

Pricing, Hedging, and the Roles of Different Market Players in the Longevity Risk Transfer Market

Zusammenfassung der Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr. rer. pol. an der Universität Ulm

Arne Freimann

Anbieter kapitalgedeckter Formen der betrieblichen oder privaten Altersvorsorge, wie Pensionsfonds oder Versicherer, sichern ihre Kunden durch die Zusage lebenslanger Rentenzahlungen gegen deren individuelles finanzielles Risiko ab, länger zu leben als die Ersparnisse im Alter ausreichen. Durch diesen Risikotransfer übernehmen diese Unternehmen mehrere Komponenten dieses sogenannten Langlebighkeitsrisikos:

- Das unsystematische – und im Versichertenkollektiv diversifizierbare – Risiko, dass einzelne Kunden länger leben als andere,
- das sogenannte Basisrisiko, dass das Kundenkollektiv eine von der Gesamtbevölkerung abweichende Sterblichkeit aufweist
- und schließlich das systematische Risiko, dass die Kunden in Folge unerwarteter zukünftiger Verbesserungen der Sterblichkeit insgesamt länger leben als in der Tarifikalkulation erwartet.

In Folge des signifikanten Anstiegs der weltweiten Lebenserwartung im vergangenen Jahrhundert rückt insbesondere diese dritte systematische – und im Versichertenkollektiv nicht diversifizierbare – Komponente des Langlebighkeitsrisikos immer stärker in den Fokus der Wissenschaft, der Versicherer und der Aufsichtsbehörden. Die Dimension dieses Risikos ist immens: Weitere unerwartete zukünftige Verbesserungen der Sterblichkeit könnten dazu führen, dass die weltweiten Rückstellungen für Renten- und Pensionszusagen um 5 bis 8 Billionen USD aufgestockt werden müssen, vgl. Michaelson and Mulholland (2014).

Das sinnvolle Management von Langlebighkeitsrisiken stellt eine große Herausforderung für Pensionsfonds und Versicherer dar. Eine mögliche Herangehensweise ist Langlebighkeits-Hedging: Versicherer transferieren ausgewählte Komponenten des Risikos mit Hilfe geeigneter Finanzinstrumente (sogenannter Langlebighkeits-Hedges) an eine dritte Partei. Dies sind typischerweise Rückversicherer oder Kapitalmarktinvestoren, die im Austausch eine Risikoprämie erhalten. In den vergangenen Jahren

hat sich auf diese Weise ein globaler Markt für den Transfer von Langlebighkeitsrisiken entwickelt, der sogenannte „Longevity Risk Transfer Market“. Mittlerweile wurden in diesem Markt Rentenzusagen im Wert von über 600 Mrd. USD abgesichert, wobei der Großteil der darin enthaltenen Langlebighkeitsrisiken von global agierenden Rückversicherern aufgenommen wurde, vgl. Blake et al. (2019).

Eine wesentliche Voraussetzung für ein sinnvolles Risikomanagement und einen effizienten Risikotransfer sind adäquate Modellierungs- und Bewertungstechniken. Um die vielschichtigen ökonomischen Auswirkungen von Langlebighkeits-Hedging vollumfänglich zu erfassen, sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen: Die marktkonsistente Bewertung des Hedges, die Auswirkungen auf zukünftige Solvenzkapitalanforderungen und die zuverlässige Quantifizierung potentieller Restrisiken, die nicht durch den Hedge abgedeckt sind.

Die drei Forschungsarbeiten dieser Dissertation befassen sich mit unterschiedlichen Fragestellungen, die sich in diesem Kontext ergeben: In der ersten Arbeit wird ein neues stochastisches Modell für die Risikoanalyse und marktkonsistente Bewertung von Langlebighkeits-Hedges entwickelt. Erstmals wird dabei das Risiko zukünftiger Änderungen des langfristigen Sterblichkeitstrends in der marktkonsistenten Bewertung von Langlebighkeits-Hedges berücksichtigt. Das Modell lässt sich auf verschiedene Versichertenbestände anwenden und überwindet wesentliche Schwächen bestehender Modellierungsansätze. Die zweite Arbeit beleuchtet die Auswirkungen verschiedener Langlebighkeits-Hedges auf Versicherer unter Solvency II. Erstmals werden dabei zwei Aspekte simultan betrachtet: Der risikomindernde Effekt und die ökonomische Wirkungsweise in Bezug auf die Eigenkapitalkosten-Entlastung nach Berücksichtigung der Absicherungskosten. Die dritte Arbeit untersucht, wie sich die Wettbewerbsdynamik des Marktes für den Transfer von Langlebighkeitsrisiken unter Berücksichtigung des simultanen Zusammenspiels zwischen Erstversicherern, Rückversicherern und Kapitalmarktinvestoren mit zunehmender Marktsättigung entwickelt. Daraus können Rückschlüsse gezogen werden, wie Langlebighkeitsrisiken möglichst effizient auf die verschiedenen Marktteilnehmer verteilt werden sollten, um die vorhandenen Risikoaufnahmekapazitäten bestmöglich zu nutzen.

Im Folgenden werden diese drei Forschungsarbeiten einzeln vorgestellt.

Pricing longevity-linked securities in the presence of mortality trend changes

Die erste Arbeit entwickelt das stochastische Grundmodell für die folgenden Arbeiten und die dafür benötigten theoretischen Grundlagen.

Die überwiegende Mehrzahl existierender stochastischer Sterblichkeitsmodelle modelliert im Wesentlichen die Zufallsstruktur von Schwankungen der Sterblichkeit um den aktuellen Trend der Sterblichkeitsentwicklung. Obwohl es eindeutige empirische Belege für mehrere signifikante permanente Änderungen des langfristigen Sterblichkeitstrends in der Vergangenheit gibt, wird das Risiko weiterer unerwarteter zukünftiger Trendänderungen oft nur unzureichend oder gar nicht modelliert. Diese Unzulänglichkeit bestehender Modelle wird in dieser Arbeit vermieden, indem zunächst das stochastische Sterblichkeitsmodell von Cairns-Blake-Dowd um einen stochastischen Trendprozess für die übergeordnete Sterblichkeitsentwicklung der Gesamtbevölkerung erweitert wird. Zusätzlich – und konsistent dazu – wird eine davon potentiell abweichende Sterblichkeitsentwicklung in Versichertenbeständen berücksichtigt.

Analog zu anderen Finanzmarktmodellen erfordert die arbitragefreie Bewertung von Langlebigkeits-Hedges auch in diesem Modell den Wechsel zu einem risikoadjustierten Maß, welches die zugrundeliegende Modellstruktur bewahrt. In dieser Arbeit wird gezeigt, wie solche Risikomaße in Modellen mit stochastischen Trendänderungen konstruiert werden können. Eine zentrale Rolle kommt dabei dem sogenannten „Marktpreis des Langlebigkeitsrisikos“ zu, der die Verbindung zwischen dem objektiven und dem risikoadjustierten Maß herstellt. Aufgrund der frühen Entwicklungsstufe des Marktes kann dieser Treiber leider nicht sinnvoll an aktuelle Marktpreise kalibriert werden. In der Arbeit wird gezeigt, wie auch in solchen Fällen eine marktkonsistente Kalibrierung erfolgen kann, indem die Wahrscheinlichkeitsverteilung der zukünftigen Eigenkapitalkosten unter Solvency II als Referenzpunkt herangezogen wird.

Im numerischen Teil der Arbeit wird das Modell ausführlich mit alternativen Modellierungs- und Bewertungsansätzen verglichen, die das Risiko zukünftiger Trendänderungen unberücksichtigt lassen. Dabei zeigt sich, dass das Modell eine signifikant andere Risikoprämien-Struktur erzeugt, die insbesondere für längere Laufzeiten sachgemäßer erscheint.

A combined analysis of hedge effectiveness and capital efficiency in longevity hedging

Aufbauend auf dem Modellrahmen der ersten Arbeit untersucht die zweite Arbeit die Auswirkungen verschiedener Langlebigkeits-Hedges auf Versicherer, die unter Solvency II operieren, anhand von zwei Dimensionen:

- Einerseits die Effektivität eines Hedges gemessen anhand der erreichten Volatilitäts-Reduktion der zukünftigen Cash-flows („*Hedge Effectiveness*“).
- Andererseits die ökonomische Effizienz des Hedges gemessen anhand der erreichten Eigenkapitalkosten-Reduktion nach Abzug der Absicherungskosten („*Capital Efficiency*“).

Bislang wurden diese beiden Aspekte in der akademischen Literatur ausschließlich getrennt voneinander betrachtet. Die simultane und konsistente Betrachtung beider Dimensionen ermöglicht in dieser Arbeit Zugang zu einer Reihe neuer wichtiger und interessanter Erkenntnisse.

Zunächst konnte gezeigt werden, dass die effektivste Absicherungsoption generell nicht simultan auch die ökonomisch effizienteste darstellt. Während ein maßgeschneiderter Hedge, der alle Komponenten des Langlebigkeitsrisikos vollständig absichert, die höchste *Hedge Effectiveness* liefert, bietet ein sinnvoll konstruierter index-basierter Hedge, der gewisse Basisrisiken beim Hedger belässt, die höchste *Capital Efficiency*. Dazwischen liegt eine Reihe verschiedener Instrumente, die für ein vorgegebenes Level an *Hedge Effectiveness* die höchste *Capital Efficiency* bieten (und umgekehrt). Von dieser „*Efficient Frontier*“ können Hedger ein für die individuellen Ziele passendes Instrument auswählen. Die Ergebnisse implizieren, dass unterschiedliche Instrumente ihre Existenzberechtigung haben und dass ökonomisch attraktive Absicherungsoptionen übersehen werden, wenn lediglich eine der beiden Dimensionen betrachtet wird.

Darüber hinaus wird gezeigt, dass die Ergebnisse massiv davon abhängen, ob der Versicherer für die Berechnung der Solvenzkapitalanforderungen (und deren Reduktion durch Hedging) ein risikobasiertes internes Modell oder die Solvency II Standardformel verwendet. Dies zeigt, dass die alleinige Verwendung der Standardformel suboptimale Anreize für das Management von Langlebigkeitsrisiken setzen kann.

On the economics of the longevity risk transfer market

Die dritte Arbeit untersucht, wie sich die Wettbewerbsdynamik des Marktes für den Transfer von Langlebighkeitsrisiken mit zunehmender Marktsättigung entwickelt. Dazu wird ein Marktmodell entwickelt, in dem drei verschiedene Arten an Marktteilnehmern miteinander interagieren können:

- Erstversicherer beurteilen unter simultaner Berücksichtigung der *Hedge Effectiveness* und der *Capital Efficiency*, ob der Markt ökonomisch attraktive Absicherungsoptionen bietet.
- Rückversicherer evaluieren, zu welchem Preis es – unter Berücksichtigung vorhandener Diversifikationskapazitäten – ökonomisch sinnvoll ist, Langlebighkeitsrisiken aufzunehmen oder auszulagern.
- Kapitalmarktinvestoren, als weitere potentielle Risikonehmer außerhalb des Rückversicherungssektors, evaluieren, welche risikoadjustierte Rendite ein potentieller Markteintritt verspricht.

Zunächst zeigt sich, dass Rückversicherer, die noch keine umfangreichen Langlebighkeitsrisiken aufgenommen haben, aufgrund signifikanter Diversifikationseffekte mit anderen Geschäftszweigen in der Lage sind, Langlebighkeitsrisiken recht preiswert abzusichern. Dieser Wettbewerbsvorteil einzelner Rückversicherer nimmt allerdings mit jeder weiteren Langlebighkeits-Transaktion ab, da der Grenznutzen einer weiteren Transaktion aufgrund abnehmender Diversifikationseffekte sinkt. Dies stellt eine wesentliche intrinsische anti-monopolistische Eigenschaft dieses Marktes dar.

Gleichzeitig lässt sich zeigen, dass der Markt mit zunehmender Sättigung des Rückversicherungssektors zunehmend attraktiv für Kapitalmarktinvestoren wird. Das Modell liefert dabei wichtige Erkenntnisse, welche Komponenten des Langlebighkeitsrisikos mit welcher Art von Hedging-Instrument an welche Partei transferiert werden sollten, um die vorhandenen Rückversicherungskapazitäten am effizientesten zu nutzen. Insbesondere zeigt sich, dass es für Kapitalmarktinvestoren ökonomisch ineffizient wäre, Langlebighkeitsrisiken direkt von Erstversicherern aufzunehmen. Stattdessen sollten zunächst Rückversicherer die Langlebighkeitsrisiken verschiedener Erstversicherer vollständig aufnehmen, diese soweit möglich diversifizieren und anschließend bestimmte Komponenten des Risikos mit geeigneten standardisierten Instrumenten an den Kapitalmarkt auslagern. Auf diese Weise können nachhaltig neue Rückversicherungskapazitäten für Transaktionen mit Erstversicherern geschaffen werden.

Literaturverzeichnis

Blake, D., Cairns, A. J. G., Dowd, K., and Kessler, A. R. (2019). Still living with mortality: The longevity risk transfer market after one decade. *British Actuarial Journal*, 24, e1:1–80.

Börger, M., Freimann, A., and Ruß, J. (2021). A combined analysis of hedge effectiveness and capital efficiency in longevity hedging. *Insurance: Mathematics and Economics*, 99:309–326.

Börger, M., Freimann, A., and Ruß, J. (2022). *On the economics of the longevity risk transfer market*. Working Paper Universität Ulm.

Freimann A. (2021). Pricing longevity-linked securities in the presence of mortality trend changes. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 51(2):411–447.

Michaelson, A. and Mulholland, J. (2014). Strategy for increasing the global capacity for longevity risk transfer: Developing transactions that attract capital market investors. *The Journal of Alternative Investments*, 17(1):18–27.