

Rechnungsgrundlagen 2010

Demografische Rechnungsgrundlagen bilden das versicherungsmathematische Herzstück der Sozialversicherungen. Durch den stetigen demografischen Wandel und die zahlreichen Anpassungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen sind allerdings periodische Aktualisierungen notwendig. Die vom BSV erstellten Rechnungsgrundlagen 2010 umfassen eine Aktualisierung der Überlebensordnung sowie eine Neumodellierung der Aktivitätsordnung, welche vor allem im Haftpflichtrecht ihre praktische Anwendung findet.



Thomas K. Friedli
Bundesamt für Sozialversicherungen



Kurt Schluep
Bundesamt für Sozialversicherungen

Eine der Hauptanwendungen der Überlebens- und Aktivitätsordnungen findet sich im Haftpflichtrecht für die Berechnung von Versorger- und Invaliditätsschäden. Ein anerkanntes Hilfsmittel zur Umrechnung von periodisch wiederkehrenden Leistungen in ein Kapital und zur Umwandlung eines Kapitalbetrags in eine Rente bilden hierbei die Barwerttafeln von Stauffer/Schaetzle (2001), die seit 1948 in regelmässigen Abständen neu erarbeitet und publiziert werden. Die 6. Auflage ist zurzeit in Bearbeitung und dürfte im Verlaufe des Jahres 2011 erscheinen.

Seit der 2. Auflage im Jahre 1958 stützen sich diese Barwerttabellen auf die Überlebensordnungen, die sich

aus den vom BSV herausgegebenen extrapolierten Sterbetafeln ergaben. Die 5. Auflage stützte sich auf die Überlebensordnung AHV VII^{bis}, deren zugrundeliegenden Sterblichkeiten bis ins Jahr 2020 extrapoliert waren. In der 6. Auflage soll nun die neue Überlebensordnung AHV VIII^{bis} verwendet werden, deren zugrundeliegenden Sterblichkeiten bis ins Jahr 2030 extrapoliert sind.

Die Überlebensordnung AHV VIII^{bis}

Grundlage der Überlebensordnung AHV VIII^{bis} bilden die Sterblichkeiten, die sich aus den bezüglich Le-

benserwartung getroffenen Hypothesen des Bundesamts für Statistik zur Erstellung der Bevölkerungsszenarien 2010 ergeben (BFS, 2010). Konkret werden die Sterblichkeiten verwendet, die aus der mittleren Hypothese resultieren und für das Jahr 2030 gelten. Die numerischen Werte sind in Tabelle T6 wiedergegeben.

Wie bisher stellt somit die Überlebensordnung AHV VIII^{bis} eine in die Zukunft extrapolierte Periodentafel dar. Die Verwendung von Generationentafeln hätte zur Folge, dass für jeden Jahrgang im selben Alter unterschiedliche Barwerte zur Anwendung kämen. Auch müssten die Sterblichkeiten bis weit über das Jahr 2100 extrapoliert werden, damit die Sterbewahrscheinlichkeiten der Generation der Neugeborenen vollständig vorhanden sind. Je weiter jedoch die Extrapolationen reichen, desto unsicherer werden sie.

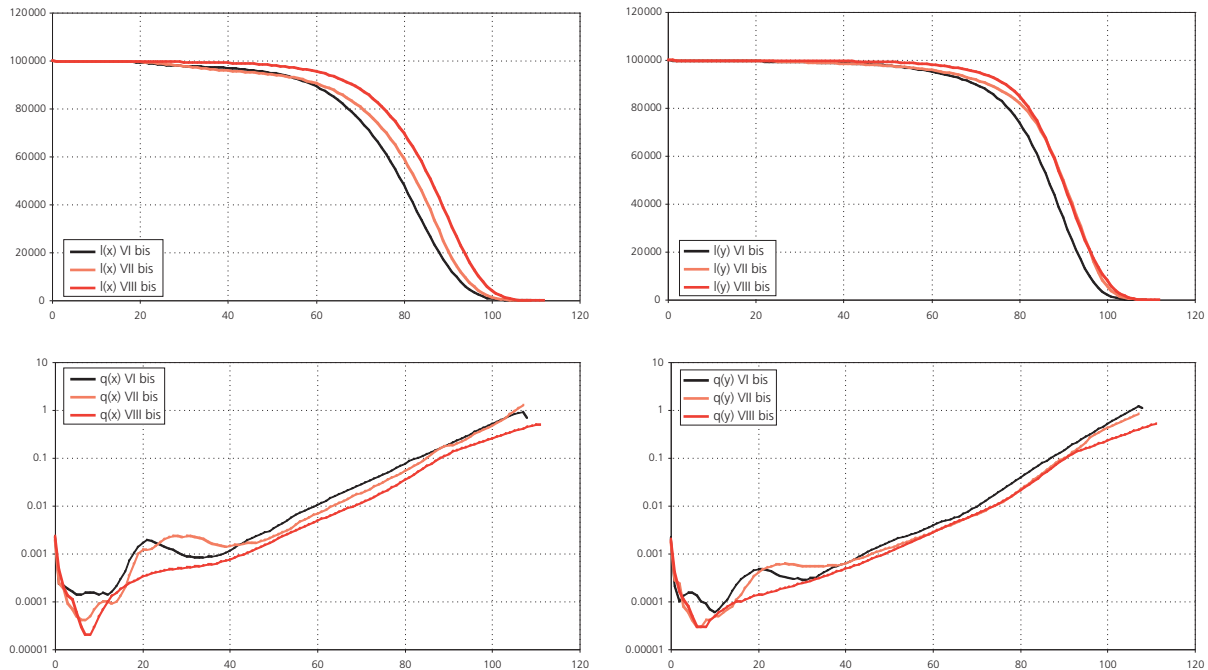
Vergleich der Überlebensordnungen der letzten drei Aktualisierungen

Es besteht ein deutlicher Unterschied zwischen den Überlebensordnungen der Männer und derjenigen der Frauen (Grafik G1). In der Überlebensordnung AHV VI^{bis} beispielsweise sind von den 80-jährigen Männern schon mehr als die Hälfte verstorben, während von den Frauen erst 25 Prozent verstorben sind. Dies ist zum einen auf eine generell höhere Sterblichkeit der Männer zurückzuführen, zum anderen aber auch auf einen deutlich grösseren Ausfall der Männer in jungen Lebensjahren (Unfallbuckel).

Die Überlebensordnung AHV VIII^{bis} zeigt jedoch ein markant anderes Verhalten: So ist bei den Männern die Kindersterblichkeit und der

Überlebensordnungen und Sterblichkeiten der letzten drei Aktualisierungen

G1



Überlebensordnungen $l(x)$ der Männer, bzw. $l(y)$ der Frauen sowie Sterblichkeiten $q(x)$ der Männer und $q(y)$ der Frauen der drei letzten Aktualisierungen AHV VI^{bis}, AHV VII^{bis}, AHV VIII^{bis}. Quelle: BSV

Unfallbuckel im Vergleich zur Version AHV VI^{bis} fast um den Faktor 10 zurückgegangen. Die Anzahl Überlebender ist denn auch in allen Altersklassen deutlich grösser als in früheren Aktualisierungen.

Bei den Frauen ist zwar generell ein ähnliches Verhalten zu beobachten. Allerdings fällt auf, dass die Kindersterblichkeit gegenüber AHV VII^{bis} keine Verbesserung erfahren hat, dafür ist der Unfallbuckel praktisch nicht mehr vorhanden.

Hingegen ist bei älteren Frauen über 90 eine deutlich tiefere Sterblichkeit gegenüber AHV VII^{bis} zu erkennen. Dieser Knick ist in AHV VIII^{bis} auffälligerweise auch bei den Männern zu beobachten.

Entwicklung der Lebenserwartung

Die Tabelle T1 zeigt die Entwicklung der Lebenserwartungen in den

Jahren 2000, 2009 und 2030. Die Lebenserwartungen aus den Jahren 2000 und 2009 ergeben sich aufgrund der jährlichen Beobachtungen und werden vom Bundesamt für Statistik publiziert. Die Zahlen für 2030 stammen aus der Überlebensordnung AHV VIII^{bis}.

Seit dem Jahr 2000 ist insbesondere die Lebenserwartung der Männer

massiv gestiegen. Im Jahr 2009 haben die neugeborenen Knaben mit im Schnitt 79,8 Jahren eine um 2,9 Jahre längere Lebenserwartung als die im Jahr 2000 geborenen. Bei den neugeborenen Mädchen beobachtet man im selben Zeitraum eine Zunahme um 1,8 Jahre auf 84,4 Jahre. Im Alter 65 ist sie bei den Männern seit 2000 um 1,8 Jahre auf 18,8 Jahre und bei

Lebenserwartung nach Geschlecht, Jahr und Alter

T1

Alter	Männer			Frauen		
	2000	2009	2030	2000	2009	2030
0	76,9	79,8	84,2	82,6	84,4	88,2
20	57,7	60,4	64,6	63,2	64,9	68,5
40	38,7	41,1	45,1	43,6	45,2	48,8
60	20,9	22,9	26,5	25,0	26,4	29,7
65	17,0	18,8	22,2	20,7	22,0	25,2
80	7,4	8,4	10,7	9,1	10,0	12,6

Quellen: 2000, 2009: ESPOP, BEVNAT des BFS; 2030: AHV VIII^{bis}

den Frauen um 1,3 Jahre auf 22,0 Jahre gestiegen.

In den kommenden 20 Jahren dürfte sich dieser Trend fortsetzen. Die Lebenserwartung bei Geburt dürfte bei den Knaben auf 84,2 Jahre und bei den Mädchen auf 88,2 Jahre anwachsen. Im Alter 65 wird im Jahre 2030 mit einer Lebenserwartung von 22,2 Jahren bei den Männern und von 25,2 Jahren bei den Frauen gerechnet.

Drückt man die Zunahme der Lebenserwartungen in Prozenten der Vorperiode aus, ergibt sich ein Bild gemäss Tabelle T2.

$l(x)$: Überlebensordnung AHV VIII^{bis} mit Ausgangspunkt $l(x=0) = 100\,000$,

$I(x)$: $l(x) \cdot j(x)$ = Bestand der Invaliden,

$j(x)$: Wahrscheinlichkeit invalid zu sein.

Die Aktivitätsordnung gibt also die Anzahl der nichtinvaliden, d.h. der potenziell erwerbsfähigen Personen an. Gemäss obiger Definition ist die Aktivitätsordnung strenggenommen nur über diejenigen Altersjahrgänge definiert, für welche auch die Wahr-

Grundlagen berechneten Werte eingesetzt. Deren Rohwerte wurden mittels eines Polynoms 5. Grades geglättet (Gredig, 1987). Die fehlenden Werte in den Intervallen $x, y = [0, 17]$ bzw. $x = [66, 95]$ und $y = [63, 99]$ wurden in den Barwerttafeln durch Stauffer/Schaetzle passend ergänzt. In der vierten Auflage der Barwerttafeln (1989) lag das Hauptaugenmerk der Ergänzung auf der korrekten Berücksichtigung der Arbeitsfähigkeit im Haushalt und der Erwerbstätigkeit im vorgerückten Alter. Hierzu wurde auf die Erwerbsstatistik des BFS aufgrund der Volkszählung 1980 abgestützt. In der fünften Auflage (2001) lag das Schwergewicht mehr auf einer korrekten Wiedergabe der Fähigkeit, im Alter autonom handeln zu können. Hierzu wurden neben den Volkszählungsdaten auch die Schweizerische Arbeitskräfteerhebung (SAKE) und die Gesundheitsbefragungen des BFS sowie die Untersuchungen zur Restlebenserwartung ohne gesundheitliche Beeinträchtigung und die von der AHV ausgerichteten Hilflosenentschädigungen beigezogen. Mathematisch-statistische Details zur Schätzung des Kurvenverlaufs wurden jedoch keine veröffentlicht.

Zuwachsrate der Lebenserwartungen zwischen 2000 und 2009 bzw. zwischen 2009 und 2030

T2

Alter	Männer		Frauen	
	2000–2009	2009–2030	2000–2009	2009–2030
0	3,8%	5,5%	2,2%	4,5%
20	4,7%	6,9%	2,7%	5,6%
40	6,2%	9,7%	3,7%	8,0%
60	9,6%	15,6%	5,6%	12,5%
65	10,6%	18,0%	6,3%	14,4%
80	13,5%	27,6%	9,9%	25,8%

Da die Lebenserwartungen der Männer im vergangenen Jahrzehnt stärker gestiegen sind als diejenigen der Frauen, sind folglich die Zuwachsraten bei den Männern höher als bei den Frauen. Dies führt dazu, dass sich die Lebenserwartungen der Männer den Lebenserwartungen der Frauen annähern. Wie aus Tabelle T1 ersichtlich ist, werden sie jedoch auch im Jahr 2030 das Niveau der Frauen noch nicht erreicht haben.

Aktivitätsordnung AHV VIII^{bis}

Die Aktivitätsordnung $la(x)$ der Männer, bzw. $la(y)$ der Frauen ist wie folgt definiert:

$$l_x^a = l_x - I_x = l_x - l_{jx} = l_x (1 - j_x)$$

wobei

scheinlichkeiten $j(x)$ der Männer, bzw. $j(y)$ der Frauen invalid zu sein definiert sind, also für $17 < x < 65$ und $17 < y < 64$. Für die praktische Anwendung wurde der Verlauf der $j(x)$ und $j(y)$ jedoch schon früh bis ins hohe Alter fortgesetzt.

Historischer Hintergrund

Stauffer/Schaetzle veröffentlichten in der ersten Auflage ihrer Barwerttafeln (1948) Aktivitätstabellen, welche auf schwedischem Zahlenmaterial beruhten. In der zweiten Auflage (1958) konnte bereits auf Vorarbeiten zur Einführung der eidgenössischen Invalidenversicherung zurückgegriffen werden. In der vierten und fünften Auflage wurden für die $j(x)$ und $j(y)$ in den Intervallen $x = [18, 65]$ bzw. $y = [18, 62]$ die vom BSV aus den IV-

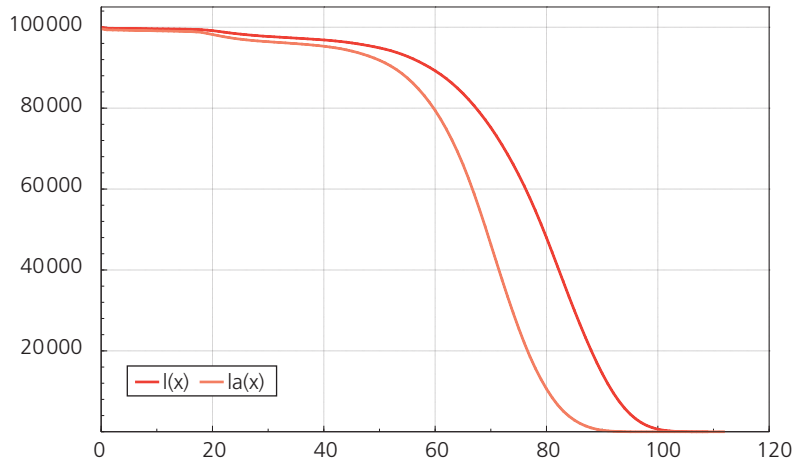
Neuer Modellansatz

Wie aus der Grafik G2 ersichtlich, sind die Verläufe der Überlebensordnungen und der Aktivitätsordnungen sehr ähnlich und gehören offensichtlich derselben Modellklasse an. Wir verfolgen daher den Ansatz, zuerst einfach parametrisierte, statistische Approximationen für die Überlebensordnungen zu finden und diese dann auf die Modellierung der Aktivitätsordnungen zu übertragen.

Dies ermöglicht auch eine neue, verallgemeinerte Interpretation der $j(x)$ und $j(y)$: Diese verlieren nämlich ausserhalb der Altersjahrgänge für welche eine IV-Rente potenziell ausgerichtet werden kann, ihre Bedeutung einer Wahrscheinlichkeit, invalid

Überlebens- und Aktivitätsordnung AHV VI^{bis} der Männer

G2



Überlebensordnung $l(x)$ der Männer und Aktivitätsordnung $la(x)$ der Männer für die Aktualisierung AHV VI^{bis}. Offensichtlich verlaufen die beiden Kurven recht ähnlich und gehören derselben Modellklasse an. Quelle: BSV

zu sein. Wir schlagen deshalb vor, analog zur kontinuierlich über alle Altersjahrgänge definierten Sterblichkeit, eine kontinuierlich über alle Altersjahrgänge definierte **Gebrechlichkeit** einzuführen. Wie diese ausserhalb der durch eine potenzielle Invalidität definierten Altersjahrgänge gemessen wird, ist unerheblich: Wir nehmen an, dass sie ausserhalb dieser Altersjahrgänge unbeobachtbar bleibt. Da wir jedoch unterstellen, dass sich der Verlauf der $j(x)$ bzw. der $j(y)$ durch ein einfach parametrisiertes Modell beschreiben lässt, so genügen diese Jahrgänge zur sicheren Schätzung der unbekannten Modellparameter alleine.

Modellierung der Überlebensordnungen

Interpretieren wir die Überlebensordnungen als Überlebenskurven, lässt sich das Sterbealter x als Realisierung einer diskreten Zufallsvariable X auffassen. Dann sind:

- Die Verteilungsfunktion
 $S(X) = l(x)/100000$
- Die Dichte
 $f(X) = -dS(X)/dx$

- Die Sterblichkeit
 $q(X) = f(X)/S(X)$
- Die kumulative Sterblichkeit
 $Q(X) = -\ln[S(X)]$

In der Grafik G3 finden sich die empirischen Verläufe von $S(X)$, $f(X)$, $\log[q(X)]$ und $Q(X)$ der Überlebensordnung AHV VIII^{bis} der Männer. Der Verlauf der Dichtefunktion $f(X)$ legt nahe, dass X für Sterbealter $x \geq 40$ approximativ gumbelverteilt ist, d.h. die Überlebensordnungen lassen sich näherungsweise modellieren als

$$S(X)_m = \exp[-\exp((x-\mu)/\sigma)]$$

mit Lageparameter μ und Skalierung σ . Da die log-log transformierten $S(X)$ auf einer Geraden liegen, können

die beiden Parameter der Gumbelverteilung mittels linearer Regression berechnet werden. Die für die letzten drei Aktualisierungen der Überlebensordnungen geschätzten Modellparameter finden sich in der Tabelle T3.

Wie aus der Grafik G3 ersichtlich, lässt sich die Überlebensordnung AHV VIII^{bis} der Männer mit diesem einfachen Modellansatz genügend genau darstellen. Somit können auch die unbekannten Verläufe der Aktivitätsordnungen durch ähnliche Funktionen modelliert werden. Deren Parameter lassen sich mit Hilfe der bekannten Wahrscheinlichkeiten invalid zu sein sowie weiteren Annahmen relativ einfach schätzen.

Neuberechnung der Wahrscheinlichkeit invalid zu sein

Seit 1984 erstellt das BSV technische Grundlagen für die eidgenössische Invalidenversicherung (IV), welche nach Alter und Geschlecht abgestufte Tafeln enthalten, mit Wahrscheinlichkeiten invalid zu werden, invalid zu sein beziehungsweise aus dem Invalidenbestand auszuscheiden (Streit und Gredig, 1984; Gredig, 1987; Jost, 1998). Für die vorliegende Arbeit wurden diese neu berechnet. Als Datengrundlage diente das Rentenregister 2005, welches durch Daten des Monitorings 2009 ergänzt wurde.

Grundsätzlich wurde nach derselben Methodik vorgegangen, wie bei der letzten Aktualisierung durch Jost (1998). Derzufolge wird die Wahrscheinlichkeit $j(x)$ der Männer bzw.

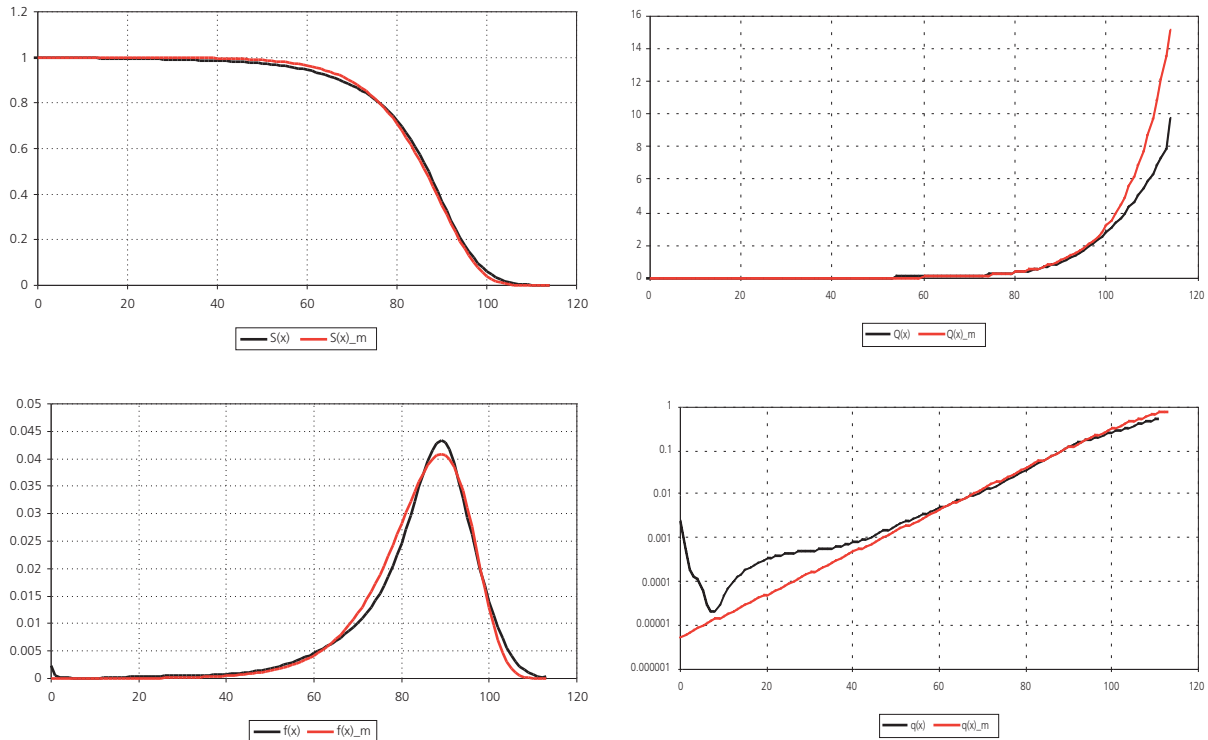
Mit SAS/INSIGHT 9.1 berechnete Modellparameter der approximierenden Gumbelverteilungen für diverse Überlebensordnungen der Männer x und der Frauen y

T3

Überlebensordnung	$\mu(x)$	$\sigma(x)$	$\mu(y)$	$\sigma(y)$
AHV VI ^{bis}	83,30	10,1	89,57	7,79
AHV VII ^{bis}	86,57	8,99	92,87	6,99
AHV VIII ^{bis}	89,57	8,99	93,07	8,20

Approximierende Gumbelfunktion zur Überlebensordnung AHV VI^{bis} der Männer

G3



Verteilungsfunktion $S(x)$, kumulative Sterblichkeit $Q(x)$, Dichtefunktion $f(x)$ sowie Sterblichkeit $q(x)$ der Überlebensordnung AHV VIII^{bis} der Männer mit den in SAS 9.1 berechneten approximierenden Gumbelfunktionen. Obwohl mit dem zweiparametrischen Modellansatz (2) nicht alle Verlaufeigenschaften dargestellt werden können (insbesondere bleibt der Unfallbuckel in der Sterblichkeit unmodelliert), ist die Anpassung der Gumbelverteilungsfunktion $S(x)_m$ an die Überlebensordnung $S(x)$ für unsere Zwecke genügend genau. Quelle: BSV

$j(y)$ der Frauen invalid zu sein nicht mehr wie in Gredig (1987) direkt gemessen, sondern indirekt nach der rekursiven Formel

$$l_{x+1}j_{x+1} = l_x j_x (1 - s_x) + l_x (1 - j_x) i_x \left(1 - \frac{s_x}{2}\right)$$

bestimmt, worin $i(x)$ die Wahrscheinlichkeit der Männer, bzw. $i(y)$ die Wahrscheinlichkeit der Frauen invalid zu werden sowie $s(x)$ die Wahrscheinlichkeit der Männer, bzw. $s(y)$ die Wahrscheinlichkeit der Frauen aus dem Invalidenbestand auszusteigen bedeuten. Neu wurden die aus dem ergänzten Rentenregister 2005 gezogenen Rohwerte von $i(x)$, $i(y)$, $s(x)$ und $s(y)$ jedoch nicht mit Polynomen geglättet, sondern mit einem robusten, nichtparametrischen LOESS Schätzer mit automatischer Selektion des Glättungsparameters (Grafik G4). Da-

durch konnten allfällige Randeffekte bei Kindern und bei Personen kurz vor dem Rentenalter, sowie lokale Verzerrungen durch langfristig atypische Rohwerte im verwendeten Jahrgang des Rentenregisters weitgehend vermieden werden. Für die Anzahl $l(x)$ der lebenden Männer bzw. $l(y)$ der lebenden Frauen wurde die neue Überlebensordnung AHV VIII^{bis} verwendet. Die resultierenden numerischen Werte der $j(x)$ bzw. $j(y)$ finden sich in Tabelle T6.

Konstruktion der Gebrechlichkeitsfunktion

In den Intervallen $x = [18, 65]$ bzw. $y = [18, 65]$ wurden für die Gebrechlichkeitsfunktionen $j(x)$ der Männer und $j(y)$ der Frauen die Neuberechnungen

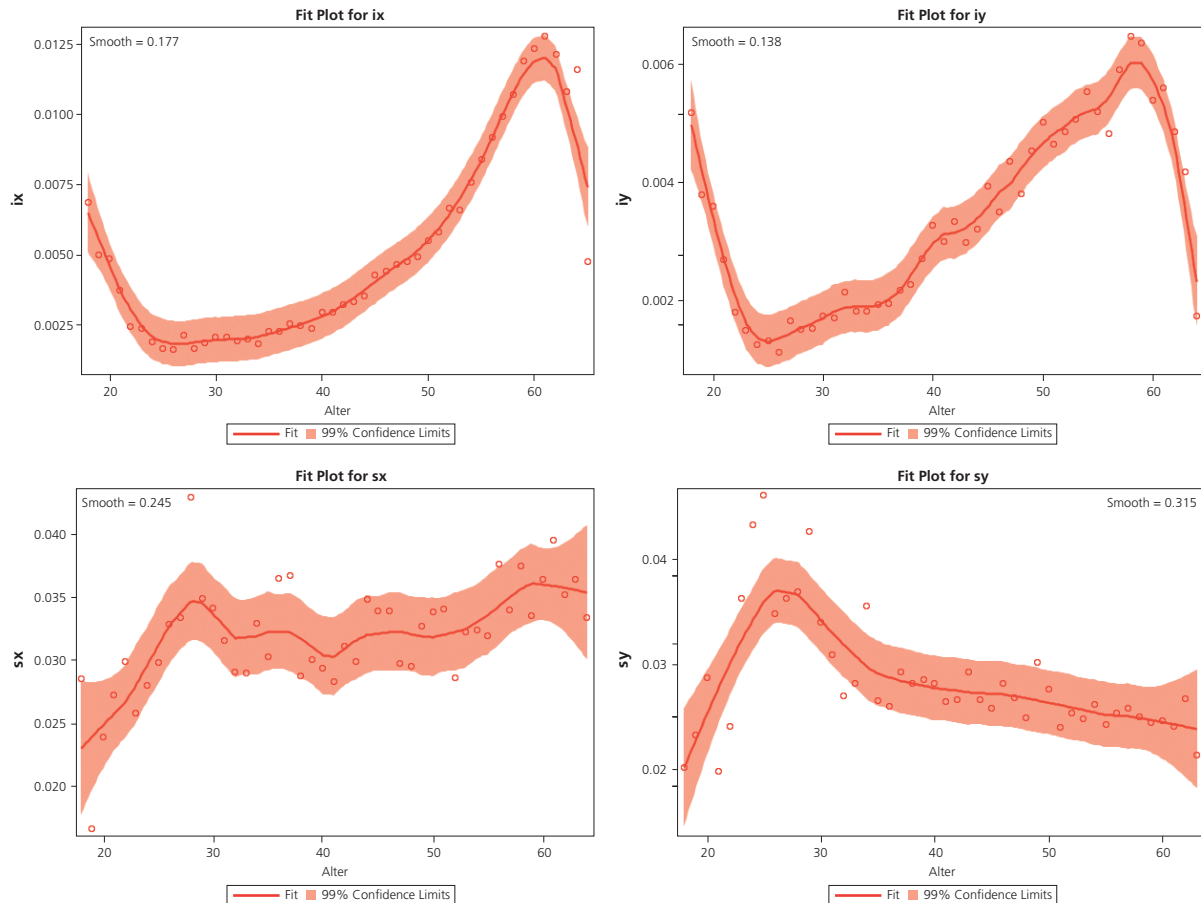
Werte der Wahrscheinlichkeiten invalid zu sein und in den Intervallen $x, y = [0, 17]$ die Werte der Aktivitätsordnung AHV VII^{bis} übernommen. An den dadurch entstehenden Rumpfverlauf von $1-j(x)$, bzw. $1-j(y)$ wurde eine passende Gumbelverteilungsfunktion angehängt.

Hierbei liessen wir uns von folgenden Zusatzüberlegungen leiten:

- Der Verlauf der Überlebensordnung AHV VIII^{bis} der Frauen ist ab Alter 80 sehr ähnlich demjenigen der Überlebensordnung AHV VII^{bis}. Dies soll auch für die entsprechenden Aktivitätsordnungen gelten. Die Werte für $\mu(y)$ und $\sigma(y)$ wurden daher so gewählt, dass die resultierenden $l_a(y)$ ähnlich gut zusammenpassen wie die entsprechenden $l(y)$. Dies gelingt mit $\mu(y) = 87$ und $\sigma(y) = 9.85$. Der Modus der Dichte-

Wahrscheinlichkeit invalid zu werden und aus dem Invalidenbestand auszusteigen

G4



Rohwerte und geglätteter Verlauf der Wahrscheinlichkeiten $i(x)$ der Männer, bzw. $i(y)$ der Frauen invalid zu werden und der Wahrscheinlichkeiten $s(x)$ der Männer, bzw. $s(y)$ der Frauen aus dem Invalidenbestand auszusteigen. Die mittleren Verläufe und die dazugehörigen 99 Prozent Vertrauensintervalle wurden in SAS 9.1 mittels einem robusten, nichtparametrischen LOESS Schätzer mit automatischer Selektion des Glättungsparameters berechnet, welcher in den Abbildungen als «Smooth» ausgewiesen ist. Beachten wir die unterschiedliche Skalierung der Abbildungen, so fällt insbesondere auf, dass die $i(x)$ der Männer gegenüber den $i(y)$ der Frauen fast doppelt so gross sind. Quelle: BSV

funktion von $1-j(y)$ liegt damit rund 6 Jahre tiefer als derjenige von $l(y)$. Zur Glättung des Übergangs mussten die Werte zwischen $y = 61$ und $y = 69$ interpoliert werden.

- In der Aktivitätsordnung AHV VI^{bis} sind die Verläufe der $j(x)$ der Männer und der $j(y)$ der Frauen bis auf eine Lageverschiebung sehr ähnlich. Wir wählten daher für $\sigma(x)$ denselben Wert wie für $\sigma(y)$. Auch setzten wir $\mu(x) = 84$. Damit entspricht der Lageunterschied unter den Aktivitätsordnungen demjenigen der Überlebensordnungen. Zur Glättung des Übergangs mussten

die Werte zwischen $x = 61$ und $x = 69$ interpoliert werden.

In Tabelle T6 sind die numerischen Werte der Gebrechlichkeiten $j(x)$ der Männer und $j(y)$ der Frauen sowie der nach der Formel (3) berechneten Aktivitätsordnungen $la(x)$ der Männer und $la(y)$ der Frauen wiedergegeben.

Diskussion

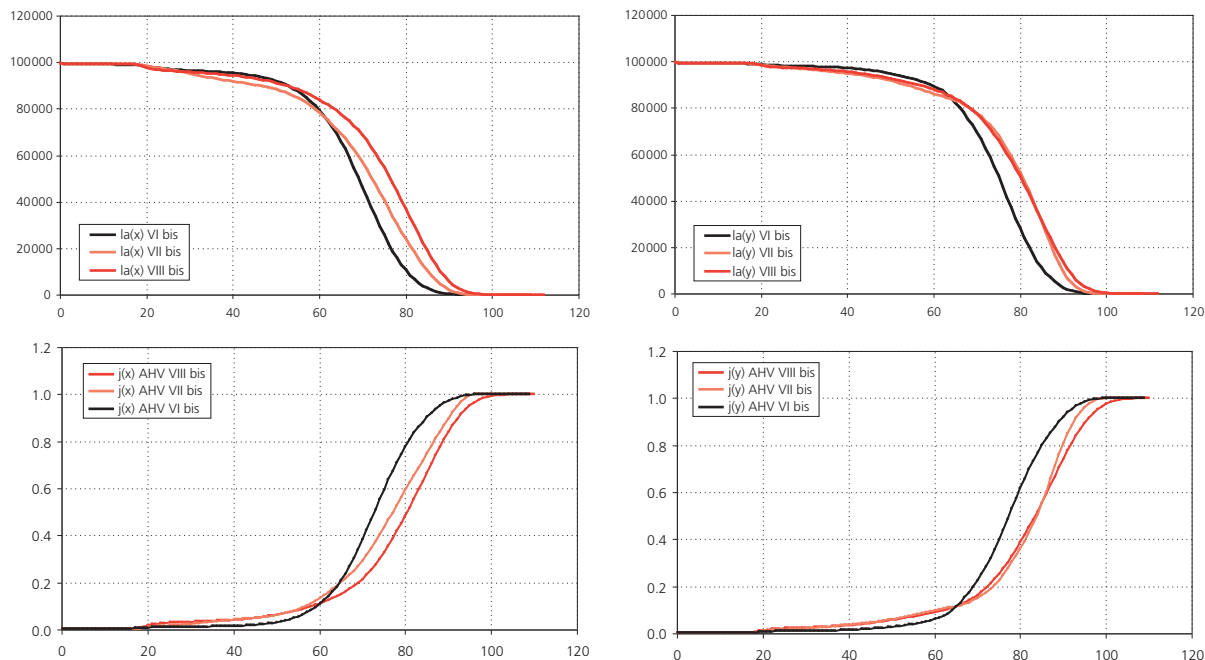
Vergleicht man die in der Grafik G5 zusammengestellten Aktivitätsordnungen und Gebrechlichkeiten

der letzten drei Aktualisierungen, so stellen wir fest:

- Die Aktivitätsordnung VIII^{bis} der Frauen unterscheidet sich von ihrer Vorgängerversion wie gewünscht nur marginal. Die Abweichungen um das Alter 60 sind durch einen leicht anderen Verlauf der Wahrscheinlichkeiten invalid zu sein bedingt, der Verlauf im dritten Alter durch die dadurch bedingte leicht andere stetige Fortsetzung der Kurve. Der Verlauf im hohen Alter ist in der neuen Modellierung hingegen dem Verlauf der Überlebensordnung nun weit besser ange-

Aktivitätsordnungen und Gebrechlichkeiten der letzten drei Aktualisierungen

G5



Aktivitätsordnungen $la(x)$ der Männer, bzw. $la(y)$ der Frauen sowie die Gebrechlichkeiten $j(x)$ der Männer, bzw. $j(y)$ der Frauen für die drei letzten Aktualisierungen AHV VI^{bis}, AHV VII^{bis} und AHV VIII^{bis}. Quelle: BSV

passt als in der letzten Aktualisierung.

- Die Aktivitätsordnung VIII^{bis} der Männer trägt dem geänderten Verlauf der Wahrscheinlichkeit invalid zu sein um das Alter 60 Rechnung und folgt nun dem Verlauf der Überlebensordnung ohne den in der Aktivitätsordnung VII^{bis} vorhandenen Effekt, dass die Männer zwar älter werden, dieses Alter aber mit vergleichsweise grösserer Gebrechlichkeit erreichen als früher.

Anwendungsbeispiele

Wie eingangs erwähnt, findet sich eine der Hauptanwendungen der Überlebens- und Aktivitätsordnungen im Haftpflichtrecht für die Berechnung von Versorger- und Invaliditätsschäden, wo es darum geht, periodisch wiederkehrende Leistungen in ein Kapital umzurechnen oder umgekehrt. Als Umrechnungsfakto-

ren dienen dabei Barwerte, welche wiedergeben, welches Kapital bereitgestellt werden muss, um eine im Voraus festgelegte periodisch wiederkehrende Leistung von der Höhe 1 ausbezahlen zu können.

Diesen Barwerten wird zusätzlich zu den oben beschriebenen Überlebens- oder Aktivitätsordnungen noch ein Diskont zugrunde gelegt, um die auf dem Kapital theoretisch zu erwartenden künftigen Zinserträge im Durchschnitt auszugleichen. Nach gängiger Praxis wird im Haftpflichtrecht normalerweise ein Diskont von 3,5 Prozent verwendet.

Leibrenten

Periodisch wiederkehrende Leistungen, die ausbezahlt werden, solange eine Person lebt, und die nicht von allfälligen Invalidisierungen abhängen, werden als Leibrenten bezeichnet und mit Barwerten kapitalisiert,

denen die Überlebensordnungen zugrunde gelegt sind.

Die Tabelle T4 zeigt die Barwerte einer sofort beginnenden lebenslangen Leibrente, die sich aus den Grundlagen AHV VIII^{bis} im Vergleich zu den Grundlagen AHV VII^{bis} ergeben, bei einem Diskont von 3,5 Prozent.

Die Barwerte sind sowohl für Männer als auch für Frauen in AHV VIII^{bis} höher als in AHV VII^{bis}, da die neuen Tafeln das Jahr 2030 abbilden, während die Vorgängertafeln auf das Jahr 2020 fokussiert waren. Geht man davon aus, dass die Lebenserwartungen auch in Zukunft zunehmen, ist auch mit höheren Barwerten zu rechnen. Dass die Barwerte der Männer stärker steigen als diejenigen der Frauen, ergibt sich aus der Tatsache, dass die Lebenserwartungen der Männer in den vergangenen 10 Jahren deutlicher gestiegen sind als Ende der 1990er-Jahre angenommen.

Sofort beginnende Leibrente nach AHV VIII^{bis} und AHV VII^{bis}**T4**

Alter	Männer		Frauen	
	AHV VII ^{bis}	AHV VIII ^{bis}	AHV VII ^{bis}	AHV VIII ^{bis}
20	24,65	25,55	25,88	26,07
40	21,45	22,36	23,08	23,22
60	15,21	16,71	17,86	18,04
65	13,25	14,88	16,06	16,28
80	7,03	8,56	9,31	9,79

Temporäre Aktivitätsrenten bis Erreichen Rentenalter

Als Aktivitätsrenten werden periodisch wiederkehrende Leistungen bezeichnet, deren Auszahlung nebst der Überlebens- auch von der Invalidisierungswahrscheinlichkeit abhängig ist. Bei solchen Leistungen kommen Barwerte zum Einsatz, denen die Aktivitätsordnungen zugrunde liegen.

Eine wichtige Anwendung ist die Kapitalisierung von Invalidenrenten zu Regresszwecken. Diese sind bis zum Erreichen der Altersrente nach Aktivität zu kapitalisieren, d.h. die Möglichkeit, dass die betroffene Person ohne die der Berechnung zugrunde liegende Invalidität aus dem akti-

ven Leben ausscheiden könnte, muss in Abzug gebracht werden.

Die Tabelle **T5** zeigt die entsprechenden Barwerte.

Bei den 20-jährigen Männern fällt der Barwert für temporäre, bis zum Rentenalter bezahlbare Renten wie etwa Invalidenrenten mit 21,96 um 0,51 Punkte höher aus als mit den alten Grundlagen aus dem Jahre 1998. Je älter die Männer sind, desto kleiner fallen die Differenzen aus. Bei den Frauen sind sie generell weniger stark gestiegen.

Die Barwerttafeln werden ergänzt durch die elektronische Anwendung LEONARDO, die es erlaubt, Barwerte mittels Interpolation auf den Tag genau zu berechnen. Damit müssen die für die Berechnung massgebenden

Alter der beteiligten Personen nicht mehr auf ganze Jahre gerundet werden, was die Genauigkeit merklich erhöht.

Literatur

Bundesamt für Statistik (BFS, 2010): Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 2010–2060. Neuenburg 2010.

Gredig W. (1987): Technische Grundlagen der Invalidenversicherung. Mitteilungen der Vereinigung schweiz. Versicherungsmathematiker, Heft 2, 1987. p. 171–180.

Herzog B. (1987): Die Überlebensordnungen AHV VI und AHV VII^{bis}. Mitteilungen der Vereinigung schweiz. Versicherungsmathematiker, Heft 2, 1987. p. 147–170.

Jost A. (1998): Die Grundlagen 90 der Invalidenversicherung. Soziale Sicherheit 6/1998. p. 331–334.

Schluep K. (1998): Die Überlebensordnungen AHV VII und AHV VII^{bis}. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale. Bern. 1998.

Schluep K. (1998): Die Überlebensordnungen AHV VII und AHV VII^{bis}. Soziale Sicherheit 1/1998. p. 29–30.

Stauffer W., Schaetzle T. und Schaetzle M. (1989): Barwerttafeln. 4. Auflage. Schulthess. Zürich. 1989.

Stauffer W., Schaetzle T. und Schaetzle M. (2001): Barwerttafeln. 5. Auflage. Schulthess. Zürich. 2001.

Streit T. und Gredig W. (1984): Herleitung einer Aktivitätsordnung auf Grund der Erfahrungen bei der IV. Mitteilungen der Vereinigung schweiz. Versicherungsmathematiker, Heft 2, 1984. p. 131–148.

Temporäre monatlich vorschüssig bezahlte Aktivitätsrente bis Erreichen des Rentenalters nach AHV VII^{bis} und AHV VIII^{bis}**T5**

Alter	Männer		Frauen	
	AHV VII ^{bis}	AHV VIII ^{bis}	AHV VII ^{bis}	AHV VIII ^{bis}
20	21,45	21,96	21,85	22,01
40	15,75	15,97	15,70	15,77
60	4,35	4,45	3,70	3,68
64/63	0,97	0,98	0,98	0,98

Thomas K. Friedli, Dr. phil. nat., Bereich Mathematik, Geschäftsfeld Mathematik, Analysen und Statistik, Bundesamt für Sozialversicherungen.

E-Mail: thomas.friedli@bsv.admin.ch

Kurt Schluep, Dipl. math. ETH, Bereich Mathematik, Geschäftsfeld Mathematik, Analysen und Statistik, Bundesamt für Sozialversicherungen.

E-Mail: kurt.schluep@bsv.admin.ch

Rechnungsgrundlagen 2010

T6

 q_x bzw. q_y : Wahrscheinlichkeit, im Alter x bzw. y zu sterben l_x bzw. l_y : Überlebensordnung AHV VIII^{bis} d_x bzw. d_y : Anzahl Gestorbene der Sterbetafel e_x bzw. e_y : Lebenserwartung im Alter x bzw. y l_x^a bzw. l_x^a : Aktivitätsordnung AHV VIII^{bis}

Männer						Frauen						
Alter	q_x	l_x	d_x	e_x	j_x	l_x^a	q_y	l_y	d_y	e_y	j_y	l_y^a
0	0,002351	100000	235	84,16	0,00398	99602	0,002044	100000	204	88,19	0,00320	99680
1	0,000469	99765	47	83,35	0,00455	99311	0,000408	99796	41	87,36	0,00370	99427
2	0,000188	99718	19	82,39	0,00470	99249	0,000163	99755	16	86,40	0,00389	99367
3	0,000127	99699	13	81,41	0,00474	99226	0,000110	99739	11	85,41	0,00395	99345
4	0,000110	99686	11	80,42	0,00475	99212	0,000079	99728	8	84,42	0,00404	99325
5	0,000062	99675	6	79,43	0,00476	99201	0,000050	99720	5	83,43	0,00413	99308
6	0,000034	99669	3	78,43	0,00477	99194	0,000035	99715	3	82,43	0,00422	99294
7	0,000023	99666	2	77,44	0,00478	99190	0,000029	99712	3	81,44	0,00431	99282
8	0,000025	99664	2	76,44	0,00479	99187	0,000031	99709	3	80,44	0,00440	99270
9	0,000035	99662	3	75,44	0,00480	99184	0,000037	99706	4	79,44	0,00450	99257
10	0,000052	99659	5	74,44	0,00481	99180	0,000046	99702	5	78,44	0,00460	99243
11	0,000074	99654	7	73,44	0,00482	99174	0,000056	99697	6	77,45	0,00470	99228
12	0,000099	99647	10	72,45	0,00484	99165	0,000066	99691	7	76,45	0,00480	99212
13	0,000126	99637	13	71,46	0,00484	99155	0,000076	99684	8	75,46	0,00491	99195
14	0,000154	99624	15	70,47	0,00485	99141	0,000086	99676	9	74,46	0,00503	99175
15	0,000183	99609	18	69,48	0,00486	99125	0,000096	99667	10	73,47	0,00520	99149
16	0,000212	99591	21	68,49	0,00487	99106	0,000105	99657	10	72,48	0,00540	99119
17	0,000242	99570	24	67,50	0,00488	99084	0,000114	99647	11	71,49	0,00583	99066
18	0,000271	99546	27	66,52	0,00672	98877	0,000122	99636	12	70,49	0,00522	99116
19	0,000300	99519	30	65,54	0,01294	98231	0,000129	99624	13	69,50	0,01001	98627
20	0,000328	99489	33	64,56	0,01805	97693	0,000137	99611	14	68,51	0,01390	98226
21	0,000355	99456	35	63,58	0,02211	97257	0,000145	99597	14	67,52	0,01686	97918
22	0,000380	99421	38	62,60	0,02515	96921	0,000153	99583	15	66,53	0,01902	97689
23	0,000403	99383	40	61,62	0,02740	96660	0,000161	99568	16	65,54	0,02047	97530
24	0,000424	99343	42	60,65	0,02899	96463	0,000170	99552	17	64,55	0,02138	97424
25	0,000443	99301	44	59,67	0,03012	96310	0,000180	99535	18	63,56	0,02199	97346
26	0,000459	99257	46	58,70	0,03101	96179	0,000190	99517	19	62,57	0,02246	97282
27	0,000474	99211	47	57,73	0,03174	96062	0,000201	99498	20	61,58	0,02296	97214
28	0,000487	99164	48	56,75	0,03240	95951	0,000214	99478	21	60,60	0,02351	97139
29	0,000499	99116	49	55,78	0,03307	95838	0,000227	99457	23	59,61	0,02414	97056
30	0,000511	99067	51	54,81	0,03377	95722	0,000242	99434	24	58,62	0,02485	96963
31	0,000522	99016	52	53,84	0,03450	95600	0,000258	99410	26	57,64	0,02565	96860
32	0,000535	98964	53	52,87	0,03526	95475	0,000276	99384	27	56,65	0,02657	96743
33	0,000549	98911	54	51,89	0,03605	95345	0,000295	99357	29	55,67	0,02754	96621
34	0,000566	98857	56	50,92	0,03683	95216	0,000316	99328	31	54,68	0,02853	96494

Männer						Frauen						
Alter	q_x	l_x	d_x	0e_x	j_x	l_x^a	q_y	l_y	d_y	0e_x	j_y	l_x^a
35	0,000586	98801	58	49,95	0,03763	95083	0,000338	99297	34	53,70	0,02952	96366
36	0,000611	98743	60	48,98	0,03849	94942	0,000363	99263	36	52,72	0,03052	96233
37	0,000640	98683	63	48,01	0,03943	94792	0,000390	99227	39	51,74	0,03159	96092
38	0,000676	98620	67	47,04	0,04044	94632	0,000419	99188	42	50,76	0,03279	95936
39	0,000718	98553	71	46,07	0,04155	94458	0,000451	99146	45	49,78	0,03420	95755
40	0,000768	98482	76	45,10	0,04277	94270	0,000485	99101	48	48,80	0,03586	95547
41	0,000826	98406	81	44,14	0,04413	94063	0,000523	99053	52	47,82	0,03772	95317
42	0,000894	98325	88	43,17	0,04563	93838	0,000565	99001	56	46,85	0,03967	95074
43	0,000972	98237	95	42,21	0,04725	93595	0,000611	98945	60	45,88	0,04159	94830
44	0,001060	98142	104	41,25	0,04905	93328	0,000662	98885	65	44,90	0,04355	94579
45	0,001161	98038	114	40,30	0,05103	93035	0,000718	98820	71	43,93	0,04559	94315
46	0,001275	97924	125	39,34	0,05322	92712	0,000780	98749	77	42,96	0,04777	94032
47	0,001403	97799	137	38,39	0,05560	92361	0,000850	98672	84	42,00	0,05012	93727
48	0,001546	97662	151	37,44	0,05814	91984	0,000926	98588	91	41,03	0,05255	93407
49	0,001705	97511	166	36,50	0,06085	91577	0,001012	98497	100	40,07	0,05514	93066
50	0,001882	97345	183	35,56	0,06376	91138	0,001107	98397	109	39,11	0,05791	92699
51	0,002077	97162	202	34,63	0,06692	90660	0,001213	98288	119	38,15	0,06079	92313
52	0,002292	96960	222	33,70	0,07036	90138	0,001330	98169	131	37,20	0,06376	91910
53	0,002528	96738	245	32,78	0,07414	89566	0,001461	98038	143	36,25	0,06677	91492
54	0,002786	96493	269	31,86	0,07831	88937	0,001605	97895	157	35,30	0,06987	91055
55	0,003067	96224	295	30,95	0,08289	88248	0,001764	97738	172	34,36	0,07299	90604
56	0,003373	95929	324	30,04	0,08791	87496	0,001940	97566	189	33,42	0,07610	90141
57	0,003705	95605	354	29,14	0,09341	86675	0,002133	97377	208	32,48	0,07930	89655
58	0,004064	95251	387	28,25	0,09940	85783	0,002345	97169	228	31,55	0,08273	89130
59	0,004451	94864	422	27,36	0,10582	84825	0,002576	96941	250	30,62	0,08633	88572
60	0,004868	94442	460	26,48	0,11256	83812	0,002827	96691	273	29,70	0,08987	88001
61	0,005317	93982	500	25,61	0,12000	82704	0,003100	96418	299	28,78	0,09400	87355
62	0,005800	93482	542	24,74	0,12700	81610	0,003396	96119	326	27,87	0,09900	86603
63	0,006321	92940	587	23,88	0,13500	80393	0,003716	95793	356	26,96	0,10500	85735
64	0,006884	92353	636	23,03	0,14200	79239	0,004062	95437	388	26,06	0,11000	84939
65	0,007493	91717	687	22,19	0,15200	77776	0,004435	95049	422	25,17	0,11550	84071
66	0,008157	91030	743	21,35	0,16300	76192	0,004839	94627	458	24,28	0,12450	82846
67	0,008883	90287	802	20,52	0,17400	74577	0,005277	94169	497	23,39	0,13000	81927
68	0,009683	89485	866	19,70	0,18600	72841	0,005754	93672	539	22,51	0,14150	80417
69	0,010569	88619	937	18,89	0,19800	71072	0,006277	93133	585	21,64	0,15250	78930
70	0,011560	87682	1014	18,09	0,21447	68877	0,006855	92548	634	20,77	0,16307	77456
71	0,012676	86668	1099	17,29	0,23447	66347	0,007500	91914	689	19,91	0,17884	75476
72	0,013941	85569	1193	16,51	0,25602	63662	0,008228	91225	751	19,06	0,19595	73349
73	0,015384	84376	1298	15,73	0,27916	60822	0,009057	90474	819	18,21	0,21447	71070
74	0,017040	83078	1416	14,97	0,30394	57827	0,010012	89655	898	17,38	0,23447	68634
75	0,018949	81662	1547	14,22	0,33037	54683	0,011124	88757	987	16,55	0,25602	66033
76	0,021158	80115	1695	13,49	0,35846	51397	0,012427	87770	1091	15,73	0,27916	63268

Männer						Frauen						
Alter	q_x	l_x	d_x	0e_x	j_x	l_x^a	q_y	l_y	d_y	0e_x	j_y	l_x^a
77	0,023720	78420	1860	12,77	0,38818	47979	0,013967	86679	1211	14,92	0,30394	60334
78	0,026695	76560	2044	12,07	0,41947	44445	0,015797	85468	1350	14,12	0,33037	57232
79	0,030149	74516	2247	11,38	0,45225	40816	0,017980	84118	1512	13,34	0,35846	53965
80	0,034153	72269	2468	10,72	0,48637	37120	0,020588	82606	1701	12,58	0,38818	50540
81	0,038786	69801	2707	10,08	0,52166	33389	0,023708	80905	1918	11,83	0,41947	46968
82	0,044125	67094	2961	9,47	0,55791	29662	0,027435	78987	2167	11,11	0,45225	43265
83	0,050242	64133	3222	8,89	0,59483	25985	0,031876	76820	2449	10,40	0,48637	39457
84	0,057203	60911	3484	8,33	0,63212	22408	0,037147	74371	2763	9,73	0,52166	35575
85	0,065052	57427	3736	7,80	0,66940	18985	0,043359	71608	3105	9,09	0,55791	31657
86	0,073803	53691	3963	7,31	0,70628	15770	0,050615	68503	3467	8,48	0,59483	27755
87	0,083420	49728	4148	6,85	0,74232	12814	0,058998	65036	3837	7,90	0,63212	23925
88	0,093819	45580	4276	6,43	0,77708	10161	0,068541	61199	4195	7,37	0,66940	20232
89	0,104829	41304	4330	6,05	0,81011	7843	0,079205	57004	4515	6,87	0,70628	16743
90	0,116199	36974	4296	5,70	0,84100	5879	0,090857	52489	4769	6,42	0,74232	13525
91	0,127491	32678	4166	5,38	0,86936	4269	0,103955	47720	4961	6,01	0,77708	10638
92	0,137743	28512	3927	5,09	0,89490	2997	0,116034	42759	4961	5,65	0,81011	8120
93	0,147188	24585	3619	4,83	0,91738	2031	0,126985	37798	4800	5,33	0,84100	6010
94	0,156398	20966	3279	4,57	0,93671	1327	0,136999	32998	4521	5,03	0,86936	4311
95	0,166211	17687	2940	4,33	0,95287	834	0,146642	28477	4176	4,75	0,89490	2993
96	0,177665	14747	2620	4,09	0,96600	501	0,156686	24301	3808	4,48	0,91738	2008
97	0,189547	12127	2299	3,87	0,97631	287	0,168470	20493	3452	4,22	0,93671	1297
98	0,201980	9828	1985	3,66	0,98412	156	0,180974	17041	3084	3,97	0,95287	803
99	0,215032	7843	1686	3,45	0,98980	80	0,194165	13957	2710	3,73	0,96600	475
100	0,228776	6157	1409	3,26	0,99375	38	0,208073	11247	2340	3,51	0,97631	266
101	0,242970	4748	1154	3,08	0,99637	17	0,222729	8907	1984	3,31	0,98412	141
102	0,257878	3594	927	2,91	0,99801	7	0,238088	6923	1648	3,11	0,98980	71
103	0,273353	2667	729	2,75	0,99897	3	0,254227	5275	1341	2,93	0,99375	33
104	0,289184	1938	560	2,60	0,99951	1	0,271014	3934	1066	2,75	0,99637	14
105	0,305585	1378	421	2,45	0,99978	0	0,288363	2868	827	2,59	0,99801	6
106	0,323062	957	309	2,31	0,99991		0,306555	2041	626	2,44	0,99897	2
107	0,340127	648	220	2,17	0,99997		0,325083	1415	460	2,29	0,99951	1
108	0,358558	428	153	2,03	0,99999		0,344712	955	329	2,16	0,99978	0
109	0,376521	275	104	1,89	1,00000		0,364419	626	228	2,03	0,99991	
110	0,393473	171	67	1,73			0,384331	398	153	1,90	0,99997	
111	0,398506	104	41	1,52			0,402531	245	99	1,78	0,99999	
112	0,413250	63	26	1,18			0,432493	146	63	1,65	1,00000	
113	0,824535	37	31	0,66			0,459744	83	38	1,52		
114	1,000000	6	6	0,50			0,439383	45	20	1,39		
115		0					0,493120	25	12	1,10		
116							0,865167	13	11	0,65		
117							1,000000	2	2	0,50		