

Stochastic claims reserving and solvency

Doctoral Thesis

Author(s):

Salzmann, Robert

Publication date:

2012

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-007566137>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Diss. ETH No. 20406

Stochastic Claims Reserving and Solvency

A dissertation submitted to
ETH ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by

ROBERT SALZMANN

MSc ETH Applied Mathematics
born 27. August 1982
citizen of Naters (VS), Switzerland

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Paul Embrechts, examiner
Prof. Dr. Michael Merz, co-examiner
Prof. Dr. Mario V. Wüthrich, co-examiner

2012

Abstract

After many insurance companies got into financial distress after the burst of the dot-com bubble in the year 2000 and the terrorist attacks of 9/11 in the US, it became apparent that *solvency regulation* of that time was not sufficient to cope with the challenges of a global economic system. As a consequence, European regulators started to design new solvency frameworks with the aim to establish a more resilient insurance industry that is better prepared for future stress situations. A key aspect of new solvency frameworks is the focus on the assumed risks instead of accounting for statutory rules. These changes impose considerable challenges to regulators and the insurance industry.

In this thesis we present a mathematical contribution that addresses several aspects of risk-based solvency regulation for non-life insurance companies. In particular we study the claims reserving problem which is one of the classical problems of actuarial science. More precisely the four papers provided in this thesis contribute to the field of *stochastic claims reserving*. Understanding and quantifying the reserve risks appropriately is not only important for solvency regulation but also provides insurance companies valuable insights that are essential to establish a profitable business model in accordance with solvency requirements.

Paper A yields a mathematically consistent approach for the calculation of reserves with protection against shortfalls in a non-life insurance liability runoff. We present and discuss different approximations to the mathematically consistent multiperiod risk measure approach.

Paper B offers a Bayesian model framework to study the prediction uncertainty of the claims development result (CDR) by means of higher moments. The CDR has emerged as one of the major risk drivers for the reserve risks under new solvency considerations such as Solvency II and the Swiss Solvency Test.

Paper C discusses a multivariate Bayesian model that allows to model accounting year effects like claims inflation. Claims inflation is a superimposed risk factor that may affect claims payments corresponding to different accident years simultaneously. Despite this, most claims reserving models

assume accident years to be independent which is a model misspecification when claims inflation is present.

Paper D presents a class of distribution-free claims reserving models that combines aspects of a multiplicative (chain ladder approach) and an additive (Bornhuetter-Ferguson approach) claims reserving model providing estimators for the reserves, the conditional mean squared error of prediction (MSEP), and the uncertainty in the CDR.

Kurzfassung

Aufgrund grosser Verwerfungen an den Finanzmärkten, wie z.B. nach dem Platzen der Dotcom-Blase im Jahre 2000 und den Terroranschlägen in den USA vom 9. September 2001, gerieten viele Versicherungsgesellschaften in finanzielle Schwierigkeiten. Diese Ereignisse zeigten, dass die damaligen Solvenzvorschriften unzureichend waren um Versicherungsgesellschaften gegen derartige finanzielle Stresssituationen abzusichern. Darauf folgend wurden in Europa die *Solvenzvorschriften* überarbeitet mit dem Ziel eine stabile Versicherungswirtschaft zu schaffen, welche auf zukünftige Stresssituationen im internationalen Finanzsystem vorbereitet ist. Als Kernkomponente der neuen Solvenzvorschriften kann die Fokussierung auf die tatsächlich eingegangenen Risiken gesehen werden. Demgegenüber stehen die starren statutarischen Vorschriften früherer Regulierung. Diese neue risikobasierte Methodik stellt sowohl Regulatoren als auch die Versicherungswirtschaft vor neue Herausforderungen.

Diese Dissertation befasst sich mit mathematischen Methoden zur Lösung verschiedener Probleme die sich aufgrund risikobasierter Solvenzvorschriften für Nicht-Lebensversicherungen ergeben. Im Wesentlichen befassen wir uns mit dem Schadenreservierungsproblem für Nicht-Lebensversicherungen. Die Evaluation von Schadenreserven ist ein klassisches Problem in der Versicherungspraxis und der aktuariellen Wissenschaft. Die Teildisziplin der risikobasierten Beurteilung der Schadenreserven wird oft als *stochastische Schadenreservierung* bezeichnet. Eine objektive Evaluation des Reserverisikos ist einerseits die Voraussetzung zur Bestimmung von risikobasiertem Solvenzkapital und andererseits eine unentbehrliche Grundlage für Versicherungsgesellschaften zum Aufbau eines profitablen Geschäftsmodells.

In **Artikel A** entwickeln wir eine mathematisch konsistente Methode zur Berechnung von Schadenreserven mit Schutz gegen Deckungslücken in der Abwicklung von ausstehenden Nicht-Lebensversicherungs-Verpflichtungen. Mit Hilfe von sogenannten Risikomassen für Mehr-Perioden-Modelle quantifizieren wir die Unsicherheit in der verbleibenden Schadenabwicklung. Zu dem mathematisch konsistenten Vorgehen geben wir vereinfachende Näherungen und diskutieren deren Unterschiede.

In **Artikel B** führen wir ein Bayes-Modell ein, für welches höhere Momente des sogenannten Abwicklungsergebnisses berechnet werden können. Das Abwicklungsergebnis ist einer der Hauptrisikofaktoren für die Schadenreserven unter neuen Solvenzvorschriften wie Solvency II und dem Swiss Solvency Test.

In **Artikel C** definieren wir ein multivariates Bayes-Modell, welches es ermöglicht sogenannte Kalenderjahreffekte zu modellieren. Ein typisches Beispiel für einen Kalenderjahreffekt ist die sogenannte Schadeninflation. Diese ist ein weiterer Hauptrisikofaktor für die Schadenreserven. Schadeninflation wirkt sich auf verschiedene Schadenjahre gleichzeitig aus. Demgegenüber werden verschiedene Schadenjahre in den meisten Schadenreservierungsmodellen als unabhängig angenommen. Solche Modelle eignen sich deshalb nicht zur Analyse von Versicherungsportfolios in welchen Schadeninflation vorherrscht.

In **Artikel D** beschreiben wir eine Klasse von verteilungsfreien Schadenreservierungsmodellen welche verschiedene Gesichtspunkte eines multiplikativen Modells (vom chain ladder Typ) und eines additiven Modells (vom Bornhuetter-Ferguson Typ) kombiniert. Für diese Klasse von Modellen erhalten wir Formeln für die Reserven, den bedingten mittleren quadratischen Prognosefehler und die Unsicherheit im Abwicklungsergebnis.