

Stochastische Projektion von Großschadenzahlungen

zur Ermittlung von Best Estimates (brutto und netto)

Vortrag qx-Club 08.03.2022

Torsten Grabarz



Dirk Skowasch

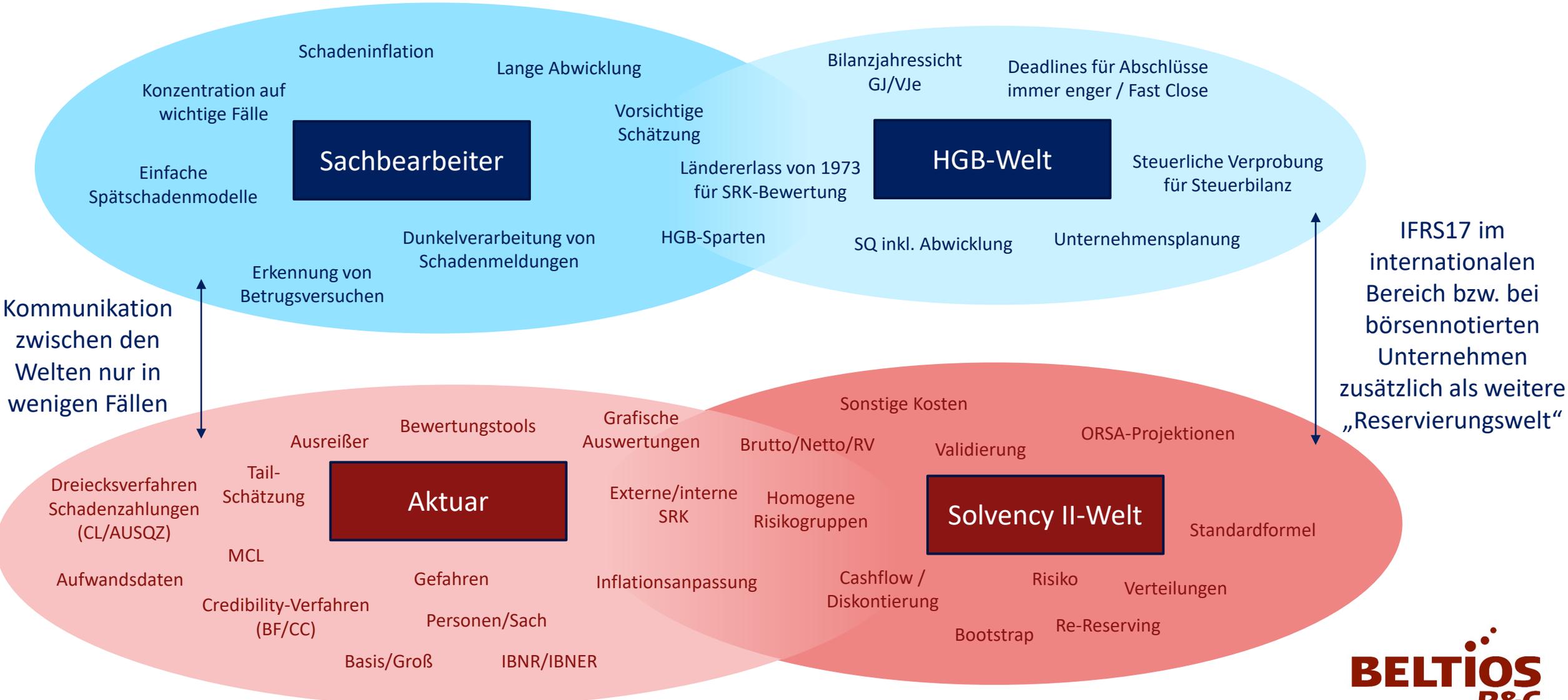


Agenda

- Aktuelle Entwicklungen im Bereich der Einzelschadenreservierung
- Problemstellung als Ausgangspunkt für den hier vorgestellten Ansatz
- Stochastische Modellierung von Großschäden:
Die Murphy/McLennan-Methode als Grundlage
- Fallstudie anhand eines deutschen KH-Bestands
- Anpassungen der Methode gegenüber dem Original
- Fragen / Diskussion

Die Welt der Schadenreservierung

3



Motivation für neue Wege

4

Sachbearbeiter /
HGB

2 Digitalisierung:
Immer mehr Daten liegen digital vor,
Einzelschadeninformationen bisher
aber in der Aktuarswelt (überwiegend)
nicht genutzt

Schnittmenge zur
Automatisierung der Schaden-
bearbeitung und Betrugs-
erkennung mittels Data Analytics
und KI

Digitale
Transformation

4

Lassen sich die Schranken zwischen den
Welten sinnvoll aufbrechen?

Aktuar /
Solvency II

Validierungsergebnisse, z.B.:
CF bei Großschäden angemessen?
RV-Anteil bei NP-RV angemessen?

1

Management
möchte Profitabilität
früh erkennen

Auf aggregierter Ebene
durch Abgleich HGB und
SII bereits möglich

Ökonomische
Steuerung

3

Auf Ebene von Kundengruppen oder
Vertriebskanälen nur durch Allokation
mittels vereinfachender Annahmen möglich

2

- ▶ Entwicklungen unter Verwendung von KI und GLM, Ansätze im Big Data-Bereich
- ▶ Deterministische Verfahren, relevant für sehr große Datenmengen
- ▶ Viele digitalisierte Schaden- und Bestandsmerkmale erforderlich
- ▶ Für Solvency II-Zwecke zusätzlich sinnvolle Spätschadenmodelle benötigt und u.U. kein direkt ableitbarer Cashflow (je nach modellierter Zielvariable)

3

4

- KI: qx-Club 11/2019 (inkl. Literaturliste)
- GLM: Vorträge Prof. Wiedemann, ASTIN-Tagung 11/2019 und qx-Club 09/2021
- GLM: Ergebnisbericht des Ausschusses Schadenversicherung der DAV „Actuarial Data Analytics – der Weg zur Einzelschadenreservierung“, 01/2021

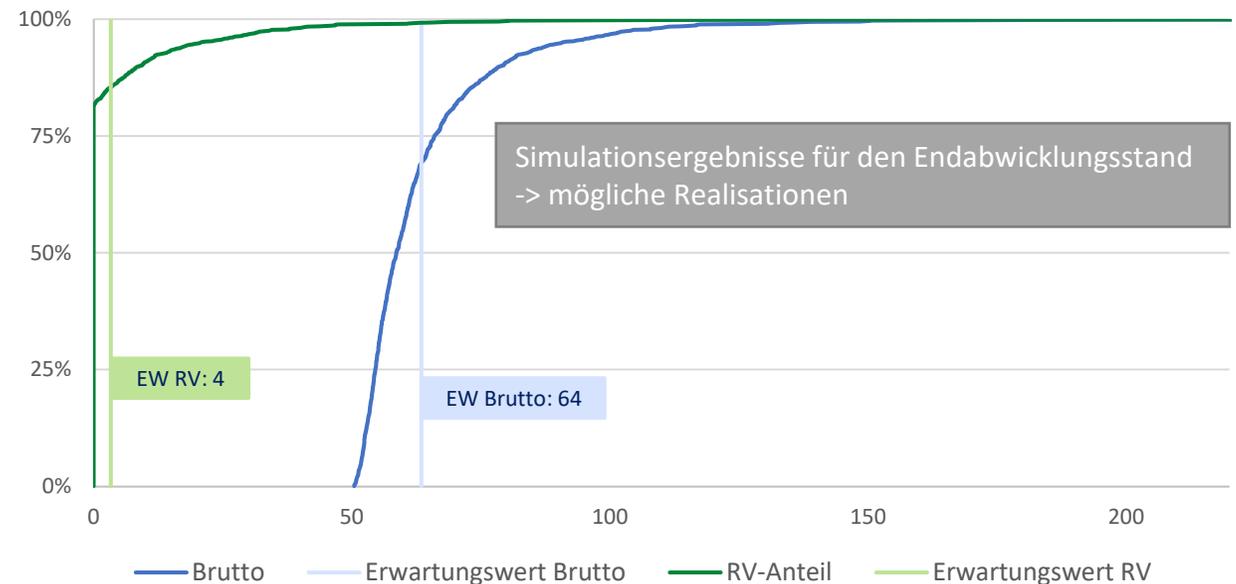
1

- ▶ Die oben genannten Ansätze sind zur Lösung der Probleme der mit üblichen Solvency II-Bewertungsmethoden geschätzten Großschaden-Best Estimates und deren RV-Anteilen nicht geeignet, wenn die verfügbare Datengranularität nicht äußerst hoch ist.
- ▶ Deterministische Ansätze bleiben selbst bei hoher Datengranularität für den RV-Anteil nicht-proportionaler Verträge schwierig.

- ▶ Abwicklung der Einzelschäden auf Basis historischer Erfahrungen simulieren
- ▶ Für kleinere Einzelschäden vermutlich zu viel Aufwand und ohne zusätzliche Erkenntnis
- ▶ Für Großschäden durchaus hilfreich, da nicht-proportionale RV nicht alleine mittels des Brutto-Erwartungswerts bewertet werden kann

Ein kleines Beispiel:

- Einzelschaden mit Zahlungsstand 50
- HGB-Reserve Brutto: 80
- Weitere Abwicklung lognormalverteilt
- RV-Priorität: 70 (-> RV-Anteil an HGB-Res.: 60)
- EW Brutto Endabwicklungsstand: 64 (-> Brutto Best Estimate = 64 - 50 = 14)
- RV-Anteil deterministisch über EW Brutto: $\text{Max}(0; \text{EW Brutto} - \text{Priorität}) = 0 \ll 4$
- RV-Anteil über Faktoransatz HGB: $60/80 * 14 = 11 \gg 4$

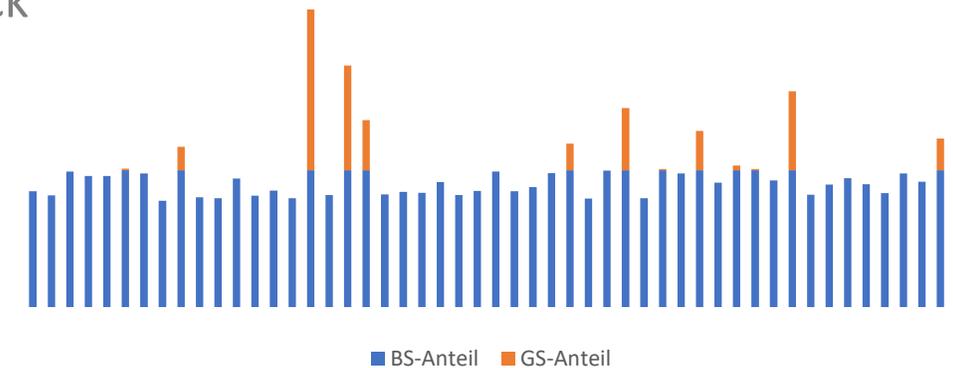


- ▶ Gleichzeitig könnte sich ein sinnvollerer Schätzer für den Cashflow von Großschäden ergeben -> klassische Auffälligkeit im Backtesting zur Validierung unter Solvency II
- ▶ Ein Blick in unsere eigene Modellierungshistorie zeigte: an dem Punkt standen wir 2006 schon einmal und es gibt somit bereits praktisch erprobte Ansätze
 - ▶ Fokus damals auf der RV-Analyse, Idee im Umfeld der Risikomodellierung entstanden
 - ▶ Für die heutigen Fragestellungen und deutsche Besonderheiten mit Anpassungen anwendbar

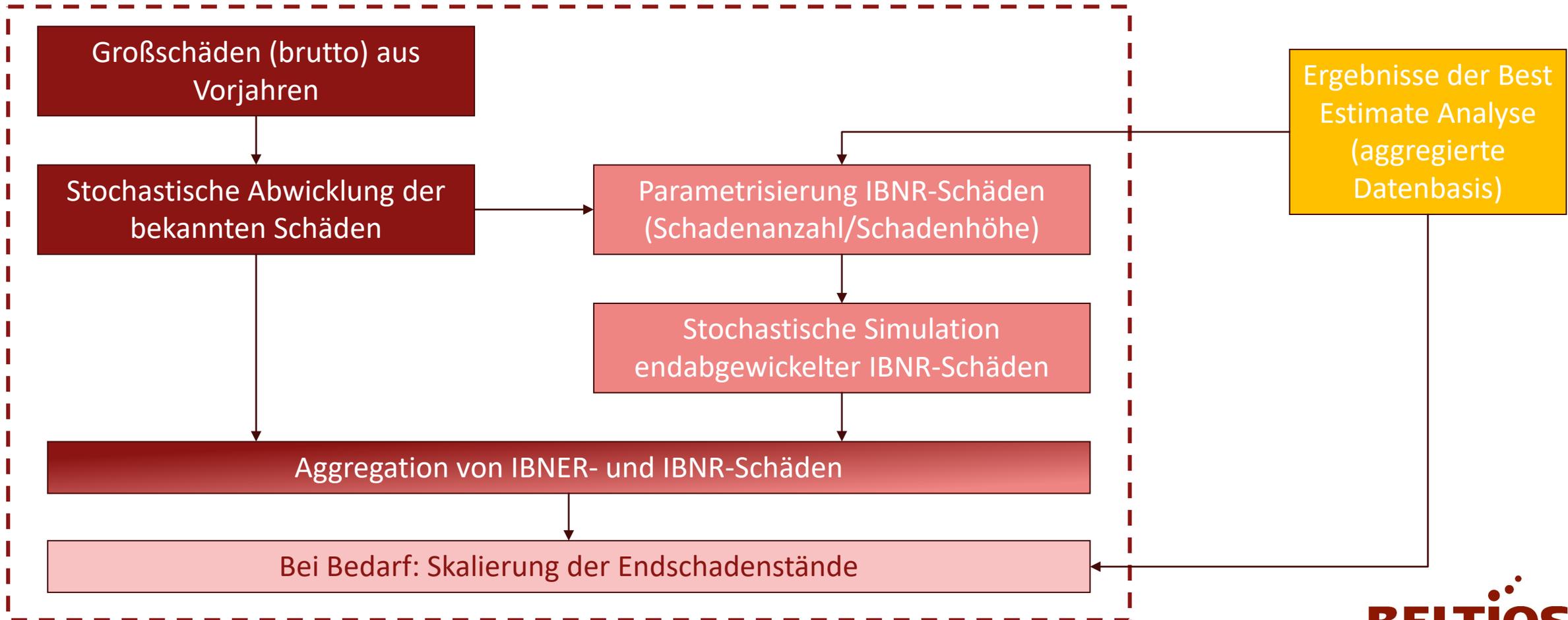
Idee ist dem Vorgehen der KI-Ansätze und der GLMs durchaus ähnlich, aber die Anzahl der Risikomerkmale ist kleiner. Zusätzlich liefern Simulationen Ergebnisse für verschiedene Realisationen der Abwicklung, KI-Ansätze und GLMs liefern „nur“ deterministische Ergebnisse.

Vgl. „A Method for Projecting Individual Large Claims“,
Karl Murphy and Andrew McLennan,
Casualty Actuarial Society Forum, Fall 2006

- ▶ Unterteilung der Schäden in gekappten (Basis-/Normalschaden-)Anteil und in einen Excess-Teil
 - ▶ Großschadengrenze orientiert sich an Untersuchungszweck
 - ▶ Stabilität
 - ▶ Priorität des RV-Programms
- ▶ Zunächst zwei unterschiedliche Sektionen:
 - ▶ IBNER-Schäden: bekannte Großschäden
 - ▶ IBNR-Schäden:
 - ▶ spät gemeldete Großschäden
 - ▶ bzw. Schäden, die noch nicht als Großschäden bekannt sind

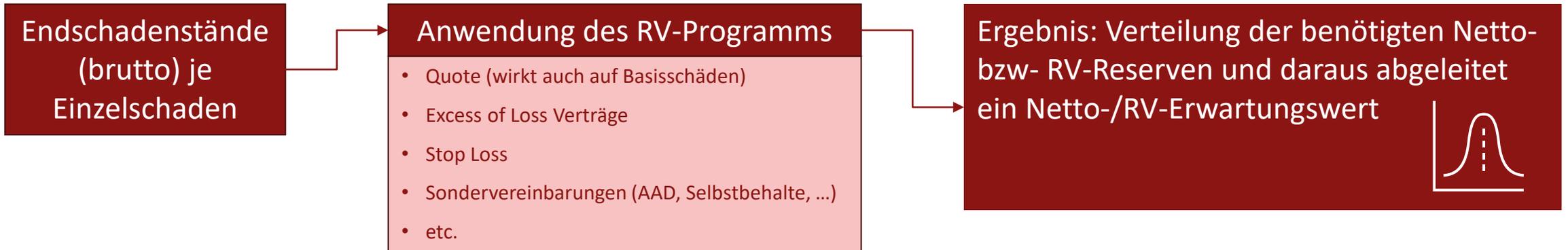


- ▶ Jeder Schaden wird einzeln stochastisch bis zum Ultimate abgewickelt
 - ▶ Zunächst nur die Entwicklung des Aufwands
(-> Solvency II und Diskontierung der Cashflows waren damals noch kein relevantes Thema)
 - ▶ Simuliere für jeden Großschaden ausgehend vom aktuellen Schadenaufwand und -status (offen/geschlossen) seinen Endabwicklungsstand
- ▶ Abwicklungsinformationen werden aus historischen Entwicklungen gezogen
 - ▶ Mögliche Übergänge folgen der Entwicklung „vergleichbarer“ Großschäden und zwar „vergleichbar“ gemäß
 - ▶ Größe
 - ▶ Abwicklungsperiode
 - ▶ Nach diesen Kriterien wird ein Topf aus Abwicklungsfaktoren gebildet, aus dem für noch nicht geschlossene Großschäden je zukünftigem Abwicklungsjahr in jeder Simulation ein Übergangsfaktor gezogen wird.



Auswertung der Netto-/RV-Position

Bei Kenntnis jedes einzelnen Schadens und seiner endabgewickelten Position kann durch Anwendung des RV-Programms auf diese Schäden in jeder Simulation die Nettosition und durch Differenzenbildung zum Bruttowert der RV-Anteil berechnet werden.



Datengrundlage

- ▶ Anwendbar auf den Zahlungsstand?
- ▶ Genügend abgewickelte Schäden vorhanden, insbesondere im Tail?
- ▶ Abwicklung von Periode zu Periode zu volatil?
- ▶ Länge des Tails?

Klassifizierung der Daten

- ▶ Unterschiedliches Abwicklungsverhalten in unterschiedlichen Größenklassen?
- ▶ Unterschiedliche Schadenhöhe zu unterschiedlichen Manifestationszeitpunkten

- ▶ Wie immer bei Aktuaren: Datenhomogenität vs. statistische Glaubwürdigkeit

Abhängigkeiten

- ▶ Anders als in aggregierten Verfahren gibt es mehr Möglichkeiten für Abhängigkeitsstrukturen
- ▶ Analyse von Abhängigkeitsstrukturen in den eigenen Daten erforderlich

- ▶ Manche Themen werden im Artikel von M/ML nur kurz andiskutiert, weitere Analysen und Ideen erforderlich

Verfahren	Vorteile	Nachteile
Klassische aggregierte Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Einfach und gut verstanden • Nachvollziehbare und gut kommunizierbare Ergebnisse • Cashflows werden bei vielen Verfahren mitgeliefert • Schnell anwendbar, Tools inkl. anschaulicher Grafiken verfügbar • Hohe Datenverfügbarkeit • Bei homogenen Daten stabile und angemessene Schätzer 	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsverlust durch Aggregation • Anfällig bei Sondereffekten • Cashflows bei Großschäden • Brutto/Netto-Überleitung bei NP-RV • Ökonomische Sicht auf Steuerungsebene erfordert ggf. vereinfachende Allokation
KI	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen der Einzelschäden gehen nicht verloren 	<ul style="list-style-type: none"> • Meta-Daten liegen oftmals noch nicht vor • Blackbox • Ergebnisse intransparent, teilweise unrealistische CF-Bewegungen • Hoher Implementierungsaufwand
GLM	<ul style="list-style-type: none"> • Aggregation der Reserven zu beliebigen Teilbeständen ermöglicht bessere Profitabilitätsanalysen ohne vereinfachende Annahmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Meta-Daten s.o. • Cashflow-Erzeugung? • Ggf. bleiben besondere nicht-lineare Zusammenhänge unentdeckt
Stochastische Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Großschaden-Bewertung angemessener • Bewertung NP-RV angemessener 	<ul style="list-style-type: none"> • Für alle Schäden in der Anwendung zu aufwändig, nicht zielführend • Hinreichend große Menge an historischen Großschäden erforderlich

RV-/Netto-Sicht zumindest bei NP-RV schwierig, da deterministisch

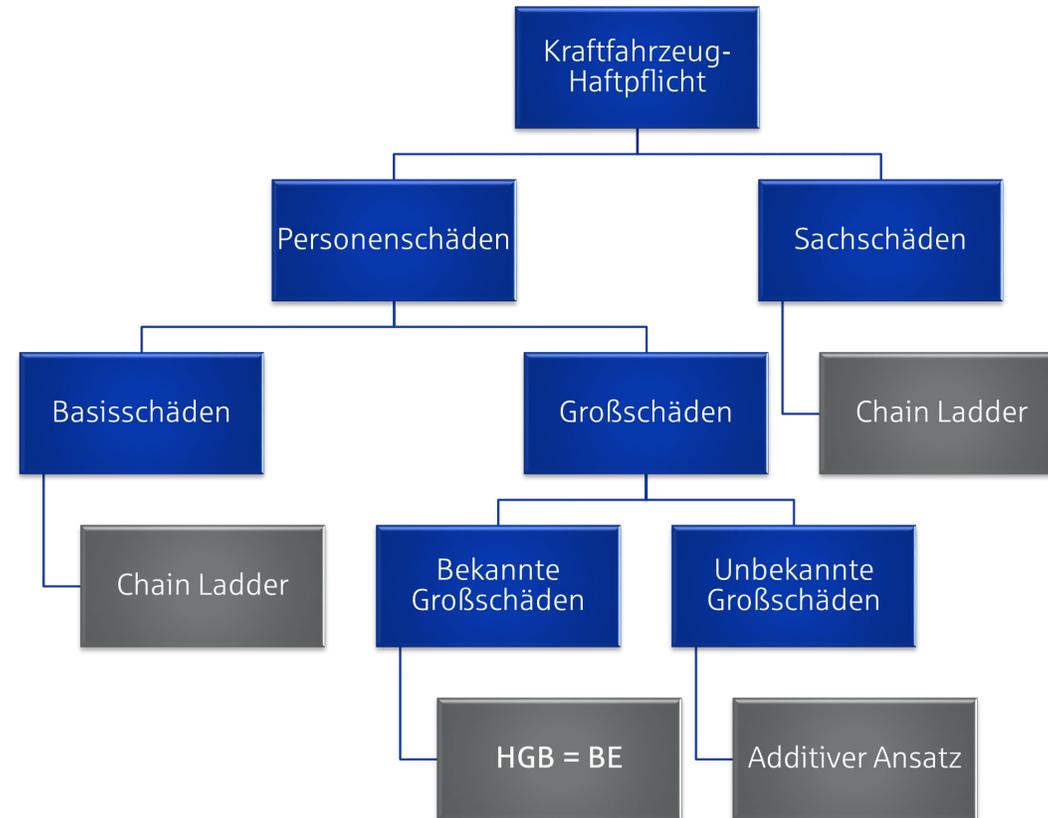


Landschaftliche Brandkasse Hannover

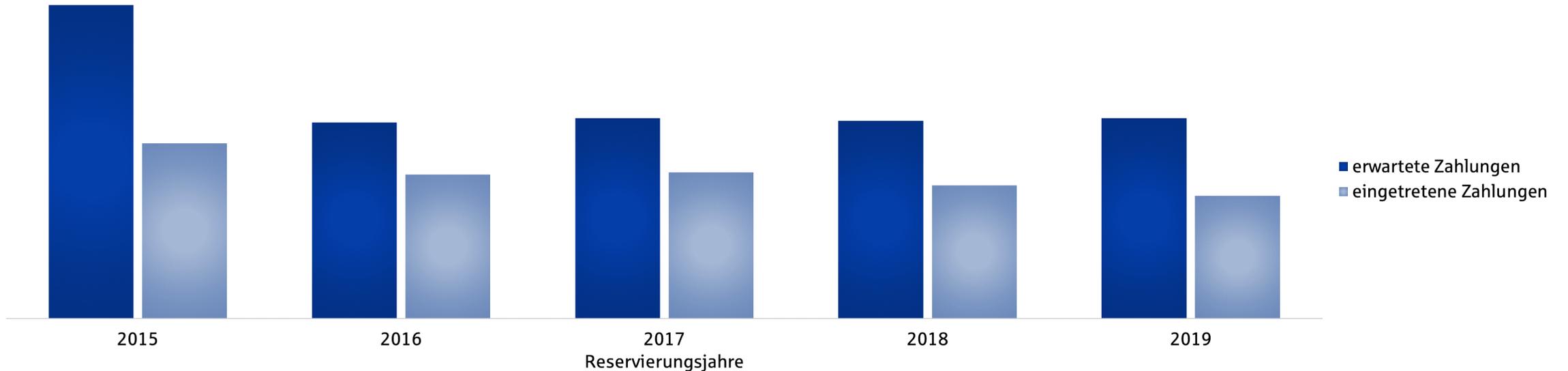
Fallstudie

Dirk Skowasch | Aktuariat Komposit | 08.03.2022

Motivation – bisherige Vorgehensweise



Motivation – Backtesting



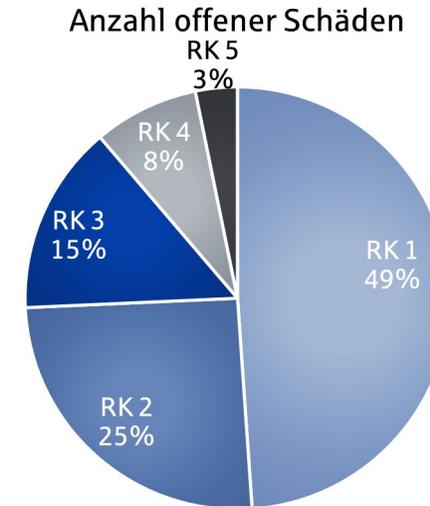
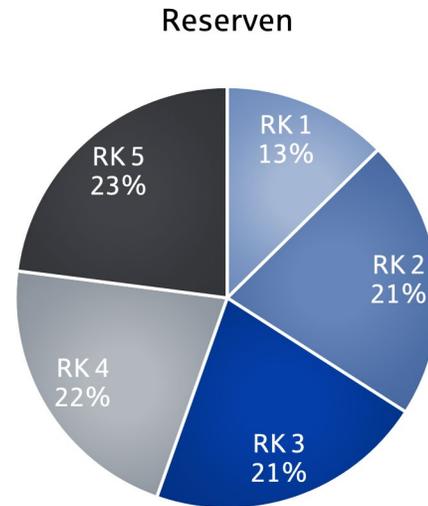
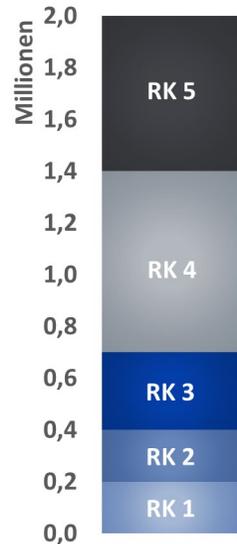
- Verwendete Methode (BE-Reserve = HGB-Reserve) überschätzt den tatsächlichen Cashflow trotz flacher Auszahlungskurve deutlich
- Alternative Methoden auf Basis von aggregierten Daten ermöglichen keine adäquate Abbildung der Rückversicherung

Wesentliche Erweiterungen zu Murphy/McLennan

- Fortschreibung der Zahlungen anstelle des Aufwands
 - ➔ Cashflow-Projektion
 - ➔ Anwendung von Rückversicherung
- Verwendung absoluter Zahlungen anstelle von Abwicklungsfaktoren
 - Fortschreibung (insbesondere von Zahlungen) mit extremen Abwicklungsfaktoren nicht sinnvoll
 - Vorteile wiegen Zusatzaufwand der Indexierung auf
- Aufteilung nach Reservehöhe statt Aufwandshöhe
 - ➔ besserer Indikator für zukünftige Zahlungen

Aufteilung nach Reserveklassen

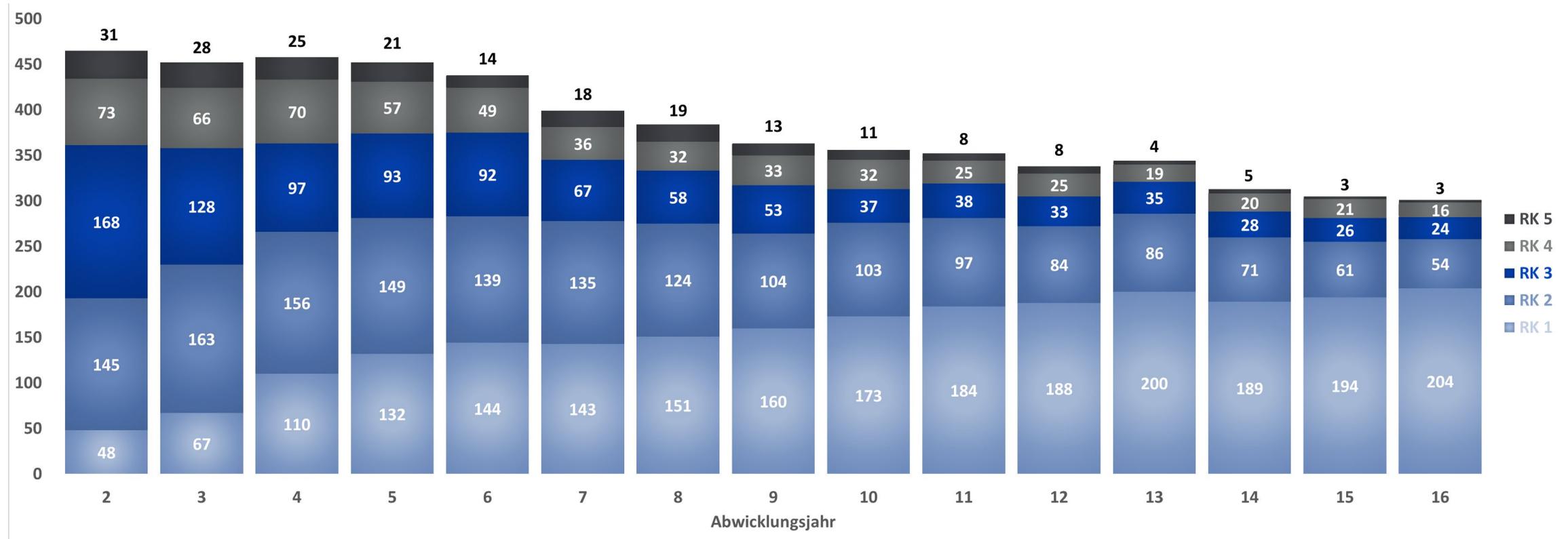
- Um ähnliche Abwicklungsstände zusammenzufassen, werden die historischen Beobachtungen über die Merkmale „Reserveklasse“ und „Abwicklungsjahr seit Großwerden“ zusammengefasst.
- **Reserveklassen** werden so gebildet, dass die Pools etwa gleich groß sind



Aufteilung nach Abwicklungsjahren

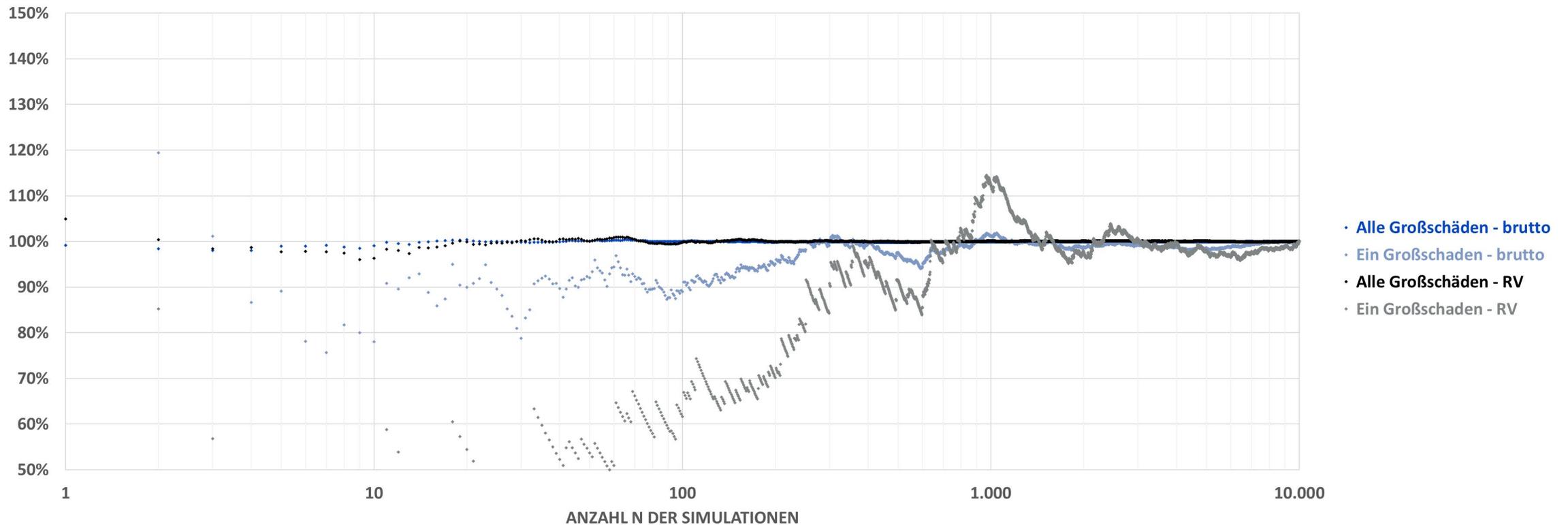
- Um ähnliche Abwicklungsstände zusammenzufassen, werden die historischen Beobachtungen über die Merkmale „Reserveklasse“ und „**Abwicklungsjahr seit Großwerden**“ zusammengefasst.
 - **Annahme:** Erst nach „Großwerden“ wickelt sich ein Schaden wie ein Großschaden ab.
 - Historie vor Großwerden wird in Basisschäden berücksichtigt.
 - Nach dem 16. Abwicklungsjahr werden alle Abwicklungsjahre zu einem Tailpool je Reserveklasse zusammengefasst.

Anzahl historischer Beobachtungen je Pool



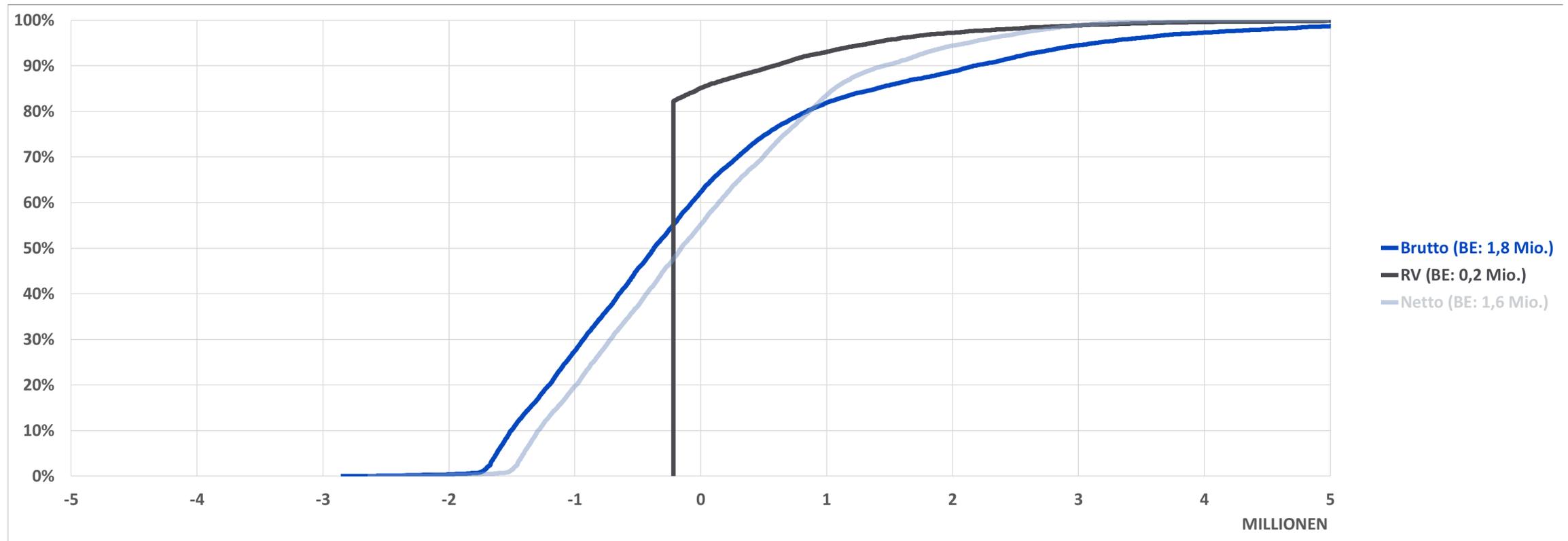
Vorführung in Excel

Konvergenzverhalten

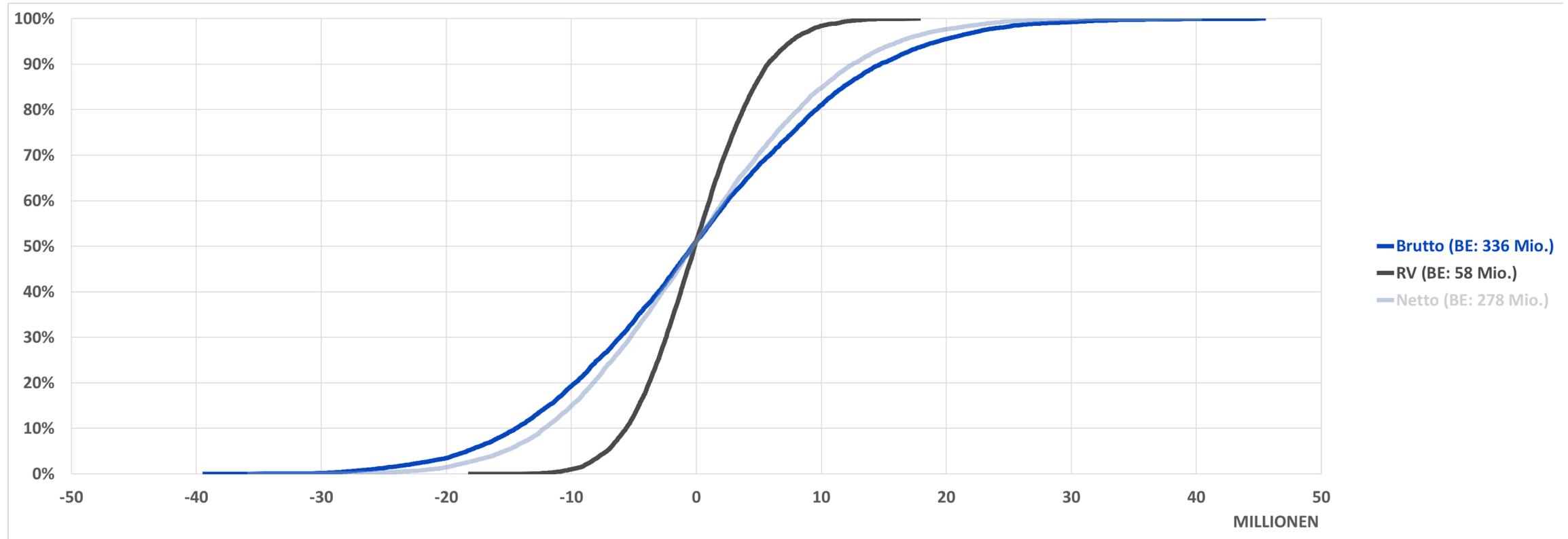


Jeder Punkt stellt den Mittelwert nach n Simulationen in Relation zum Erwartungswert dar.

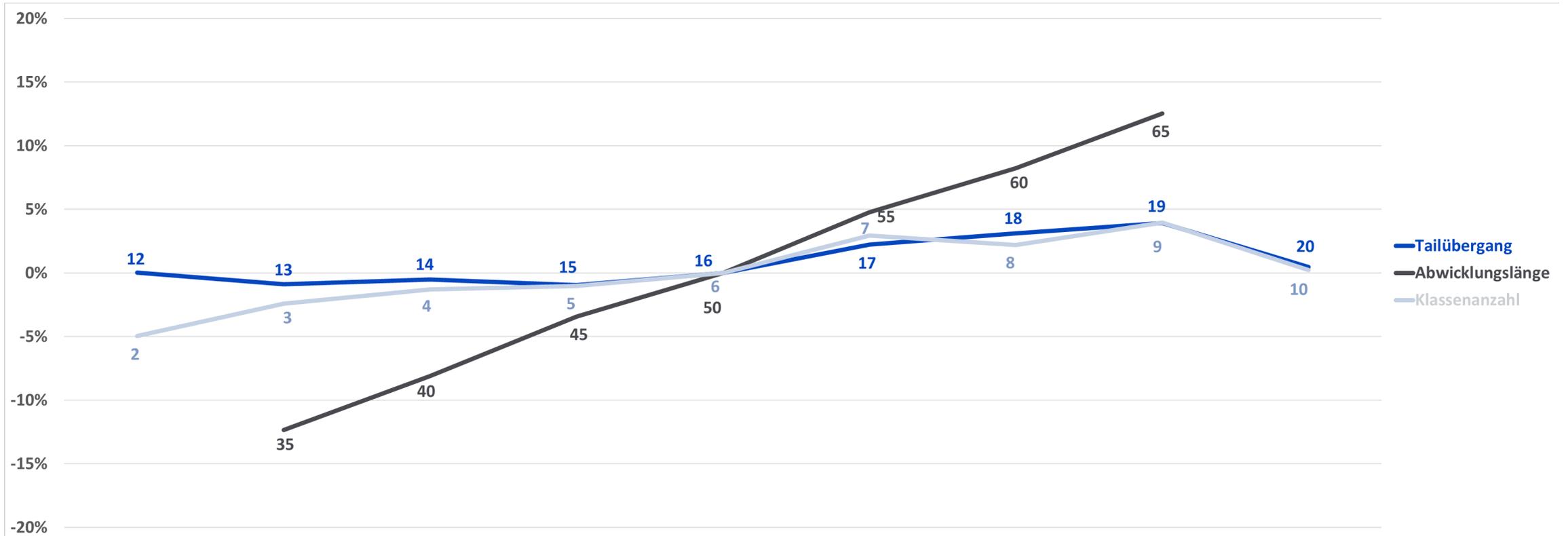
Verteilung der Abweichung vom Best Estimate (ein Schaden)



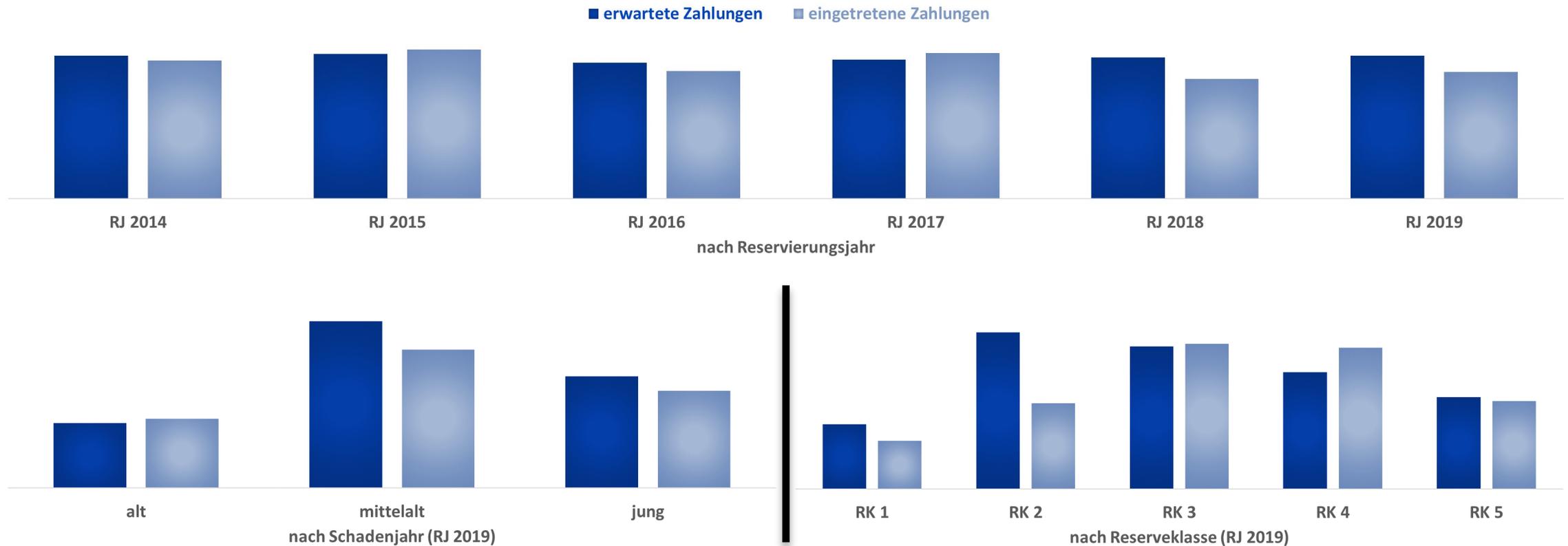
Verteilung der Abweichung vom Best Estimate (alle Schäden)



Sensitivitäten



Backtesting des Cashflows im ersten Folgejahr

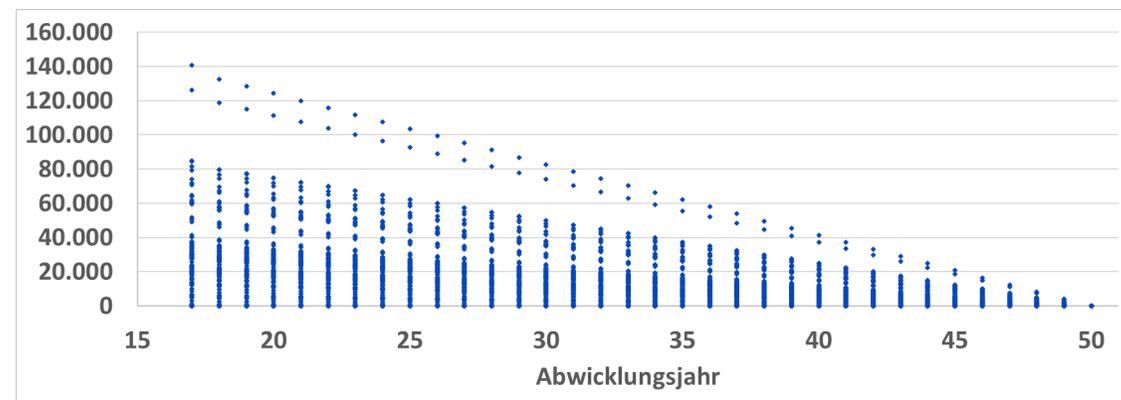


Spätgroßschäden

- Spätgroßschaden = Schadenaufwand überschreitet die Großschadengrenze erst im Verlauf der Abwicklung
- Anzahl der Spätgroßschäden und ihre Schadenhöhen werden getrennt ermittelt
 - Anzahl über additives Verfahren
 - Schadenhöhen werden zufällig aus bekannten Spätgroßschäden gezogen

Tail

- Ab einem festzulegenden Abwicklungsjahr T (z.B. 17) gehören alle weiteren Abwicklungsjahre zum Tail.
- Alle historisch beobachteten Tailzahlungen werden je Reserveklasse zu einem Pool zusammengefasst.
- Für das Abwicklungsjahr T wird aus diesem Pool gezogen.
- Für alle weiteren Jahre wird der Pool linear gestaucht.



Trennung nach Basis- und Großschäden (1)

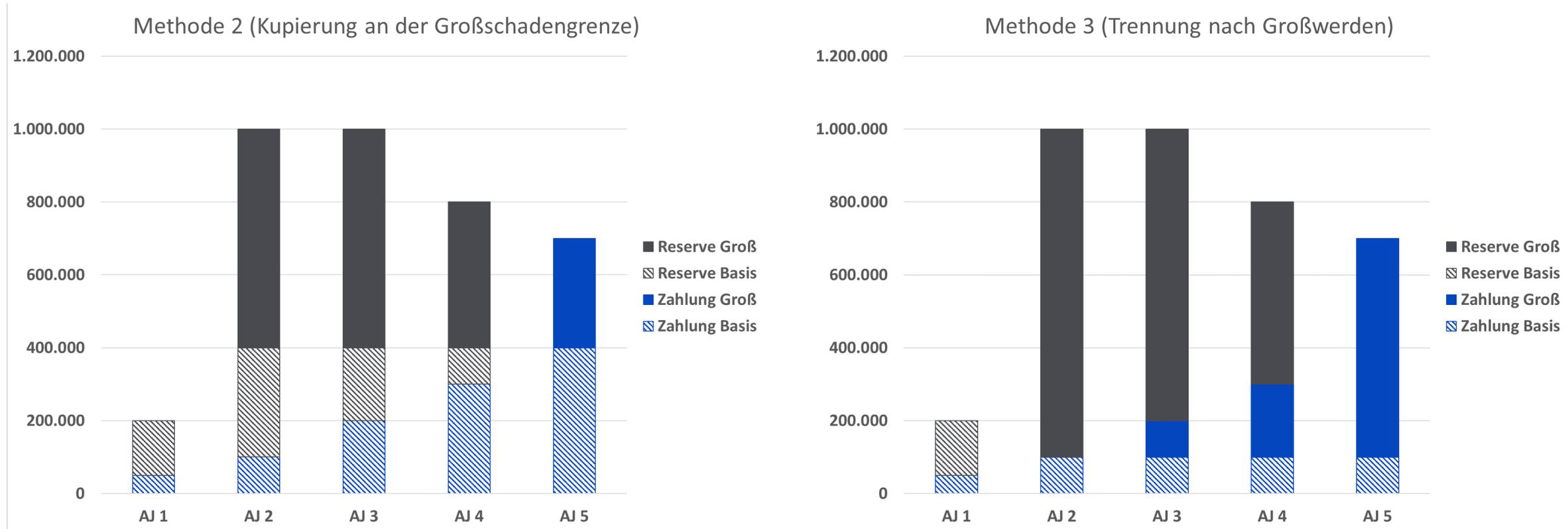
- Zwei Methoden sind marktüblich:
 - **Methode 1:** Ein Großschaden wird bei Großwerden mitsamt Historie aus dem Basisschadendreieck eliminiert.
 - Nachteil: nachträgliche Änderung der Dreiecke
 - **Methode 2:** Großschäden werden bei der Großschadengrenze gekappt. Der überschießende Teil wird aus dem Basisschadendreieck eliminiert.
 - Nachteil: In der Regel wird ein Schaden nur wegen hoher Reserven zu einem Großschaden. Die weiteren Zahlungen werden also zunächst noch den Basisschäden zugeordnet, obwohl der Schaden bereits als Großschaden identifiziert ist.

➔ Das Backtesting wird in beiden Methoden verfälscht. Die Zahlungen treten nicht dort auf, wo sie prognostiziert wurden.

Trennung nach Basis- und Großschäden (2)

- Für die stochastische Einzelschadenreservierung hat sich die folgende Trennweise als geeignet erwiesen (**Methode 3**):
 - Jeder Schaden wird in einen Basis- und einen Großschadenteil aufgeteilt, sobald sein Aufwand im Abwicklungsjahr J die Großschadengrenze überschreitet.
 - Alle Zahlungen bis einschließlich zum Abwicklungsjahr J werden dem Basisteil zugeordnet.
 - Die Reserve am Ende des Abwicklungsjahres J wird im Basisteil auf 0 gesetzt.
 - Mit dieser wird der Schaden einer Reserveklasse zugeordnet und mit der stochastischen Einzelschadenreservierung abgewickelt.

Trennung nach Basis- und Großschäden (3)



Bekannte Renten

- **Marktübliche Methode (M1):** Bestimmung des Best Estimates nAd Leben = Multiplikation der jährlichen Zahlung mit Überlebenswahrscheinlichkeit
 - Vorteil: einfache Ermittlung des Cashflows
 - Nachteil: Besonders späte oder besonders frühe Todeszeitpunkte werden nicht berücksichtigt
 - ➔ Schwankung wird für RV unterschätzt

- **Idee für die stochastische Einzelschadenreservierung (M2):** in jeder Realisation wird ein zufälliger Todeszeitpunkt anhand der Sterbewahrscheinlichkeiten bestimmt

- **Beispiel:** 90-jähriger Mann erhält für die nächsten 5 Jahre am Ende jedes Jahres 100 Euro

Alter	Überlebensw'keit	M1		M2					BE=Mittelwert
		BE	R1 (T=92)	R2 (T=90)	R3 (T=98)	R4 (T=104)	R5 (T=94)		
90	86,9%	86,85	100	0	100	100	100		86,85
91	74,8%	74,75	100	0	100	100	100		74,75
92	63,8%	63,76	0	0	100	100	100	...	63,76
93	53,9%	53,87	0	0	100	100	100		53,87
94	45,0%	45,03	0	0	100	100	0		45,03

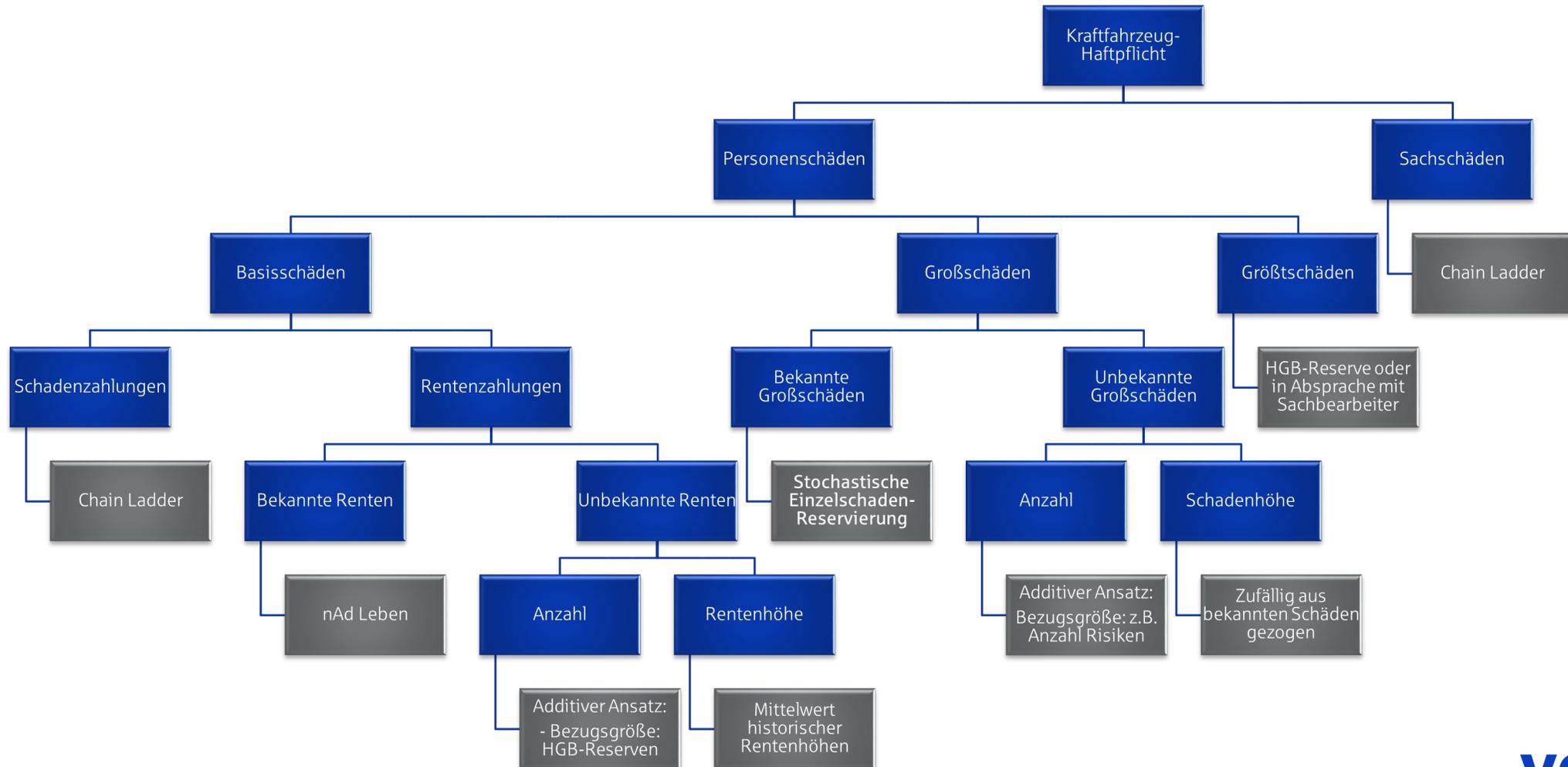
Unbekannte Renten

- **Marktüblich:** Historische Anerkennungen von Renten werden als Einmalzahlung im Zahlungsdreieck berücksichtigt.
 - Vorteil: Durch den größeren Abwicklungsfaktor werden zukünftige ähnliche Anerkennungen prognostiziert.
 - Nachteil: Cashflow der noch unbekanntes Rente fehlt, kein zufälliger Todeszeitpunkt
- **Idee für die stochastische Einzelschadenreservierung:** Jede historische Anerkennung einer Rente fließt neben den Zahlungen in die Pools und kann für noch abzuwickelnde Schäden zufällig gezogen werden.
- **Beispiel:** Schaden x befand sich in RK 3 und Abwicklungsjahr 5, als eine Rente für einen 40-jährigen Mann in Höhe von 5.000 Euro pro Jahr anerkannt wurde. Der entsprechende Pool wird ergänzt:

Nr.	GJ-Zahlung	neue Reserveklasse	Renten-Anerkennung
1	0 €	3	-
2	1.000 €	3	männlich - 40j - 5.000€
3	30.000 €	3	-
4	0 €	4	-
5	500 €	2	-
⋮	⋮	⋮	⋮

- Zieht ein abzuwickelnder Schaden Zeile 2, wird für diesen die gleiche Rentenankennung simuliert.

Gesamt-Schaubild für die KH-Reservierung

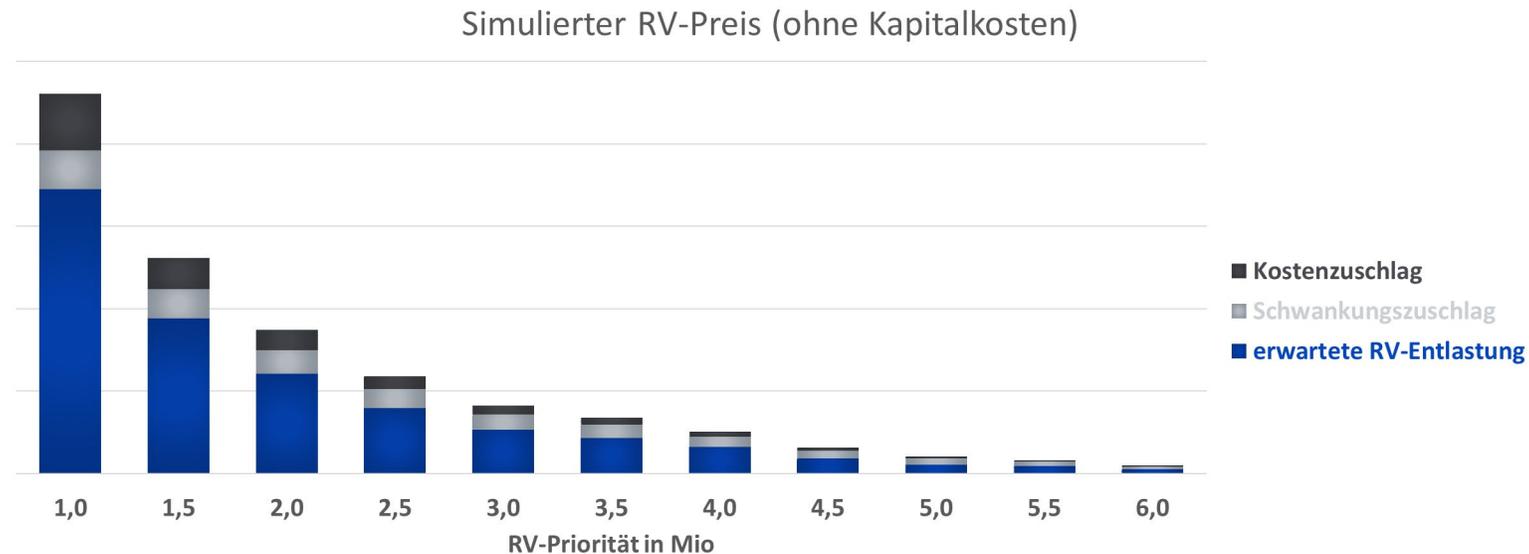


RV-Analyse (1)

- Methode ermöglicht tiefergehende RV-Analyse, z.B. zur Ermittlung eines angemessenen Preises
- Übliches Vorgehen: Kollektives Modell für den Bruttoschaden
 - Bestimmung einer zufälligen Schadenanzahl N über eine Schadenanzahlverteilung (z.B. Poisson- oder negative Binomialverteilung) 
 - Bestimmung einer zufälligen Schadenhöhe jedes Schadens $1, \dots, N$ über eine Schadenhöhenverteilung (z.B. Pareto) und Ableitung der RV-Entlastung
 - Wegen Indexklausel keine Überleitung von Bruttoschaden auf RV-Entlastung möglich (Exakter Cashflow erforderlich) 

RV-Analyse (2)

- Alternatives Vorgehen für die Schadenhöhe: **Doppeltes Sampling**
 - Offene Schäden werden zufällig mit stochastischer Einzelschadenreservierung abgewickelt
 - Aus den abgewickelten Schäden werden N Schäden zufällig gezogen
 - Aus dem Cashflow kann RV-Entlastung abgeleitet werden



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Torsten Grabarz
(Geschäftsführer, Aktuar DAV)

BELTIOS P&C GmbH
Marzellenstr. 43a
50668 Köln

Tel.: 089 45 22 978-62
torsten.grabarz@beltios.de



Dirk Skowasch
(Aktuarat Komposit, Aktuar DAV)

VGH Versicherungen
Schiffgraben 4
30159 Hannover

Tel. 0511 362-2512
dirk.skowasch@vgh.de

