und Jahresendbevölkerung (unter Ausschluss der Wanderungen) und Hinzuzählung der Geburten. Diese Berechnung erfolgt nur für die Gesamtzahl der Sterbefälle, eine Differenzierung nach Alter und Geschlecht sieht dieses Modell nicht vor.

Wie erwähnt, wurde das Modul zur Berücksichtigung alters- und geschlechtsspezifischer Wanderungssalden zu einem späteren Zeitpunkt hinzugefügt. Die im Prognoseinput vorgegebenen Salden werden nach Anwendung der Sterblichkeits- und Fertilitätsberechnungen auf die jeweiligen Alterskohorten hinzugeschlagen.

Schlussendlich werden aus den Bevölkerungsständen zum Jahresende auch Jahresdurchschnitte nach Alter und Geschlecht berechnet. Diese werden insbesondere zur Berechnung der demographischen Indikatoren und Maßzahlen der einzelnen Prognosejahre benötigt, welche dieses Bevölkerungsprognosemodell in umfangreichem Ausmaß zur Verfügung stellt.

### **3.4 Der Prognoseoutput**

Der Prognoseoutput orientiert sich stark an dem ebenfalls von Peter Findl in den 1970er Jahren entwickelten System der Demographischen Indikatoren. Zu diesem Zweck werden vom Prognoseprogramm eine Menge von Indikatoren der Bevölkerungsbewegung und Maßzahlen der Bevölkerungsstruktur berechnet und in den entsprechenden Output-

---

<sup>9</sup>Mit diesem Faktor wird berücksichtigt, dass im langjährigen Durchschnitt um rund 5% mehr Knaben als Mädchen geboren werden.

tabellen ausgegeben. Das Tabellenprogramm umfasst somit eine umfangreiche Darstellung der künftigen Entwicklung der Absolutzahlen von Bewegungs- und Bestandszahlen, der Altersstruktur der Bevölkerung und den daraus abgeleiteten demographischen Indikatoren.

Für die vorausberechnete natürliche Bevölkerungsbewegung werden die Absolutzahlen von Geburten und Sterbefällen sowie der Geburtenbilanz abgebildet. Die dazugehörigen Indikatoren umfassen die rohe Geburten-, Sterbe- und Geburtenbilanzrate (auf 1.000 Einwohner), die allgemeine Fertilitätsziffer (Geburten auf 1.000 Frauen im Alter zwischen 15 und 45 Jahren), die Gesamtfertilitätsrate, die Brutto- und Netto-Reproduktionsrate, das durchschnittliche Fertilitätsalter sowie die männliche und weibliche Lebenserwartung. Die Wanderungssalden werden nach dem Geschlecht dargestellt. Ausführliche Tabellen befassen sich mit der Altersstruktur der Bevölkerung im Jahresdurchschnitt. Diese wird in Absolut- und Relativzahlen nach breiten Altersgruppen dargestellt, ebenso die Sexualproportion (Männer auf 1.000 Frauen) und die demographischen Belastungsquoten (Kinder bzw. ältere Menschen bezogen auf die Bevölkerung im Erwerbsalter). Auch wird im Output das Durchschnittsalter der Bevölkerung nach dem Geschlecht angeführt.

Darüber hinaus wird die Bevölkerung für jedes Prognosejahr nach ein- und fünfjährigen Altersgruppen und Geschlecht dargestellt. Anhangtabellen befassen sich mit den prognostizierten Sterbetafeln, der daraus abgeleiteten stationären Bevölkerung und mit der Alters- und Geschlechtsstruktur der Wanderungssalden.

Zu erwähnen ist, dass die wichtigsten Outputtabellen für die heute verwendeten Prognoseprogramme jenem von Peter Findl entwickelten Prognoseoutput nachgebaut sind.

### 3.5 Regionalprognosen

In einem folgenden Schritt wurde das Prognosemodul zu einem Mehrregionenmodell erweitert. Dies diente in erster Linie dazu, auch die Bevölkerungsentwicklung der neun Bundesländer in Abstimmung mit einer übergeordneten Österreichprognose vorausschätzen zu können. Die Anzahl der Regionen ist jedoch frei wählbar, sodass auch mehr Landesteile (z.B. politische Bezirke) gleichzeitig prognostiziert werden könnten.

Um mit diesem Modell regionalisierte Bevölkerungsprognosen rechnen zu können, ist für jede Teilregion ein Basisblatt mit den entsprechenden Bevölkerungszahlen des Startjahres und den Annahmen zur Entwicklung der Prognoseparameter zu erstellen. Weiters ist im Vorfeld eine unabhängige Vorausschätzung für Österreich zu prognostizieren. Danach wird in diesem Modell in einem Programmschritt für jede Teilregion eine Bevölkerungsprognose berechnet. Um die Konsistenz mit der übergeordneten Österreichprognose herzustellen, werden in einem zusätzlichen Schritt die Abweichungen der Bevölkerungs- und Bewegungszahlen der summierten Teilprognosen proportional abgeglichen.

### **3.6 Die technische Abwicklung einer Prognoserechnung**

Nach eingehender Analyse der historischen Bevölkerungsentwicklung und Festlegung der Prognoseparameter waren in Files am Großrechner die entsprechenden Basisblätter anzulegen. Diese beinhalteten die Startwerte der Bevölkerung sowie die entsprechenden Vorgaben für die künftige Entwicklung der Prognoseparameter. Danach musste in der EDV-Abteilung die zuständige Programmiergruppe verständigt werden, damit diese die Prognoserechnung durchführt und den Output auf Papier zur Verfügung stellt. Diese Arbeitsorganisation war naturgemäß sehr kompliziert und zeitaufwändig. Waren im Input Fehler, so stürzte das Programm ab und man musste nach der Fehlerkorrektur die Programmiergruppe neu beauftragen. Nach einiger Zeit wurde daher der Arbeitsaufwand erleichtert. Die Programmiergruppe stellte der Fachabteilung eine HOST-Applikation namens "P12BPR" zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Applikation konnten die Mitarbeiter der Fachabteilung nun selbst eine Prognoserechnung starten, die Ergebnisse am Bildschirm ansehen und erst nach deren Prüfung auch den Druckauftrag für die Outputtabellen geben.

## **4 Weiterentwicklung der Bevölkerungsprognostik**

Das von Peter Findl entwickelte Bevölkerungsprognosemodell wurde in der amtlichen Statistik etwa bis zur Jahrtausendwende verwendet. Die geänderten demographischen Rahmenbedingungen machten mit dem Jahr 2000 dem Umstieg auf ein neues Prognosemodell notwendig. Infolge der immer bedeutender werdenden Migration entsprachen Nettowanderungsmodelle nicht mehr dem letzten Stand. Es wurde beschlossen, künftig mit einem Wanderungsmodell zu rechnen, bei dem Zu- und Abwanderungsströme getrennt voneinander modelliert werden können. Da nun bereits von einigen internationalen demographischen Instituten leistungsstarke und PC-taugliche Bevölkerungsprognoseprogramme angeboten wurden, wurde der Umstieg auf ein solches Modell erleichtert. Ab der Bevölkerungsprognose 2000 wurde mit dem vom Niederländischen Interdisziplinären Demographischen Institut (NIDI) entwickelten Programm "LIPRO" gerechnet. 2003 stieg die Statistik Austria auf das Programmpaket "SIKURS" vom deutschen KOSIS-Verbund um. Dieses Modell ist besonders benutzerfreundlich und wird laufend weiterentwickelt sowie verbessert. Es bietet auch spezielle Module für kleinräumige Bevölkerungsprognosen an. Diese sind von großem Nutzen, da die Statistik Austria zuletzt wiederholt mit der Berechnung von Bezirksprognosen beauftragt wurde. Die künftige Entwicklung im Bereich Bevölkerungsvorausschätzung geht in Richtung probabilistischer Prognosen, bei denen für die Ergebnisse auch Konfidenzintervalle berechnet werden, sowie andererseits auch der Einbeziehung von Mikrosimulationen in die Prognosemodelle.

## 5 Zur Treffsicherheit früherer Bevölkerungsprognosen

Da die Statistik Austria nun einige Jahrzehnte Erfahrung bei Bevölkerungsprognosen hat, stellt sich die Frage, wie treffsicher diese Berechnungen waren. Zu diesem Thema gibt es einen älteren Beitrag in den Statistischen Nachrichten sowie eine 2006 erschienene Diplomarbeit an der Universität Wien.

Generell kann festgestellt werden, dass bei älteren Prognosen tendenziell die Fertilitätsentwicklung überschätzt, der Zuwachs an Lebenserwartung hingegen unterschätzt wurde. Auch konnten in den 1970er und 1980er Jahren die beiden Zuwanderungswellen um 1990 und 2000 nicht vorhergesehen werden. Demnach wurden bis zum Ende der 1980er Jahre eher stagnierende Bevölkerungszahlen prognostiziert (vgl. Abbildung 3)<sup>10</sup>. Aber auch noch nach der Ostöffnung um 1990 wurden die mittelfristigen Wanderungsgewinne unterschätzt. Erst die Prognosen des 21. Jahrhunderts rechnen mit einem zuwanderungsbedingten lang anhaltenden Bevölkerungswachstum.

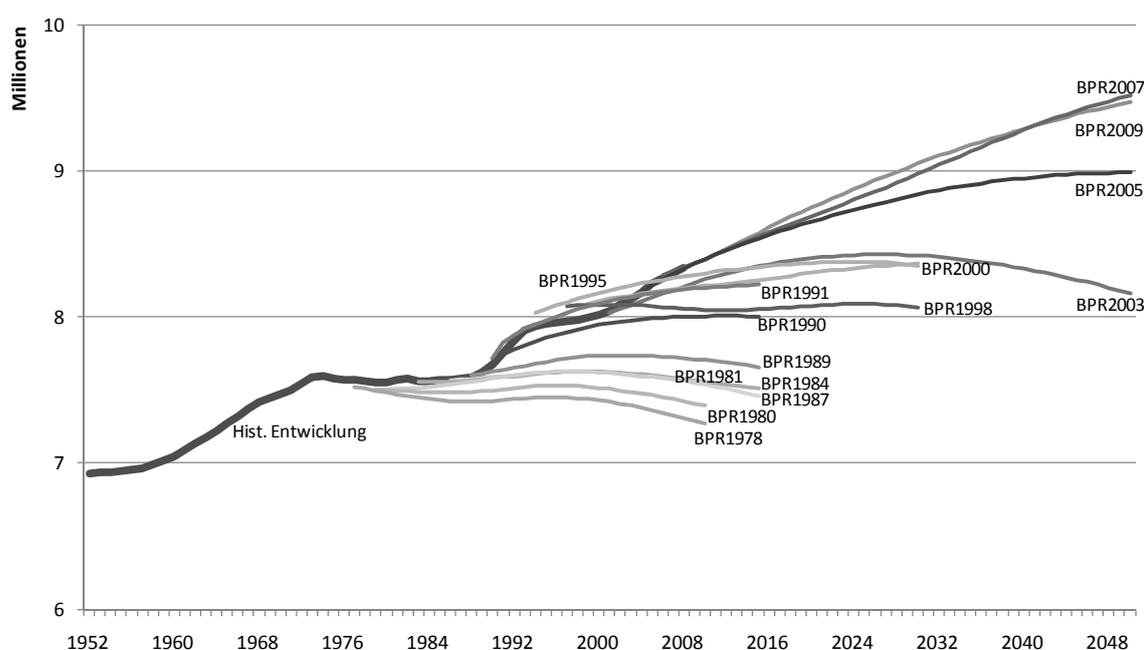


Abbildung 3: Bevölkerungsentwicklung gemäß Hauptvariante ausgewählter historischer Bevölkerungsprognosen für Österreich

Im Jahr 2010 wird Österreich knapp 8,4 Millionen Einwohner zählen. Das ist zuwanderungsbedingt um 1 Million mehr, als noch um 1980 prognostiziert wurde. Für die folgenden Prognosen ist diese Differenz erwartungsgemäß tendenziell kleiner gewor-

<sup>10</sup>Abweichungen im Basisjahr einzelner Prognosen erklären sich durch nachträgliche Revisionen der Bevölkerungszahl

den. Seit der Prognose 2005 wird die oben angeführte Bevölkerungszahl für 2010 vorausgeschätzt.

Tabelle 1: Bevölkerungszahl und Altersstruktur im Jahr 2010 gemäß Hauptvariante ausgewählter historischer Bevölkerungsprognosen

Prognose	Bevölkerung 2010 absolut	Altersstruktur im Jahr 2010 in %		
		bis 14 Jahre	15 bis 59 Jahre	60 Jahre u. älter.
BPR1978	7.270.295	16,9	61,1	22,0
BPR1980	7.394.568	16,8	61,0	22,2
BPR1981	7.547.765	16,8	60,7	22,4
BPR1984	7.555.585	16,0	61,1	22,9
BPR1987	7.537.723	15,2	60,9	23,9
BPR1989	7.703.387	15,3	61,0	23,7
BPR1990	8.005.346	15,4	61,4	23,2
BPR1991	8.200.671	15,5	61,1	23,4
BPR1995	8.299.280	14,8	62,0	23,2
BPR1998	8.048.034	14,0	61,8	24,2
BPR2000	8.211.334	14,7	61,7	23,6
BPR2003	8.255.368	14,7	61,9	23,4
BPR2005	8.397.256	14,9	62,2	22,9
BPR2007	8.395.315	14,8	62,2	23,1
BPR2009	8.396.760	14,8	62,1	23,1

Ein fundamentales Ergebnis aller historischen Bevölkerungsprognosen ist jedoch in vollem Ausmaß eingetreten. Seit den 1970er Jahren wird für Österreich ein Alterungsprozess vorhergesagt, der seine Auswirkungen u.a. auf das Pensions- und Gesundheitssystem im weitesten Sinne haben wird. Um das Jahr 1980 lag der Anteil der über 60-jährigen Bevölkerung noch bei weniger als 20%. In allen Prognosen wurde seither ein Anstieg dieses Wertes bis 2010 auf 22% bis 24% bei einem gleichzeitig starken Rückgang des Kinderanteils vorhergesagt (vgl. Tabelle 1). Gemäß der aktuellen Prognose von 2009 wird der Prozentsatz der über 60-jährigen Bevölkerung bei 23,1% liegen. Infolge der Alterung der Babyboom-Kohorten der 1950er und 1960er Jahre sollte der Alterungsprozess künftig noch weiter fortschreiten. Nach 2030 wird demnach rund ein Drittel der Bevölkerung Österreichs über 60 Jahre alt sein.

## Literatur

- P. Findl. *Modelle zur Bevölkerungsprojektion*. Unveröffentlichtes Arbeitsdokument des Österreichischen Statistischen Zentralamtes. Wien, 1975.
- P. Findl. *Bevölkerungsprognose für Österreich 1978-2010*. Statistische Nachrichten 34(6):273-285, 1979.
- P. Findl. *Bevölkerungsprognose für die österreichischen Bundesländer 1978-2010*. Statistische Nachrichten 35(4):176-194, 1980.

- P. Findl. *Bevölkerungsprognose des Österreichischen Statistischen Zentralamtes für Österreich 1981-2010*. Statistische Nachrichten 36(10):452-256, 1981.
- P. Findl. *Die Bevölkerungsvorausschätzung des Österreichischen Statistischen Zentralamtes für Österreich 1984-2015*. Statistische Nachrichten 39(11/12):659-665, 1984.
- P. Findl. *Bevölkerungsvorausschätzung für die österreichischen Bundesländer 1984-2015*. Statistische Nachrichten 40(12):846-853, 1985.
- P. Findl und A. Hanika. *Bevölkerungsprognose 1990-2015 des Österreichischen Statistischen Zentralamtes für Österreich und die Bundesländer sowie Modellrechnung bis 2050*. Statistische Nachrichten 45(9):635-646, 1990.
- P. Findl und R. Gisser. *Szenarien der Entwicklung der Bevölkerung, der Erwerbstätigen und Haushalte bis 2051*. In: g. Chaloupek, J. Lamel und J. Richter, Herausgeber. *Bevölkerungsrückgang und Wirtschaft*. Seiten 71-120. Physica-Verlag, Heidelberg, 1988.
- R. Gisser. *Modell der natürlichen Bevölkerungsentwicklung in Österreich 1971-2001*. Statistische Nachrichten 29(5):270-272, 1974.
- A. Hanika. *Bevölkerungsvorausschätzung des Österreichischen Statistischen Zentralamtes für Österreich 1987-2015*. Statistische Nachrichten 43(1):4-13, 1988.
- A. Hanika. *Bevölkerungsvorausschätzung 1989-2015 des Österreichischen Statistischen Zentralamtes für Österreich und die Bundesländer sowie Modellrechnung bis 2050*. Statistische Nachrichten 44(8):552-561, 1989.
- A. Hanika. *Einfluss der Wanderungen in der Modellrechnung zur Bevölkerung*. Statistische Nachrichten 45(4):235-245, 1990.
- A. Hanika. *Bevölkerungsvorausschätzung 1991-2030 des Österreichischen Statistischen Zentralamtes für Österreich und die Bundesländer sowie Modellrechnung bis 2050*. Statistische Nachrichten 46(9):800-811, 1991.
- A. Hanika. *Zur Treffsicherheit von Bevölkerungsprognosen (Monitoring)*. Statistische Nachrichten 48(1):14-22, 1993.
- A. Hanika. *Bevölkerungsvorausschätzung 1995-2030 des Österreichischen Statistischen Zentralamtes für Österreich und die Bundesländer sowie Modellrechnung bis 2050*. Statistische Nachrichten 51(9):329-341, 1996.
- A. Hanika, W. Lutz und S. Scherbov. *Ein probabilistischer Ansatz zur Bevölkerungsvorausschätzung in Österreich*. Statistische Nachrichten 52(12):984-988, 1997.
- A. Hanika. *Bevölkerungsvorausschätzung 1998-2030 für Österreich und die Bundesländer sowie Modellrechnung bis 2050*. Statistische Nachrichten 53(9):696-708, 1998.
- A. Hanika. *Bevölkerungsvorausschätzung 2000-2030 für Österreich und die Bundesländer sowie Modellrechnung bis 2050*. Statistische Nachrichten 55(12):977-989, 2000.
- A. Hanika, G. Lehart und St. Marik. *Zukünftige Bevölkerungsentwicklung Österreichs bis 2050 (2075)*. Statistische Nachrichten 95(1):18-33, 2004

- A. Hanika, G. Biffel, H. Fassmann, J. Kytir, G. Lehart, St. Marik und R. Münz. *ÖROK-Prognosen 2001-2031, Teil 1: Bevölkerung und Arbeitskräfte nach Regionen und Bezirken Österreichs*. Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK), Schriftenreihe Nr. 166/I, Wien, 2004.
- A. Hanika. *Zukünftige Bevölkerungsentwicklung Österreichs 2005-2050 (2075)*. Statistische Nachrichten 60(11):974-991, 2005.
- A. Hanika. *Zukünftige Bevölkerungsentwicklung Österreichs 2007 bis 2050 (2075)*. Statistische Nachrichten 62(12):1088-1105, 2007.
- A. Hanika. *Zukünftige Bevölkerungsentwicklung Österreichs 2009 bis 2050 (2075)*. Statistische Nachrichten 64(11):957-979, 2009.
- H. Hansluwka. *Vorausberechnung der Bevölkerung Österreichs bis zum Jahre 1980*. Statistische Nachrichten 19(8):399-402, 1964.
- G. Krug. *Bevölkerungsprognose für die österreichischen Bundesländer bis 1980*. Statistische Nachrichten 23(6):400-406, 1968.
- K. Parizek. *Ex-Post Error Analysis of Austrian Population Forecasts at National Level*. Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades der Naturwissenschaften an der Fakultät für Geowissenschaften, Geographie, und Astronomie der Universität Wien, Wien, 2006.
- Österreichisches Statistisches Zentralamt. *Vorausberechnete Bevölkerung Österreichs*. Statistische Nachrichten 8(5):175-178, 1953

Adresse des Autors:

Mag. Alexander Hanika  
Direktion Bevölkerung  
Statistik Austria  
Guglgasse 13  
A-1110 Wien  
Österreich

E- Mail: [alexander.hanika@statistik.gv.at](mailto:alexander.hanika@statistik.gv.at)  
<http://www.statistik.at/>