

Ergebnisbericht des Ausschusses Schadenversicherung

Stochastische Einzelschadenreservierung

Köln, 4. Februar 2025

Präambel

Die Arbeitsgruppe *Schadenreservierung* bzw. dessen Unterarbeitsgruppe *Stochastische Einzelschadenreservierung* des Ausschusses Schadenversicherung der Deutschen Aktuarvereinigung e. V. (DAV) hat den vorliegenden Ergebnisbericht erstellt.¹

Anwendungsbereich und Inhalt

Der Ergebnisbericht behandelt Fragestellungen zur Anwendbarkeit einer neuen Variante der stochastischen Einzelschadenreservierung und unterstützt Aktuarinnen und Aktuar² dieses Bereichs bei der Bewertung der Schadenrückstellungen. Der Anwendungsbereich umfasst insbesondere Personenschäden aus der Kraftfahrzeug-Haftpflicht-Versicherung, die durch eine besonders lange Abwicklungsdauer gekennzeichnet sind sowie den zugehörigen Rückversicherungsanteil.

Der Ergebnisbericht ist an die Mitglieder und Gremien der DAV zur Information über den Stand der Diskussion und die erzielten Erkenntnisse gerichtet und stellt keine berufsständisch legitimierte Position der DAV dar.³

Schlagworte

Stochastische Einzelschadenreservierung, Bewertung, Schadenrückstellungen, Personenschäden, Schadenreservierung, Rückversicherung, Modellierung, Monte-Carlo-Simulation, Großschäden, Renten

Verabschiedung

Dieser Ergebnisbericht ist durch den Ausschuss Schadenversicherung am 4. Februar 2025 verabschiedet worden.

¹ Der Ausschuss dankt der Arbeitsgruppe *Schadenreservierung* und dessen Unterarbeitsgruppe *Stochastische Einzelschadenreservierung* ausdrücklich für die geleistete Arbeit, namentlich Dirk Skowasch (Leitung), Markus Amberger, Gert Buse, Korkut Cirak, Janine Ernst, Simone Finke, Raphael Meiners, Christopher Ohm, Anja Schnaus, Jakob Schulz-Kümpel und Christian Wagner.

² Auch wenn hier und im Folgenden die Aktuarinnen und Aktuar² explizit genannt werden, spricht die DAV alle Geschlechter und Identitäten gleichermaßen an. Dies gilt auch für alle anderen hier genannten Personengruppen.

³ Die sachgemäße Anwendung des Ergebnisberichts erfordert aktuarielle Fachkenntnisse. Dieser Ergebnisbericht stellt deshalb keinen Ersatz für entsprechende professionelle aktuarielle Dienstleistungen dar. Aktuarielle Entscheidungen mit Auswirkungen auf persönliche Vorsorge und Absicherung, Kapitalanlage oder geschäftliche Aktivitäten sollten ausschließlich auf Basis der Beurteilung durch eine(n) qualifizierte(n) Aktuar DAV/Aktuarin DAV getroffen werden.

This abstract summarises the report on findings „Stochastische Einzelschadenreservierung “ which was approved by the DAV committee Schadenversicherung on 4.02.2025.

Stochastic individual claims reserving

The result report deals with issues relating to the applicability of a new variant of stochastic individual claims reserving and supports actuaries in this area in the valuation of claims reserves. The area of application includes, in particular, bodily injury claims from motor third party liability insurance, which are characterized by a particularly long settlement period, as well as the associated reinsurance portion.

Reports on findings are summaries of the results of work carried out by DAV committees or working groups,

- where their application can be freely decided upon within the framework of the code of conduct,
- that should inform discussion of the current opinion among actuaries or also among the broader public.

As working results of a single committee, they do not, for the time being, represent any recognised position within the DAV and do not comprise any actuarial standards of practice. In this respect they are clearly distinguishable from any standards of practice.

1. Einleitung	6
1.1. Motivation	6
1.2. Zusammenfassung der Ergebnisse	7
1.3. Methodenüberblick	7
1.4. Einordnung im Werkzeugkasten	8
2. Vorgehen im Detail	10
2.1. Indexierung	10
2.2. Trennung von Basis- und Großschäden	11
2.3. Basisschäden	13
2.3.1. Schadenanteil	13
2.3.2. Rentenanteil	13
2.4. Großschäden	13
2.4.1. Abwicklungsjahre	13
2.4.2. Reserveklassen	14
2.4.3. Pools	14
2.4.4. Nachlauf	14
2.4.5. Ansatz für Spätgroßschäden	16
2.4.6. Berücksichtigung von anerkannten Renten	16
2.4.7. Berücksichtigung von zukünftigen Verrentungen	17
2.5. Sonderschäden	17
2.5.1. Identifikation von Sonderschäden	18
2.5.2. Bewertung von Sonderschäden	18
2.6. Rückversicherung	18
2.6.1. Kraftfahrzeug-Haftpflicht	18
2.6.2. Haftpflicht	18
2.6.3. Feuerschäden	18
2.6.4. Fazit	19
3. Ergebnisse aus der Unterarbeitsgruppe	20
3.1. Anwendung der Methode	20
3.1.1. Kraftfahrzeug-Haftpflicht 1	20
3.1.2. Kraftfahrzeug-Haftpflicht 2 (ohne Renten)	24
3.1.3. Kraftfahrzeug-Haftpflicht 3	29
3.1.4. Kraftfahrzeug-Haftpflicht 4	32
3.1.5. Kraftfahrzeug-Haftpflicht 5	36
3.1.6. Feuer	41
3.1.7. Sach	45
3.2. Diskussion wesentlicher Punkte	54
3.2.1. Abbildung des RV-Programms	55
3.2.2. Reserveunsicherheit	55

3.2.3.	Abhängigkeit von Schaden- und Rentenzahlungen	55
3.2.4.	Grenzen der Anwendbarkeit	56
3.2.5.	Abhängigkeit der Zahlungen des Folgejahres vom Zahlungsstand	56
3.2.6.	Schwierige Wahl der Parameter	57
3.2.7.	Erweiterung der historischen Daten	57
3.2.8.	Variationsanalyse	57
3.2.9.	Verteilungsannahmen vs. Sampling	58

1. Einleitung

1.1. Motivation

Seit der Einführung von Solvency II ist die Berechnung der Best Estimate Reserven vor und nach Rückversicherung aufsichtsrechtlich verankert⁴. Die Best Estimate-Bewertung stellt eine der wesentlichen Grundlagen für die Aufstellung der Solvabilitätsübersicht („Solvabilitätsbilanz“) sowie für die Berechnung des versicherungstechnischen Risikos dar. Die Haftpflicht-Sparten stellen die Aktuarien dabei schon vor Anwendung der Rückversicherung aufgrund ihrer langen Abwicklung vor eine besondere Herausforderung. Die in der Praxis weit verbreiteten aktuariellen Verfahren bedienen sich üblicherweise aggregierter Schadendaten (und ggf. Exposuremaßen) und berücksichtigen die lange Abwicklungsdauer über Extrapolationen des Nachlaufs der geschätzten Abwicklungsmuster über die beobachtete Abwicklung hinaus. Da einzelne Großschäden das Abwicklungsmuster verzerren können, ist es bei einem ausreichend großen Bestand mit entsprechend stabiler Datenbasis üblich, eine Trennung nach Basis- und (Personen-)Großschäden vorzunehmen. Bei großen Personenschäden werden für die aktuarielle Bewertung im deutschen Markt derzeit im Wesentlichen zwei deterministische Methoden verwendet:

- Chain Ladder auf aggregierten Daten
- Überleitungsfaktor (häufig =1) auf die HGB-Reserve, die aufgrund des unter HGB vorgeschriebenen Vorsichtsprinzips auf Einzelschadenebene in der Regel nicht einem Best Estimate entspricht

Auch wenn das Ergebnis vor Rückversicherung angemessen sein kann, so wickeln sich einige der Großschäden sehr gut und andere sehr schlecht ab. Eine sinnvolle Abbildung von nicht-proportionaler Rückversicherung (z.B. Schadenexzedenten) ist damit fast unmöglich. Sowohl gängige Verfahren auf Basis von aggregierten Netto-Schadendreiecken als auch HGB-Überleitungsrechnungen führen in der Regel zu sehr groben Schätzern. Bisher verwendete stochastische Methoden (z.B. Bootstrapping) basieren ebenfalls auf aggregierten Daten und eignen sich daher auch nicht zur Abbildung nicht-proportionaler Rückversicherung, da die Information über die Abwicklung einzelner Schäden fehlt.

Karl Murphy und Andrew McLennan haben daher im Jahr 2006⁵ die Grundlage für eine stochastische Einzelschadenreservierung vorgestellt. Die Idee ist die zufällige Abwicklung jedes einzelnen Großschadens, indem jede zukünftige Zahlung zufällig aus einem Pool historisch beobachteter Zahlungen oder auch der Übergangsfaktoren zur nächsten Abwicklungsperiode gezogen wird. Durch Wiederholungen dieser Abwicklung entsteht eine Monte-Carlo-Simulation, aus der vielfältige Kennzahlen abgeleitet werden können, insbesondere der Best Estimate der Reserven in einer Brutto- und RV-Sicht.

In der Juni-Ausgabe 2022 des Aktuars haben Dirk Skowasch und Torsten Grabarz einen Artikel über die „Stochastische Projektion zukünftiger Großschadenzahlungen zur Ermittlung von Brutto- und Netto-Best-Estimates unter Solvency II“ veröffentlicht⁶. Dieser basierte im Wesentlichen auf der Methode von Murphy und McLennan, erweiterte und änderte diese aber an einigen Stellen für die Anforderungen aus Solvency II und für die Besonderheiten des deutschen Versicherungsmarktes.

Neben den methodischen Beschreibungen präsentierte der Artikel die Anwendungsergebnisse für die Kraftfahrzeug-Haftpflicht-Personenschäden eines mittelgroßen deutschen

⁴ vgl. Delegierte Verordnung (EU) 2015/35 der EU-Kommission, Art. 17 bis Art. 36

⁵ Murphy, K. und McLennan, A. (2006). A method for projecting individual large claims. Casualty Actuarial Society Forum, Seiten 205–236.

⁶ Skowasch, D. und Grabarz, T. (2022). Stochastische Projektionen zukünftiger Großschadenzahlungen zur Ermittlung von Brutto- und Netto-Best-Estimates unter Solvency II. Der Aktuar 2/2022, Seiten 80–88.

Regionalversicherers. Die Methode hatte sich dort als sehr hilfreiche Verbesserung im Hinblick auf die Prognose des Zahlungs-Cashflows und insbesondere des Rückversicherungsanteils erwiesen.

Um die Methodik für andere Bestände zu testen und um Detailfragen zur Methodik im Expertenkreis zu diskutieren, hat die AG Schadenreservierung die UAG Einzelschadenreservierung gegründet.

Dieser Bericht beschreibt zunächst die Methode und greift dabei an vielen Stellen auf den oben erwähnten Artikel zurück. Die Diskussionen der UAG über kritische methodische Details und die hergeleiteten Verbesserungen werden ausführlich beschrieben und sind in Kapitel 2 durch kursive Schrift gekennzeichnet.

Im letzten Teil stellt der Bericht die Erfahrungen mit der Umsetzung der Methode vor und schließt mit einer Zusammenfassung der Vor- und Nachteile.

1.2. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die stochastische Einzelschadenreservierung wurde in der Unterarbeitsgruppe an sieben Beständen getestet, davon fünf Kraftfahrzeug-Haftpflicht-Bestände und zwei kurzabwickelnde Bestände. Die Ergebnisse sind im Detail in 3.1 beschrieben. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Methode für alle Bestände eine Verbesserung zur bisher verwendeten Reservierungsmethode darstellt, was im Wesentlichen auf die folgenden Vorteile zurückzuführen ist:

- Der prognostizierte Cashflow der zukünftigen Zahlungen liegt näher an der Realität.
- Der Best Estimate der Rückversicherungsanteile lässt sich ohne grobe Vereinfachung aus dem simulierten Cashflow der Einzelschäden ableiten.
- Die Einzelschadensicht und das Clustering nach ähnlichen Abwicklungsständen erweitern die Analysemöglichkeiten während der Reservierung und darüber hinaus enorm, was vor allem bei auffälligen Ergebnissen oder Backtestings sehr hilfreich ist. Zudem entsteht ein tieferes Verständnis für das Abwicklungsverhalten des analysierten Bestands.

Bei vielen Unternehmen gehört ein Großteil der Reserven zu langabwickelnden Personenschäden. Die Ermittlung eines angemessenen Best Estimates ist insbesondere für den Rückversicherungsanteil für diesen Bereich besonders herausfordernd. Durch die oben beschriebenen Vorteile und die vergleichsweise geringe Datenanforderung stellt die stochastische Einzelschadenreservierung eine gute Alternative zu klassischen Verfahren dar.

1.3. Methodenüberblick

Die Methode beruht auf der Grundidee, dass die weitere Entwicklung (insbesondere die Zahlungen) für einzelne schon bekannte Großschäden zufällig aus einem Pool historischer Großschadenzahlungen gezogen wird. Durch häufige Wiederholung entsteht eine Monte-Carlo-Simulation, aus welcher unter anderem der Erwartungswert der zukünftigen Zahlungen (= Best Estimate nach Solvency II) abzuleiten ist.

Offensichtlich ist es dabei nicht sinnvoll, alle historischen Großschadenzahlungen zu einem Pool zusammenzufassen. Es wird stattdessen segmentiert nach „ähnlichen“ Abwicklungsständen, wobei die Ähnlichkeit anhand des Abwicklungsjahrs (vgl. 2.4.1) und der Höhe der HGB-Eingangsreserve über Reserveklassen (vgl. 2.4.2) festgelegt wird.

Der Pool $P_{i,rk}$ zum Abwicklungsjahr i und zur Reserveklasse rk könnte zum Beispiel wie folgt aussehen:

Schadenummer	Historische Zahlung im Folgejahr	Neue Reserveklasse am Ende des Folgejahres
1	0	rk
2	0	rk
3	10.000	rk – 1
4	1.000	rk + 1
...
n	0	rk + 2

Er enthält jeweils eine Zeile für alle historischen Großschäden, die sich zum Ende des Abwicklungsjahres i in der Reserveklasse r_k befanden. In jeder Zeile befindet sich die über ein Jahr aufsummierte zufällige Auszahlung im Folgejahr und die zufällige Änderung der Reserveklasse, die sich zum Beispiel durch neue Informationen in der Reservebewertung oder schlicht durch die Auszahlung ergibt.

Für einen noch abzuwickelnden bekannten Großschaden, der sich aktuell ebenfalls im Abwicklungsjahr i und in der Reserveklasse r_k befindet, wird zufällig eine der n Zeilen des Pools ausgewählt (Sampling). Falls zum Beispiel die dritte Zeile gezogen wird, wird eine Zahlung von 10.000 Euro für das Folgejahr angenommen sowie eine Reduzierung der HGB-Reserve in die Reserveklasse $r_k - 1$. Die Entwicklung des übernächsten Jahres wird entsprechend aus dem Pool P_{i+1, r_k-1} gezogen. Dieses Verfahren setzt sich sukzessive fort, bis das Ende der Abwicklung (vgl. 2.4.4) erreicht ist.

Da mit absoluten Zahlungen gearbeitet wird, muss eine geeignete Indexierung unterschiedliche Preisniveaus zunächst vergleichbar machen und erwartete zukünftige Auszahlungen entsprechend hochskalieren (vgl. 2.1).

Die Trennung nach Basis- und Großschäden bildet die Grundlage zur Anwendung der Methode und erfolgt anhand einer am Markt bisher kaum angewandten Variante. Hierbei wird jeder Großschaden zum Zeitpunkt des Großwerdens in einen Basis- und einen Großschadenteil aufgeteilt. Details dazu sowie zur Festlegung einer geeigneten Großschadengrenze sind in 2.2 beschrieben. Implikationen für die Basisschäden behandelt 2.3.

2.4 geht tiefer auf die Großschadenmethodik ein. Die meist notwendigen Ansätze für den Nachlauf und für noch unbekannte Großschäden (Spätgroßschäden) werden in 2.4.4 und 2.4.5 beschrieben. Eine sinnvolle Erweiterung für die Reservierung von Personenschäden stellt die Berücksichtigung von zufälligen Todesjahren der Rentenempfänger innerhalb der Simulation sowohl für schon anerkannte als auch für zukünftig anzuerkennende Renten dar (vgl. 2.4.6 und 2.4.7).

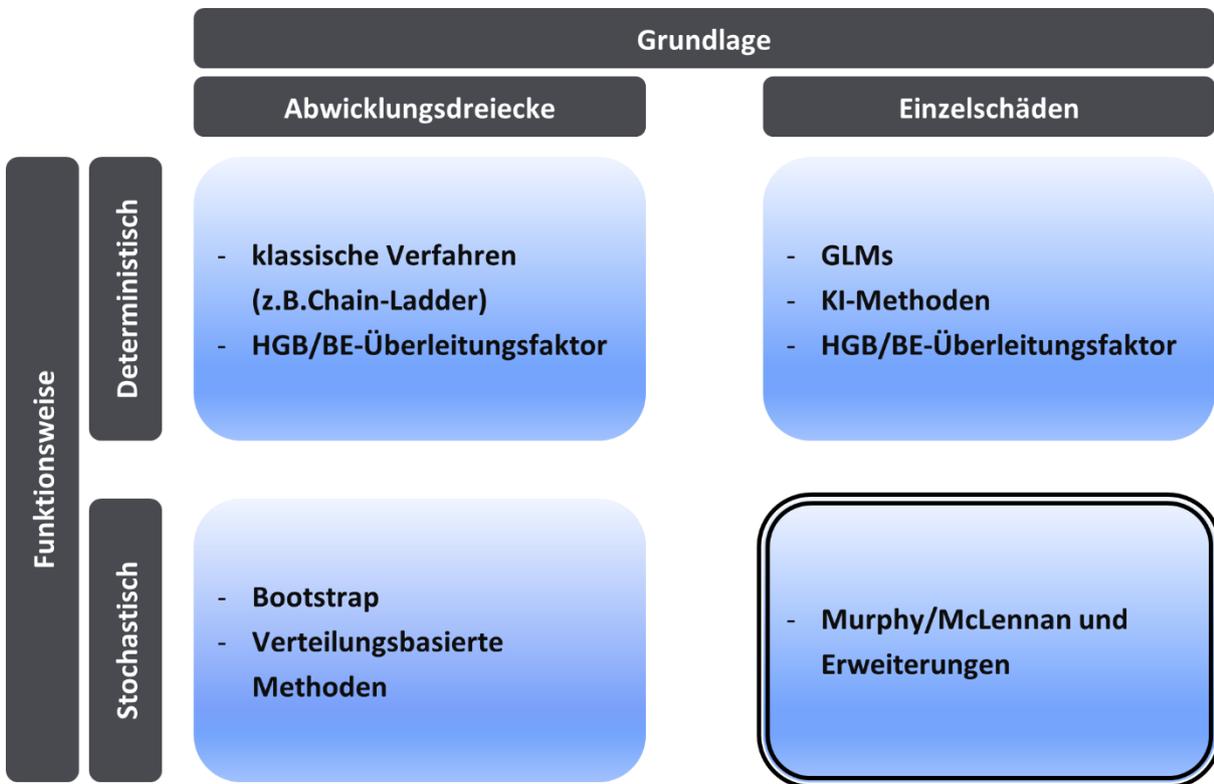
Den Umgang mit (z.B. aufgrund der Reservehöhe) besonders außergewöhnlichen Schäden behandelt 2.5.

Als großer Vorteil hat sich die direkte Anwendbarkeit der Schadenexzedenten-Rückversicherung inklusive etwaiger Indexklauseln herausgestellt. Auf die Abbildung von Rückversicherung allgemein geht 2.6 ein.

1.4. Einordnung im Werkzeugkasten

Die stochastische Einzelschadenreservierung zeigt gegenüber den geläufigen Methoden der Schadenreservierung wesentliche Vorteile. Durch den prognostizierten Cashflow auf Einzelscha-

densicht ist der Rückversicherungsanteil abbildbar. Durch die stochastische Komponente wird teilweise sogar ein Rückversicherungs-Best-Estimate für solche Schäden ermittelt, die zum Zeitpunkt der Berechnung noch unterhalb der Priorität liegen.



Anders als andere einzelschadenbasierte Methoden (z.B. GLMs oder ML-Methoden) kommt die Methode mit Daten aus, die in den meisten Schadensystemen ohnehin vorhanden sein sollten. Im Wesentlichen sind dies Zahlungen und HGB-Reserven auf Einzelschadenbasis. Außerdem liegen optimalerweise weitere Informationen zum Rentenbestand, dem (historischen) Rückversicherungsprogramm, Exposuregrößen (z.B. Anzahl Verträge, Prämien) und Indizes zur Brutto-Indexierung und RV-Abrechnung vor.

Im Gegensatz zu Methoden auf aggregierten Daten (CL, BF etc.) bietet die Methode neben der Abbildung der Rückversicherung auch eine genauere und nachvollziehbarere Prognose der Cashflows. Dies ist wichtig für die Bestimmung des Diskont- und Inflationseffekts. Außerdem kann durch die Einzelschadensicht eine Verschätzung durch Betrachtung auf Reserveklassen- oder Abwicklungsjahr-Ebene oder sogar auf Basis von Einzelschäden analysiert und einem Auslöser zugeordnet werden, was dem Reservierer und der Versicherungsmathematischen Funktion mehr Möglichkeiten im Backtesting gewährt. Dies kann auch für die Validierung der bisher genutzten Methoden sinnvoll sein.

In den Analysen im Rahmen der Unterarbeitsgruppe wurde insbesondere die Anwendbarkeit für den deutschen Markt überprüft. Besonderheiten sind hierbei die Bildung von Renten sowie die Ausgestaltung der HGB-Reserve. Prinzipiell spricht aber nichts dagegen, dass die Methode unter Berücksichtigung von länderspezifischen Gegebenheiten auch für andere Märkte angewendet werden kann.

Als Nachteil der Methode ist der hohe initiale Implementierungsaufwand zu nennen. Um diesen (zumindest für einen ersten Methodentest) zu verringern, hat Dirk Skowasch seine Implementierung in R als Paket öffentlich zur Verfügung gestellt. (Paket: <https://github.com/dskowasch/sicr> Doku: <https://dskowasch.github.io/sicr/articles/sicr.html>)

2. Vorgehen im Detail

2.1. Indexierung

Da bei der hier vorgestellten Vorgehensweise teilweise weit zurückliegende Zahlungen zur Fortschreibung jüngerer Schäden genutzt werden, kommt einer angemessenen Indexierung eine besondere Bedeutung zu. Alle historischen Zahlungen und Reserven müssen für die Zusammenfassung in Pools zunächst auf einen einheitlichen Stand und weiterhin auf den Stand des prognostizierten Auszahlungsjahres hochgerechnet werden.

Die Indexreihe der Historie kann mit den folgenden Methoden ermittelt werden:

- Rückgriff auf öffentlich zugängliche Indizes wie etwa den Bau- oder Lohnkostenindex plus ggf. Zuschlag für eine „superimposed inflation“ oder den Index für Gesundheitsausgaben oder pflegerische Leistungen (je nach Schwerpunkt der Großschäden)
- Ermittlung der Inflation aus dem eigenen Schadenbestand über die Entwicklung der Geschäftsjahreszahlungen; diese Methode hat unter Umständen den Nachteil einer gewissen Zirkularität, falls die Inflationsannahmen aus dem gleichen Schadenbestand abgeleitet werden, auf den sie anschließend angewandt werden sollen. Andererseits hat die Methode den Vorteil, dass unternehmensspezifische Abweichungen von öffentlich zugänglichen Indizes berücksichtigt werden.

Aus diesen historischen Indizes können durch Mittelwertbildung oder lineare Fortschreibung zukünftige Indizes geschätzt werden. Hierbei sollten wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen berücksichtigt werden.

Weitere Ideen und Hinweise zur Modellierung einer Schadeninflation finden sich im Ergebnisbericht „Berücksichtigung der Inflation in der Tarifgestaltung und Reservierung in der Schaden-Unfallversicherung“ vom 19.01.2024.

Einschätzung der UAG:

In der UAG wurde darüber diskutiert, ob und wie eine geeignete Indexierung der Reserven erfolgen kann. Während Zahlungen eindeutig einem Geschäftsjahr zugeordnet werden können, werden Reserven unter Zuhilfenahme von Inflationsprognosen häufig für prognostizierte Auszahlungen in vielen Folgejahren gesetzt. In diesen Prognosen kann ein deutlicher Anstieg des aktuell niedrigen Inflationsniveaus oder vice versa enthalten sein. Wendet man den Index der Zahlungen auf die Reserven an, kann es deshalb zu Verwerfungen kommen. Andere Reserven sollen direkt im Folgejahr ausgezahlt werden und erfordern wiederum eine andere Indexierung. Anders als die Zahlungen ist die Indexierung also abhängig vom bei der Reservesetzung erwarteten Auszahlungs-Cashflow, der in der Regel nicht bekannt ist.

Im Paper von Skowasch/Grabarz war daher vereinfachend nur von der Indexierung der Zahlungen die Rede. Die UAG ist sich aber einig, dass eine Indexierung der Reserven vorgenommen werden sollte, da sie einerseits die Vergleichbarkeit der Schäden sicherstellt und andererseits zu mehr Großschäden und zu mehr Schäden in höheren Reserveklassen führt. Eine Ermittlung einer separaten Indexreihe für die Reserven erscheint zu komplex und nicht zielführend. Die UAG empfiehlt daher trotz der geschilderten Problematik die Verwendung der Indexreihe der Zahlungen auch für die Reserven.

Im Paper von Skowasch/Grabarz wird des Weiteren die Indexierung auf den aktuellen Stand beschrieben. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass auch die Großschaden- und Reserveklassengrenzen indexiert werden. Die UAG schlägt als Standard stattdessen die Festlegung eines über die Reservierungsjahre konstanten Indexierungsjahres vor. Die Varianten führen zu den gleichen Ergebnissen, aber bei letzterer können zum Beispiel auch Pools aus unterschiedlichen Jahren miteinander verglichen werden, was in der Praxis vorteilhaft ist.

2.2. Trennung von Basis- und Großschäden

Als Großschaden werden alle Schäden des Bestands bezeichnet, deren indexierter Schadenaufwand im Laufe ihrer Abwicklung mindestens einmal die Großschadengrenze G überschritten hat. Ein Großschaden wird in der Folge stets als Großschaden betrachtet, auch wenn er im Laufe der Abwicklung wieder unter G oder sogar auf null fällt.

Bei der Wahl der Großschadengrenze G ist folgendes zu berücksichtigen:

- G sollte (wegen der Indexierung deutlich) unterhalb der kleinsten Rückversicherungspriorität aller betrachteten Schadenjahre liegen. Da Basisschäden nicht auf Einzelschadenebene fortgeschrieben werden, kann der Rückversicherungsanteil ansonsten nicht ermittelt werden.
- G sollte weiterhin so klein sein, dass mit entsprechender Wahl von Reserveklassen signifikant große Pools entstehen (vgl. 2.4.2).
- G sollte so groß sein, dass die große Masse der Basisschäden aus Performance-Gründen nicht in der Simulation fortgeschrieben wird.
- Sensitivitätsanalysen können den Einfluss der Großschadengrenze auf den Best Estimate aufzeigen (vgl. 3.1).

Nach der Festlegung von G werden die Basis- von den Großschäden getrennt. Hierbei sind die zwei folgenden Methoden marktüblich:

1. Verschieben des gesamten Schadens in das Großschadendreieck, sobald der Schaden groß wird (Methode 1)
2. Kappung des Schadens an der Großschadengrenze, so dass der Anteil G in den Basisschäden verbleibt und der Großschadenanteil bei Erreichen von G bei 0 anfängt (Methode 2)

Die veränderte Art der Abwicklung bei Großwerden eines Schadens (beispielsweise aufgrund eines Übergangs in eine andere Abteilung zur weiteren Bearbeitung oder ein beginnender Rechtsstreit) motiviert eine weitere Art der Trennung:

3. Wird ein Schaden im x -ten Abwicklungsjahr zu einem Großschaden, wird die gesamte HGB-Reserve zum Jahresende vom Basisschadendreieck in das Großschadendreieck (bzw. in die stochastische Reservierung) verschoben. Die bis dahin angefallenen Zahlungen verbleiben im Zahlungsdreieck der Basisschäden. Alle weiteren Zahlungen (auch negative) werden dem Großschadenteil zugeordnet. (Methode 3)

Der Schaden wird durch Methode 3 also in zwei Abschnitte aufgeteilt. Der Basisschadenteil endet in dem Jahr, in dem der Schaden zu einem Großschaden wird. Die Reserve des Basisschadenteils wird auf 0 gesetzt.

Einschätzung der UAG:

Ausführlich wird in der UAG die Frage diskutiert, ob die Zahlung im Jahr des Großwerdens den Basis- oder den Großschäden zugeordnet werden sollte.

Methodisch führt eine Zuordnung zu den Basisschäden dazu, dass die Zahlungen im Jahr des Großwerdens von noch nicht bekannten Großschäden über die Basisschaden-Methode prognostiziert werden. Werden die Zahlungen den Großschäden zugeordnet, finden sich diese in der Prognose der Spätgroßschäden wieder.

Im langabwickelnden Bereich wird ein Schaden in der Regel durch eine hohe Reservesetzung zu einem Großschaden, während hohe Zahlungen erst im Laufe der weiteren Abwicklung auftreten.

Ob die Zahlung im Jahr des Großwerdens den Basis- oder den Großschäden zugeordnet wird, hat in diesem Bereich daher keine großen Auswirkungen.

Im Laufe der Analysen wurde die Methode allerdings auch für kurzabwickelnde Feuersparten getestet. Hier sind große Zahlungen bereits im ersten Jahr der Abwicklung üblich. Das Zahlungsdreieck der Basisschäden wird dadurch in sehr großschadenbelasteten Schadenjahren stark verfälscht, was auch die Prognose für die Basisschäden verfälschen kann, z.B. durch kleinere Chain-Ladder-Faktoren für das Folgejahr. Eine additive Methode kann die Schätzung in diesem Fall verbessern, erschwert allerdings die Berücksichtigung der Reserven bzw. des Schadenaufwands.

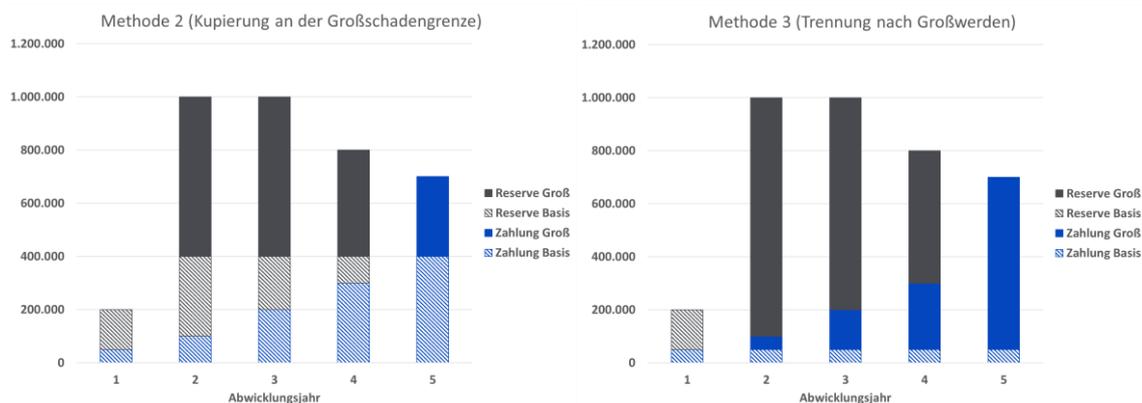
Die Zuordnung der Zahlungen im Jahr des Großwerdens zu den Großschäden führt zu stabileren Zahlungsdreiecken der Basisschäden und damit zu besseren Prognosen mit der Basisschaden-Methode. Da Großschäden im kurzabwickelnden Bereich zu einem großen Teil schon im ersten Jahr bekannt sind, ist die Schätzung der Spätgroßschäden von untergeordneter Bedeutung und wird daher auch nur unwesentlich durch die Zahlungen im Jahr des Großwerdens beeinflusst. Die Variante ist im kurzabwickelnden Bereich daher zu bevorzugen.

Die UAG ist sich daher einig, dass die Zuordnung dieser Zahlung zu den Großschäden als Standard-Variante für die stochastische Einzelschadenreservierung anzusehen ist.

An dieser Stelle wird von der Beschreibung im Paper von Skowasch/Grabarz abgewichen, wo die Zahlung den Basisschäden zugeordnet wurde.

Für den Fall, dass eine feinere Aufteilung erforderlich wird, wurde in der UAG eine weitere Variante diskutiert. Hierbei werden große Zahlungen im Jahr des Großwerdens aufgeteilt. Die Zahlungen bis zur Großschadengrenze werden in diesem Fall den Basis- und der überschießende Teil den Großschäden zugeordnet. Die Variante könnte die Schätzung noch weiter verbessern, wurde aber mangels Notwendigkeit nicht weiter getestet.

Der Unterschied zwischen Methode 2 und Methode 3 wird anhand der folgenden Grafik verdeutlicht ($G = 400.000$):



Die Vorgehensweise bei Methode 3 hat viele Vorteile:

- Im Gegensatz zu Methode 1 werden vergangene Diagonalen der Dreiecke nicht mehr verändert. Das ermöglicht ein konsistentes Backtesting. Zahlungen für den Basisschadenteil werden in der Reservierung der Basisschäden (vgl. 2.3) prognostiziert, während alle Zahlungen des Großschadenteils in der stochastischen Einzelschadenreservierung oder mit der Methode für die Spätgroßschäden prognostiziert werden.
- Methode 2 führt dazu, dass ein Teil der Reserve bereits als Großschaden betrachtet wird, während die kumulierte Zahlung noch einige weitere Jahre unterhalb der Großschadengrenze bleibt. Ein Schaden beeinflusst in der Abwicklung also gleichzeitig das Basis- und

das Großschadendreieck. Es ist dann unklar, wie in der stochastischen Einzelfallreservierung mit der überschießenden Reserve umgegangen wird und ob prognostizierte Zahlungen noch zu den Basis- oder schon zu den Großschäden gehören. Eventuell wird sogar gleichzeitig eine Großschaden- und eine Basisschadenzahlung prognostiziert. In den Reserveklassen vermischen sich Schäden, die bereits eine kumulierte Zahlung oberhalb der Großschadengrenze haben mit denen, die sich auch im Basisschadendreieck noch abwickeln. Die Vergleichbarkeit ist dann nicht immer gegeben. Die neue Methode 3 zur Trennung liefert hingegen eine eindeutige Aufteilung.

2.3. Basisschäden

Alle Bestandteile der Basisschäden werden in der Regel deterministisch geschätzt. Bei passender Wahl der Großschadengrenze hat dies keine Auswirkungen auf den Best Estimate eines Schadenexzedenten-Rückversicherungsvertrag.

2.3.1. Schadenanteil

Nach Extrahierung der Großschadenanteile verbleiben im Idealfall homogene Zahlungs- und Aufwandsdreiecke für die Basisschäden, die mit den üblichen Verfahren der Schadenreservierung abgewickelt werden können.

2.3.2. Rentenanteil

Separiert man in den Großschäden Renten von Schäden, so sollte bei den Basisschäden ebenso vorgegangen werden. Dies beinhaltet wie in 2.4.6 und 2.4.7 sowohl die Abwicklung der bekannten Renten als auch die Prognose von zukünftigen Renten Anerkennungen.

Da Renten aber eher bei Großschäden bzw. während der Abwicklung als Großschaden entstehen, gehören meistens nur wenige Renten zu den Basisschäden. Gerade die Schätzung von zukünftigen Renten Anerkennungen ist in diesem Bereich daher oft unwesentlich.

Die bekannten Renten werden deterministisch nach Art der Lebensversicherung abgewickelt.

Ein möglicher deterministischer Ansatz für zukünftige Renten Anerkennungen sieht wie folgt aus:

- Die Anzahl der zukünftigen Anerkennungen wird durch ein additives Verfahren aus den historischen Anerkennungen je Anfall- und Abwicklungsjahr und einer Bestandsgröße als Volumenmaß ermittelt.
- Diese wird je Anfall- und Abwicklungsjahr mit dem Cashflow einer Durchschnittsrente multipliziert. Hierbei können auch nicht-ganze Anzahlen berücksichtigt werden.
- Für die Durchschnittsrente werden die folgenden Parameter verwendet:
 - o Die vereinbarte jährliche Zahlung inklusive Dynamik ist der indexierte Mittelwert der bisher beobachteten jährlichen Zahlungen historischer Renten Anerkennungen.
 - o Ebenso wird aus den historischen Renten Anerkennungen die vereinbarte Dauer der Rentenzahlungen sowie das Alter des Rentenempfängers bei Rentenerfassung abgeleitet.
 - o Mit diesen Daten kann ein fiktiver Rentencashflow für einen Mann und für eine Frau ermittelt werden.
 - o Der Mittelwert der beiden Cashflows ergibt die Durchschnittsrente.

2.4. Großschäden

2.4.1. Abwicklungsjahre

In vielen Unternehmen wird ein Schaden zur weiteren Abwicklung an eine Großschadenabteilung übergeben, sobald er eine gewisse Grenze überschritten hat. Dort wird die Erwartung an die weitere Abwicklung häufig völlig anders bewertet. Dies motiviert, dass die Zählung der Abwicklungsjahre in diesem Jahr neu startet. Das Jahr des Großwerdens sollte also als erstes Abwicklungsjahr

(seit Großwerden) definiert werden. Diese Vorgehensweise ist konsistent zur Trennung von Basis- und Großschäden (vgl. 2.2).

2.4.2. Reserveklassen

Anhand der indexierten HGB-Reserve wird ein Schaden und die dazugehörige Jahreszahlung einer Reserveklasse zugeordnet. Wie viele Reserveklassen gebildet werden und wie groß sie sind, hängt unternehmensindividuell vom Schadenbestand ab. In der simpelsten Variante sollte zumindest nach offenen und geschlossenen Schäden unterschieden werden. In komplexeren Varianten hängt die mögliche Anzahl der Klassen von der Größe des Schadenbestands ab. Jede Klasse sollte so viele Beobachtungen enthalten, dass die Bandbreite der Zahlungen für Schäden dieses Abwicklungsstands angemessen abgebildet wird.

Einschätzung der UAG:

In den Anwendungen der UAG erwies sich die Einteilung in Reserveklassen oft als die größte Herausforderung bei der Wahl der Parameter. Anders als zum Beispiel bei der Nachlauflänge oder bei der Indexierung ist kein klarer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Reserveklassen und dem Best Estimate herstellbar. Des Weiteren sind Sensitivitätsanalysen erschwert, weil sich eine Klasseneinteilung nicht linear verändern lässt wie etwa die Großschadengrenze. Eine klare Vorgabe ist aus diesen Gründen schwierig. Folgende Überlegungen können in die Klassenbildung einfließen:

- *Die Pools sollten so groß sein, dass sie eine statistische Relevanz aufweisen.*
- *Die Bandbreite der Reserven, die in einer Reserveklasse zusammengefasst werden, sollte nicht zu groß werden, um nicht zu unterschiedliche Abwicklungsstände zu vermischen.*

In jedem Fall sollten unterschiedliche Klasseneinteilungen mit ihren Auswirkungen auf den Best Estimate getestet werden.

Vorstellbar ist auch eine dynamische Klasseneinteilung, die sich mit dem Abwicklungsjahr verändert. Eine feinere Aufteilung oder weniger Reserveklassen im Nachlauf könnten der Problematik entgegenwirken, dass dann weniger Schäden eine hohe Reserve aufweisen. Allerdings würde aus dem ohnehin schon schwierig festzulegenden „Parametervektor“ Reserveklassen eine vom Abwicklungsjahr abhängende Parametermatrix. In der UAG wurde dieser Ansatz daher noch nicht getestet.

2.4.3. Pools

Historische Beobachtungen von Schäden eines Abwicklungsjahres und einer Reserveklasse werden in den zugehörigen Pool aufgenommen. Die Informationen enthalten mindestens die Zahlung im Folgejahr und die neue Reserveklasse am Ende des Folgejahres. Weitere Merkmale sind möglich (vgl. 2.4.7).

Bei der Erstellung der Pools müssen nicht alle verfügbaren historischen Zahlungen verwendet werden. Es kann zum Beispiel aufgrund von Trends in der Schadenbearbeitung oder Änderungen von rechtlichen oder wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sinnvoll sein, die Historie zu begrenzen. Natürlicherweise repräsentiert die jüngste Vergangenheit die fortzuschreibenden neuen Schäden am besten. Eine zu starke Kürzung der Historie könnte jedoch insbesondere die Nachlaufpools zu stark verkleinern (vgl. 2.4.4).

Des Weiteren können extreme Zahlungen oder Regresszahlungen bei Bedarf von den Pools ausgeschlossen werden. In diesem Fall sollte aber hinreichend sichergestellt sein, dass solche Zahlungen Sonderfälle darstellen und nicht regelmäßig auftreten können.

2.4.4. Nachlauf

Üblicherweise reichen die historischen Beobachtungen nicht aus, um Personen-Großschäden bis zum Ende ihrer Abwicklung fortzuschreiben. In diesem Fall muss an geeigneter Stelle auf eine Nachlaufmethode übergewechselt werden, die nicht zwingend dem letzten Jahr der verfügbaren

Daten entspricht, da am Ende der Datenhistorie die Daten bereits so stark ausdünnen, dass sie nicht mehr aussagekräftig sind. Eine Modellierung eines Nachlaufs bereits in die beobachtete Abwicklung hinein hat den Vorteil, dass hier bereits Datenpunkte vorliegen. Die folgende Methode basiert weiterhin auf der Grundlage des Samplings und hat sich in der Praxis als gute Prognose erwiesen. Hier ist allerdings auch eine Fülle von anderen Vorgehensweisen vorstellbar.

Es ist ein letztes Abwicklungsjahr M festzulegen, bis zu dem die Methode wie oben beschrieben angewendet wird. Der Nachlauf beginnt im Abwicklungsjahr $M+1$ und endet in einem festzulegenden letzten Abwicklungsjahr T (z.B. $T=50$).

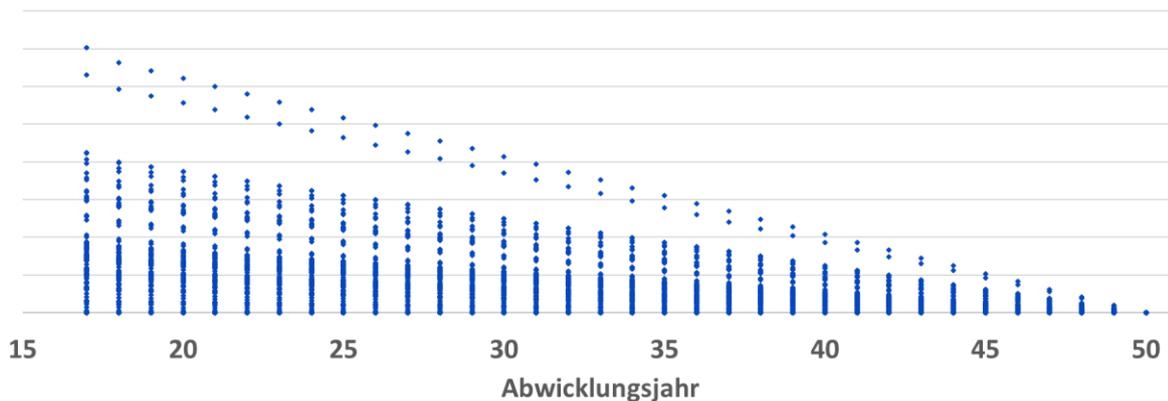
Im Folgenden wird hierfür die Annahme getroffen, dass die Beträge der möglichen Zahlungen im Laufe des Nachlaufs linear abnehmen. Nach dem letzten Abwicklungsjahr T erreichen sie dann den Wert 0. Diese Annahme wird durch die Erwartung motiviert, dass die Zahlungen, die über die (möglichst hinreichend lange) Datenhistorie hinaus zu modellieren sind, abnehmen und weniger spreizen als in den letzten beobachteten Daten (z.B. durch Erreichen des Rentenalters von Geschädigten oder durch Tod der Geschädigten).

Die bisher beobachteten Zahlungen für Schäden im Abwicklungsjahr $M+1$ bis T werden je Reserveklasse zu einem einzigen, für alle Nachlaufjahre gültigen Nachlaufpool zusammengefasst. Die folgende Formel stellt den linearen Zusammenhang zwischen einer Zahlung im Nachlaufjahr $M+j$ und der zugehörigen Zahlung im ersten Nachlaufjahr $M+1$ dar.

$$Z_{M+j} = Z_{M+1} \cdot \frac{T - M - j + 1}{T - M}, \quad j = 1, \dots, T - M$$

Bei der Erstellung der Nachlaufpools kann diese Formel umgestellt und genutzt werden, um historische Nachlaufzahlungen auf den Stand $M+1$ hochzukalieren. Wird für spätere Nachlaufjahre eines abzuwickelnden Schadens während des Samplings eine Zahlung gezogen, kann diese mit der Formel wiederum auf das entsprechende Nachlaufjahr herunterskaliert werden.

Das Schaubild zeigt beispielhaft für $M=16$ und $T=50$, wie sich die Spannweite der möglichen Zahlungen im Laufe der Abwicklung reduziert:



Auch wenn alle Abwicklungsjahre im Nachlaufzeitraum mittels des Poolansatzes zusammengefasst werden, sollte die Trennung nach Reserveklassen beibehalten werden. Der Wechsel von Reserveklassen sollte daher wie gehabt auch in den Nachlaufpools integriert werden.

Einschätzung der UAG:

Der Wechsel einer Reserveklasse im Nachlauf modelliert sowohl das graduelle Abschmelzen einer rentenähnlichen Reserve als auch die abrupte Auflösung bzw. drastische Reduzierung einer Reserve. Im ersten Fall erfolgt ein Wechsel zwischen benachbarten Reserveklassen begleitet von kleineren Zahlungen. Im zweiten Fall überspringt die Abwicklung mehrere Reserveklassen, entweder bei Abfindung mit einer größeren Zahlung oder durch den Altersrenteneintritt oder Tod des

Geschädigten begleitet von einer kleineren Zahlung. Bei ausreichendem Datenbestand sollten sich daher beide möglichen Pfade simulieren lassen.

In Ausnahmefällen kann es zum Beispiel durch Regresszahlungen vorkommen, dass ein längerer Nachlauf zu einem kleineren Best Estimate führt. In der Regel steigt der Best Estimate jedoch mit einer größeren Nachlauflänge an. Diese sollte daher anhand von Nachlaufanalysen oder externen Benchmarks einmalig festgelegt und danach konstant gehalten werden.

Insgesamt wird die Nachlaufmethodik prinzipiell als angemessen bewertet. Es ist allerdings zu bedenken, dass die Wahl einer passenden Nachlaufmethodik bei aufwandsbasierte Methoden weniger stark ins Gewicht fällt. Durch einen Trend zu sehr späten Zahlungen kann es in zahlungs-basierten Verfahren passieren, dass das Backtesting unauffällig ist, obwohl der Ultimate zu klein ist.

2.4.5. Ansatz für Spätgroßschäden

Viele Großschäden erreichen erst im Laufe ihrer Abwicklung die Großschadengrenze oder werden gar erst später gemeldet. In einem kollektiven Modell sollten die Anzahl dieser Schäden und ihre Schadenhöhe separat geschätzt werden.

Für die Ermittlung der erwarteten **Anzahl der Spätgroßschäden** eignet sich beispielsweise ein additives Verfahren mithilfe der bisher beobachteten Spätgroßschäden und einer Bestandsgröße (z.B. Prämien, Anzahl Risiken, Anzahl Verträge, Anzahl Basisschäden). Hierfür wird für jedes Abwicklungsjahr die Anzahl der bisher beobachteten Spätgroßschäden über alle Schadenjahre mit der Bestandsgröße ins Verhältnis gesetzt. Das Ergebnis wird mit der Bestandsgröße der jüngeren Schadenjahre multipliziert, um eine Schätzung für die Anzahl der Spätgroßschäden dieses Schadenjahres zu erhalten. Nicht-ganze Schadenanzahlen müssen mit einem Algorithmus auf ganze Schadenanzahlen gerundet und ggf. auf Schaden- und Abwicklungsjahre aufgeteilt werden.

Eine Erweiterung dieses deterministischen Ergebnisses um eine stochastische Komponente ist ebenso möglich wie eine Nachlaufschätzung, sofern in den ältesten herangezogenen Anfalljahren nach wie vor Meldungen von Spätschäden auftreten bzw. ein Erreichen der Großschadengrenze zu beobachten ist.

Die **Höhe** eines erwartungsgemäß im n-ten Abwicklungsjahr groß werdenden Spätgroßschadens kann aus den abgewickelten Schadenhöhen der bekannten im n-ten Abwicklungsjahr groß gewordenen Spätgroßschäden gesampelt werden. Sollten für größere n nur sehr wenige Spätgroßschäden bekannt sein, können spätere Abwicklungsjahre zusammengefasst werden.

Die Zahlungen, die für die bekannten Schäden geleistet wurden, bevor diese zu Großschäden geworden sind, sollten konsistent zur gewählten Art der Trennung zwischen Basis- und Großschäden aus- oder eingeschlossen werden (vgl. 2.2). An dieser Stelle zeigt sich der Vorteil der Methode 3 zur Trennung der Basis- und Großschäden.

Wie bei den bekannten Schäden und anderen Methoden muss auch im Fall der Spätgroßschäden angenommen werden, dass der beobachtete Datenbestand repräsentativ für die Zukunft ist. Diese Annahme kann im Fall von Gesetzesänderungen oder sonstigen bisher nicht beobachteten Ereignissen („events not in data“) falsch sein.

2.4.6. Berücksichtigung von anerkannten Renten

Regelmäßige Zahlungen werden in einigen Fällen (z.B. durch einen Gerichtsentscheid oder durch eine Einigung zwischen Anspruchsteller und Versicherer) in eine Rente umgewandelt. Man spricht dann von einer anerkannten Rente. Dies führt in der Regel dazu, dass Alter und Geschlecht der Rentenempfänger sowie die vereinbarten Auszahlungshöhen und –zeitpunkte standardmäßig verfügbar werden. Dieser Informationszuwachs ermöglicht für diesen Teil eines Schadens eine deutlich verbesserte Schätzung des Best Estimates.

Üblicherweise wird dieser durch Multiplikation aller vereinbarten Zahlungen mit den Überlebenswahrscheinlichkeiten ermittelt.

Es kann aber passieren, dass ein Schaden die RV-Priorität nur dann übersteigt, wenn der Rentenempfänger länger als erwartet überlebt und vice versa. Da die Ermittlung der einforderbaren Beiträge aus Rückversicherung ein Hauptzweck der stochastischen Reservierung ist, sollte auch dieser Fall durch eine stochastische Komponente im Modell berücksichtigt werden. Dafür wird jedem Rentenempfänger über die Überlebenswahrscheinlichkeiten in jeder Simulation ein zufälliges Sterbejahr zugeordnet. In diesem Pfad wird die vereinbarte Rentenzahlung in voller Höhe bis zu diesem Sterbejahr gezahlt und danach auf 0 gesetzt.

Bei ausreichend hoher Simulationsanzahl ändert dies nichts am Best Estimate vor Rückversicherung, aber der Rückversicherungsanteil kann ermittelt werden.

2.4.7. Berücksichtigung von zukünftigen Verrentungen

Der Best Estimate für erwartete noch in Zukunft anzuerkennende Renten wird aus den Daten der historischen Anerkennungen abgeleitet. In der Regel werden dafür fiktive Einmalzahlungen verwendet. Diese simulieren, dass der Versicherer die weitere Abwicklung der Rente an einen (fiktiven) Lebensversicherer übergibt. Der dafür zu zahlende Betrag wird als einmalige Schadenzahlung im Zahlungsdreieck berücksichtigt.

Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass die zukünftige Stellung von Rentenrückstellungen berücksichtigt wird, führt jedoch zu zwei entscheidenden Problemen:

- Die hohen (auch negativen) Einmalzahlungen passen nicht zu den sonst homogenen Schadenzahlungen in den Pools und können das Ergebnis daher verzerren.
- Die Abrechnung mit dem Rückversicherer bezieht sich nur auf tatsächliche Schaden- und Rentenzahlungen (und Reserven). Eine angemessene Berechnung des RV-Anteils ist daher wie in 2.4.6 nicht möglich.

Daher sollte auch hier eine stochastische Komponente eingefügt werden. Dafür müssen die Pools um die historischen Rentenankennungen erweitert werden. Das bedeutet, dass in die Pools nicht mehr nur die Zahlung des Folgejahres und der Reserveklassenwechsel einfließen, sondern auch die charakteristischen Daten einer neu entstandenen Rente (vereinbarte Zahlungen, Alter und Geschlecht des Rentenempfängers etc.). Diese neue Kategorie ist in den meisten Fällen leer, weil Renten nur in wenigen Schäden und meist auch nur einmal während der gesamten Abwicklungsdauer entstehen.

Wird die entsprechende Zeile des Pools beim Sampling ausgewählt, so wird angenommen, dass durch den abzuwickelnden Schaden zukünftig eine Rente mit den gleichen charakteristischen Daten entsteht. Diese wird wie eine anerkannte Rente stochastisch abgewickelt.

2.5. Sonderschäden

Falls die weitere Abwicklung eines Schadens nur unzureichend anhand der Pools prognostiziert werden kann, sollte dieser separat anhand einer Einzelfallabschätzung reserviert werden. Dies ist typischerweise dann der Fall, wenn

- die aktuelle Reservehöhe eines Schadens nie oder nur selten beobachtet wurde und daher nicht ausreichend im Pool repräsentiert wird.
- die aktuelle Reservehöhe bezogen auf das Abwicklungsjahr des Schadens außergewöhnlich hoch ist.

Es muss sich aber nicht zwingend um Schäden mit besonders hohen Reserven handeln. Denkbar sind zum Beispiel auch andere Konstellationen:

- Es handelt sich um einen besonders prominenten oder außergewöhnlichen Schaden, für den bereits eine konkrete Einschätzung des Sachbearbeiters vorliegt.
- Es wird ein hoher Regress erwartet.
- Ein atypischer Schaden passt nicht zum üblichen Portfolio.

Solche Schäden werden als **Sonderschäden** bezeichnet.

2.5.1. Identifikation von Sonderschäden

Selbstverständlich ist in der Masse von Schäden vorher nicht bekannt, welche sich anders abwickeln als vom Pool prognostiziert. Eine Schwierigkeit besteht zunächst also darin, Sonderschäden zu identifizieren.

Hierfür bieten sich in erster Linie grafische Methoden an. Mit diesen können für den entsprechenden Abwicklungsstand außergewöhnlich hohe Reserven identifiziert werden.

Aber auch konkrete quantilbasierte Grenzwerte sind denkbar.

Sonderschäden, die sich nicht durch außergewöhnlich hohe Reserven kennzeichnen, sind als Reservierer von außen kaum identifizierbar. Hierfür wird der regelmäßige Austausch mit den Schadenabteilungen dringend empfohlen.

2.5.2. Bewertung von Sonderschäden

In enger Absprache mit dem zuständigen Sachbearbeiter wird eine Einschätzung zum Erwartungswert der benötigten Reserve (Best Estimate) und dem Auszahlungsmuster getroffen. Anerkannte Renten können mit den üblichen lebensversicherungstechnischen Verfahren abgewickelt werden.

In der Regel handelt es sich hierbei um eine deterministische Abwicklung, weil eine manuelle Erstellung von unterschiedlichen wahrscheinlichkeitsgewichteten Pfaden zu komplex ist. Die Vorteile der stochastischen Reservierung bezüglich des Rückversicherungsanteils entfallen hier also, was wegen der geringen Anzahl aber meist vertretbar ist.

2.6. Rückversicherung

2.6.1. Kraftfahrzeug-Haftpflicht

In diesem Segment besteht das Rückversicherungsprogramm in der Regel aus einer Quote und einem anschließenden Schadenexzedenten pro Risiko.

Eine Besonderheit im Haftpflichtbereich ist die meist vertraglich vereinbarte **Indexklausel**, die dazu führen soll, dass Erst- und Rückversicherer gleichermaßen an durch Inflation gestiegenen Schadenaufwänden beteiligt werden. Um diese angemessen abzubilden, ist ein vollständiger Cashflow je Einzelschaden erforderlich.

Diese Bestandteile sind in der hier beschriebenen Methodik durch die Einzelschadensicht sehr gut abbildbar.

2.6.2. Haftpflicht

In der allgemeinen Haftpflichtversicherung sind weitere schadenübergreifende Rückversicherungsformen denkbar, um zum Beispiel Kumule aus der Produkt-Haftpflicht abzudecken.

Mit moderatem Zusatzaufwand sind auch solche Konstrukte zumindest näherungsweise in diesem Modell abbildbar, indem entsprechende Schäden zusammengefasst werden.

2.6.3. Feuerschäden

Durch ihre Großschadenneigung haben sich auch Feuerschäden als sinnvolles Anwendungsgebiet der stochastischen Einzelschadenreservierung erwiesen. Die Rückversicherung ist in diesem Bereich meist komplexer und im Markt heterogener. Die Anwendung muss daher unternehmensindividuell beurteilt werden. Auf typische Formen soll hier trotzdem grob eingegangen werden:

Quoten sind in der Regel ebenso gut anwendbar wie im langabwickelnden Bereich. Etwaige spartenübergreifende Konstruktionen sowie weitere Bestandteile wie Gewinnbeteiligungen und

Provisionen können ebenfalls näherungsweise angewendet werden, wenn alle betroffenen Sparten in einem Modell zusammengefasst werden.

Einzel-XLs sind ebenfalls gut abbildbar. Häufig finden sich hier limitierende Vereinbarungen wie AADs (Annual Aggregate Deductibles) oder AALs (Annual Aggregate Limits, manchmal in Form von fest vereinbarten Wiederauffüllungen). Diese Konstruktionen können berücksichtigt werden.

Ereignis-XLs decken Kumule ab wie zum Beispiel ein risikoübergreifendes Feuer. Hierfür kann es hilfreich sein, derartige Kumule schon in der Bruttosicht zusammenzufassen.

(Proportionale) Fakultative Abgaben sowie Summenexzedenten führen zu einer von der Versicherungssumme abhängigen Quote je Schaden. Die korrekte Anwendung dieser Konstruktion ist auch möglich, macht das Modell aber deutlich komplexer. Zum Beispiel müssten diese schadenindividuellen Quoten auch bei den Basis- und bei den Spätgroßschäden berücksichtigt werden, was zu Problemen führt. Vereinfachend könnte hier nach dem ersten Abwicklungsjahr eine fiktive Quote für die Summe aller Schäden ermittelt werden, indem der gesamte Anteil der fakultativen Abgaben durch den Brutto-Schadenaufwand eines Schadenjahres geteilt wird. Die Anwendbarkeit der Vereinfachung ist sorgfältig zu prüfen. Da die Entlastung aus den nachfolgenden RV-Verträgen fehlerhaft berechnet werden könnten, ist eine Berechnung anhand der korrekten Werte immer vorzuziehen.

2.6.4. Fazit

Während proportionale RV-Verträge häufig auch mit marktüblichen Methoden adäquat abgebildet werden können, stoßen diese bei nicht-proportionalen Konstruktionen an ihre Grenzen. Die Probleme erschließen sich recht schnell:

- Netto-Abwicklungsdreiecke erfüllen selten die notwendigen Voraussetzungen für die Anwendung von Dreiecksmethoden (z.B. Chain Ladder). Die Abwicklung ist zum Beispiel selten unabhängig von den Anfalljahren, weil sie davon abhängt, ob die Schäden eines Anfalljahres oberhalb der Priorität liegen oder nicht. Liegen alle offenen Schäden oberhalb der Priorität, sind keine weiteren Netto-Zahlungen mehr zu erwarten, während in anderen Anfalljahren viele kleinere Schäden abgewickelt werden müssen, die zu weiteren Nettozahlungen führen. Zudem kann sich das Rückversicherungsprogramm über die Jahre ändern, wodurch Anfalljahre ebenfalls nicht mehr vergleichbar sind.
- Wegen der Einfachheit beliebt ist auch die Verwendung von Brutto-Netto-Überleitungsfaktoren. Diese werden häufig aus der HGB-Sicht abgeleitet und auf die Brutto-Schätzung der Best Estimates angewendet. Bei nicht-proportionaler Rückversicherung führt die Anwendung eines solchen Überleitungsfaktors aber in der Regel zu einem Fehler, weil das Brutto-Netto-Verhältnis des Best Estimates nicht mehr das gleiche ist.

Aus Mangel an ebenso leicht umsetzbaren Alternativen werden diese Varianten trotzdem häufig genutzt. Die entstehenden Fehler sind ohne komplexe Berechnungen schwer bis gar nicht quantifizierbar. Da sie sich zudem von Meldung zu Meldung stark unterscheiden können, reicht eine einmalige Ermittlung des Fehlers eigentlich nicht aus.

Zudem fehlt den marktüblichen Methoden die stochastische Komponente. Einem Schaden, der zum Bewertungszeitpunkt unterhalb der Priorität liegt, wird in der Regel daher auch im Best Estimate ein RV-Anteil von 0 zugeordnet. Ist aber die Möglichkeit für eine Schlechterabwicklung des Schadens bis über die Priorität gegeben, so müsste der Best Estimate des Rückversicherungsanteils über 0 liegen.

Trotz der teilweise notwendigen Vereinfachungen im Feuer-Bereich und der deterministischen Abbildung von Basis- und Sonderschäden stellt das hier vorgestellte Modell daher eine sehr starke Verbesserung bei der Ermittlung des RV-Anteils dar.

3. Ergebnisse aus der Unterarbeitsgruppe

3.1. Anwendung der Methode

3.1.1. Kraftfahrzeug-Haftpflicht 1

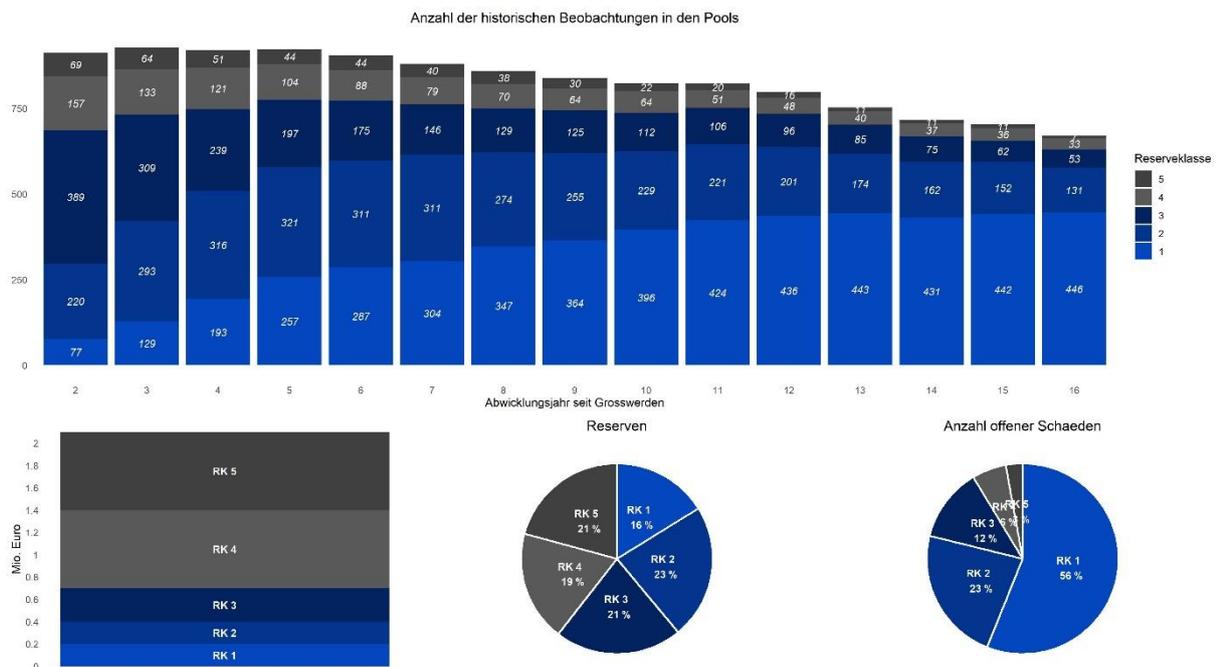
Bestand

Bei diesem Bestand handelt sich um einen deutschen Kraftfahrzeug-Haftpflicht-Bestand eines Regionalversicherers mit einer jährlichen Bruttoprämie von etwa 230 Mio. Euro. Anders als im Sachbereich sollte die Regionalität in diesem Segment nicht zu einer besonderen Kumulneigung führen, sodass das Risiko des Bestands dem von deutschlandweiten Beständen ähneln sollte.

Parameter

Die Großschadengrenze wird auf 400.000 Euro festgelegt. Der Übergang auf die Nachlaufmethode erfolgt nach dem 16. Abwicklungsjahr (seit Großwerden). Das Ende der Abwicklung wird auf das 50. Abwicklungsjahr festgelegt, wobei vereinbarte länger laufende Renten entsprechend berücksichtigt werden.

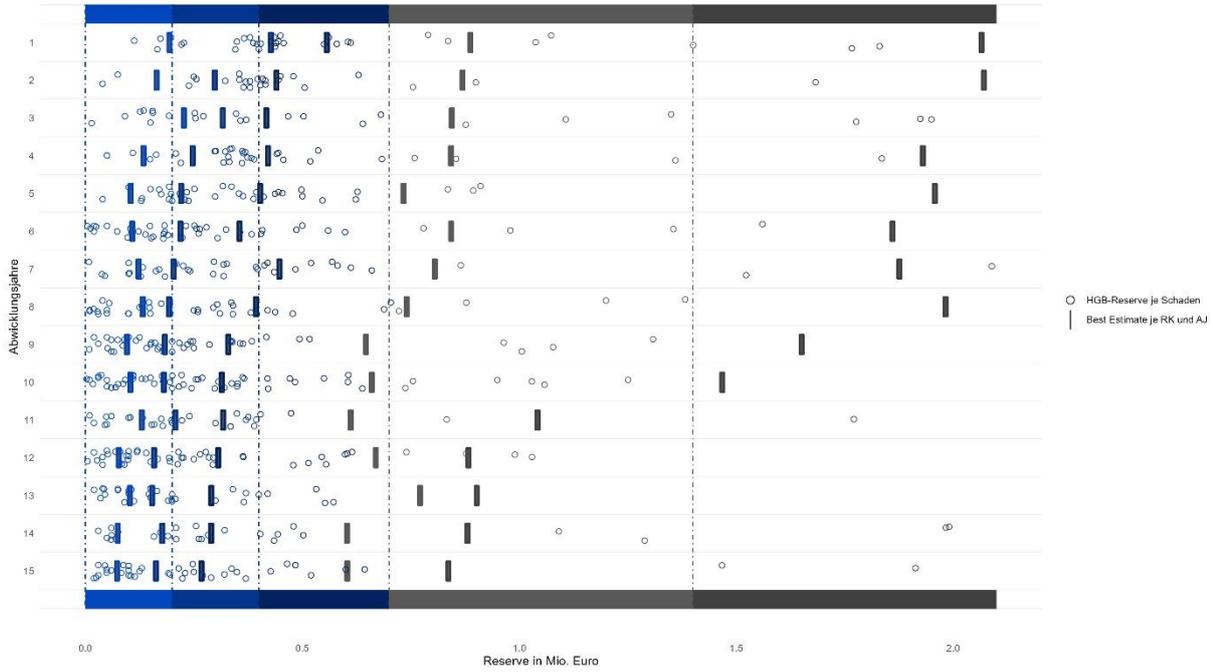
Die Reserveklassen wurden so gebildet, dass sich das Reservevolumen der offenen Schäden etwa gleichmäßig auf die Reserveklassen verteilt. In die Pools fließt nur die Historie der letzten 20 Jahre ein. Das führt zu den folgenden Poolgrößen vor Nachlaufübergang:



Best Estimates

Die folgende Grafik zeigt, wie die offenen HGB-Reserven auf einen Best Estimate übergeleitet werden. Jeder Kreis steht für die HGB-Reserven eines noch nicht abgewickelten Schadens. Die blauen Färbungen zeigen, in welcher Reserveklasse sich der Schaden befindet. Die blauen und grauen Balken geben zu jeder Reserveklasse und zu jedem Abwicklungsjahr den Best Estimate an. In der Regel liegt der Best Estimate links von den Reserveklassen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Sicherheitspuffer in den HGB-Reserven im Best Estimate bereits aufgelöst wurden.

Reserven-Uebersicht

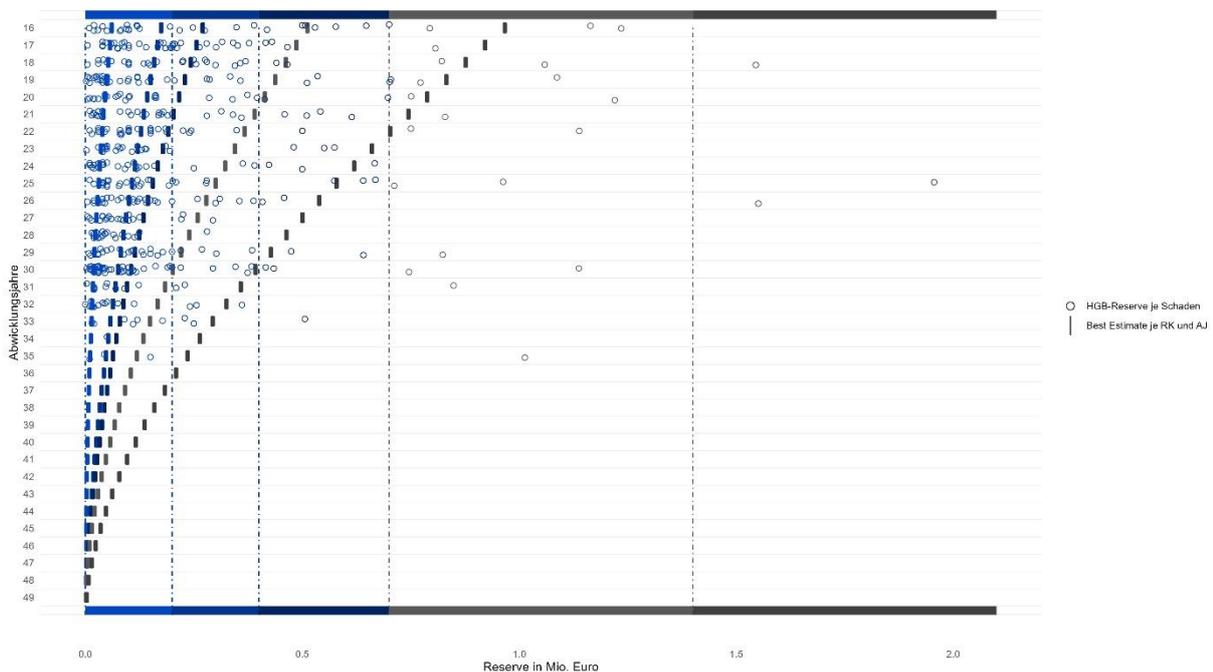


Die Grafik verdeutlicht, wie sich der Best Estimate von einem Abwicklungsjahr zum nächsten reduziert und wie weit die Best Estimates je Reserveklasse auseinanderliegen.

An einigen Stellen sind größere Sprünge von einem Abwicklungsjahr zum nächsten zu beobachten, die auf zufällige besonders hohe Auszahlungen in den Pools zurückzuführen sind. Besonders auffällig ist zudem, dass der Best Estimate für Schäden in der höchsten Reserveklasse ab dem 11. Abwicklungsjahr deutlich abnimmt. Offenbar sind hohe Auszahlungen in der Vergangenheit vorwiegend bis zum 10. Abwicklungsjahr beobachtet worden.

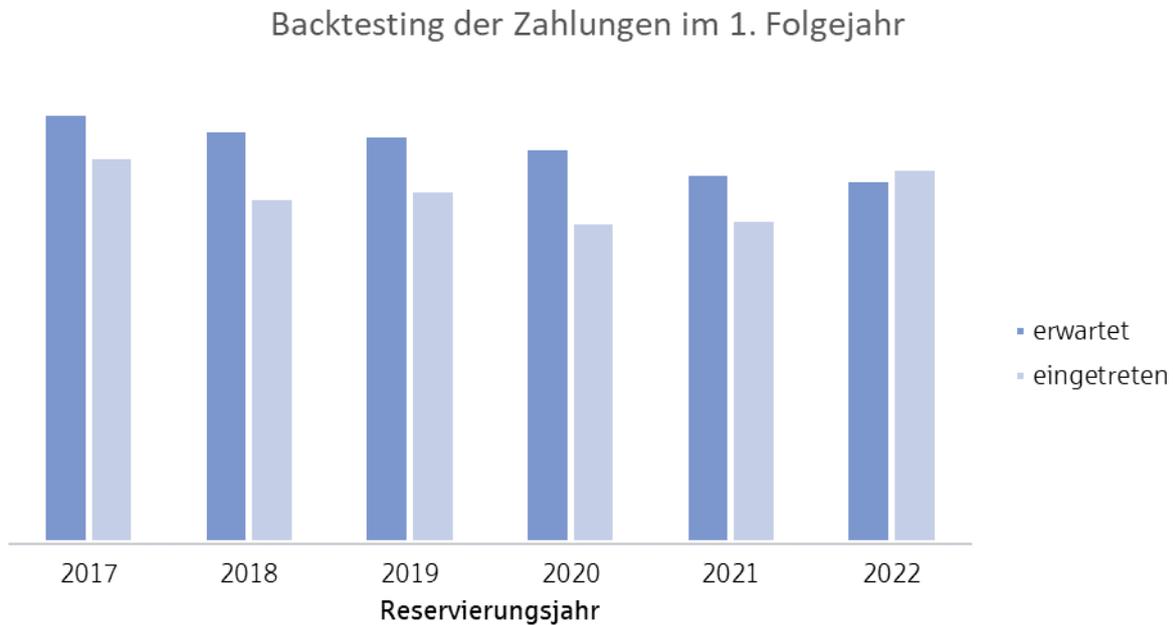
In der gleichen Grafik für den Nachlauf ist die Entwicklung entlang der Abwicklungsjahre besonders deutlich zu erkennen:

Reserven-Uebersicht



Backtesting der Cashflows

Die Methode wurde rückwirkend für die Reservierungsjahre 2017 bis 2022 angewendet, um die Angemessenheit der Methode anhand eines Backtestings zu beurteilen. Dafür werden die prognostizierten Zahlungen im ersten Folgejahr mit den tatsächlichen Zahlungen verglichen:

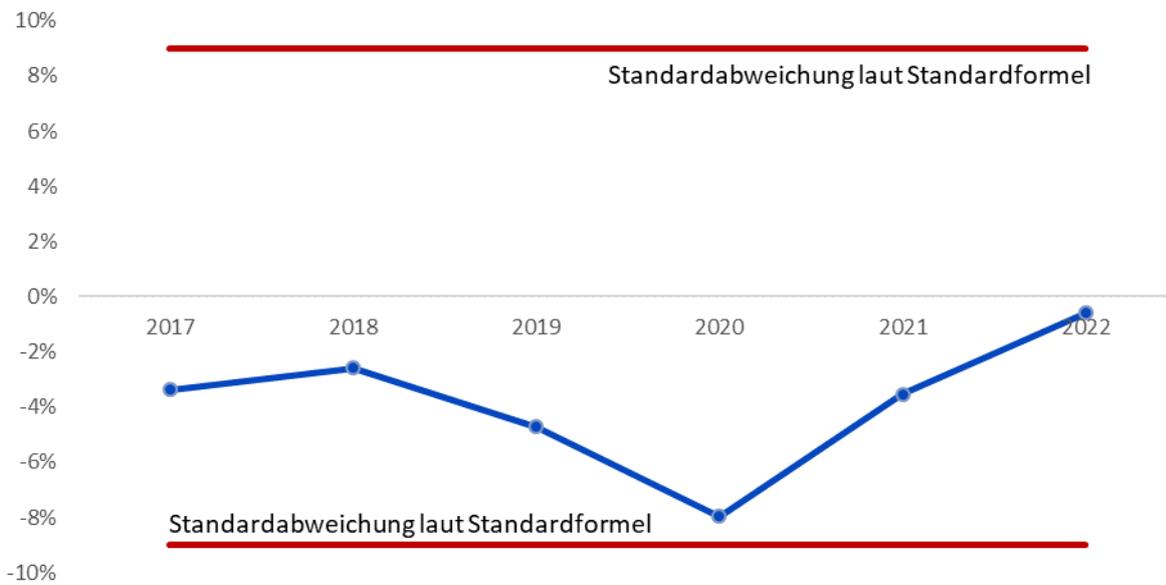


Hierbei fällt auf, dass die eingetretenen Zahlungen im ersten Folgejahr für die Reservierungsjahre 2017 bis 2021 moderat unter den erwarteten Zahlungen liegen. Eine detaillierte Analyse zeigt, dass die Auszahlungen in diesen Jahren tatsächlich deutlich unterhalb der Beobachtungen der Vorjahre lagen. Dieser Trend hätte berücksichtigt werden können, indem für die Pools nicht mehr die letzten 20, sondern weniger Stichjahre einfließen. Da aber eher von zufälligen Abweichungen ausgegangen wird, wurde auf eine Anpassung verzichtet. Durch diese vorsichtigeren Herangehensweise ist das Folgejahr im Reservierungsjahr 2022 sehr passend geschätzt worden.

Backtesting der Ultimates

Im Backtesting der Ultimates wird die Anpassung der Ultimates von einem Reservierungsjahr zum nächsten ins Verhältnis zum Best Estimate des Vorjahres gesetzt. Die Standardformel nach Solvency II gibt bei der Berechnung des Reserverisikos für diese Kennzahl eine Standardabweichung von 9% vor, die hier als „Benchmark“ genutzt wird.

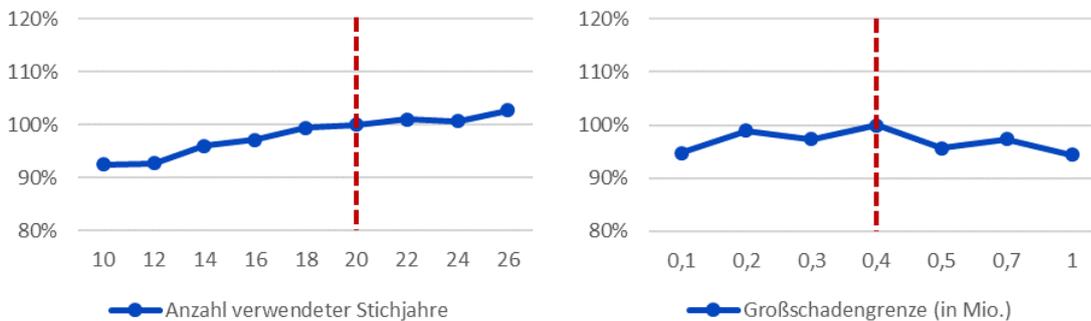
Backtesting der Ultimates



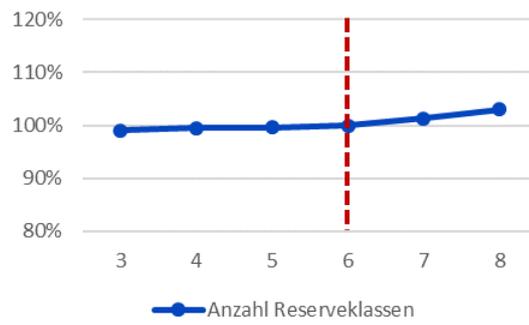
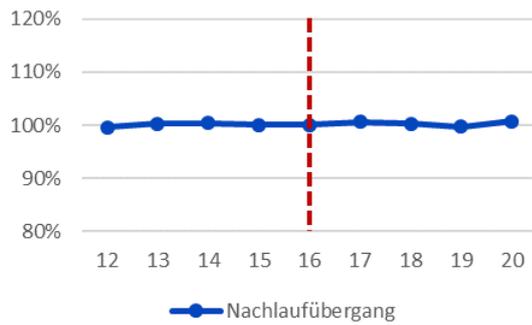
Nach dem Backtesting der Cashflows ist es nicht überraschend, dass auch die Ultimates tendenziell leicht nach unten angepasst worden sind. Alle Anpassungen liegen aber unterhalb der Standardabweichung aus der Standardformel, was den methodischen Ansatz bestätigt.

Sensitivitätsanalysen

Für die Sensitivitätsanalysen werden die verwendeten Parameter verändert, um die Auswirkungen der Parameterwahl auf den Best Estimate zu ermitteln.

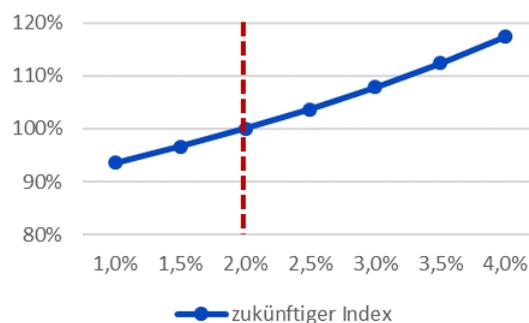
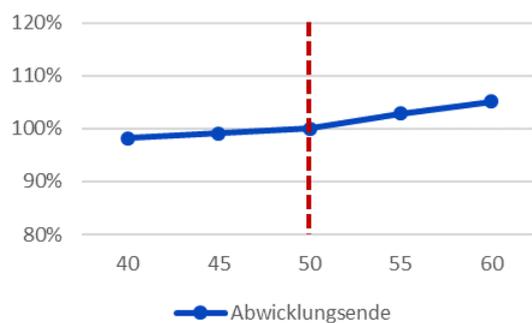


Die erste Grafik bestätigt die Beobachtung aus den Backtestings: Greift man bei der Erstellung der Pools nur auf die jüngeren Stichjahre zurück, erhält man einen niedrigeren Best Estimate. Von dieser unternehmensspezifischen Besonderheit abgesehen liegen die Sensitivitäten der Parameter „Anzahl verwendeter Stichjahre“ und „Großschadengrenze“ mit unter 5% Abweichung in einem akzeptablen Bereich.



Die Wahl des Jahres des Nachlaufübergangs und der Anzahl der Reserveklassen haben wenig Auswirkungen auf den Best Estimate. Am rechten Ende fällt eine größere Schwankung auf, die aus der entstehenden kleineren Datenbasis im Nachlaufpool bzw. in den Pools der höheren Reserveklassen entsteht.

An dieser Stelle werden allerdings nur die Auswirkungen auf den aggregierten Brutto-Best Estimate dargestellt. Weniger Reserveklassen führen dazu, dass viele unterschiedlich große Schäden zusammengefasst werden. Die kleineren werden dadurch überschätzt, während die größeren unterschätzt werden, was auch zu Problemen bei der Schätzung des Rückversicherungsanteils führt. Eine Aufteilung in so viele Reserveklassen wie möglich ist daher sinnvoll.



Die letzten zwei Sensitivitäten zeigen die Auswirkungen der Wahl der zukünftigen Inflation sowie der Abwicklungslänge. Natürlicherweise steigt der Best Estimate bei einer höheren Wahl dieser Parameter.

Fazit

Die Methode stellt eine deutliche Verbesserung zu den vorher verwendeten Methoden dar. Die Backtestings zeigen trotz der moderaten Verschätzungen der letzten Jahre deutlich bessere Ergebnisse als bisher verwendete Methoden. Zudem ermöglicht die Methode eine deutlich verbesserte Schätzung des Rückversicherungsanteils.

Nicht zu unterschätzen sind auch die neugewonnenen Analysemöglichkeiten durch die Einzelschadensicht sowie das verbesserte Verständnis der Abwicklung im Großschadenbereich, das durch die Aufteilung nach Reserveklassen und Abwicklungsjahre entsteht.

Aus diesem Grund wird die Methode für diesen Bestand seit 2020 im Rahmen der Jahresmeldung nach Solvency II verwendet.

3.1.2. Kraftfahrzeug-Haftpflicht 2 (ohne Renten)

Bestand

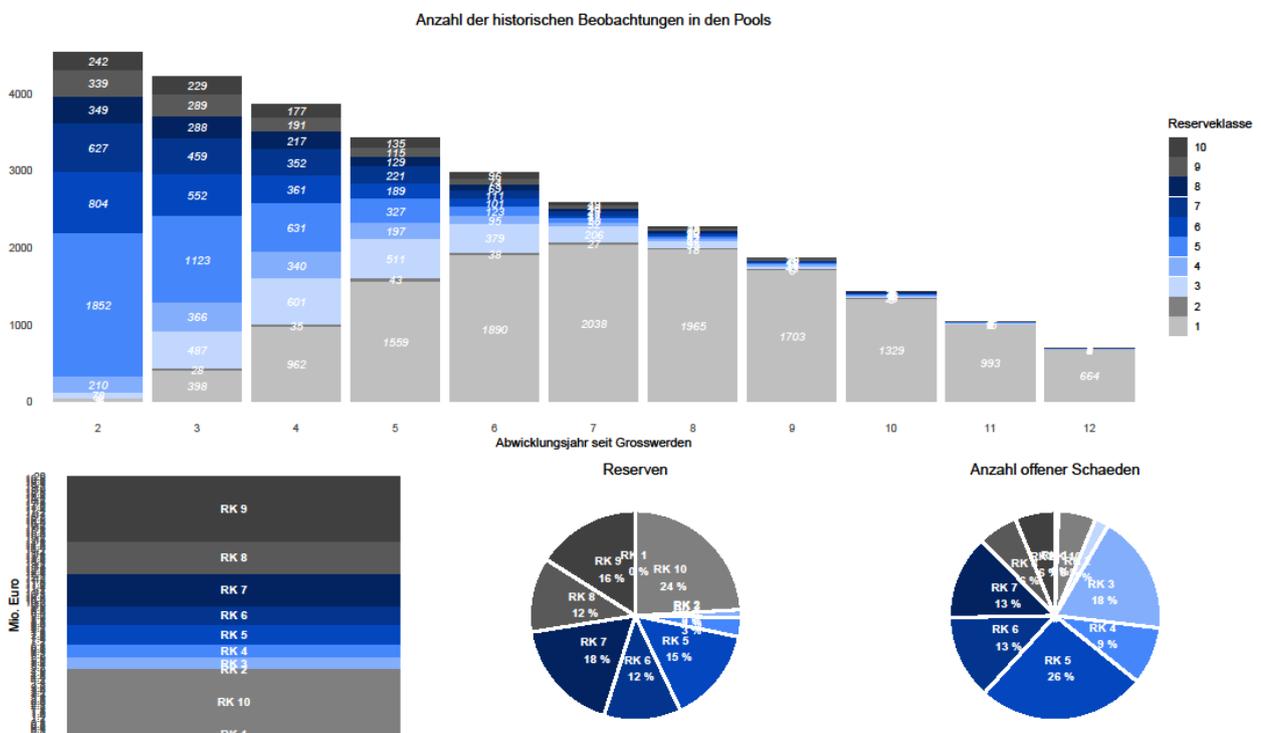
Bei diesem Bestand handelt sich um die dem Rückversicherer von unterschiedlichen Zedentinnen gemeldeten Schäden in einem ausländischen Markt, in dem Renten und rentenähnliche Zahlungen nicht üblich sind. Die Schäden werden mit größeren Abfindungszahlungen geschlossen. Bis

zur Abfindung werden kleinere Zahlungen geleistet. Kleinere Zahlungen nach Abfindung sind auch möglich, z.B. für noch ausstehende Kosten. Es werden ausschließlich Einzelschäden betrachtet, die die Meldegrenze der jeweiligen Zedentin übersteigen, da es sich um nicht-proportionale Rückversicherung handelt.

Parameter

Die nicht-proportionalen Rückversicherungsstrukturen sind unterschiedlich über die Jahre und für die einzelnen Zedentinnen, so dass eine relativ hohe Großschadengrenze gewählt werden muss. Der Übergang auf die Nachlaufmethode erfolgt nach dem 12. Abwicklungsjahr (seit Großwerden). Das Ende der Abwicklung wird auf das 20. Abwicklungsjahr festgelegt.

Die Reserveklassen wurden so gebildet, dass sich das Reservevolumen der offenen Schäden etwa gleichmäßig auf die Reserveklassen verteilt. Die Einteilung in 10 Reserveklassen dient dazu, möglichst ähnliche Reserven in den einzelnen Reserveklassen zu betrachten und schärfer zu trennen. Reserveklasse 1 enthält die Schäden mit Reserve 0 und Reserveklasse 2 die Schäden mit kleinen Reserven, die als noch ausstehende Kosten interpretiert werden. In die Pools fließt nur die Historie der letzten 12 Jahre ein. Das führt zu den folgenden Poolgrößen vor Nachlaufübergang:

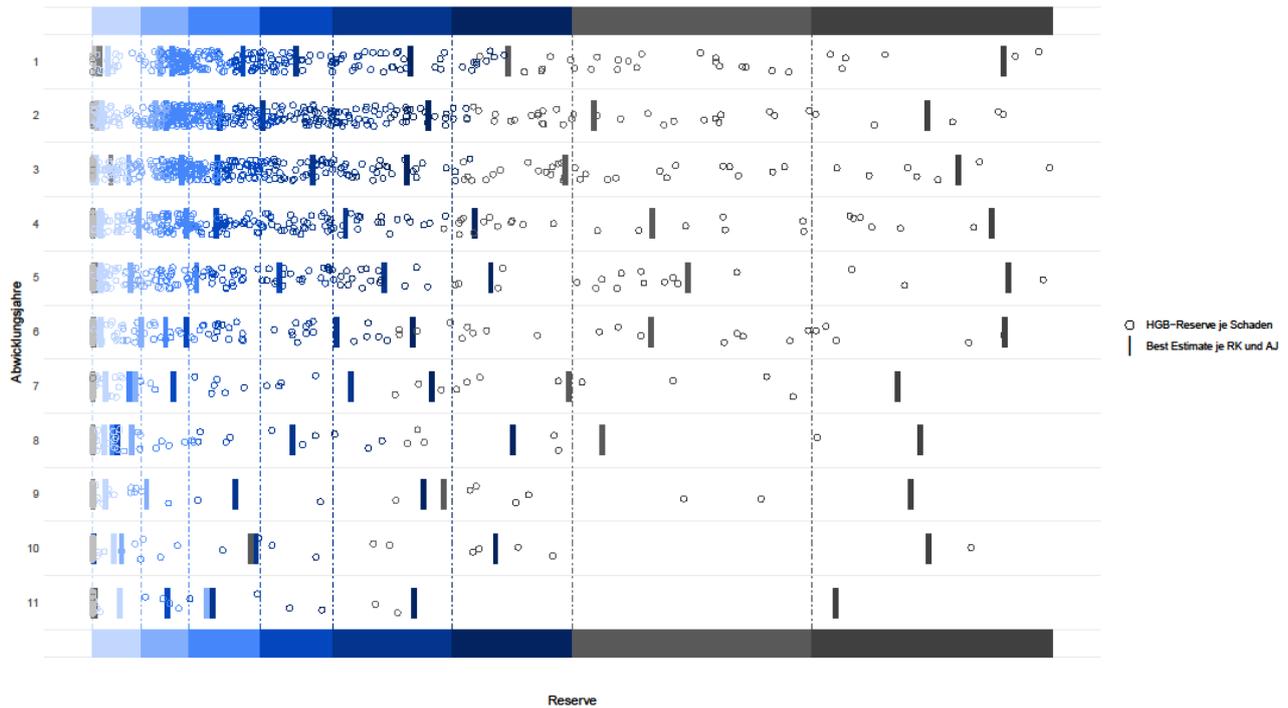


Best Estimates

Die folgende Grafik zeigt, wie die offenen Bilanzreserven auf einen Best Estimate übergeleitet werden. Jeder Kreis steht für die Bilanzreserve eines noch nicht abgewickelten Schadens. Die blauen Färbungen zeigen, in welcher Reserveklasse sich der Schaden befindet. Die blauen und grauen Balken geben zu jeder Reserveklasse und zu jedem Abwicklungsjahr den Best Estimate an.

In der Regel liegt der Best Estimate in der Reserveklasse und wandert im Laufe der Abwicklung nach in eine Position links von der Reserveklasse. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Sicherheitspuffer in den Reserven im Best Estimate bereits aufgelöst wurden. Dies gilt insbesondere für die Reserveklassen mit kleineren und mittleren Großschäden, jedoch nicht für die Reserveklassen mit sehr großen Schäden.

Reserven-Uebersicht



Die Grafik verdeutlicht, wie sich der Best Estimate von einem Abwicklungsjahr zum nächsten reduziert und wie weit die Best Estimates je Reserveklasse auseinanderliegen.

Die meisten Abfindungen werden innerhalb der ersten sieben Abwicklungsjahre nach Großwerden gezahlt, wie die starke Verringerung der offenen Schäden ab dem 7. Abwicklungsjahr zeigt. Nur für höhere Reserveklassen dauert die Abwicklung länger, da bei Schwerstverletzten erst ein stabiler Gesundheitszustand vorliegen muss, bevor die Abfindung erfolgt.

Wir verzichten auf die Grafik für den Nachlauf, da nur noch wenige Schäden in diesem Portefeuille 12 Jahre nach Großwerden offen sind.

Backtesting der Cashflows

Die Methode wurde rückwirkend für die Reservierungsjahre 2018 bis 2022 angewendet, um die Angemessenheit der Methode anhand eines Backtestings zu beurteilen. Dafür werden die prognostizierten Zahlungen im ersten Folgejahr mit den tatsächlichen Zahlungen verglichen:

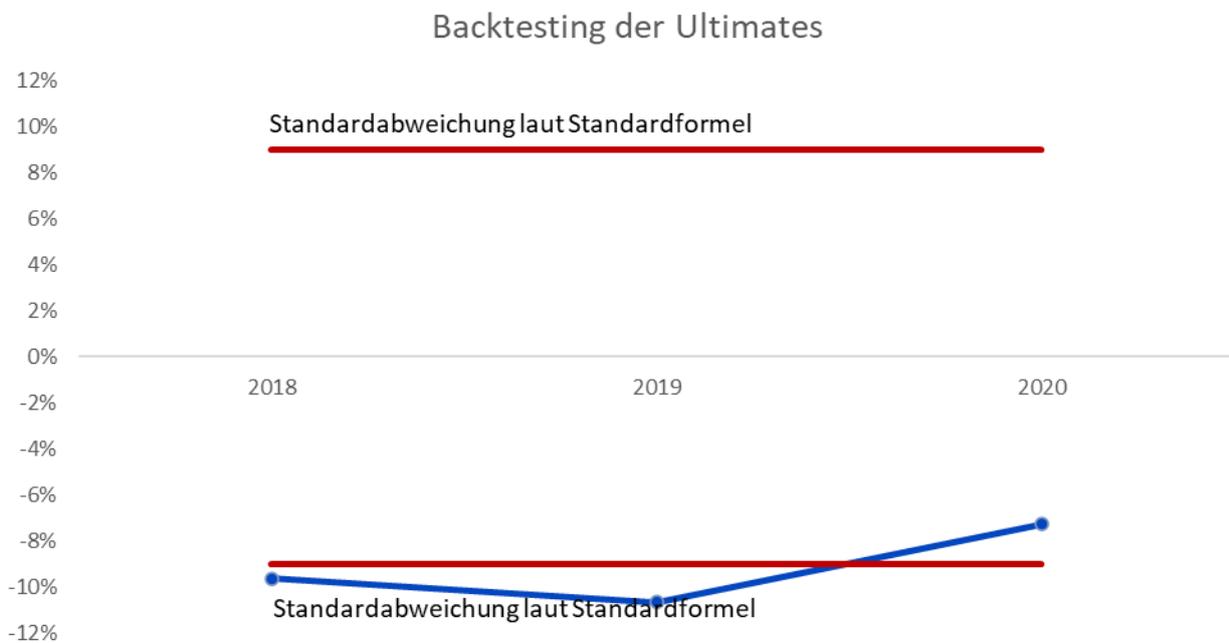
Backtesting der Zahlungen im 1. Folgejahr



Hierbei fällt auf, dass die eingetretenen Zahlungen im ersten Folgejahr für die Reservierungsjahre 2019 bis 2022 unter den erwarteten Zahlungen liegen.

Backtesting der Ultimates

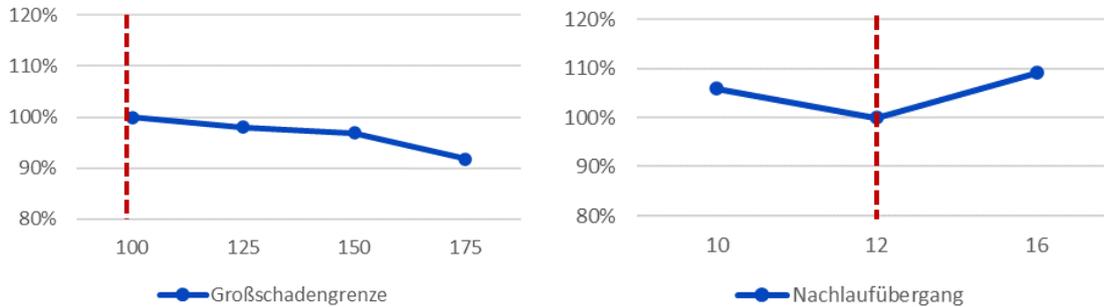
Im Backtesting der Ultimates wird die Anpassung der Ultimates von einem Reservierungsjahr zum nächsten ins Verhältnis zum Best Estimate des Vorjahres gesetzt. Die Standardformel nach Solvency II gibt bei der Berechnung des Reserverisikos für diese Kennzahl eine Standardabweichung von 9% vor, die hier als „Benchmark“ genutzt wird.



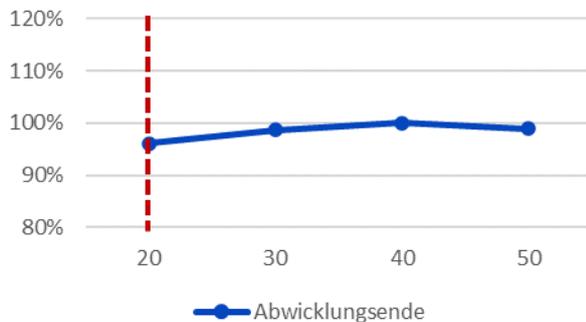
Nach dem Backtesting der Cashflows ist es nicht überraschend, dass auch die Ultimates tendenziell nach unten angepasst worden sind. Die Anpassungen liegen teilweise leicht außerhalb der Standardabweichung aus der Standardformel.

Sensitivitätsanalysen

Für die Sensitivitätsanalysen werden die verwendeten Parameter verändert, um die Auswirkungen der Parameterwahl auf den Best Estimate zu ermitteln.



Die erste Grafik zeigt, dass der Best Estimate mit steigender Großschadengrenze sinkt. Die Sensitivität des Parameters „Jahr des Nachlaufübergangs“ liegt in einem akzeptablen Bereich. Bei 16 Jahren fällt eine größere Schwankung auf, die aus der entstehenden kleineren Datenbasis im Nachlaufpool bzw. in den Pools der höheren Reserveklassen entsteht.



Die letzte Sensitivität zeigen die Auswirkungen der Wahl der Abwicklungslänge. Natürlicherweise steigt der Best Estimate bei einer höheren Wahl dieser Parameter.

Vergleich zur aktuell verwendeten Reservierungsmethode

Aktuell wird u.a. ein aufwandsbasiertes Chain-Ladder-Verfahren verwendet, das die geschlossenen Schäden sowohl in der Berechnung der Abwicklungsfaktoren des Schadenaufwands als auch in der Anwendung der Abwicklungsfaktoren ausschließt. Die neue Methode basiert auf den individuellen Zahlungen und segmentiert aufgrund der Bildung von Reserveklassen tiefer. Geschlossene Schäden werden automatisch erkannt, sobald sie die Reserveklassen 0 und 1 erreichen. Die neue zahlungsbasierte Methode liefert insbesondere in den ersten Abwicklungsjahren und in den höheren Reserveklassen niedrigere Best Estimates als die aktuelle Methode.

Fazit

Die Methode stellt eine Verbesserung zu den vorher verwendeten Methoden dar. Die Methode ermöglicht eine deutlich verbesserte Schätzung des Rückversicherungsanteils.

Nicht zu unterschätzen sind auch die neugewonnenen Analysemöglichkeiten durch die Einzelschadensicht sowie das verbesserte Verständnis der Abwicklung im Großschadenbereich, das durch die Aufteilung nach Reserveklassen und Abwicklungsjahren entsteht.

3.1.3. Kraftfahrzeug-Haftpflicht 3

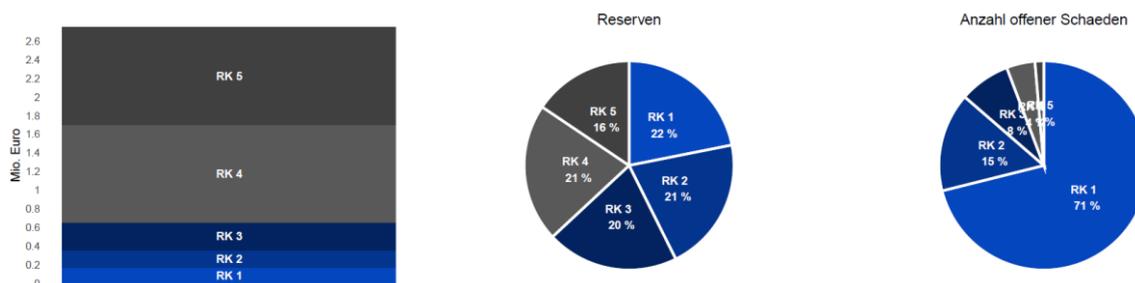
Bestand

Bei diesem Bestand handelt sich um einen deutschen Kraftfahrzeug-Haftpflicht-Bestand mit einer jährlichen Bruttoprämie von etwa 150 Mio. Euro. Trotz regionalem Schwerpunkt sollte das Risiko des Bestands dem von deutschlandweiten Beständen ähneln.

Parameter

Die Großschadengrenze wird auf 50.000 Euro festgelegt, um eine möglichst große Zahl von Schäden mit der neuen Methode zu bewerten. Der Übergang auf die Nachlaufmethode erfolgt nach dem 15. Abwicklungsjahr (seit Großwerden). Das Ende der Abwicklung wird auf das 60. Abwicklungsjahr festgelegt. Der Methodik entsprechend werden vereinbarte länger laufende Renten auch länger berücksichtigt.

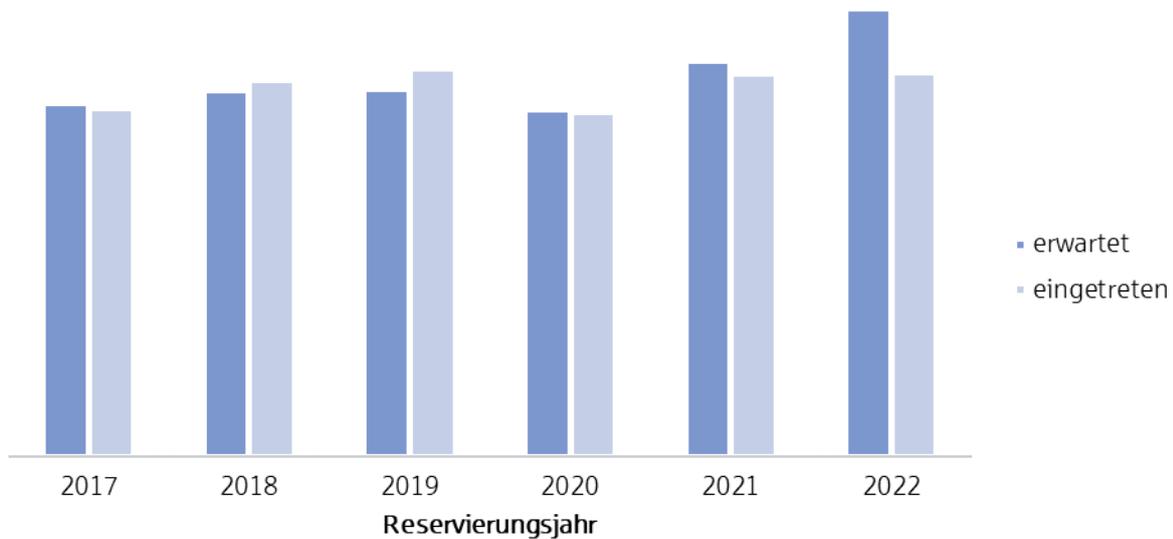
Die Reserveklassen wurden so gebildet, dass sich das Reservevolumen der offenen Schäden etwa gleichmäßig auf die Reserveklassen verteilt. In die Pools fließt nur die Historie der letzten 12 Jahre ein unter Streichung von zwei Jahren, in denen systematische Nachreservierungen erfolgten. Die im Vergleich zum übrigen Vorgehen kurze Historie wird angewendet, um eine Entwicklung der Schäden zu berücksichtigen, die als repräsentativ für die Zukunft eingeschätzt wird. Das führt zu den folgenden relativen Verteilungen der Schäden auf die Pools vor Nachlaufübergang:



Backtesting der Cashflows

Die Methode wurde auf diesem Bestand ebenfalls rückwirkend für die Reservierungsjahre 2017 bis 2022 angewendet. Wie auch in den vorherigen Abschnitten werden die prognostizierten Zahlungen im ersten Folgejahr mit den tatsächlichen Zahlungen verglichen:

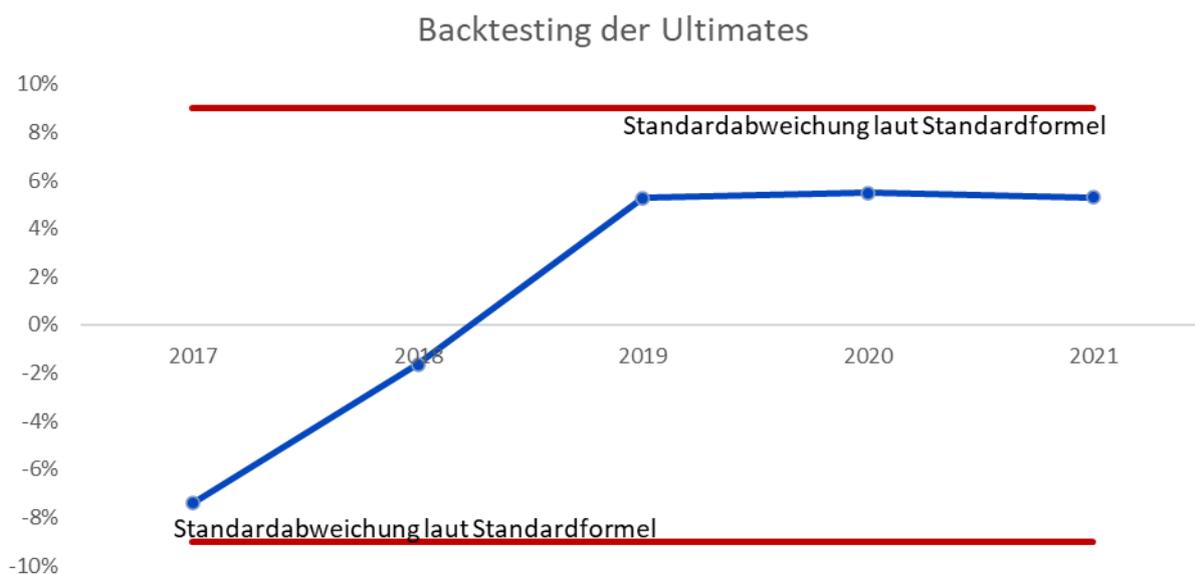
Backtesting der Zahlungen im 1. Folgejahr



Hier wird eine hohe Übereinstimmung zwischen den erwarteten und den eingetretenen Zahlungen im Folgejahr beobachtet. Am auffälligsten ist noch die Abweichung im Reservierungsjahr 2022. Vor diesem Jahr konnten jedoch systematische Reserveerhöhungen vorgenommen werden, mit der Konsequenz, dass Schäden tendenziell in höhere Reserveklassen gewandert sind und dann aus der Vergangenheit höhere Auszahlungen prognostiziert wurden, als sich dann tatsächlich ergeben haben.

Backtesting der Ultimates

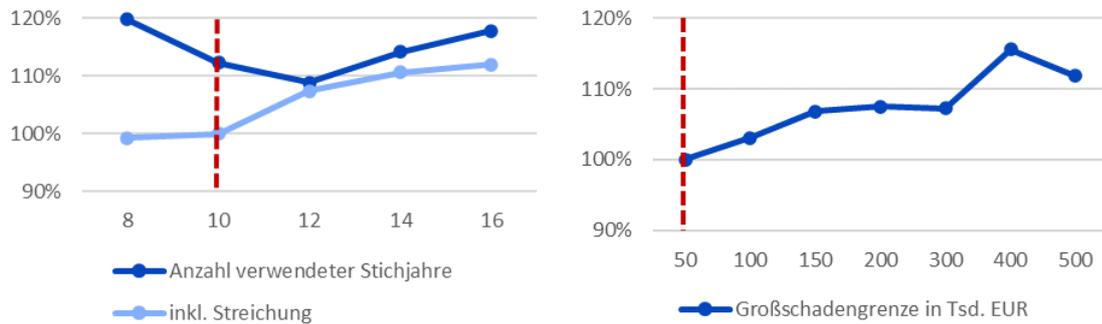
Das Backtesting erfolgt mit der gleichen Methodik wie in den vorherigen Abschnitten mit den identischen Parametern. Hier ergibt sich folgendes Bild:



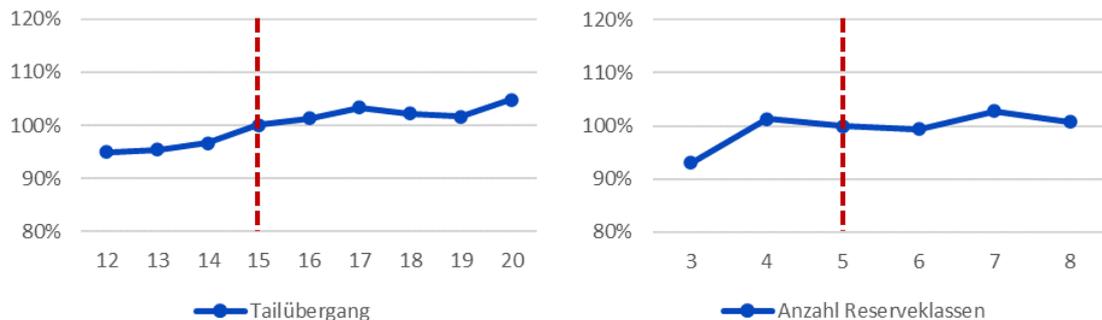
Da in diesem Bestand in jüngeren Jahren Reservestärkungen durchgeführt werden konnten, ist der Effekt, dass sich dort eher Abweichungen nach oben ergeben, erwartbar.

Sensitivitätsanalysen

Die Sensitivitätsanalyse erfolgt aus denselben Gründen wie in den übrigen Abschnitten.

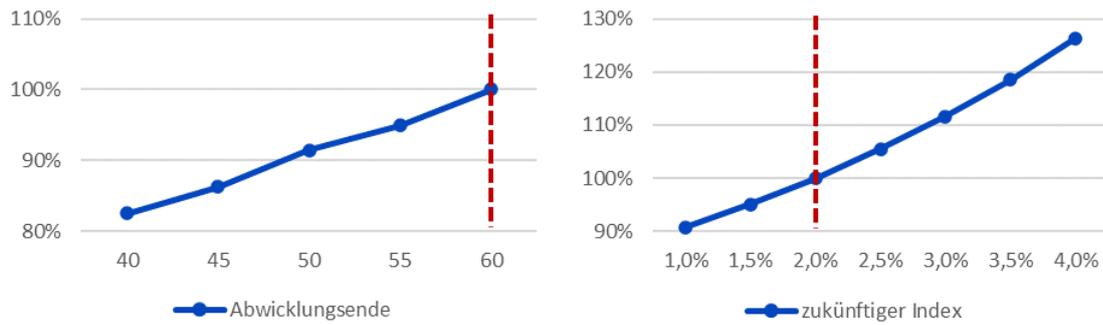


In der ersten Grafik sind in diesem Fall zwei verschiedene Sensitivitäten dargestellt. Dies ist in dunkelblau die klassische Sensitivität, in der alle Stichjahre gleichberechtigt verwendet werden. Zusätzlich ist dies in hellblau eine Sensitivität unter Streichung von Jahren, in denen im untersuchten Bestand Nachreservierungen stattgefunden haben, und unter Verwendung von älteren Stichjahren, um die genannte Anzahl von Stichjahren zu erreichen. Da die Nachreservierungen in jüngeren Jahren stattfanden, hat bei einer geringeren Anzahl von Stichjahren die Streichung einen größeren Effekt, weil in diesem Fall die Streichungen relativ betrachtet ein größeres Gewicht haben. Bei einer größeren Zahl von Stichjahren rücken die verschiedenen Verfahren wieder näher zusammen. Insgesamt ist der relative Unterschied zwischen den beiden Verfahren, mit und ohne Streichung, größer als der relative Unterschied innerhalb eines Verfahrens bei Verwendung von mehr oder weniger Stichjahren. Die zweite Grafik zeigt für diesen Bestand einen breiten Bereich von 150 Tsd. EUR bis 300 Tsd. EUR, in dem der Best Estimate wenig auf die Großschadengrenze reagiert. Bei größeren Großschadengrenzen kommt es dann jedoch zu größeren Schwankungen, auch die genaue Klasseneinteilung hat bei hohen Großschadengrenzen dann einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe des Best Estimate.



Die Wahl des Nachlaufübergangs hat auch in diesem Bestand einen eher geringeren Einfluss auf die Höhe des Best Estimate, dieser ist aber höher als teilweise bei anderen Beständen beobachtet. Die Wahl der Anzahl der Reserveklassen hat wenig Auswirkungen auf den Best Estimate. Am linken Rand fällt eine größere Schwankung auf, die sich aus der Vermischung sehr unterschiedlich großer Schäden in den Pools ergibt.

Für die Schätzung der Rückversicherungsanteile gilt jedoch auch weiter der Hinweis, dass eine möglichst hohe Anzahl von Reserveklassen verwendet werden sollte.



Auch hier zeigen die zwei Sensitivitäten, die die Auswirkungen der Wahl der zukünftigen Inflation sowie der Abwicklungslänge darstellen, die erwartete Steigerung des Best Estimate bei einer höheren Wahl dieser Parameter. Im Vergleich zum ersten dargestellten KH-Bestand reagiert der Best Estimate sensitiver auf eine Veränderung dieser Parameter. Dies lässt eine durchschnittlich längere Abwicklungsdauer der Schäden im hier dargestellten Bestand vermuten.

Fazit

Auf dem hier untersuchten Bestand liefert die Methode ähnliche Ergebnisse in Bezug auf den Best Estimate im Verhältnis zur bisher im Rahmen der Reservierung verwendeten Methode. Deutliche Verbesserungen ergeben sich jedoch bei der Prognose der Zahlungsströme, da sich hier im bisherigen Verfahren teils Abweichungen zwischen Schätzung und tatsächlicher Beobachtung ergeben haben.

Durch die Streichung nicht repräsentativer Stichjahre war es auch auf diesem Bestand möglich für die Prognose angemessene Pools zu bilden. Dies zeigt exemplarisch, dass auch im Rahmen dieser neuen Methode mit auffälligen Stichjahren umgegangen werden kann.

Für diesen Bestand wird weiter geprüft, ob und wie das neue Verfahren in die bestehenden Solvency II-Prozesse integriert werden kann.

3.1.4. Kraftfahrzeug-Haftpflicht 4

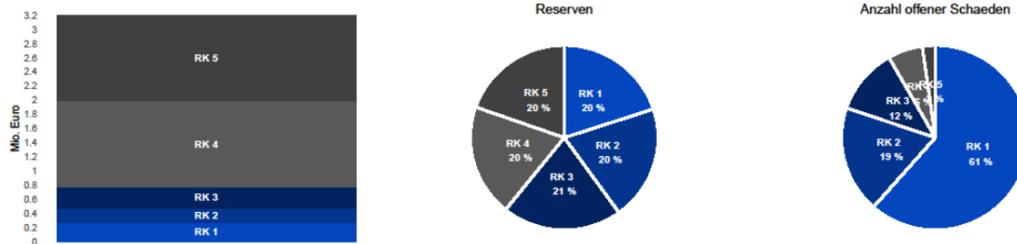
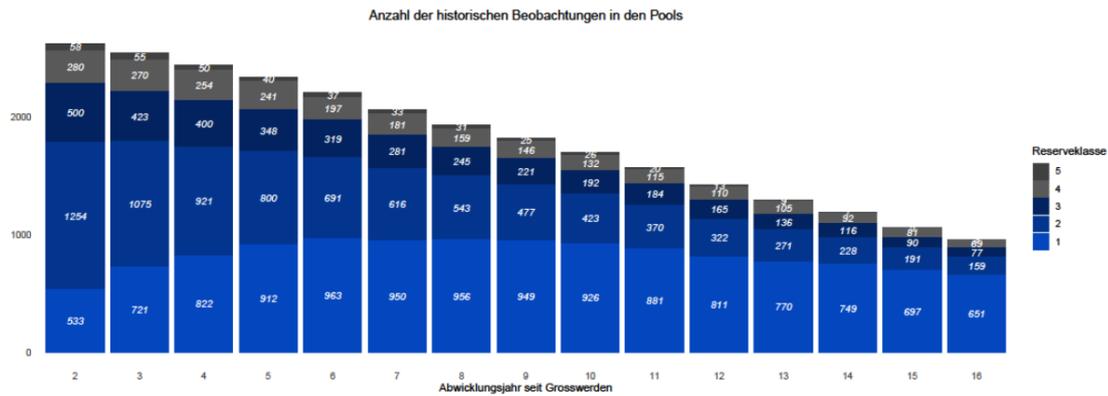
Bestand

Bei diesem Bestand handelt es sich um einen deutschen Kraftfahrzeug-Haftpflicht-Bestand eines Nationalversicherers mit einer jährlichen Bruttoprämie von etwa 325 Mio. Euro deutschlandweit.

Parameter

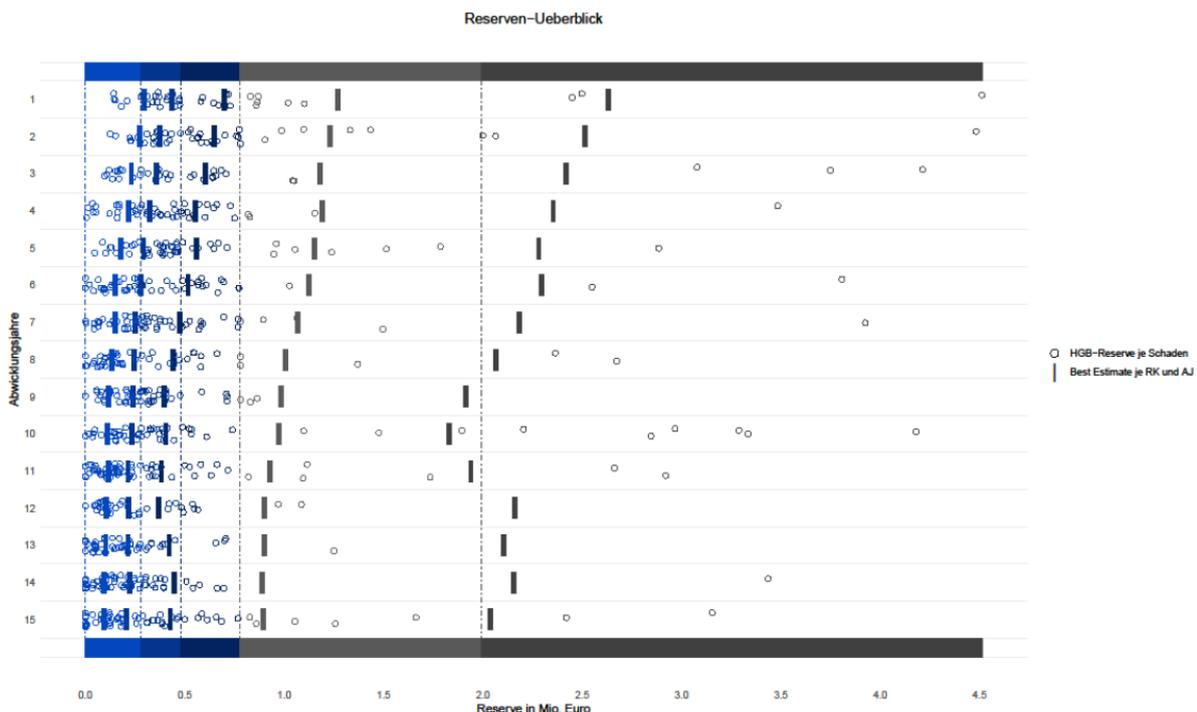
Die Großschadengrenze wird auf 400.000 Euro festgelegt. Der Übergang auf die Tailmethode erfolgt nach dem 16. Abwicklungsjahr (seit Großwerden). Das Ende der Abwicklung wird auf das 50. Abwicklungsjahr festgelegt. Renten werden nicht berücksichtigt.

Die Reserveklassen wurden so gebildet, dass sich das Reservevolumen der offenen Schäden etwa gleichmäßig auf die Reserveklassen verteilt. In die Pools fließt nur die Historie der letzten 35 Jahre ein. Das führt zu den folgenden Poolgrößen vor Tailübergang:



Best Estimates

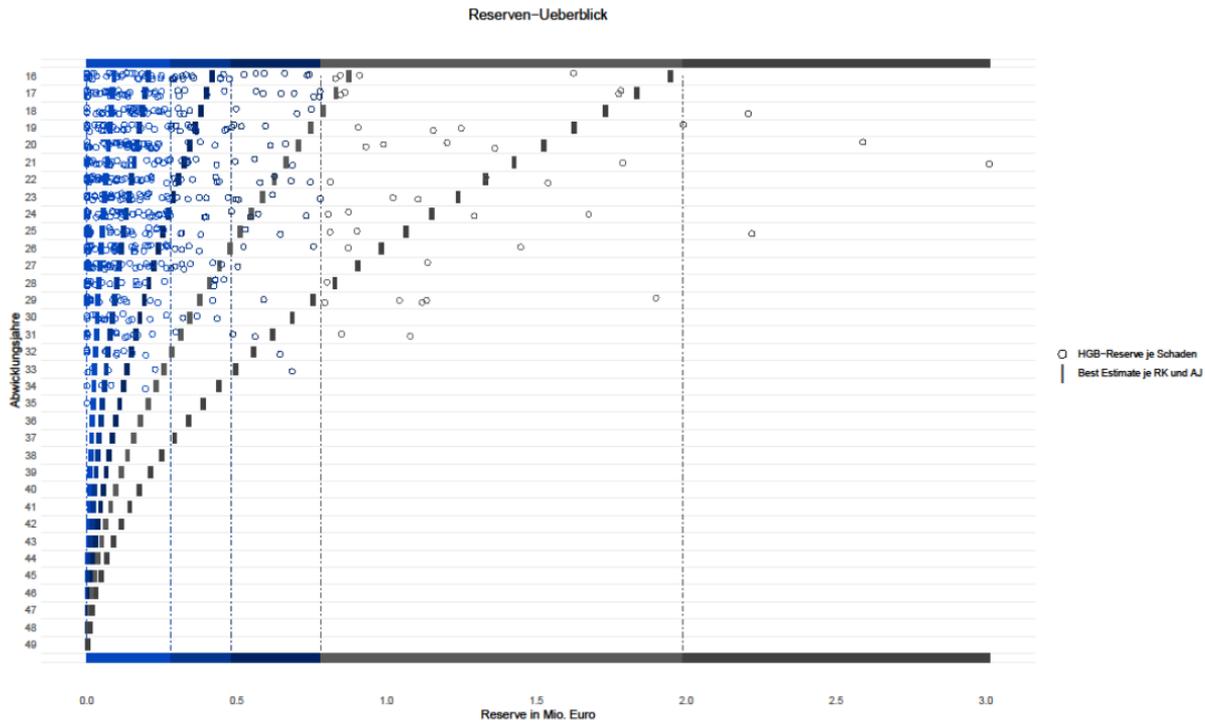
Die folgende Grafik zeigt, wie die offenen HGB-Reserven auf einen Best Estimate übergeleitet werden. Jeder Kreis steht für die HGB-Reserven eines noch nicht abgewickelten Schadens. Die blauen Färbungen zeigen, in welcher Reserveklasse sich der Schaden befindet. Die blauen und grauen Balken geben zu jeder Reserveklasse und zu jedem Abwicklungsjahr den Best Estimate an. In der Regel liegt der Best Estimate links von den Reserveklassen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Sicherheitspuffer in den HGB-Reserven im Best Estimate bereits aufgelöst wurden.



Die Grafik verdeutlicht, wie sich der Best Estimate von einem Abwicklungsjahr zum nächsten reduziert und wie weit die Best Estimates je Reserveklasse auseinanderliegen.

An einigen Stellen sind größere Sprünge von einem Abwicklungsjahr zum nächsten zu beobachten, die auf zufällige besonders hohe Auszahlungen in den Pools zurückzuführen sind.

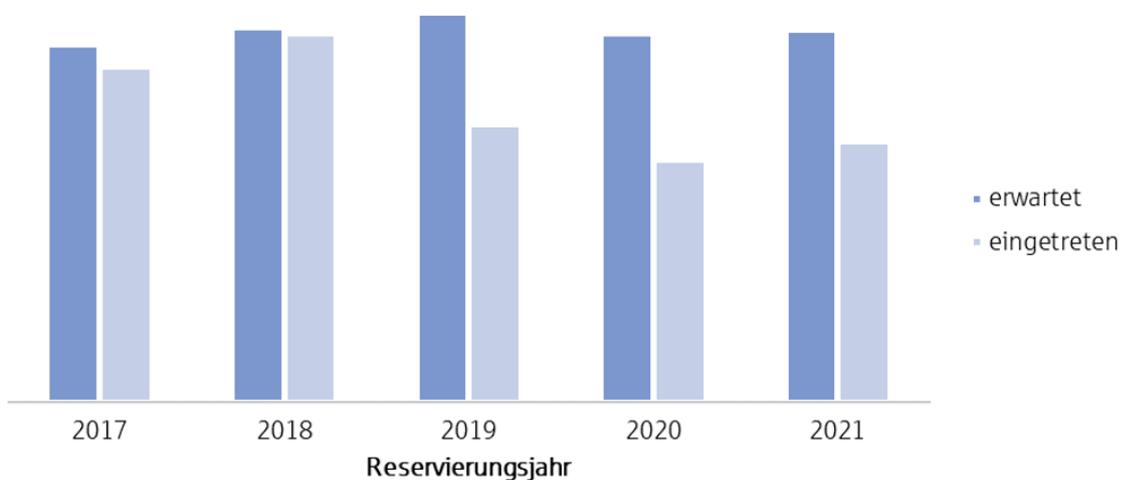
In der gleichen Grafik für den Tail ist die Entwicklung entlang der Abwicklungsjahre besonders deutlich zu erkennen:



Backtesting der Cashflows

Die Methode wurde rückwirkend für die Reservierungsjahre 2017 bis 2021 angewendet, um die Angemessenheit der Methode anhand eines Backtestings zu beurteilen. Dafür werden die prognostizierten Zahlungen im ersten Folgejahr mit den tatsächlichen Zahlungen verglichen:

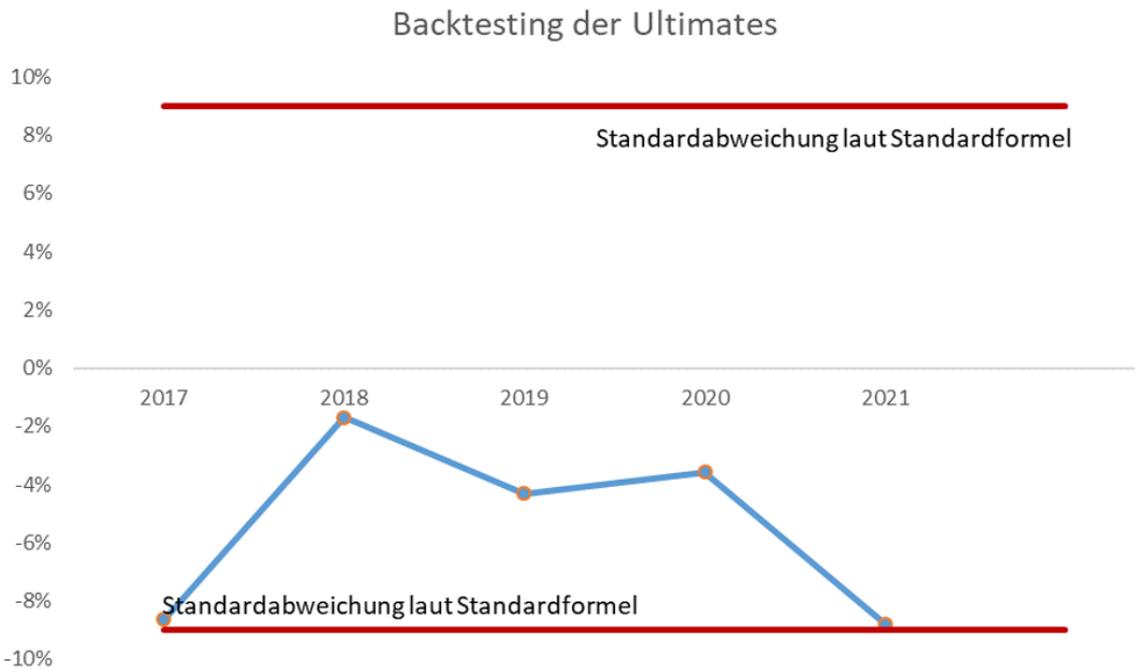
Backtesting der Zahlungen im 1. Folgejahr



Hierbei fällt auf, dass die eingetretenen Zahlungen im ersten Folgejahr für die Reservierungsjahre 2019 bis 2021 in Anbetracht der zufälligen Abweichungen unter den erwarteten Zahlungen liegen. Eine detaillierte Analyse zeigt, dass die Auszahlungen in diesen Jahren tatsächlich deutlich unterhalb der Beobachtungen der Vorjahre lagen. Dies hätte berücksichtigt werden können, indem für die Pools weniger als die letzten 35 Stichjahre einfließen. Da jedoch eher von zufälligen Abweichungen ausgegangen wird, wurde auf eine Anpassung verzichtet.

Backtesting der Ultimates

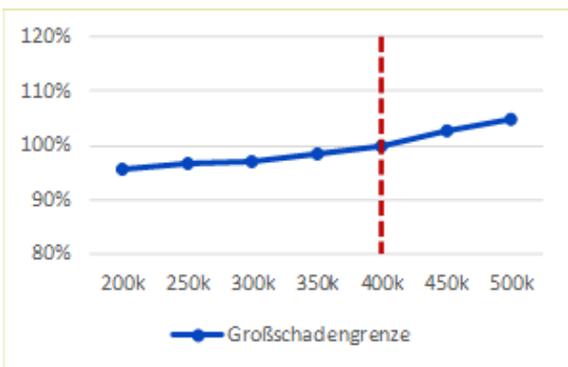
Im Backtesting der Ultimates wird die Anpassung der Ultimates von einem Reservierungsjahr zum nächsten ins Verhältnis zum Best Estimate des Vorjahres gesetzt. Die Standardformel nach Solvency II gibt bei der Berechnung des Reserverisikos für diese Kennzahl eine Standardabweichung von 9% vor, die hier als „Benchmark“ genutzt wird.



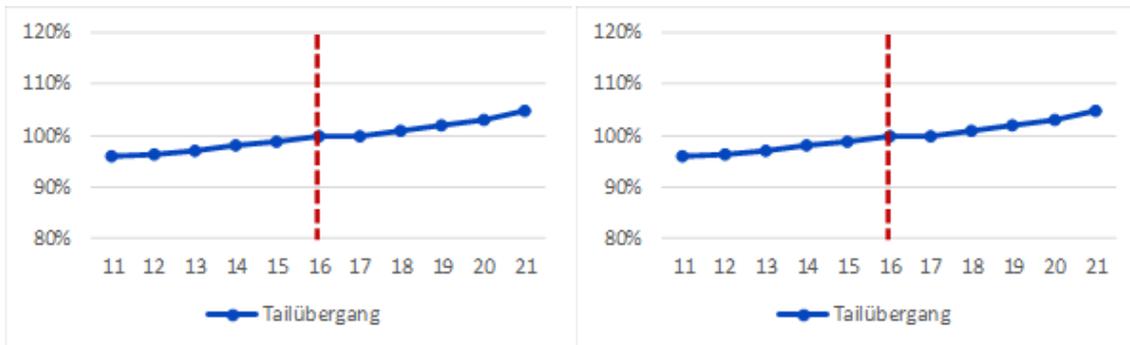
Nach dem Backtesting der Cashflows ist es nicht überraschend, dass auch die Ultimates tendenziell leicht nach unten angepasst worden sind. Alle Anpassungen liegen aber unterhalb der Standardabweichung aus der Standardformel, was den methodischen Ansatz bestätigt.

Sensitivitätsanalysen

Für die Sensitivitätsanalysen werden die verwendeten Parameter verändert, um die Auswirkungen der Parameterwahl auf den Best Estimate zu ermitteln.

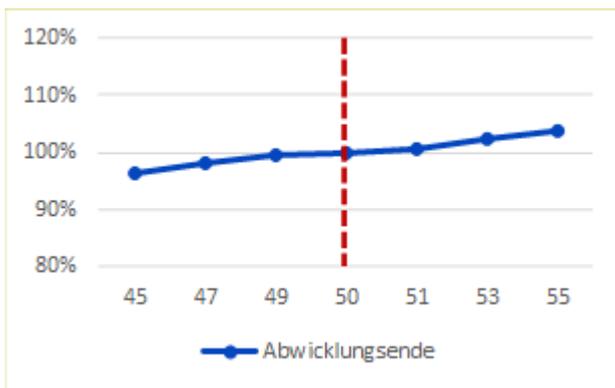


Die Wahl der Großschadengrenze hat wenig Auswirkungen auf den Best Estimate. Am rechten Ende fällt eine größere Schwankung auf, die aus der entstehenden kleineren Datenbasis in den Pools der höheren Reserveklassen entsteht. Abgesehen davon liegen die Sensitivitäten der Parameter „Großschadengrenze“ mit unter 5% Abweichung in einem akzeptablen Bereich.



Die Wahl des Jahres des Tailübergangs und der Anzahl der Reserveklassen haben wenig Auswirkungen auf den Best Estimate. Am rechten Ende fällt eine größere Schwankung auf, die aus der entstehenden kleineren Datenbasis im Tailpool bzw. in den Pools der höheren Reserveklassen entsteht.

An dieser Stelle werden allerdings nur die Auswirkungen auf den aggregierten Brutto-Best Estimate dargestellt. Weniger Reserveklassen führen dazu, dass viele unterschiedlich große Schäden zusammengefasst werden. Die kleineren werden dadurch überschätzt, während die größeren unterschätzt werden. Eine Aufteilung in so viele Reserveklassen wie möglich ist daher sinnvoll.



Die letzte Sensitivität zeigt die Auswirkungen der Wahl der Abwicklungslänge. Natürlicherweise steigt der Best Estimate bei einer höheren Wahl dieses Parameters.

Fazit

Die Methode stellt eine deutliche Verbesserung zu den vorher verwendeten Methoden dar. Die Backtestings zeigen trotz der moderaten Verschätzungen der letzten Jahre deutlich bessere Ergebnisse als bisher verwendete Methoden.

Nicht zu unterschätzen sind auch die neugewonnenen Analysemöglichkeiten durch die Einzelschadensicht sowie das verbesserte Verständnis der Abwicklung im Großschadenbereich, das durch die Aufteilung nach Reserveklassen und Abwicklungsjahre entsteht.

3.1.5. Kraftfahrzeug-Haftpflicht 5

Bestand

Bei diesem Bestand handelt es sich um einen deutschen Kraftfahrzeug-Haftpflicht-Bestand eines Nationalversicherers mit einer jährlichen Bruttoprämie von weniger als 500 Mio. Euro.

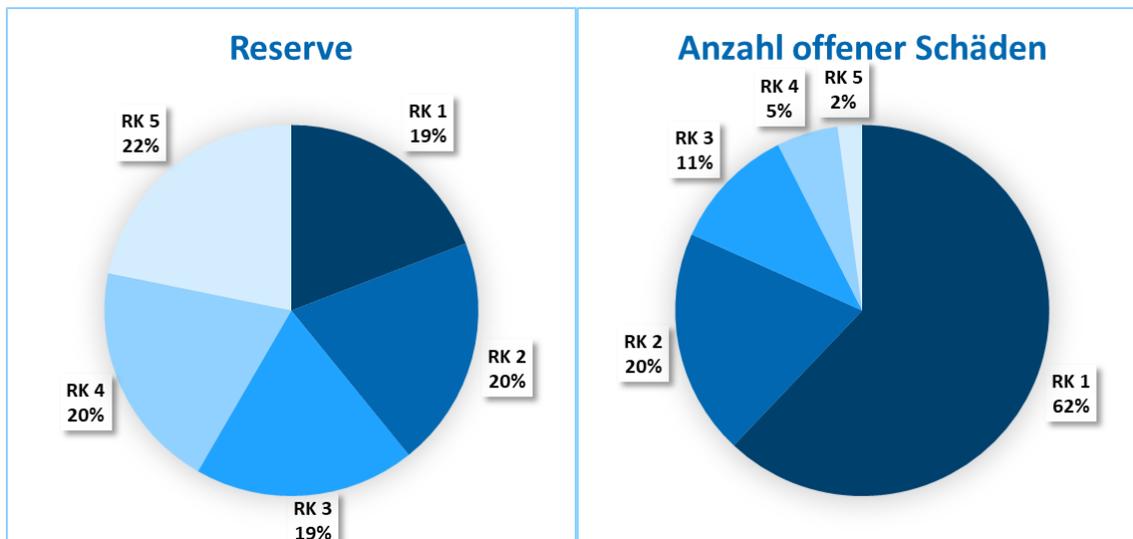
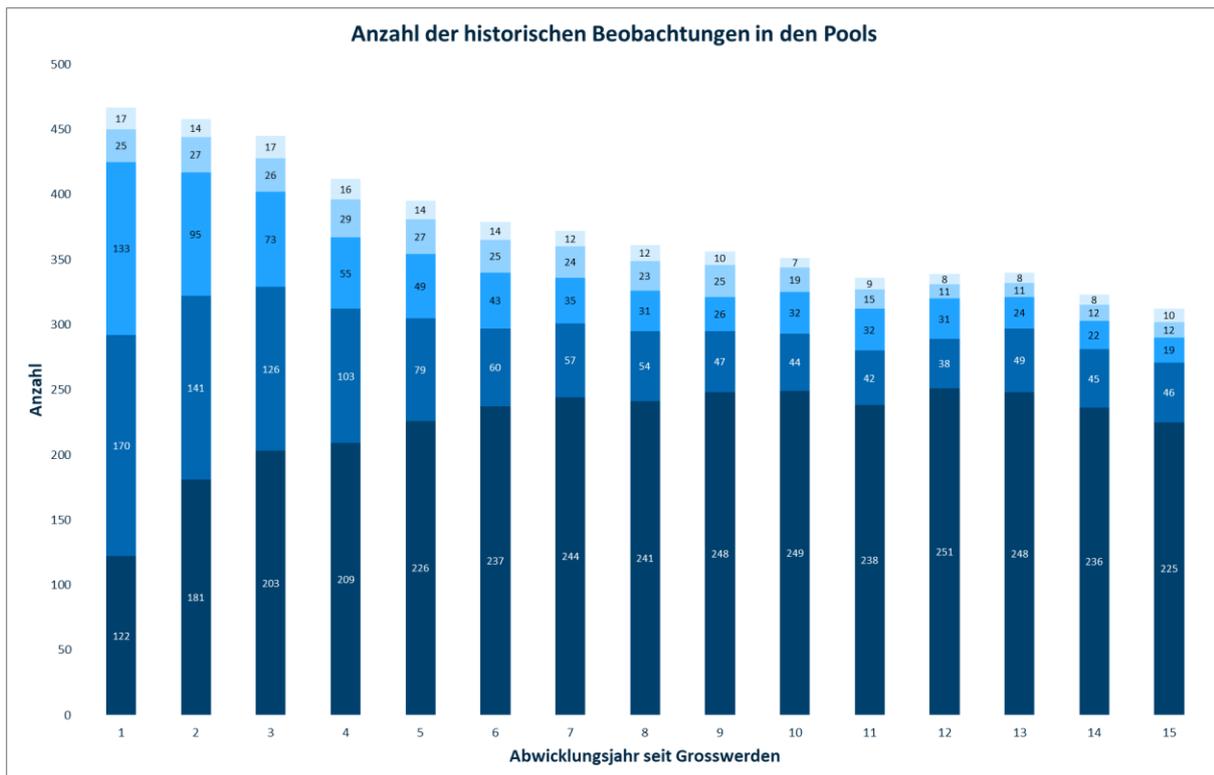
Vorgehen

Im Gegensatz zu den bisher geschilderten Anwendungen erfolgte in diesem Fall eine separate Implementierung der Methode in Python.

Parameter

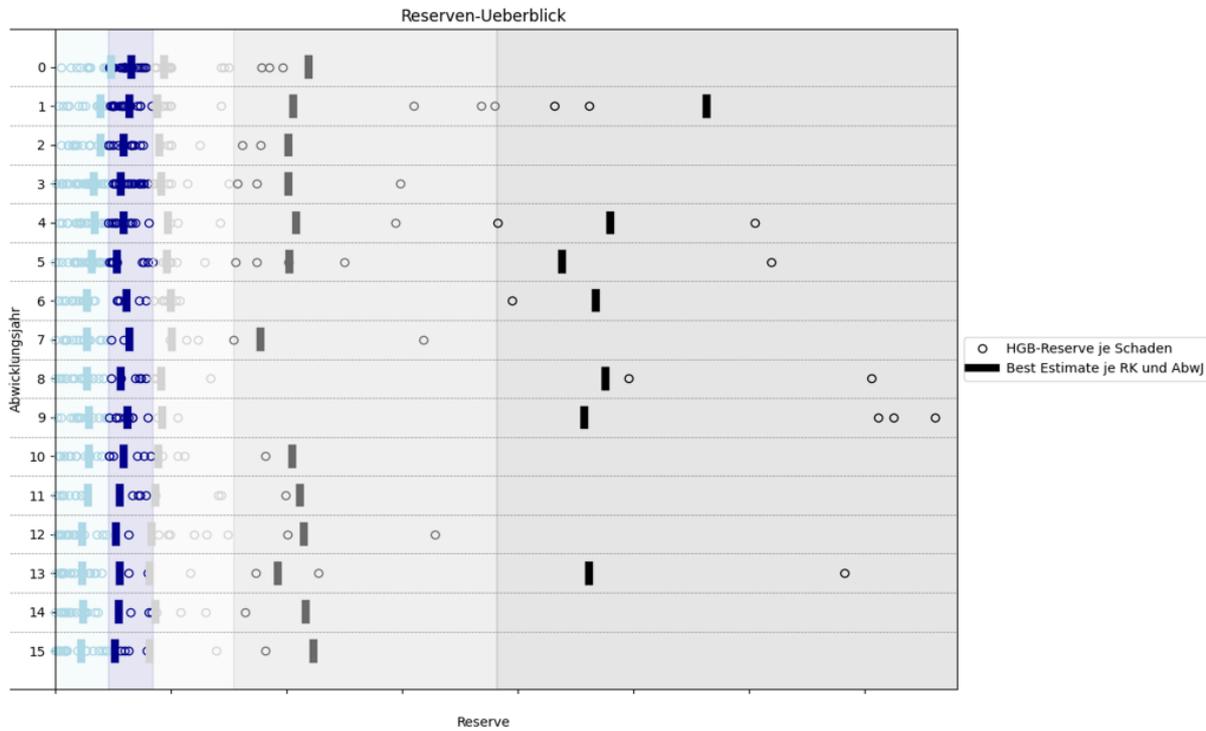
Die Großschadengrenze wird auf 250.000 Euro festgelegt. Der Übergang auf die Nachlaufmethode erfolgt nach dem 16. Abwicklungsjahr (seit Großwerden). Das Ende der Abwicklung wird auf das 50. Abwicklungsjahr festgelegt, wobei vereinbarte länger laufende Renten entsprechend berücksichtigt werden.

Die Reserveklassen wurden so gebildet, dass sich das Reservevolumen der offenen Schäden etwa gleichmäßig auf die Reserveklassen verteilt. In die Pools fließt nur die Historie der letzten 10 Jahre ein. Das führt zu den folgenden Poolgrößen vor Nachlaufübergang:



Best Estimates

Die folgende Grafik zeigt, wie die offenen HGB-Reserven auf einen Best Estimate übergeleitet werden. Jeder Kreis steht für die HGB-Reserven eines noch nicht abgewickelten Schadens. Die Hintergrundfarben zeigen den Bereich der jeweiligen Reserveklassen. Die vertikalen Balken geben zu jeder auftretenden Kombination aus Reserveklasse und Abwicklungsjahr zum betrachteten Zeitpunkt den Best Estimate.

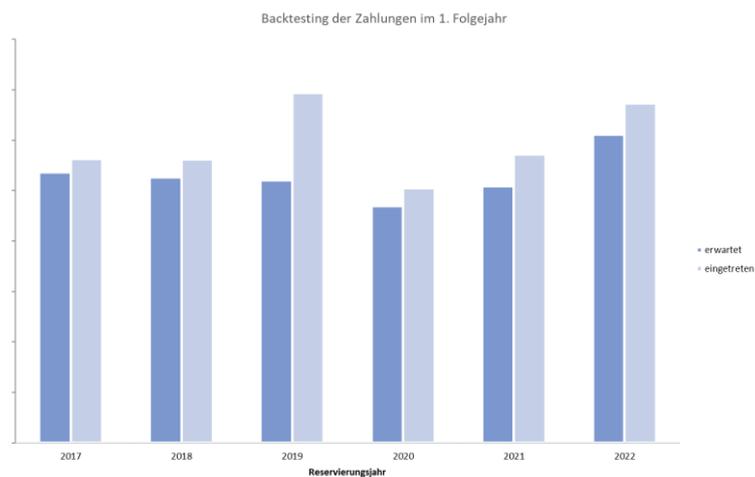


Die Grafik verdeutlicht, wie sich der Best Estimate von einem Abwicklungsjahr zum nächsten verändert und wie weit die Best Estimates je Reserveklasse auseinanderliegen.

An einigen Stellen sind größere Sprünge von einem Abwicklungsjahr zum nächsten zu beobachten, die auf zufällige Bewegungen in den Pools zurückzuführen sind.

Backtesting der Cashflows

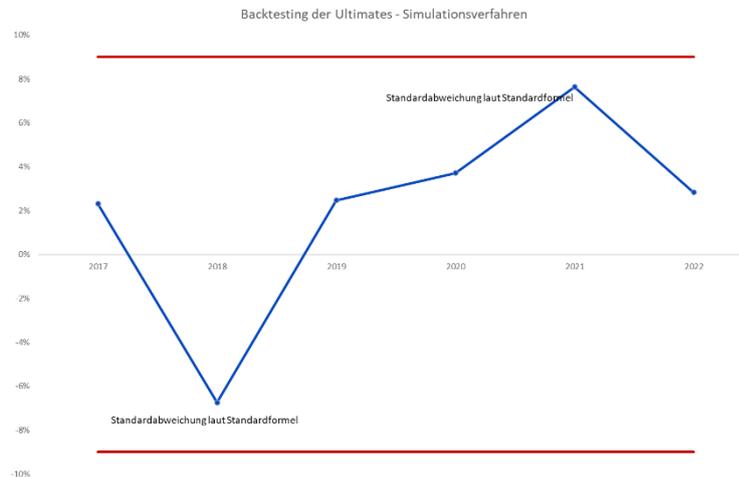
Die Methode wurde rückwirkend für die Reservierungsjahre 2017 bis 2023 angewendet, um die Angemessenheit der Methode anhand eines Backtestings zu beurteilen. Dafür werden die prognostizierten Zahlungen im ersten Folgejahr mit den tatsächlichen Zahlungen verglichen:



Die in 2019 prognostizierten Zahlungen für das Kalenderjahr 2020 liegen deutlich unterhalb des realisierten Wertes. In den sonstigen Kalenderjahren liegt der Wert leicht unterhalb der eingetretenen Werte. Es muss noch detaillierter analysiert werden, ob ein systematisches Problem vorliegt.

Backtesting der Ultimates

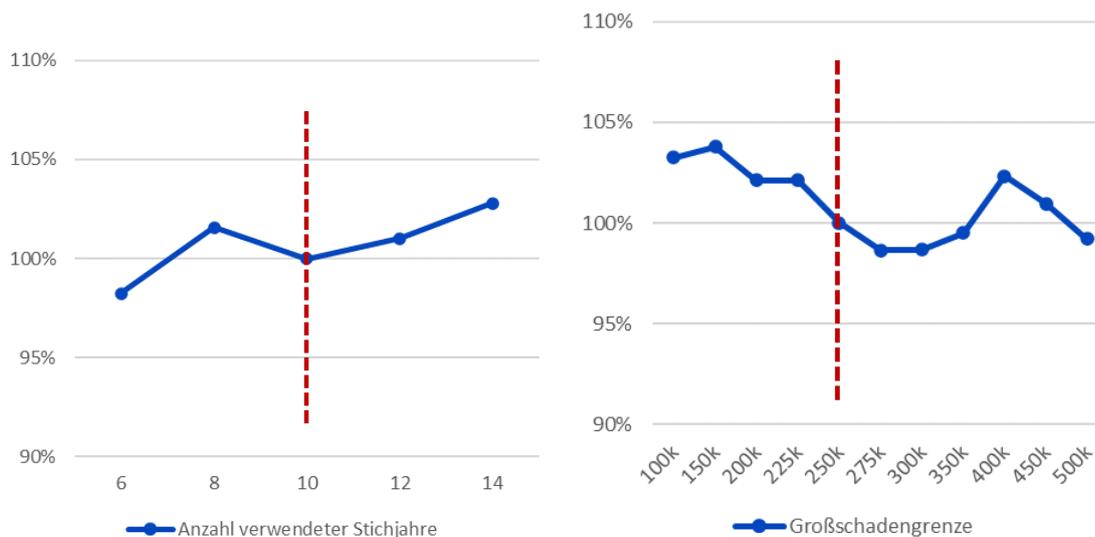
Im Backtesting der Ultimates wird die Anpassung der Ultimates von einem Reservierungsjahr zum nächsten ins Verhältnis zum Best Estimate des Vorjahres gesetzt. Die Standardformel nach Solvency II gibt bei der Berechnung des Reserverisikos für diese Kennzahl eine Standardabweichung von 9% vor, die hier als „Benchmark“ genutzt wird.



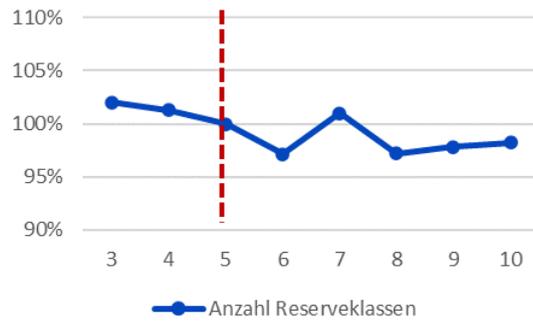
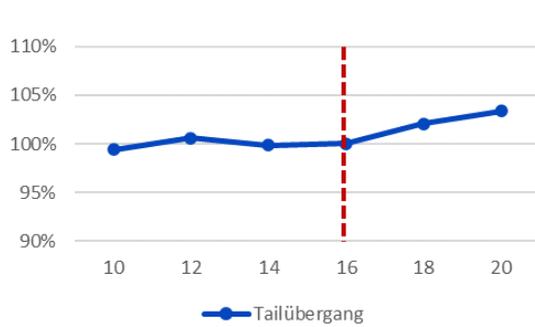
Nach dem Backtesting der Cashflows ist es nicht überraschend, dass auch die Ultimates tendenziell eher nach oben angepasst worden sind. Alle Anpassungen liegen aber unterhalb der Standardabweichung aus der Standardformel. Insbesondere die Anpassung von 2021 auf 2022 ist zudem auf die hohe Inflation in 2022 zurückzuführen. Dieses Wissen um die Inflationswerte in 2022 wurde aber in der Simulation per Ende 2021 nicht angewendet.

Sensitivitätsanalysen

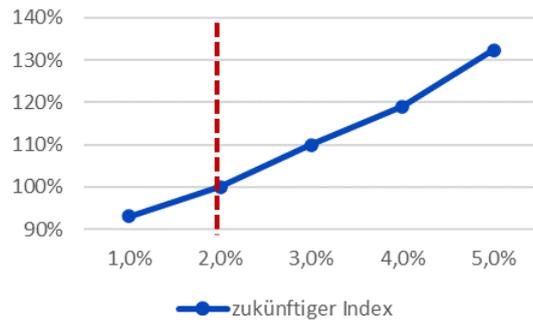
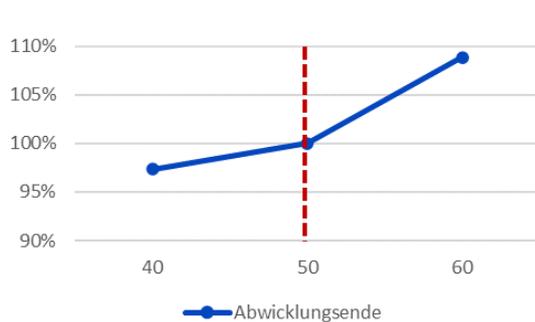
Für die Sensitivitätsanalysen werden die verwendeten Parameter verändert, um die Auswirkungen der Parameterwahl auf den Best Estimate zu ermitteln.



Die Sensitivitäten der Parameter „Anzahl verwendeter Stichjahre“ und „Großschadengrenze“ liegen mit unter 5% Abweichung in einem akzeptablen Bereich.



Die Wahl des Jahres des Nachlaufübergangs und der Anzahl der Reserveklassen haben ebenfalls geringe Auswirkungen auf den Best Estimate.



Die letzten zwei Sensitivitäten zeigen die Auswirkungen der Wahl der zukünftigen Inflation sowie der Abwicklungslänge. Natürlicherweise steigt der Best Estimate bei einer höheren Wahl dieser Parameter.

Bei der Beurteilung der Sensitivitätsanalysen ist zu berücksichtigen, dass die Methodik bei der für die Analysen verwendeten Simulationsanzahl nicht endgültig konvergiert. Das heißt, dass 1 bis 2% der jeweils beobachteten Veränderung auch unabhängig von der Änderung der Parameter auftreten können.

Fazit

Die Methode stellt in der Theorie eine deutliche Verbesserung gegenüber den bisher verwendeten Methoden dar. Dabei ist insbesondere die verbesserte Möglichkeit zur Schätzung eines Best Estimate für nichtproportionale Rückversicherungsreserven hervorzuheben. Dies zeigt sich auch bei der Anwendung der Methodik auf den eigenen Bestand. Die Methodik liefert hier in Bezug auf den Best Estimate ähnliche Ergebnisse wie die bisher verwendeten Verfahren.

Praktisch war die Umsetzung mit einem sehr hohen Initialaufwand verbunden. Auf Grund der deutlich höheren Datenanforderungen in Verbindung mit der Menge an benötigtem Programmcode ist die Anfälligkeit für Fehler deutlich höher als bei der bisher verwendeten Methodik. Der zu erbringende Arbeitsaufwand ist auch nach der initialen Implementierung deutlich höher als bei klassischen Verfahren.

Die Methode wird zunächst zur Validierung der bisherigen Methodik herangezogen und auf weitere Sparten übertragen. Perspektivisch ist auch eine direktere Verwendung im Rahmen der Jahresmeldung nach Solvency II denkbar.

3.1.6. Feuer

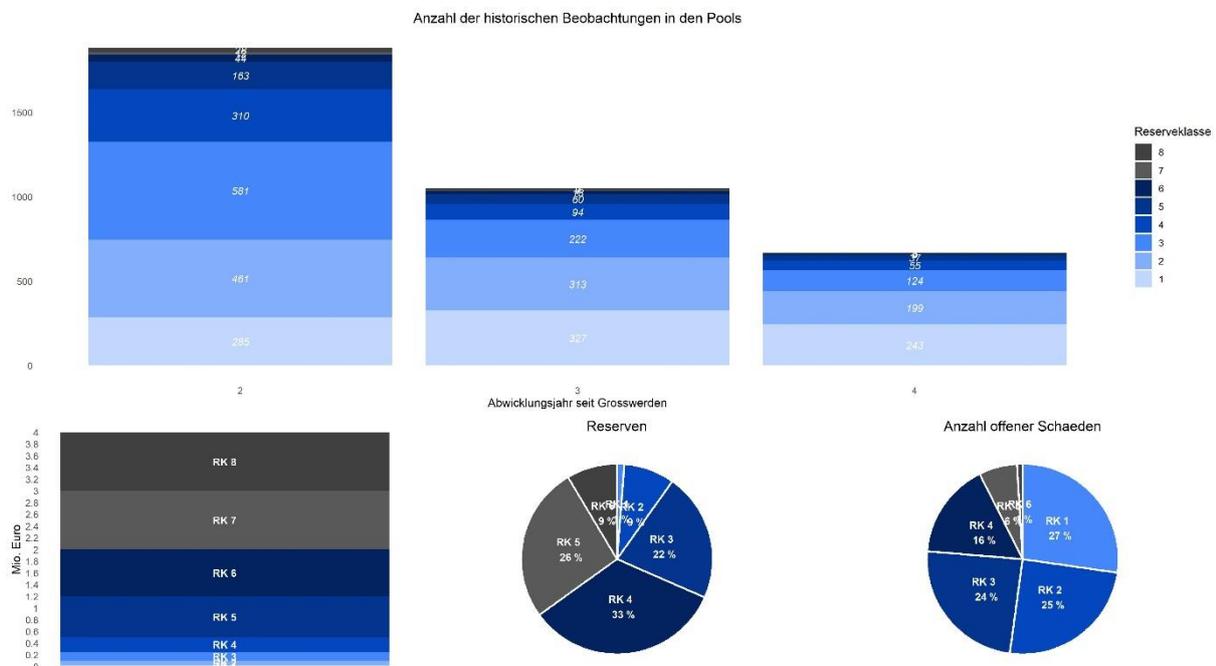
Bestand

Bei diesem Bestand handelt sich um einen deutschen Feuer-Bestand eines Regionalversicherers mit einer jährlichen Bruttoprämie von etwa 250 Mio. Euro. Der Fokus liegt auf dem privaten und gewerblichen Geschäft, aber auch industrielles Geschäft mit erhöhter Neigung zu besonders großen Schäden ist Teil des Bestands.

Parameter

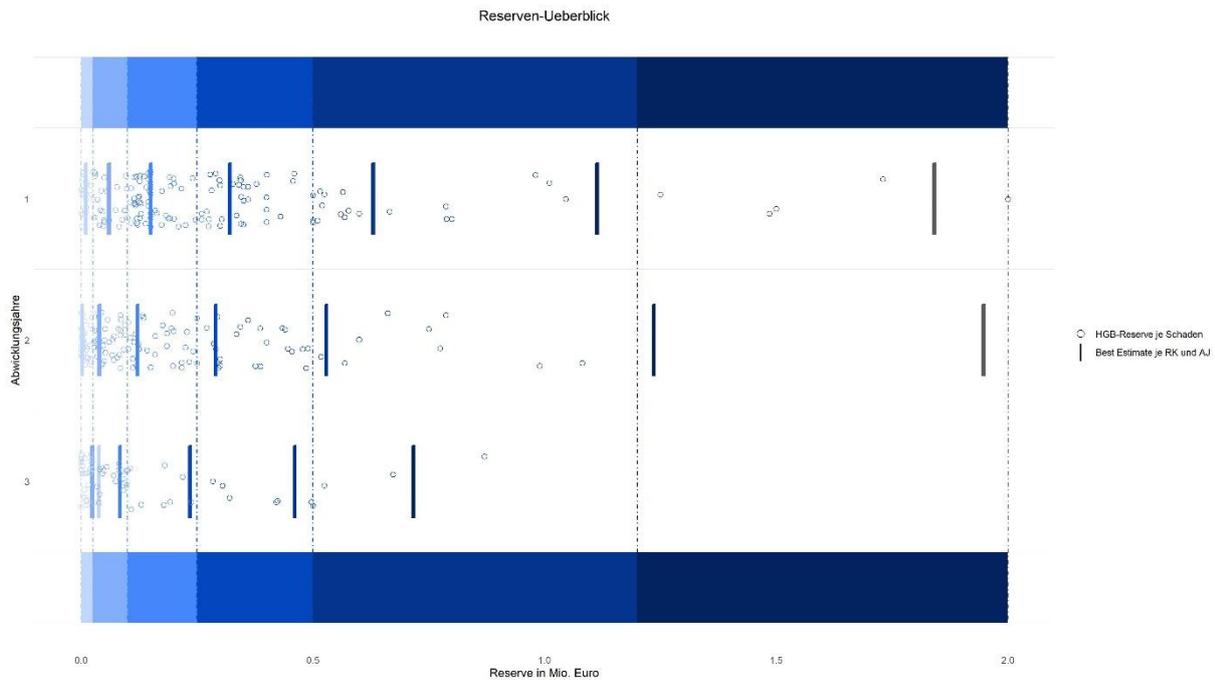
Die Großschadengrenze wird auf 100.000 Euro festgelegt. Der Übergang auf die Nachlaufmethode erfolgt nach dem 4. Abwicklungsjahr (seit Großwerden). Das Ende der Abwicklung wird auf das 10. Abwicklungsjahr festgelegt.

Die Reserveklassen wurden im unteren Reservebereich so gebildet, dass sich das Reservevolumen der offenen Schäden etwa gleichmäßig auf die Reserveklassen verteilt. Im höheren Reservebereich befinden sich nur wenige offene Schäden, dort sollten die Klasseneinteilung dazu führen, dass die Intervalle nicht zu groß werden.



Best Estimates

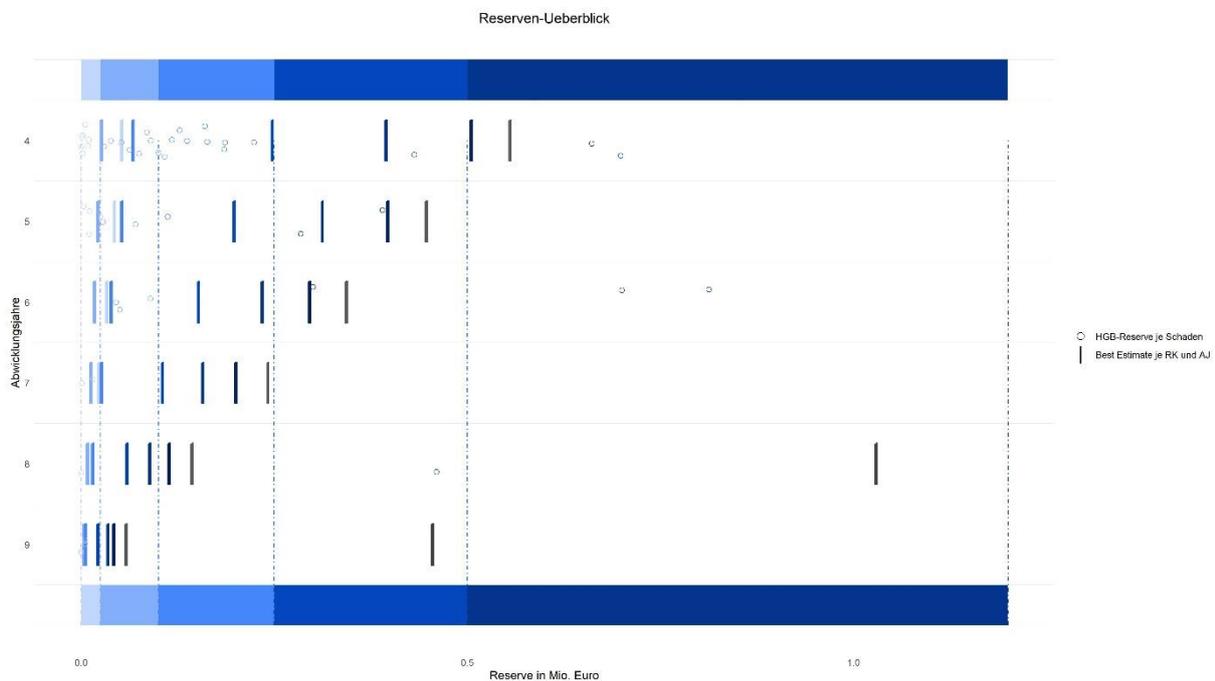
Die folgende Grafik zeigt, wie die offenen HGB-Reserven auf einen Best Estimate übergeleitet werden. Jeder Kreis steht für die HGB-Reserven eines noch nicht abgewickelten Schadens. Die blauen Färbungen zeigen, in welcher Reserveklasse sich der Schaden befindet. Die blauen und grauen Balken geben zu jeder Reserveklasse und zu jedem Abwicklungsjahr den Best Estimate an. In der Regel liegt der Best Estimate links von den Reserveklassen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Sicherheitspuffer in den HGB-Reserven im Best Estimate bereits aufgelöst wurden.



Die Grafik verdeutlicht, wie sich der Best Estimate von einem Abwicklungsjahr zum nächsten reduziert und wie weit die Best Estimates je Reserveklasse auseinanderliegen.

Für die Feuersparten liegen die Best Estimates in der Regel an der unteren Grenze einer Reserveklasse.

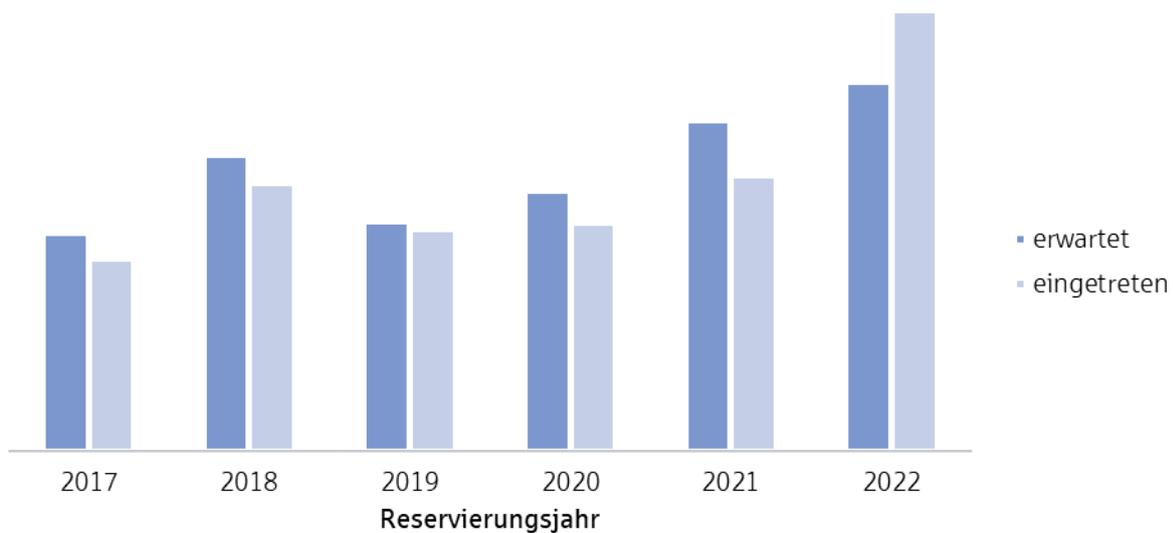
In der gleichen Grafik für den Nachlauf ist die Entwicklung entlang der Abwicklungsjahre besonders deutlich zu erkennen:



Backtesting der Cashflows

Die Methode wurde rückwirkend für die Reservierungsjahre 2017 bis 2022 angewendet, um die Angemessenheit der Methode anhand eines Backtestings zu beurteilen. Dafür werden die prognostizierten Zahlungen im ersten Folgejahr mit den tatsächlichen Zahlungen verglichen:

Backtesting der Zahlungen im 1. Folgejahr

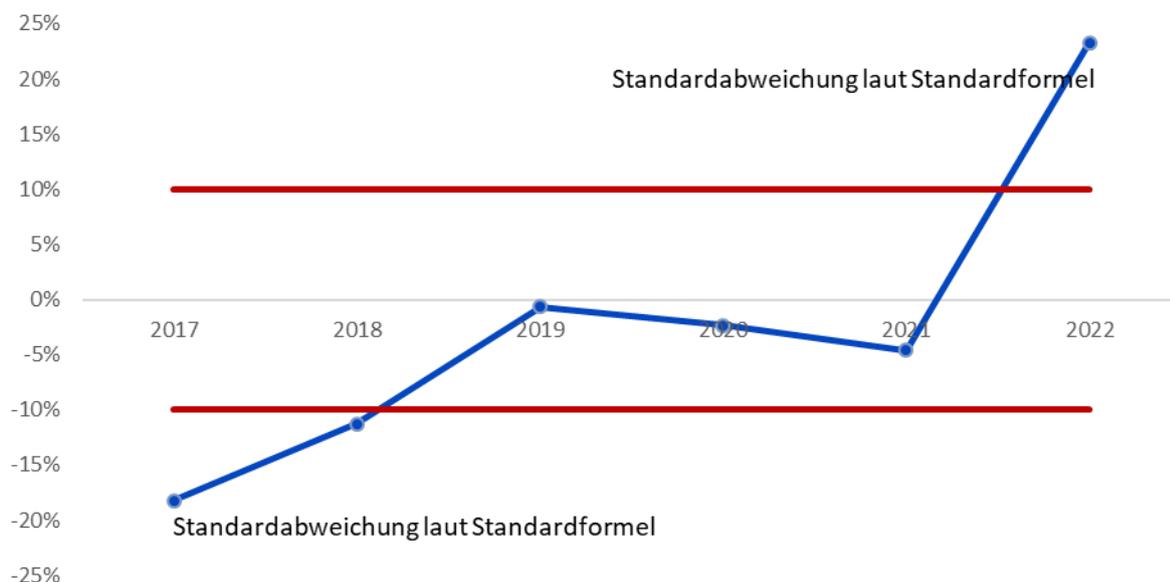


Hierbei fällt auf, dass die eingetretenen Zahlungen im ersten Folgejahr durch die Methode gut prognostiziert wurden. Dies ist gerade deshalb hervorzuheben, weil auf konkrete Rücksprachen mit Schaden-Sachbearbeitern im Rahmen des Backtesting verzichtet wurde. In der regulären Schadenreservierung könnten solche Gespräche wertvolle Hinweise über die weitere Abwicklung eines Sonderschadens liefern. Nicht selten kennt ein Sachbearbeiter eines großen Feuerschadens schon die erwarteten Auszahlungszeitpunkte und –höhen, was zu einer deutlichen Verbesserung der Cashflow-Schätzung führt.

Backtesting der Ultimates

Im Backtesting der Ultimates wird die Anpassung der Ultimates von einem Reservierungsjahr zum nächsten ins Verhältnis zum Best Estimate des Vorjahres gesetzt. Die Standardformel nach Solvency II gibt bei der Berechnung des Reserverisikos für diese Kennzahl eine Standardabweichung von 10% vor, die hier als „Benchmark“ genutzt wird.

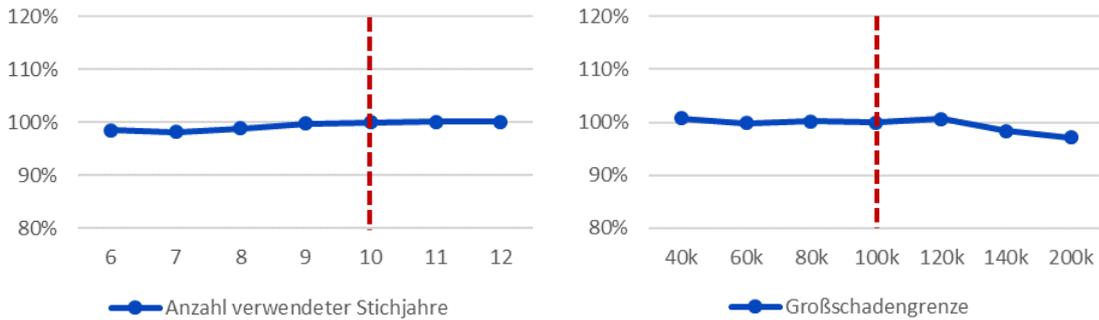
Backtesting der Ultimates



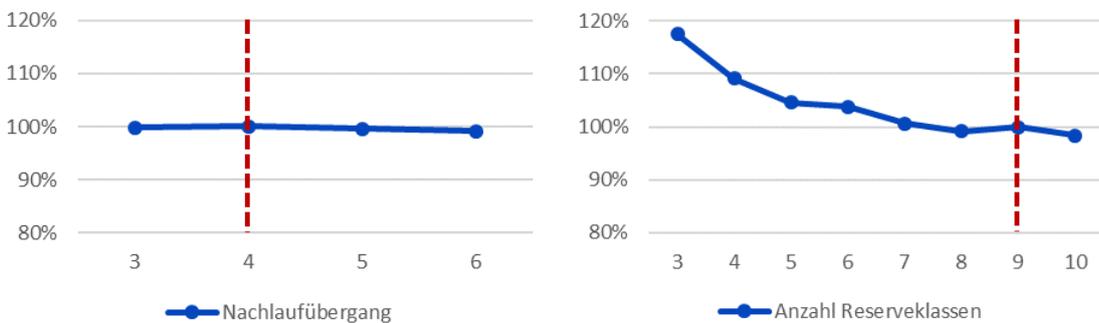
Auch das Backtesting der Ultimates spricht für die Anwendung der Methode. In drei Jahren wurde eine Anpassung an den Ultimates vorgenommen, die über der Standardabweichung aus der Standardformel liegt, was eventuell durch einen regelmäßigen Austausch mit den Großschaden-Sachbearbeitern hätte verhindert werden kann. Durch die kurze Abwicklungsdauer ist eine solche Anpassung nach einem Jahr aber auch bei marktüblichen Methoden zu beobachten und spricht nicht gegen die Anwendung dieser Methode.

Sensitivitätsanalysen

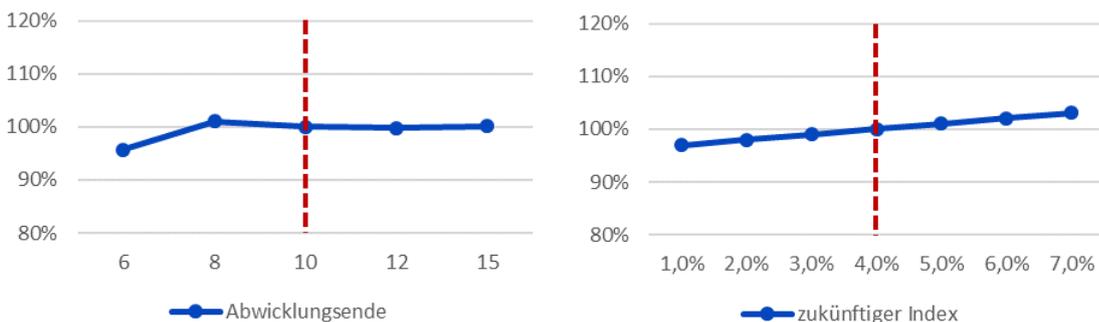
Für die Sensitivitätsanalysen werden die verwendeten Parameter verändert, um die Auswirkungen der Parameterwahl auf den Best Estimate zu ermitteln.



Der Best Estimate reagiert nur sehr schwach auf Veränderungen der Parameter „Anzahl verwendeter Stichjahre“ und „Großschadengrenze“. Nur bei Verwendung höherer Großschadengrenzen sind Ausschläge zu beobachten, die sicherlich auf die dann kleinere Datenbasis in den Pools zurückzuführen ist.



Die Wahl des Jahres des Nachlaufübergangs hat fast keine Auswirkungen auf den Best Estimate. Bei der Anzahl der Reserveklassen ist zu beobachten, dass der Best Estimate erst ab etwa 7 Reserveklassen stabil wird. Offenbar sind die Intervalle bei weniger Klassen nicht fein genug. Die in den Pools zusammengefassten Abwicklungsstände sind dann zu unterschiedlich.



Die letzten zwei Sensitivitäten zeigen die Auswirkungen der Wahl der zukünftigen Inflation sowie der Abwicklungslänge. Natürlicherweise steigt der Best Estimate bei einer höheren Wahl dieser Parameter. Beim Abwicklungsende sind ab dem 8. Abwicklungsjahr allerdings fast keine Auswirkungen auf den Best Estimate mehr zu beobachten. Dies liegt einerseits an der ohnehin kurzen Abwicklungsdauer des Feuer-Geschäfts und andererseits daran, dass die Auszahlungen in späteren Abwicklungsjahren teilweise durch Regresszahlungen ausgeglichen werden.

Fazit

Auch wenn der Fokus im Feuerbereich nicht auf der langen Abwicklungsdauer liegt, birgt die Anwendung der stochastischen Reservierung viele Vorteile.

Die Güte des Backtesting ist vergleichbar mit den marktüblichen Methoden und hängt insbesondere bei sehr großen Schäden von den Informationen ab, die man aus der schadenregulierenden Abteilung bekommt.

Die Schätzung der Rückversicherungsentlastung ist durch die Stochastik und durch die Einzelschadenbewertung deutlich verbessert. Es ist dabei zu beachten, dass die Rückversicherungs-Konstruktionen sehr unternehmensindividuell und daher eventuell nicht gänzlich automatisiert anwendbar sind.

Wie schon weiter oben beschrieben sind es in erster Linie das bessere Verständnis der Abwicklung im Großschadenbereich und der fokussierte Blick auf die Sonderschäden, die eine Umstellung der Methode motivieren. Ist ein Berechnungstool für die stochastische Einzelschadenreservierung bereits aus der Reservierung der langabwickelnden Sparten oder durch eine externe Implementierung verfügbar, ist die Anwendung für den Feuerbereich vergleichsweise einfach. Sonderschäden können dann besonders leicht identifiziert und extrahiert und nach Absprache mit der Schadenabteilung gesondert bewertet werden.

Zuletzt sollte auch die leichte Übertragung auf eine quartärlige Reservierung Erwähnung finden.

Aus diesen Gründen wird die Methode für diesen Bestand im Rahmen der Quartals- und Jahresmeldung nach Solvency II bereits verwendet.

3.1.7. Sach

Bestand

Der verwendete Bestand basiert auf einem öffentlich zugänglichen Datensatz von Versicherungsschäden und deren Abwicklung, welche vor der Anwendung leicht modifiziert wurden. Im Gegenzug für die Verfügbarkeit der Daten ist der genaue fachliche Hintergrund nicht bekannt. Auf Basis einer Analyse der Daten und der verfügbaren Informationen wird von einem Sachversicherungsbestand mit relativ kurzer Abwicklungsdauer ausgegangen.

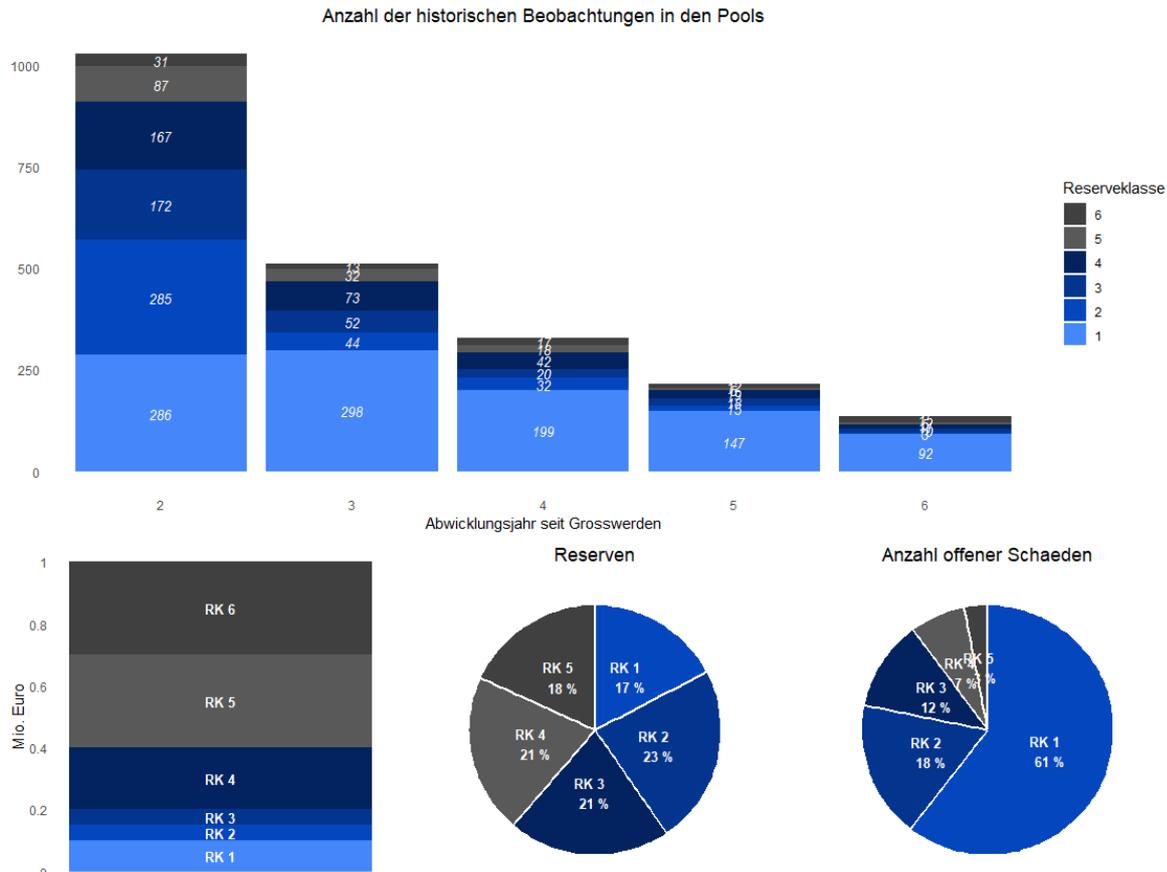
Parameter

Da nur begrenzte Hintergrundinformationen zum Schadenbestand verfügbar waren, erfolgte die Wahl der Parameter überwiegend auf Basis der vorliegenden Schadendaten.

Die Großschadengrenze wird auf 100.000 Euro festgelegt. Der Übergang auf die Nachlaufmethode erfolgt nach dem 6. Abwicklungsjahr, für die gesamte Abwicklung werden 10 Jahre betrachtet. In die Berechnung fließen alle vorhandenen Schadenjahre ein.

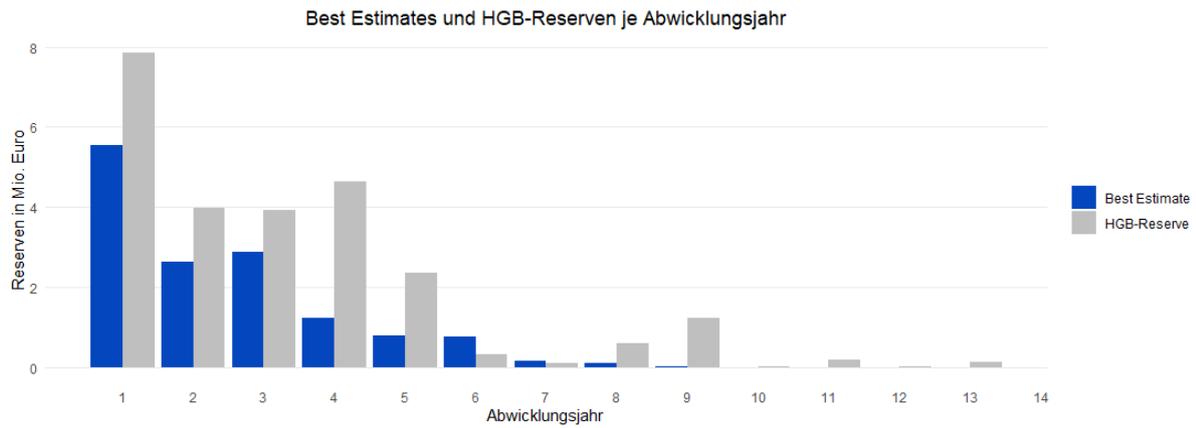
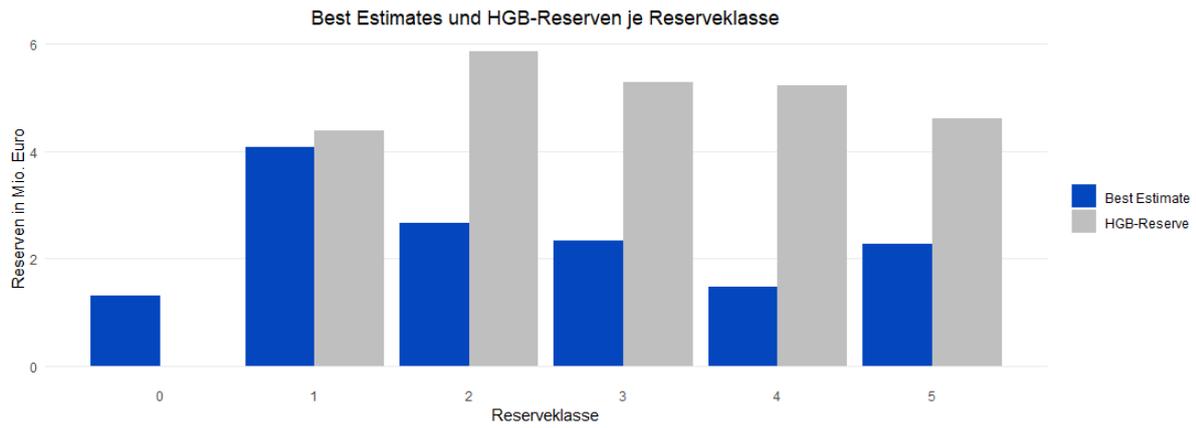
Bei der Bildung der Reserveklassen wurde insbesondere darauf geachtet, dass für alle Klassen ausreichend historische Beobachtungen vorhanden sind, jedoch (insbesondere in den höheren

Reserveklassen) keine Notwendigkeit einer weiteren Unterteilung durch Ausreißer oder ungleichmäßige Verteilungen innerhalb der Klasse erkennbar ist. Zudem wurde eine gleichmäßige Verteilung der Reserven der offenen Schäden berücksichtigt.



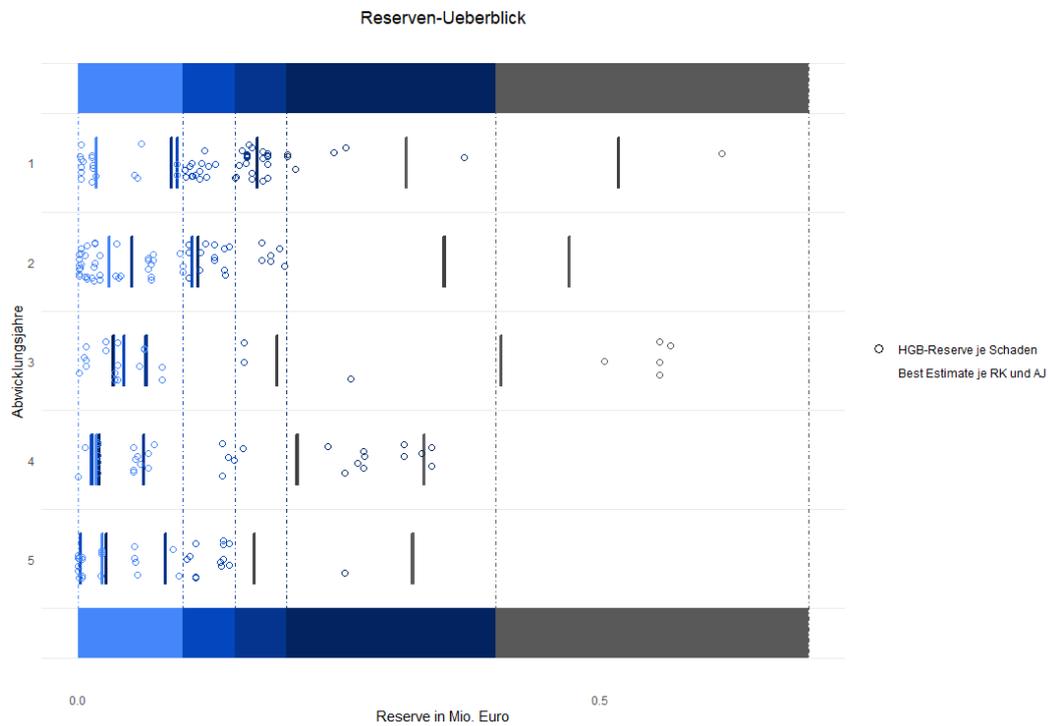
Best Estimates

Bei der Betrachtung der Best Estimates kann zunächst festgestellt werden, dass diese grundsätzlich deutlich unter den Reserven liegen. Eine Ausnahme hiervon bildet die Klasse der Schäden mit Reserve 0, da für einige dieser doch noch Zahlungen anfallen können.

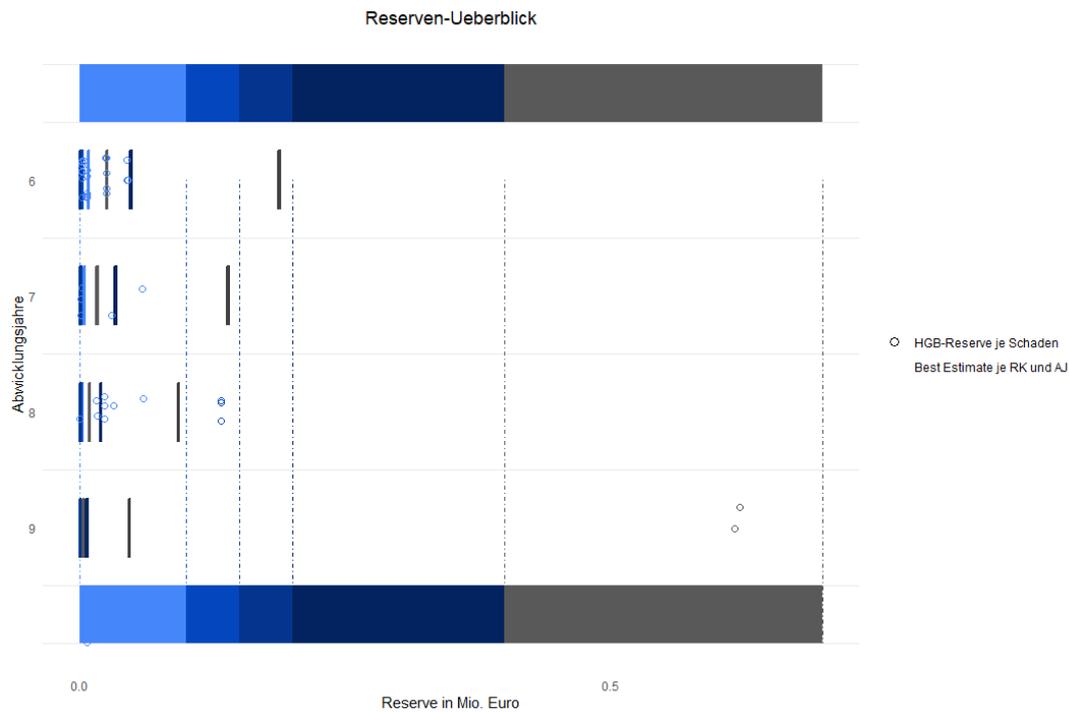


Bei der Gegenüberstellung der Best Estimates (Balken) mit den einzelnen Schadenreserven (Kreise) je Reserveklasse und Abwicklungsjahr im folgenden Diagramm ist dieser Effekt ebenfalls

erkennbar. Zudem zeigt sich neben teilweise deutlichen Unterschieden in der Best Estimate Schätzung bereits vor dem Übergang zur Nachlaufmethode ein abnehmender Trend.



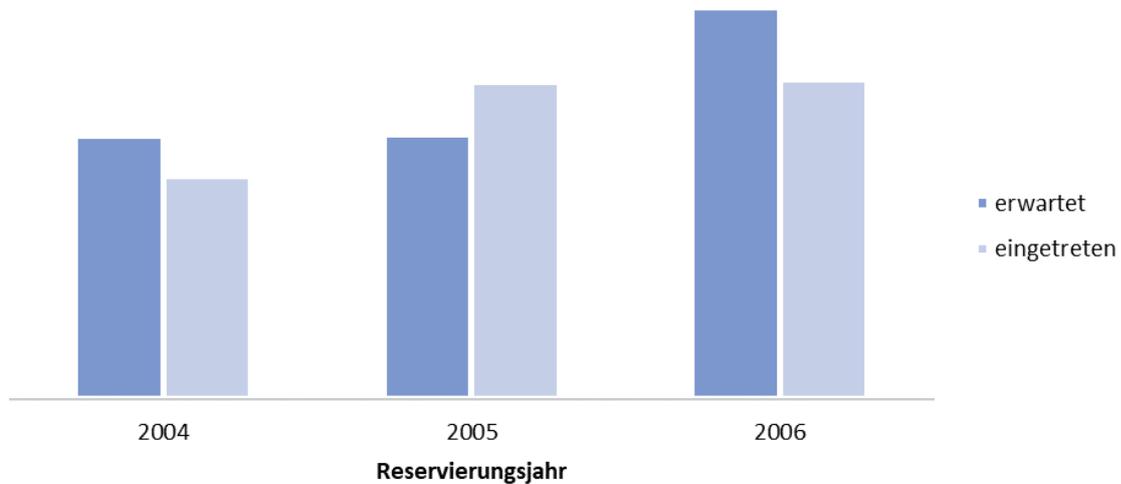
Vor diesem Hintergrund scheint auch die Schätzung der Best Estimates im Nachlauf angemessen.



Backtesting der Cashflows

Für die Methode wurde für die Reservierungsjahre 2004 bis 2006 (aktuellste im Datensatz enthaltene Jahre) ein Backtesting durchgeführt, bei dem die prognostizierten Zahlungen im ersten Folgejahr mit den tatsächlichen Zahlungen verglichen wurden:

Backtesting der Zahlungen im 1. Folgejahr

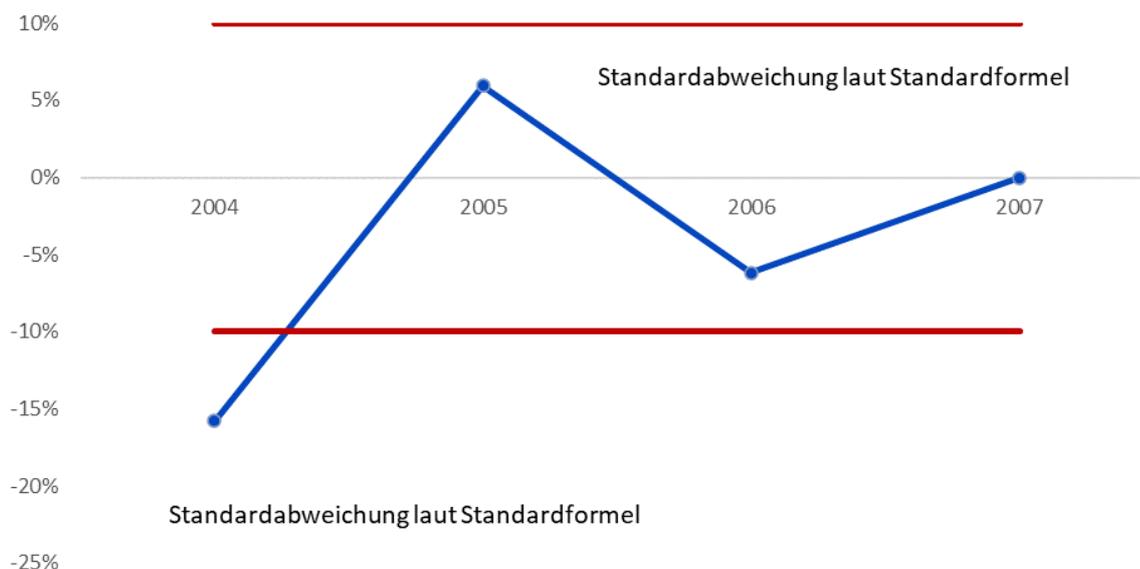


Die Auswertung zeigt keine systematische Über- oder Unterschätzung der Zahlungen. Während die Absolutbeträge der Abweichungen mit 15% - 20% durchaus wesentlich sind, ist davon auszugehen, dass die Vorhersagegenauigkeit durch zusätzliche fachliche Informationen zum Schadenbestand noch deutlich verbessert werden kann.

Backtesting der Ultimates

Zudem wurde ein Backtesting des Ultimates durchgeführt, bei dem die Anpassung der Ultimates von einem Reservierungsjahr zum nächsten ins Verhältnis zum Best Estimate des Vorjahres gesetzt wurden. Als Benchmark wird die Standardformel nach Solvency II bei der Berechnung des Reserverisikos für diese Kennzahl genutzt, welche eine Standardabweichung von 10% vorsieht.

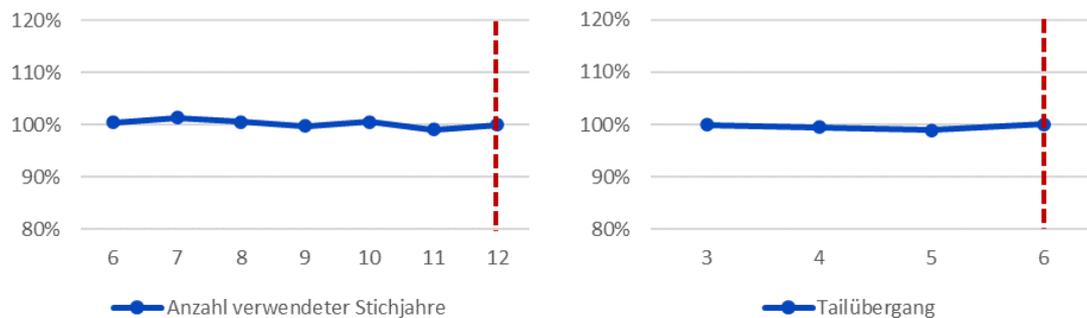
Backtesting der Ultimates



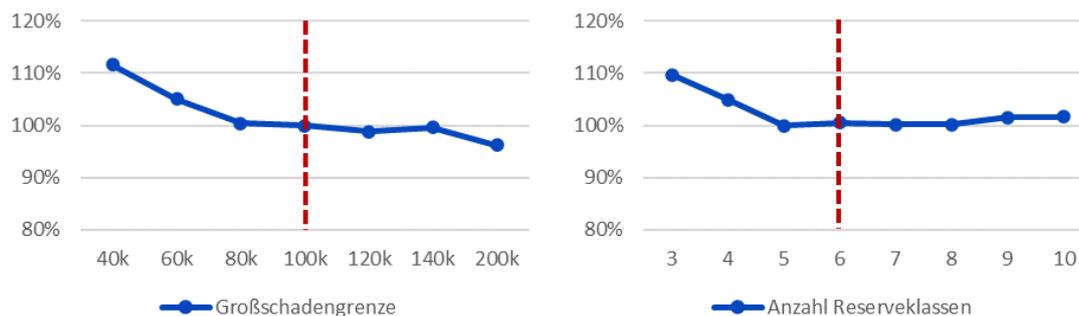
Die Veränderungen der Ultimates liegen überwiegend innerhalb der angenommenen Standardabweichung und zeigen keine systematische Entwicklung. Die Abweichung im ersten Jahr spricht unter Berücksichtigung der kurzen Abwicklungsdauer nicht zwingend gegen die Anwendung der Methode.

Sensitivitätsanalysen

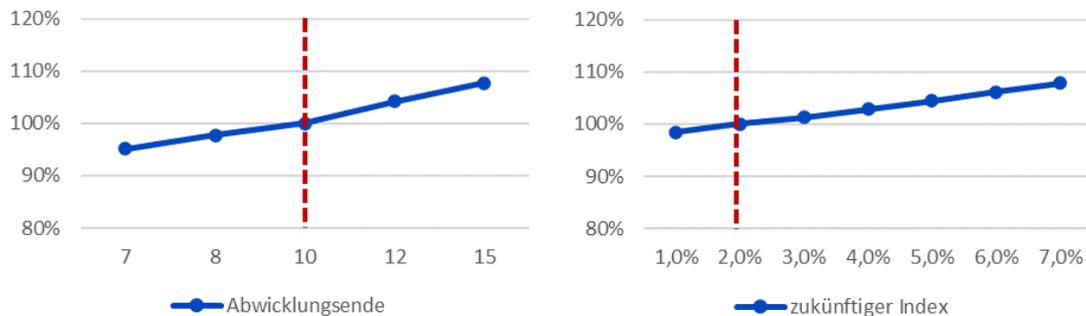
Für die Analyse des Einflusses einzelner Parameter auf das Ergebnis der Methode wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt.



Bei der Anzahl der verwendeten Stichjahre und dem gewählten Nachlaufübergang sind nur geringe Auswirkungen auf das Ergebnis erkennbar. Vor dem Hintergrund der relativ kurzen Abwicklungsdauer der Schäden scheint dies sinnvoll.



Bei der Wahl der Großschadengrenze zeigt sich ein abnehmender Trend bei höheren Werten. Das Ergebnis ist im Bereich 80.000 bis 140.000 relativ stabil, womit eine Wahl des Parameters in diesem Bereich angemessen scheint. Vermutlich werden bei niedrigeren Werten noch zu viele Basischäden in der Modellierung berücksichtigt, während bei einer Grenze von 200.000 die Größe einzelner Pools stark reduziert wird. Bei der Anzahl der Reserveklassen zeigen sich ab 5 Klassen nur noch geringe Effekte auf das Ergebnis, was impliziert, dass ab dieser Größe eine ausreichend granulare Einteilung vorliegt.



Die Parameter Abwicklungsende und zukünftiger Index erhöhen das Ergebnis der Methode mit zunehmenden Werten. Dieser Effekt scheint wenig überraschend gegeben der Bedeutung der Parameter im Modell.

Vergleich mit anderen Methoden

Zur Einordnung der Ergebnisse der Methode wurde diese zusätzlich mit anderen Methoden⁷⁸ verglichen (sowohl Chain Ladder als auch Einzelschadenmodelle), die im Rahmen eines Seminars an der Universität Hamburg in Kooperation mit KPMG durch die Studierenden erstellt wurden. Dieser Vergleich hat nur eine begrenzte Aussagekraft, da neben der Eignung der einzelnen Modelle auch

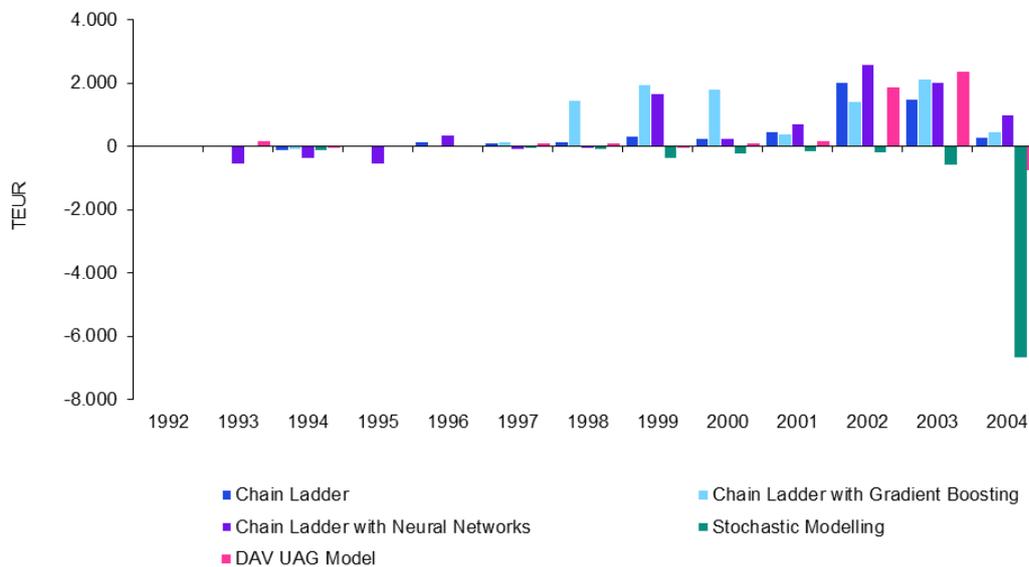
⁷ Mario Wüthrich. Neural networks applied to chain-ladder reserving. European Actuarial Journal, 8(2): 407-436, 2018.

⁸ Katrien Antonio and Richard Plat. Micro-level stochastic loss reserving for general insurance. Scandinavian Actuarial Journal, 2014(7): 649-669, 2014.

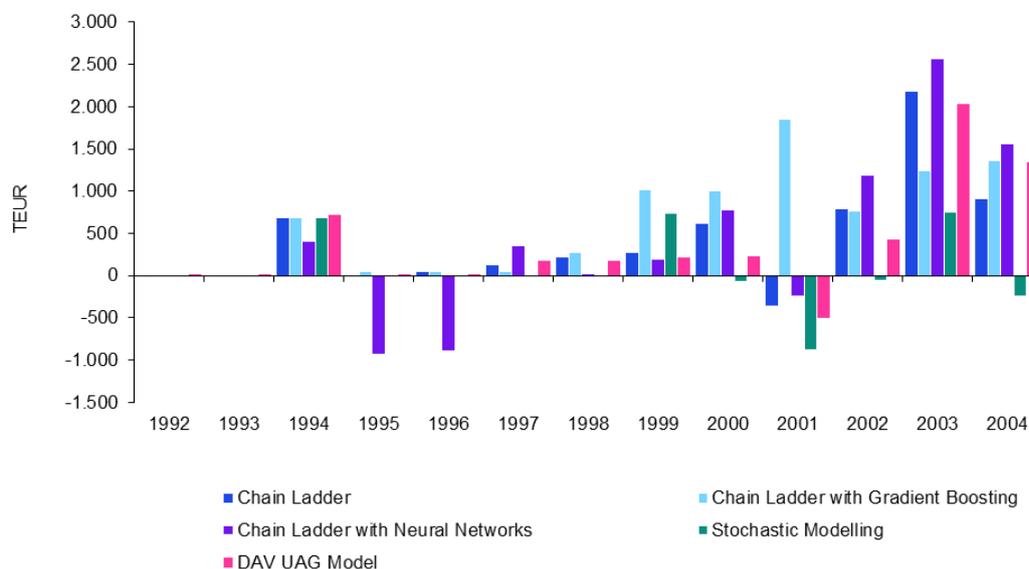
die unterschiedlichen Erfahrungsstände der Studierenden einen wesentlichen Einfluss auf die Güte der Vorhersage haben.

Analog zum vorherigen Abschnitt wird zunächst ein Backtesting der Cashflows betrachtet, wobei die Abweichungen von den tatsächlichen Zahlungen pro Anfalljahr für die nächsten 3 Jahre betrachtet werden.

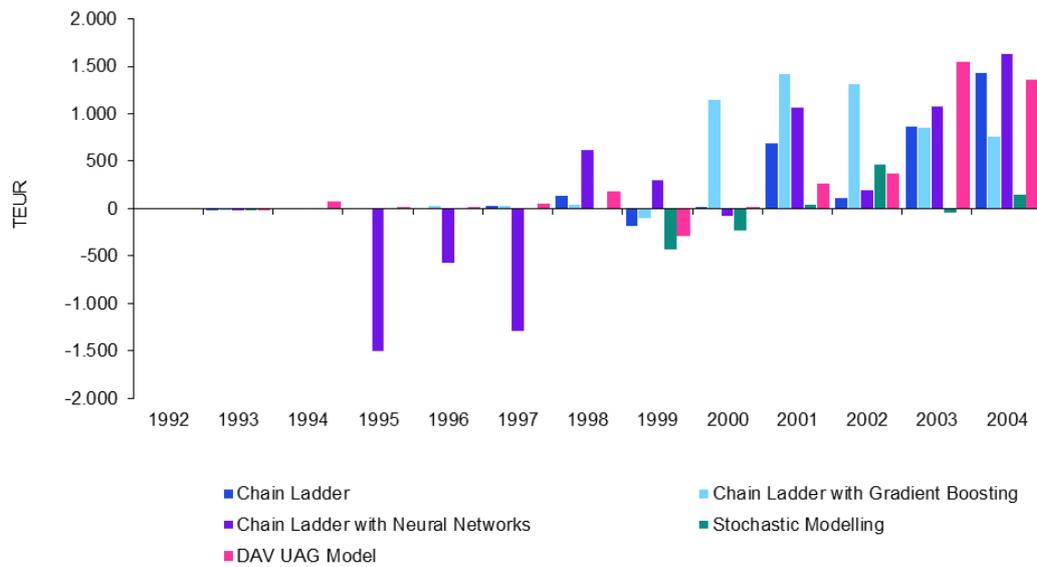
Abweichung der Schätzung von den Schadenzahlungen im Kalenderjahr 2005



Abweichung der Schätzung von den Schadenzahlungen im Kalenderjahr 2006



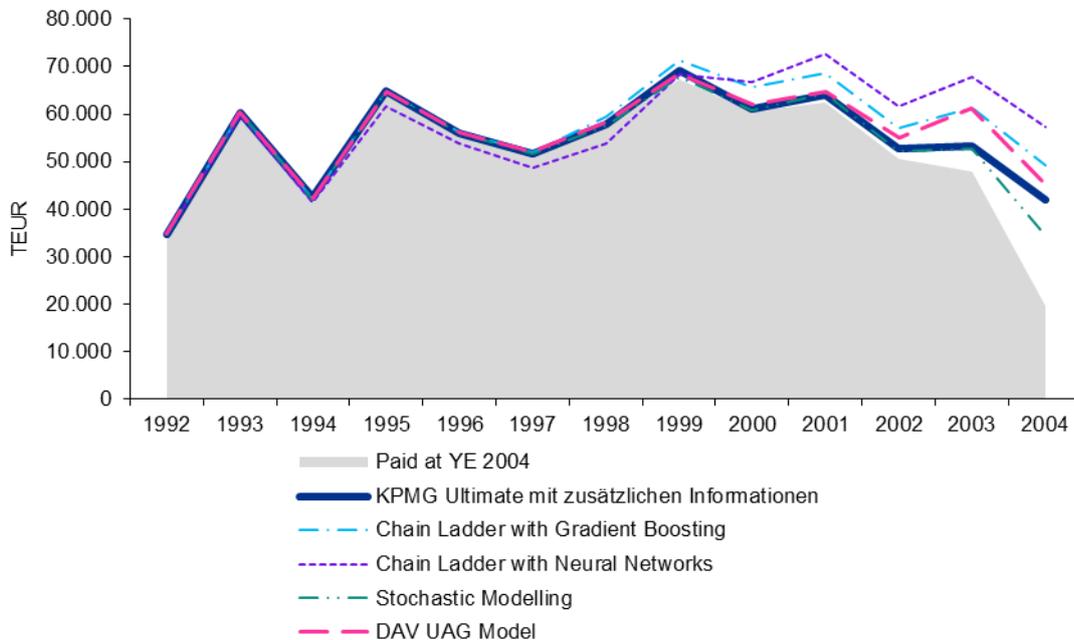
Abweichung der Schätzung von den Schadenzahlungen im Kalenderjahr 2007



Insgesamt ist die Methode nicht erkennbar konsistent besser oder schlechter als die anderen betrachteten Methoden. Im Gegensatz zu den anderen Einzelschadenmodellen zeigt die Methode jedoch keine signifikanten Abweichungen in einzelnen Jahren, die deutlich über denen anderer Modelle liegen (z.B. vorhersage Stochastic Modelling für Anfalljahr 2004 in 2005).

Ein ähnliches Ergebnis ist bei der Betrachtung der Ultimate-Schätzungen erkennbar. Hier wurde als Referenz der Ultimate eines Chain-Ladder-Modells genutzt, für welches die Informationen von 3 zusätzlichen Jahren zur Verfügung standen.

Vergleich der Paid Ultimate Schätzungen

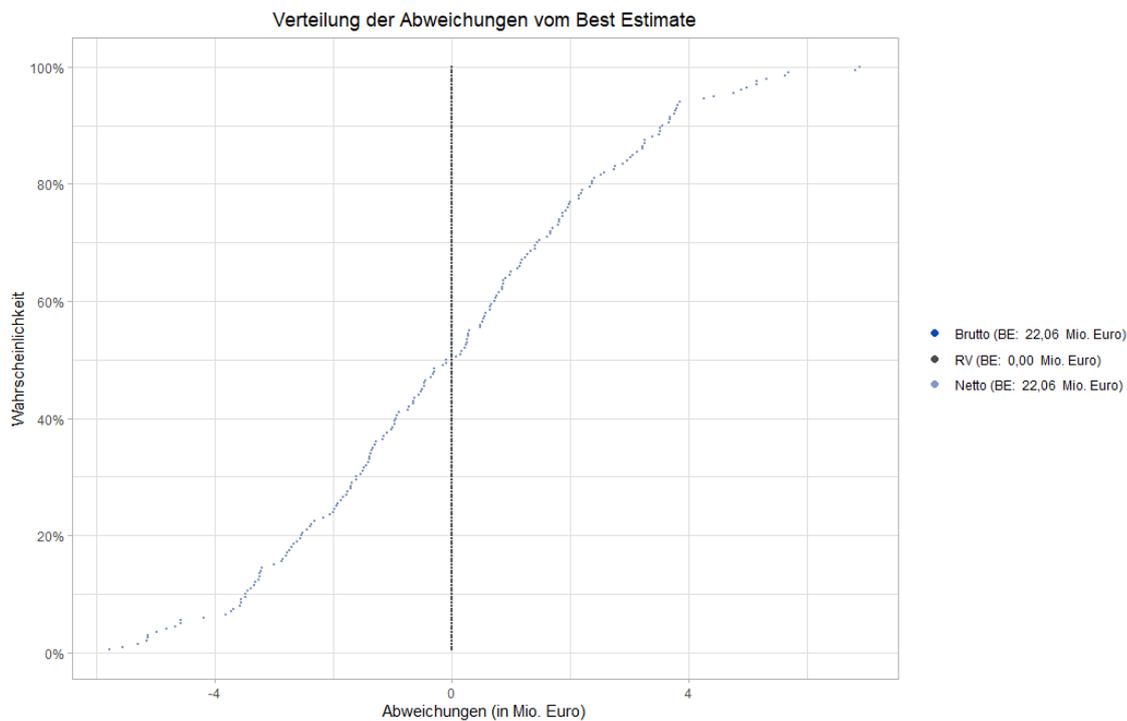


Fazit

Insgesamt hat das Modell für den gegebenen Datensatz Ergebnisse in ähnlicher Qualität wie etablierte Reservierungsverfahren gezeigt, was für die Anwendbarkeit in kurzabwickelnden Sparten

spricht. Im Vergleich mit ausgewählten Implementierungen anderer Einzelschadenmodelle war zudem erkennbar, dass das Modell im Backtesting seltener große Abweichungen auf einzelnen Teilbeständen (hier einzelne Anfalljahre) gezeigt hat.

Da die Anwendung nur auf Bruttodaten durchgeführt wurde, kann über die Möglichkeiten zur besseren Vorhersage der Rückversicherungsanteile keine Aussage getroffen werden. Ein nennenswertes Ergebnis der Methode ist neben der Berechnung eines Best Estimates auch die Ermittlung der zugehörigen Verteilung durch den stochastischen Ansatz. Auf dieser Basis sowie durch das Bestimmen von Quantilen ist somit eine über einen Punktschätzer hinausgehende Analyse des Risikos möglich.



Hervorzuheben sind zudem die Analysemöglichkeiten für die verwendeten Schadendaten, welche im Zusammenhang mit der Entwicklung der Methode entstanden sind. Während diese das primäre Ziel haben, die Parametrisierung und Evaluation des Modells zu ermöglichen, erlauben diese teilweise auch Erkenntnisse über den Schadenbestand, z.B. durch den aggregierten Vergleich von Best Estimates und Schadenreserven oder die Möglichkeit, Schäden mit vergleichsweise hohen Reserven für den gegebenen Abwicklungsstand einfacher zu identifizieren.

3.2. Diskussion wesentlicher Punkte

Klassische, aggregierte Verfahren, wie z.B. das Chain Ladder Verfahren, haben den Vorteil, dass sie einfach und schnell umzusetzen sind. Es gibt etablierte Tools, um die Ergebnisse zu berechnen, zu validieren und darzustellen. Die Methoden sind bei Stakeholdern akzeptiert und die benötigten Daten liegen in den meisten Unternehmen vor. Viele Verfahren liefern außerdem bereits Cashflows. Aus dem Informationsverlust durch Aggregation resultieren aber auch zum Teil signifikante Nachteile, wie beispielsweise die eingeschränkte Angemessenheit der Cashflows für Großschäden oder die unangemessene Brutto/Netto-Überleitung bei NP-Rückversicherung. An diesen Punkten setzt die stochastische Einzelschadenprojektion an und liefert – aufgrund der Projektion auf Einzelschadenbasis – verbesserte Großschaden-Cashflows sowie eine Abbildbarkeit vielfältigster Rückversicherungsprogramme. Sie ist allerdings nur für Großschaden zielführend anwendbar und benötigt eine hinreichend große Menge historischer Großschäden. Die Güte der Prognosen ist außerdem bei Veränderungen der Reservierungspraxis eingeschränkt, da die Pool-Einteilung eine eingeschränkte Aussagekraft über die weitere Abwicklung hat. Außerdem ist der hohe

initiale Implementierungsaufwand nachteilig, allerdings hat Dirk Skowasch seine Implementierung in R als Paket öffentlich verfügbar gemacht (Paket: <https://github.com/dskowasch/sicr> Doku: <https://dskowasch.github.io/sicr/articles/sicr.html>).

Auf einzelne Punkte soll im Folgenden noch genauer eingegangen werden:

3.2.1. Abbildung des RV-Programms

Da die Methode für jeden Großschaden die weitere Abwicklung sowie die endabgewickelte Schadenhöhe simuliert, kann durch Anwendung des RV-Programms auf diese Schäden in jeder Simulation die Nettoposition und durch Differenzenbildung zum Bruttowert der RV-Anteil berechnet werden. Insbesondere kann auch NP-Rückversicherung wie z.B. Schadenexzedenten-Rückversicherung inklusive etwaiger Indexklauseln exakt abgebildet werden. Im Ergebnis ergibt sich die Verteilung der benötigten Netto- bzw. RV-Reserven und daraus abgeleitet ein Best Estimate. Im Gegensatz zu marktüblichen Methoden führt die stochastische Komponente des Modells beispielsweise dazu, dass einem Schaden, der zum Bewertungszeitpunkt unterhalb der Priorität liegt und dem daher in der Regel auch im Best Estimate ein RV-Anteil von 0 zugeordnet wird, nun über die Berücksichtigung adverser Pfade auch im Best Estimate ein RV-Anteil größer 0 zugeordnet wird. Das hier vorgestellte Modell stellt daher eine deutliche Verbesserung bei der Ermittlung des RV-Anteils dar.

3.2.2. Reserveunsicherheit

Aufgrund des Simulationsansatzes liefert die Methode nicht nur eine Best Estimate Reserve für Großschäden, sondern auch die Verteilung der zukünftigen Zahlungen. Bei der Bewertung der Reserveunsicherheit ist es somit möglich, die Unsicherheit der Prognose zu quantifizieren, beispielsweise durch Betrachtung von Konfidenzintervallen oder verschiedener Risikomaße wie dem Value-at-Risk. Da es sich um ein nicht-parametrisches Verfahren handelt, sind dabei keine strengen Annahmen über die zugrundeliegenden Schadendaten notwendig.

3.2.3. Abhängigkeit von Schaden- und Rentenzahlungen

Der Umgang mit Renten ist im deutschen Versicherungsmarkt sehr heterogen. Während einige Unternehmen häufiger Renten bilden, geschieht dies bei anderen sehr selten. Das führt dazu, dass wie bei anderen Methoden auch die unternehmensübergreifende Verwendung von Pools sorgfältig geprüft werden muss, um grobe Verschätzungen zu vermeiden:

Beispiel:

Unternehmen A überführt Verpflichtungen sehr früh in Renten und beobachtet daher weniger weitere Schadenzahlungen in den Pools. Unternehmen B bildet nur selten Renten. Wendet B den Pool von A auf den eigenen Schadenbestand an, werden weniger zukünftige Schadenzahlungen prognostiziert, obwohl die zugehörigen Renten dort gar nicht gebildet wurden. Im Backtesting wird B eine deutliche Unterschätzung der Auszahlungen feststellen.

Die Aufteilung zwischen Schaden- und Rentenzahlungen ist ohnehin nicht trennscharf, weil beide vom Überleben der geschädigten Person(en) abhängen. Diese Abhängigkeit ist in der Methode zurzeit nicht berücksichtigt.

Es kann weiterhin problematisch sein, dass die Methode (abgesehen von Renten) nicht weiter nach biometrischen Merkmalen differenziert. Durch die Einteilung in Reserveklassen werden zwar Schäden mit ähnlich hohen erwarteten Gesamt-Auszahlungen gruppiert. Trotzdem kann sich diese Summe sehr unterschiedlich zusammensetzen. So kann die kurzzeitige aufwendige Pflege eines älteren Geschädigten zu einer ähnlichen Reserve führen wie ein langfristiger moderater Verdienstaustausch einer jungen Person. Trotz der offensichtlich unterschiedlichen Abwicklungsmuster würden diese beiden Schäden nach dieser Methode abgewickelt.

Falls sich die Bestandszusammensetzung über die Jahre nicht verändert, führt dies nur dazu, dass sich in diesem Beispiel die Überschätzungen für den Verdienstaufschlag und die Unterschätzungen für die Pflege ausgleichen. Verschätzungen ergeben sich dann nur durch die nicht sachgerechte Berücksichtigung der Rückversicherung der Einzelschäden und durch die Diskontierung.

Im schlimmsten Fall jedoch besteht der Pool nur aus kleinen Zahlungen, die noch viele Jahre weiterlaufen, während der aktuelle Schadenbestand zu großen Schadenzahlungen neigt. Dies würde zu einer Unterschätzung der Auszahlungen führen.

Eine biometrische Erweiterung der Methodik (z.B. um das Alter oder den Invaliditätsgrad der geschädigten Personen) würde die Ergebnisse noch verbessern, erscheint aber nur mit einer deutlich feineren Datenbasis möglich. Bei den meisten Unternehmen wird diese nicht vorhanden sein. Daher sollte vereinfachend davon ausgegangen werden, dass die Zusammensetzung der Vergangenheit repräsentativ für die Zukunft ist und die Abweichungen beim Rückversicherungsanteil und bei der Diskontierung im akzeptablen Bereich liegen. Es wird aber in jedem Fall empfohlen, die Entwicklung des Schadenbestands bezüglich biometrischer Merkmale stichprobenartig zu untersuchen.

Da sich die Lebenserwartung historisch erhöht hat, wird die Lebenserwartung der geschädigten Personen tendenziell unterschätzt. Die Auswirkungen auf den Ultimate können mit etwas Aufwand durch Sensitivitätsanalysen überprüft werden. Des Weiteren sollten Diagonaleffekte durch eine Anhebung des Rentenalters oder Änderungen der Sterbetafeln ggf. berücksichtigt werden. Dieses Thema wird ausführlicher im Ergebnisbericht „Aktuarielle Reservierung von Personenschäden“ vom 17.06.2021 behandelt.

3.2.4. Grenzen der Anwendbarkeit

Eine zu kleine Datenbasis kann dazu führen, dass die Methode nicht sinnvoll anwendbar ist.

Dies kann insbesondere im langabwickelnden Bereich den Nachlauf betreffen, wenn bisher zu wenig Datenpunkte in sehr späten Abwicklungsjahren beobachtet wurden. Es ist zum Beispiel vorstellbar, dass in der Schadenhistorie bisher kaum Schadensschließungen bzw. Reserveauflösungen beobachtet wurden, was dazu führt, dass die Schäden mit der in 2.4.4 beschriebenen Nachlaufmethode zu lange geöffnet bleiben und entsprechend zu hohe Auszahlungen zugeordnet bekommen. Andererseits könnte es auch sein, dass hohe Schadenabschlusszahlungen am Ende des Nachlaufs noch nicht beobachtet wurden. Dies würde zu einem fehlerhaften Modell führen. Um diese beiden Effekte zu vermeiden, sollte sichergestellt werden, dass in den Pools (insbesondere im Nachlauf) auch ausreichend schon abgewickelte Schäden vorhanden sind.

Die Menge der bisherigen Großschäden kann zu gering sein. Das führt zu dünn besetzten Pools und größerem Einfluss einzelner Ausreißer (= besonders große Zahlungen oder Regresse). Teilweise kann diesem Problem mit einer angepassten Wahl der Parameter begegnet werden (früherer Übergang zum Nachlauf, gröbere Einteilung der Reserveklassen). Reicht das nicht aus, muss ggf. auf externe Pools zurückgegriffen werden, wobei die Anwendbarkeit genau geprüft werden sollte.

3.2.5. Abhängigkeit der Zahlungen des Folgejahres vom Zahlungsstand

Die Methode basiert auf der Grundannahme, dass die gesetzte HGB-Reserve der beste Indikator für die Höhe der zukünftigen Auszahlungen ist. Daher hängt der Best Estimate nur vom Abwicklungsjahr und von der Reserveklasse ab. Der aktuelle Zahlungsstand eines Schadens fließt dagegen nicht in die Schätzung ein.

Die Annahme ist sehr intuitiv und wird von Analysen bestätigt. Auf der anderen Seite zeigen Untersuchungen, dass nach Verdichtung auf Reserveklassen und Abwicklungsjahren weiterhin Abhängigkeiten zwischen dem Zahlungsstand und der Zahlung im Folgejahr existieren.

Als Konsequenz könnte bei ausreichend großer Datenbasis neben Reserveklasse und Abwicklungsjahr auch der Zahlungsstand als weiteres Unterscheidungsmerkmal des Abwicklungsstands

einfließen. Die Anzahl der Pools würde sich dadurch vervielfachen, während die Poolgrößen sinken. Zudem erhielte jede Zeile die Information zur neuen „Zahlungsstands-Klasse“.

Wegen des erhöhten Implementierungsaufwands wurde diese Erweiterung in der UAG nicht getestet. Die UAG geht allerdings davon aus, dass die resultierende statistische Unsicherheit durch die Reduzierung der Poolgrößen die Vorteile egalisiert.

In der Praxis kann eine Abhängigkeit insbesondere bei der Wahl der Großschadengrenze beobachtet werden. Hier fällt dann in Sensitivitätsanalysen auf, dass der Best Estimate mit höherer Großschadengrenze leicht mitwächst.

3.2.6. Schwierige Wahl der Parameter

Als besonders herausfordernd stellt sich beim Aufbau der Methode die Wahl der Parameter für die Großschadenabwicklung heraus. Grundsätzlich sollte jeder Parameter einer Sensitivitätsanalyse unterzogen werden, um die Auswirkung der Entscheidung beurteilen zu können und besonders kritische Wahlen zu identifizieren.

Die folgenden Parameter sind zu setzen:

- Indexierung (vgl. 2.1)
- Großschadengrenze (vgl. 2.2)
- Reserveklassen (vgl. 2.4.2)
- Ausschlüsse oder Berücksichtigung von Trends bei der Erstellung der Pools (vgl. 2.4.3)
- Übergang zum Nachlauf und Länge des Nachlaufs (vgl. 2.4.4)

3.2.7. Erweiterung der historischen Daten

Im Bereich der langabwickelnden Personenschäden ist der Nachlauf in der Regel die größte Unbekannte. Selten sind in Unternehmen mehr als 30 Schadenjahre technisch mit ihrer gesamten Historie auswertbar. Doch selbst mit dieser Historie fehlen noch mehrere Jahrzehnte bis zur endgültigen Abwicklung aller Schäden.

Die Nachlaufmethode versucht, die beobachtete Entwicklung im Nachlauf (also ab einem festzulegenden Abwicklungsjahr, vgl. 2.4.4) für den Rest des Nachlaufs fortzuschreiben. Die Gefahr besteht, dass die bisherigen Beobachtungen über den Nachlauf nicht für seinen weiteren Verlauf gelten.

Um weitere Informationen über das Abwicklungsverhalten im Nachlauf zu sammeln, können auch solche Schadenjahre verwendet werden, für die nicht die gesamte Historie, sondern wie im obigen Beispiel nur die Historie der letzten 30 Jahre verfügbar ist. Durch das Fehlen der ersten Abwicklungsjahre kann das Jahr des Großwerdens für diese Schäden nicht ermittelt werden. Dieses kann aber ohne große Verwerfungen aus den Großschäden mit voller bekannter Historie geschätzt werden.

Diese Variante vergrößert die Pools und bietet insbesondere im Nachlauf wertvolle Hinweise über einen sonst noch nicht beobachtbaren Abwicklungsbereich.

3.2.8. Variationsanalyse

Analog zu marktüblichen Methoden kann auch mit dieser Methode die aufsichtsrechtlich vorgeschriebene Überleitungsrechnung durchgeführt werden. Zur passenden Aufteilung der Veränderungen können etwa die Pools unverändert aus dem Vorjahr übernommen, während die Abwicklungsstände der Großschäden auf den neuesten Stand gebracht werden. Alle geänderten Parameter können schrittweise angepasst werden, um die Auswirkungen auf das Ergebnis zu ermitteln.

3.2.9. Verteilungsannahmen vs. Sampling

Es ist naheliegend, das Sampling der tatsächlichen Beobachtungen durch an die Beobachtungen angepasste Verteilungen ersetzen zu wollen. Wegen der Mehrdimensionalität der Beobachtungen gestaltet sich dies aber schwierig. Jede Beobachtung besteht mindestens aus einer Zahlung und einem zugehörigen Reserveklassenwechsel, ggf. kommt durch Renten eine weitere Dimension hinzu. Die Abhängigkeit zwischen diesen Dimensionen bleibt mit dem Sampling der tatsächlichen Beobachtungen erhalten. Zum Beispiel geht die Erstellung einer neuen Rente oder eine hohe Auszahlung häufig mit einem Reserveklassenwechsel einher, während auf der anderen Seite hohe Auszahlungen und neue Renten intuitiv eher negativ oder gar nicht korreliert sind.

Um dies abzubilden, reicht eine eindimensionale Verteilung nicht aus. Über mehrdimensionale Verteilungen könnte die Abhängigkeit abgebildet werden, allerdings erfordert die Parametrisierung von mehrdimensionalen Verteilungen eine immense Menge an Datenpunkten.

Aus Sicht der UAG ist eine derartige Umstellung daher in der Praxis nicht realisierbar.