

Dipl.-Kaufmann Matthias Eisenmenger, Dipl.-Sozialwissenschaftler Dieter Emmerling

# Amtliche Sterbetafeln und Entwicklung der Sterblichkeit

*Das demografische Modell der Sterbetafel als umfassendes Instrument zur Beschreibung der Sterblichkeitsverhältnisse und der Lebenserwartung hat eine relativ lange Tradition. Der vorliegende Beitrag berichtet über einige ausgewählte Ansätze seiner Entwicklung auf dem Weg hin zur „modernen“ Sterbetafel. Anschließend werden die Unterschiede von Kohortensterbetafeln und Periodensterbetafeln aufgezeigt, und es wird die Methodik der Periodensterbetafel, so wie sie das Statistische Bundesamt gegenwärtig verwendet, erläutert. Danach wird die Entwicklung der Lebenserwartung in Deutschland seit 1871/1881 bis zur aktuellen Sterbetafel 2007/2009 in Periodensicht dargestellt. Festzustellen ist demnach, dass sich die Lebenserwartung bei Geburt in den letzten etwa 130 Jahren mehr als verdoppelt hat.*

## Einführung

Sollen die Sterblichkeitsverhältnisse einer Bevölkerung unabhängig von deren Größe und Altersstruktur zusammenfassend beurteilt werden, so kommt das demografische Modell der „Sterbetafel“ zum Einsatz.

Die Absterbeordnung einer Sterbetafel ist dabei ein Spezialfall einer Ausscheideordnung, bei der nur eine Ausscheidungsursache, der Tod, vorkommt. Die Sterbetafel zeigt in einer nach Geschlecht getrennten Tabelle, wie viele Personen eines Ausgangsbestandes gemäß der in einem ersten Schritt errechneten Sterbewahrscheinlichkeiten in den einzelnen Altersjahren überleben beziehungsweise sterben werden. Eine Sterbetafel bildet damit den Schrumpfungsprozess eines Ausgangsbestandes in einer menschlichen Gesellschaft ab und zeigt die Sterblichkeitsverhältnisse dieser Personengruppe auf. Zur Beschreibung der Sterblichkeit

sind in der Sterbetafel verschiedene Kenngrößen tabelliert. Die alters- und geschlechtsspezifischen Sterbewahrscheinlichkeiten, die den Ausgangspunkt der Sterbetafelberechnungen bilden, werden durch statistische Auszählungen an bestimmten Personengruppen, das sind die Sterbefälle und die lebende Bevölkerung, ermittelt. Die Zusammensetzung der beobachteten „Risikobevölkerung“, das ist die Personengruppe, die dem Risiko zu versterben unterliegt, verändert sich dabei aber nicht nur durch Ausscheiden infolge von Tod. Während des Beobachtungszeitraums erfolgen auch Zugänge und Abgänge durch Wanderungsbewegungen über die Grenzen des beobachteten Gebietes. Bei der Berechnung der Sterbewahrscheinlichkeiten muss der Einfluss dieser Wanderungsbewegungen daher berücksichtigt werden. Die altersspezifischen Sterbewahrscheinlichkeiten geben die Wahrscheinlichkeit an, mit der Personen eines bestimmten Alters das nächste Lebensalter nicht erreichen. Mit den berechneten Sterbewahrscheinlichkeiten werden dann indirekt die anderen Kenngrößen der Sterbetafel berechnet. Die in der Öffentlichkeit am meisten beachtete Kenngröße ist dabei die „Durchschnittliche Lebenserwartung im Alter  $x$  in Jahren“<sup>1</sup>.

Die mithilfe der Sterbetafel berechnete durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt wird in internationalen und zeitlichen Vergleichen als Indikator für den Entwicklungsstand eines Landes verwendet. Sterbetafeln werden darüber hinaus im Rahmen von demografischen Untersuchungen für Bevölkerungsvorausberechnungen benötigt und dienen in verschiedenen Bereichen als Planungsgrundlage, wie

<sup>1</sup> Siehe hierzu Statistisches Bundesamt (Herausgeber): „Sterbetafel Deutschland 2007/09“, Wiesbaden 2010 ([www.destatis.de](http://www.destatis.de), Pfad: Bevölkerung → Geburten und Sterbefälle → Tabellen).

beispielsweise im Gesundheits- und Pflegesektor. Zudem werden Sterbetafeln für medizinische Analysen herangezogen und bei versicherungsmathematischen Berechnungen sowie Rentenprognosen eingesetzt.

## Historische Sterbetafeln – eine Auswahl

Vor Einführung der Sterbetafel als demografisches Analyseinstrument konnte die durchschnittliche Lebenserwartung einer Bevölkerung nur sehr grob geschätzt werden, da in früheren Jahrhunderten nur unzureichende Daten über die Zahl der Geborenen und Gestorbenen sowie über die genaue Größe und den Altersaufbau der Bevölkerung zur Verfügung standen. Man kann aber davon ausgehen, dass die durchschnittliche Lebenserwartung eines Neugeborenen im Altertum und im Mittelalter auch in Deutschland wohl aufgrund der hohen Säuglings- und Kindersterblichkeit (und Müttersterblichkeit) sehr niedrig war.<sup>2</sup>

Die Datengrundlage für eine Untersuchung der Sterblichkeitsverhältnisse verbesserte sich im Laufe der Zeit nur allmählich. So gab es ab Mitte des 16. Jahrhunderts in England amtlich zusammengestellte Geburts-, Heirats- und Todesregister (sogenannte "parish register"<sup>3</sup>). Es wurden auch schon erste Überlegungen hinsichtlich eines „naturgesetzlichen Zusammenhanges“ von Lebensdauer und Sterblichkeit des Menschen angestellt. Da die bestehenden Register aber nur sehr unzureichend geführt wurden, waren sie für eine systematische Untersuchung der Sterblichkeitsverhältnisse nahezu unbrauchbar.<sup>4</sup>

Dies hatte sich auch nicht wesentlich geändert, als John Graunt den ersten Ansatz zur Entwicklung einer Sterbetafel im heutigen Sinne machte. Graunt analysierte die Sterbeverzeichnisse in London und legte seine Ergebnisse 1662 in dem Buch "Natural and Political Observations made upon the Bills of Mortality"<sup>5</sup> dar. Graunt stellte die erste bekannte grobe Absterbeordnung<sup>6</sup> beziehungsweise Überlebensordnung für die gesamte Bevölkerung von London auf. Ohne dass er Kenntnisse über Wahrscheinlichkeitsrechnung hatte<sup>7</sup> und obwohl ihm die schwierige Datenlage wohl bewusst war, machte er aufgrund von Aufzeichnungen für 70 zurückliegende Jahre den Versuch zu schätzen, wie viele Kinder von jeweils 100 Neugeborenen starben. Er drückte seine Ergebnisse wie folgt aus:

„of 100 [„quick conceptions’]  
there dies within the first six years 36  
The next ten years, or Decad 24  
The second Decad 15  
The third Decad 9  
The fourth 6  
The next 4  
The next 3  
The next 2  
The next 1”  
[“perhaps but one survieveth 76”]<sup>8</sup>

Er stellte auf dieser Grundlage eine Übersicht der Überlebenden von 100 Neugeborenen für die vollendeten Alter 6, 16, 26, 36, 46, 56, 66, 76 und 80 Jahre auf. Wir fassen beides in moderner Form wie folgt zusammen und erhalten wesentliche Elemente einer „modernen“ abgekürzten Sterbetafel<sup>9</sup>:

**Tabelle 1** Elemente einer abgekürzten Sterbetafel auf der Grundlage von Graunt

Vollendetes Alter in Jahren	Überlebende im Alter x	Gestorbene im Alter x bis x + n
x	$l_x$	$n d_x$
0 .....	100	36
6 .....	64	24
16 .....	40	15
26 .....	25	9
36 .....	16	6
46 .....	10	4
56 .....	6	3
66 .....	3	2
76 .....	1	1
80 .....	0	–

Graunts Ergebnisse waren aber unter anderem mit dem Problem behaftet, dass die Zusammensetzung der Londoner Bevölkerung durch die nicht erfasste immerwährende Zu- und Abwanderung stark beeinflusst war, sodass seine Ergebnisse insgesamt als noch sehr unzuverlässig gelten müssen.<sup>10</sup> Graunt fand aber trotz der Mängel seines Beobachtungsmaterials heraus, dass grundsätzlich jeweils mehr Jungen als Mädchen geboren werden. Darüber hinaus erstellte er eine Schätzung über die Anzahl der damaligen Londoner Bevölkerung, die sich auf 384 000 Einwohner belief.<sup>11</sup>

Die Überlegungen Graunts zogen die Aufmerksamkeit der Brüder Christiaan und Lodewijk Huygens auf sich. 1669 begann ein reger Briefwechsel<sup>12</sup> zwischen den Brüdern und

2 Siehe hierzu Wiesner, G.: „Der Lebensverlängerungsprozess in Deutschland, Stand – Entwicklung – Folgen“, Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Robert Koch-Institut, Berlin 2001, Seite 7.

3 Thomas Cromwell ordnete 1538 "Parish Register" für ganz England an, in denen wöchentlich die Taufen, Eheschließungen und Bestattungen zu verzeichnen waren. Siehe hierzu Abbott, M.: "Life Cycles in England 1560 – 1720, cradle to grave", London 1996, Seite 154.

4 Siehe hierzu Masius, E. A.: „Lehre der Versicherung und statistischen Nachweisung aller Versicherungs-Anstalten in Deutschland“, Leipzig 1846, Seite 477 f.

5 Siehe Graunt, J.: "Natural and Political Observations mentioned in a following index, and made upon the Bills of Mortality; with reference to the Government, Religion, Trade, Growth, Ayre, diseases, and the several Changes of the said City", London 1662 (reproduziert "in a more modern format" in Journal of the Institute of Actuaries, Jahrgang 90, 1964, Seite 1 ff.).

6 Aus einer Absterbeordnung lassen sich im Prinzip alle Sterbetafelfunktionen, die die heutigen Sterbetafeln beinhalten, ableiten.

7 Zu dieser Zeit war gerade von Christiaan Huygens die erste veröffentlichte Arbeit zur Wahrscheinlichkeitsrechnung, die sich mit den Chancen beim Glücksspiel (Würfeln) befasste und deren Grundbegriff der Erwartungswert ist, veröffentlicht worden. Siehe hierzu Huygens, C.: „De Ratiociniis in Aleae Ludo“ in Exercitium Mathematicorum, herausgegeben von F. van Schooten, Amsterdam 1657.

8 Zitiert nach Seal, H. L.: "Early uses of Graunt's life table" in Journal of the Institute of Actuaries, Jahrgang 107, 1980, Seite 507. Dabei sind die angegebenen Zahlen nur für die Gruppe der ersten sechs Lebensjahre empirisch ermittelt. Für die weiteren Altersstufen beruhen sie mehr auf Vermutungen. Wobei darauf hingewiesen wird, dass Graunt die Zahl der Lebenden in den einzelnen Altersstufen unter der Annahme einer fallenden geometrischen Reihe konstruiert hat. Siehe hierzu Grosholz, E./Bregler, H. (Herausgeber): "The Growth of Mathematical Knowledge", Dordrecht 2000, Seite 64.

9 Siehe zum Beispiel „Abgekürzte Sterbetafeln 1960/61 und 1961/62 mit revidierter Sterbetafel 1959/60“ in WiSta 2/1964, Seite 92 ff.

10 Darüber hinaus wiesen die Sterbelisten nur die Todesursache, nicht aber das Alter aus. Siehe Graunt, J., Fußnote 5, hier: Seite 15 ff.

11 Siehe Graunt, J., Fußnote 5, hier: Seite 38 und Seite 46.

12 Siehe hierzu „Briefwisseling tussen Christiaan Huygens en zijn broer Lodewijk Huygens (22 Augustus 1669 – 28 November 1669) Fragmenten“ in Bouwstoffen voor de Geschiedenis van de Levensverzekeringen en Lijfrenten in Nederland, Amsterdam 1897, Seite 64 ff.

**Tabelle 2 Berechnung der Lebenserwartung durch Lodewijk Huygens<sup>1</sup>**

Alter	Überlebende	Gestorbene	Klassen-Mitte des Altersintervalls		Kumulation von $t_x, d_x$ von unten	Durchschnittsalter beim Tod	Lebenserwartung
x	$l_x$	$d_x$	$t_x$	$t_x, d_x$		$\bar{t}_x$	$\bar{e}_x$
0 .....	100	36	3	108	1 822	18,22	18,22
6 .....	64	24	11	264	1 714	26,78	20,78
16 .....	40	15	21	315	1 450	36,25	20,25
26 .....	25	9	31	279	1 135	45,40	19,40
36 .....	16	6	41	246	856	53,50	17,50
46 .....	10	4	51	204	610	61,00	15,00
56 .....	6	3	61	183	406	67,67	11,67
66 .....	3	2	71	142	223	74,33	8,33
76 .....	1	1	81	81	81	81,00	5,00
86 .....	0	–	–	–	–	–	0,00

<sup>1</sup> Siehe hierzu Hald, A.: "A History of Probability and Statistics and Their Applications before 1750", 2003, Seite 107. Lodewijk Huygens benutzte nicht die hier verwendeten mathematischen Symbole. Er gab die numerischen Berechnungsergebnisse mit verbalen Erläuterungen an.

sie entwickelten die Konzepte der mittleren Lebenserwartung und der wahrscheinlichen Lebensdauer. Darüber hinaus sahen sie insbesondere den Wert der Überlegungen Graunts für die Berechnung von Leibrenten<sup>13</sup>. Lodewijk Huygens leitete auf der Grundlage der Absterbeordnung von Graunt eine Schätzung der mittleren Lebenserwartung bei Geburt und jedes gegebenen Alters ab.<sup>14</sup> Die mittlere Lebenserwartung bei Geburt belief sich auf etwa 18 Jahre (siehe Tabelle 2)<sup>15</sup>.

Bedeutende Beiträge zur Entwicklung der Wahrscheinlichkeitstheorie lieferte Jakob Bernoulli.<sup>16</sup> Er soll hier genannt werden, weil er als erster die Grundsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Sterbefälle angewendet hat. Der für die Aufstellung von Sterbetafeln wichtige Aspekt ist dabei, dass Bernoulli ausgeführt hat, dass eine genaue Bestimmung des Verhältnisses der Sterbewahrscheinlichkeiten a priori nicht möglich ist. Es bedarf dazu immer empirischer Daten<sup>17</sup> (und des Instrumentariums der Sterbetafel). Im Hinblick auf die Entwicklung von Sterbetafeln bedeutet dies nun, dass bei genügend großer Zahl der Beobachtungen – im Sinne des Bernoullischen schwachen Gesetzes der großen Zahl – die relativen Häufigkeiten des Auftretens von Sterbefällen in einem bestimmten Alter einer gegebenen Bevölkerung als Schätzwerte der Wahrscheinlichkeiten gegen die „wahren“ Werte konvergieren. Dies begründet auch die noch heute gängige Auffassung.

In Deutschland wurde die erste systematische mit „Massendaten“ arbeitende Sterblichkeitsuntersuchung von Caspar Neumann erstellt<sup>18</sup>. Neumann stützte seine Arbeit auf die Todesfälle von immerhin 5 869 Einwohnern, die in den

evangelischen Gemeinden Breslau zwischen den Jahren 1687 und 1691 gestorben waren. Neumann hat die vorkommenden Todesfälle monatsweise tabellarisch getrennt nach Alter und Geschlecht zusammengestellt und mit der Anzahl der entsprechenden Geborenen verglichen. Dabei profitierte er von dem Sachverhalt, dass die Einwohnerzahl von Breslau weniger stark durch Wanderungsbewegungen beeinflusst war, als das für London bei Graunts Ansatz der Fall war.<sup>19</sup> Seine Ergebnisse konnten somit schon eine gewisse Genauigkeit für sich beanspruchen.

Die Bedeutung von Neumanns Untersuchungen liegt aber insbesondere darin, dass sie eine wesentliche Grundlage für die 1693 von Edmund Halley veröffentlichte Tafel<sup>20</sup> waren. Halley hat die von Neumann gewonnenen Daten verwendet, um eine Sterblichkeitsübersicht zu erstellen.<sup>21</sup> Es handelt sich dabei um die erste auf aktuellen, belastbaren Daten beruhende Absterbeordnung/Überlebensordnung für die Bevölkerung von Breslau. In seiner Tafel wies er die Überlebenden nach dem Einzelalter aus. Im Prinzip hat sich der methodische Aufbau der Tafel bis heute erhalten. Allerdings musste Halley, da Informationen über die Altersstruktur der Breslauer Bevölkerung nicht vorlagen, annehmen, dass die Verteilung der Sterbefälle nach dem Alter dieselbe war wie die Altersstruktur der lebenden Bevölkerung. Tabelle 3 auf Seite 222 stellt Halleys Tafel in einer modernisierten Form dar.

Halley selbst hat noch keine Lebenserwartung im heutigen Sinn berechnet und auch keine altersspezifischen Sterbewahrscheinlichkeiten. Setzt man seine Werte aber in ein Rechenschema für eine moderne Sterbetafel ein, dann kann eine Lebenserwartung bei Geburt von etwa 33 Jahren ermittelt werden. Zusätzlich zu seiner Sterbetafel gab Halley in seiner Veröffentlichung insbesondere eine Tabelle an, aus

<sup>13</sup> Periodische Zahlungen (zum Beispiel monatlich oder jährlich), die bis zum Lebensende des Empfängers erfolgen, werden als Leibrenten bezeichnet.  
<sup>14</sup> In seinem Brief vom 22. August 1669 schreibt Lodewijk an Christian „Ik heb de laaste dagen een Tafel gemaakt, waaruit blijkt, hoelang persoön van allerleij leeftijid nog to leven hebben. Ik heb die afgeleid uit een tafel die voorkomt in een Engelsch boek, die getiteld „the Bills of Mortality“, siehe Fußnote 12, hier: Seite 64.  
<sup>15</sup> Siehe hierzu Hald, A.: "A History of Probability and Statistics and Their Applications before 1750", 2003, Seite 107. Huygens benutzte nicht die in Tabelle 2 verwendeten mathematischen Symbole. Er gab nur die numerischen Berechnungsergebnisse mit verbalen Erläuterungen an.  
<sup>16</sup> Siehe hierzu Schneider, I.: "The role of Leibniz and Jakob Bernoulli for the development of Probability Theory", LLULL, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, Jahrgang 7, 1984, Seite 69 ff.  
<sup>17</sup> Siehe hierzu „Die Werke von Jakob Bernoulli“, herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, Band 3, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Basel 1975, Seite 17 und Seite 386 f.  
<sup>18</sup> Siehe hierzu Graetzer, J.: „Edmund Halley und Caspar Neumann, Ein Beitrag zur Geschichte der Bevölkerungs-Statistik“, Breslau 1883, Seite 12 ff.

<sup>19</sup> Siehe hierzu Masius, E. A., Fußnote 4, hier: Seite 478.  
<sup>20</sup> Siehe Halley, E.: "An Estimate of the Degrees of the Mortality of Mankind, drawn from curious Tables of the Births and Funerals at the City of Breslaw; with an Attempt to ascertain the Price of Annuities upon Lives" in Philosophical Transactions, Nr. 196, London 1693, Seite 600.  
<sup>21</sup> Noch während er an seinen Tabellen arbeitete, hatte Neumann eine Abschrift seiner bis 1689 reichenden „Reflexiones über Leben und Tod bei denen in Breslau Geborenen und Gestorbenen“ an Gottfried Wilhelm Leibniz gesandt. Die Londoner „Royal Society“ erfuhr offenbar durch Leibniz von den Arbeiten Neumanns und bat durch ihren Sekretär Henry Justell um die Übersendung der Breslauer Tabellen auch der Jahre 1690 und 1691. Auf der Basis der von Neumann gesammelten Daten erstellte dann Edmund Halley, der Mitglied der „Royal Society“ war und an den die Daten von Justell übergeben worden waren, die erste belastbare Absterbeordnung. Siehe hierzu auch Koch, P.: „Leibniz, Hannover und die Versicherung“ in Versicherungswirtschaft, Heft 5, 2001, Seite 301 f.

Tabelle 3 Edmund Halleys Tabelle

Age. Curt.	Persons.										
1 .....	1 000	8 .....	680	15 .....	628	22 .....	585	29 .....	539	36 .....	481
2 .....	855	9 .....	670	16 .....	622	23 .....	579	30 .....	531	37 .....	472
3 .....	798	10 .....	661	17 .....	616	24 .....	573	31 .....	523	38 .....	463
4 .....	760	11 .....	653	18 .....	610	25 .....	567	32 .....	515	39 .....	454
5 .....	732	12 .....	646	19 .....	604	26 .....	560	33 .....	507	40 .....	445
6 .....	710	13 .....	640	20 .....	598	27 .....	553	34 .....	499	41 .....	436
7 .....	692	14 .....	634	21 .....	592	28 .....	546	35 .....	490	42 .....	427
Age. Curt.	Persons.										
43 .....	419	50 .....	346	57 .....	272	64 .....	202	71 .....	131	78 .....	58
44 .....	409	51 .....	335	58 .....	262	65 .....	192	72 .....	120	79 .....	49
45 .....	397	52 .....	324	59 .....	252	66 .....	182	73 .....	109	80 .....	41
46 .....	387	53 .....	313	60 .....	242	67 .....	172	74 .....	98	81 .....	34
47 .....	377	54 .....	302	61 .....	232	68 .....	162	75 .....	88	82 .....	28
48 .....	367	55 .....	292	62 .....	222	69 .....	152	76 .....	78	83 .....	23
49 .....	357	56 .....	282	63 .....	212	70 .....	142	77 .....	68	84 .....	20

der der Wert einer Leibrente für 5-jährige Altersstufen abgelesen werden kann (Leibrentenbarwerte).<sup>22</sup> Halleys Arbeit hatte damit auch grundlegende Bedeutung für die Entwicklung der versicherungsmathematischen Wissenschaft.

Mit dem Werk «Essai sur les probabilités de la durée de la vie humaine» von Antoine Deparcieux<sup>23</sup> (1746) wurde insofern eine bedeutende Neuerung eingeführt, als nun aufgrund von Daten aus Klöstern die Lebenserwartung der dort lebenden Personengruppe getrennt für beide Geschlechter<sup>24</sup> nachgewiesen werden konnte. Als ein wesentliches Ergebnis stellte Deparcieux fest, dass Nonnen im vollendeten Alter von 20 Jahren und in jeder Altersstufe bis 90 Jahre eine höhere Lebenserwartung hatten als Mönche. Im Alter von 20 Jahren hatten Nonnen verschiedener französischer Klöster eine durchschnittliche Lebenserwartung von 40,2 Jahren und Benediktinermönche eine durchschnittliche Lebenserwartung von 38,6 Jahren. Datengrundlage waren die Sterbefälle der Jahre 1685 bis 1744. Deparcieux versuchte auch Rückschlüsse auf die Sterblichkeitsverhältnisse der Gesamtbevölkerung zu ziehen, indem er die Klosterdaten den Daten einer ausgewählten Bevölkerungsgruppe aus der Gesamtbevölkerung, den Mitgliedern von Tontinen (eine frühe Form der Rentenversicherung), gegenüberstellte.<sup>25</sup>

Auch der als Begründer der demografischen Forschung in Deutschland geltende Johann Peter Süßmilch, der sich mit vielfältigen demografischen Fragestellungen befasste, so zum Beispiel auch mit der Säuglingssterblichkeit, veröffentlichte zuerst 1741 eine Tafel zur Sterblichkeit in seinem berühmten Werk „Die göttliche Ordnung in den Veränderungen des menschlichen Geschlechts, aus der Geburt, dem Tode und der Fortpflanzung desselben erwiesen“.<sup>26</sup>

Grundlage des Datenmaterials waren Beobachtungen, die einerseits aus sehr weit entfernt voneinander gelegenen größeren Städten und Dörfern stammen und andererseits zum Teil zu sehr verschiedenen Zeiten gemacht wurden. In späteren Auflagen dieses Werkes erfolgten Verbesserungen der Tafel, an denen auch Leonhard Euler<sup>27</sup> mitwirkte. Aufgrund der Angaben aus der 4. Auflage des Werkes<sup>28</sup> lässt sich eine mittlere Lebenserwartung bei Geburt von gut 28 Jahren errechnen.

Besonders hervorzuheben unter den Ansätzen des 18. Jahrhunderts sind die Tafeln von Pehr Wilhelm Wargentin (1766), die dieser als „Ordnung der Sterblichkeit“ bezeichnet hat.<sup>29</sup> Wargentin erstellte diese für die Jahre 1755 bis 1763 für Schweden und damit erstmals für ein gesamtes Land. Wargentins Tafeln stützten sich auf Daten aus Kirchenbüchern, in denen unter anderem Geburts- und Todesjahr festgehalten werden sollten, und auf den nach Alter und Geschlecht registrierten Bevölkerungsbestand<sup>30</sup>. Er war auch der erste, der altersspezifische Sterberaten berechnet hat. Seine Berechnungen dürften schon eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen. Nach den Angaben Wargentins, so wie sie von Masius aufbereitet worden sind<sup>31</sup>, lässt sich für die Berichtszeit

22 Siehe hierzu Halley, E., Fußnote 20, hier: Seite 602 f. Die Berechnung erfolgte für ein „einziges Leben“ und für einen Prozentsatz von 6 %.

23 Siehe hierzu Deparcieux, A.: «Essai sur les probabilités de la durée de la vie humaine», Paris 1746.

24 Siehe Deparcieux, A., Fußnote 23, Tabellenanhang, Tabelle XIII, Seite XVI.

25 Siehe hierzu auch Luy, M.: „Warum Frauen länger leben – Erkenntnisse aus einem Vergleich von Kloster- und Allgemeinbevölkerung“, Materialien zur Bevölkerungswissenschaft, Heft 106, Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, Wiesbaden 2002, Seite 24.

26 Siehe hierzu Süßmilch, J. P.: „Die göttliche Ordnung in den Veränderungen des menschlichen Geschlechts, aus der Geburt, dem Tode und der Fortpflanzung desselben erwiesen“, Berlin 1741, Nachdruck Tokio 1967, Seite 319 ff.

27 Siehe hierzu Süßmilch, J., Fußnote 26, Vorrede zur 2. Auflage, Berlin 1761, Seite VIII. Leonhard Euler hat sich neben seinen vielfältigen „rein“ mathematischen Arbeiten auch mit der Anwendung der mathematischen Methoden in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften beschäftigt, so zum Beispiel mit der Berechnung der Lebenserwartung beziehungsweise mit der Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die Sterblichkeit. Siehe hierzu insbesondere Eulers Schrift «Recherches générales sur la mortalité et la multiplication du genre humain» (1767) in Leonhardi Euleri, „Opera Omnia“, Band 1, Jahrgang 7: «Commentationes Algebraicae», herausgegeben von Louis Gustave Du Pasquier, 1923, Seite 79 ff.

28 Siehe Süßmilch, J. P., Fußnote 26, 2. Teil, 4. verbesserte Auflage, herausgegeben von C. J. Baumann, Berlin 1788, Seite 319 ff.

29 Siehe Wargentin, P.: „Die Sterblichkeit in Schweden, nach dem Tabellenwerke“ in Der königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltskunst und Mechanik, auf das Jahr 1766, aus dem Schwedischen übersetzt von A. G. Kästner, 28. Band, Leipzig 1768, insbesondere Seiten 7 bis 9 und Seite 13.

30 Wargentin schuf die Grundlagen für die schwedische Bevölkerungsstatistik, die auf das Kirchengesetz des Jahres 1686 zurückgeht. Damals wurde das Führen von Kirchenbüchern beschlossen, in denen Geburts- und Todesjahr der Einwohner sowie Zu- und Umzüge vermerkt sein sollten. Im Jahr 1749 wurde das Tabellenwerk gegründet und unter Wargentin als dessen (späteren) Direktor wurde das kirchliche Grundlagenmaterial erfasst. Schweden (und Finnland) erhielt somit die älteste Bevölkerungsstatistik der Welt. Das Tabellenwerk wurde später zum Statistischen Zentralamt (Statistiska centralbyrån) umgebildet. Siehe Swedberg, R.: „Hope and Economic Development: The Case of 18th-Century Sweden“, CSES Working Paper Series, Paper #28, 2005, Seite 17 f.

31 Siehe Masius, E. A., Fußnote 4, hier: Seite 564 f.

**Tabelle 4 Absterbeordnung und Lebenserwartung 1871/1881<sup>1</sup> und 2007/2009<sup>2</sup>**

Alter in Jahren	Männer				Frauen			
	Überlebende von 100 000 Neugeborenen		Lebenserwartung		Überlebende von 100 000 Neugeborenen		Lebenserwartung	
	1871/1881	2007/2009	1871/1881	2007/2009	1871/1881	2007/2009	1871/1881	2007/2009
	Anzahl		in Jahren		Anzahl		in Jahren	
0 .....	100 000	100 000	35,6	77,3	100 000	100 000	38,5	82,5
1 .....	74 727	99 594	46,5	76,6	78 260	99 680	48,1	81,8
5 .....	64 871	99 510	49,4	72,7	68 126	99 609	51,0	77,8
10 .....	62 089	99 460	46,5	67,7	65 237	99 572	48,2	72,9
20 .....	59 287	99 213	38,5	57,9	62 324	99 436	40,2	63,0
30 .....	54 454	98 625	31,4	48,2	57 566	99 198	33,1	53,1
40 .....	48 775	97 770	24,5	38,6	51 576	98 760	26,3	43,3
50 .....	41 228	95 429	18,0	29,4	45 245	97 458	19,3	33,8
60 .....	31 124	89 203	12,1	21,0	36 293	94 130	12,7	24,8
70 .....	17 750	76 437	7,3	13,6	21 901	87 123	7,6	16,4
80 .....	5 035	50 965	4,1	7,7	6 570	69 379	4,2	9,0
90 .....	330	15 592	2,3	3,9	471	28 352	2,4	4,3

1 Deutsches Reich.  
2 Deutschland.

1755 bis 1763 für neugeborene Jungen eine durchschnittliche Lebenserwartung von etwa 33 Jahren und für Mädchen eine Lebenserwartung von etwa 36 Jahren für Schweden errechnen.

Im Hinblick auf den Aufbau der Sterbetafel, so wie er sich heute darstellt, ist einerseits noch die Tafel von Richard Price von 1773<sup>32</sup> zu nennen. Sie enthält schon die meisten der heute gebräuchlichen Angaben. Andererseits ist die Tafel von Emmanuel-Étienne Duvillard<sup>33</sup> von 1806 zu erwähnen, die in Hinsicht auf ihren Aufbau der heutigen Tafel im Prinzip entspricht.

Im Jahr 1815 veröffentlichte Joshua Milne die sogenannte "Carlisle Table"<sup>34</sup>. Diese Sterbetafel beruhte einerseits auf Zahlen aus der Volkszählung von 1780 in England. Andererseits legte Milne die Sterbefälle aus zwei Kirchengemeinden der Stadt Carlisle aus den Jahren 1779 bis 1787 zugrunde. Seine Tafel wird als die erste „wissenschaftlich korrekte“ Sterbetafel (Life Table) beschrieben.<sup>35</sup> Milnes Tafel weist eine durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt für die Gesamtbevölkerung von etwa 39 Jahren aus.<sup>36</sup>

In Deutschland konnte im 19. Jahrhundert die Datenbasis zur Erfassung der Sterbefälle mit der Einrichtung von Ständesämtern<sup>37</sup> erheblich verbessert werden, und auf der Grundlage von Volkszählungen ließ sich der Bevölkerungsbestand zuverlässig ermitteln. Die erste amtliche Sterbetafel für das Deutsche Reich für die Jahre 1871 bis 1881 wurde vom Kaiserlichen Statistischen Amt im Jahr 1887 veröffentlicht.<sup>38</sup> Im Deutschen Reich betrug die durchschnitt-

liche Lebenserwartung eines neugeborenen Jungen in der Berichtsperiode 1871/1881 35,6 Jahre, ein neugeborenes Mädchen konnte mit einer durchschnittlichen Lebenserwartung von 38,5 Jahren rechnen. Demnach hat sich die Lebenserwartung der Neugeborenen – vorausgesetzt, die unterschiedlichen Gebietsstände werden vernachlässigt – in den vergangenen etwa 130 Jahren mehr als verdoppelt (siehe Tabelle 4).

## Zwei Ansätze zur Aufstellung einer Sterbetafel<sup>39</sup>

Grundsätzlich gibt es zwei Ansatzpunkte, eine Sterbetafel aufzustellen. Der erste Ansatz, der im Wesentlichen in diesem Beitrag dargestellt wird, wird auch als „Periodensicht“ der Sterblichkeit bezeichnet. Für einen bestimmten Berichtszeitraum, heute sind es in der deutschen amtlichen Statistik jeweils drei Jahre, werden alle gestorbenen und lebenden Personen und somit alle in dieser Periode gleichzeitig lebenden Geburtsjahrgänge betrachtet. Die entstehende sogenannte Querschnitt- oder Periodensterbetafel bildet die Sterblichkeitsverhältnisse der gesamten Bevölkerung in einem bestimmten Zeitraum ab.

Der zweite Ansatz, eine Sterbetafel aufzustellen, besteht darin, alle Personen eines Geburtsjahrgangs von der Geburt bis zum Tod zu betrachten, sodass prinzipiell bekannt ist, wie viele Personen in jedem Kalenderjahr leben. Eine solche Längsschnitt-, Kohorten- oder Generationensterbetafel zeigt damit den spezifischen Sterblichkeitsverlauf und die Lebenserwartung eines Geburtsjahrgangs auf. Die Längsschnittbetrachtung setzt hierfür eine vollständige Beobachtungsreihe aller Jahre und aller Personen des entsprechenden Geburtsjahrgangs voraus. Sie ist daher ein sehr aufwendiges Verfahren, das praktisch nur näherungsweise durchgeführt werden kann. Um die Berechnung durchführen zu können, müssen alle Angehörigen des entsprechenden Geburtsjahrgangs bereits verstorben sein, was in der Regel

32 Siehe Price, R.: "Observations of Reversionary Payments: On Schemes for Providing Annuities for Widows, and Persons in Old Age, and on National Debt.", 3. erweiterte Auflage, London 1773, Tabellen VIII und IX, Seite 332 f.

33 Siehe Duvillard, E.-E.: «Analyse et tableaux de l'influence de la petite vérole sur la mortalité à chaque âge et de celle qu'un préservatif tel que la vaccine peut avoir sur la population et la longévité», Paris 1806, Seite 161 f.

34 Siehe Milne, J.: "A Treatise on the Valuation of Annuities and Assurances on Lives and Survivorships; on the Construction of Tables of Mortality; and on the Probabilities and Expectations of Life", 2 Bände, London 1815, Seite 565.

35 Siehe hierzu Shryock, H./Siegel, J. S.: "The Methods and Materials of Demography", New York 1976, Seite 250.

36 Siehe hierzu Milne, J., Fußnote 34, hier: Seite 565.

37 Seit dem 1. Oktober 1874 in Preußen, ab dem 1. Januar 1876 im ganzen Gebiet des Deutschen Reiches.

38 Siehe hierzu Kaiserliches Statistisches Amt (Herausgeber): „Monatshefte zur Statistik des Deutschen Reichs“, Heft 11, 1887.

39 Siehe für das Folgende insbesondere Eisenmenger, M.: „Sterbetafel 2001/2003“ in WiSta 5/2005, Seite 463 ff.

mehr als 100 Jahre dauert. Ansonsten sind Schätzungen über die Sterblichkeitsverhältnisse notwendig, die bei jüngeren Geburtsjahrgängen zunehmend unsicherer werden. Das Gewährleisten einer vollständigen Beobachtungsreihe stellt auch in Anbetracht von Gebietsveränderungen und starken Wanderungsbewegungen, wie sie beispielsweise durch Kriege verursacht werden, ein erhebliches Problem dar.

Eine ausführliche Beschreibung der Methodik und die entsprechenden Sterbetafeln enthält die Veröffentlichung „Generationensterbetafeln für Deutschland, Modellrechnungen für die Geburtsjahrgänge von 1871 – 2004“, sodass an dieser Stelle auf weitere detaillierte Ausführungen verzichtet wird.<sup>40</sup>

Anzumerken bleibt aber noch ausdrücklich, dass sowohl Längsschnitt- als auch Querschnitttafeln stets Durchschnittswerte wiedergeben, von denen das individuelle Sterblichkeitsrisiko je nach Lebensverhältnissen, Lebensführung, Beruf und gesundheitlicher Verfassung erheblich abweichen kann.

### Amtliche Periodensterbetafeln

Die in einer Periodensterbetafel ausgewiesene Lebenserwartung entspricht der durchschnittlichen Zahl von weiteren Jahren, die Personen in einem bestimmten Alter noch leben könnten, wenn sie in ihrer gesamten Lebenszeit den im Beobachtungszeitraum geltenden Sterblichkeitsverhältnissen ausgesetzt wären. Die Veränderung der Sterblichkeitsverhältnisse in der Zukunft wird hierbei, anders als bei Generationensterbetafeln, also nicht berücksichtigt. Wegen der schnellen Verfügbarkeit und der Möglichkeit, die aktuellen Sterblichkeitsverhältnisse abzubilden, werden Periodensterbetafeln sehr häufig verwendet. Insbesondere kann anhand der Periodensterbetafeln die Entwicklung der Sterblichkeit beziehungsweise der Lebenserwartung im Zeitverlauf abgelesen werden.

Die amtliche Statistik in Deutschland unterscheidet bei den Periodensterbetafeln zwischen allgemeinen Sterbetafeln, abgekürzten Sterbetafeln und Sterbetafeln.

*Allgemeine Sterbetafeln* werden jeweils im Anschluss an eine Volkszählung für einen Dreijahreszeitraum (früher auch für eine längere Berichtsperiode) erstellt und bis zu der Altersstufe von 100 Jahren veröffentlicht. Die letzte allgemeine Sterbetafel für das frühere Bundesgebiet bezieht sich auf die Berichtsperiode 1986/1988 mit dem Volkszählungsjahr 1987. Zuvor wurden allgemeine Sterbetafeln für die Jahre 1871/1881, 1881/1890, 1891/1900, 1901/1910, 1910/1911, 1924/1926, 1932/1934, 1949/1951, 1960/1962 und 1970/1972 veröffentlicht. Allgemeine Sterbetafeln werden über mathematisch-statistische Verfahren von Zufallsschwankungen und Kohorteneffekten bereinigt, das bedeutet praktisch, dass der Verlauf der Sterbewahrscheinlichkeiten geglättet wird. In der ehemaligen DDR wurden

allgemeine Sterbetafeln allerdings nicht nur im Anschluss an Volkszählungen berechnet, sondern auch häufiger in der Zwischenzeit sowie für unterschiedlich lange Berichtsperioden veröffentlicht.

*Abgekürzte Sterbetafeln* wurden für das frühere Bundesgebiet seit 1957 und für Deutschland seit der deutschen Vereinigung jährlich für einen Dreijahresdurchschnitt berechnet.<sup>41</sup> Sie bilden die Entwicklung der Lebenserwartung in der Zeit zwischen den Volkszählungen ab. Abgekürzte Sterbetafeln wurden im Gegensatz zu den allgemeinen Sterbetafeln mit der Altersstufe von 90 Jahren geschlossen und die Sterbewahrscheinlichkeiten wurden nicht geglättet. Die vorzeitige Schließung war dadurch begründet, dass abgekürzte Sterbetafeln auf fortgeschriebenen Bevölkerungszahlen basierten, die mit zunehmendem Abstand zur Volkszählung immer mehr Ungenauigkeiten enthalten. Zudem waren die Besetzungszahlen in den hohen Altersjahren zunächst auch relativ gering. Allgemeine Sterbetafeln weisen aufgrund der zeitlichen Nähe zu einer Volkszählung deshalb eine größere Zuverlässigkeit auf.

Vor dem Hintergrund der steigenden Lebenserwartung und des damit steigenden Bedarfs an entsprechenden Angaben werden seit der Sterbetafel 2000/2002 auch Ergebnisse für die Altersjahre bis 100 nachgewiesen (zur Methodik siehe weiter unten). Der Zusatz „abgekürzt“ entfällt deshalb in der Bezeichnung der Sterbetafeln ab 2000/2002.<sup>42</sup>

### Amtliche Periodensterbetafeln und Tafeln der Versicherungswirtschaft

Von den amtlichen Periodensterbetafeln zu unterscheiden sind die Sterbetafeln der Versicherungswirtschaft, wie etwa die Sterbetafeln der Deutschen Aktuarvereinigung (DAV). Diese Sterbetafeln sind auf den jeweiligen Versicherungszweck ausgerichtet und werden unter Versicherungswirtschaftlichen Gesichtspunkten erstellt. Damit stellen die Sterbetafeln der Versicherungswirtschaft im Gegensatz zu den amtlichen Periodensterbetafeln keine Beschreibung der Sterblichkeitsverhältnisse und der Lebenserwartung dar. So besteht beispielsweise die DAV-Sterbetafel 2004 R für private Rentenversicherungen aus einem System von Generationensterbetafeln, das eine Schätzung des zukünftigen Sterblichkeitstrends und entsprechende Sicherheitsmargen beinhaltet. Sofern die Tafeln der Versicherungswirtschaft – wie dies bei der DAV-Sterbetafel 2004 R der Fall ist<sup>43</sup> – auch auf Versichertendaten beruhen, ist insbesondere auch zu berücksichtigen, dass die Versichertengesamtheit eine positive Auswahl darstellt. Dies bedeutet konkret, dass ihre Sterblichkeit niedriger ist als die der Gesamtbevölkerung.

<sup>40</sup> Siehe hierzu Statistisches Bundesamt (Herausgeber): „Generationensterbetafeln für Deutschland, Modellrechnungen für die Geburtsjahrgänge 1871-2004“ ([www.destatis.de/publikationen](http://www.destatis.de/publikationen)).

<sup>41</sup> Für 1986/1988 wurde auch eine Tafel für Deutschland erstellt. Siehe hierzu Sommer, B.: „Eheschließungen, Geburten und Sterbefälle 1990 und 1991“ in WiSta 9/1993, Seite 644 ff., hier: Seite 649 f.

<sup>42</sup> Für eine Darstellung der von der amtlichen Statistik für Deutschland veröffentlichten Periodensterbetafeln siehe Statistisches Bundesamt (Herausgeber): „Periodensterbetafeln für Deutschland 1871/1881 bis 2007/2009“ ([www.destatis.de/publikationen](http://www.destatis.de/publikationen)).

<sup>43</sup> Siehe hierzu Deutsche Aktuarvereinigung e. V.: „Deutsche Aktuarvereinigung legt neue Sterbetafel für Rentenversicherungen vor“, Presseinformation vom 16. Juni 2004.

**Tabelle 5** Grundschemata der Sterbetafel

Vollendetes Alter	Sterbewahrscheinlichkeit vom Alter x bis x + 1	Überlebenswahrscheinlichkeit vom Alter x bis x + 1	Überlebende im Alter x	Gestorbene im Alter x bis unter x + 1	Von den Überlebenden im Alter x		Durchschnittliche Lebenserwartung im Alter x in Jahren
					bis zum Alter x + 1 durchlebte Jahre	insgesamt noch zu durchlebende Jahre	
x	$q_x$	$p_x$	$l_x$	$d_x$	$L_x$	$e_{x }$	$e_x$

## Der Aufbau einer Periodensterbetafel

Bevor im Weiteren die mathematische Symbolik und Vorgehensweise erläutert wird, soll zunächst der Aufbau einer „modernen“ Sterbetafel schematisch dargestellt werden (siehe Tabelle 5). Die Kenngrößen, die in einer Sterbetafel tabelliert werden, werden auch Sterbetafelfunktionen genannt.

Den Ausgangspunkt für die Berechnung einer Periodensterbetafel bilden heute die altersspezifischen Sterbewahrscheinlichkeiten. Dabei ist die altersspezifische Sterbewahrscheinlichkeit  $q_x$  definiert als die Wahrscheinlichkeit, im Alter x vor Vollendung des nächsten Lebensjahres x + 1 zu sterben. Das Statistische Bundesamt berechnet die altersspezifischen Sterbewahrscheinlichkeiten in den abgekürzten Sterbetafeln seit 1957, in den Sterbetafeln seit 2000/2002 und in den allgemeinen Sterbetafeln seit 1970/1972 näherungsweise mit der Sterbeziffermethode nach Farr<sup>44</sup>:

$$q_x \approx \frac{k_x}{1 + \frac{k_x}{2}} \text{ mit } k_x = \frac{M_{a,b}}{V_{a,b}} \text{ entspricht } q_x \approx \frac{M_{a,b}}{V_{a,b} + \frac{M_{a,b}}{2}}$$

$q_x$ : altersspezifische Sterbewahrscheinlichkeit

$k_x$ : altersspezifische Sterbeziffer

$M_{a,b}$ : Gestorbene des Altersjahres a im Beobachtungsjahr b

$V_{a,b}$ : durchschnittliche Anzahl der Lebenden des Altersjahres a im Beobachtungsjahr b

Die altersspezifische Sterbeziffer k ist hierbei der Quotient aus der Zahl der Gestorbenen M („Mortui“) und der jahresdurchschnittlichen Bevölkerung V („Viventes“) des Altersjahres a im Beobachtungsjahr b. Hieraus wird ersichtlich, dass sich die altersspezifische Sterbewahrscheinlichkeit nach Farr von der altersspezifischen Sterbeziffer nur dadurch unterscheidet, dass die durchschnittliche Bevölkerung im Nenner, nämlich die jahresdurchschnittliche Bevölkerung, um die Hälfte der Sterbefälle des betreffenden Altersjahres vergrößert wird. Der Grund hierfür ist, dass die durchschnittliche Bevölkerung eines Altersjahres bereits um die Hälfte der Sterbefälle eines Jahres vermindert ist und deswegen so erhöht werden muss, dass die Gesamtheit der Personen erreicht wird, die dem Risiko, im Beobachtungsjahr zu versterben, ausgesetzt ist. Dadurch, dass die jahresdurchschnittliche Bevölkerung in Ansatz gebracht wird, werden auch die Wanderungsbewegungen in angemessener Form berücksichtigt. Dabei wird für Männer und Frauen immer getrennt gerechnet.

<sup>44</sup> Zur Methodik von Farr siehe Flakämper, P.: „Bevölkerungsstatistik“, Hamburg 1962, Seite 365 ff.

Um für Altersgruppen mit wenigen Sterbefällen zuverlässige Ergebnisse zu erhalten und um irreguläre Schwankungen zu reduzieren, wird ein Beobachtungszeitraum von drei Jahren gewählt. In die aktuelle Sterbetafel 2007/2009 geht damit der Mittelwert der Gestorbenen und der durchschnittlichen Bevölkerung nach Alter und Geschlecht aus den Jahren 2007 bis 2009 ein. Die Sterbewahrscheinlichkeit für das erste Lebensjahr, die Säuglingssterblichkeit, wird gesondert mit der Methode nach Rahts<sup>45</sup> (Sterbejahrmethode) berechnet. Im ersten Lebensjahr ist das Risiko zu versterben im Verhältnis zu den folgenden Altern besonders hoch, und die Sterbefälle der Säuglinge konzentrieren sich auf die ersten Lebenstage, -wochen und -monate. Dies macht eine eigene Berechnungsmethode für die Sterbewahrscheinlichkeit der Säuglinge erforderlich, da die Sterbeziffermethode nach Farr die Annahme einschließt, dass sich die Sterbefälle in den Altersstufen gleichmäßig über das ganze Jahr verteilen.

Das Gegenstück zur Sterbewahrscheinlichkeit  $q_x$  ist die Überlebenswahrscheinlichkeit  $p_x$ . „ $p_x$ “ gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass eine Person im Alter x das nächste Lebensjahr x + 1 erreicht. Es gilt daher der Zusammenhang:

$$p_x = 1 - q_x$$

Ausgehend von fiktiven 100 000 männlichen beziehungsweise weiblichen Lebendgeborenen wird zunächst für die jeweiligen vollendeten Altersjahre ermittelt, wie viele Personen des Ausgangsbestandes unter den aktuellen altersspezifischen Sterblichkeitsverhältnissen (hier: 2007/2009) noch leben würden. Dies sind die „Überlebenden im Alter x“, bezeichnet als „ $l_x$ “. Der Verlauf der  $l_x$  wird als Absterbeordnung (siehe oben) bezeichnet:

$$l_0 = 100\,000$$

$$l_x = l_{x-1} \cdot p_{x-1} \text{ mit } x > 0$$

Die Anzahl der Personen, um die sich die Zahl der Überlebenden in jedem Altersjahr verringert, sind dementsprechend die „Gestorbenen im Alter x bis x + 1“ bezeichnet als „ $d_x$ “:

$$d_x = l_x - l_{x+1} \text{ beziehungsweise } d_x = l_x \cdot q_x$$

In einem weiteren Schritt werden die „von den Überlebenden im Alter x bis zum Alter x + 1 durchlebten Jahre“  $L_x$  berechnet:

$$L_x = \frac{1}{2} \cdot (l_x + l_{x+1}) \text{ mit } x > 0$$

<sup>45</sup> Für die Methode nach Rahts siehe Flakämper, P., Fußnote 44, Seite 361 ff., sowie Statistisches Bundesamt (Herausgeber), Fachserie 1 „Bevölkerung und Erwerbstätigkeit“, Reihe 1.S.2 „Allgemeine Sterbetafel für die Bundesrepublik Deutschland (Gebietsstand vor dem 3.10. 1990)“, 1991, Seite 7 ff. Neben der Berechnungsmethode nach Farr sind für die Sterbetafeln der deutschen amtlichen Statistik noch die Geburtsjahrmethode von Becker/Zeuner und die Sterbejahrmethode nach Rahts zu nennen. Siehe hierzu Flakämper, P., Fußnote 44, Seite 351 ff.

Eine Ausnahme bildet hierbei das erste Lebensjahr, für das die durchlebten Jahre mit der Sterbejahrmethode nach Rahts berechnet werden.

Die „von den Überlebenden im Alter  $x$  insgesamt noch zu durchlebenden Jahre“  $e_x l_x$  ergeben sich jeweils als Summe der  $L_x$  über alle weiteren Alter vom Alter  $x$  aus, es gilt also:

$$e_x l_x = \sum_{y \geq x} L_y$$

Die „durchschnittliche Lebenserwartung im Alter  $x$ “  $e_x$  wird schließlich aus dem Verhältnis zwischen den „von den Überlebenden im Alter  $x$  insgesamt noch zu durchlebenden Jahren“ und den „Überlebenden im Alter  $x$ “ berechnet:

$$e_x = \frac{e_x l_x}{l_x}$$

Die durchschnittliche (fernere) Lebenserwartung gibt damit die Zahl der weiteren Lebensjahre an, die Personen in einem bestimmten Alter noch leben könnten, wenn sie zeitlebens den im Beobachtungszeitraum geltenden Sterblichkeitsverhältnissen (hier: 2007/2009) ausgesetzt wären.

Um eine Sterbetafelberechnung durchführen zu können, muss prinzipiell die Absterbeordnung bis zum letzten Überlebenden im Alter  $x$  vorliegen. Dies ist erforderlich, um die noch zu durchlebenden Jahre und letztendlich die durchschnittliche Lebenserwartung berechnen zu können. Aufgrund des Problems der geringen Fallzahlen in den hohen Altersstufen und der mit zeitlicher Entfernung zur letzten Volkszählung zunehmenden Ungenauigkeiten stand in den abgekürzten Sterbetafeln bis 1999/2001 nur eine unvollständige Absterbeordnung zur Verfügung. Deshalb wurden die abgekürzten Sterbetafeln mit dem Alter von 90 Jahren vorzeitig geschlossen. Dies geschah, indem die Lebenserwartung der 90-Jährigen und Älteren unter Berücksichtigung der Lebenserwartung aus der letzten allgemeinen Sterbetafel 1986/1988 ermittelt wurde. Für die noch lebenden Personen in der Absterbeordnung wurde das Alter von 90 Jahren fiktiv als Sterbezeitpunkt festgelegt.<sup>46</sup>

In den abgekürzten Sterbetafeln nach der letzten allgemeinen Sterbetafel 1986/1988 ergab sich die Lebenserwartung der 90-Jährigen und Älteren im Beobachtungszeitraum  $b$  aus der Multiplikation der Lebenserwartung im Alter von 90 Jahren aus der Sterbetafel 1986/1988 mit dem Quotienten der Sterbeziffern der 90-Jährigen und Älteren aus dem Berichtszeitraum 1986/1988 und dem Beobachtungszeitraum  $b$ . Die so bestimmte Lebenserwartung wurde dann für die Berechnung der noch zu durchlebenden Jahre der über 90-Jährigen verwendet.

$$e_{90+,b} = e_{90,1986/1988} \cdot \frac{k_{90+,1986/1988}}{k_{90+,b}}$$

Seit der Sterbetafel 2000/2002 wird – wie zuvor nur in den allgemeinen Sterbetafeln – zunächst eine vollständige

Absterbeordnung erzeugt, weshalb eine vorzeitige Schließung nicht mehr notwendig ist. Um dies zu erreichen, wurde ursprünglich auf die Kombination zweier Methoden, die der Extinct Generations und die der nichtlinearen Regression, zurückgegriffen.

Eine vollständige Absterbeordnung bildet auch die Grundlage dafür, Versicherungsbarwerte für Leibrenten<sup>47</sup> zu berechnen. Die Versicherungsbarwerte für Leibrenten können deshalb jetzt aktuell erstellt werden.<sup>48</sup> Zuvor wurden sie nur im Anschluss an Volkszählungen aus allgemeinen Sterbetafeln berechnet.

## Erweiterung der Sterbetafel im Altersbereich von 90 bis 100 Jahren<sup>49</sup>

Mit dem Anstieg der Lebenserwartung ergibt sich aus wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und politischer Sicht vermehrt ein Informationsbedarf zur Sterblichkeit und Lebenserwartung der Bevölkerung jenseits des Alters von 90 Jahren. Die geringen Fallzahlen im hohen Alter und die mit zeitlicher Entfernung zur letzten Volkszählung zunehmenden Ungenauigkeiten in der Bevölkerungsfortschreibung hatten eine solche Berechnung zwischen den allgemeinen Sterbetafeln bis zur Tafel 2000/2002 verhindert. Oberhalb der Altersstufe von 90 Jahren beginnen die Sterbewahrscheinlichkeiten unplausibel zu sinken, wenn die Methode von Farr zur Berechnung angewandt wird. Bei den Frauen sinken die Sterbewahrscheinlichkeiten aufgrund der höheren Lebenserwartung dabei etwas später als bei den Männern. Eine Sterbetafel, die mit diesen Sterbewahrscheinlichkeiten berechnet würde, wiese eine überhöhte Lebenserwartung auf. Eine Volkszählung oder ein gleichwertiges Verfahren und damit die Möglichkeit, den Bevölkerungsstand zu korrigieren sowie auf dieser Basis eine neue allgemeine Sterbetafel zu erstellen, steht nicht zur Verfügung, bis die Ergebnisse des Zensus 2011 vorliegen. Deshalb wurde nach einer Möglichkeit gesucht, sowohl einen plausiblen Verlauf der Sterbewahrscheinlichkeiten zu schätzen als auch eine vollständige Absterbeordnung zu erhalten, um die abgekürzte Sterbetafel bis zu der Altersstufe von 100 Jahren erweitern zu können.

Ursprünglich wurden für diesen Zweck die Methoden der *Extinct Generations* und der *nichtlinearen Regression* eingesetzt. Seit dem Berichtszeitraum 2006/2008 wird nur noch die Methode der nichtlinearen Regression verwendet, da sich aus der Methode der Extinct Generations keine plausiblen und belastbaren Werte für die Sterbewahrscheinlichkeiten ab dem Alter von 90 Jahren und älter mehr ermitteln ließen. Auf eine ausführliche Darstellung der Methode der Extinct Generations wird daher an dieser Stelle verzichtet, und es wird nur ein kleiner Exkurs eingefügt.

47 Siehe Fußnote 13.

48 Siehe Statistisches Bundesamt (Herausgeber): „Kommutationszahlen und Versicherungsbarwerte für Leibrenten 2007/09, Tabellen zur jährlich und monatlich vorschüssigen Zahlungsweise“ ([www.destatis.de/publikationen](http://www.destatis.de/publikationen)).

49 Siehe hierzu insbesondere Eisenmenger, M.: „Die Erweiterung der abgekürzten Sterbetafel in den Altersstufen von 90 bis 100 Jahren“ in WiSta, Sonderausgabe ISI-Weltkongress 2003, Seite 90 ff.

46 Dazu wurde die Sterbewahrscheinlichkeit auf den Wert 1 gesetzt, sodass die Wahrscheinlichkeit, das nächste Altersjahr zu erreichen, Null entspricht.

## Exkurs: Methode der Extinct Generations

Die ursprünglich von Vincent<sup>50</sup> entwickelte Methode der Extinct Generations konnte für die Sterbetafeln 2000/2002 bis 2005/2007 angewendet werden. Kernpunkt der Methode ist die Möglichkeit, die Lebenden eines Geburtsjahrgangs in den einzelnen Altersjahren über die Anzahl der Gestorbenen zurückzurechnen. Voraussetzung hierfür ist eine zuverlässige Sterbefallregistrierung, so wie sie in Deutschland gegeben ist, die die Sterbefälle bis weit in die Vergangenheit nach dem Geschlecht und für alle Altersjahre vollständig nach Alter und Geburtsjahr aufgliedert. Die Methode der Extinct Generations ist dabei auf die höheren Lebensalter beschränkt, da vorausgesetzt werden muss, dass keine Wanderungen mehr stattfinden. Darüber hinaus kann die Methode im Grundsatz nur bei bereits vollständig ausgestorbenen Geburtsjahrgängen angewendet werden. Diese Restriktion lässt sich jedoch umgehen, indem zu einem Zeitpunkt ein als exakt angenommener Bevölkerungsstand, wie er sich aus einer Volkszählung ergibt, einbezogen wird.<sup>51</sup>

## Das nichtlineare Regressionsmodell

Die Voraussetzung für die Auswahl eines geeigneten Regressionsmodells ist die Kenntnis über den Verlauf der Sterblichkeit in den hohen Altersjahren. Der britische Aktuar Benjamin Gompertz entdeckte bereits 1825, dass – nach dem unfallbedingten Anstieg in der Jugend – das Risiko zu sterben eine Exponentialfunktion des Alters ist.<sup>52</sup> Diese Beobachtung, die später auch als „Law of Mortality“ bezeichnet wurde, lässt sich allerdings nicht mehr auf die ganz hohen Lebensalter anwenden. Es wurde festgestellt, dass das Risiko zu sterben nach dem Alter von ungefähr 80 Jahren nicht mehr exponentiell ansteigt, sondern sich mit der Abnahme der Zuwachsrates des Sterberisikos verlangsamt.<sup>53</sup> Ein geeignetes Regressionsmodell zur Extrapolation der Sterbewahrscheinlichkeiten muss somit die Verlangsamung des Anstiegs des Sterberisikos in den hohen Lebensaltern berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Modelle, die auf einer Theorie des Sterblichkeitsverlaufs basieren, sowie darüber hinaus logistische Funktionen und Polynome höheren Grades mit der letzten allgemeinen Sterbetafel von 1986/1988 und den abgekürzten Sterbetafeln seit 1995/1997 getestet.<sup>54</sup> Als zusätzliche

Kriterien zur Beurteilung der Eignung der Modelle wurden eine gute Anpassung im Stützbereich (Bestimmtheitsmaß  $R^2 \geq 0,99$ ), Stabilität bei Variation des Stützbereiches, einfache Handhabung (nicht mehr als drei Regressionskoeffizienten) und Plausibilität zu der letzten allgemeinen Sterbetafel 1986/1988 festgelegt. Problematisch sind hierbei die sich annähernden Sterbewahrscheinlichkeiten von Männern und Frauen, die in vielen Fällen zu einem sogenannten *Mortality-Crossover* führten, das heißt zu einer Überschneidung der Sterbewahrscheinlichkeiten.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Kriterien hat sich das Regressionsmodell (1) für die Extrapolation der Sterbewahrscheinlichkeiten als geeignet herausgestellt<sup>55</sup>. Für die Auswahl waren insbesondere die Plausibilität zu der allgemeinen Sterbetafel 1986/1988 und die Stabilität bei Variation des Stützbereiches ausschlaggebend. In den allgemeinen Sterbetafeln von 1960/1962, 1970/1972 und 1986/1988 wurde der modifizierte Gompertz-Ansatz (2) verwendet.<sup>56</sup>

$$(1) q_x = 1 - e^{-\sum_{i=0}^2 \beta_i x^i} \quad (2) \ln\left(\frac{1}{1 - q_x}\right) = \sum_{i=0}^2 \beta_i x^i$$

$q_x$ : Sterbewahrscheinlichkeit im Alter  $x$

$\beta_i$ : Regressionskoeffizient

Bei dem Regressionsmodell (1) handelt es sich um ein deskriptives Modell, das für die Extrapolation des Verlaufs der Sterbewahrscheinlichkeiten nach dem Alter von 90 Jahren bestimmt ist. Für den Verlauf der Sterblichkeit in Deutschland nach dem Alter von 100 Jahren liegen bislang keine empirisch gesicherten Erkenntnisse vor, sodass die Ergebnisse der Extrapolation nach dem Alter von 100 Jahren ausschließlich für die Generierung einer vollständigen Absterbeordnung benutzt werden. Dabei ist der Einfluss der Absterbeordnung nach dem Alter von 100 Jahren auf die gesamte Lebenserwartung jedoch sehr gering.

Im Gegensatz zu den kausalen Modellen, die auf Theorien des Sterblichkeitsverlaufs basieren, versucht das Regressionsmodell (1) demnach auch nicht den gesamten Verlauf beziehungsweise den Verlauf der Sterbewahrscheinlichkeiten nach der Jugendphase abzubilden.

## Anwendung in der Sterbetafel 2007/2009

Als Stützbereich für die Regressionsrechnung wurden für die Frauen die nach der Farr'schen Methode errechneten Sterbewahrscheinlichkeiten für den Altersbereich von 76 bis 91 Jahren verwendet. Bei den Männern wurde der Altersbereich von 76 bis 92 Jahren als Stützbereich gewählt. Dabei stammen die Sterbewahrscheinlichkeiten bis einschließlich des Alters von 92 Jahren ebenfalls aus der Berechnung nach Farr. Um eine Überschneidung der Sterbewahrscheinlichkeiten

50 Siehe Vincent, P.: «La mortalité des vieillards» in Population, Jahrgang 6, 1951, Seite 181 ff.

51 Siehe hierzu Dinkel, R. H.: „Sterblichkeitsmessung in den obersten Altersstufen: Die Ergänzung abgekürzter bundesdeutscher Sterbetafeln durch die Methode der Extinct Generations“ in Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft, Jahrgang 22, Heft 4/1997, Seite 493 ff. Eine ausführlichere Darstellung der Methode der Extinct Generations findet sich auch im Internetangebot des Statistischen Bundesamtes unter dem Titel „Methodische Erläuterungen zur Berechnung von Periodensterbetafeln für Deutschland 2006/2008“, Seite 6 ff. ([www.destatis.de/publikationen](http://www.destatis.de/publikationen)).

52 Siehe Gompertz, B.: „On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality and on a New Mode of Determining Life Contingencies“ in Philosophical Transactions, Jahrgang 115, London 1825, Seite 513 ff.

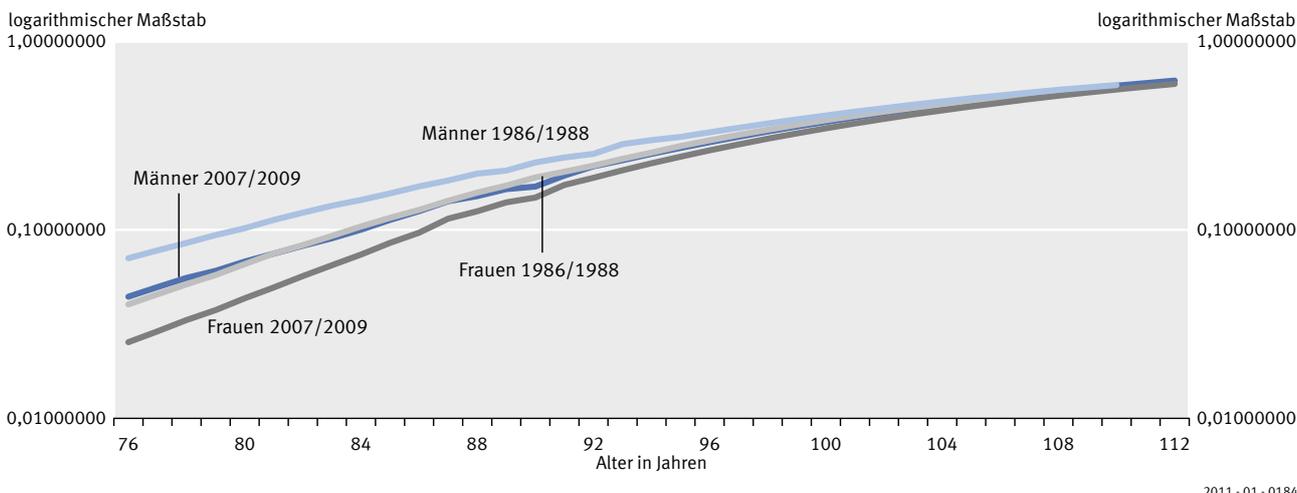
53 Als eine mögliche Erklärung für die Verlangsamung des Anstiegs des Sterberisikos nennt Vaupel die Faktoren Heterogenität, Selektion und Verhaltensänderung. Siehe Vaupel, J. W.: „Trajectories of Mortality at Advanced Ages“ in Wachter, K. W./Finch, C. E. (Herausgeber): „Between Zeus and the Salmon: The Biodemography of Longevity“, National Academy Press, Washington D. C. 1997, Seite 19 ff.

54 Siehe Thatcher, A. R./Kannisto, V./Vaupel, J. W.: „The Force of Mortality at Ages 80 to 120“, Odense 1998; Doray, L. G.: „Living to age 100 in Canada in 2000“, Society of Actuaries (SOA): „Living to 100 and Beyond – Survival at Advanced Ages Symposium 17/01-18/01/02“, 2002; Anderson, R. N.: „Method for Constructing Complete Annual U.S. Life Tables“, National Center for Health Statistics, Series 2, No. 129, Washington D. C. 1999; Statistisches Bundesamt, Fußnote 45.

55 Siehe Eisenmenger, M., Fußnote 49, hier: Seite 91 f.

56 In der allgemeinen Sterbetafel 1986/1988 wurden die Sterbewahrscheinlichkeiten ab dem Alter von 95 Jahren geschätzt (Stützbereich 76 bis 94 Jahre).

**Schaubild 1 Verlauf der Sterbewahrscheinlichkeiten  $q(x)$  der allgemeinen Sterbetafel 1986/1988 und der Sterbetafel 2007/2009 ab dem Alter 76 Jahre**



2011 - 01 - 0184

keiten von Männern und Frauen zu verhindern, wurden für das Endalter 112 Jahre die Sterbewahrscheinlichkeiten vor dem Hintergrund von Plausibilitätsüberlegungen fixiert. In Schaubild 1 wird der Verlauf der Sterbewahrscheinlichkeiten der allgemeinen Sterbetafel 1986/1988 dem Verlauf der Werte für die Sterbetafel 2007/2009 nach Farr und der Schätzwerte nach der Regressionsfunktion gegenübergestellt.

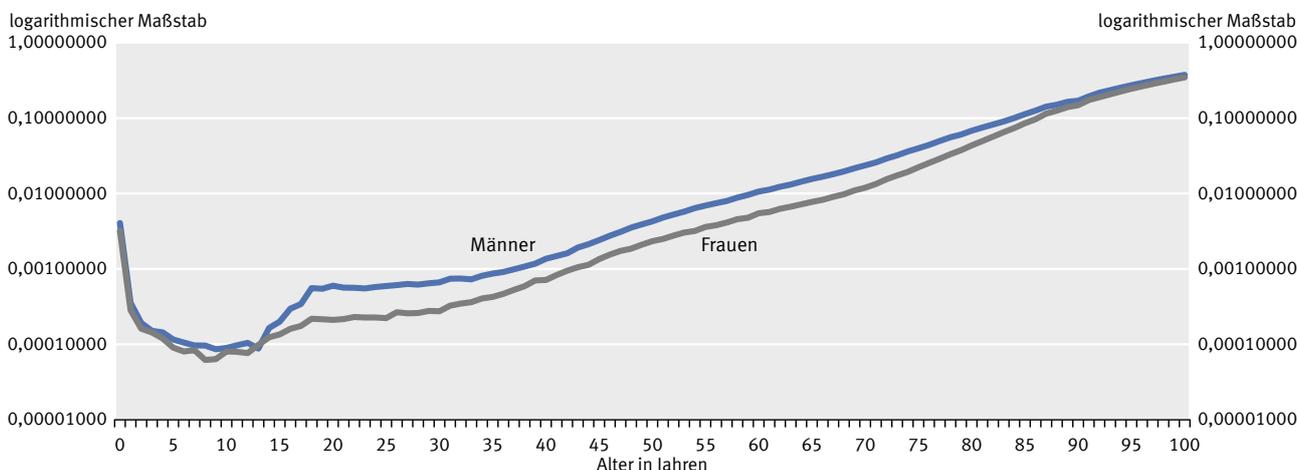
Die Sterbewahrscheinlichkeiten sind die Grundlage für die Berechnung der Sterbetafel (siehe oben) und zeigen den charakteristischen Verlauf der Sterblichkeit für Männer und Frauen in den einzelnen Altersjahren (siehe Schaubild 2).

### Die Sterbetafel 2007/2009: Sterbewahrscheinlichkeiten, Absterbeordnung und Lebenserwartung

Die Sterbetafel 2007/2009 basiert auf den Sterbefällen und der durchschnittlichen Bevölkerung der Jahre 2007 bis 2009 und beschreibt damit die Sterblichkeitsverhältnisse und die Lebenserwartung in diesem Zeitraum.

Aus dem Verlauf der „rohen“ Sterbewahrscheinlichkeiten aus der Sterbetafel 2007/2009 ist abzulesen, dass die Sterbewahrscheinlichkeit der Männer über fast alle Altersjahre hinweg größer ist als die der Frauen. Dies wird auch als Übersterblichkeit der Männer bezeichnet. Eine Ausnahme bildet für den Berichtszeitraum 2007/2009 die Sterbewahrscheinlichkeit von Jungen und Mädchen für das vollendete Alter von 13 Jahren. Hier überschneiden sich die Werte in der Weise, dass die sehr niedrige Sterbewahrscheinlichkeit der Jungen mit 0,000088 noch geringfügig unter der Sterbewahrscheinlichkeit der Mädchen desselben Alters (0,000098) liegt. Der Grund hierfür dürfte in der absolut gesehen sehr geringen Fallzahl der Gestorbenen in diesem Alter zu suchen sein. Bundesweit waren es im Dreijahreszeitraum 107 Jungen und 114 Mädchen, die im Alter von 13

**Schaubild 2 Verlauf der Sterbewahrscheinlichkeiten  $q(x)$  der Sterbetafel 2007/2009**



2011 - 01 - 0185

Jahren gestorben sind.<sup>57</sup> Aufgrund der in diesem Abschnitt des Verlaufs der Sterbewahrscheinlichkeiten insgesamt gesehen geringen Fallzahl der Sterbefälle kommt es auch nicht zu einem glatten, sondern zu einem leicht schwankenden Verlauf (siehe Schaubild 2). Es liegt nahe, diese Schwankungen als zufallsbedingt anzusehen.<sup>58</sup> Demnach wäre auch die Überschneidung (Crossover) der Sterbewahrscheinlichkeit beim vollendeten Alter 13 Jahre eher als ein statistisches Zufallsprodukt als ein substantiell bedeutungsvolles Phänomen anzusehen. Wird dieser Interpretation gefolgt, dann lässt sich der charakteristische Verlauf der Sterbewahrscheinlichkeiten beginnend mit der Säuglingssterblichkeit wie folgt beschreiben:

Im ersten Lebensjahr sterben von 100 000 neugeborenen Jungen 406, von 100 000 neugeborenen Mädchen dagegen nur 320. Die Säuglingssterblichkeit ist damit trotz eines starken Rückganges in der Vergangenheit im Vergleich zu der in den nachfolgenden Lebensjahren noch relativ hoch. Der Schwerpunkt der Säuglingssterblichkeit liegt hierbei vor allem im ersten Lebensmonat und in diesem in der ersten Lebenswoche. So starben im Jahr 2009 im ersten Lebensmonat von 100 000 neugeborenen Jungen beziehungsweise Mädchen bereits 261 beziehungsweise 209. Im zweiten Lebensmonat waren es nur noch 30 Jungen beziehungsweise 27 Mädchen, mit abnehmender Anzahl in jedem weiteren Lebensmonat. Nach dem ersten Lebensjahr vermindert sich das Sterberisiko dann zunächst mit zunehmendem Alter, wobei das Minimum bei Jungen im Alter von neun Jahren und bei Mädchen im Alter von acht Jahren erreicht wird. Bis zu diesem Alter sind bereits viele Kinderkrankheiten überstanden und die Bewegungsfreiheit

der Kinder mit den damit verbundenen Gefahren (zum Beispiel durch Unfälle) ist noch begrenzt. Anschließend steigt das Sterberisiko (mit Ausnahme des vollendeten Alters 13 Jahre für Jungen, siehe oben) bis zum Alter von 18 Jahren stärker an, wobei der Wert für die Mädchen deutlich unter dem Wert der Sterbewahrscheinlichkeit für die Jungen liegt. Hier macht sich die verstärkte Teilnahme der älteren Kinder und auch schon motorisierten Jugendlichen am Straßenverkehr bemerkbar. Bis zum Alter von 30 Jahren liegen die geschlechtsspezifischen Sterbewahrscheinlichkeiten dann gleichsam auf einem leicht nach oben geneigten Plateau, wobei die Werte für die Frauen etwas stärker schwanken als die Werte für die Männer. Das relativ hohe Niveau der Sterbewahrscheinlichkeit in diesem Altersbereich dürfte hierbei in engem Zusammenhang mit tödlichen Kraftfahrzeugunfällen stehen, die auf mangelnde Fahrpraxis und erhöhte Risikobereitschaft zurückgeführt werden können. Der markante Anstieg des Sterberisikos wurde früher oft auch als „Unfallhügel“ bezeichnet, wobei dieser bei den Männern deutlicher ausgeprägt war als bei den Frauen.

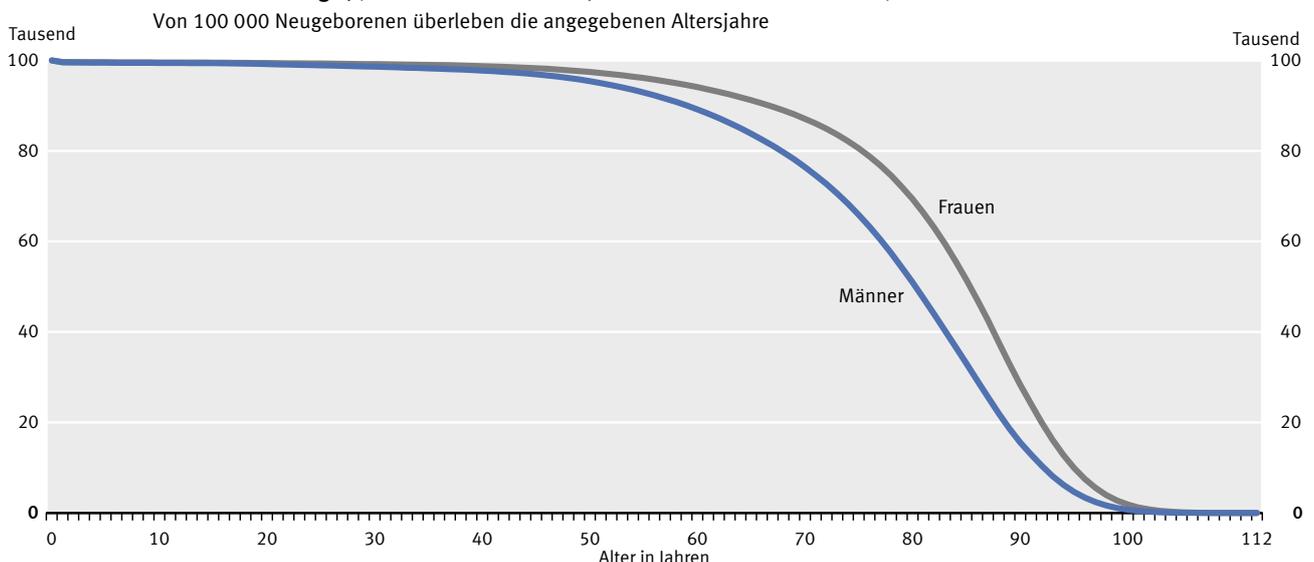
Nach dem Alter 30 Jahre geht das beschriebene „Plateau“ in einen steileren Verlauf über. Zu beachten ist, dass die grafische Darstellung der Sterbewahrscheinlichkeiten üblicherweise im logarithmischen Maßstab erfolgt, um so die Besonderheiten des Sterberisikos im Kindes- und Jugendalter sowie im jungen Erwachsenenalter verdeutlichen zu können.

Die Absterbeordnung gibt die Anzahl der Überlebenden in jedem weiteren Lebensjahr an und verdeutlicht den Verlauf der Sterblichkeit für Männer und Frauen aus einer anderen Perspektive (siehe Schaubild 3). Die Zahl der überlebenden Männer ist durchweg niedriger als die der überlebenden Frauen. Der Ausgangsbestand von jeweils 100 000 Lebendgeborenen nimmt zunächst nur langsam ab, was sich in dem flachen Verlauf der Kurven widerspiegelt. Ausgenommen ist hierbei der durch die Säuglingssterblichkeit bedingte

57 Auf der Seite der jahresdurchschnittlichen Bevölkerung aus den drei betreffenden Berichtsjahren waren es 1 222 095 Jungen und 1 158 820 Mädchen.

58 Nahegelegt wird diese Interpretation, weil die absolute Anzahl der männlichen und weiblichen Sterbefälle im Alter von 13 Jahren in den einzelnen den Berichtszeitraum ausmachenden Jahren schwankt. Betrug das Verhältnis der männlichen zu den weiblichen Sterbefällen im Jahr 2007 33 zu 38 und im Jahr 2008 37 zu 42, so lag es im Jahr 2009 bei 37 zu 34, kehrte sich in der Richtung also um. Solche kleinen Differenzen liegen an der Signifikanzgrenze und dürften substantiell nicht belastbar sein.

**Schaubild 3 Absterbeordnung l(x) der Sterbetafel 2007/2009 im Alter von 0 bis 112 Jahren**



2011 - 01 - 0184

stärkere Rückgang im ersten Lebensjahr. Nach dem 60. bis 65. Lebensjahr reduziert sich die Zahl der Überlebenden zunehmend und die Kurven werden steiler. Die Hälfte aller männlichen beziehungsweise weiblichen Lebendgeborenen wird nach den Sterblichkeitsverhältnissen von 2007/2009 wenigstens 80 beziehungsweise 85 Jahre alt. Das vollendete 60. Lebensjahr können nach der Absterbeordnung durchschnittlich sogar 89 % der Männer und 94 % der Frauen erleben.

Demnach setzt sich auch in der Sterbetafel 2007/2009 der langfristige Trend der steigenden Lebenserwartung in Deutschland weiter fort. Die durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt beträgt für Jungen 77,3 Jahre und für Mädchen 82,5 Jahre. In der vorhergehenden Sterbetafel 2006/2008 waren es 77,2 beziehungsweise 82,4 Jahre. Ein Mädchen hat bei Geburt nach der Sterbetafel 2007/2009 somit eine um 5,2 Jahre höhere durchschnittliche Lebenserwartung als ein Junge. Die grundlegend höhere durchschnittliche Lebenserwartung der Mädchen beziehungsweise Frauen wird häufig mit Unterschieden in gesundheitsrelevanten Verhaltensweisen und umweltspezifischen Risiken sowie mit biologischen Vorteilen erklärt. Aus der Sterblichkeit der Neugeborenen ergibt sich jedoch, dass bereits mehr Jungen als Mädchen sterben, ohne dass gesundheitsrelevante Verhaltensweisen Einfluss ausgeübt haben können.<sup>59</sup> Der Abstand in der durchschnittlichen Lebenserwartung zwischen den beiden Geschlechtern hat sich dabei schon verringert, denn 1991/1993<sup>60</sup> betrug die Differenz noch 6,5 Jahre. Zwischen 1991/1993 und 2007/2009 hat sich die durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt für Jungen um 4,9 Jahre erhöht, für Mädchen lediglich um 3,5 Jahre. Die Entwicklung der durchschnittlichen Lebenserwartung Neugeborener im früheren Bundesgebiet zeigt, dass sich die Differenz zwischen Jungen und Mädchen bereits seit der Berichtsperiode 1978/1980 kontinuierlich verringert hat, während die Lebenserwartung für beide Geschlechter stetig gestiegen ist. Im Mittel hat die durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt für Jungen von 1970/1972 bis 1998/2000 im früheren Bundesgebiet um mehr als drei Monate je Jahr zugenommen, die durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt für Mädchen jedoch nur um drei Monate. Eine Ursache für die Verringerung der Differenz der Lebenserwartung zwischen Männern und Frauen dürfte das „Aussterben“ der männlichen Jahrgänge sein, die durch den Zweiten Weltkrieg Gesundheitsschäden davongetragen haben und damit eine höhere Sterblichkeit aufweisen. Weitere mögliche Gründe für die Verringerung der Differenz der Lebenserwartung zwischen Männern und Frauen könnten in der Angleichung der gesundheitsrelevanten Verhaltensweisen zu suchen sein. Die vorher bereits zitierte Untersuchung von Klosterbevölkerungen von Luy hat zumindest ergeben, dass sich die Lebenserwartung von Mönchen und Nonnen mit gleichen Verhaltensweisen und Lebensbedingungen im

Verlauf des 20. Jahrhunderts vollkommen identisch entwickelt hat.<sup>61</sup>

Für ältere Personen ist die durchschnittliche Lebenserwartung ebenfalls gestiegen. Nach der aktuellen Sterbetafel 2007/2009 kann ein 60-jähriger Mann noch mit einer durchschnittlichen Lebenserwartung von 21,0 Jahren rechnen gegenüber 20,9 Jahren nach der vorhergehenden Sterbetafel. Für eine gleichaltrige Frau ergeben sich noch 24,8 weitere Lebensjahre gegenüber zuvor 24,7 Jahren. Damit erreichte ein 60-jähriger Mann beziehungsweise eine 60-jährige Frau nach der Sterbetafel 2007/2009 eine durchschnittliche Lebenserwartung von insgesamt 81,0 beziehungsweise 84,8 Jahren, was einem Zuwachs gegenüber der Lebenserwartung bei Geburt von 3,7 beziehungsweise 2,3 Jahren für Jungen beziehungsweise Mädchen entspricht. Erklärt werden kann dies dadurch, dass mit jedem weiteren erreichten Lebensjahr bestimmte Risiken (zum Beispiel Säuglingssterblichkeit, Kinderkrankheiten, Unfälle) überwunden werden. Für die jeweils Überlebenden erhöht sich damit die insgesamt zu erwartende durchschnittliche Lebenserwartung.

## Entwicklung der Sterblichkeit und der Lebenserwartung seit 1871

Ein nahezu durchgängiger Rückgang der Sterblichkeit in Deutschland kann bereits seit der allgemeinen Sterbetafel von 1871/1881 beobachtet werden. Als maßgebliche Gründe für den Rückgang der Sterblichkeit in Deutschland sind der Fortschritt in der medizinischen Versorgung, Hygiene, Ernährung und Wohnsituation, die verbesserten Arbeitsbedingungen sowie der gestiegene materielle Wohlstand zu nennen. Diese Fortschritte haben dazu geführt, dass Infektionskrankheiten, die zum Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts eine wesentliche Todesursache darstellten und zu denen auch die damals weit verbreitete Tuberkulose gehörte, an Bedeutung verloren haben. Heute zählen bösartige Neubildungen und Krankheiten des Kreislaufsystems zu den häufigsten Todesursachen, die jedoch erst verstärkt im höheren Alter auftreten.

Ein Blick auf die Verläufe der Sterbewahrscheinlichkeiten zwischen den Berichtsperioden 1871/1881 und 2007/2009 verdeutlicht die charakteristischen Merkmale der Sterblichkeit der Bevölkerung im jeweiligen Zeitabschnitt (siehe Schaubild 4).

Besonders fällt dabei der starke Rückgang der Säuglings- und Kindersterblichkeit im Laufe der Zeit auf.

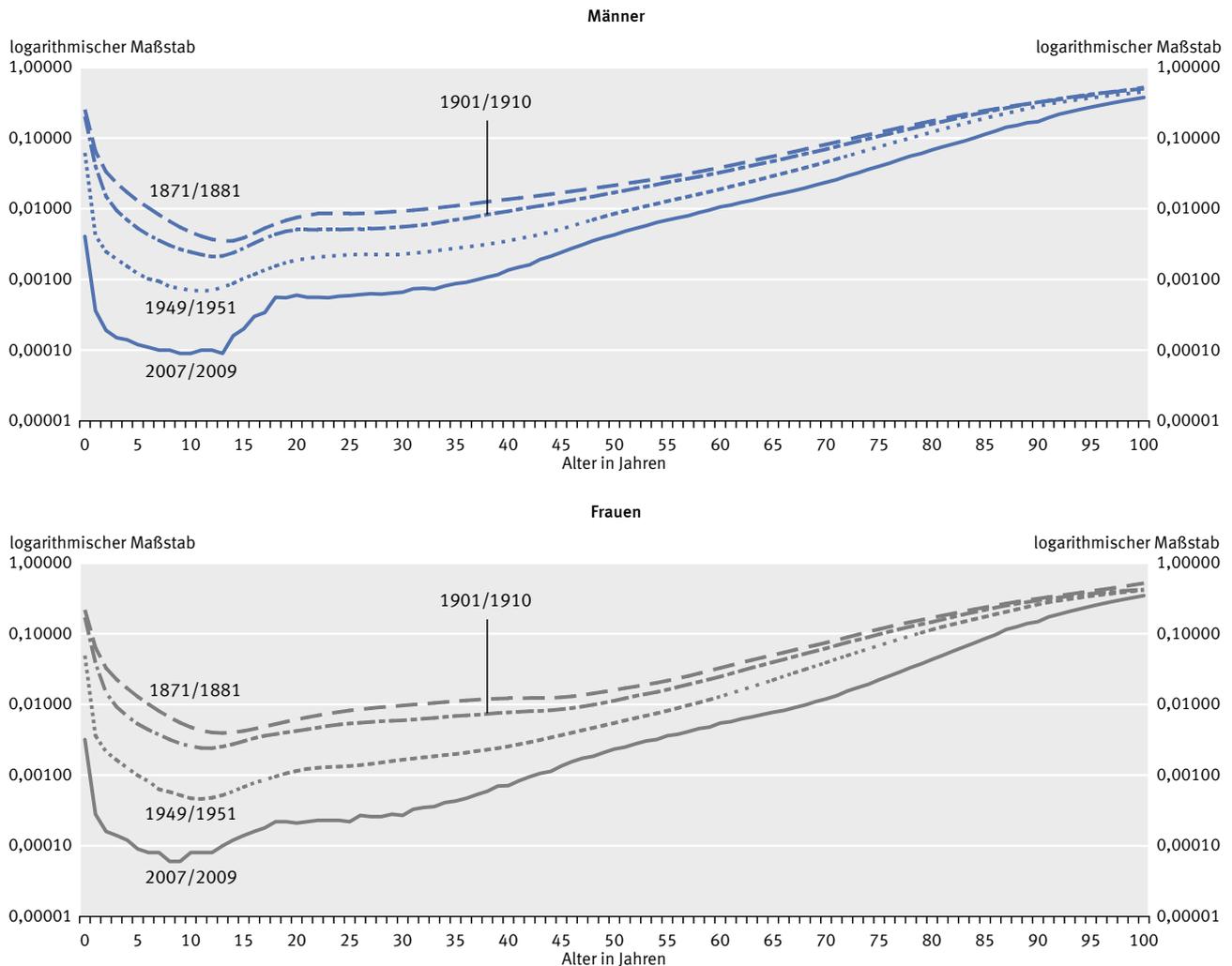
Anhand der Verläufe der Absterbeordnungen beziehungsweise der Überlebenskurven zwischen 1871/1881 und 2007/2009 kann die Zunahme der Zahl der Überlebenden in jeder Altersgruppe beobachtet werden (siehe Schaubild 5 auf Seite 232).

<sup>59</sup> Siehe Luy, M., Fußnote 25, Seite 6 ff. Dafür ist die Anzahl der geborenen Jungen stets höher als die der Mädchen. Siehe auch die Entdeckung von Graunt. Das Verhältnis von lebendgeborenen Jungen zu Mädchen belief sich im Jahr 2009 auf 1,054.

<sup>60</sup> Für den Berichtszeitraum 1991/1993 konnte erstmals seit der deutschen Vereinigung eine Sterbetafel nach dem heute gültigen Gebietsstand für Deutschland im Jahr 1995 berechnet werden. Bereits vorher war eine Sterbetafel für den Berichtszeitraum 1986/1988 für Deutschland erstellt worden. Siehe hierzu Fachserie 1 „Bevölkerung und Erwerbstätigkeit“, Reihe 1 „Gebiet und Bevölkerung 1990“, 1994, Seite 158 ff.

<sup>61</sup> Siehe Luy, M., Fußnote 25.

Schaubild 4 Entwicklung der Sterbewahrscheinlichkeiten  $q(x)$  seit 1871/1881



1871/1881, 1901/1910: Allgemeine Sterbetafel, Deutsches Reich.  
 1949/1951: Allgemeine Sterbetafel, Früheres Bundesgebiet.  
 2007/2009: Sterbetafel, Deutschland.

2011 - 01 - 0185

Dieser Prozess wird auch als „Rektangularisierung“ der Absterbeordnung beziehungsweise der Überlebenskurven bezeichnet. Der Begriff „Rektangularisierung“ beschreibt dabei die Veränderung der Kurvenform in Richtung eines allerdings nie zu erreichenden rechten Winkels, den die Absterbeordnung beziehungsweise die Überlebenskurve bilden würde, wenn alle Geborenen bis zum maximal erreichbaren Alter überlebten.

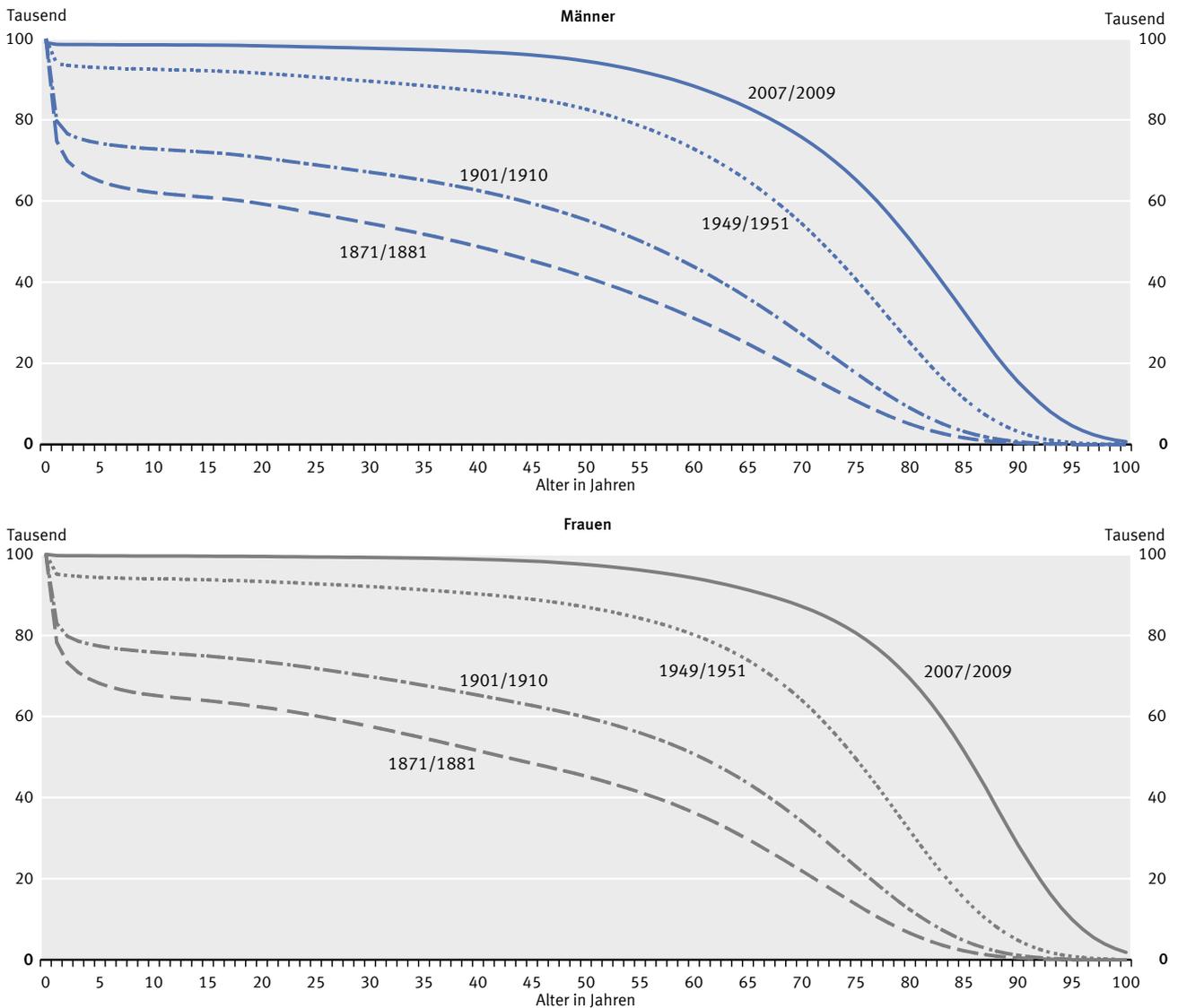
Besonders deutlich wird dieser Prozess auch hier von dem Rückgang der Säuglingssterblichkeit geprägt. Von 100 000 neugeborenen Jungen beziehungsweise Mädchen hätten unter den Sterblichkeitsverhältnissen der Berichtsperiode 1871/1881 lediglich 74 727 beziehungsweise 78 260 das erste Lebensjahr erreicht (siehe Tabelle 4 im Kapitel „Historische Sterbetafeln – eine Auswahl“). Zum Vergleich sind es unter den Sterblichkeitsverhältnissen von 2007/2009 hingegen 99 594 Jungen und 99 680 Mädchen. Das Alter von 60 Jahren hätten nach der Absterbeordnung 1871/1881 nur 31 124 Männer und 36 293 Frauen des Ausgangsbestandes

erlebt, in der Absterbeordnung 2007/2009 sind es 89 203 Männer und 94 130 Frauen.

Dem global gesehen kontinuierlichen Rückgang der Sterblichkeit in Deutschland seit der Berichtsperiode 1871/1881 entspricht der Anstieg der Lebenserwartung Neugeborener bis zur Berichtsperiode 2007/2009 (siehe Schaubild 6 auf Seite 233).

Der Anstieg der durchschnittlichen Lebenserwartung bei Geburt hat sich zunächst bis zur Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts sehr schnell vollzogen. Zwischen 1871/1881 und 1949/1951 hat sich die durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt für Jungen um 29 Jahre und für Mädchen um 30 Jahre erhöht. In der zweiten Hälfte des zwanzigsten bis hinein ins 21. Jahrhundert, von 1949/1951 bis 2007/2009, ist die durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt für Jungen um 12,8 Jahre und für Mädchen um 14,1 Jahre gestiegen. Der rasche Anstieg der durchschnittlichen Lebenserwartung bis zur Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts kann dabei

Schaubild 5 Entwicklung der Absterbeordnung l(x) seit 1871/1881



1871/1881, 1901/1910: Allgemeine Sterbetafel, Deutsches Reich.  
 1949/1951: Allgemeine Sterbetafel, Früheres Bundesgebiet.  
 2007/2009: Sterbetafel, Deutschland.

2011 - 01 - 0185

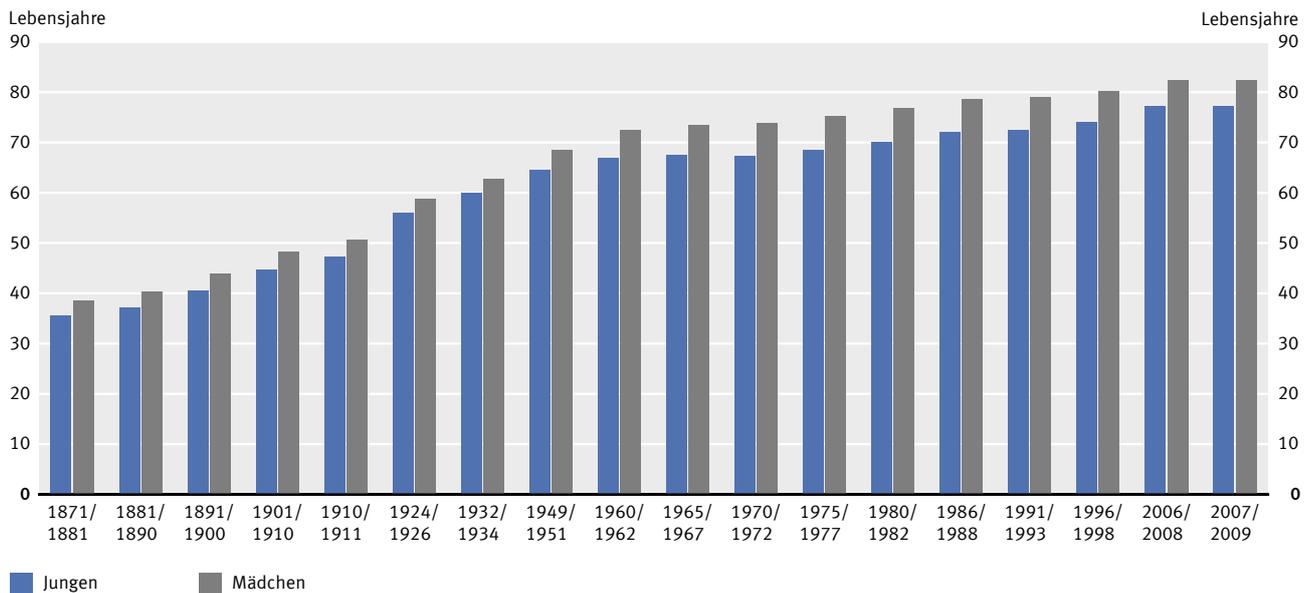
größtenteils auf die starke Verringerung der Säuglings- und Kindersterblichkeit zurückgeführt werden. Ist 1871/1881 noch rund ein Viertel aller Neugeborenen im ersten Lebensjahr gestorben, so waren es 1949/1951 lediglich 5% bei den Mädchen und 6% bei den Jungen. In den 1950er- und 1960er-Jahren hat sich der Anstieg der durchschnittlichen Lebenserwartung dann verlangsamt. Zwischen 1949/1951 und 1970/1972 ist die durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt für Jungen nur noch um 2,8 Jahre und für Mädchen um 5,3 Jahre gestiegen. Die Verlangsamung kann zum einen mit der bereits niedrigen Säuglingssterblichkeit begründet werden, deren weiterer Rückgang bis 1970/1972 auf bis zu 2,6% keinen so großen Beitrag zur Lebenserwartung mehr leistete, zum anderen sind möglicherweise Gesundheitsschäden durch den Zweiten Weltkrieg für den geringen Anstieg bei den Männern verantwortlich. Zum

Jahreswechsel 1969/1970 war die Sterblichkeit zusätzlich durch eine außergewöhnlich starke Grippewelle erhöht. Seit 1970/1972 ist die durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt kontinuierlich angestiegen und hat bis 2007/2009 für Jungen um 9,9 Jahre und für Mädchen um 8,7 Jahre zugenommen. Die Säuglingssterblichkeit liegt mittlerweile unter 0,4%.

Auch für ältere Personen ist die durchschnittliche Lebenserwartung gestiegen (siehe Schaubild 7).

Ein 60-jähriger Mann konnte bereits 1871/1881 mit einer weiteren durchschnittlichen Lebenserwartung von 12,1 Jahren rechnen, eine gleichaltrige Frau hingegen mit 12,7 Jahren. Das entspricht einer Lebenserwartung von 72,1 Jahren für Männer und 72,7 Jahren für Frauen. Nach der Sterbetafel

Schaubild 6 Entwicklung der Lebenserwartung Neugeborener seit 1871/1881



Die Werte sind für folgende Gebietsstände aufgeführt: 1871/1881 bis 1932/1934: Deutsches Reich, jeweiliger Gebietsstand; 1949/1951 bis 1986/1988: Früheres Bundesgebiet; ab 1991/1993: Deutschland.

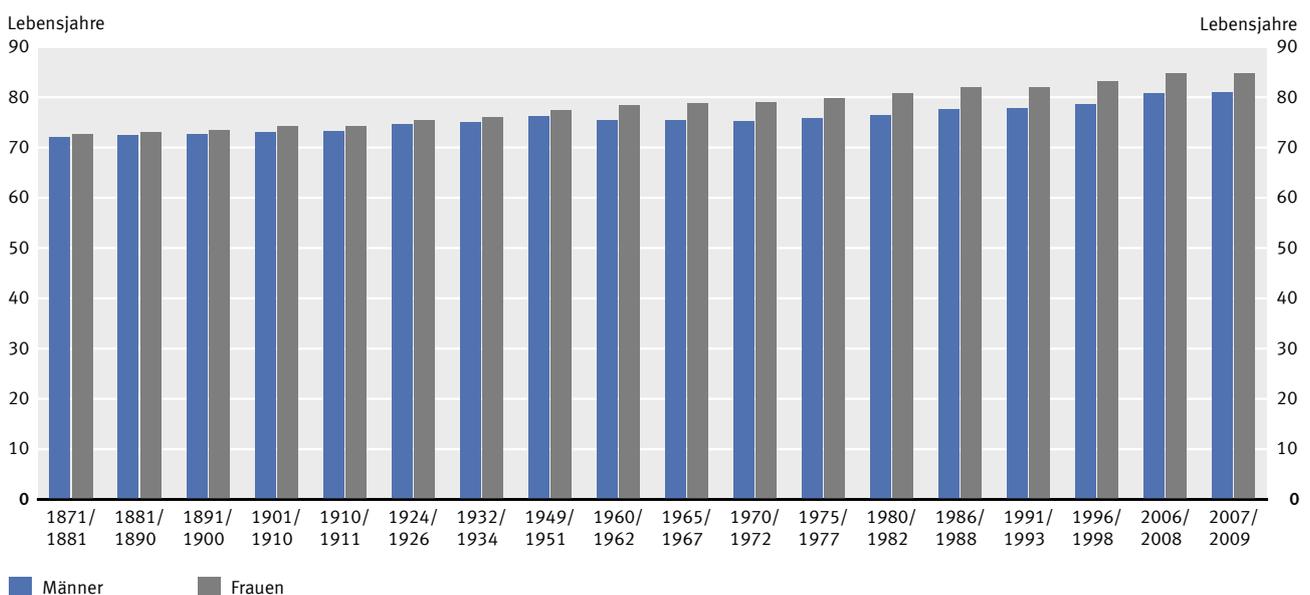
2011 - 01 - 0189

2007/2009 sind es für Männer dieses Alters 81,0 Jahre und für Frauen 84,8 Jahre. Hieraus wird ersichtlich, dass bereits vor mehr als 130 Jahren sowohl Männer als auch Frauen ein hohes Alter erreichen konnten. Die Voraussetzung dazu war, die hohe Säuglingssterblichkeit und die Kinderkrankheiten zu überleben. So war bereits die durchschnittliche Lebenserwartung einjähriger Jungen, die also die Säuglingssterblichkeit überlebt haben, um 34 % auf insgesamt 47,5 Jahre gestiegen und die einjähriger Mädchen um 28 % auf 49,1 Jahre.

### Lebenserwartung im internationalen Vergleich

Deutschland nimmt im internationalen Vergleich bei der Lebenserwartung keine Spitzenstellung ein. Schon unter den Mitgliedstaaten der Europäischen Union weisen einige Staaten höhere Lebenserwartungen als Deutschland auf (siehe Tabelle 6). So betrug die durchschnittliche Lebenserwartung bei Geburt im Jahr 2008 für Jungen in Schweden

Schaubild 7 Entwicklung der Lebenserwartung 60-Jähriger seit 1871/1881



Die Werte sind für folgende Gebietsstände aufgeführt: 1871/1881 bis 1932/1934: Deutsches Reich, jeweiliger Gebietsstand; 1949/1951 bis 1986/1988: Früheres Bundesgebiet; ab 1991/1993: Deutschland.

2011 - 01 - 0190

**Tabelle 6 Lebenserwartung bei Geburt 2008 in ausgewählten Staaten**

Jahre

	Lebenserwartung bei Geburt		Abweichungen gegenüber Deutschland	
	Jungen	Mädchen	Jungen	Mädchen
Belgien .....	77,5	82,9	+ 0,2	+ 0,4
Dänemark .....	76,5	81,0	- 0,8	- 1,5
Deutschland <sup>1</sup> .....	77,3	82,5	X	X
Finnland .....	76,5	83,3	- 0,8	+ 0,8
Frankreich .....	78,0	85,2	+ 0,7	+ 2,7
Griechenland .....	77,7	82,4	+ 0,4	- 0,1
Irland .....	77,5	82,3	+ 0,2	- 0,2
Luxemburg .....	78,1	83,1	+ 0,8	+ 0,6
Niederlande .....	78,4	82,5	+ 1,1	+ 0,0
Österreich .....	77,8	83,3	+ 0,5	+ 0,8
Polen .....	71,3	80,0	- 6,0	- 2,5
Portugal .....	76,2	82,4	- 1,1	- 0,1
Schweden .....	79,3	83,3	+ 2,0	+ 0,8
Spanien .....	78,0	84,3	+ 0,7	+ 1,8
Island .....	80,0	83,2	+ 2,7	+ 0,7
Norwegen .....	78,4	83,2	+ 1,1	+ 0,7
Schweiz .....	79,8	84,6	+ 2,5	+ 2,1
Türkei .....	69,5	74,4	- 7,8	- 8,1
Vereinigte Staaten ..	76,0	81,0	- 1,3	- 1,5
Japan .....	79,3	86,0	+ 2,0	+ 3,5

<sup>1</sup> Stand 2007/2009.

Quellen: Statistisches Bundesamt (2010), Eurostat Online Datenbank.

79,3 Jahre und für Mädchen in Frankreich 85,2 Jahre, das sind 2,0 beziehungsweise 2,7 Jahre mehr als in Deutschland. International gehört Japan zu den Ländern mit der höchsten durchschnittlichen Lebenserwartung bei Geburt, die im Jahr 2008 für Jungen bei 79,3 Jahren und für Mädchen bei 86,0 Jahren lag, womit ein Unterschied zu Deutschland von 2,0 beziehungsweise 3,5 Jahren besteht. In der hier dargestellten Auswahl weist allerdings Island bei den Männern mit 80,0 Jahren die höchste Lebenserwartung auf.

## Ausblick

In der Vergangenheit hat sich ein erheblicher Rückgang der altersspezifischen Sterbewahrscheinlichkeit und damit eine erhebliche Steigerung der Lebenserwartung vollzogen. Auch in der Zukunft kann mit einer steigenden Lebenserwartung gerechnet werden, wenn auch wahrscheinlich nicht in demselben Ausmaß wie in den letzten etwa 130 Jahren. Das Sterberisiko ist in den niedrigen Altersstufen bereits sehr gering, beispielsweise im Säuglingsalter. Die Verminderung dieses Risikos hatte in der Vergangenheit maßgeblich zur Steigerung der Lebenserwartung beigetragen. Künftig wird daher verstärkt die Entwicklung der Sterbewahrscheinlichkeiten in den höheren Altersstufen den Anstieg der Lebenserwartung beeinflussen.

In der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung, in der auch Annahmen zur Entwicklung der Sterblichkeit beziehungsweise der Lebenserwartung zu treffen waren, wurde demzufolge davon ausgegangen, dass die künftige Entwicklung nicht mehr die gleiche Dynamik aufweist, wie dies in den letzten etwa 130 Jahren der Fall war.<sup>62</sup> Für die

Jungen wird, wenn man die Verhältnisse der Berichtsperiode 2007/2009 zugrunde legt, in der Basisannahme von einem Zuwachs der Lebenserwartung bei Geburt bis zum Jahr 2060 um 7,7 Jahre auf 85,0 Jahre ausgegangen. Mädchen könnten demnach im Jahr 2060 von einer Lebenserwartung von 89,2 Jahren (+ 6,7 Jahre) ausgehen. Bei der zweiten Annahme, die einen starken Anstieg der Lebenserwartung vorsieht, werden im Jahr 2060 neugeborene Jungen 87,7 Jahre und neugeborene Mädchen 91,2 Jahre alt. Für Männer im Alter von 65 Jahren geht die Basisannahme von einer ferneren weiteren Lebenserwartung von 22,3 Jahren, für Frauen von weiteren 25,5 Jahren im Jahr 2060 aus. Annahme zwei sieht für diese Personengruppe entsprechend 24,7 beziehungsweise 27,4 weitere Lebensjahre vor. [\[1\]](#)

<sup>62</sup> Siehe Statistisches Bundesamt (Herausgeber): „Bevölkerung Deutschlands bis 2060“, 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Begleitmaterial zur Pressekonferenz am 18. November 2009 in Berlin, Seite 31 ([www.destatis.de](http://www.destatis.de), Pfad: Bevölkerung → Vorausberechnung Bevölkerung).

Anhang 1 Sterbetafel 2007/2009

Deutschland

Männlich<sup>1</sup>

Vollendetes Alter	Sterbewahrscheinlichkeit vom Alter x bis x + 1	Überlebenswahrscheinlichkeit vom Alter x bis x + 1	Überlebende im Alter x	Gestorbene im Alter x bis unter x + 1	Von den Überlebenden im Alter x		Durchschnittliche Lebenserwartung im Alter x in Jahren
					bis zum Alter x + 1 durchlebte Jahre	insgesamt noch zu durchlebende Jahre	
x	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	e <sub>x</sub> l <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>
0	0,00406191	0,99593809	100 000	406	99 656	7 733 257	77,33
1	0,00035593	0,99964407	99 594	35	99 576	7 633 600	76,65
2	0,00019248	0,99980752	99 558	19	99 549	7 534 024	75,67
3	0,00015099	0,99984901	99 539	15	99 532	7 434 476	74,69
4	0,00014409	0,99985591	99 524	14	99 517	7 334 944	73,70
5	0,00011571	0,99988429	99 510	12	99 504	7 235 427	72,71
6	0,00010542	0,99989458	99 498	10	99 493	7 135 923	71,72
7	0,00009671	0,99990329	99 488	10	99 483	7 036 430	70,73
8	0,00009614	0,99990386	99 478	10	99 473	6 936 947	69,73
9	0,00008584	0,99991416	99 469	9	99 464	6 837 473	68,74
10	0,00008942	0,99991058	99 460	9	99 456	6 738 009	67,75
11	0,00009723	0,99990277	99 451	10	99 446	6 638 553	66,75
12	0,00010457	0,99989543	99 442	10	99 436	6 539 107	65,76
13	0,00008755	0,99991245	99 431	9	99 427	6 439 671	64,77
14	0,00016492	0,99983508	99 422	16	99 414	6 340 244	63,77
15	0,00019974	0,99980026	99 406	20	99 396	6 240 830	62,78
16	0,00029653	0,99970347	99 386	29	99 371	6 141 433	61,79
17	0,00034145	0,99965855	99 357	34	99 340	6 042 062	60,81
18	0,00055573	0,99944427	99 323	55	99 295	5 942 722	59,83
19	0,00054531	0,99945469	99 268	54	99 241	5 843 427	58,87
20	0,00059740	0,99940260	99 213	59	99 184	5 744 187	57,90
21	0,00056392	0,99943608	99 154	56	99 126	5 645 003	56,93
22	0,00056265	0,99943735	99 098	56	99 070	5 545 877	55,96
23	0,00055075	0,99944925	99 043	55	99 015	5 446 806	54,99
24	0,00057612	0,99942388	98 988	57	98 959	5 347 791	54,02
25	0,00059266	0,99940734	98 931	59	98 902	5 248 831	53,06
26	0,00061072	0,99938928	98 872	60	98 842	5 149 930	52,09
27	0,00063293	0,99936707	98 812	63	98 781	5 051 088	51,12
28	0,00061969	0,99938031	98 749	61	98 719	4 952 307	50,15
29	0,00064335	0,99935665	98 688	63	98 656	4 853 588	49,18
30	0,00066430	0,99933570	98 625	66	98 592	4 754 932	48,21
31	0,00074123	0,99925877	98 559	73	98 523	4 656 340	47,24
32	0,00074655	0,99925345	98 486	74	98 449	4 557 817	46,28
33	0,00072625	0,99927375	98 413	71	98 377	4 459 368	45,31
34	0,00080797	0,99919203	98 341	79	98 301	4 360 991	44,35
35	0,00086551	0,99913449	98 262	85	98 219	4 262 690	43,38
36	0,00091221	0,99908779	98 177	90	98 132	4 164 470	42,42
37	0,00098766	0,99901234	98 087	97	98 039	4 066 339	41,46
38	0,00107664	0,99892336	97 990	106	97 937	3 968 300	40,50
39	0,00117386	0,99882614	97 885	115	97 827	3 870 363	39,54
40	0,00136338	0,99863662	97 770	133	97 703	3 772 535	38,59
41	0,00148540	0,99851460	97 636	145	97 564	3 674 832	37,64
42	0,00161260	0,99838740	97 491	157	97 413	3 577 268	36,69
43	0,00192310	0,99807690	97 334	187	97 241	3 479 855	35,75
44	0,00212809	0,99787191	97 147	207	97 044	3 382 615	34,82
45	0,00241053	0,99758947	96 940	234	96 823	3 285 571	33,89
46	0,00275445	0,99724555	96 707	266	96 573	3 188 748	32,97
47	0,00309329	0,99690671	96 440	298	96 291	3 092 174	32,06
48	0,00353144	0,99646856	96 142	340	95 972	2 995 883	31,16
49	0,00389535	0,99610465	95 802	373	95 616	2 899 911	30,27

<sup>1</sup> Ab dem Alter von 93 Jahren handelt es sich bei der Sterbewahrscheinlichkeit um geschätzte Werte.

Hinweis: Eine neue „Allgemeine Sterbetafel“ wird jeweils nach Vorliegen der Ergebnisse einer Volkszählung berechnet. Zuletzt wurde die „Allgemeine Sterbetafel 1986/88“ im Statistischen Jahrbuch 1991 und in Fachserie 1, Reihe 1.5.2, veröffentlicht.

Anhang 1 Sterbetafel 2007/2009

Deutschland

Männlich<sup>1</sup>

Vollendetes Alter	Sterbewahrscheinlichkeit vom Alter x bis x + 1	Überlebenswahrscheinlichkeit vom Alter x bis x + 1	Überlebende im Alter x	Gestorbene im Alter x bis unter x + 1	Von den Überlebenden im Alter x		Durchschnittliche Lebenserwartung im Alter x in Jahren
					bis zum Alter x + 1 durchlebte Jahre	insgesamt noch zu durchlebende Jahre	
x	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	e <sub>x</sub> l <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>
50	0,00427192	0,99572808	95 429	408	95 225	2 804 295	29,39
51	0,00480102	0,99519898	95 022	456	94 793	2 709 070	28,51
52	0,00525956	0,99474044	94 565	497	94 317	2 614 276	27,65
53	0,00573736	0,99426264	94 068	540	93 798	2 519 959	26,79
54	0,00640813	0,99359187	93 528	599	93 229	2 426 161	25,94
55	0,00689851	0,99310149	92 929	641	92 608	2 332 933	25,10
56	0,00744914	0,99255086	92 288	687	91 944	2 240 324	24,28
57	0,00796443	0,99203557	91 600	730	91 236	2 148 380	23,45
58	0,00884252	0,99115748	90 871	804	90 469	2 057 144	22,64
59	0,00959726	0,99040274	90 067	864	89 635	1 966 675	21,84
60	0,01060311	0,98939689	89 203	946	88 730	1 877 040	21,04
61	0,01124215	0,98875785	88 257	992	87 761	1 788 310	20,26
62	0,01229402	0,98770598	87 265	1 073	86 729	1 700 549	19,49
63	0,01313363	0,98686637	86 192	1 132	85 626	1 613 820	18,72
64	0,01437270	0,98562730	85 060	1 223	84 449	1 528 194	17,97
65	0,01558631	0,98441369	83 838	1 307	83 184	1 443 746	17,22
66	0,01667030	0,98332970	82 531	1 376	81 843	1 360 561	16,49
67	0,01802782	0,98197218	81 155	1 463	80 423	1 278 718	15,76
68	0,01965234	0,98034766	79 692	1 566	78 909	1 198 295	15,04
69	0,02161717	0,97838283	78 126	1 689	77 281	1 119 386	14,33
70	0,02358892	0,97641108	76 437	1 803	75 535	1 042 105	13,63
71	0,02583374	0,97416626	74 634	1 928	73 670	966 569	12,95
72	0,02909119	0,97090881	72 706	2 115	71 648	892 899	12,28
73	0,03205816	0,96794184	70 591	2 263	69 459	821 251	11,63
74	0,03609507	0,96390493	68 328	2 466	67 095	751 792	11,00
75	0,03971938	0,96028062	65 861	2 616	64 553	684 697	10,40
76	0,04416219	0,95583781	63 245	2 793	61 849	620 144	9,81
77	0,04969792	0,95030208	60 452	3 004	58 950	558 295	9,24
78	0,05563519	0,94436481	57 448	3 196	55 850	499 345	8,69
79	0,06058343	0,93941657	54 252	3 287	52 609	443 495	8,17
80	0,06790411	0,93209589	50 965	3 461	49 235	390 886	7,67
81	0,07486475	0,92513525	47 504	3 556	45 726	341 652	7,19
82	0,08234153	0,91765847	43 948	3 619	42 139	295 925	6,73
83	0,09029578	0,90970422	40 329	3 642	38 508	253 787	6,29
84	0,10028014	0,89971986	36 688	3 679	34 848	215 278	5,87
85	0,11279794	0,88720206	33 009	3 723	31 147	180 430	5,47
86	0,12563070	0,87436930	29 285	3 679	27 446	149 283	5,10
87	0,14188072	0,85811928	25 606	3 633	23 790	121 837	4,76
88	0,15084206	0,84915794	21 973	3 314	20 316	98 048	4,46
89	0,16433669	0,83566331	18 659	3 066	17 126	77 732	4,17
90	0,16982333	0,83017667	15 592	2 648	14 268	60 606	3,89
91	0,19420850	0,80579150	12 944	2 514	11 687	46 338	3,58
92	0,21724041	0,78275959	10 431	2 266	9 298	34 650	3,32
93	0,23419430	0,76580570	8 165	1 912	7 209	25 353	3,11
94	0,25292036	0,74707964	6 252	1 581	5 462	18 144	2,90
95	0,27216752	0,72783248	4 671	1 271	4 035	12 682	2,72
96	0,29187132	0,70812868	3 400	992	2 904	8 647	2,54
97	0,31196717	0,68803283	2 407	751	2 032	5 743	2,39
98	0,33239072	0,66760928	1 656	551	1 381	3 711	2,24
99	0,35307819	0,64692181	1 106	390	911	2 330	2,11
100	0,37396669	0,62603331	715	268	582	1 420	1,98

<sup>1</sup> Ab dem Alter von 93 Jahren handelt es sich bei der Sterbewahrscheinlichkeit um geschätzte Werte.

Hinweis: Eine neue „Allgemeine Sterbetafel“ wird jeweils nach Vorliegen der Ergebnisse einer Volkszählung berechnet. Zuletzt wurde die „Allgemeine Sterbetafel 1986/88“ im Statistischen Jahrbuch 1991 und in Fachserie 1, Reihe 1.5.2, veröffentlicht.

Anhang 2 Sterbetafel 2007/2009

Deutschland

Weiblich<sup>1</sup>

Vollendetes Alter	Sterbewahrscheinlichkeit vom Alter x bis x + 1	Überlebenswahrscheinlichkeit vom Alter x bis x + 1	Überlebende im Alter x	Gestorbene im Alter x bis unter x + 1	Von den Überlebenden im Alter x		Durchschnittliche Lebenserwartung im Alter x in Jahren
					bis zum Alter x + 1 durchlebte Jahre	insgesamt noch zu durchlebende Jahre	
x	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	e <sub>x</sub> l <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>
0	0,00319961	0,99680039	100 000	320	99 727	8 252 546	82,53
1	0,00028433	0,99971567	99 680	28	99 666	8 152 819	81,79
2	0,00016122	0,99983878	99 652	16	99 644	8 053 153	80,81
3	0,00014339	0,99985661	99 636	14	99 628	7 953 509	79,83
4	0,00011985	0,99988015	99 621	12	99 615	7 853 881	78,84
5	0,00009046	0,99990954	99 609	9	99 605	7 754 265	77,85
6	0,00008018	0,99991982	99 600	8	99 596	7 654 660	76,85
7	0,00008354	0,99991646	99 592	8	99 588	7 555 064	75,86
8	0,00006211	0,99993789	99 584	6	99 581	7 455 476	74,87
9	0,00006348	0,99993652	99 578	6	99 575	7 355 895	73,87
10	0,00008056	0,99991944	99 572	8	99 568	7 256 320	72,88
11	0,00007942	0,99992058	99 564	8	99 560	7 156 753	71,88
12	0,00007665	0,99992335	99 556	8	99 552	7 057 193	70,89
13	0,00009837	0,99990163	99 548	10	99 543	6 957 641	69,89
14	0,00012379	0,99987621	99 538	12	99 532	6 858 098	68,90
15	0,00013556	0,99986444	99 526	13	99 519	6 758 566	67,91
16	0,00016076	0,99983924	99 512	16	99 504	6 659 047	66,92
17	0,00017554	0,99982446	99 496	17	99 488	6 559 542	65,93
18	0,00021844	0,99978156	99 479	22	99 468	6 460 055	64,94
19	0,00021505	0,99978495	99 457	21	99 447	6 360 587	63,95
20	0,00021099	0,99978901	99 436	21	99 425	6 261 140	62,97
21	0,00021615	0,99978385	99 415	21	99 404	6 161 715	61,98
22	0,00022979	0,99977021	99 393	23	99 382	6 062 311	60,99
23	0,00022746	0,99977254	99 371	23	99 359	5 962 929	60,01
24	0,00022735	0,99977265	99 348	23	99 337	5 863 569	59,02
25	0,00022284	0,99977716	99 325	22	99 314	5 764 233	58,03
26	0,00026716	0,99973284	99 303	27	99 290	5 664 918	57,05
27	0,00025813	0,99974187	99 277	26	99 264	5 565 629	56,06
28	0,00025973	0,99974027	99 251	26	99 238	5 466 365	55,08
29	0,00027736	0,99972264	99 225	28	99 212	5 367 127	54,09
30	0,00027444	0,99972556	99 198	27	99 184	5 267 915	53,11
31	0,00032602	0,99967398	99 171	32	99 154	5 168 731	52,12
32	0,00034634	0,99965366	99 138	34	99 121	5 069 577	51,14
33	0,00036179	0,99963821	99 104	36	99 086	4 970 456	50,15
34	0,00040582	0,99959418	99 068	40	99 048	4 871 370	49,17
35	0,00042616	0,99957384	99 028	42	99 007	4 772 322	48,19
36	0,00046632	0,99953368	98 986	46	98 963	4 673 315	47,21
37	0,00052670	0,99947330	98 939	52	98 913	4 574 352	46,23
38	0,00058957	0,99941043	98 887	58	98 858	4 475 439	45,26
39	0,00070326	0,99929674	98 829	70	98 794	4 376 581	44,28
40	0,00071279	0,99928721	98 760	70	98 724	4 277 787	43,32
41	0,00083098	0,99916902	98 689	82	98 648	4 179 062	42,35
42	0,00094595	0,99905405	98 607	93	98 560	4 080 414	41,38
43	0,00105555	0,99894445	98 514	104	98 462	3 981 854	40,42
44	0,00113082	0,99886918	98 410	111	98 354	3 883 392	39,46
45	0,00135256	0,99864744	98 299	133	98 232	3 785 038	38,51
46	0,00155092	0,99844908	98 166	152	98 089	3 686 806	37,56
47	0,00173542	0,99826458	98 013	170	97 928	3 588 716	36,61
48	0,00185296	0,99814704	97 843	181	97 753	3 490 788	35,68
49	0,00209207	0,99790793	97 662	204	97 560	3 393 035	34,74

<sup>1</sup> Ab dem Alter von 92 Jahren handelt es sich bei der Sterbewahrscheinlichkeit um geschätzte Werte.

Hinweis: Eine neue „Allgemeine Sterbetafel“ wird jeweils nach Vorliegen der Ergebnisse einer Volkszählung berechnet. Zuletzt wurde die „Allgemeine Sterbetafel 1986/88“ im Statistischen Jahrbuch 1991 und in Fachserie 1, Reihe 1.5.2, veröffentlicht.

Anhang 2 Sterbetafel 2007/2009

Deutschland

Weiblich<sup>1</sup>

Vollendetes Alter	Sterbewahrscheinlichkeit vom Alter x bis x + 1	Überlebenswahrscheinlichkeit vom Alter x bis x + 1	Überlebende im Alter x	Gestorbene im Alter x bis unter x + 1	Von den Überlebenden im Alter x		Durchschnittliche Lebenserwartung im Alter x in Jahren
					bis zum Alter x + 1 durchlebte Jahre	insgesamt noch zu durchlebende Jahre	
x	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	e <sub>x</sub> l <sub>x</sub>	e <sub>x</sub>
50	0,00233646	0,99766354	97 458	228	97 344	3 295 475	33,81
51	0,00249079	0,99750921	97 230	242	97 109	3 198 132	32,89
52	0,00277084	0,99722916	96 988	269	96 853	3 101 023	31,97
53	0,00303919	0,99696081	96 719	294	96 572	3 004 169	31,06
54	0,00318615	0,99681385	96 425	307	96 271	2 907 597	30,15
55	0,00359754	0,99640246	96 118	346	95 945	2 811 326	29,25
56	0,00379289	0,99620711	95 772	363	95 590	2 715 381	28,35
57	0,00412628	0,99587372	95 409	394	95 212	2 619 790	27,46
58	0,00455965	0,99544035	95 015	433	94 799	2 524 578	26,57
59	0,00477835	0,99522165	94 582	452	94 356	2 429 780	25,69
60	0,00546788	0,99453212	94 130	515	93 873	2 335 424	24,81
61	0,00568547	0,99431453	93 615	532	93 349	2 241 551	23,94
62	0,00627478	0,99372522	93 083	584	92 791	2 148 202	23,08
63	0,00666863	0,99333137	92 499	617	92 191	2 055 411	22,22
64	0,00719581	0,99280419	91 882	661	91 552	1 963 221	21,37
65	0,00774243	0,99225757	91 221	706	90 868	1 871 669	20,52
66	0,00821976	0,99178024	90 515	744	90 143	1 780 801	19,67
67	0,00901963	0,99098037	89 771	810	89 366	1 690 659	18,83
68	0,00979514	0,99020486	88 961	871	88 525	1 601 293	18,00
69	0,01096766	0,98903234	88 090	966	87 607	1 512 768	17,17
70	0,01194821	0,98805179	87 123	1 041	86 603	1 425 161	16,36
71	0,01334300	0,98665700	86 082	1 149	85 508	1 338 558	15,55
72	0,01547515	0,98452485	84 934	1 314	84 277	1 253 050	14,75
73	0,01733541	0,98266459	83 620	1 450	82 895	1 168 773	13,98
74	0,01932407	0,98067593	82 170	1 588	81 376	1 085 879	13,22
75	0,02228117	0,97771883	80 582	1 795	79 684	1 004 503	12,47
76	0,02534768	0,97465232	78 787	1 997	77 788	924 818	11,74
77	0,02895428	0,97104572	76 790	2 223	75 678	847 030	11,03
78	0,03325811	0,96674189	74 566	2 480	73 326	771 352	10,34
79	0,03755064	0,96244936	72 086	2 707	70 733	698 026	9,68
80	0,04337319	0,95662681	69 379	3 009	67 875	627 293	9,04
81	0,04949578	0,95050422	66 370	3 285	64 728	559 419	8,43
82	0,05686782	0,94313218	63 085	3 588	61 291	494 691	7,84
83	0,06495909	0,93504091	59 498	3 865	57 565	433 400	7,28
84	0,07398580	0,92601420	55 633	4 116	53 575	375 834	6,76
85	0,08529542	0,91470458	51 517	4 394	49 320	322 260	6,26
86	0,09664858	0,90335142	47 123	4 554	44 845	272 940	5,79
87	0,11466154	0,88533846	42 568	4 881	40 128	228 095	5,36
88	0,12546205	0,87453795	37 687	4 728	35 323	187 967	4,99
89	0,13976875	0,86023125	32 959	4 607	30 656	152 644	4,63
90	0,14819657	0,85180343	28 352	4 202	26 251	121 988	4,30
91	0,17314421	0,82685579	24 151	4 182	22 060	95 737	3,96
92	0,18898330	0,81101670	19 969	3 774	18 082	73 677	3,69
93	0,20688293	0,79311707	16 195	3 351	14 520	55 595	3,43
94	0,22539180	0,77460820	12 845	2 895	11 397	41 075	3,20
95	0,24444833	0,75555167	9 950	2 432	8 734	29 678	2,98
96	0,26399029	0,73600971	7 517	1 985	6 525	20 944	2,79
97	0,28395518	0,71604482	5 533	1 571	4 747	14 419	2,61
98	0,30428052	0,69571948	3 962	1 206	3 359	9 672	2,44
99	0,32490420	0,67509580	2 756	896	2 309	6 313	2,29
100	0,34576475	0,65423525	1 861	643	1 539	4 004	2,15

<sup>1</sup> Ab dem Alter von 92 Jahren handelt es sich bei der Sterbewahrscheinlichkeit um geschätzte Werte.

Hinweis: Eine neue „Allgemeine Sterbetafel“ wird jeweils nach Vorliegen der Ergebnisse einer Volkszählung berechnet. Zuletzt wurde die „Allgemeine Sterbetafel 1986/88“ im Statistischen Jahrbuch 1991 und in Fachserie 1, Reihe 1.5.2, veröffentlicht.

## Auszug aus Wirtschaft und Statistik

### Herausgeber

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

[www.destatis.de](http://www.destatis.de)

### Schriftleitung

Roderich Egeler, Präsident des Statistischen Bundesamtes

Brigitte Reimann (verantwortlich für den Inhalt)

Telefon: + 49 (0) 6 11 / 75 20 86

### Ihr Kontakt zu uns

[www.destatis.de/kontakt](http://www.destatis.de/kontakt)

### Statistischer Informationsservice

Telefon: + 49 (0) 6 11 / 75 24 05

Telefax: + 49 (0) 6 11 / 75 33 30

### Abkürzungen

WiSta	=	Wirtschaft und Statistik
MD	=	Monatsdurchschnitt
VjD	=	Vierteljahresdurchschnitt
HjD	=	Halbjahresdurchschnitt
JD	=	Jahresdurchschnitt
D	=	Durchschnitt (bei nicht addierfähigen Größen)
Vj	=	Vierteljahr
Hj	=	Halbjahr
a. n. g.	=	anderweitig nicht genannt
o. a. S.	=	ohne ausgeprägten Schwerpunkt
St	=	Stück
Mill.	=	Million
Mrd.	=	Milliarde

### Zeichenerklärung

p	=	vorläufige Zahl
r	=	berichtigte Zahl
s	=	geschätzte Zahl
–	=	nichts vorhanden
0	=	weniger als die Hälfte von 1 in der letzten besetzten Stelle, jedoch mehr als nichts
.	=	Zahlenwert unbekannt oder geheim zu halten
...	=	Angabe fällt später an
X	=	Tabellenfach gesperrt, weil Aussage nicht sinnvoll
oder —	=	grundsätzliche Änderung innerhalb einer Reihe, die den zeitlichen Vergleich beeinträchtigt
/	=	keine Angaben, da Zahlenwert nicht sicher genug
()	=	Aussagewert eingeschränkt, da der Zahlenwert statistisch relativ unsicher ist

Abweichungen in den Summen ergeben sich durch Runden der Zahlen.