



Aktuarielle Methoden der Tarifgestaltung in der Schaden-/ Unfallversicherung

2. Auflage

Herausgeber:
DAV-Arbeitsgruppe Tarifierungsmethodik



Aktuarielle Methoden der Tarifgestaltung in der Schaden-/Unfallversicherung

Michael Buse et al.

Der Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Versicherungs- und Finanzmathematik e.V. erlaubt sich darauf hinzuweisen, dass der Verfasser jeder Abhandlung für die darin mitgeteilten Tatsachen und die ausgesprochenen Anschauungen allein verantwortlich ist.



DGVFM
DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR VERSICHERUNGS- UND
FINANZMATHEMATIK e.V.

Schriftenreihe Versicherungs- und Finanzmathematik

Band 38

Aktuarielle Methoden der Tarifgestaltung in der Schaden-/Unfallversicherung

2. Auflage

Herausgeber:
DAV-Arbeitsgruppe Tarifierungsmethodik

Michael Buse, Dr. Klaus Dräger, Christoph Dubowik,
Frank Ellgring, Thomas Franze, Kati Geisler,
Peter Gorontzy, Dr. Kai Haseloh, Alexandra Haßlacher,
Roderich Heim, Rudolf Herter, Dr. Olaf Kruse,
Marco Morawetz, Dr. Gero Nießen, Dr. Christian Ott,
Johannes Pohl-Grund, Frank Rastbichler,
Prof. Dr. Viktor Sandor, Dr. Michael Schüte, Dr. Jörg Schult,
Dr. Gerald Sussmann, Karsten Vogel, Axel Wolfstein



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2015 Verlag Versicherungswirtschaft GmbH Karlsruhe

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urhebergesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags Versicherungswirtschaft GmbH, Karlsruhe. Jegliche unzulässige Nutzung des Werkes berechtigt den Verlag Versicherungswirtschaft GmbH zum Schadenersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer.

Bei jeder autorisierten Nutzung des Werkes ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen:

© 2015 Verlag Versicherungswirtschaft GmbH Karlsruhe

Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt den Verlag Versicherungswirtschaft GmbH zum Schadenersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer.

ISSN 1864-3779

ISBN 978-3-89952-903-6

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XIII
Abbildungsverzeichnis	XV
1 Einleitung	1
2 Daten	5
2.1 Einführung	5
2.1.1 Daten als Wirtschaftsgut	5
2.1.2 Vorgehensweise	6
2.1.3 Begriffsbestimmung	7
2.1.4 Aufgabenstellungen des Aktuars	8
2.2 Datenquellen	9
2.2.1 Interne Datenquellen	10
2.2.2 Externe Datenquellen	10
2.3 Erläuterung zu wichtigen Kenngrößen und Definitionen . . .	12
2.3.1 Exposuremaße	12
2.3.2 Zielgrößen	17
2.3.3 Wertgrenzen und Inflation	23
2.3.4 Selbstbehalte und Deckungssummen	23
2.3.5 Schadenarten	24
2.4 Aufbereitung der Daten	25
2.4.1 Zeitliche Zuordnung von Prämien und Schäden . . .	25
2.4.2 Banding und Umschlüsseln	27
2.4.3 Behandlung von Großschäden	29
2.4.4 Kumulereignisse	33
2.4.5 Nullschäden	34
2.4.6 Abwicklungsstand	34

2.4.7	Unvollständige Daten, Imputation	37
2.5	Prüfung der Daten	41
2.5.1	Quantitative Daten	41
2.5.2	Qualitative Daten	49
2.6	Datenstruktur vor Anwendung der statistischen Modelle . . .	54
3	Modellierung, Umsetzung, Technik	57
3.1	Univariate Analysen	58
3.2	Gewichtungsverfahren	60
3.3	Ausgleichsverfahren	63
3.4	Verallgemeinerte Lineare Modelle (GLM)	65
3.4.1	Modellformulierung	65
3.4.2	Devianz und verallgemeinerte χ^2 -Statistik	68
3.4.3	Auswahl der Verteilungsannahme	70
3.4.4	Overdispersion	72
3.4.5	Power-Varianz- und Power-Link-Funktionen	72
3.4.6	Quasi-Likelihood	74
3.4.7	Parametrisierung und Merkmalsschachtelung	75
3.4.8	Zielgröße in der Tarifikalkulation	77
3.4.9	Inferenzanalyse und Signifikanztests	78
3.4.10	Merkmalsauswahl und Modellanpassung	82
3.4.11	Modelldiagnose	87
3.4.12	Berücksichtigung von a-priori-Informationen	90
3.4.13	Nullschadenbedarfe und Tweedie-Verteilung	95
3.5	Geografische Glättungsverfahren	95
3.6	Clusterverfahren	97
3.7	Selbstbehalte	99
3.7.1	Grundlegendes	99
3.7.2	Arten von Selbstbehalten	101
3.7.3	Wirkung von Selbstbehalten	102
3.7.4	Mathematische Behandlung von Selbstbehalten	106
3.7.5	Abschließende Bemerkungen	112
3.8	Baumverfahren	112
3.8.1	Einführung	112
3.8.2	CART	115
3.8.3	Weitere Baumverfahren und Erweiterungen	129

3.8.4	Modellvergleiche	133
4	Credibility	135
4.1	Einleitung	135
4.1.1	Motivation	135
4.1.2	Aufbau des Kapitels	136
4.1.3	Philosophie und Anwendungsfälle	138
4.1.4	Multi-Level-Effekte vs. fixe Merkmale	144
4.2	Die klassischen Credibility-Modelle	145
4.2.1	Einleitung	145
4.2.2	Bezeichnungen	146
4.2.3	Das klassische Bühlmann-Straub-Modell	147
4.2.4	Credibility-Schätzung (klassisch)	150
4.2.5	Das strukturbereinigte Bühlmann-Straub-Modell	153
4.2.6	Credibility-Schätzung (strukturbereinigt)	158
4.2.7	Das Modell in atomarer Form	160
4.3	Bestandsmix-Schätzungen	162
4.3.1	Anwendbarkeit bei vorhandenem Tarif	162
4.3.2	Schätzung der Bestandsmix-Parameter	163
4.3.3	Schätzung aller Parameter	164
4.3.4	Modellierung von Multi-Level-Faktoren	165
4.3.5	Schätzung mit Software-Paketen	172
4.3.6	Modell mit a-priori-Verteilung der Risikoprofile	176
4.3.7	Die <i>stabilisierte Schadenquote</i>	178
4.3.8	Ein alternativer Ansatz zur Schätzung	180
4.4	Anwendungsorientierte Schätzer	188
4.4.1	Beispiele für konkrete Herangehensweisen	188
4.4.2	Verfahren zur Beurteilung der Schätzgüte	199
5	Praktische Hinweise zur Erstellung eines Risikomodells	203
5.1	Generelles	203
5.2	Erster Überblick über die Daten	203
5.3	Kriterien zur Aufnahme von Risikomerkmale	208
5.4	Aussagekraft statistischer Tests	212
5.5	Abhängigkeiten im Bestand (er)kennen	214
5.6	Gruppieren von Ausprägungen	217

5.7	Zeit- und Zufallskonsistenz	221
5.8	Interaktionen und Korrelationen	224
5.9	Externe Informationen	230
5.9.1	Übernahme einer Tarifstruktur	231
5.9.2	Übernahme eines Tarifniveaus	233
5.10	Klassifikationsverfahren	234
5.11	Struktur der Modelle in den einzelnen Tarifierungsphasen . .	237
6	Zeitreihenanalyse	241
6.1	Zeitreihen	241
6.1.1	Einführung	241
6.1.2	Begriffsdefinitionen	241
6.1.3	Aufgabenstellung	242
6.2	Zeitreihenverfahren	242
6.2.1	Zerlegungsmodelle	242
6.2.2	Mittelwert-basierte Prognosen	244
6.2.3	Einfaches exponentielles Glätten	245
6.3	Das Verfahren von Holt	246
6.3.1	Einführung	246
6.3.2	Modellformulierung	246
6.3.3	Parameterbestimmung	247
6.3.4	Prognose und Bewertung	248
6.3.5	Strukturbrüche	250
6.3.6	Holt-Winters mit Saisonkomponente	251
6.4	Weitere Aspekte der Zeitreihenanalyse	252
6.4.1	Bestandswanderungseffekte	252
6.4.2	Zeitreihen und lineare Modelle	253
6.5	Zusammenfassung	255
7	Globales Niveau	257
7.1	Ziel	257
7.2	Niveaubestimmung im Risikomodell	259
7.2.1	Globales Niveau als Teil von Regressionsansätzen .	259
7.2.2	Nicht gegebene Repräsentativität der Daten	261
7.2.3	Abwicklung und Diskontierung	264
7.2.4	Großschäden und Rückversicherung	269

7.2.5	Naturkatastrophen (NatCat)	271
7.2.6	Trends	283
7.2.7	Kommunikation	286
7.3	Übergang vom Risikomodell zum Tarifmodell	287
7.3.1	Kostenzuschläge	288
7.3.2	Kapitalkosten und Zuschläge	289
7.3.3	Verwendung des SCR im Tarifmodell	292
7.4	Übergang vom Tarifmodell zum Tarifbuch	304
7.5	Berücksichtigung der Rückversicherung	307
7.6	Beispiel	309
7.6.1	Grundlagen	310
7.6.2	Von der Kalkulationsstatistik zum Risikomodell	310
7.6.3	Vom Risikomodell zum Tarifmodell	314
7.6.4	Vom Tarifmodell zum Tarifbuch	315
8	Einbindung der aktuariellen Arbeit in die Prozesse	317
8.1	Control Cycle	317
8.2	Control Cycle unter Solvency II	319
8.3	Dokumentation	322
8.3.1	Vorgehensdokumentation	322
8.3.2	Ergebnisdokumentation	324
8.4	Vorgehen bei Einschränkungen	327
8.5	Beitragskalkulation zwischen Erst- und Rückversicherung	328
8.5.1	Beitragskalkulation in der Rückversicherung	329
8.5.2	Massensparten in der Erstversicherung	330
9	Tarifierung in der Rückversicherung	333
9.1	Formen und Strukturen in der Rückversicherung	333
9.1.1	Einleitung	333
9.1.2	Obligatorische und fakultative Rückversicherung	334
9.1.3	Proportionale und nichtproportionale RV	336
9.2	Kalkulation und Tarifierung in der Rückversicherung	344
9.2.1	Einleitung	344
9.2.2	Burning-Cost-Tarifierung	345
9.2.3	Verteilungsbasierte Tarifierung	348
9.2.4	Exposure-Tarifierung	351

Inhaltsverzeichnis

9.2.5	Weitere Methoden zur Tarifierung	361
9.2.6	Bestimmung der Bruttoprämie	362
9.2.7	Tarifierung von fakultativen Verträgen	364
9.2.8	Besonderheiten in der Vertragsgestaltung	368
9.2.9	Besonderheiten bei der Preisfindung	373
9.3	Form und Umfang der Rückversicherung	376
9.3.1	Theoretische Ansätze zur Optimierung	376
9.3.2	Kriterien in der Praxis	376
10	Schlusswort	381
	Literaturangaben und Referenzen	385
	Stichwortverzeichnis	391

Abkürzungsverzeichnis

AGG	Allgemeines Gleichbehandlungsgesetz
AID	Automatic Interaction Detection
ALM	Asset Liability Management
ARIMA	AutoRegressive Integrated Moving Average
BerVersV	Versicherungsberichterstattungs-Verordnung
CART	Classification and Regression Trees
CHAID	Chi-squared Automatic Interaction Detection
CRESTA	Catastrophe Risk Evaluation and Standardizing Target Accumulations
DAV	Deutsche Aktuarvereinigung e.V.
EDM	Exponential Dispersion Models
EV	Erstversicherer
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.
GLM	Generalized Linear Model
GuV	Gewinn- und Verlustrechnung
IBNR	(Claims) Incurred But Not (yet) Reserved
IBNER	(Claims) Incurred But Not Enough Reserved
IFRS	International Financial Reporting Standards
JE	Jahreseinheit
KH	Kraftfahrt-Haftpflicht
KonTraG	Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich
MaRisk	Mindestanforderungen an das Risikomanagement
ML	Maximum-Likelihood
PML	Probable Maximum Loss

Abkürzungsverzeichnis

RV	Rückversicherer, Rückversicherung
SB	Selbstbeteiligung, Selbstbehalt
SCR	Solvency Capital Requirement
SD	Schadendurchschnitt
SES	Simple Exponential Smoothing
SF	Schadenfreiheit(srabatt)
SH	Schadenhäufigkeit
SrA	Standesregeln für den Aktuar
THAID	Theta Automatic Interaction Detection
VGV	Verbundene (Wohn-)Gebäudeversicherung
VN	Versicherungsnehmer
VSU	Versicherungssumme
VU	Versicherungsunternehmen
WKZ	Wagniskennziffer
ZÜRS	Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen

Tabellenverzeichnis

1	Zusammenhang zwischen Exposuremaß und Zielgröße	22
2	Schadenkennzahlen für verschiedene Sparten	23
3	Beispiel für Prioritätenstatistik	47
4	Datenstruktur im Kfz-Bestand (Ausschnitt)	55
5	Datenstruktur im Haftpflicht-Bestand (Ausschnitt)	55
6	Datenbeispiel für univariate Datenanalyse	59
7	Datenbeispiel für Gewichtungsverfahren	61
8	GLM: Varianz- und kanonische Linkfunktionen	67
9	Devianz-Funktionen	70
10	GLM mit Power-Link- bzw. Power-Varianz-Funktionen	73
11	Power-Varianz-Funktionen: Anpassungsfaktoren	93
12	Ermittlung der Priorität	110
13	Beispiel eines Regressionsmodells – Merkmale	124
14	Beispiel eines Regressionsmodells – Faktoren	126
17	Beispiel für einen Flotten-Datensatz (Werte in EUR)	173
18	Anzahl Flotten je Beitragsschicht	185
19	Anzahl Flotten je Beitrags-SQ-Schicht	185
20	Anzahl beobachteter Schäden	186
21	Anzahl erwarteter Schäden gemäß Tarif	186
22	Mittelwerte beobachtete Schäden pro Flotte	186
23	Mittelwert erwarteter Schäden gemäß Tarif pro Flotte	187
24	Schätzwerte für $\hat{\kappa}_{d,e}$ je Beitrags-SQ-Schicht	187
25	Vergleich der Schätzer	201
26	Korrelation: Alter und Geschlecht	225
27	Interaktion: Alter und Geschlecht	226
28	Sinusförmige Zeitreihe, Niveau 0,6 und Trend 0,4	248
29	Beispiel Bestandsverschiebung	253
30	Typisches Eingabedatenformat: aggregiertes Modell	273
31	Typisches Eingabedatenformat: detailliertes Modell	273
32	Detailliertes Modell (Standortinformationen)	274

Tabellenverzeichnis

33	Event Loss Table	274
34	Ausgabe von μ und σ aus dem Naturkatastrophenmodell . .	279
35	Mittelwerte der Teilmodelle	311
36	Faktoren für die Statistikjahre in den Teilmodellen	312
37	Faktoren für Schadenkennzahlen	312
38	Modifizierte Mittelwerte für die Teilmodelle	312
39	Kostenzuschläge im Tarifmodell	314
40	Rückversicherung: Schadenzahlungen (1)	375
41	Rückversicherung: Schadenzahlungen (2)	375

Abbildungsverzeichnis

1	Beispiel eines äquidistanten Bandings	28
2	Entwicklung des Anfalljahres 2007	36
3	Fiktives Beispiel: Schadensatz in der Sturmversicherung . .	40
4	Histogramm	43
5	Box-Plot	44
6	Q-Q-Plot für die Exponentialverteilung	45
7	Q-Q-Plot für die Gammaverteilung	46
8	Verteilung der Jahreseinheiten über die SF-Stufen in KH . .	51
9	SF-Indizes der Schadenbedarfe für Kraftfahrt	52
10	SB-Abstand Fahrleistung zur Fahrleistungsklasse	52
11	Devianz-Profile für zwei Link-Funktionen	74
12	Residuenanalyse: Verteilung der Devianzresiduen	88
13	Residuenanalyse: Streudiagramm der Devianzresiduen (1) .	89
14	Residuenanalyse: Streudiagramm der Devianzresiduen (2) .	90
15	Kategoriales Merkmal vs. Glättung	94
16	Geografische Glättung: Beispiel auf PLZ-Ebene	97
17	Eigenbehalt VN durch absoluten Selbstbehalt	102
18	Eigenbehalt VN durch prozentuale Beteiligung	104
19	Eigenbehalt VN bei prozentualem SB mit UG/OG	105
20	Eigenbehalt VN bei Intergralfranchise	106
21	Entlastungsfunktion	111
22	Baum T mit $ T = 3$ Endknoten und Tiefe 3	117
23	Baum T_{max}	119
24	CART-Regressionsmodell mit R	125
25	Alpha als Funktion von Omega	151
26	Alpha als Funktion von Kappa	151
27	Schadenhöhenverteilung von Glasschäden (1)	204
28	Schadenhöhenverteilung von Glasschäden (2)	205
29	Exposureverteilung des Merkmals <i>Fahrzeughalter</i>	207
30	Frequenz für Fahrraddiebstahl (1)	207

31	Frequenz für Fahrraddiebstahl (2)	208
32	Modell 1 (ohne das Merkmal <i>Kaskoanbindung</i>)	209
33	Modell 2 (inklusive Merkmal <i>Kaskoanbindung</i>)	211
34	Prüfung der <i>Kaskoanbindung</i> auf Zeitkonsistenz	211
35	Prüfung der <i>Kaskoanbindung</i> auf Zufallskonsistenz	213
36	Beispiel für ein nicht zeitkonsistentes Merkmal	213
37	Beispiel für ein nicht zufallskonsistentes Merkmal	214
38	Frequenz für Fahrraddiebstahl (3)	215
39	Frequenz für Fahrraddiebstahl (4)	215
40	Frequenz für Fahrraddiebstahl (5)	216
41	Verteilung der Zahlungsperiode je Alter	216
42	Privathaftpflichtschäden nach Alter des VN	218
43	Test auf Zeitkonsistenz der Schätzer für Alter des VN	219
44	Test auf Zufallskonsistenz der Schätzer für Alter des VN	219
45	Polynom anstelle der Einzelschätzer	220
46	Polynom bleibt innerhalb von zwei Standardfehlern	221
47	Glasschäden nach Alter des Kfz	222
48	Glasschäden nach Alter des Kfz inkl. Glättung	223
49	Überprüfung auf Zeitkonsistenz	223
50	Überprüfung auf Zufallskonsistenz	224
51	Visualisierung der Verteilung	225
52	Visualisierung der Schadeninformation	225
53	Visualisierung der Verteilung	226
54	Visualisierung der Schadeninformation	227
55	Interaktion Zahlungsperiode x Zahlungsart	227
56	Interaktion relativ zu einem Basisniveau (1)	228
57	Interaktion relativ zu einem Basisniveau (2)	229
58	Interaktion relativ zu einem Basisniveau (3)	230
59	Interaktion relativ zu einem Basisniveau (4)	230
60	Modellstruktur: Kraftfahrt-Haftpflichtversicherung	239
61	Zeitreihenzerlegung	243
62	Sinusförmige Zeitreihe; Niveau 0,6; Trend 0,4	248
63	Sensitivitätsanalyse <i>Stabile Prognose</i>	249
64	Sensitivitätsanalyse <i>Labile Prognose</i>	250
65	Berücksichtigung von Strukturbrüchen	251
66	Sinusförmige Zeitreihe mit Modell 2. bzw. 4. Ordnung	254

67	Zinserträge und Barwert in Entwicklungsjahren	268
68	Sichtweise im Rahmen der Tarifikkulation	296
69	Ermittlung des Risikokapitals	298
70	Risikokapital und des Sicherheitszuschlag	299
71	Allokation des Netto-Risikokapitals (1)	301
72	Allokation des Netto-Risikokapitals (2)	302
73	Prämienvolumen in der Sparte Wohngebäude	302
74	Sicherheitszuschlag in der Sparte Wohngebäude	303
75	Quote mit 20 % Abgabe	337
76	Summenexzedent mit 4 Maxima à 2 für sechs Risiken	339
77	Beispiel Schadenexzedent	342
78	Beispiel Cat XL	343
79	Beispiel: Burning Cost und unbestrichene Haftung	347
80	Empirische Verteilung: Sortierung	349
81	Pareto-Verteilung: Annäherung der Verteilung	350
82	Pareto-Verteilung: Schadenhöhenbestimmung	350
83	Increased Limit Factor	353
84	Quotierung des Layers (1)	355
85	Quotierung des Layers (2)	356
86	Quotierung des Layers (3)	356
87	Beispiel einer Exposurekurve	357
88	Beispiel einer Schaden-Frequenz-Kurve	360
89	Staffelprovision	370
90	Staffelentgelt	372
91	Beispiel Inflationsproblematik XL	373
92	Beispiel Inflationsproblematik XL - Abschwächung	374

1 Einleitung

Die Qualität der Tarifierung ist ein wesentlicher Pfeiler für die Ertragskraft eines Versicherungsunternehmens. Als Konsequenz dieser Erkenntnis wurden in den vergangenen Jahren zunehmend Aktuar in unterschiedlichster Form und Intensität in die Preisgestaltung einbezogen. Die *Deutsche Aktuarvereinigung e.V.* hat auf diese Entwicklung früh reagiert und unter anderem die Arbeitsgruppe *Tarifierungsmethodik* ins Leben gerufen.

Ein erstes Arbeitsergebnis dieser Arbeitsgruppe war die Formulierung des DAV-Hinweises *Berufspflichten des Aktuars in der Tarifgestaltung* [13], verabschiedet am 27.6.2007. Darin wird abstrakt auf die Verantwortung des Aktuars in Abgrenzung und Zusammenarbeit mit anderen an der Tarifgestaltung tätigen Funktionen abgestellt. Konkrete Ansätze und Methoden werden dort nicht diskutiert.

Im Jahr 2011 wurden mit der ersten Auflage des hier nun in zweiter Auflage vorliegenden Buches den in der Tarifgestaltung tätigen Aktuaren konkrete Ansätze und Methoden vorgestellt, die im weitesten Sinne zur Erstellung von statistischen Auswertungen in der Tarifikalkulation relevant sind bzw. relevant werden könnten. Neben einem Überblick über übliche Datenkonstellationen wurden detailliert Ansätze zur Konzeption von Analysen beschrieben. Somit war bereits die erste Auflage in Konkretisierung des oben erwähnten Hinweises als ein Methoden-Handbuch für den Aktuar in der Schaden-/Unfallversicherung zu betrachten. In der praktischen Tätigkeit stellt der Aktuar häufig fest, dass es gerade im Bereich der deskriptiven und explorativen Statistik mehrere zum Ziel führende Wege gibt. Die Wahl der verwendeten Methode ist dabei stets abzustellen auf die konkreten Rahmenbedingungen. Dennoch wurde auch im vorliegenden Text versucht, konkrete Vorgehensweisen für die typischen aktuariellen Problemstellungen als unverbindliche Entscheidungshilfe für den Leser herauszuarbeiten. In diesem Sinne wird dem Aktuar mit diesem Text ein Werkzeugkasten an die Hand

1 Einleitung

gegeben, um auftretende Probleme adäquat angehen zu können. In keinem Fall darf ein Nutzer die hier vorgestellten Ansätze verwenden, ohne sich über deren Anwendbarkeit vergewissert zu haben.

Mit der nun vorliegenden zweiten Auflage wird die erfolgreiche, aber mittlerweile vergriffene erste Auflage wesentlich erweitert – z. B. durch Abschnitte über die Behandlung von Selbstbehalten und zu Baumverfahren. Ein vollständiges Kapitel ist der Credibility-Theorie gewidmet und schlägt darin den Bogen zu Anwendungen in der Praxis. Ebenso wurde ein Kapitel zur Zeitreihenanalyse aufgenommen und ein weiteres Kapitel beschäftigt sich mit den Mechanismen der Preisfindung in der Rückversicherung. Auch diese erweiterte Auflage zielt auf den in der Praxis tätigen Aktuar und setzt dabei die Kenntnis der wesentlichen Inhalte des aktuariellen Grundwissens, insbesondere hinsichtlich der Schadenversicherungsmathematik und statistischer Methoden, voraus. Dagegen wird vom Leserkreis nicht notwendigerweise eine langjährige Erfahrung im Umgang mit diesen Methoden erwartet. Es wird weder der Anspruch auf Verbindlichkeit oder Vollständigkeit erhoben, noch sollte dieser Text als abgeschlossenes Werk angesehen werden. Die Teilaspekte der Schaden-/Unfallversicherung, die nach Grundsätzen der Personenversicherung kalkuliert werden, werden hier nicht betrachtet.

Methodisch gliedert sich das Handbuch in acht Teile:

In Kapitel 2 werden übliche Datenkonstellationen sowie die zur Tarifierung notwendigen typischen datentechnischen Vorarbeiten beschrieben.

In Kapitel 3 wird auf statistische Methoden eingegangen, die im Rahmen der Tarifikalkulation eingesetzt werden. Besonderes Gewicht wird dabei auf die Verallgemeinerten Linearen Modelle als modernes statistisches Verfahren zur Tarifikalkulation gelegt. In Ergänzung zur ersten Auflage sind nun auch detaillierte Ausführungen zur Behandlung von Selbstbehalten sowie ein Abschnitt zu Baumverfahren aufgenommen worden.

Kapitel 4 beschäftigt sich mit dem Thema Credibility. Hier wird nach Erläuterung der Grundidee und der mathematischen Modellierung das Zusammenspiel des Credibility-Ansatzes mit verallgemeinerten linearen sowie linearen Misch-Modellen dargestellt und schließlich die Credibility-„Idee“ zu anwendungsorientierten Schätzern kreativ weiterentwickelt.

Darauf folgt die Darstellung der praktischen Aspekte bei der Erstellung eines Risikomodells im Kapitel 5. Darüber hinaus fokussiert dieser Abschnitt auch auf Überlegungen zur Konzeption der Struktur der Auswertungen.

Kapitel 6 ist der Zeitreihenanalyse gewidmet.

In Kapitel 7 werden unterschiedliche Aspekte zur Bestimmung eines angemessenen Tarifniveaus diskutiert. Hierbei werden auch die Schritte vom Risikomodell über das Tarifmodell hin zum Tarifbuch ausführlich beschrieben.

Die Einbindung der aktuariellen Tarifierungsarbeit in die Abläufe des Unternehmens wird in Kapitel 8 betrachtet. Neben der Beschreibung des aktuariellen Control Cycles gibt dieser Teil praktische Hinweise für die Dokumentation und für den Umgang mit den in der Praxis regelmäßig auftretenden Restriktionen.

Mit dem abschließenden Kapitel 9 wird der Bogen zur Preisgestaltung in der Rückversicherung geschlagen. Neben der Darstellung der unterschiedlichen Rückversicherungsformen werden die gängigen Quotierungsverfahren dargestellt.

2 Daten

2.1 Einführung

2.1.1 Daten als Wirtschaftsgut

Ein wesentlicher Bestandteil der aktuariellen Tarifentwicklung ist es, aus Daten Informationen zu gewinnen. Bei der Beschreibung dieses Prozesses wird – auch in der Fachliteratur – üblicherweise der Fokus mehr auf technische bzw. statistische Fragestellungen als auf Fragen der Datenqualität gelegt. Dabei ist unbestritten, dass in der Praxis der wesentliche Aufwand bei der Datensammlung bzw. -aufbereitung und nicht unbedingt bei der statistischen Analyse anfällt. Gerade der Einsatz immer komplexerer und fortgeschrittener statistischer Verfahren führt zu stetig steigenden Anforderungen an Umfang und Qualität der Daten.

Mehr als jemals zuvor haben Versicherer die Möglichkeit, auf detaillierte Kundeninformationen nicht nur aus ihren Beständen zuzugreifen. Der Umgang mit bzw. Zugriff auf diese Informationen hat sich in den letzten Jahren aufgrund der rasanten Entwicklung der EDV-Technologie stark gewandelt. Zusätzlich hat sich aufgrund des Wettbewerbes die Notwendigkeit der einzelnen Unternehmen erhöht, ihre eigenen internen Informationen bei der Tarifkalkulation optimal auszuwerten.

Auch Gesetzesnovellen – sowohl in Europa (KonTraG/Solvency II) als auch in den USA (Sarbanes-Oxley) –, die sich u. a. mit der Transparenz und Dokumentation innerbetrieblicher Abläufe befassen, sollten dazu führen, dem Thema der Datenqualität größere Aufmerksamkeit zu widmen. Der Ansatz, Daten als Wirtschaftsgut zu betrachten, liegt also auf der Hand. Dass nicht erkannte Datenprobleme ernsthafte wirtschaftliche Folgen haben können, wird an den folgenden beiden Beispielen deutlich:

Die NASA verlor 1999 eine 100 Millionen EUR teure Mars-Sonde, als sie zu tief in das Schwerkraftfeld des Planeten eintauchte. Ein beteiligtes Projektteam hatte Entfernungsbestimmungen nicht im metrischen, sondern im angelsächsischen Maßsystem durchgeführt.

Als bislang größter Konkurs eines britischen Versicherers musste 2001 „The Independent“ seinen Geschäftsbetrieb einstellen. Der Zusammenbruch ereignete sich nach einer missglückten Kapitalerhöhung aufgrund von Enthüllungen, dass die Firma nicht quantifizierbare Verluste aus Kundenforderungen, die nicht oder fehlerhaft bilanziell verbucht worden waren, zu erwarten hatte.

Die Robustheit der aktuariellen Einschätzung steht und fällt mit der zugrunde liegenden Datenqualität. Da der Aktuar in der Regel auf nicht von ihm selbst erhobene Daten zurückgreifen wird, ergibt sich für ihn die Aufgabe, eine Qualitätssicherung auf Vollständigkeit, Anwendbarkeit und Richtigkeit vorzunehmen und die sich daraus ergebende Unsicherheit in seiner Arbeit zu berücksichtigen. Innerhalb (und auch außerhalb, insbesondere bei Rückversicherern, welche vielfach auf externen Daten operieren müssen) seines Unternehmens ist er gefordert, auf die Auswirkungen schlechter Daten hinzuweisen und Anforderungen an die Dateninfrastruktur, -qualität und -integrität zu formulieren und an zuständige Stellen weiterzuleiten.

2.1.2 Vorgehensweise

Die Ausarbeitung orientiert sich in Teilen an [36], [18] und [8].

Datenqualität lässt sich auf folgende Themenbereiche herunterbrechen:

- Bedeutung der Datenerhebung und -verarbeitung
- Prüfung von Daten in Bezug auf Verwendbarkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit
- Bewertung der Qualität der Daten
- Abschätzung der Auswirkung von fehlerhaften oder unvollständigen Daten
- Zuständigkeiten für diesen Prozess

Da Aktuare häufig gefordert sind, mit unvollständigen und vielfach fehlerbehafteten Daten zu arbeiten, werden in den folgenden Kapiteln verschiedene Ansätze und Methoden beschrieben, um die angesprochenen Aspekte des Prozesses der Bewertung und Sicherstellung der Datenqualität zu unterstützen. Aufgrund der Breite und Komplexität des Themas können nur Hinweise und Anregungen gegeben werden. Entsprechend wird auch kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Handlungsschemata müssen in Abhängigkeit von der jeweiligen Problemstellung erarbeitet werden. Hier soll vor allem ein stärkeres Bewusstsein für diese Thematik geweckt werden.

2.1.3 Begriffsbestimmung

Eine effektive Bewertung der Datenqualität bedeutet die Untersuchung der Daten im Hinblick auf

- Gültigkeit,
- Genauigkeit (absolute/effektive/relative),
- Repräsentativität und
- Vollständigkeit

Unter *Gültigkeit* wird die Einhaltung eines definierten Wertebereichs verstanden. Der Wertebereich deutscher fünfstelliger Postleitzahlen ist z. B. auf ca. 8.400 Ausprägungen begrenzt. So sind *00000* und *99999* keine gültigen Postleitzahlen.

Die Begriffe *Genauigkeit* und *Vollständigkeit* entsprechen weitgehend ihrer umgangssprachlichen Bedeutung. *Vollständigkeit* adressiert aber nicht nur das Thema fehlender Daten, sondern auch die Frage, ob ein Datensatz genau einmal und nicht z. B. mehrfach verarbeitet wird.

Die *absolut genaue* Postleitzahl der DAV-Geschäftsstelle in Köln ist *50674* und nicht *50931*, auch wenn *50931* in unmittelbarer Nähe von *50674* liegt und z. B. für die Frage der Zuordnung zu einem Regierungsbezirk *effektiv genau* wäre. *Relativ genau* hingegen ist eine Information, die konsistent

falsch erhoben wurde, sodass die aus dieser Information abgeleiteten Aussagen nur unwesentlich beeinträchtigt werden. Werden von den Postleitzahlen z. B. systematisch nur die ersten drei Stellen erfasst, ergeben sich nur geringe Fehler bei der Zuordnung auf Regierungsbezirke.

Unter *Repräsentativität* wird die Frage nach der Übereinstimmung von Datenstrukturen mit erwarteten oder bekannten/historischen Mustern zusammengefasst. Ist ein Sturmereignis wie Kyrill in 2007 repräsentativ für die Kasko-Versicherung bzw. Wohngebäudeversicherung oder stellt es eher ein Ausnahmeereignis dar? Ist die Ansammlung von Großschäden in einem Zeitsegment zufällig auf ein externes Ereignis zurückzuführen oder evtl. ein Anzeichen von Codierungsproblemen? Im Gegensatz zu den erst genannten Punkten werden hier nicht Einzelsätze, sondern aggregierte Datenbestände analysiert.

2.1.4 Aufgabenstellungen des Aktuars

Fast alle in aktuariellen Studien verwendeten Daten werden schon während der Erhebung und Weiterverarbeitung routinemäßig verschiedensten Prüfungen unterzogen. Dem Aktuar obliegt nun die Entscheidung, ob die Daten gut genug im Sinne der definierten Kriterien sind oder ob weiterführende Prüfungen notwendig sind. Kurz gesagt wird die Frage beantwortet: Sind die Daten adäquat?

Eine gute Dokumentation beginnt mit einem erfahrungsbasierten Urteil und ergänzt es mit objektiven Fakten. Zum Beispiel wird ein Vergleich mit historischen Daten – z. B. aus einer gleichgelagerten Analyse – immer einen sinnvollen Ausgangspunkt darstellen.

Die Struktur und der Umfang einer Dokumentation basiert auf den spezifischen Umständen, dem Verwendungszweck der Daten, dem vorhandenen Datenvolumen, dem Vorliegen bereits bekannter Datenbeschränkungen, dem vorhandenen Zeitrahmen und anderen Faktoren. Sie sollte

- den Umfang der Prüfung und ggf. notwendige Dateneingriffe beschreiben,
- fragwürdige Datenstrukturen oder Inkonsistenzen aufzeigen und

- eine Abschätzung der Auswirkung von fehlerhaften/unvollständigen Daten treffen.

Vor allem beim letzten Punkt sind die Expertise und die Erfahrung des Aktuars gefragt. Eine Dokumentation könnte nach folgenden Punkten strukturiert werden:

- Verwendete interne Datenquellen
- Verwendete externe Datenquellen
- Datenverzerrung aufgrund unvollständiger Daten
- Durchgeführte Dateneingriffe bzw. -anpassungen
- Mögliche Einschränkungen in Bezug auf die Analyse
- Ungelöste Probleme/Bedenken in Bezug auf die Datenqualität

Um die Datenqualität nachhaltig zu sichern, liegt es im Interesse des Aktuars, auf die Implementierung eines (revisionssicheren) Prozesses zur Erstellung, Aufbereitung und Sicherung der Daten hinzuwirken. Damit wird seine Aufgabe, die Qualität und Vergleichbarkeit der Daten zu beurteilen, wesentlich erleichtert. Gleichzeitig liegt in einem solchen Prozess eine Beschreibung der Daten vor, die der Aktuar für die Dokumentation seiner Arbeit ohnehin benötigt. Für weitere Informationen und auch Modelle im Sinne eines formalisierteren Datenqualitätsberichts sei auf [31] verwiesen. Hier finden sich auch viele andere interessante Informationsquellen und Querverweise.

2.2 Datenquellen

Grundsätzlich sollte besonderes Augenmerk auf die Art und Weise des Zustandekommens der Daten – auch mit Blick auf ihren Verwendungszweck – gelegt werden.

2.2.1 Interne Datenquellen

Unter internen Daten (im primären Sinn der jeweiligen Sparten, aber im sekundären Sinn auch aus anderen Sparten sowie ggf. im Konzern vorhandene) seien solche verstanden, die durch den und während der Laufzeit des Versicherungsvertrages erhoben wurden und folglich dem VU im direkten Zugriff zur Verfügung stehen, sowie deren inhaltliche und zeitnahe Verfügbarkeit im Idealfall durch entsprechende Systeme gewährleistet ist.

Hierunter lassen sich nicht nur Daten, die zur Prämienfindung notwendig sind (Tarifmerkmale), sondern auch Zahlungs- oder Adressdaten fassen.

Zudem existieren auch vertriebsbezogene Daten wie etwa Aufgliederungen nach Geschäftsstellen, Calls, Umwandlung von Angeboten in Verträge, Kündigungsgründe und die Allokation von Marketingausgaben.

Eine wesentliche Datenquelle sind alle Daten, die im Zusammenhang mit Schäden anfallen (Zahlungen und Reserven nach Schadenarten, Regulierungsdaten etc.).

Ggf. kann hier auch die zeitliche Dimension der Daten von Bedeutung sein: Zeitpunkt der Transaktion, des Wirksamwerdens, Melde- und Ereignisdatum etc.

Weitere Daten betreffen die Kosten (z. B. Akquisitionskosten sowie auch allgemeine Verwaltungskosten).

2.2.2 Externe Datenquellen

Neben den dem Aktuar aus seinem eigenen Haus zur Verfügung stehenden Daten wird dieser regelmäßig auf externe Informations- und Datenquellen zurückgreifen. Für diese Vorgehensweise sprechen mehrere Gründe:

- Für die Strukturkalkulation werden oft externe Daten herangezogen, wenn die eigenen Bestandsmengen für die notwendige feine Unterteilung nicht ausreichend (z. B. die Zuordnung von Fahrzeugtypen zu Typklassen) oder wenn im eigenen Bestand die notwendigen Informationen nicht gespeichert sind.

- Für die Niveaubestimmung sind externe Daten insbesondere für die sachgerechte Berücksichtigung von Großschäden wichtig. Diese stellen auch für größere Versicherungsbestände meist *seltene Ereignisse* dar, die keine zuverlässige Schätzung des hierfür notwendigen Bedarfs ermöglichen. Marktdaten sorgen hier für eine in der Regel erhebliche Verbreiterung der Datenbasis (bezogen auf Großschäden). Hierfür bieten sich oft Verbandsstatistiken an.

Für neue Produkte und spezielle Deckungen empfiehlt sich oft eine Kalkulation bzw. Plausibilisierung des globalen Niveaus mit Hilfe externer Daten. Man versucht aus verfügbaren Statistiken die Anzahl marktweit verfügbarer Risiken sowie den marktweit gemessenen Schaden zu ermitteln. Gegebenenfalls sind Selektions- oder Erhebungseffekte zu berücksichtigen:

Im Falle von Selektionseffekten weicht die realisierte Bestandsverteilung über die Risikoklassen von der im Rahmen der Tarifentwicklung zugrunde gelegten Bestandszusammensetzung ab.

Erhebungseffekte entstehen, wenn der in der Statistik erhobene Schaden systematisch anders bewertet wird als der Schaden, der unter einem Versicherungsverhältnis entsteht (z. B. wird der volkswirtschaftliche Schaden zum Zeitwert in der Statistik ermittelt, eine Versicherung erfolgt dagegen in der hier relevanten Hausrat- bzw. Wohngebäudeversicherung zum Neuwert).

In diesem Zusammenhang werden oft Statistiken des Statistischen Bundesamtes, der Kfz-Zulassungsbehörden, Kumulschadenschätzungen für den Gesamtmarkt, Statistiken von Sozialversicherungsträgern etc. verwendet. Zu diesen Daten, die nur mithilfe Dritter (im Sinne außerhalb des Unternehmens bzw. Konzerns) erhoben oder verwendet werden können, zählen insbesondere:

- Markt- oder Teilmarktdaten aus Datenpools wie diese vom GDV, von Rückversicherern oder von aktuariellen Beratungsgesellschaften betrieben werden. In solche Pooldaten finden in der Regel auch diejenigen des Versicherungsunternehmens Eingang.
- Weiterhin seien Prämiendaten genannt, wie sie beispielsweise auf dem deutschen Markt von einigen Unternehmen angeboten werden.

2 Daten

- Im Rahmen von ZÜRS Geo wird eine Überschwemmungszonierung auf Basis von Adressdaten durch den GDV bereitgestellt.
- Darüber hinaus gibt es auch allgemeine Daten, wie etwa vom Statistischen Bundesamt zur Bevölkerungsentwicklung, Lohn- und Preisindizes, die aus diversen Gründen für ein VU von Relevanz sein können (Einschätzung der Inflation, Produktentwicklung Senioren).
- Hier sei auch das Kraftfahrtbundesamt genannt, das z. B. Daten zu Neuzulassungen und eine Fülle anderer fahrzeugbezogener Daten bereitstellt.
- Manche dieser Daten sind nur käuflich zu erwerben, wie etwa aktuelle Preise von Kraftfahrzeugen (neu sowie gebraucht) oder gegebenenfalls sehr detailliert herunter gebrochene Daten soziodemografischer Natur (zum Teil bis auf Häuserebene) und Wetterdaten wie beispielsweise zum Blitzaufkommen.

Hierbei sollte in jedem Fall eine fundierte Kosten-Nutzen-Analyse erstellt werden.

2.3 Erläuterung zu wichtigen Kenngrößen und Definitionen

2.3.1 Exposuremaße

Ein Exposuremaß beschreibt die Einheit, in der die Größe des Risikos gemessen wird. Das können die Anzahl der Verträge, Versicherungssummen und Beiträge, aber auch Umsatz, Lohnsumme oder Zahl der Mitarbeiter eines zu versichernden Unternehmens sein. Exposuremaße werden im Allgemeinen zeitlich abgegrenzt. Dazu verwendet man die Jahreseinheit des entsprechenden Vertrages. In den Sparten, in denen die Wagnismenge, also die Anzahl der versicherten Risiken pro Vertrag, üblicherweise Eins ist (Kraftfahrtversicherung/Privathaftpflichtversicherung) nutzt man die Jahreseinheit direkt als Exposuremaß.

Ein gutes Exposuremaß sollte folgende Eigenschaften besitzen:

2.3 Erläuterung zu wichtigen Kenngrößen und Definitionen

- Der Schadenaufwand sollte nach Möglichkeit proportional zum Exposure sein, also haben unter sonst gleichen Bedingungen zwei Exposureeinheiten den doppelten Schadenaufwand wie eine Einheit. In der Praxis werden aber auch oft Exposuremaße genutzt, von denen der Schadenbedarf selbst abhängig ist (beispielsweise die Versicherungssumme). Dieser Punkt wird im folgenden Verlauf noch detaillierter diskutiert.
- Es sollte praktikabel, also objektiv, relativ einfach und auch günstig zu erfassen, nachzuhalten und nachzuprüfen sein.
- Es sollte zeitstabil sein: Sowohl die Menge, die mit dem Risiko korrespondiert, als auch die Definition des Risikomaßes sollten sich zeitlich nicht zu stark verändern. Jahreseinheiten in der Kraftfahrtversicherung erfüllen diese Anforderung, während bspw. die Zahl der Betten (Exposuremaß in der Krankenhaushaftpflicht) in Deutschland stetig rückläufig bei steigendem Risiko ist.

Jahreseinheiten

Dies meint die zeitliche Abgrenzung der jeweiligen Vertragslaufzeit eines konkreten Risikos im betreffenden Geschäftsjahr. So ist einem Vertrag mit Beginn am 01.07. und Ablauf nicht vor Jahresende bezogen auf das betreffende Geschäftsjahr eine halbe Jahreseinheit zuzuordnen. Es gilt allgemein

$$\text{Jahreseinheiten eines Vertrages} = \frac{\text{Anzahl Tage mit Vertrag aktiv}}{\text{Anzahl der Tage des Jahres}}. \quad (1)$$

Falls eine taggenaue Erfassung nicht möglich ist, wird auch die sogenannte *n-telung* praktiziert, also z. B. eine *12-telung*, wenn die Verträge per Ende eines jeden Monats gezählt werden. Hierbei wird oft die Länge des Jahres mit 360 Tagen in Orientierung an der Kreditwirtschaft angesetzt.

Jahreseinheiten werden verwendet, um die Exposuremaße zeitlich abzugrenzen. So lassen sich Beiträge, Versicherungssummen, Verträge und Umsatzzsummen in gleicher Weise zeitlich abgrenzen, um das Risiko genau zu quantifizieren.

2 Daten

Beispiele:

- In der Sachversicherung könnte ein Vertrag mit einer Versicherungssumme von 100 TEUR mit 0,3 Jahreseinheiten mit 30 TEUR in die Volumenzählung eingehen. Das Tarifmerkmal Versicherungssumme behält aber seine Ausprägung 100 TEUR.
- In der Kraftfahrtversicherung wird das Risiko in Fahrzeugen/Verträgen gemessen (welche im Privatgeschäft meist Eins sind), sodass die Jahreseinheit gleich als Exposuremaß verwendet wird.
- In der Haftpflichtversicherung kommen die verschiedensten Wagnismengen als Exposuremaße vor. Auch diese können mit Hilfe der Jahreseinheiten zeitlich abgegrenzt werden. So geht ein Vertrag mit der Wagnismenge 100 Personen, der vom 01.04. bis zum 31.12. aktiv war, mit 75 Personen in die Volumenzählung ein, während die Wagnismenge als Tarifmerkmal 100 Personen ist.

Anzahlbetrachtungen

Hierbei können die Risiken, die versicherten Personen, Verträge oder auch die Schäden gezählt werden.

Bei Stornoanalysen bzw. Analysen der Schadenhöhe erfolgt keine zeitliche Gewichtung, die Volumenmaße Zahl der Verträge bzw. Zahl der Schäden gehen dann direkt in die Analyse ein. Dies dürfte ähnlich auch für Fragen der Vertriebssteuerung gelten.

Versicherungssummen

Dieses Exposuremaß kommt vor allem in der Sach- und Unfallversicherung zur Anwendung. Dabei wird durch eine Wertangabe, die auch gleichzeitig eine Deckungssumme darstellt, der Wert des versicherten Objekts (z. B. Gebäude, Hausrat) beschrieben. In der Unfallversicherung ist die Entschädigung als Prozentanteil der Summen geregelt.

2.3 Erläuterung zu wichtigen Kenngrößen und Definitionen

Aufgrund der starken Spreizung der Werte solcher versicherten Objekte kann es zu Abhängigkeiten des Schadensatzes vom Wert des Exposuremaßes kommen. So steigt der Schadenbedarf in den meisten Sachsparten nicht direkt proportional zur Versicherungssumme, sondern eher degressiv.

Insbesondere in der Gewerbe- und Industrieversicherung wird neben der Versicherungssumme auch der *PML (Probable Maximum Loss)* als Größenangabe des Risikos verwendet. Diese Größe spielt neben der Berechnung der Abgabenhöhe an den Rückversicherer zunehmend auch in der Preisfindung dieser Risiken eine Rolle.

Praxistipp: Vor allem im gewerblichen und industriellen Geschäft sind die Angaben zu Versicherungssummen bei der Datenanalyse zunächst einer genaueren Bewertung zu unterziehen. So kann es beispielsweise vorkommen, dass bei der Risikoermittlung durch den Underwriter oder den Vertrieb verschiedene Risikostandorte zu einem Risiko zusammengefasst werden und die Versicherungssummen oder die PML einfach aufsummiert werden. Dadurch kann es zu Verschiebungen in der beobachteten Summendegression kommen. Unter Umständen besteht bei einem stark degressiven Tarif für den Vertrieb sogar ein Anreiz, solche Zusammenlegungen durchzuführen, da hierdurch die Gesamtprämie der Deckung merklich (und nicht risikogerecht) abgesenkt werden kann.

In der Wohngebäudeversicherung wird neben der Versicherungssumme in Euro auch die Versicherungssumme nach Wert 1914 als Basiseinheit verwendet. In der Hausratversicherung dient neben der Versicherungssumme auch die Quadratmeterzahl als Basiseinheit. In der Unfallversicherung wird u. a. der Schadensatz vor Progression (Invaliditätsgrad) als Risikokennzahl für die Invaliditätsleistung verwendet¹. In der Unfall-Tagegeld-Versicherung wird der Schadensatz je versichertem Euro Tagegeld verwendet.

¹Bei der Hausrat- oder Wohngebäudeversicherung gibt die Versicherungssumme Auskunft über den Wert des versicherten Objektes. In der Unfallversicherung hingegen gibt die Versicherungssumme Auskunft über den vom Kunden gewünschten Umfang der Deckung. Im letzteren Fall scheint der multiplikative Tarif-Ansatz *Beitrag je 1.000 EUR VSU* gerechtfertigt.

Beiträge

Diese Größen werden in der Regel ohne Versicherungssteuer dargestellt. Im Folgenden bezeichnen *Brutto*-Beiträge die Beiträge *vor* Rückversicherung.

Als Synonyme für *Beiträge* werden (auch in diesem Buch) *Beitragseinnahmen* und *Prämie* verwendet.

Hingegen ist die verdiente Prämie für die Ermittlung einer Geschäftsjahreschadenquote von Bedeutung. Ist etwa die Fälligkeit der 01.07. eines Jahres, die Vertragslaufzeit aber ein Jahr ab dem 01.07., so ist für das betreffende Geschäftsjahr lediglich die Hälfte der gebuchten Prämie auch verdient, da nur diese Hälfte für die Deckung der zu diesem Geschäftsjahr gehörigen Schäden zur Verfügung steht.

Verdiente Prämien entsprechen im Allgemeinen dem zeitlich abgegrenzten Bestandsbeitrag. Dieser wird aus dem Bestandsbeitrag in Verbindung mit den Jahreseinheiten ermittelt.

Die gebuchte Prämie stellt auf alle im Geschäftsjahr fällig gewordenen Beiträge ab, unabhängig davon, welchem Geschäftsjahr sie zuzuordnen sind.

Sonstige Exposuremaße

In der Allgemeinen Haftpflichtversicherung gibt es eine Vielzahl von Exposuremaßen. Die Größe des Exposuremaßes nennt man hier Wagnismenge, beispielweise ist dies

- die Zahl der beschäftigten Personen,
- Lohn- oder Umsatzsummen,
- die Zahl der Betten oder die Zahl der Behandlungsfälle bei Krankenhäusern,
- Meter Frontlänge bei Schießbuden oder
- Kubikmeter Fassungsvermögen bei Öltanks.

Auch diese kann mit Hilfe der Jahreseinheiten zeitlich abgegrenzt werden.

2.3.2 Zielgrößen

Die hier beschriebenen Modelle gelten für Versicherungssparten nach Art der Schadenversicherung, also für eine höchstens einjährige Versicherungsleistungs- und Beitragsfestsetzung. Die letzten Endes zu modellierende Zielgröße ist also per Definition der Schadenbedarf, abgegrenzt auf ein Jahr.

Zur Bewertung des versicherungstechnischen Risikos bzw. des Schadenbedarfs werden die Kennzahlen Schadenhäufigkeit, Schadendurchschnitt und Schadensatz etc. verwendet. Im Folgenden wird auf eine Indizierung der Tarifzellen verzichtet, um die Darstellung zu vereinfachen. Die Zielgrößen gelten also für alle Tarifzellen des Tarifmodells.

Folgende Zielgrößenmodelle sind gebräuchlich:

Schadenbedarf

Der Schadenbedarf gibt für ein Kollektiv den durchschnittlichen Aufwand je Risiko (für ein Jahr) an:

$$\text{Schadenbedarf} = \frac{\sum \text{Schadenaufwand}}{\sum \text{Jahreseinheiten}} \quad (2)$$

Im deutschen Sprachraum kann die direkte Modellierung des Schadenbedarfs als der bisher übliche *traditionelle Ansatz* bezeichnet werden. Die Vor- und Nachteile gegenüber der Faktorisierung des Schadenbedarfes werden in späteren Kapiteln diskutiert.

Die Zielgröße Schadenbedarf kann in Schadenhäufigkeit und Schadendurchschnitt zerlegt werden:

$$\text{Schadenbedarf} = \text{Schadenhäufigkeit} \cdot \text{Schadendurchschnitt} \quad (3)$$

$$= \frac{\sum \text{Schadenanzahl}}{\sum \text{Jahreseinheiten}} \cdot \frac{\sum \text{Schadenaufwand}}{\sum \text{Schadenanzahl}} \quad (4)$$

Im englischen Sprachraum wird dieser Ansatz als der *traditionelle Ansatz* bezeichnet. Wie schon erwähnt haben beide Zielgrößendefinitionen Vor- und Nachteile. In jedem Fall kann es zum Verständnis der Risikotreiber lohnend

sein, die Unterschiede in Schadendurchschnitt und -häufigkeit separat zu betrachten.

Der Schadenbedarf bezieht sich im Allgemeinen auf eine Exposureeinheit. Dies kann – wie in den Formeln dargestellt – ein mit seiner Laufzeit gewichtetes Risiko (Jahreseinheit) sein. In der Allgemeinen Haftpflichtversicherung wird der Schadenbedarf auch pro Person oder Bett bzw. bezogen auf die kleinste Einheit der Wagnismenge und auf ein festes Zeitintervall angegeben.

Schadenhäufigkeit

Die Schadenhäufigkeit (synonym auch als Schadenfrequenz bezeichnet) gibt die Zahl der Schäden bezogen auf das Exposuremaß an. Das kann die Zahl aller Schäden pro Exposureeinheit sein:

$$\text{Schadenhäufigkeit} = \frac{\sum \text{Schadenanzahl}}{\sum \text{Jahreseinheiten}} \quad (5)$$

oder allgemeiner:

$$\text{Schadenhäufigkeit} = \frac{\sum \text{Schadenanzahl}}{\sum \text{zeitlich abgegrenztes Exposuremaß}} \quad (6)$$

analog für Großschäden:

$$\text{Großschadenhäufigkeit} = \frac{\sum \text{Großschadenanzahl}}{\sum \text{Schadenanzahl}} \quad (7)$$

Schadendurchschnitt

Die Schadendurchschnitte geben den Mittelwert der Schadenhöhen an. Dies kann für alle Schäden, die kupierten Basisschäden, aber auch für die kupierten Überschäden erfolgen. Hierzu sei auch auf Kapitel 2.4.3 verwiesen.

Schadensatz

In Sparten mit der Exposureeinheit Versicherungssumme (VSU) wie z. B. Hausrat, Wohngebäude oder Unfall ist der Schadensatz eine wichtige Kennzahl:

$$\text{Schadensatz} = \frac{\sum \text{Schadenaufwand}}{\sum (\text{VSU} \cdot \text{Jahreseinheiten})} \quad (8)$$

Der Schadensatz gibt für ein Kollektiv den durchschnittlichen Schadenbedarf je versicherter Summe und je Jahreseinheit an. Die Angabe des Schadensatzes erfolgt oft in Promille, d. h. je 1.000 EUR Versicherungssumme. Der individuelle Schadenbedarf für ein einzelnes Risiko R des Kollektivs berechnet sich dann als

$$\text{Schadenbedarf}_R = \text{VSU}_R \cdot \text{Schadensatz} \quad (9)$$

Hier ist zu beachten, dass die Berechnung des Schadensatzes auf unterschiedlichen Teilkollektiven durchgeführt werden kann und somit der individuelle Schadenbedarf vom entsprechenden Teilkollektiv abhängig ist.

Auch der Schadensatz lässt sich faktorisieren. Man hat grundsätzlich die Wahl zwischen zwei verschiedenen Arten der Faktorisierung:

1. Zerlegung in Schadenhäufigkeit (bezogen auf die VSU) und Schaden-durchschnitt (SD):

$$\text{Schadensatz} = \frac{\sum \text{Schadenaufwand}}{\sum (\text{VSU} \cdot \text{JE})} \quad (10)$$

$$= \frac{\sum \text{Schadenanzahl}}{\sum (\text{VSU} \cdot \text{JE})} \cdot \frac{\sum \text{Schadenaufwand}}{\sum \text{Schadenanzahl}} \quad (11)$$

$$= \text{Schadenfrequenz}_{\text{VSU}} \cdot \text{SD} \quad (12)$$

2. Zerlegung in Schadenhäufigkeit und Schadensgrad:

$$\text{Schadensatz} = \frac{\sum \text{Schadenaufwand}}{\sum (\text{VSU} \cdot \text{JE})} \quad (13)$$

$$= \frac{\sum \text{Schadenanzahl}}{\sum \text{JE}} \cdot \frac{\sum \text{JE}}{\sum (\text{VSU} \cdot \text{JE})} \cdot \frac{\sum \text{Schadenaufwand}}{\sum \text{Schadenanzahl}} \quad (14)$$

$$= \text{Schadenfrequenz}_{\text{JE}} \cdot \frac{\text{SD}}{\text{mittlere VSU}} \quad (15)$$

$$= \text{Schadenfrequenz}_{\text{JE}} \cdot \text{Schadengrad} \quad (16)$$

Die durchschnittliche Versicherungssumme bezieht sich immer auf das jeweilige Tarifsegment.

Falls sich also die Höhe der Versicherungssumme stärker auf die Schadenfrequenz auswirkt, wird man eher die erste Zerlegung wählen. Im anderen Fall (bei dem die Versicherungssumme einen stärkeren Einfluss auf die Schadenhöhe hat), wird man sich eher für die zweite Zerlegung entscheiden. In der Praxis wirkt sich die Versicherungssumme jedoch häufig auf beide Komponenten – Schadenhäufigkeit und Schadenhöhe – aus.

Einzelschadengrade werden zur Anpassung von Schadensgradverteilungen verwendet, um damit empirisch Entlastungen durch Selbstbehalte zu kalkulieren.

Für die Modellierung der strukturellen Abhängigkeiten kann der Schadensgrad pro Segment aus dem Schadendurchschnitt und der durchschnittlichen Versicherungssumme dieses Segmentes ermittelt werden.

Ein anderer Ansatz betrachtet nur diejenigen Versicherungssummen, denen ein Schaden zugeordnet werden kann. Dieser Ansatz wird oft bei der Modellierung von kollektiven Modellen in GLM-Verfahren verwendet mit der – nicht zeitlich abgegrenzten – VSU als offset.

Umgekehrt kann dann für die Modellierung der Schadenhäufigkeit im GLM mit der zeitlich abgegrenzten VSU (z. B. Wert 1914 in VGV) als offset gearbeitet werden.

Abhängigkeiten im Schadensatz vom Exposuremaß

Wird in Schadensatzmodellen die VSU nur als Exposureeinheit und nicht als Risikomerkmals betrachtet, dann liegt die Annahme zugrunde, dass der Schadenbedarf linear-proportional mit der VSU-Höhe des Objekts steigt. Eine doppelt so hohe VSU eines sonst gleichen Risikos hat also einen doppelt so hohen Schadenbedarf.

In den Sparten, in denen das Volumen eines Vertrages meist aus mehreren Einheiten der kleinsten Exposureeinheit besteht (die Anzahl der Personen in der Haftpflichtversicherung oder die Versicherungssumme in den Sachversicherungen) stellt man häufig fest, dass der Schadenbedarf sich nicht direkt proportional zum Exposuremaß verhält. Ein einheitlicher Schadensatz über den gesamten Versicherungssummenbereich ist dann nicht immer risikoadäquat.

An dieser Stelle kann es angebracht sein, die Versicherungssumme in die Modellierung aufzunehmen. Dies kann man durch eine geeignete Gruppierung und nachfolgende Modellanpassung mit dem neuen kategoriellen Merkmal leisten. Eine Möglichkeit der stetigen Modellierung der Summenabhängigkeit des Schadensatzes im Rahmen von Ausgleichsverfahren beschreibt der GDV in [25], Kapitel 3.4.6.

Schadenquote

In der Praxis werden auch Verfahren verwendet, die auf die Zielgröße Schadenquote abstellen. Diese ist formal definiert als

$$\text{Schadenquote} = \frac{\text{Schadenaufwand}}{\text{zeitlich abgegrenzter Bestandsbeitrag}} \quad (17)$$

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass Schadenquoten nicht immer *objektive* Kennzahlen sind. Gründe hierfür sind unter anderem der Prämienzyklus, die Vermischung von Tarifgenerationen, Rabattkontingente etc.

Beispiele

Exemplarisch sind in Tabelle 1 und in Tabelle 2² einige typische Kennzahlen verschiedener Versicherungssparten zusammengestellt.

Neben den Kennzahlen für die Gesamtparte ist oft auch die Untersuchung der Kennzahlen für die darunter liegenden Teilsparten oder Teil-Leistungsbereiche von Interesse.

So können in der Hausratversicherung die Schadenbedarfe der Teilgefahren Einbruch-Diebstahl, Feuer, Leitungswasser, Sturm und Fahrrad-Diebstahl sowie Elementar jeweils für sich untersucht werden. In der Wohngebäudeversicherung kann eine Trennung nach Feuer, Leitungswasser und Sturm erfolgen. In der Unfallversicherung besteht die Möglichkeit, nach Leistungsarten (Invalidität, Krankenhaus-Tagegeld etc.) zu differenzieren.

Tab. 1: Zusammenhang zwischen Exposuremaß und Zielgröße

Zielgröße normiert auf Exposuremaß	Zielgröße	Exposuremaß	
		Größe	Zeitliche Abgrenzung
Schadenquoten	Schadenaufwand	Bestandsbeitrag	Ja
Schadenbedarf	Schadenaufwand	Zahl der Risiken	Ja
Schadensatz	Schadenaufwand	Versicherungssumme	Ja
Schadenhäufigkeit	Schadenanzahl	Zahl der Risiken	Ja
Großschadenhäufigkeit	Großschadenanzahl	Schadenanzahl	Ja
Schadendurchschnitt	Schadenaufwand	Schadenanzahl	Nein
Durchschnittlicher Einzelschadengrad	Summe der Einzelschadengrade	Schadenanzahl	Nein
Schadengrad	Schadenaufwand	Durchschnittliche VSU multipliziert mit der Schadenanzahl	Nein
Stornowahrscheinlichkeit	Zahl der Storni	Zahl der Verträge	Nein

²Quelle: GDV

2.3 Erläuterung zu wichtigen Kenngrößen und Definitionen

Tab. 2: Schadenkennzahlen für verschiedene Sparten

Sparte	Schaden- frequenz [‰]	Schaden- bedarf [EUR]	Schaden- durchschnitt [EUR]	Schaden- satz [‰]
Kfz-Haftpflicht	59	210	3.575	-
Privat-Haftpflicht	56	26	460	-
Unfall Invalidität	9	-	5.740	0,80
Hausrat	36	-	1.220	0,70
Wohngebäude Feuer	9	-	5.400	0,10

2.3.3 Wertgrenzen und Inflation

Alle wertbezogenen Größen unterliegen naturgemäß einer Inflationsentwicklung, wobei dies hier auch Kostenentwicklungen umfasst.

Dies bezieht sich ebenfalls auf Versicherungssummen, da die Wiederherstellung eines Gebäudes nach Totalverlust z. B. von Lohn- und Gehaltsentwicklungen abhängig ist.

Zur automatischen bedingungsgemäßen Anpassung werden oft Indizes verwendet (wie etwa der Baupreisindex in der Wohngebäudeversicherung).

Dies gilt aber auch für die Festlegung von absoluten Großschadengrenzen, die erfahrungsgemäß innerhalb weniger Jahre von deutlich mehr Schäden überschritten werden.

Jegliche Prognose sollte inflationäre Entwicklungen berücksichtigen. Dies gilt insbesondere für die Bestimmung adäquater Reserven, wobei hier beispielsweise die Inflation im Heilwesen zu beachten ist.

Generell hat Inflation eine klare Auswirkung auf die Aussagefähigkeit von Statistiken.

2.3.4 Selbstbehalte und Deckungssummen

Diese grenzen die Eintrittspflicht des Versicherers nach unten bzw. nach oben ein. Insbesondere Selbstbehalte führen dazu, dass das VU ggf. nicht