

**Berichte aus der Statistik**

**Jens Kahlenberg**

**Storno und Profitabilität in  
der Privathaftpflichtversicherung**

Eine Analyse unter Verwendung  
von univariaten und bivariaten  
verallgemeinerten linearen Modellen

D 38 (Diss. Universität zu Köln)

**Shaker Verlag  
Aachen 2005**

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	ix
Symbolverzeichnis	xi
Abkürzungsverzeichnis	xv
<b>I Theoretische Grundlagen</b>	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1 Ausgangssituation . . . . .	3
1.2 Problemstellung und Zielsetzung . . . . .	6
1.3 Aufbau der Arbeit . . . . .	7
<b>2 Storno und Profitabilität</b>	<b>9</b>
2.1 Versicherung und Versicherungsgeschäft . . . . .	9
2.2 CRM in Versicherungsgesellschaften . . . . .	11
2.3 Storno von Versicherungen . . . . .	12
2.3.1 Vermeidbare Storni . . . . .	13
2.3.2 Determinanten der Kundenbeziehungsdauer . . . . .	14
2.3.3 Stornoanalyse . . . . .	17
2.3.4 Datensammlung und Wissensgenerierung . . . . .	17
2.4 Profitabilität von Versicherungen . . . . .	19
2.4.1 Kurzfristige Profitabilität . . . . .	20
2.4.2 Langfristige Profitabilität . . . . .	28
2.4.3 Weiteres Vorgehen . . . . .	34
<b>3 Die Privathaftpflichtversicherung</b>	<b>35</b>
3.1 Haftpflicht und ihre Folgen . . . . .	35
3.2 Haftpflicht- als Schadenversicherung . . . . .	37

3.3	Historische Entwicklung . . . . .	38
3.4	Bedeutung der Haftpflichtversicherung . . . . .	39
3.5	Die Allgemeinen Haftpflicht-Bedingungen . . . . .	40
3.6	Spezifika der Privathaftpflichtversicherung . . . . .	41
3.6.1	Versichertes Risiko . . . . .	41
3.6.2	Deckungssummen . . . . .	42
3.6.3	Anzahl versicherter Personen . . . . .	42
3.6.4	Vertragsausgestaltung . . . . .	43
3.6.5	Vertragsbeendigung . . . . .	44
3.7	Abgrenzung modellrelevanter Determinanten . . . . .	45
3.7.1	Faktoren für die Tarifierung . . . . .	45
3.7.2	Gründe für die Vertragsbeendigung . . . . .	46
<b>4</b>	<b>Univariate Modelle</b> . . . . .	<b>47</b>
4.1	Grundlagen . . . . .	47
4.2	Gruppierung der Daten . . . . .	48
4.3	Definition . . . . .	49
4.4	Statistische Inferenz . . . . .	50
4.4.1	Parameterschätzung . . . . .	50
4.4.2	Wahl der Linkfunktion . . . . .	56
4.4.3	Numerische Ermittlung des Parameterschätzers . . . . .	57
4.4.4	Schätzung des Dispersionsparameters . . . . .	61
4.4.5	Anpassungsgüte . . . . .	62
4.4.6	Asymptotik . . . . .	63
4.4.7	Hypothesentests . . . . .	64
4.5	Spezielle Verteilungen . . . . .	68
4.5.1	Normalverteilung . . . . .	68
4.5.2	Poissonverteilung . . . . .	69
4.5.3	Binomialverteilung . . . . .	70
4.5.4	Negative Binomialverteilung . . . . .	71
4.5.5	Gammaverteilung . . . . .	72
4.5.6	Waldverteilung . . . . .	73
4.6	Modellbildung und -überprüfung . . . . .	74
4.6.1	Modellauswahl . . . . .	74
4.6.2	Modellbeurteilung . . . . .	75
4.7	Quasi-Likelihood-Modelle . . . . .	82
4.7.1	Motivation . . . . .	82
4.7.2	Definition . . . . .	83
4.7.3	Statistische Inferenz . . . . .	83

<b>5</b>	<b>Logistische Regression</b>	<b>89</b>
5.1	Logit- und Probit-Modelle . . . . .	89
5.1.1	Latente Variablen . . . . .	91
5.1.2	Einbettung in ein UGLM . . . . .	92
5.1.3	Interpretation der Koeffizienten . . . . .	94
5.1.4	Modellschätzung . . . . .	95
5.2	Beurteilung der Anpassungsgüte . . . . .	97
5.2.1	Determinationskoeffizienten . . . . .	97
5.2.2	Devianz und Pearson-Statistik . . . . .	101
5.2.3	Klassifikationstabellen . . . . .	102
5.2.4	ROC-Kurven . . . . .	104
5.2.5	Lift-Charts . . . . .	106
<b>6</b>	<b>Multivariate Modelle</b>	<b>111</b>
6.1	Multivariate Modellierung . . . . .	111
6.2	Multivariate GLM und Vektor-GLM . . . . .	114
6.2.1	Multivariate GLM . . . . .	114
6.2.2	Vektor-GLM . . . . .	119
6.3	Bivariate Modelle . . . . .	120
6.3.1	Grundlagen . . . . .	121
6.3.2	Maße zur Beschreibung der Abhängigkeitsstruktur . . . . .	127
6.3.3	Schätzung der bivariaten Modelle . . . . .	130
6.4	Multikategoriale Logit-Modelle . . . . .	137
6.4.1	Interpretation der Parameterwerte . . . . .	140
6.4.2	Einbettung in ein VGLM . . . . .	140
6.4.3	Parameterschätzung . . . . .	141
6.5	Bivariate logistische Modelle . . . . .	143
6.5.1	Wahl der Matrizen <b>L</b> und <b>C</b> . . . . .	143
6.5.2	Modellgleichungen . . . . .	146
6.5.3	Einbettung in ein VGLM . . . . .	147
6.5.4	Parameterschätzung . . . . .	148
6.5.5	Vergleich mit marginalen Modellen . . . . .	152
6.6	Bivariate Probit-Modelle . . . . .	153
6.6.1	Modellgleichungen . . . . .	155
6.6.2	Einbettung in ein VGLM . . . . .	156
6.6.3	Parameterschätzung . . . . .	157

<b>II</b>	<b>Empirische Analyse</b>	<b>163</b>
<b>7</b>	<b>Univariate Analysen</b>	<b>165</b>
7.1	Datengrundlage . . . . .	165
7.2	Vorbereitende Analysen . . . . .	166
7.3	Storno-Modell . . . . .	167
7.3.1	Randverteilungen . . . . .	168
7.3.2	Anpassung mittels Logistischer Regression . . . . .	171
7.3.3	Diskussion des Modells . . . . .	178
7.4	Schadenbedarf-Modell . . . . .	181
7.4.1	Randverteilungen . . . . .	181
7.4.2	Anpassung mittels UGLM . . . . .	184
7.4.3	Diskussion des Modells . . . . .	190
<b>8</b>	<b>Bivariate Analysen</b>	<b>193</b>
8.1	Analyse der Profitabilitätsgrößen . . . . .	194
8.1.1	Deckungsbeitrag . . . . .	194
8.1.2	Schadenquote . . . . .	196
8.2	Empirische Ergebnisse . . . . .	196
8.2.1	Dichotomisierung . . . . .	196
8.2.2	Eine erklärende Variable . . . . .	198
8.2.3	Mehrere erklärende Variablen . . . . .	212
8.3	Diskussion . . . . .	213
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>215</b>
	<b>Anhang</b>	<b>219</b>
<b>A</b>	<b>Matrizen und Vektoren</b>	<b>221</b>
A.1	Kronecker-Produkt . . . . .	221
A.2	Mehrdimensionale Differentiation . . . . .	222
A.2.1	Ableitung erster Ordnung . . . . .	222
A.2.2	Ableitung zweiter Ordnung . . . . .	223
A.2.3	Besondere Ableitungen . . . . .	223
<b>B</b>	<b>Bivariate Normalverteilung</b>	<b>225</b>
<b>C</b>	<b>Kodierung kategorialer Variablen</b>	<b>229</b>

<b>D Kubische Splines</b>	<b>233</b>
D.1 Glättungsfunktionen . . . . .	233
D.2 Kubische Splinefunktionen . . . . .	235
D.2.1 Definition . . . . .	235
D.2.2 Natürliche kubische Splines . . . . .	235
D.2.3 Whittaker-Henderson-Glättung . . . . .	237
<b>E Beispieldatensatz</b>	<b>241</b>
E.1 Datenbeschreibung . . . . .	241
E.2 Univariate Analysen . . . . .	243
E.3 Bivariate Analysen . . . . .	245
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>253</b>