Zeitschrift: Mitteilungen / Vereinigung Schweizerischer Versicherungsmathematiker

= Bulletin / Association des Actuaires Suisses = Bulletin / Association of

Swiss Actuaries

Herausgeber: Vereinigung Schweizerischer Versicherungsmathematiker

Band: - (1988)

Heft: 2

Artikel: Die Makrovkette als Modell der Personalversicherung am Beispiel einer

Pflegeversicherung

Autor: Koller, Bruno

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-967005

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 01.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

BRUNO KOLLER, Basel

Die Makrovkette als Modell der Personenversicherung am Beispiel einer Pflegeversicherung

1 Einleitung

Markovketten als Modelle der Personenversicherung wurden insbesondere von M-H. Amsler vorgeschlagen (siehe z.B. die Berichte zum 21. und 23. Internationalen Kongress der Versicherungsmathematiker 1980 und 1988). Wir wollen am Beispiel einer Pflegeversicherung zeigen, dass ein derartiges Modell nicht nur in der Theorie Vorteile hat, sondern sich auch für die Berechnung von Barwerten eignet.

2 Theorie

Die Markovkette beschreibt die zeitliche Entwicklung einer Personenversicherung (zur Theorie der Markovketten siehe z. B. W. Feller; An introduction to probability theory and its applications, vol. I). Die versicherte Person befindet sich zu jedem Zeitpunkt t in einem von mehreren Zuständen: aktiv, tot, invalid, krank, verwitwet usw. Die Übergangswahrscheinlichkeit vom Zustand z_k zum Zeitpunkt t in den Zustand z_j zum Zeitpunkt t+1 hängt nur von den beiden Zuständen, nicht aber von früheren Zuständen ab (Markov-Eigenschaft). Je nach Zustand steht dem Versicherten eine Versicherungsleistung L_k (evt. null) zu.

Es sei:

X	zeitlicher Bezugspunkt der Barwertberechnung		
$z_k(x+t)$	Zustand k zur Zeit $x + t$, $k = 0, 1, 2,, n$		
$z_0(x)$	Zustand des Versicherten zur Zeit x		
L(x+t)	mögliche Versicherungsleistungen zur Zeit $x + t$		
$L_k(x+t)$	Versicherungsleistung für den Zustand z_k zur Zeit $x + t$,		
	bezogen auf den Zeitpunkt x		
$P(z_k(T+t) z_i(T))$	Wahrscheinlichkeit, dass sich der Versicherte zur Zeit $T+t$		
,	im Zustand z_k befindet, unter der Bedingung, dass er sich		
	zur Zeit T im Zustand z_i befindet		

Ein Leistungsbarwert BW kann dann als Summe bedingter Erwartungswerte aufgefasst werden:

$$BW(x) = \sum_{t=0}^{\infty} EW(L(x+t) | z_0(x)),$$

mit

$$EW(L(x+t) | z_0(x)) = \sum_{k=0}^{n} L_k(x+t) \cdot P(z_k(x+t) | z_0(x)).$$

Die möglichen Zustände der versicherten Personen zu einem gewissen Zeitpunkt bilden ein *vollständiges Ereignissystem* und die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten eine *Verteilung*:

$$\sum_{k=0}^{n} P(z_k(T+t) \mid z_j(T)) = 1.$$

Die auf den Zeitpunkt x bezogene (diskontierten) Versicherungsleistungen bilden eine Folge von Zufallsvariablen.

In der Personenversicherung wird üblicherweise angenommen, dass die Markov-Eigenschaft erfüllt ist. Somit können die bedingten Wahrscheinlichkeiten $P(z_k(x+t) | z_0(x))$ rekursiv aus den einstufigen Übergangswahrscheinlichkeiten berechnet werden:

$$P(z_k(x+t) \mid z_0(x)) = \sum_{j=0}^n P(z_k(x+t) \mid z_j(x+t-1)) \cdot P(z_j(x+t-1) \mid z_0(x)).$$

Dabei ist $P(z_k(x) | z_0(x))$ für k = 0 gleich eins, sonst gleich null.

Das Modell erlaubt natürlich nicht nur die Berechnung von Leistungs-Barwerten, sondern auch von Prämien-Barwerten und von Endwerten. Der Ansatz eignet sich auch zur Beschreibung unterjähriger Zahlungen.

3 Die Pflegeversicherung

Die Pflegeversicherung orientiere sich an den Musterbedingungen der deutschen Lebens- und Krankenversicherungsverbände für die Pflegerenten- bzw. Pflegekrankenversicherung (siehe Punkt 8).

Massgebend für die Einstufung des Pflegefalles sind Art und Umfang der täglichen persönlichen Hilfe bei folgenden sechs Tätigkeiten:

- Aufstehen und Zubettgehen,
- An- und Auskleiden,
- Waschen, Kämmen und Rasieren,
- Einnehmen von Mahlzeiten und Getränken,
- Stuhlgang,
- Wasserlassen.

Die Pflegebedürftigkeit wird nach dessen Schwere klassifiziert. Pflegebedürftigkeit der Stufe 1, 2, 3 oder 4 liegt vor, wenn der Versicherte 3, 4, 5 bzw. 6 der aufgeführten Verrichtungen nicht mehr allein erledigen kann.

4 Die Markovkette

Das Modell habe sechs mögliche Zustände l, b1, b2, b3, b4 und d. Es bedeuten:

- l: keine Pflegebedürftigkeit
- b1: Pflegebedürftigkeit der Pflegestufe 1
- b2: Pflegebedürftigkeit der Pflegestufe 2
- b3: Pflegebedürftigkeit der Pflegestufe 3
- b4: Pflegebedürftigkeit der Pflegestufe 4
- d: tot

Zum Zeitpunkt des Eintritts in die Versicherung befindet sich der Versicherte im Zustand l. Vom Zustand l kann er in die Zustände b1, b2, b3 b4 und d wechseln.

Das Intervall zwischen zwei Zuständen betrage 1 Jahr. Vorgegeben werden die einjährigen Übergangswahrscheinlichkeiten.

5 Die Rechnungsannahmen

Bezüglich der einjährigen Übergangswahrscheinlichkeiten werden folgende Annahmen getroffen:

 Ein Pflegebedürftiger kann nicht gesunden.
 Diese vorsichtige Annahme ist vertretbar, wenn die Leistungspflicht erst nach einer ausreichenden Wartefrist beginnt.

- II. Ein Pflegebedürftiger wechselt die Pflegestufe nicht.

 Die Annahme ist unrealistisch, vereinfacht aber die Wahl der Rechnungsgrundlagen. Zumindest an die Möglichkeit, in höhere Pflegestufen zu wechseln, sollte in einem verfeinerten Modell gedacht werden.

 (Die stochastische Matrix der einjährigen Übergangswahrscheinlichkeiten unter Berücksichtigung der bisherigen Annahmen ist aus Tab. 1 im Anhang ersichtlich; die Summe der Zeilen ist 1.)
- III. Die Sterbewahrscheinlichkeiten der Versicherten basieren auf den q_x nach ERM 80:

$$P(d(t+1) | l(t)) = q_t$$

$$P(d(t+1) | b1(t)) = q_t + 0.035$$

$$P(d(t+1) | b2(t)) = q_t + 0.045$$

$$P(d(t+1) | b3(t)) = q_t + 0.055$$

$$P(d(t+1) | b4(t)) = q_t + 0.065.$$

Die additive Übersterblichkeit wurde in Anlehnung an die deutsche Pflegerentenversicherung gewählt. Dort wird zur Ableitung der Pflegefallwahrscheinlichkeiten einheitlich ohne nach Pflegestufe zu unterscheiden, mit 5 % additiver Übersterblichkeit gerechnet (siehe A. Holl/P. Kakies/H. Richter). Aus den Sterblichkeitsannahmen für die Pflegebedürftigen ergeben sich zwangsläufig die Überlebenswahrscheinlichkeiten der Pflegebedürftigen:

$$P(b1(t+1) | b1(t)) = 1 - P(d(t+1) | b1(t))$$

$$P(b2(t+1) | b2(t)) = 1 - P(d(t+1) | b2(t))$$

$$P(b3(t+1) | b3(t)) = 1 - P(d(t+1) | b3(t))$$

$$P(b4(t+1) | b4(t)) = 1 - P(d(t+1) | b4(t)).$$

IV. Die einjährigen Pflegefallwahrscheinlichkeiten sind:

$$P(b1(t+1) | l(t)) = 0.45 \cdot 0.00005 \cdot e^{0.075 t}$$

$$P(b2(t+1) | l(t)) = 0.20 \cdot 0.00005 \cdot e^{0.075 t}$$

$$P(b3(t+1) | l(t)) = 0.20 \cdot 0.00005 \cdot e^{0.075 t}$$

$$P(b4(t+1) | l(t)) = 0.15 \cdot 0.00005 \cdot e^{0.075 t}.$$

Die vorsichtig gewählten altersunabhängigen Faktoren 0.45, 0.20, 0.20, 0.15 zur Verteilung der gesamten Pflegefallwahrscheinlichkeit auf die vier

Pflegestufen basieren auf den (altersabhängigen) Werten der deutschen Pflegetagegeldversicherung.

Die gesamte Wahrscheinlichkeit P(b(t+1)|l(t)) im Alter t pflegebedürftig zu werden, d. h. die Wahrscheinlichkeit vom Zustand l in einen der Zustände b1, b2, b3 oder b4 zu wechseln, ist gleich der Summe der obigen Übergangswahrscheinlichkeiten: $0.00005 \cdot e^{0.075 t}$.

Die Gestalt der Funktion in Abhänigkeit des Alters wurde aus den Pflegefallwahrscheinlichkeiten der deutschen Pflegerentenversicherung abgeleitet. Wie aus Graphik 1 im Anhang ersichtlich, nehmen die Wahrscheinlichkeiten in Funktion des Alters angenähert exponentiell zu.

Die Parameter der Exponentialfunktion, 0.00005 und 0.075, wurden aus schweizerischen Statistiken über den Anteil der pflegebedürftigen Personen an der Gesamtbevölkerung und aus den entsprechenden Zahlen der deutschen Pflegerentenversicherung abgeleitet (siehe Literaturverzeichnis). Eine Gegenüberstellung der Modellannahmen mit den statistischen Werten ist der Graphik 2 zu entnehmen.

Man beachte den Unterschied zwischen der Wahrscheinlichkeit pflegebedürftig zu werden aus Graphik 1, P(b(t+1)|l(t)), und der Wahrscheinlichkeit im Alter t pflegebedürftig zu sein aus Graphik 2:

$$\frac{P(b(t) | l(0))}{P(l(t) | l(0)) + P(b(t) | l(0))}.$$

Aus den getroffenen Annahmen folgt zwangsläufig die Verbleibswahrscheinlichkeit für "gesund" Versicherte:

$$P(l(t+1) | l(t)) = 1 - P(b1(t+1) | l(x))$$

$$- P(b2(t+1) | l(x))$$

$$- P(b3(t+1) | l(x))$$

$$- P(b4(t+1) | l(x))$$

$$- P(d(t+1) | l(x)).$$

Die einjährigen Übergangswahrscheinlichkeiten sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

6 Die Barwerte

Die Barwerte BW(x) der Pflegeversicherung berechnen sich nach:

$$BW(x) = \sum_{t=1}^{100-x} EW(L(x+t) | l(x))$$

mit

$$EW(L(x+t) | l(x)) = v^{t} \cdot 0.2 \cdot P(b1(x+t) | l(x))$$

$$+v^{t} \cdot 0.4 \cdot P(b2(x+t) | l(x))$$

$$+v^{t} \cdot 0.7 \cdot P(b3(x+t) | l(x))$$

$$+v^{t} \cdot 1.0 \cdot P(b4(x+t) | l(x)).$$

Die Formel entspricht einer jährlichen Versicherungsleistung von 0.2, 0.4, 0.7 und 1.0 Franken bei Pflegestufe 1, 2, 3 bzw. 4; v ist der Diskontierungsfaktor zum Zinsfuss 3 %.

Die Berechnungsformeln lassen sich leicht auf einem Computer programmieren. Die mehrjährigen Übergangswahrscheinlichkeiten oder Zustandswahrscheinlichkeiten $P(\cdot(x+t) \mid l(x))$ können rekursiv aus den einjährigen Übergangswahrscheinlichkeiten ermittelt werden. Die Graphiken 3 und 4 zeigen die zeitliche Entwicklung der Zustandswahrscheinlichkeiten und der Erwartungswerte. Barwerte für ausgewählte Alter sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

7 Schlussbemerkungen

Ein Leistungsbarwert kann anstatt nach der hier beschriebenen Methode auch als Erwartungswert der "Gesamtschadenverteilung" eines Personenrisikos bestimmt werden. Allerdings gestaltet sich die Berechnung umständlicher als beim Markovketten - Ansatz: die Wahrscheinlichkeit jeder möglichen Realisierung des stochastischen Prozesses und die entsprechenden Gesamtleistungen müssen berechnet werden. Selbstverständlich gelangt man in beiden Fällen zu identischen Resultaten. Dies gilt auch für die Prämienberechnung, falls die Prämie – wie in der Personenversicherung üblich – nach dem Erwartungswertprinzip (Erwartungswert plus proportionaler Zuschlag; siehe z. B. H. U. Gerber: An introduction to mathematical risk theory) gerechnet wird. Im allgemeinen ergibt jedoch ein Prämienberechnungsprinzip, angewandt auf die Gesamtverteilung, ein anderes Resultat als eine wiederholte Anwendung des Prinzips auf die einzelnen, zeitlich gestaffelten Verteilungen des Markovketten-Modells. Theoretisch korrekt ist die Prämienberechnung auf der Gesamtverteilung.

Die Beschreibung einer Personenversicherung mit Hilfe von Markovketten besitzt theoretische, didaktische und praktische Vorteile:

Das Modell trennt konsequent Ereignis (Zustand), Zufallsvariable (Leistung) und Wahrscheinlichkeit. Beim traditionellen Ansatz mit Kommutationszahlen wird aus rechnerischen Gründen die Eintretenswahrscheinlichkeit mit der Leistung (diskontierte Versicherungssumme 1)

- verknüpft; der stochastische Charakter der Barwerte kommt nicht zum Ausdruck.
- Alle Zustände sind "gleichberechtigt"; den Sterbe- bzw. Erlebensfallwahrscheinlichkeiten kommt keine Sonderstellung zu. Beliebig viele Zustände können modellmässig erfasst werden.
- Das Rechnen mit Kollektiven ist einfach: die versicherte Gesamtheit bleibt konstant, die Mitglieder wechseln lediglich den Zustand. Aus der Zustandsverteilung des Kollektivs zu einem gewissen Zeitpunkt kann ohne grossen Aufwand jede zukünftige Verteilung berechnet werden.
- Das Modell ist anschaulich.
- Das Modell kann leicht in ein Programm zur Berechnung von Barwerten umgesetzt werden.

Dr. B. Koller Basler Lebensversicherungs - Gesellschaft Aeschengraben 21 4002 Basel

Literaturverzeichnis

- Deutscher Verband der Lebensversicherungs Unternehmen: Mustergeschäftsplan für die Pflegerentenversicherung. Verbandsrundschreiben 22 vom 15. 5. 1985.
- Deutscher Verband der privaten Krankenversicherung: Musterbedingungen für die Pflegekrankenversicherung. Fassung vom 11. 12. 1984.
- Holle, A./Kakies, P./Richter, H.: Die Ableitung der Pflegefallwahrscheinlichkeiten für den Mustergeschäftsplan der Pflegerentenversicherung. Blätter der Deutschen Gesellschaft für Versicherungsmathematik, Bd. XVII 1985/86, Tab. 1: Auswertung der Pflegefallhäufigkeiten der NCHS-Studie 1979/80, endgültige Pflegehäufigkeiten, Männer.
- Abelin, T./Schlettwein Gsell, D./Minder, C./Marti-Nagy, Z./Skaleric, K.: Die Sozialmedizinische Lage der Betagten in der Schweiz. Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern, Bd. I, Tab. 5: Bedarf an täglicher Pflegehilfe, Männer.
- Gilliand, P.: Rentiers AVS, une autre image de la Suisse. Editions "Réalités sociales" 1983, Tab. 8.2: Degré de dépendance selon l'âge, "tout à fait dépendants" und "partiellement dépendants", Männer und Frauen.
- Bundesamt für Statistik 1981: Sozialindikatoren für die Schweiz. Bd. 1, Gesundheit, Indikator VII: Prozentsatz der Schweizer Männer von 60 und mehr Jahren, die an einer schweren chronischen Beeinträchtigung ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit leidet, 1978.

Tabelle 1: Matrix der Übergangswahrscheinlichkeiten

$\int P(l(t+1) \mid l(t))$	$P(b1(t+1) \mid l(t))$	$P(b2(t+1) \mid l(t))$	$P(b3(t+1) \mid l(t))$	$P(b4(t+1) \mid l(t))$	$P(d(t+1) \mid l(t))$
0	$P(b1(t+1) \mid b1(t))$	0	0	0	$P(d(t+1) \mid b1(t))$
0	0	$P(b2(t+1) \mid b2(t))$	0	0	$P(d(t+1) \mid b2(t))$
0	0	0	$P(b3(t+1) \mid b3(t))$	0	$P(d(t+1) \mid b3(t))$
0	0	0	0	$P(b4(t+1) \mid b4(t))$	$P(d(t+1) \mid b4(t))$
0	0	0	0	0	1

Tabelle 2: Einjährige Übergangswahrscheinlichkeiten

```
P(l(x+1)|l(x))
                     P(b2(x+1) | l(x))
                                           P(b4(x+1) | l(x))
                                                                 P(b1(x+1) | b1(x))
           P(b1(x+1) | l(x))
                                 P(b3(x+1) | l(x))
                                                        P(d(x+1)|l(x))
\chi
                                     0.000010
               0.000023
                          0.000010
                                                0.000008
                                                           0.000525
                                                                      0.964475
    0.999425
1
    0.999421
               0.000024
                          0.000011
                                     0.000011
                                                0.000008
                                                           0.000525
                                                                      0.964475
               0.000026
                          0.000012
                                     0.000012
                                                0.000009
                                                           0.000525
                                                                      0.964475
    0.999417
                                                           0.000525
                                                                      0.964475
    0.999412
               0.000028
                          0.000013
                                     0.000013
                                                0.000009
    0.999408
               0.000030
                          0.000013
                                     0.000013
                                                0.000010
                                                           0.000525
                                                                      0.964475
                                                           0.000525
 5
    0.999402
               0.000033
                          0.000015
                                     0.000015
                                                0.000011
                                                                      0.964475
               0.000035
                                                           0.000525
                                                                      0.964475
    0.999397
                          0.000016
                                     0.000016
                                                0.000012
 7
    0.999390
               0.000038
                          0.000017
                                     0.000017
                                                0.000013
                                                           0.000525
                                                                      0.964475
                                                           0.000525
 8
    0.999384
               0.000041
                          0.000018
                                     0.000018
                                                0.000014
                                                                      0.964475
 9
    0.999377
               0.000044
                          0.000020
                                     0.000020
                                                0.000015
                                                           0.000525
                                                                      0.964475
10
    0.999369
               0.000048
                          0.000021
                                     0.000021
                                                0.000016
                                                           0.000525
                                                                       0.964475
               0.000051
                          0.000023
                                                           0.000525
                                                                       0.964475
11
    0.999361
                                     0.000023
                                                0.000017
    0.999352
               0.000055
                          0.000025
                                     0.000025
                                                           0.000525
                                                                       0.964475
12
                                                0.000018
               0.000060
                          0.000027
                                                                       0.964475
13
    0.999342
                                     0.000027
                                                0.000020
                                                           0.000525
14
    0.999332
               0.000064
                          0.000029
                                     0.000029
                                                0.000021
                                                           0.000525
                                                                       0.964475
15
    0.999321
               0.000069
                          0.000031
                                     0.000031
                                                0.000023
                                                           0.000525
                                                                       0.964475
16
    0.999309
               0.000075
                          0.000033
                                     0.000033
                                                0.000025
                                                           0.000525
                                                                       0.964475
17
    0.999296
               0.000081
                          0.000036
                                                                       0.964475
                                     0.000036
                                                0.000027
                                                            0.000525
               0.000087
                          0.000039
18
    0.999282
                                     0.000039
                                                0.000029
                                                            0.000525
                                                                       0.964475
19
    0.999267
               0.000094
                          0.000042
                                     0.000042
                                                 0.000031
                                                            0.000525
                                                                       0.964475
20
    0.999251
               0.000101
                          0.000045
                                     0.000045
                                                                       0.964475
                                                 0.000034
                                                            0.000525
21
               0.000109
                          0.000048
    0.999227
                                     0.000048
                                                 0.000036
                                                            0.000531
                                                                       0.964469
22
    0.999199
               0.000117
                          0.000052
                                     0.000052
                                                 0.000039
                                                            0.000541
                                                                       0.964459
23
    0.999166
               0.000126
                          0.000056
                                                                       0.964447
                                      0.000056
                                                 0.000042
                                                            0.000553
               0.000136
                          0.000060
24
    0.999129
                                      0.000060
                                                 0.000045
                                                            0.000569
                                                                       0.964431
25
    0.999086
               0.000147
                          0.000065
                                      0.000065
                                                 0.000049
                                                            0.000588
                                                                       0.964412
               0.000158
                          0.000070
26
    0.999039
                                      0.000070
                                                 0.000053
                                                            0.000610
                                                                       0.964390
    0.998985
               0.000170
                          0.000076
                                                                       0.964364
27
                                      0.000076
                                                 0.000057
                                                            0.000636
                          0.000082
                                      0.000082
                                                                       0.964335
28
    0.998927
               0.000184
                                                 0.000061
                                                            0.000665
    0.998862
               0.000198
                          0.000088
                                      0.000088
                                                 0.000066
                                                            0.000698
                                                                       0.964302
30
    0.998793
               0.000213
                          0.000095
                                      0.000095
                                                 0.000071
                                                            0.000733
                                                                       0.964267
31
    0.998717
               0.000230
                          0.000102
                                                            0.000772
                                                                       0.964228
                                      0.000102
                                                 0.000077
                                                                       0.964185
32
    0.998634
               0.000248
                          0.000110
                                      0.000110
                                                            0.000815
                                                 0.000083
                                                                       0.964140
33
    0.998546
               0.000267
                          0.000119
                                      0.000119
                                                 0.000089
                                                            0.000860
                          0.000128
                                                                       0.964091
34
    0.998451
               0.000288
                                      0.000128
                                                 0.000096
                                                            0.000909
                                                                       0.964038
35
    0.998348
               0.000311
                          0.000138
                                      0.000138
                                                 0.000104
                                                            0.000962
                                                                       0.963983
36
    0.998239
               0.000335
                          0.000149
                                      0.000149
                                                 0.000112
                                                            0.001017
37
                0.000361
                          0.000160
                                                            0.001076
                                                                       0.963924
    0.998122
                                      0.000160
                                                 0.000120
                          0.000173
                                                                       0.963862
38
                                                            0.001138
    0.997998
                0.000389
                                      0.000173
                                                 0.000130
                                                                       0.963796
                          0.000186
                                                            0.001204
39
    0.997864
                0.000419
                                      0.000186
                                                 0.000140
                                                                       0.963727
40
    0.997723
                0.000452
                           0.000201
                                      0.000201
                                                 0.000151
                                                            0.001273
                                                 0.000162
                                                            0.001348
                                                                       0.963652
41
    0.997570
                0.000487
                           0.000216
                                      0.000216
                                                            0.001436
                                                                       0.963564
42
    0.997397
                0.000525
                           0.000233
                                      0.000233
                                                 0.000175
                                                            0.001539
                                                                       0.963461
    0.997203
                                                 0.000189
43
                0.000566
                           0.000252
                                      0.000252
                                                                       0.963339
                           0.000271
                                                            0.001661
44
    0.996983
                0.000610
                                      0.000271
                                                 0.000203
                                                                       0.963197
                                                 0.000219
                                                            0.001803
45
    0.996736
                0.000658
                           0.000292
                                      0.000292
                                                            0.001970
                                                                       0.963030
46
    0.996455
                0.000709
                           0.000315
                                      0.000315
                                                 0.000236
                                                 0.000255
                                                            0.002164
                                                                       0.962836
47
                                      0.000340
    0.996138
                0.000764
                           0.000340
                                                            0.002388
                                                                       0.962612
                                                 0.000274
48
     0.995782
                0.000823
                           0.000366
                                      0.000366
                                                                       0.962355
                                                            0.002645
                                      0.000394
                                                 0.000296
49
     0.995383
                0.000888
                           0.000394
                                                                       0.962062
                                                 0.000319
                                                            0.002938
                                      0.000425
50
    0.994936
                0.000957
                           0.000425
```

Tabelle 2: Einjährige Übergangswahrscheinlichkeiten Fortsetzung

```
P(l(x+1) | l(x))
                       P(b2(x+1) | l(x))
                                            P(b4(x+1) | l(x))
                                                                  P(b1(x+1)|b1(x))
            P(b1(x+1) | l(x))
                                 P(b3(x+1) | l(x))
                                                         P(d(x+1)|l(x))
X
 51
                0.001031
                           0.000458
                                                            0.003269
                                                                       0.961731
     0.994439
                                      0.000458
                                                 0.000344
 52
     0.993887
                0.001112
                           0.000494
                                      0.000494
                                                 0.000371
                                                            0.003643
                                                                       0.961357
 53
     0.993276
                0.001198
                           0.000533
                                      0.000533
                                                 0.000399
                                                            0.004061
                                                                       0.960939
 54
                                                                       0.960473
     0.992603
                0.001291
                           0.000574
                                      0.000574
                                                 0.000430
                                                            0.004527
 55
     0.991863
                0.001392
                                                            0.005044
                                                                       0.959956
                           0.000619
                                      0.000619
                                                 0.000464
 56
     0.991052
                0.001500
                           0.000667
                                      0.000667
                                                            0.005614
                                                                       0.959386
                                                 0.000500
 57
     0.990165
                0.001617
                           0.000719
                                      0.000719
                                                 0.000539
                                                            0.006241
                                                                       0.958759
 58
     0.989199
                0.001743
                                                            0.006927
                           0.000775
                                      0.000775
                                                 0.000581
                                                                       0.958073
 59
     0.988145
                0.001879
                                                            0.007679
                           0.000835
                                      0.000835
                                                 0.000626
                                                                       0.957321
 60
     0.986993
                0.002025
                           0.000900
                                      0.000900
                                                 0.000675
                                                            0.008506
                                                                       0.956494
 61
     0.985734
                0.002183
                                                            0.009415
                                                                       0.955585
                           0.000970
                                      0.000970
                                                 0.000728
 62
                                                            0.010414
     0.984357
                0.002353
                                                 0.000784
                                                                       0.954586
                           0.001046
                                      0.001046
 63
     0.982851
                0.002536
                           0.001127
                                      0.001127
                                                 0.000845
                                                            0.011512
                                                                       0.953488
                                                            0.012719
 64
     0.981205
                0.002734
                           0.001215
                                      0.001215
                                                 0.000911
                                                                       0.952281
 65
     0.979405
                0.002947
                                                 0.000982
                                                            0.014046
                           0.001310
                                      0.001310
                                                                       0.950954
                                                            0.015504
 66
     0.977437
                0.003176
                           0.001412
                                      0.001412
                                                 0.001059
                                                                       0.949496
                0.003424
                                                                       0.947893
 67
     0.975284
                                                 0.001141
                                                            0.017107
                           0.001522
                                      0.001522
                                                                       0.946132
 68
     0.972931
                0.003690
                                                 0.001230
                                                            0.018868
                           0.001640
                                      0.001640
                                                            0.020803
 69
     0.970357
                0.003978
                                                 0.001326
                                                                       0.944197
                           0.001768
                                      0.001768
                                                            0.022930
 70
     0.967542
                0.004288
                           0.001906
                                      0.001906
                                                 0.001429
                                                                       0.942070
 71
     0.964464
                0.004622
                                      0.002054
                                                 0.001541
                                                            0.025266
                           0.002054
                                                                       0.939734
                                                            0.027834
 72
     0.961096
                                      0.002214
                                                 0.001661
                0.004982
                           0.002214
                                                                       0.937166
                                                 0.001790
                                                            0.030655
 73
     0.957412
                0.005370
                           0.002387
                                      0.002387
                                                                       0.934345
                                                            0.033754
 74
                                                 0.001929
     0.953384
                0.005788
                           0.002572
                                      0.002572
                                                                       0.931246
 75
     0.948977
                0.006239
                           0.002773
                                      0.002773
                                                 0.002080
                                                            0.037159
                                                                       0.927841
                                                 0.002242
 76
     0.944158
                0.006725
                                      0.002989
                                                            0.040899
                           0.002989
                                                                       0.924101
                                                 0.002416
                                                            0.045008
 77
                                      0.003221
     0.938885
                0.007248
                           0.003221
                                                                       0.919992
                                                 0.002604
                                                            0.049520
                                      0.003472
                                                                       0.915480
 78
     0.933118
                0.007813
                           0.003472
 79
     0.926811
                0.008421
                           0.003743
                                      0.003743
                                                 0.002807
                                                            0.054475
                                                                       0.910525
                                      0.004034
                                                 0.003026
                                                            0.059916
 80
     0.919913
                0.009077
                           0.004034
                                                                       0.905084
                                                 0.003261
                                      0.004348
                                                            0.065890
 81
     0.912368
                0.009784
                           0.004348
                                                                       0.899110
                                      0.004687
                                                 0.003515
                                                            0.072448
 82
     0.904116
                0.010546
                           0.004687
                                                                       0.892552
                                      0.005052
                                                 0.003789
                                                            0.079647
 83
     0.895092
                0.011368
                           0.005052
                                                                       0.885353
 84
                           0.005446
                                      0.005446
                                                 0.004084
                                                            0.087547
     0.885224
                0.012253
                                                                       0.877453
                                      0.005870
                                                 0.004402
 85
                           0.005870
                                                            0.096216
     0.874435
                0.013207
                                                                       0.868784
                                      0.006327
                                                 0.004745
 86
                0.014236
                                                            0.105726
     0.862639
                           0.006327
                                                                       0.859274
87
     0.849744
                0.015345
                           0.006820
                                      0.006820
                                                 0.005115
                                                            0.116157
                                                                       0.848843
                           0.007351
                                      0.007351
                                                 0.005513
                                                            0.127596
 88
     0.835649
                0.016540
                                                                       0.837404
                                      0.007923
                                                 0.005943
89
                           0.007923
                                                            0.140136
     0.820247
                0.017828
                                                                       0.824864
                                      0.008541
90
     0.803417
                0.019216
                           0.008541
                                                 0.006405
                                                            0.153880
                                                                       0.811120
                           0.009206
                                      0.009206
91
     0.785031
                0.020713
                                                 0.006904
                                                            0.168940
                                                                       0.796060
                           0.009923
                                      0.009923
                                                 0.007442
92
     0.764951
                0.022326
                                                            0.185435
                                                                       0.779565
93
     0.743026
                0.024065
                           0.010696
                                      0.010696
                                                 0.008022
                                                            0.203496
                                                                       0.761504
                           0.011529
                                      0.011529
94
                0.025939
                                                 0.008646
                                                                       0.741737
     0.719094
                                                            0.223263
                                                            0.244889
95
     0.692979
                0.027960
                           0.012426
                                      0.012426
                                                 0.009320
                                                                       0.720111
                           0.013394
                                      0.013394
96
                0.030137
                                                 0.010046
     0.664491
                                                            0.268537
                                                                       0.696463
97
                0.032484
                           0.014438
                                      0.014438
                                                 0.010828
     0.633430
                                                            0.294382
                                                                       0.670618
                           0.015562
 98
     0.599576
                0.035014
                                      0.015562
                                                 0.011671
                                                            0.322614
                                                                       0.642386
                0.037741
                           0.016774
                                      0.016774
99
     0.562698
                                                 0.012580
                                                            0.353432
                                                                       0.611568
                0.040681
                           0.018080
                                      0.018080
100
     0.522546
                                                 0.013560
                                                            0.387052
                                                                       0.577948
```

Tabelle 2: Einjährige Übergangswahrscheinlichkeiten

```
P(d(x+1) | b1(x))
                     P(d(x+1) | b2(x))
                                           P(d(x+1) | b3(x))
                                                                 P(d(x+1) | b4(x))
         P(b2(x+1) | b2(x))
                               P(b3(x+1)|b3(x)) P(b4(x+1)|b4(x))
\chi
                                                0.055525
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
 1
                                                           0.934475
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
    0.035525
                                                                      0.065525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
    0.035525
                                                                      0.065525
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
 5
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
    0.035525
 7
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
    0.035525
               0.954475
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                                                      0.065525
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
 9
    0.035525
               0.954475
                                                                      0.065525
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
10
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
11
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                          0.045525
12
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
    0.035525
               0.954475
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
13
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                                           0.934475
14
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                                      0.065525
15
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
16
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
    0.035525
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
17
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
18
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
19
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
                                                           0.934475
                                                                      0.065525
20
    0.035525
               0.954475
                          0.045525
                                     0.944475
                                                0.055525
               0.954469
                                                           0.934469
                                                                      0.065531
21
    0.035531
                          0.045531
                                     0.944469
                                                0.055531
22
    0.035541
               0.954459
                          0.045541
                                     0.944459
                                                0.055541
                                                           0.934459
                                                                      0.065541
23
    0.035553
               0.954447
                          0.045553
                                     0.944447
                                                0.055553
                                                           0.934447
                                                                      0.065553
24
    0.035569
               0.954431
                          0.045569
                                                           0.934431
                                                                      0.065569
                                     0.944431
                                                0.055569
25
    0.035588
               0.954412
                          0.045588
                                     0.944412
                                                0.055588
                                                           0.934412
                                                                      0.065588
26
    0.035610
               0.954390
                          0.045610
                                     0.944390
                                                0.055610
                                                           0.934390
                                                                      0.065610
27
    0.035636
               0.954364
                          0.045636
                                                           0.934364
                                                                      0.065636
                                     0.944364
                                                0.055636
28
    0.035665
               0.954335
                          0.045665
                                     0.944335
                                                0.055665
                                                           0.934335
                                                                      0.065665
29
    0.035698
               0.954302
                          0.045698
                                     0.944302
                                                0.055698
                                                           0.934302
                                                                      0.065698
30
    0.035733
               0.954267
                          0.045733
                                     0.944267
                                                0.055733
                                                           0.934267
                                                                      0.065733
31
    0.035772
               0.954228
                          0.045772
                                                           0.934228
                                                                      0.065772
                                     0.944228
                                                0.055772
32
    0.035815
               0.954185
                                                                      0.065815
                          0.045815
                                     0.944185
                                                0.055815
                                                           0.934185
33
    0.035860
               0.954140
                          0.045860
                                     0.944140
                                                0.055860
                                                           0.934140
                                                                      0.065860
    0.035909
                                                           0.934091
34
               0.954091
                          0.045909
                                     0.944091
                                                0.055909
                                                                      0.065909
35
    0.035962
               0.954038
                          0.045962
                                     0.944038
                                                0.055962
                                                           0.934038
                                                                      0.065962
               0.953983
                                                           0.933983
                                                                      0.066017
36
    0.036017
                          0.046017
                                     0.943983
                                                0.056017
                                                           0.933924
                                                                      0.066076
37
    0.036076
               0.953924
                          0.046076
                                     0.943924
                                                0.056076
38
    0.036138
               0.953862
                                                0.056138
                                                           0.933862
                                                                      0.066138
                          0.046138
                                     0.943862
                                                           0.933796
                                                                      0.066204
39
    0.036204
               0.953796
                                                0.056204
                          0.046204
                                     0.943796
                                                           0.933727
                                                                      0.066273
40
    0.036273
               0.953727
                          0.046273
                                                0.056273
                                     0.943727
                                                           0.933652
                                                                      0.066348
41
    0.036348
               0.953652
                          0.046348
                                     0.943652
                                                0.056348
42
                                                0.056436
                                                           0.933564
                                                                      0.066436
    0.036436
               0.953564
                          0.046436
                                     0.943564
                                                                      0.066539
43
                                                0.056539
                                                           0.933461
    0.036539
               0.953461
                          0.046539
                                     0.943461
                                                                      0.066661
                                                           0.933339
44
    0.036661
               0.953339
                          0.046661
                                     0.943339
                                                0.056661
45
    0.036803
               0.953197
                          0.046803
                                     0.943197
                                                0.056803
                                                           0.933197
                                                                      0.066803
46
                                     0.943030
                                                0.056970
                                                           0.933030
                                                                      0.066970
    0.036970
               0.953030
                          0.046970
                                                           0.932836
                                                                      0.067164
                                                0.057164
47
                                     0.942836
    0.037164
               0.952836
                          0.047164
                                                           0.932612
                                                                      0.067388
48
    0.037388
               0.952612
                          0.047388
                                     0.942612
                                                0.057388
                                                           0.932355
                                     0.942355
                                                0.057645
                                                                      0.067645
49
    0.037645
               0.952355
                          0.047645
                                                           0.932062
                                                                      0.067938
50
    0.037938
               0.952062
                          0.047938
                                     0.942062
                                                0.057938
```

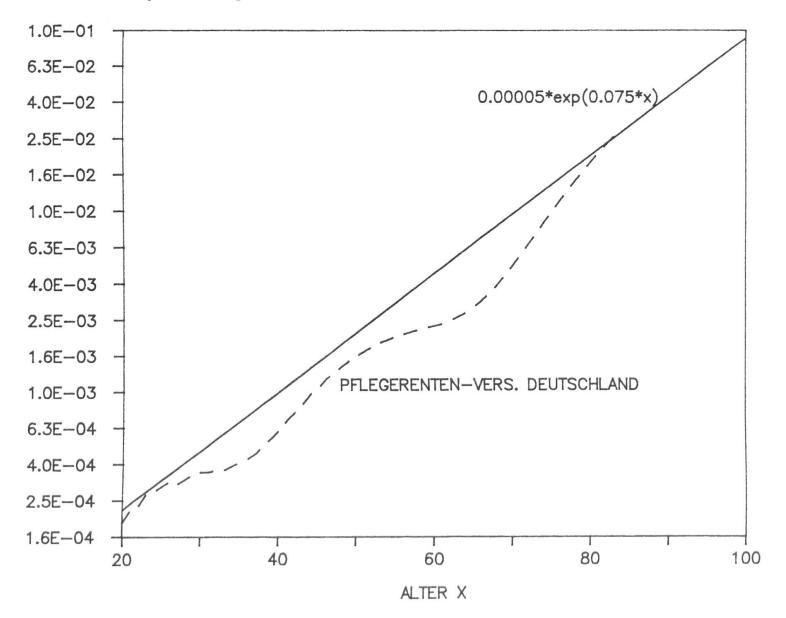
Tabelle 2: Einjährige Übergangswahrscheinlichkeiten Fortsetzung

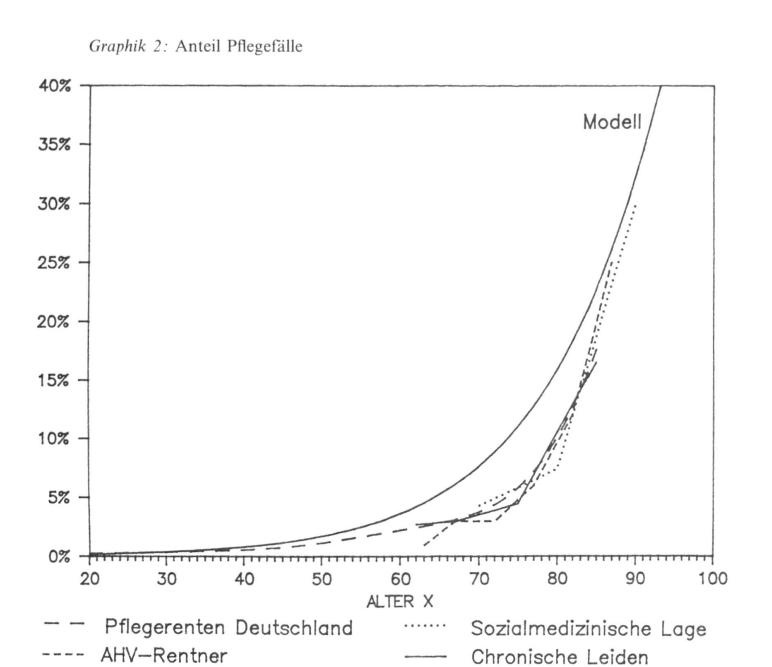
```
P(d(x+1) \mid b4(x))
P(d(x+1)|b1(x))
                      P(d(x+1) | b2(x))
                                            P(d(x + 1) | b3(x))
           P(b2(x+1) | b2(x))
                                P(b3(x+1) | b3(x))
                                                       P(b4(x+1) | b4(x))
\chi
51
     0.038269
                0.951731
                           0.048269
                                      0.941731
                                                            0.931731
                                                 0.058269
                                                                       0.068269
52
     0.038643
                0.951357
                           0.048643
                                      0.941357
                                                 0.058643
                                                            0.931357
                                                                       0.068643
53
     0.039061
                0.950939
                           0.049061
                                                 0.059061
                                                            0.930939
                                                                       0.069061
                                      0.940939
54
     0.039527
                0.950473
                           0.049527
                                      0.940473
                                                            0.930473
                                                                       0.069527
                                                 0.059527
 55
     0.040044
                0.949956
                           0.050044
                                      0.939956
                                                 0.060044
                                                            0.929956
                                                                       0.070044
                                                            0.929386
 56
     0.040614
                0.949386
                           0.050614
                                      0.939386
                                                 0.060614
                                                                       0.070614
 57
     0.041241
                0.948759
                           0.051241
                                                            0.928759
                                      0.938759
                                                 0.061241
                                                                       0.071241
 58
                                                            0.928073
     0.041927
                0.948073
                           0.051927
                                      0.938073
                                                 0.061927
                                                                       0.071927
 59
     0.042679
                0.947321
                           0.052679
                                      0.937321
                                                 0.062679
                                                            0.927321
                                                                       0.072679
 60
     0.043506
                0.946494
                           0.053506
                                      0.936494
                                                 0.063506
                                                            0.926494
                                                                       0.073506
                                                            0.925585
 61
     0.044415
                0.945585
                           0.054415
                                      0.935585
                                                 0.064415
                                                                       0.074415
                                                            0.924586
 62
     0.045414
                0.944586
                           0.055414
                                      0.934586
                                                 0.065414
                                                                       0.075414
                                      0.933488
                                                            0.923488
                                                                       0.076512
 63
     0.046512
                0.943488
                                                 0.066512
                           0.056512
                                                                       0.077719
                                                            0.922281
 64
     0.047719
                0.942281
                           0.057719
                                      0.932281
                                                 0.067719
 65
                                                 0.069046
                                                            0.920954
     0.049046
                0.940954
                           0.059046
                                      0.930954
                                                                       0.079046
                                                            0.919496
 66
     0.050504
                0.939496
                           0.060504
                                      0.929496
                                                 0.070504
                                                                       0.080504
                                                                       0.082107
 67
                                                 0.072107
                                                            0.917893
     0.052107
                0.937893
                           0.062107
                                      0.927893
 68
     0.053868
                                                 0.073868
                                                            0.916132
                                                                       0.083868
                0.936132
                           0.063868
                                      0.926132
                                                            0.914197
 69
                                                 0.075803
                                                                       0.085803
     0.055803
                0.934197
                           0.065803
                                      0.924197
                                                            0.912070
 70
     0.057930
                0.932070
                           0.067930
                                      0.922070
                                                 0.077930
                                                                       0.087930
     0.060266
                                                 0.080266
                                                            0.909734
 71
                0.929734
                           0.070266
                                      0.919734
                                                                       0.090266
                                                 0.082834
                                                            0.907166
 72
     0.062834
                0.927166
                                      0.917166
                           0.072834
                                                                       0.092834
                                                 0.085655
                                                            0.904345
73
     0.065655
                0.924345
                           0.075655
                                      0.914345
                                                                       0.095655
                                                            0.901246
74
                                                 0.088754
     0.068754
                0.921246
                           0.078754
                                      0.911246
                                                                       0.098754
                0.917841
 75
     0.072159
                           0.082159
                                      0.907841
                                                 0.092159
                                                            0.897841
                                                                       0.102159
 76
     0.075899
                0.914101
                           0.085899
                                      0.904101
                                                 0.095899
                                                            0.894101
                                                                       0.105899
                                                 0.100008
                                                            0.889992
 77
                                      0.899992
     0.080008
                0.909992
                           0.090008
                                                                       0.110008
                                                 0.104520
                                                            0.885480
                                                                       0.114520
                                      0.895480
 78
     0.084520
                0.905480
                           0.094520
 79
                0.900525
                           0.099475
                                      0.890525
                                                 0.109475
                                                            0.880525
     0.089475
                                                                       0.119475
                                                 0.114916
                                                            0.875084
80
                                      0.885084
     0.094916
                0.895084
                           0.104916
                                                                       0.124916
                                                 0.120890
                                                            0.869110
81
     0.100890
                0.889110
                                      0.879110
                           0.110890
                                                                       0.130890
                                      0.872552
                                                 0.127448
                                                            0.862552
82
     0.107448
                0.882552
                           0.117448
                                                                       0.137448
                                      0.865353
                                                 0.134647
                                                            0.855353
 83
     0.114647
                0.875353
                           0.124647
                                                                       0.144647
                                                 0.142547
                                      0.857453
                                                            0.847453
84
                           0.132547
     0.122547
                0.867453
                                                                       0.152547
                                      0.848784
                                                 0.151216
85
     0.131216
                0.858784
                           0.141216
                                                            0.838784
                                                                       0.161216
86
     0.140726
                0.849274
                           0.150726
                                      0.839274
                                                 0.160726
                                                            0.829274
                                                                       0.170726
                                      0.828843
                                                 0.171157
 87
     0.151157
                0.838843
                           0.161157
                                                            0.818843
                                                                       0.181157
                                      0.817404
                           0.172596
                                                 0.182596
                                                            0.807404
88
     0.162596
                0.827404
                                                                       0.192596
                                      0.804864
                                                 0.195136
 89
     0.175136
                0.814864
                           0.185136
                                                            0.794864
                                                                       0.205136
                                      0.791120
 90
     0.188880
                0.801120
                           0.198880
                                                 0.208880
                                                            0.781120
                                                                       0.218880
                           0.213940
                                      0.776060
                                                 0.223940
 91
     0.203940
                0.786060
                                                            0.766060
                                                                       0.233940
                                      0.759565
92
     0.220435
                0.769565
                           0.230435
                                                 0.240435
                                                            0.749565
                                                                       0.250435
                           0.248496
                                      0.741504
                                                 0.258496
93
                0.751504
     0.238496
                                                            0.731504
                                                                       0.268496
                                      0.721737
                           0.268263
                                                 0.278263
94
     0.258263
                0.731737
                                                            0.711737
                                                                       0.288263
                0.710111
                           0.289889
                                      0.700111
                                                 0.299889
95
     0.279889
                                                            0.690111
                                                                       0.309889
                                      0.676463
96
                0.686463
                           0.313537
                                                 0.323537
     0.303537
                                                            0.666463
                                                                       0.333537
                           0.339382
 97
     0.329382
                0.660618
                                      0.650618
                                                 0.349382
                                                            0.640618
                                                                       0.359382
                                      0.622386
                                                            0.612386
98
     0.357614
                0.632386
                           0.367614
                                                 0.377614
                                                                       0.387614
                           0.398432
                                      0.591568
 99
     0.388432
                0.601568
                                                 0.408432
                                                            0.581568
                                                                       0.418432
                0.567948
                           0.432052
                                      0.557948
100
     0.422052
                                                 0.442052
                                                            0.547948
                                                                       0.452052
```

Tabelle 3: Barwerte

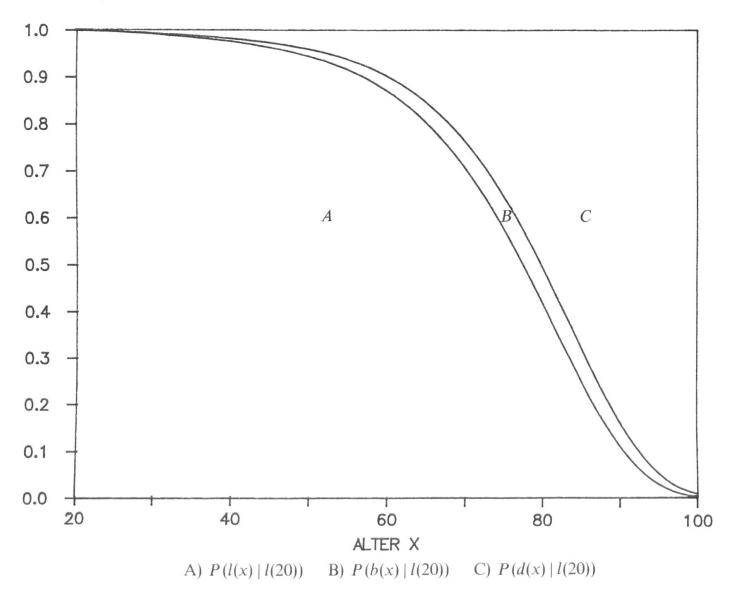
X	BW(x)
20	0.247
25	0.279
30	0.314
35	0.350
40	0.386
45	0.420
50	0.449
55	0.471
60	0.482
65	0.480
70	0.463

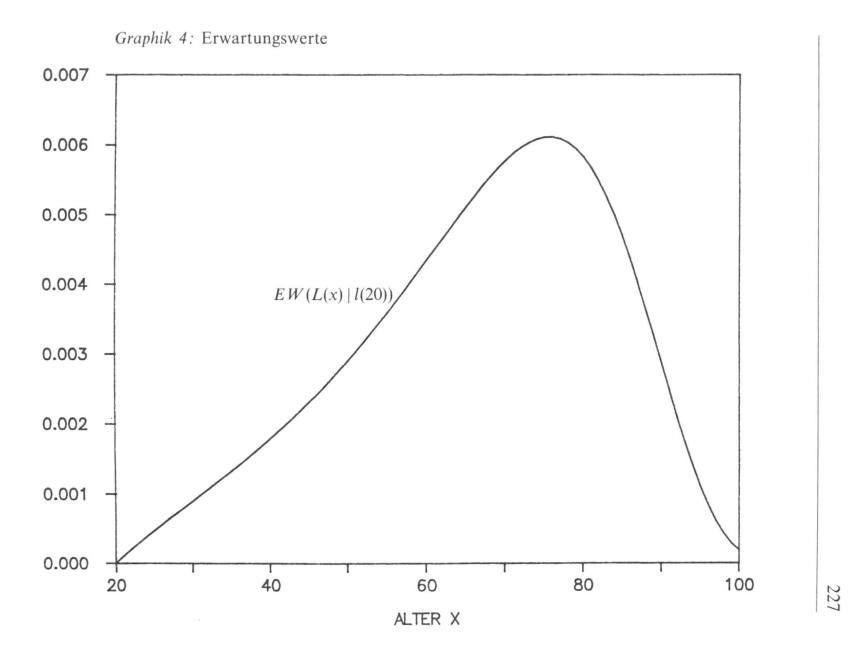
Graphik 1: Pflegefallwahrscheinlichkeiten





Graphik 3: Zustandswahrscheinlichkeiten





Zusammenfassung

Mit Markovketten kann die zeitliche Entwicklung eines Risikos modellmässig erfasst werden. In periodischen Abständen beschreibt eine Wahrscheinlichkeitsverteilung die möglichen "Zustände des Versicherten". Die (diskontierten) Versicherungsleistungen bilden eine Folge von Zufallsvariablen. Barwerte sind Summen bedingter Erwartungswerte.

Am Beispiel einer Pflegeversicherung nach deutschem Muster wird gezeigt, dass sich das Modell sowohl in der Theorie als auch in der Praxis bewährt.

Résumé

Les chaînes de Markov permettent de décrire l'évolution d'un risque au cours du temps. Le modèle mathématique correspondant définit les probabilités des divers "états possibles d'un assuré" à des époques équidistantes. Les prestations d'assurance (escomtées) forment une suite de variables aléatoires. Les valeurs actuelles sont des sommes d'espérances mathématiques conditionelles. L'article montre – sur l'exemple de l'assurance des soins pour impotents exploitée en Allemagne – que le modèle est efficace aussi bien au point de vue théorique que pratique.

Summary

The development of an individual risk can often be described by means of Markov chains. In each discrete time point a probability distribution on the possible states of the insured is defined. The discounted insurance payments form a sequence of random variables. Present values are sums of conditional expected values.

The German medical care insurance is taken as an example to show that the above model stands the test in theory as well as in practice.