

Multikompartiment-Modelle für Längsschnittanalysen in der Gesetzlichen Pflegeversicherung in Deutschland

Schuster R^{1,2}, Moldenhauer M³

¹Medizinischer Dienst der Krankenversicherung Nord, Lübeck, Deutschland

²Institut für Mathematik, Universität zu Lübeck, Deutschland

³BKK-Bundesverband, Essen, Deutschland

reinhard.schuster@mdk-nord.de

Einleitung und Fragestellung Seit 1995 gibt es Leistungen der Gesetzlichen Pflegeversicherung in der häuslichen Pflege, seit 1996 auch in der stationären Pflege. Die Pflegeversicherung gewährt Geld- und Sachleistungen in Abhängigkeit vom Grad der Pflegebedürftigkeit, der im wesentlichen in drei Pflegestufen gemessen wird. Die Leistungsart (Geld-, Sach- und Kombileistungen in der häuslichen Pflege) werden durch die Versicherten beantragt, die Stufe der Pflegebedürftigkeit wird durch die Pflegekassen auf der Basis von Gutachten des Medizinischen Dienstes der Krankenversicherung (MDK) festgelegt. Leistungsart und Pflegestufe ergeben aus versicherungsmathematischer Sicht Kostenkoeffizienten. Verläufe der Pflegebedürftigkeit, Entwicklungsprognosen unter sich verändernden demografischen Verhältnissen und versicherungsmathematische Untersuchungen der Veränderungen von Übergangsraten z.B. durch unterstützende Maßnahmen zu einer Verlängerung des Bezugszeitraumes von Pflegegeld erfordern Längsschnittuntersuchungen. In [1], [3] werden Markov-Modelle verwendet. Die Voraussetzung der Unabhängigkeit der Übergangsraten von der Dauer der bis dahin erfolgten Pflegeleistungen ist zu hinterfragen, dies gilt erst recht für die Frage, ob für Verlaufstudien der davor erbrachte Leistungszeitraum unberücksichtigt bleiben kann [5]. Vorhandene Forschungsarbeiten und öffentlich verfügbare statistische Basisinformationen basieren in der Regel auf Querschnitterhebungen (vgl. Literaturverzeichnis in [5]).

Material und Methoden Es wurden für $n=465.000$ Versicherte von Betriebskrankenkassen Verlaufsdaten pro Quartal mit Angaben zu Pflegestufe, Leistungsart, Alter und Geschlecht untersucht. Es lagen keine Informationen zu Versicherten vor, die vor 2001 aus dem Leistungsbezug ausgeschieden sind. Routinedaten der gesetzlichen Pflegeversicherung, die pseudonymisiert personengebundene Verläufe beinhalten, eignen sich gut für Verlaufstudien. Es werden Multikompartiment-Modelle und Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen verwendet. Für Simulationsrechnungen kommt Mathematica für Windows 5.1 zur Anwendung. Zur Datenaggregation wird Perl verwendet, als Datenbank MySQL.

Ergebnisse Multikompartiment-Modelle sind in verschiedener Informationstiefe geeignet, den Versicherungsverlauf zu beschreiben und diesen unter verschiedenen demografischen Voraussetzungen und für zusätzliche Leistungsangebote an die Versicherten zu simulieren. Bereits die Übergangswahrscheinlichkeit für Leistungsende durch Tod ist wesentlich von der Dauer des bisherigen Leistungsbezuges abhängig. Es ergibt sich ein monoton fallender Verlauf, der aber nicht ausreichend genau durch eine Exponentialfunktion beschrieben werden kann. Dies trifft ebenso zu, wenn durch Kombination von Alter, Geschlecht, Leistungsart und Pflegestufe eine Vielzahl von Kompartimenten entstehen. Die Voraussetzungen zu Markov-Modellen (Verlaufsunabhängigkeit) sind nicht oder zumindest nur mit Einschränkungen gegeben. Es reicht nicht aus, Alter als Kovariable in einem Cox-Modell zu betrachten. Die Zusammenhänge werden durch mehrparametrische Kurven- bzw. Flächenscharen modelliert. Für eine Interpretation ist es günstig, wenn diese Lösungen sich aus Differential- bzw. Integralgleichungen ergeben. An dieser Stelle können als ein Beispiel eines durch Nichtlinearitäten bedingten Effektes unterschiedliche Zeitskalen entstehen, wie z.B. aus der Michaelis-Menten-Theorie enzymatischer Reaktionen bekannt ist. Die Übergangswahrscheinlichkeiten ergeben sich in dieser Modellierung aus den Lösungen nichtlinearer Differentialgleichungen oder auch aus der Lösung von Integralgleichungen. Mit den so modellierten Übergangswahrscheinlichkeiten wird anschließend ein System gewöhnlicher linearer Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten für das Multikompartiment-Modell verwendet, dessen Lösungen sich gut zu Simulationen mit Mathematica eignen. Mit diesen Modellen können unter unterschiedlichen Bedingungen Zusammenhänge zwischen Inzidenz und Prävalenz bestimmt werden bzw. durch Inzidenzwerte aus der MDK-Begutachtungspraxis Leistungsprognosen abgeleitet werden.

Diskussion Es ist zu beachten, dass die Gruppe der Versicherten, die seit Beginn der Pflegeversicherung (mit unterschiedlichen Zeitpunkten ambulant und stationär) Leistungen erhalten haben, sich von den übrigen unterscheiden können (zensierte Daten). Eine Reihe weiterer organisatorischer Einflüsse, wie die Kassenöffnung von Betriebskrankenkassen oder Veränderungen im Leistungsangebot können Störgrößen in Bezug auf einen homogenen Verlauf darstellen. Bei der Modellierung wurde die nur mit bestimmten Einschränkungen erfüllte Unabhängigkeit vom Zeitpunkt des Leistungsbeginns vorausgesetzt. Auch bei der verwendeten Größe der untersuchten Population sind längere Zeitreihen wünschenswert, um diese Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Leistungsbeginns statistisch signifikant quantifizieren zu können. Eine hohe Auflösung in der Kompartimenteinteilung (z.B. Betrachtung des Alters in der Auflösung von einem Jahr) führt selbst bei einer Populationsgröße von $n=465.000$ zu einem statistischen Rauschen, das stärker als der Verlaufseffekt ist. Stabile Ergebnisse ergeben sich beim Alter bei Zehnjahresschritten. Für weiterführende Überlegungen ist eine höhere Auflösung wünschenswert (z.B. bei Simulationen zu demografischen Veränderungen). Diese erreichen wir im Modell durch Interpolation mit Hilfe der betrachteten Flächenscharen bzw. der Lösungen nichtlinearer Differentialgleichungen. Mathematisch ist an dieser Stelle der Einfluss von Mittelwertoperatoren zu untersuchen (analog zu Ansätzen in der Differentialgeometrie). Modelliert man auf grober Stufe nur die Sterberate in Abhängigkeit vom Leistungsbezug mit einem konstanten Jahreswert, so führen die Inzidenz- und Prävalenzangaben der Jahre seit Einführung der Pflegeversicherung zu keinem sinnvollen Ergebnis, da Einführungseffekte ein relativ stabiles Gleichgewicht wesentlich überlagern. Dies unterstreicht die Notwendigkeit der Verwendung von personenbezogenen Verlaufsdaten. Mit den vorhandenen Daten sind auch Regionalanalysen möglich (auf der Basis dreistelliger PLZ), wobei ein Bezug auf eine Klassifikation der Altersverteilungen der Länder [7] sinnvoll ist.

Literatur

- [1] Helms F, Czado C, Gschlöbl S. Calculation of LTC Premiums based on direct estimations of transition probabilities. Discussion Paper 393 beim SFB 386 "Diskrete Strukturen".
- [2] Czado C, Gschlöbl S. Modeling of transition intensities and probabilities in a German long term care portfolio with known diagnosis. Discussion Paper 302 beim SFB 386 "Diskrete Strukturen".
- [3] Czado C, Rudolph F. Application of Survival Analysis methods to Long Term care Insurance. Insurance: Mathematics and Economics 31, 395-413.
- [4] Gschlöbl, S. Neuere statistische Methoden in der Pflegeversicherung. Diplomarbeit, Technische Universität München 2002.
- [5] Prüß U, Küpper-Nybelen J, Ihle P, Schubert I. Verläufe von Pflegebedürftigkeit in Hessen in den Jahren 1999 bis 2002. Ergebnisse einer Längsschnittstudie. Gesundheitswesen 2006;68: 123-127.
- [6] Rudolph F. Anwendungen der Überlebenszeitanalyse in der Pflegeversicherung. Diplomarbeit, Technische Universität München 2000.
- [7] Schuster R, Moldenhauer M. Age distribution and growth models in the Long-Term Care Insurance System, to appear (abstract: GfKL Jahrestagung 2006).
- [8] Schuster R. Grundkurs Biomathematik, Teubner 1995.