



Institut für Agrarpolitik und Marktforschung

Dissertation

Ernteversicherungen als Risikomanagementinstrument

Eine Analyse von Versicherungstypen und Tarifierungsmodellen

Von Dipl.-Math. Jan K. Keller

Gutachter: 1. Prof. Dr. P. M. Schmitz
 2. Prof. Dr. H.-G. Frede

Gießen, im März 2010

Vorwort

Meine Arbeit möchte ich mit einem Dank an all diejenigen beginnen, die mir in den letzten Jahren unterstützend zur Seite gestanden haben. An aller erster Stelle gilt mein großer Dank meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Schmitz. Ohne seine besondere Fürsprache hätte ich nie in dieser besonders außergewöhnlichen Konstellation als Diplommathematiker fachübergreifend als externer Doktorrand diese Arbeit verwirklichen können. Ich werde die zahlreichen überaus zielstrebigem Gespräche mit ihm in sehr angenehmer Erinnerung behalten. Mein besonderer Dank gilt ferner Herrn Prof. Dr. Frede für die Übernahme des Zweitgutachtens, welches ebenfalls unter sehr unbürokratischen und nicht selbstverständlichen Umständen zustande kam.

Mindestens der gleiche Dank gilt zudem dem Vorstand der Vereinigten Hagelversicherung, Herrn Dr. Langner und Herrn Dr. Heine. Nicht nur, dass es mir von Anfang an ermöglicht wurde, diese Arbeit nebenberuflich zu verwirklichen, sondern auch der Umstand, dass diese Dissertation vom Gesamtvorstand Korrektur gelesen wurde, entspricht wohl nicht dem Normalfall und schätze ich deswegen sehr.

Mein weiterer Dank gilt meinen Abteilungsleiterkollegen Heiner Wolff und Michael Lösche, die mir die Hagelversicherung erst richtig nahegebracht haben. Zudem gilt meinem Kollegen Klaus Kotte und unserem gemeinsamen Vorgänger Herrn Tafferner mein Dank für ihre geleistete Rücksicht in den letzten Jahren.

Frau Dr. Nöhles möchte ich für die vielen fachlichen Gespräche danken. Ihr verdanke ich zudem zu großen Teilen das Tarifierungsmodell der Mehrgefahrenversicherung.

Ein Dank, der eigentlich nicht in Worten zu beschreiben ist, gilt Dr. Insa Nietfeld. Ohne ihre fachliche und formal strenge Korrekturlesung wie auch die zahllosen persönlich wertvollen Hilfestellungen hätte diese Arbeit nie in dieser kurzen Zeit dieses Qualitätsniveau erreicht. Ihr und ihrer jungen Familie schulde ich gerne meinen Dank.

Zum Schluss dieses Vorwortes möchte ich meiner Mutter danken. Ohne ihre Unterstützung auch in weniger konstruktiven Schaffenszeiten sowie die unzähligen Korrekturstunden hätte ich dieses Werk niemals beenden können.

Jan Keller

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2	Vorgehensweise	3
Erster Teil		
2	Einführung in die Begriffswelt	6
2.1	Risiko und Risikoarten	6
2.1.1	Risiko	6
2.1.2	Risikoarten	6
2.1.2.1	Wetterrisiken	8
2.1.2.1.1	Hagel	9
2.1.2.1.2	Sturm und Starkregen	11
2.1.2.1.3	Überschwemmungen (Staunässe)	12
2.1.2.1.4	(Spät-) Frost	13
2.1.2.1.5	Auswinterung	14
2.1.2.1.6	Trockenheit	15
2.1.2.1.7	Sonstiges	16
2.1.2.2	Übersicht Wetterrisiken	16
2.2	Risikomanagement	18
2.2.1	Risikoidentifikation	20
2.2.2	Risikoanalyse	20
2.2.3	Risikosteuerung	21
2.2.4	Risikokontrolle	26
2.3	Entscheidungstheorie und Entscheidungsregeln	26
2.3.1	Erwartungswert-Kriterium	28
2.3.2	Das Prinzip des Erwartungsnutzens	30
2.4	Zusammenfassung	37
3	Versicherungen als Risikomanagementinstrument	39
3.1	Überblick Versicherungsangebot	39
3.1.1	Deutschland	40
3.1.1.1	Die Hagelversicherung	40
3.1.1.1.1	Begriffsdefinition und rechtliche Grundlagen	40
3.1.1.1.2	Die historische Entwicklung der Hagelversicherung	44
3.1.1.1.3	Zur Gegenwart und Marktübersicht	47
3.1.1.2	Erweiterungen der Hagelversicherung	48
3.1.2	Überblick über andere Länder	52
3.2	Klassifizierung von Versicherungslösungen	54
3.2.1	Ertragsgarantieversicherungen	56

3.2.1.1	Funktionsweise	56
3.2.1.2	Beispiel: USA und Spanien	57
3.2.2	Indexbasierte Versicherungen	60
3.2.2.1	Funktionsweise	60
3.2.2.2	Regionalertragsversicherung - Beispiel: USA.....	61
3.2.2.3	Wetterderivate – Beispiel: Südafrika.....	62
3.2.3	Ertragsverlustversicherungen	68
3.2.3.1	Funktionsweise	68
3.2.3.2	Beispiel – Österreich	69
3.3	Warum existiert keine private Mehrgefahrenversicherung?.....	74
3.3.1	Unvollkommenheiten der Nachfrageseite.....	74
3.3.1.1	Fehlendes Know-How der Landwirte	75
3.3.1.2	Kognitives Versagen	76
3.3.1.3	Andere Sicherheitsnetze	83
3.3.1.4	Keine „passenden“ Angebote	86
3.3.2	Unvollkommenheiten der Angebotsseite	87
3.3.2.1	Informationsasymmetrie.....	87
3.3.2.1.1	Antiselektion.....	88
3.3.2.1.2	Moral Hazard.....	89
3.3.2.2	Kumulrisiko.....	91
3.3.2.3	Bereitstellen von Rückversicherungskapazität.....	93
3.3.2.4	Echte Unsicherheiten bei Markteinführung.....	95
3.3.3	Fazit und Gewichtung der Gründe	98
3.4	Qualitative Bewertung der Versicherungsansätze	99
3.4.1	Ertragsgarantieversicherung.....	100
3.4.2	Indexbasierte Versicherungen	102
3.4.2.1	Regionalertragsversicherungen	102
3.4.2.2	Wetterderivate	103
3.4.3	Ertragsverlustversicherungen	107
3.4.4	Fazit.....	109
3.5	Wie könnte eine Mehrgefahrenversicherung in Deutschland aussehen?...	111
3.5.1	Zur Produktgestaltung.....	112
3.5.2	Zur Schadenregulierung	114
3.5.3	Zum Rückversicherungsschutz	117
3.5.4	Zur Prämienkalkulation.....	119
3.5.5	Sonstige staatliche Eingriffe und Maßnahmen	122
3.6	Fazit	125

Zweiter Teil

4	Tarifierung in der Hagelversicherung	126
4.1	Aufbau der Gesamtprämie	127
4.2	Die Nettorisikoprämie.....	131
4.2.1	Modellierung der Schadenzahlungen.....	132
4.2.1.1	Ermittlung von Risiko- und Tarifmerkmalen.....	136
4.2.1.2	Festlegung von Merkmalsausprägungen	139
4.2.1.2.1	Verfahren der individuellen Ungewichtung.....	141
4.2.1.2.2	Die k-means Clusteranalyse	143
4.2.1.3	Ausgleichsverfahren.....	148
4.2.1.3.1	Ein univariates Verfahren.....	150
4.2.1.3.2	Verfahren von Bailey und Simon.....	151
4.2.1.3.3	Das Marginalsummenverfahren	152
4.2.1.3.4	Das auf der Poissonverteilung beruhende Verfahren	155
4.2.1.3.5	Das auf der Gammaverteilung beruhende Verfahren.....	157
4.2.1.3.6	Das auf der Inversen Gaußverteilung beruhende Verfahren	158
4.2.1.3.7	Modellfehler	160
4.2.1.4	Kupierung von Großschäden und Credibility-Theorie.....	161
4.2.1.4.1	Umverteilung von Großschäden.....	162
4.2.1.4.2	Bestimmung der Credibility-Faktoren.....	163
4.2.2	Schadenrückstellung	167
4.2.3	Schadenregulierungskosten.....	169
4.3	Der Schwankungszuschlag	170
4.3.1	Allgemeine Überlegungen	170
4.3.2	Der Umgang mit dem Schwankungsrisiko	172
4.3.2.1	Direkte Methoden.....	173
4.3.2.2	Indirekte Methoden	178
4.3.2.2.1	Die Schwankungsrückstellung	179
4.3.2.2.2	Rückversicherung.....	183
4.3.2.2.3	Mitversicherung.....	187
4.3.2.2.4	Der Nachschuss bei Versicherungsvereinen	188
4.3.2.3	Zusammenfassende Betrachtung.....	189
4.3.3	Mathematische Modellierung des Schwankungsrisikos	190
4.3.3.1	Das Kollektive Modell	195
4.3.3.2	Verteilungsanpassung.....	197
4.3.3.3	Beurteilung der Anpassungsgüte.....	200
4.3.3.4	Anwendung in der Rückversicherung	202
4.4	Betriebskostenzuschlag, Gewinnzuschlag und Steuern	204

5 Empirische Untersuchung der Hagelversicherung	205
5.1 Datenmaterial	205
5.2 Zur Nettorisikoprämie	209
5.2.1 Bestimmung der Merkmalsausprägungen	210
5.2.2 Bestimmung der Tariffaktoren	214
5.2.3 Umverteilung von Großschäden	225
5.3 Zum Schwankungszuschlag	230
5.3.1 Modellierung des Bonus/Malus Systems	237
5.3.2 Modellierung der Rückversicherung	239
5.3.3 Modellierung der Schwankungsrückstellung	242
5.4 Zusammenfassung	244
6 Kosten einer Erntemehrgefahrenversicherung	245
6.1 Tarifierungsmodell	246
6.1.1 Allgemeiner Ansatz	249
6.1.2 Regionale Gefährdung	250
6.1.3 Fruchtartengefährdung	255
6.1.4 Überleitung zur Schadenhistorie	256
6.2 Empirische Untersuchung	258
6.2.1 Sturm und Starkregen	258
6.2.2 Auswinterung und Frost	260
6.2.3 Trockenheit	261
6.3 Gesamtprämien	262
6.3.1 Nettorisikoprämien	263
6.3.2 Sicherheitszuschläge	264
6.4 Schlussfolgerungen zur Finanzierung der Mehrgefahrenversicherung	267
7 Zusammenfassung	274
8 Anhang	280
9 Literaturverzeichnis	284

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Klassifizierung Risikoarten	7
Abbildung 2.2: Hagelschäden an Mais (links) und Äpfeln (rechts)	10
Abbildung 2.3: Karte der Hagelgefährdung in Deutschland	10
Abbildung 2.4: Sturmschaden am Mais (l.) und Starkregenschaden an Kartoffeln (r.)..	11
Abbildung 2.5: Karte der Sturmgefährdung (l.) der Starkregengefährdung (r.)	12
Abbildung 2.6: Schäden an Kartoffeln durch Überschwemmung (l.) und Raps (r.)	13
Abbildung 2.7: Frostschäden an Mais	13
Abbildung 2.8: Auswinterungsschaden an Getreide und Gefährdungskarte	14
Abbildung 2.9: Dürreschaden an Getreide und Gefährdungskarte	15
Abbildung 2.10: Auswuchs an Getreide (links) und Kartoffelringfäule (rechts).....	16
Abbildung 2.11: Risikomanagementprozess	19
Abbildung 2.12: Instrumente der Risikobewältigung.....	22
Abbildung 2.13: Aufteilung Versicherungen und Kapitalmarkt	24
Abbildung 2.14: Prozess Risikosteuerung	25
Abbildung 2.15: Erwartungsnutzen	31
Abbildung 2.16: Risiken und Risikomanagement	38
Abbildung 3.1: Entwicklung Versicherungssumme in der Hagelversicherung	46
Abbildung 3.2: Marktanteile 2008 am Beitrag in der Hagelversicherung Deutschland.	47
Abbildung 3.3: Versicherungsdichte und Anteile Fruchtgattungen am Gesamtbeitrag ..	48
Abbildung 3.4: Produktpalette Secufarm [®]	51
Abbildung 3.5: Überblick Subventionshöhen Ernteversicherungen in Europa	54
Abbildung 3.6: Klassifizierung der Versicherungslösungen.....	55
Abbildung 3.7: Klassifizierung von Derivaten	63
Abbildung 3.8: Weidekapazität (ha/GVE) in Südafrika	66
Abbildung 3.9: Beispiel zur Trockenheitsversicherung in Österreich	72

Abbildung 3.10: Datum des Erreichens der Gelbreife bei Mais.....	72
Abbildung 3.11: Ertragsgrenzen und Entschädigungssätze für ausgewählte Kulturen ..	73
Abbildung 3.12: Fehleinschätzung der Landwirte.....	76
Abbildung 3.13: BAUR-Reihe Niederschlag (1851 – 2002) in Mitteleuropa.....	78
Abbildung 3.14: WETTREG MODELL.....	79
Abbildung 3.15: Abschätzung der Änderung der klimatischen Wasserbilanz.....	81
Abbildung 3.16: FOCK.....	82
Abbildung 3.17: Bewertung von Wetterrisiken durch Landwirte.....	86
Abbildung 3.18: Versicherbarkeitsbereich.....	97
Abbildung 3.19: Bewertung Versicherungstypen	110
Abbildung 3.20: Auswahl der Versicherungspakete	113
Abbildung 3.21: Satellitenbild zur Feststellung von Ertragseinbußen	116
Abbildung 3.22: Staatlicher Rückversicherungsschutz	118
Abbildung 3.23: Kreislauf Sicherheitszuschlag.....	120
Abbildung 4.1: Schwankungszuschlag in Abhängigkeit der Portefeuillesgröße	130
Abbildung 4.2: Äquivalenzprinzip	132
Abbildung 4.3: Tarifierungsprozess.....	136
Abbildung 4.4: Tarif- und Risikomerkmal.....	138
Abbildung 4.5: Übersicht Cluster-Verfahren	144
Abbildung 4.6: Schadensatzreihe in der Hagelversicherung	172
Abbildung 4.7: PML, TVaR und Limited Mean einer Verteilung	192
Abbildung 4.8: Geordnete Jahresschadensätze eines Versicherungsportfolios	202
Abbildung 5.1: Entwicklung der Versicherungssumme und der versicherten Fläche ..	207
Abbildung 5.2: Clusterung von Kreisen zu Tarifzonen	210
Abbildung 5.3: Informationsverlust k-means Clusteranalyse.....	211
Abbildung 5.4: Größenverteilung bei einer 12 Klasseneinteilung	212

Abbildung 5.5: Lage der Clusterzentren und Klassenbreite [in %]	212
Abbildung 5.6: Lorenzkurve des verwendeten Datensatzes	214
Abbildung 5.7: Vergleich der Ausgleichsverfahren	219
Abbildung 5.8: Test auf Poissonverteilung	220
Abbildung 5.9: Modellfehler der Ausgleichsverfahren (normiert auf MSV)	224
Abbildung 5.10: Lage des Landkreises Gießen	225
Abbildung 5.11: Schadensätze vor/nach Kupierung in der Gemeinde Heuchelheim... ..	227
Abbildung 5.12: Schadensätze vor/nach Kupierung in der Gemeinde Linden.....	228
Abbildung 5.13: Gemessene und ausgeglichene Schadensätze des Landkreis Gießen	229
Abbildung 5.14: Trendanalyse der gemessenen und normierten Schadensatzreihe	231
Abbildung 5.15: Empirische und modellierte Schadensatzverteilung	232
Abbildung 5.16: PP-Plots der vier Verteilungsfamilien.....	233
Abbildung 5.17: Return-Level Plots	235
Abbildung 5.18: Anteile der VS und des Schadens in den Rabattklassen	237
Abbildung 6.1: ZÜRS des GDV	246
Abbildung 6.2: Tarifmodell für eine Mehrfahrtenversicherung	247
Abbildung 6.3: Verwendete Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD)... ..	248
Abbildung 6.4: Bodenkarte BÜK 1000 N	248
Abbildung 6.5: Inverse Distance Verfahren	253
Abbildung 6.6: Interpolation der regionalen Schadenfrequenzen	254
Abbildung 6.7: Überleitung zur Schadenhistorie	257
Abbildung 6.8: Beitragssätze Wintergerste Sturm und Starkregen	258
Abbildung 6.9: Beitragssätze Wintergerste Auswinterung und Frost.....	260
Abbildung 6.10: Beitragssätze Wintergerste Trockenheit	262
Abbildung 6.11: PP-Plots für die Invers-Weibull und Lognormal Verteilung.....	265
Abbildung 6.12: Abhängigkeit des Sicherheitszuschlags	269

Abbildung 6.13: Abhängigkeit der Subventionshöhe	270
--	-----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Darstellung der Schadenpotenziale einzelner Wetterrisiken.....	17
Tabelle 2.2: Eigenschaften Wetterrisiken.....	18
Tabelle 2.3: Entscheidungsmatrix	28
Tabelle 2.4: Strukturwandel in der deutschen Landwirtschaft.....	36
Tabelle 3.1: Überblick Ernteversicherungen.....	53
Tabelle 3.2: RAINDEX Beispiel	67
Tabelle 3.3: Verhältnis der maximalen Trockenheitsschäden zu Hagelschäden.....	93
Tabelle 3.4: Versicherungsteueraufkommen	124
Tabelle 4.1: Beispiel Antiselektion. Teil I.....	134
Tabelle 4.2: Beispiel Antiselektion. Teil II	135
Tabelle 4.3: Versicherungssummen und Schäden in der Hagelversicherung.....	171
Tabelle 4.4: Bonus/Malus-Tabelle Vereinigte Hagelversicherung.....	176
Tabelle 5.1: Darstellung des untersuchten Datenmaterials	206
Tabelle 5.2: Verteilung der Versicherungssumme. (Summe der Jahre 1980 bis 2006). 207	
Tabelle 5.3: Verteilung der versicherten Fläche. (Summe der Jahre 1980 bis 2006)....	208
Tabelle 5.4: Darstellung des Schadensatzes (SS) [in ‰].....	209
Tabelle 5.5: Einteilung in 12 Tarifzonen.....	211
Tabelle 5.6: Versicherungssumme nach Tarifzonen [in %].....	213
Tabelle 5.7: Schadensätze (SS) nach Tarifzonen [in ‰ und Tsd. Euro]	213
Tabelle 5.8: Univariate Bestimmung der Tariffaktoren	215
Tabelle 5.9: Beitragssätze aus univariatem Verfahren [in ‰]	215
Tabelle 5.10: Simulierter Beitrag/Schaden aus univariatem Verfahren [in Tsd. Euro].	216
Tabelle 5.11: Tariffaktoren aus dem Marginalsummenverfahren	217
Tabelle 5.12: Beitragssätze aus Marginalsummenverfahren [in ‰].....	217
Tabelle 5.13: Simulierter Beitrag/Schaden aus Marginalsummenverfahren	218

Tabelle 5.14: Tariffaktoren aus dem Bailey/Simon-Verfahren	221
Tabelle 5.15: Simulierter Beitrag/Schaden aus B/S-Verfahren [in Tsd. Euro].....	221
Tabelle 5.16: Tariffaktoren aus Gamma- und Inversen Gaußverteilung	222
Tabelle 5.17: Simulierter Beitrag/Schaden aus „Gamma“- Verfahren [in Tsd. Euro] ..	222
Tabelle 5.18: Simulierter Beitrag/Schaden aus „Invers Gauß“- Verfahren.....	223
Tabelle 5.19: Gemessene und kupierte Schadensätze in der Gemeinde Heuchelheim.	226
Tabelle 5.20: Gemessene und ausgeglichene Schadensätze des Landkreis Gießen I...	229
Tabelle 5.21: Gemessene und normierte Gesamtschadensätze (SS) [in %].....	230
Tabelle 5.22: PML für Schadenquoten nach verschiedenen Verteilungsmodellen.....	234
Tabelle 5.23: Anteile der VS und des Schadens in den Rabattklassen	238
Tabelle 5.24: Burning cost Methode.....	240
Tabelle 5.25: Schwankungsrückstellung in Abhängigkeit vom Sicherheitszuschlag ...	242
Tabelle 5.26: Entwicklung der Schwankungsrückstellung	243
Tabelle 6.1: Modellierete Jahresschadensätze für eine Mehrgefahrenversicherung.....	263
Tabelle 6.2: PML für Schadenquoten zu verschiedenen Jährlichkeiten	265
Tabelle 6.3: Brutto- und Nettojahresschadensätze für Trockenheit.....	272
Tabelle 8.1: Historische Daten der Hagelversicherung in Deutschland	280
Tabelle 8.2: Gemessene und kupierte Schadensätze [in ‰] in der Gemeinde Linden.	282
Tabelle 8.3: Parameterschätzung Maximum Likelihood Methode	282
Tabelle 8.4: Unterschreitenswahrscheinlichkeiten und „empirische“ Jährlichkeiten...	283
Tabelle 8.5: Parameterschätzung MGW Modell.....	283

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Der Einfluss des Wetters auf die landwirtschaftliche Produktion, speziell des Ackerbaus, ist seit jeher so ausgeprägt wie in kaum einem anderen Bereich einer Volkswirtschaft. Da dieser wichtige Produktionsfaktor jedoch nicht oder nur gering beeinflusst werden kann, stellt er eine der größten Risikoquellen für landwirtschaftliche Unternehmen dar. So traten allein in Deutschland etwa in den Jahren 1992 und 2003 Dürreschäden im Milliardenbereich ein¹. Dabei ist zu befürchten, dass Wetterunbilden als Folge des bevorstehenden Klimawandels in Zukunft vermehrt und heftiger auftreten werden und somit zu erheblichen Ertragsschwankungen bei Betrieben führen können. Da ein Ausgleich geringerer Erträge durch höhere Preise in einem zunehmend globalisierten Agrarmarkt nur begrenzt eintritt², wirken sich diese wetterbedingten Ertragsschwankungen unmittelbar als Erlösschwankungen aus, als deren Folge die finanzielle Situation der betroffenen Unternehmen erheblich gefährdet sein kann.

Verstärkend hierzu kommen zudem Veränderungen der agrarpolitischen Rahmenbedingungen im Hinblick auf den zunehmenden Rückzug des Staates aus einer protektionistischen landwirtschaftlichen Marktordnung und die steigende Fremdkapitalisierung der Agrarbetriebe.

Aus diesen Gründen kommt den Instrumenten des betrieblichen Risikomanagements zukünftig eine wachsende Bedeutung zu. Ein Mittel, sich gegen wetterbedingte Ertragsausfälle abzusichern, ist dabei der Abschluss einer Ernteversicherung. Da in Deutschland derzeit jedoch keine allumfassende Versicherungsdeckung gegen sämtliche auftretende Wetterrisiken existiert, werden schon seit längerem staatliche Interventionen diskutiert³, um eine Erntemehrgefahrenversicherung zu etablieren. Beispielsweise könnte der Staat durch Subventionierung von Prämien (Beiträgen), wie in den USA, Spanien, Polen oder Litauen, in den Versicherungsmarkt eingreifen.

¹ Vgl. LANGNER, R. (I) (2009, S. 76)

² Sog. *natural hedge*

³ Wie jüngst in HERDEN (2010)

So ist in den letzten Jahren eine Vielzahl von Studien und Arbeiten⁴ entstanden, die sich mit den Fragestellungen rund um eine staatlich gestützte Erntemehrgefahrenversicherung beschäftigen. Danach birgt gerade der US-amerikanische Versicherungstypus eine Vielzahl von Problemfeldern in sich, was unter anderem im Laufe der Zeit dazu führte, dass das Instrumentarium „Versicherung“ als Mittel der Einkommensstützung umfunktioniert wurde⁵.

Um die Unzulänglichkeiten dieses Versicherungssystems zu vermeiden, werden zudem in jüngster Zeit alternative Risikomanagementinstrumente, deren Entschädigungsleistung an einen Wetterindex geknüpft sind, vorgeschlagen⁶. So weisen diese sog. Wetterderivate, die bislang in der Landwirtschaft noch wenig verbreitet sind, insbesondere nicht die moral-hazard-Problematiken auf.

In der Mehrzahl dieser Studien erfolgt eine Bewertung bzw. ein Vergleich von „klassischen“ Versicherungslösungen und Wetterderivaten meist im Hinblick auf quantitative Maßstäbe. Zudem ist den existierenden Arbeiten gemeinsam, dass sie die spezielle Situation der deutschen Landwirtschaft und der mit ihr gewachsenen Versicherungskultur nur selten berücksichtigen. Weiterhin findet meist keine exakte Trennung zwischen den verschiedenen Versicherungsarten, wie sie bspw. in den USA oder in Form der Hagelversicherung in Deutschland betrieben werden, statt. Insgesamt sind aus diesen Gründen die bisherigen Resultate für die Einführung einer Erntemehrgefahrenversicherung nur bedingt von ausreichender praxisnaher Relevanz.

Letztlich stellen aus Sicht der Versicherungsindustrie die Methoden zur Prämienkalkulation (*Tarifierung*) einen erheblichen Erfolgsfaktor dar. Finden sich auch im versicherungsmathematischen Schrifttum etliche Berechnungsmodelle und Verfahren

⁴ Vgl. SCHLIEPER (1997), BERG (2002), EBNETH (2003), BREUSTEDT (2004), PRETTENTHALER *et al.* (2006), VON ALTEN (2008), WEBER *et al.* (2008), GRIENBERGER (2001)

⁵ Vgl. BERG (2002, S. 41)

⁶ Vgl. SCHMITZ (2007), MUßHOFF&HIRSCHAUER (2009)

zu anderen Sachversicherungssparten, wie bspw. der Kfz-Versicherung, so sind in der Literatur für Ernteversicherungen diese ebenfalls nur unzureichend erforscht.

Die vorliegende Arbeit verfolgt nunmehr zwei Hauptziele. Zum einen sollen Hilfestellungen und Lösungsansätze erarbeitet werden, um den Umstand des Fehlens einer Erntemehrgefahrenversicherung in Deutschland zu beheben. Dazu sollen die zwei folgenden zentralen Fragen beantwortet werden:

Warum existiert (in Deutschland) keine private Mehrgefahrenversicherung?

Wie könnte eine Mehrgefahrenversicherung in Deutschland aussehen?

Zum anderen sollen die teils in anderen Versicherungssparten gängigen verschiedenen versicherungsmathematischen Kalkulationsverfahren vorgestellt, angepasst und erweitert werden und so eine bislang fehlende Brücke zwischen der versicherungsmathematischen und der agrarwissenschaftlichen Literatur geschlagen werden. Dass sich dieser zweite Teil als unmittelbare Konsequenz bzw. Anforderung aus der Beantwortung der zweiten Frage des ersten Teils ergibt, vervollständigt und bestätigt zudem diesen gewählten Ansatz.

1.2 Vorgehensweise

Die vorliegende Arbeit ist wie eingangs erwähnt in zwei Hauptteile unterteilt. Der **Erste Teil** beschäftigt sich mit den oben dargestellten zwei Fragestellungen. Dazu bildet **Kapitel 2** den Einstieg in die Materie, indem zunächst die grundlegenden Begrifflichkeiten, wie die des Risikos und des Risikomanagements erläutert werden. Dabei werden die hier relevanten Wetterrisiken besonders erläutert und veranschaulicht. Anschließend wird der Risikomanagementprozess mit seinen verschiedenen Bestandteilen vorgestellt und abschließend eine Einführung in die Entscheidungstheorie gegeben. Dabei kommt dem Prinzip des Erwartungsnutzens am Ende der Arbeit bei der abschließenden Bewertung der Ergebnisse noch einmal eine Bedeutung zu.

In **Kapitel 3** werden Versicherungen als Instrument des betrieblichen Risikomanagements vorgestellt. Es erfolgt zunächst ein Überblick über das nationale wie auch internationale Angebot an Versicherungslösungen. Da in Deutschland die Hagelversicherung eine herausgehobene Stellung einnimmt, kommt ihr dabei eine

besondere Bedeutung zu. Im Anschluss werden die verschiedenen Versicherungslösungen einer Klassifizierung hinsichtlich verschiedener Aspekte unterworfen. Es werden dabei sowohl deren generelle Funktionsweise erläutert, als auch Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Ländern vorgestellt. Im dritten Unterabschnitt dieses Kapitels wird dann der ersten Fragestellung nachgegangen, warum sich keine rein private Mehrgefahrenversicherung entwickeln konnte. Nach deren Beantwortung, werden die verschiedenen Versicherungssysteme einer qualitativen Bewertung unterzogen, um abschließend der zweiten Frage, wie eine Ernteversicherung speziell in Deutschland aussehen könnte, auf den Grund zu gehen. Ein wichtiges Ergebnis aus der Beantwortung der zweiten Fragestellung ist die hohe Bedeutung, die der Kalkulation von risikogerechten Prämien zu kommt.

Aus diesem Grund beschäftigt sich der **Zweite Teil** der Arbeit zunächst in **Kapitel 4** mit den verschiedenen versicherungsmathematischen Methoden und Modellen zur Prämienberechnung. Dazu werden diese aufeinander aufbauenden Verfahren zunächst rein methodisch vorgestellt bzw. erarbeitet. Es lassen sich dabei zwei generelle Modellierungsansätze unterscheiden. Die einen dienen der direkten Kalkulation von individuellen Versicherungsprämien (*Individuelles Modell*). Die zweite Art von Verfahren führt durch die Modellierung der Schwankungen des Gesamtportefeuilles zur Berechnung des sog. Schwankungszuschlages (*Kollektives Modell*). Nach dieser methodischen Einführung werden die Verfahren in **Kapitel 5** auf einen Testdatensatz der *Vereinigten Hagelversicherung VVaG*⁷ angewendet und bewertet.

Allen in Kapitel 4. vorgestellten Verfahren ist zunächst gemeinsam, dass sie auf historischen Schadendaten beruhen. Liegen diese nicht vor, wie es für alle Wettergefahren außer dem Hagel in Deutschland die Regel ist, muss auf alternative Methoden zur Prämienkalkulation ausgewichen werden. So werden im ersten Teil von **Kapitel 6** derartige Hilfslösungen vorgestellt. Diese beruhen auf der Auswertung verschiedener, für die Beitragsmodellierung relevanter Daten, wie bspw. Wetter- und

⁷ Unternehmenssitz: Wilhelmstraße 25 in 35392 Gießen, Deutschland

Bodendaten. Sie fließen in einem Geoinformationssystem zusammen und dienen so der „anfänglichen“ Berechnung von Versicherungsprämien, ohne dass auf Schadendaten zurückgegriffen werden muss. Im anschließenden zweiten Teil werden mit Hilfe dieser Verfahren Prämien für eine Mehrgefahrenversicherung berechnet.

Die Ergebnisse dienen dann abschließend am Ende des Kapitels, um einerseits das Gesamtprämienvolumen und somit auch die mögliche Subventionshöhe für eine Mehrgefahrenversicherung zu quantifizieren und andererseits denkbare Höchst-Schäden (sog. PML⁸), die insbesondere im Hinblick auf Fragen des Rückversicherungsschutzes interessant sind, darzustellen und so eine abschließende Bewertung vorzunehmen.

⁸ Probable Maximum Loss

Erster Teil

2 Einführung in die Begriffswelt

Zunächst wird in diesem Abschnitt definiert, was unter den verschiedenen Begriffen der folgenden Kapitel verstanden werden soll. Dabei wird versucht, eine möglichst wissenschaftlich saubere Definition zu geben und somit klar herauszuarbeiten, was das Fundament dieser Arbeit darstellt. Trotzdem soll dieser Teil möglichst kompakt gehalten sein, um nicht unnötig vom eigentlichen Kern abzulenken. Für tiefer gehende Erläuterungen wird dafür an den entsprechenden Stellen auf weiterführende Literatur verwiesen.

2.1 Risiko und Risikoarten

2.1.1 Risiko

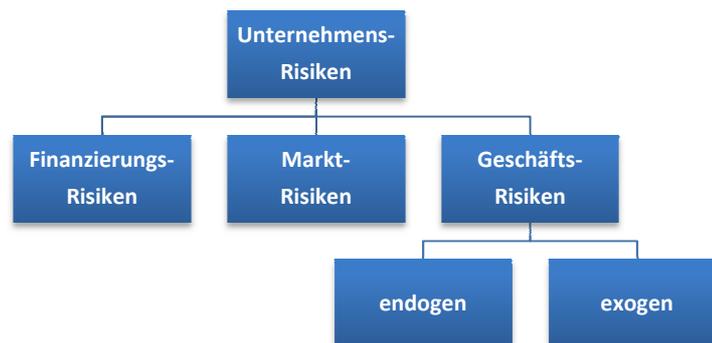
An allem Anfang steht dabei zunächst der Begriff des **Risikos**. In der (wirtschafts-)wissenschaftlichen Literatur existieren dazu eine Vielzahl von verschiedenen Begriffsbestimmungen. Hier soll unter Risiko der folgende Ansatz verstanden werden, der auch im allgemeinen Sprachgebrauch verwendet wird⁹: Danach versteht man unter Risiko, *die mit jeder wirtschaftlichen Tätigkeit verbundene Möglichkeit der negativen, d.h. nachteiligen Planabweichung und der damit verbundenen Verlustgefahr*. Weitere Begriffsbestimmungen finden sich z.B. in FARNY (1989, S. 17), LIEKWEG (2003, S. 59), KNIGHT (1971, S. 232), HARDAKER *et al.* (1997, S. 5), oder auch in der DIN-Norm 31000, sowie in OTT (2005, S. 9 ff.).

2.1.2 Risikoarten

Ähnlich wie sich für den Begriff des Risikos eine Vielzahl von Auffassungen finden lässt, existiert auch bei der Systematisierung der verschiedenen **Risikoarten** eine nicht geringe Anzahl von Ansätzen. Vgl. hier z.B. HOMELA (1952, S. 6), LEHRNER (2002, S. 97), HÖLSCHER (2000, S. 304), HARDAKER *et al.* (1997, S. 6), ROMEIKE (2005, S. 22). Hier soll eine Kategorisierung verwendet werden, wie sie auch in BERG *et al.*

⁹ Vgl. V. FÜRSTENWERTH&WEIß (2001, S. 534)

(2005, S. 163) und SCHMITZ (2007, S. 6) dargestellt wird, und die sich auf in der Landwirtschaft vorkommende Risikoquellen bezieht (s.h. Abbildung 2.1). Bei dieser unterscheidet man zwischen drei Kategorien von Risiken, den Marktrisiken sowie den Geschäftsrisiken und den Finanzierungsrisiken. Die Geschäftsrisiken lassen sich wiederum trennen in endogene und exogene Risiken.



Der Kategorie **Finanzierungsrisiken** sind die Finanzmarktrisiken wie z.B. das Zinsrisiko (Schwankungen von Zinsniveaus von Kredit- oder Guthabenzinsen) oder auch Aktien-, Immobilien- und Währungsrisiken und Liquiditätsrisiken, wie der Ausfall von Forderungen oder das Nichtnachkommen von Verbindlichkeiten, zugeordnet.

Unter **Marktrisiken** fallen unter anderem Risiken beeinflusst durch die Angebots- und Nachfragesituation für erzeugte Produkte, also beispielsweise Lebensmittelpreise, aber auch Aufwandskosten wie z.B. für Produktionsmittel oder Pacht.

Bei den **Geschäftsrisiken** wird wiederum unterschieden zwischen endogenen und exogenen Risiken. Zu den **endogenen Risiken** zählen z.B. technologische Risiken (technisches Versagen), Leistungsrisiken (Felderträge und tierische Leistungen, etwa beeinflusst durch Schädlinge oder Krankheitserreger), oder auch persönliche Risiken (Gesundheit, Leben, Arbeitskraft) und Managementrisiken (Missmanagement). Allen gemeinsam ist, dass sie vom Unternehmen selbst beeinflusst werden können.

Demgegenüber stehen die **exogenen Risiken**, die sich dem Einfluss des Unternehmens entziehen. Hier seien vor allem institutionelle Risiken genannt, wie sie in Folge von

Politikänderungen oder auch Rechtsänderungen auftreten können. Unter diesem Punkt finden sich aber hauptsächlich jene Art von Risiken, mit denen sich im Rahmen dieser Arbeit beschäftigt werden soll. Dies sind die natürlichen Risiken, auch Elementar-Risiken genannt, und hierunter speziell die *Wetterrisiken*.

2.1.2.1 Wetterrisiken

Auf die vorliegende Arbeit bezogen sollen Wetterrisiken - in Anlehnung an die oben gegebene allgemeine Risikodefinition – als Schwankungen einer oder mehrerer Wettervariablen¹⁰, die zu einer negativen Planabweichung eines landwirtschaftlichen Bodenerzeugungsbetriebes führen, angesehen werden¹¹. Wetterparameter können dabei, einzeln betrachtet, z.B. Temperatur oder Niederschlagsmengen sein oder auch als Kombination Einfluss auf das Ergebnis nehmen. Für eine weitere Systematisierung sei auf HÖLSCHER (2000, S. 300) hingewiesen.

Wetterrisiken äußern sich wiederum bei der landwirtschaftlichen Bodenerzeugung auf zweierlei Arten: Einmal *direkt* über Mengen- bzw. *Ertragsschwankungen* oder Qualitätseinbußen, daneben *indirekt* auch über Preis- bzw. *Erlösschwankungen*¹². Erlösschwankungen können dabei durch Schwankungen des Ertrages - beispielsweise eines regional begrenzt produzierten Anbauproduktes - ausgelöst werden und damit indirekt auch vom Wetter beeinflusst sein. Ebenso wie Wetterrisiken den Ertrag und somit den Erlös beeinflussen, können auch Qualitätseinbußen Preisschwankungen hervorrufen. Hier sei das von SCHMITZ (2007, S. 9) angeführte Beispiel genannt, bei dem auf Grund einer bestimmten ungünstigen Witterungslage verursachte Qualitätseinbußen von Braugerste dazu führen, dass diese nur zu einem geringeren Preis, nämlich als Futtergetreide, vermarktet werden kann. Als Gegenbeispiel lässt sich hingegen der Angebotsrückgang von Obst der Handelsklasse I nach schweren, großräumigen Hagelereignissen in großen Obstbaugebieten und die damit oft

¹⁰ Im Folgenden auch als Wetterparameter bezeichnet

¹¹ Vgl. SCHIRM (2001, S. 13)

¹² Vgl. MEYER (2002, S. 23)

verbundenen Preissteigerungen anführen¹³. Diese negative Ertrag/Preis-Korrelation und die damit einhergehende natürliche (Selbst-) Regulierung von Ertrag und Erlös bezeichnet man auch als *natural hedge*¹⁴.

Welche Auswirkungen und Eigenschaften einzelne Wetterrisiken in der landwirtschaftlichen Bodenproduktion haben können und welche Schadenpotenziale diese darstellen, wird nun im folgenden für einzelne Risiken steckbriefartig näher beleuchtet¹⁵.

2.1.2.1.1 Hagel

- Definition: Hagel ist ein fester Witterungsniederschlag in Form von Eiskörnern mit einem Durchmesser von mindestens 5 mm.
- Zeitachse der größten Gefährdung: April bis Oktober.
- Besonderheiten im Bezug auf andere Gefahren:
 - Hohe Variabilität der Intensität und Ausdehnung.
 - Hohes regionales Zerstörungspotenzial.
- Zweierlei Merkmale des Auftretens:
 - Regional begrenzt¹⁶.
 - Auftreten häufig als sog. Hagelzug.
- Direkte und indirekte Schädigungen¹⁷.

¹³ Vgl. LÖSCHE&WOLFF (2008)

¹⁴ Vgl. SAAK (2004, S. 1)

¹⁵ In Anlehnung an AHMGVB07 (2007) und MGVLUX 05 (2005)

¹⁶ Diese Eigenschaft findet besonderer Beachtung bei der regionalen Tarifierung in Kapitel 4.

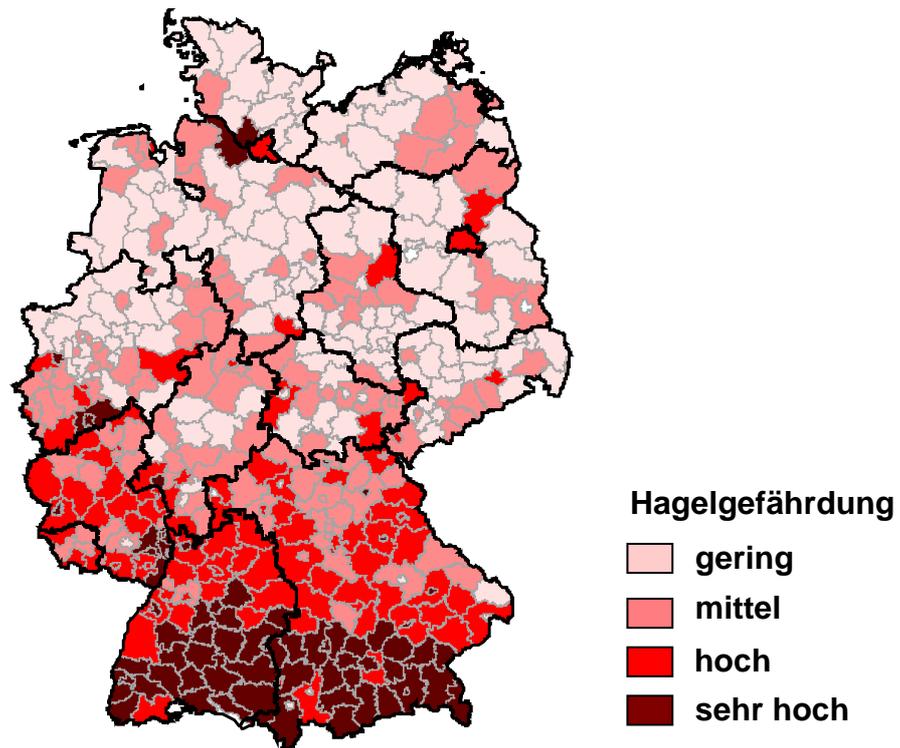
¹⁷ Schäden können bspw. im Raps auch durch auf Hagel folgenden Sturm verursacht werden

Abbildung 2.2: Hagelschäden an Mais (links) und Äpfeln (rechts)



Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007)

Abbildung 2.3: Karte der Hagelgefährdung in Deutschland



Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007)

2.1.2.1.2 Sturm und Starkregen

Sturm:

- Definition: Sturm ist eine wetterbedingte Luftbewegung von mindestens Windstärke 8 nach Beaufort (Windgeschwindigkeit mindestens 63 km/Stunde).
- Zeitachse der größten Gefährdung: April bis Oktober.
- Küstenregionen, besonders gefährdet¹⁸.
- In gewissen Maße vom Landwirt beeinflussbar¹⁹.

Starkregen:

- Definition: Starkregen ist ein wetterbedingter, kurzzeitiger, heftiger Regen mit entweder einem 15-Minuten-Mittelwert von mehr als 15 Liter pro Quadratmeter (15 mm) an dem betreffenden Tag oder mit einer Regenmenge von mehr als 50 Liter pro Quadratmeter (50 mm) an einem Tag.
- Zeitachse der größten Gefährdung: April bis Oktober.
- Abhängig von den Bodeneigenschaften und der Topographie.

Abbildung 2.4: Sturmschaden am Mais (l.) und Starkregenschaden an Kartoffeln (r.)

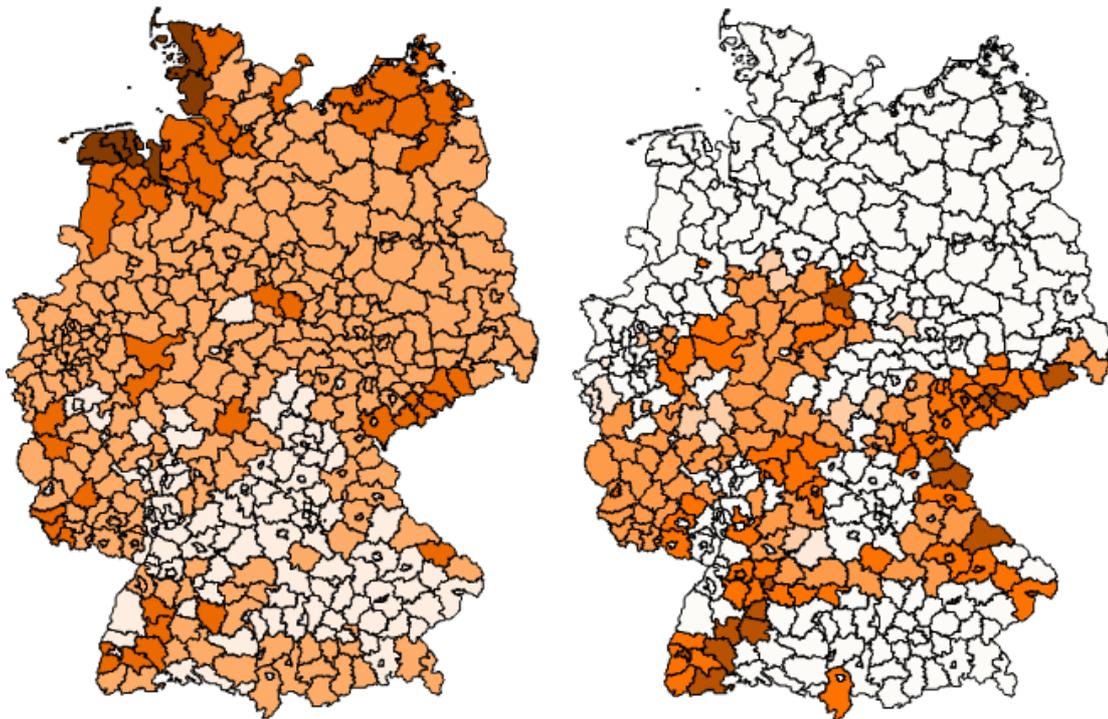


Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007)

¹⁸ Vgl. Abbildung 2.5

¹⁹ Bspw. durch die Wahl der Sorte oder die Intensität der Düngung. Problem des moralischen Risikos (vgl. 3.3.2.1.2)

Abbildung 2.5: Karte der Sturmgefährdung (l.) der Starkregengefährdung (r.)



Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007). Dunkel = hohe Gefährdung, Hell = geringe Gefährdung.

2.1.2.1.3 Überschwemmungen (Staunässe)

- Definition: Staunässe ist eine im Gebiet der Anbaufläche witterungsbedingte Wasseransammlung auf der Bodenoberfläche, hervorgerufen durch eine klimatische Wasserbilanz²⁰ von mindestens 80 mm innerhalb von 10 aufeinander folgenden Tagen.
- Zeitachse der größten Gefährdung: November bis April.
- Besonders gefährdete Regionen sind Hochwassergebiete in Flussnähe, bzw. Ausgleichspolder²¹.
- Großflächige Schadenpotenziale möglich²².

²⁰ Zur Definition der klimatischen Wasserbilanz vgl. den Exkurs am Ende von 3.3.1.2

²¹ Hochwassergebiete können zum Beispiel durch das sog. ZÜRS (vgl. 6.1) klassifiziert werden

²² Daraus resultiert ein hohes Kumulrisiko. Vgl. 3.3.2.2

Abbildung 2.6: Schäden an Kartoffeln durch Überschwemmung (l.) und Raps (r.)



Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007)

2.1.2.1.4 (Spät-) Frost

- Definition: Frost ist eine wetterbedingte Abkühlung der Lufttemperatur unter 0° C.
- Zeitachse der größten Gefährdung: Mai bis Juni.
- Teilweise regional sehr begrenzt in Senken²³.

Abbildung 2.7: Frostschäden an Mais



Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007)

²³ Dadurch Problem der Adversen Selektion. Vgl. 3.3.2.1.1. Weiterhin besteht ein moralisches Risiko, da dieses Risiko durch den Zeitpunkt der Aussaat vom Landwirt beeinflussbar ist.

2.1.2.1.5 Auswinterung

- Definition: Auswinterung ist die Schadeinwirkung von witterungsbedingtem Frost, insbesondere von Wechselfrösten²⁴, Kahlfrösten²⁵ und Starkfrösten²⁶ sowie Eis- und Schneedecken²⁷ auf überwinternde, noch nicht erntefähige Kulturpflanzen.
- Zeitachse der größten Gefährdung: November bis März.
- Großflächige Ereignisse möglich.
- Schadenhöhe vom Landwirt durch Aussaatzeitpunkt, Bestandsführung im Herbst und Sortenwahl beeinflussbar.

Abbildung 2.8: Auswinterungsschaden an Getreide und Gefährdungskarte



Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007). Dunkel = hohe Gefährdung, Hell = geringe Gefährdung.

²⁴ Hohe Frosttemperaturen über Nacht und Temperaturen von deutlich mehr als 0 Grad tagsüber führen dazu, dass sich der Boden nachts unter Frosteinwirkung hebt und tagsüber durch Auftauen wieder senkt. Durch das Heben und Senken des Bodens reißen die Pflanzenwurzeln ab.

²⁵ Bei gefrorenem Boden, hoher Sonneneinstrahlung und austrocknenden Ostwinden beginnt die Pflanze Wasser abzugeben, kann jedoch kein Wasser dem gefrorenem Boden entziehen. Dadurch vertrocknet die Pflanze.

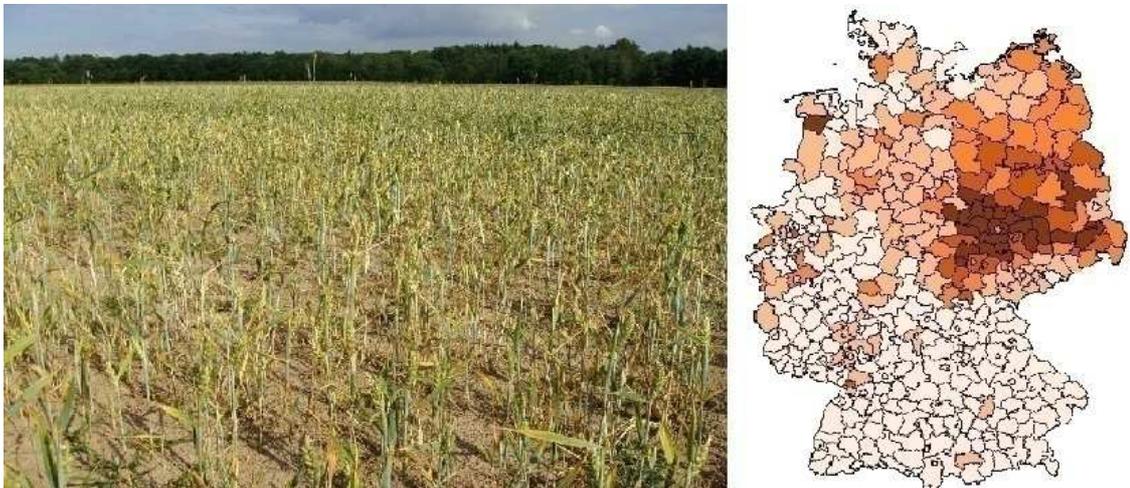
²⁶ Bei starken Frösten kommt es zu unmittelbaren Erfrierungen an der Pflanze, wobei die Pflanzenzellen durch unmittelbare Frosteinwirkung aufplatzen.

²⁷ Bei starker, verharschter Schneedecke und üppiger Herbstentwicklung der Pflanze kann die Winterung durch Sauerstoffmangel und Kohlendioxidanhäufung ersticken.

2.1.2.1.6 Trockenheit

- Definition: Trockenheit ist eine im Gebiet der Anbaufläche zwischen dem 1. April und dem 31. August des Erntejahres eintretende, ununterbrochen über einen Zeitraum von mindestens 30 Tagen andauernde, witterungsbedingte Niederschlagsarmut mit einer Niederschlagsmenge von weniger als 1 Liter pro Quadratmeter (1 mm) am Tag oder ein im gleichen Gebiet und Zeitraum eintretender Niederschlagsmangel, hervorgerufen durch eine klimatische Wasserbilanz von weniger als Minus 100 mm innerhalb von 30 aufeinander folgenden Tagen.
- Extreme Schadenpotenziale durch herausgehobenes Kumulrisiko²⁸.
- Stark abhängig von standortspezifischen Bodeneigenschaften.
- Zunahme in Folge des Klimawandels zu erwarten²⁹.
- Schwierige Schadenregulierung³⁰.

Abbildung 2.9: Dürreschaden an Getreide und Gefährdungskarte



Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007). Dunkel = hohe Gefährdung, Hell = geringe Gefährdung.

²⁸ Vgl. Tabelle 2.1

²⁹ Vgl. Exkurs zum Klimawandel in Abschnitt 3.3.1.2

³⁰ Dadurch sehr hohes moralisches Risiko und administrative Probleme (vgl. 3.3.2.2)

2.1.2.1.7 Sonstiges

- Auswuchs³¹, Feuer, Erdbeben, Schneedruck, etc.
- Schädlingskrankheiten verursacht oder begünstigt durch bestimmte Wetterlagen und weitere Krankheitsbilder, wie bspw. die Kartoffelringfäule.

Abbildung 2.10: Auswuchs an Getreide (links) und Kartoffelringfäule (rechts)



Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (D) (2007)

2.1.2.2 Übersicht Wetterrisiken

Zusammengefasst lassen sich die Schadenpotenziale der Jahre 1991 bis 2007 nochmals aus Tabelle 2.1 ablesen. Für das Risiko Hagel resultieren die Zahlen aus der Hagelstatistik des GDV³². Es handelt sich also um Schäden, die unter Versicherungsschutz standen. Alle anderen Gefahren, bei denen es sich um (meist) unversicherte Risiken handelt, beruhen auf Schätzungen bzw. Hochrechnungen. Erfasst sind für diese Gefahren hier denn auch nur extreme Großschadenereignisse.

³¹ Auswuchs ist die Schadeinwirkung von witterungsbedingter Nässe auf vollreifes Getreide als Folge von witterungsbedingten Erntehindernissen. Auswuchs im Sinne dieser Definition ist die sichtbare Kornanomalie (offener Auswuchs) im stehenden Bestand, die dadurch entsteht, dass das Erntegut infolge feuchtwarmer Witterung keimt. Witterungsbedingte Erntehindernisse im Sinne dieser Definition sind die Nichtbeerntbarkeit der Anbaufläche mit Erntemaschinen.

³² Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft

Tabelle 2.1: Darstellung der Schadenpotenziale (in Mio. Euro) einzelner Wetterrisiken.

Risiko \ Jahr	Hagel	Sturm	Starkregen	Hochwasser	Frost	Auswinterung	Trockenheit	Summe
1991	66,4				17,6			84,0
1992	132,2						1.750,0	1.882,2
1993	209,0						600,0	809,0
1994	118,0							118,0
1995	92,9							92,9
1996	95,1					50,0	150,0	295,1
1997	61,1			15,5				76,6
1998	66,5		30,0					96,5
1999	87,2			25,0				112,2
2000	128,0						326,0	454,0
2001	79,9							79,9
2002	119,4		570,0	200,0	12,0			901,4
2003	95,0					65,0	1.300,0	1.460,0
2004	112,3							112,3
2005	84,8				70,0			154,8
2006	68,5						600,0	668,5
2007	95,1	40,0	70,0				450,0	655,1
Summe	1.711,4	40,0	670,0	240,5	99,6	205,0	5.176,0	8.052,5
Durchschn. pro Jahr	100,7	2,4	39,4	14,1	5,9	12,1	304,5	473,7

Quelle: VEREINGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (II) (2009), TECHNISCHE ZIFFERN DER HAGELVERSICHERUNG (2010)

Insgesamt ergibt sich für das Risiko Trockenheit ein auf die Periode von 1991 bis 2007 betrachtetes durchschnittliches Schadenpotenzial von rund 305 Mio. Euro pro Jahr. Mit weitem Abstand, nämlich rund einem Drittel hiervon, folgt erst die Gefahr Hagel. Die anderen Wetterrisiken folgen mit weit geringeren Schadenpotenzialen von ca. 2 bis 40 Mio. Euro jährlich.

Diese erste grobe Übersicht gibt schon einen ersten Eindruck, welche unterschiedliche Gewichtung die einzelnen Gefahren bei einer Mehrgefahrenversicherung in Deutschland einnehmen würden. Besonders hervorzuheben sind dabei die durch Trockenheit verursachten Ertragsausfälle der Jahre 1992 und 2003 mit jeweils weit über einer Mrd. Euro. Vergleicht man in dem betrachteten Beobachtungszeitraum das schadenträchtigste Hageljahr 1993 mit den Trockenheitsschäden aus 1992, so ergibt sich

ein Verhältnis von fast 9:1. Das macht deutlich, welches erhebliche Kumulpotenzial eine Versicherung gegen Trockenheit beinhaltet³³. Weiterhin ist zu beachten, dass in der Hagelversicherung im extremen Jahr 1993 etwa 87.000 Schäden reguliert werden mussten³⁴. Auch hier muss bei einer Trockenheitsversicherung eine ordnungsgemäße und trotzdem effiziente, d.h. bezahlbare Schadenregulierung für solch katastrophenartige Jahre gewährleistet sein³⁵.

Abschließend sind in Tabelle 2.2 noch einmal wichtige Eigenschaften für jedes Wetterrisiko zusammengefasst. Diese werden insbesondere bei der Analyse der Versicherungskonzepte in Kapitel 3. eine große Rolle spielen.

Tabelle 2.2: Eigenschaften Wetterrisiken

	Hagel	Sturm	Starkregen	Hochwasser	Frost	Auswinterung	Trockenheit
Beeinflussbar durch VN ³⁶	0	+	-	-/++	++	+	+
Antiselektion ³⁷	-	-	-	-/++	++	-	++
Kumulrisiko ³⁸	+	-	-	+	-	+	++

Quelle: Eigene Darstellung. 0 nicht vorhanden, - gering, + mittel, ++ hoch

2.2 Risikomanagement

Nachdem der Begriff des Risikos definiert und im Sinne dieser Arbeit eingegrenzt wurde, gilt es nun zu klären, wie mit Risiken umgegangen werden kann. Dies führt zum Begriff des *Risikomanagements*. Wie bei der Definition von Risiko existieren in der Literatur auch hierfür eine Vielzahl von Begriffsumschreibungen. Hier sei nur auf HERTEL (1991, S. 19), bzw. BURIAN (1990, S. 45) und NOELL&PETERSEN (1996,

³³ Vgl. 3.3.2.2 und Tabelle 3.3

³⁴ Vgl. Tabelle 8.1

³⁵ Vgl. 3.3.2.2 und 3.5.2

³⁶ VN = Versicherungsnehmer. Dadurch Probleme des moralischen Risikos (vgl. 3.3.2.1.2)

³⁷ Zur Definition von Antiselektion vgl. 3.3.2.1.1

³⁸ Vgl. 3.3.2.2

S. 31) beispielhaft verwiesen. Für diese Arbeit soll zunächst wieder ganz allgemein unter Risikomanagement *der bewusste und planvolle Umgang mit Risiken* verstanden werden. Dabei gilt es hervorzuheben, dass es im Sinne eines ganzheitlichen betrieblichen Risikomanagements nicht sinnvoll ist, Einzelrisiken zu betrachten und diese zu begrenzen oder sogar zu vermeiden. Zum einen entstehen dadurch oftmals Kosten wie zum Beispiel durch Abschluss einer Versicherung. Weiterhin kann es manchmal mit Blick auf eine angemessene Gewinnoptimierung nötig sein, bestimmte Risiken bewusst einzugehen. Zudem sind bei einer Einzelrisikobetrachtung keine Diversifikationseffekte berücksichtigt, die dazu führen, dass das Gesamtrisiko eines Betriebes immer kleiner ist als die Addition der betrieblichen Einzelrisiken. So könnte ein solch univariater Ansatz sogar dazu führen, dass das gesamtbetriebliche Risiko am Ende steigt³⁹. Ziel ist es vielmehr, Risikomanagement⁴⁰ als Gesamtprozess, bestehend aus mehreren Einzelprozessen, zu verstehen, der die Handhabung und den Umgang mit Einzelrisiken systematisiert und im Hinblick auf die Optimierung des Verhältnisses zwischen Risiko und Gewinnerwartung Hilfestellung leistet. In diesem Sinne ist Risikomanagement sogar Kernbestandteil unternehmerischen Handels und damit ein wesentlicher Erfolgsfaktor⁴⁰. Der Gesamtprozess des Risikomanagements, wie er hier verstanden werden soll, lässt sich in verschiedene Einzelprozesse zerlegen, die ineinander übergreifen. Dieser **Risikomanagementprozess** wird oftmals wie in Abbildung 2.11 dargestellt. Er besteht aus den vier Phasen Risikoidentifikation, Risikoanalyse, Risikosteuerung und Risikokontrolle.

Abbildung 2.11: Risikomanagementprozess



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an WOLKE (2007, S. 4)

³⁹ Vgl. SCHMITZ (2007, S. 11)

⁴⁰ Vgl. PFENNIG (2000, S. 1296)

2.2.1 Risikoidentifikation

Die Phase der *Risikoidentifikation* steht dabei am Anfang des Gesamtprozesses. Auf ihr bauen alle anderen Teilprozesse auf. Das lässt ihr eine besondere Bedeutung zukommen, denn eine nur ungenügende Erfassung aller für den Gesamtbetrieb relevanten Risiken unterterminiert alle nachfolgenden Schritte. Trotzdem ist eine allumfassende Risikoidentifikation meist von einigen Schwierigkeiten begleitet und somit häufig nur schwer möglich. Hauptsächlich ist der Umstand zu erwähnen, dass es sich hierbei um einen oftmals sehr stark von subjektiven Wahrnehmungen beeinflussten Prozess handelt⁴¹. Man kann aber unterstellen, dass für die für diese Arbeit relevanten Risiken, nämlich die Wetterrisiken, hingegen eine ausgeprägte Wahrnehmung in den landwirtschaftlichen Betrieben vorliegt⁴².

2.2.2 Risikoanalyse

Der nächste Schritt im Anschluss an die Risikoerfassung stellt die Quantifizierung der identifizierten Risiken mittels der *Risikoanalyse* dar. Diese lässt sich wiederum in drei Teilaufgaben unterteilen. Zum einen ist jedem identifiziertem Risiko eine Eintrittswahrscheinlichkeit zuzuordnen. Dies kann z.B. über historische Aufzeichnungen der *Häufigkeiten* der Realisationen dieses Risikos geschehen. Als nächstes ist jedem Einzelrisiko eine Wahrscheinlichkeit für die *Höhe* des zu erwarteten Schadens zuzuweisen. Auch hierfür können statistische Aufzeichnungen hilfreich sein, ebenso wie für einen weiteren Punkt der Risikoanalyse, nämlich der Beurteilung, welchen Einfluss die *Diversifikationseffekte* der Einzelrisiken aufweisen. Als sinnvolles quantitatives Instrument der Risikoanalyse sei an dieser Stelle das Verfahren der Monte-Carlo-Simulation genannt. Mit ihrer Hilfe lässt sich das Gesamtrisiko eines Betriebes, auch für komplex zusammenhängende Einzelrisiken, für verschiedene gewünschte Sicherheitsniveaus quantifizieren⁴³.

⁴¹ Vgl. SCHMITZ (2007, S. 12)

⁴² Vgl. HEYLAND (1996, S. 128)

⁴³ In Kapitel 5.3.2 wird kurz auf dieses Verfahren eingegangen

2.2.3 Risikosteuerung

Bei **Risikosteuerung** lässt sich grundsätzlich wiederum zwischen zwei Handlungsalternativen unterscheiden⁴⁴: Einer aktiven und einer passiven Risikobewältigung.

Bei der **aktiven Risikosteuerung** wird dabei direkt Einfluss auf die Eintrittswahrscheinlichkeit und/oder das zu erwartende Schadenpotenzial genommen. Hierfür sind drei Arten von Instrumenten zu unterscheiden: Instrumente, die auf die generelle Risikovermeidung abzielen; Maßnahmen, die wenigstens zur Risikoverminderung geeignet sind; und Handlungen, die zur Risikodiversifikation beitragen.

Beispiele für **Risikovermeidung** wären die komplette Einstellung eines bestimmten Produktionsverfahrens oder der Verzicht des Anbaus bestimmter Bodenerzeugnisse. Diese Art der aktiven Risikosteuerung stellt somit die konsequenteste Form möglicher Handlungsalternativen dar und sollte wie schon oben erwähnt nur als Ultima Ratio in Betracht gezogen werden, da man sich auf diese Weise auch der Chancen seines wirtschaftlichen Handels beraubt.

Die **Risikoverminderung** sorgt im Gegensatz zur Risikovermeidung dafür, dass bestehende Risiken auf ein vom Unternehmen tragbares Restrisiko reduziert werden. Dies kann beispielsweise durch den gezielten Anbau bestimmter Sorten geschehen oder sich in der Durchführung verschiedener Präventionsmaßnahmen wie der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zur Vermeidung von Schädlingskrankheiten äußern.

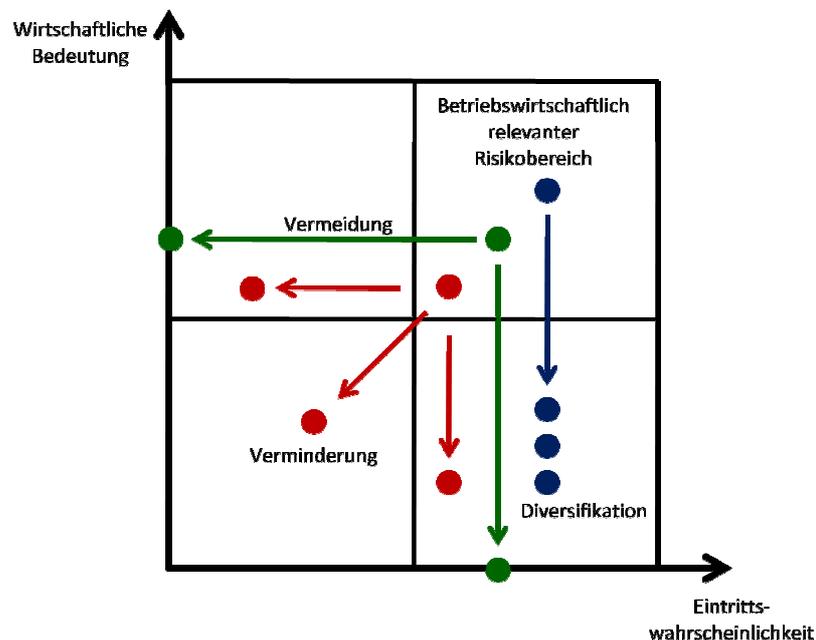
Als dritter Punkt der aktiven Risikosteuerung kommt die **Risikodiversifikation** in Betracht. Hier seien einerseits die innerbetrieblichen Möglichkeiten einer Streuung von Risiken genannt. Dazu zählen räumliche und objektbezogene Maßnahmen wie ein bewusst regional breiter gestreuter Anbau bzw. eine weitgefächerte Fruchtfolge.

⁴⁴ SCHMITZ (2007, S. 15) führt an dieser Stelle noch eine dritte Alternative, nämlich das „Nichtstun“ ein.

Weiterhin stellt auch ein überbetrieblicher Zusammenschluss mehrerer Betriebe einen Ansatz der Risikodiversifizierung dar.

Eine graphische Veranschaulichung der Wirkungsweise dieser drei Arten von Instrumenten zur aktiven Risikobewältigung findet sich in Anlehnung an HÖLSCHER (2000, S. 327) und SCHMITZ (2007, S. 16) in Abbildung 2.12.

Abbildung 2.12: Instrumente der Risikobewältigung



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an HÖLSCHER (2000, S. 327)

Neben diesen aktiven Maßnahmen der Risikosteuerung unterscheidet man bei der *passiven Risikobewältigung*, die manchmal auch als Risikofinanzierung bezeichnet wird⁴⁵, zwischen Risikotransfer und Risikoübernahme⁴⁶. Allen Maßnahmen gemeinsam ist, dass sie nicht auf die Eintrittswahrscheinlichkeit oder die mögliche Tragweite einer Realisation eines Risikos direkt Einfluss nehmen, sondern dass sie die daraus entstehenden (finanziellen) Folgen vermeiden oder begrenzen.

⁴⁵ Vgl. EBNETH (2003, S. 19) oder HÖLSCHER (2000, S. 320)

⁴⁶ SCHMITZ (2007, S. 17) führt als weiteren Punkt die Risikostreuung an, die wir hier aber der Risikodiversifikation unter den aktiven Maßnahmen zuordnen wollen.

Die zu den Instrumenten des *Risikotransfers* gehörenden Handlungsalternativen stellen bei der Risikosteuerung die wohl am weitesteten verbreiteten Maßnahmen dar. Hierunter sind insbesondere die in der vorliegenden Arbeit zu untersuchenden *Versicherungslösungen* zu nennen. Die auf die Wetterrisiken bezogenen Versicherungsarten werden in Kapitel 3 zu diesem Zweck genauer beleuchtet und systematisiert. Allen ist jedoch gemeinsam, dass der Versicherungsnehmer *unregelmäßige* Zahlungen von zu erwartenden Schäden an einen Versicherer gegen Zahlung einer *regelmäßigen* Prämie überträgt. Versicherungslösungen werden allerdings nur dort angeboten, wo ein zu versicherndes Risiko auch im Bereich des Versicherbaren liegt, so dass das Hauptprinzip der Versicherungswirtschaft, der *Ausgleich im Kollektiv* (Vgl. Kapitel 3.3.2.2), zum Tragen kommen kann. Dies bedingt unter anderem, dass Risiken entweder nicht zu häufig auftreten oder keine großen Korrelationen mit anderen Risiken aufweisen, so dass das Kumulrisiko von Seiten des Versicherers tragbar ist. Was genau unter dem Versicherbarkeitsbereich verstanden werden soll, wird ebenfalls in Kapitel 3 ausführlich geklärt werden. Für Risiken, für die auf Grund des eben erwähnten kein Angebot einer Versicherung zu Verfügung steht, existieren oftmals Instrumente des Kapital- und Finanzmarktes. Hier seien beispielhaft Zins- oder Wechselkursrisiken genannt. Daneben lassen sich auch Preisrisiken über Warenterminbörsen wie an der MATIF in Frankreich oder der LIFFE in England abdecken⁴⁷. Einen Überblick über diese nicht weiter untersuchten Hedging-Instrumente findet man zum Beispiel in AHNER (2001, S. 2) oder BMVEL (2001, S. 1).

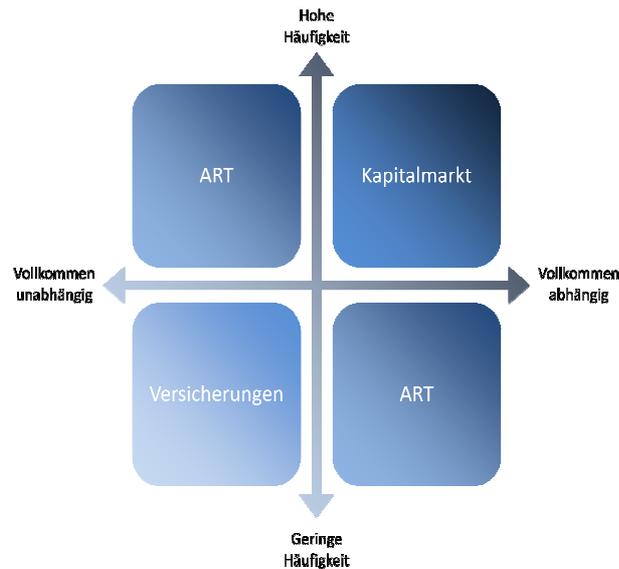
Daneben sei noch erwähnt, dass seit einigen Jahren sog. Alternative-Risiko-Transfer-Produkte (ART), neben den traditionellen Produkten aus den beiden Bereichen Versicherungs- und Kapitalmarkt, als hybride Lösungen angeboten werden⁴⁸. So lassen sich auch die in Kapitel 3 beschriebenen Wetterderivate darunter einordnen. Ziel solcher Produkte ist es einerseits, den Bereich versicherbarer Risiken durch Absicherungen auf dem Kapitalmarkt zu vergrößern, und andererseits die Effizienz des Risikotransfers

⁴⁷ Die deutsche WTB in Hannover und spätere RMX (Risk Management Exchange) stellte im August 2009 ihren Betrieb ein. Teilweise wird der Handel über die EUREX in Frankfurt a.M. weitergeführt.

⁴⁸ Vgl. RÜCKER (2000, S. 367)

klassischer Versicherungslösungen durch typische Finanzmarktinstrumente wie des Derivategeschäftes zu erhöhen. Einen Überblick der Aufteilung zwischen Risiken, die von der Versicherungsbranche und andererseits dem Kapitalmarkt abgesichert werden, gibt dazu die Abbildung 2.13.

Abbildung 2.13: Aufteilung Versicherungen und Kapitalmarkt



Quelle: Eigene Darstellung

In diesem Zusammenhang sei hier schon auf Kapitel 3.4.2 hingewiesen, in dem mögliche Grenzen für Kombiprodukte aus Sicht der Versicherungswirtschaft geschildert werden.

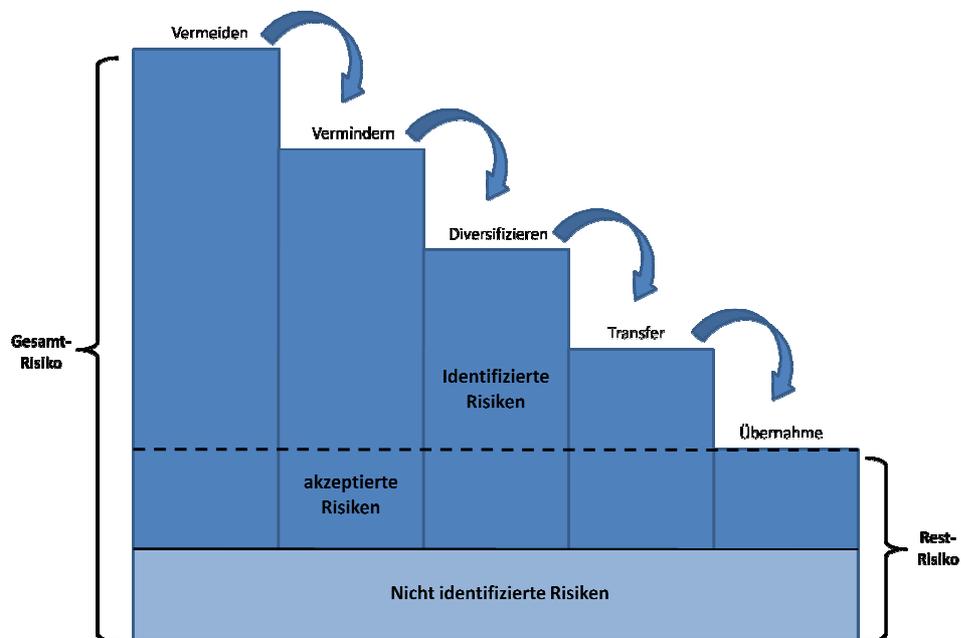
Schließlich stellt auch die bewusste *Risikoübernahme* eine mögliche Strategie für landwirtschaftliche Betriebe dar. Stehen den eingegangenen Risiken entsprechende Chancen gegenüber, und stünde zum Beispiel ein Risikotransfer in Form einer Versicherungslösung in keinem finanziellen Verhältnis zu einem möglichen Gewinn, so kann diese Handlungsalternative durchaus sinnvoll sein. Allerdings sollten Betriebe für evtl. auftretende Schäden Rücklagen bilden⁴⁹. Hier sind die in der aktuellen Diskussion

⁴⁹ Vgl. HOFFMANN (1985, S. 26)

aufgestellten Forderungen des Deutschen Bauernverbandes zu erwähnen, nach denen solche für Zwecke des betrieblichen Risikomanagement gebildeten Rücklagen als steuerfreie Rückstellungen in der Bilanz ausgewiesen werden sollen DBV (2009).

Insgesamt besteht der Prozess der Risikosteuerung also aus einer Vielzahl von verschiedenen Möglichkeiten, identifizierten Risiken zu begegnen. Diese sind auch immer unter dem Gesichtspunkt der Kombination unterschiedlicher Maßnahmen miteinander zu sehen. Zusammengefasst lässt sich dieser Prozess mit seinen verschiedenen Handlungsalternativen noch einmal wie in Abbildung 2.14 darstellen.

Abbildung 2.14: Prozess Risikosteuerung



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ROMEIKE (2005, S. 45)

Alles in allem muss der Prozess der Risikosteuerung immer in engem Zusammenhang mit der vorgeschalteten Risikoanalyse gesehen werden. So handelt es sich tatsächlich bei diesen beiden Teilprozessen auch in der Praxis nicht um strikt hintereinander abfolgende Prozessschritte, sondern vielmehr um Teilprozesse, die in ständig wechselseitiger Beziehung zueinander stehen. Dabei spielen die verschiedenen Methoden zur Beurteilung von Risiken einerseits und der zu deren Begrenzung getroffenen Maßnahmen andererseits eine zentrale Rolle innerhalb des betrieblichen Risikomanagements. Diese Methoden führen zu den *Entscheidungsregeln* bei

unsicheren Erwartungen oder allgemeiner zur *Entscheidungstheorie*⁵⁰. Im anschließenden Kapitel wird diese gesondert betrachtet. Abschließend allerdings zunächst noch einige Anmerkungen zur letzten Phase im Risikomanagementprozess, der Risikokontrolle.

2.2.4 Risikokontrolle

Die *Risikokontrolle* als Kontrollphase des Risikomanagementprozesses hat dabei das Ziel, mittels Soll/Ist-Vergleiche die in der Steuerungsphase ergriffenen Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit hin zu überprüfen. Dabei sind bezogen auf die hier betrachteten Wetterrisiken insbesondere mögliche klimatische Trends oder auch Extremereignisse zu beobachten⁵¹. Da eine wirkungsvolle Kontrolle wiederum das Erkennen bzw. Identifizieren von Risiken voraussetzt, wird der Risikomanagementprozess auch oft als ständiger Kreislaufprozess dargestellt RISKNET (2009).

2.3 Entscheidungstheorie und Entscheidungsregeln

Die *Entscheidungstheorie* bildet die Grundlage zur Beurteilung von Risiken im Sinne des oben dargestellten Risikomanagementprozesses. Sie geht auf die Arbeiten von Bernoulli (1738) sowie von Neumann und Morgenstern (1947) zurück. Ziel ist es, den Entscheider unter gewissen Annahmen in die Lage zu versetzen, eine optimale Entscheidung zu treffen. Dafür ist es zweckmäßig, die Vorgänge bei einem Entscheidungsproblem zunächst einmal zu systematisieren. Im folgenden wird dies für den speziellen Fall einer Entscheidung über den Abschluss einer Versicherung getan. Dieser Vorgang weist dabei allgemein folgende Komponenten auf⁵²:

⁵⁰ Vgl. BRANDES&ODENING (1992, S. 181)

⁵¹ Vgl. SCHMITZ (2007, S. 19)

⁵² BRANDES&ODENING (1992, S. 192)

- *Handlungsalternativen:*
Dem Entscheider (Versicherungsnehmer) stehen verschiedene Alternativen (Versicherungsverträge) a_1, \dots, a_I zur Verfügung, zwischen denen er sich entscheiden muss (a_1 = nicht versichern).
- *Umweltzustände:*
Dies sind die Ereignismöglichkeiten (Schäden) s_1, \dots, s_J , die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen (s_1 = kein Schaden).
- *Wahrscheinlichkeiten von Umweltzuständen:*
Subjektive Wahrscheinlichkeiten p_1, \dots, p_J nach Einschätzung des Entscheiders für die Realisation des entsprechenden Umweltzustandes (des Schadens)⁵³.
- *Handlungsfolgen:*
Aus dem Zusammentreffen einer Handlungsalternative (eines Vertrages) a_i ($i = 1, \dots, I$) mit einem möglichen (Schaden-) Ereignis s_j ($j = 1, \dots, J$) folgt jeweils ein bestimmtes Ergebnis $E_{ij} = w - s_j - b_i + x_{ij}$, wobei:
 w = Anfangsvermögen
 b_i = für den Vertrag a_i zu zahlende Prämie
 x_{ij} = Schadenauszahlung bei bestehen des Vertrages a_i und Eintritt des Schadens s_j .
- *Bewertungsfunktion*
Mit Hilfe einer Bewertungsfunktion $\varphi(a_i)$ schließlich kann der Entscheider die verschiedenen Handlungsalternativen a_i nach den ihm eigenen Maßstäben bewerten. Diese Präferenzfunktion spielt insbesondere in der weiter unten

⁵³ Wie in BRANDES&ODENING (1992) keine Unterscheidung zwischen Risiko und Unsicherheit

eingeführten Erwartungsnutzentheorie eine zentrale Rolle. Ihr Verlauf gibt auch Aufschluss über die Risikoeinstellung des Versicherungsnehmers⁵⁴.

Die aus diesen beschriebenen Elementen bestehende Entscheidungssituation lässt sich anschaulich in einer sog. *Entscheidungsmatrix* (des Versicherungsnehmers) darstellen:

Tabelle 2.3: Entscheidungsmatrix

	s_1	s_2	...	s_J
	p_1	p_2	...	p_J
a_1	w	$w - s_2$...	$w - s_J$
a_2	$w - b_2$	$w - s_2 - b_2 + x_{22}$...	$w - s_J - b_2 + x_{2J}$
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
a_I	$w - b_I$	$w - s_2 - b_I + x_{I2}$...	$w - s_J - b_I + x_{IJ}$

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an KARTEN (1993)

Aufbauend auf dem oben dargestellten Entscheidungsproblem gilt es nun Entscheidungsregeln festzulegen, nach welchen Kriterien eine aus Sicht des Entscheiders optimale Entscheidung zu treffen ist. Für diese Variante nimmt also die Bewertungsfunktion den größten Wert an. Es gilt dann für die optimale Entscheidung $a^* \in \{a_1, \dots, a_I\}$:

$$\varphi(a^*) \geq \varphi(a_i) \text{ für } i = 1, \dots, I$$

In den folgenden Kapiteln werden nun zwei verschiedene Entscheidungsregeln, zusammen mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen, kurz vorgestellt.

2.3.1 Erwartungswert-Kriterium

Dies ist die wohl am häufigsten verwendete und intuitiv anschaulichste Entscheidungsregel. Beim Erwartungswert-Kriterium wählt der Entscheider diejenige

⁵⁴ Zur Risikoeinstellung vgl. 2.3.2

Alternative aus, für die der Erwartungswert der entsprechenden Ergebnisse am größten ausfällt, es also gilt:

$$\max_{1 \leq i \leq I} \varphi(a_i) := \sum_{j=1}^J p_j E_{ij} = \sum_{j=1}^J p_j [w - s_j - b_i + x_{ij}] \quad (2.1)$$

Im vorliegenden Fall müsste der Versicherte also lediglich für alle ihm zur Verfügung stehenden Versicherungsverträge die Erwartungswerte (der Einfachheit halber wären ihm die Eintrittswahrscheinlichkeiten bekannt) der entsprechenden Ergebnisse bestimmen und den Vertrag mit dem größten Erwartungswert abschließen. Auch wenn dieses Entscheidungskriterium also von sehr einfacher Gestalt ist, so lassen sich manche Situationen nicht mit dessen Hilfe erklären. Als Beispiel sei das sog. „St. Petersburger Paradoxon“ genannt⁵⁵.

Es soll nun untersucht werden, ob dieses Kriterium im folgenden dargestellten Fall als Entscheidungsregel herangezogen werden kann. Dazu werden die zwei Fälle „Abschluss“ ($i=2$) oder „kein Abschluss“ ($i=1$) eines Vertrages betrachtet:

Zunächst gilt für die Prämie des Vertrages a_2 :

$$b_2 = k + pr_2$$

wobei pr_i die faire Prämie⁵⁶ und $k > 0$ ein (Kosten-) zuschlag des Versicherers ist, es also gilt:

$$pr_2 = \sum_{j=1}^J p_j x_{2j}$$

⁵⁵ Es wird das folgende Glücksspiel angenommen: Eine „faire“ Münze wird so lange geworfen bis zum ersten Mal „Kopf“ fällt. Der Gewinn errechnet sich nach „2 potenziert mit der Anzahl der benötigten Würfe“. Es folgt, dass ein Spieler, der sich nach dem Erwartungswert-Kriterium richtet, sein gesamtes Vermögen einsetzen würde, da der Erwartungswert der Auszahlung gleich unendlich ist. Vgl. BRANDES&ODENING (1992, S. 196).

⁵⁶ Auch Nettorisikoprämie. Vgl. Kapitel 4.2

Dann folgt aus 2.1 für die Variante ohne Vertrag:

$$\varphi(a_1) = w - \sum_{j=1}^J p_j s_j$$

und für die Situation bei Abschluss eines Vertrages:

$$\varphi(a_2) = w - b_2 - \sum_{j=1}^J p_j s_j + \sum_{j=1}^J p_j x_{2j} = w - k - \sum_{j=1}^J p_j x_{2j} - \sum_{j=1}^J p_j s_j + \sum_{j=1}^J p_j x_{2j}$$

also

$$\varphi(a_2) = w - k - \sum_{j=1}^J p_j s_j$$

Also insgesamt: $\varphi(a_1) > \varphi(a_2)$

Fazit: Nach diesem Kriterium als Entscheidungshilfe müsste ein Entscheider sich also immer gegen die Versicherungslösung entscheiden!

Diese Schwäche des Erwartungswert-Kriteriums, gerade in Bezug auf die Beurteilung von Versicherungslösungen, hat unter anderem zweierlei Gründe: Zum einen werden bei dieser Entscheidungsregel nur die Erwartungswerte und nicht die Schwankungen der Ergebnisse berücksichtigt. Zum anderem neigen Entscheider dazu, die Zahlung eines Kostenzuschlages zu akzeptieren, um genau diese Schwankungen an einen Versicherer zu übertragen⁵⁷. Diese Umstände führen zur Theorie des Erwartungsnutzens.

2.3.2 Das Prinzip des Erwartungsnutzens

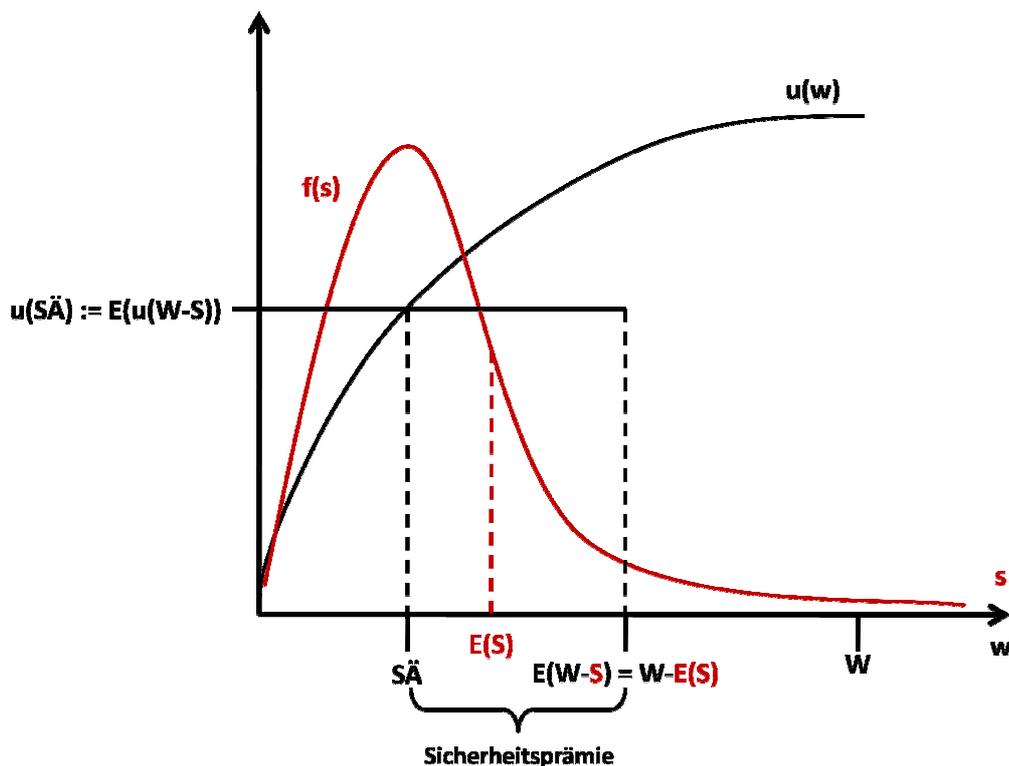
Es wurde eben gezeigt, dass für den Abschluss einer Versicherung die Höhe des erwarteten Schadens nicht die ausschlaggebende Größe aus Sicht eines Entscheiders

⁵⁷ Vgl. BERG (2002, S. 111)

darstellt. In diesem Kontext ist vielmehr entsprechend dem Bernoulli-Prinzip (auch von Neumann-Morgenstern-Prinzip) der sog. **Erwartungsnutzen** der entscheidende Faktor. Zu dessen Ermittlung ist zunächst die Nutzenfunktion u des Versicherungsnehmers zu bestimmen. Mittels dieser wird jedem Vermögen w ein Nutzenwert $u(w)$ zugeordnet. Dabei spiegelt sich die sog. **Risikoeinstellung** des Entscheiders im Verlauf dieser Nutzenfunktion wieder. Eine konkave Funktion spricht für ein risikoaverses Verhalten, während ein konvexer Verlauf für Risikofreude steht. Ein linearer Verlauf entspricht einem risikoneutralen Verhalten.

Sei nun S eine stetige Zufallsvariable (hier z.B. mögliche Ernteschäden durch ein Wetterrisiko) mit der Dichte $f(s)$ und sei W das (Anfangs-) Vermögen eines Landwirts.

Abbildung 2.15: Erwartungsnutzen



Quelle: Eigene Darstellung

Dann gilt wie oben zunächst einmal für den Erwartungswert des Endvermögens ohne Versicherungsvertrag⁵⁸:

$$E(W - S) = \int_0^W [W - s \cdot f(s)] ds$$

Weiterhin ergibt sich für den erwarteten Nutzen oder Erwartungsnutzen aus dieser Alternative:

$$E(u(W - S)) = \int_0^W [u(W - s)] \cdot f(s) ds$$

Dasjenige Vermögen $S\ddot{A}$, welches denselben Nutzen stiftet, wie dieser erwartete Wert, bezeichnet man auch als **Sicherheitsäquivalent**. Es also gilt:

$$u(S\ddot{A}) = E(u(W - S))$$

Diesen Betrag wäre ein Entscheider also maximal bereit, gegen eine Situation ohne Vertrag zu tauschen. D.h. er würde auf die Differenz zu seinem (statistisch) zu erwartenden Endvermögen $E(W-S)$ ohne Vertrag verzichten. Anders ausgedrückt wäre er also bereit, die Differenz⁵⁹

$$SP := E(W - S) - u^{-1}(E(u(W - S))) ,$$

die auch als **Sicherheits-** oder **Risikoprämie** bezeichnet wird, maximal als Kosten (Sicherheitszuschlag, Verwaltungskosten, etc. des Versicherers⁶⁰) für einen Versicherungsvertrag in Kauf zu nehmen (s.h. Abbildung 2.15).

Dabei gilt bei risikoaversen Entscheidern $SP \geq 0$, da:

$$E(W - S) \geq u^{-1}(E(u(W - S))) \Leftrightarrow$$

⁵⁸ Wir nehmen an, dass S maximal einen Schaden in Höhe von W annimmt.

⁵⁹ Wenn u invertierbar dargestellt werden kann.

⁶⁰ Vgl. Kapitel 4.1

$$u(E(W - S)) \geq E(u(W - S))$$

und die letzte Ungleichung aus der *Jensen-Ungleichung*⁶¹ für konkave Funktionen u folgt.

Die Erwartungsnutzen-Theorie erklärt also, warum (risikoaverse) Entscheider bereit sind, trotz zusätzlicher Kosten Versicherungsverträge abzuschließen. Der Grund dafür ist die Existenz einer Nutzenfunktion u des Versicherungsnehmers. Allerdings sind an diese Existenz von u einige Bedingungen, auch Axiome genannt, geknüpft:

- **Axiom 1: Vergleichbarkeit oder Vollständigkeit**

Für jedes Paar aus der Menge der Alternativen gilt eine der Beziehungen

$a_1 < a_2$ (man zieht a_2 vor) oder

$a_1 > a_2$ (man zieht a_1 vor) oder

$a_1 \approx a_2$ (indifferent zwischen a_1 und a_2).

- **Axiom 2: Transitivität**

Aus $a_1 < a_2$ und $a_2 < a_3$ folgt $a_1 < a_3$ und

aus $a_1 \approx a_2$ und $a_2 \approx a_3$ folgt $a_1 \approx a_3$.

- **Axiom 3: Stetigkeit**

Gilt für eine Alternative a_2 : $a_1 \preceq a_2 \preceq a_3$, und führt a_1 zum Ergebnis x_1 und a_3 zum Ergebnis x_3 , so existiert eine Wahrscheinlichkeit p , bei der man indifferent zwischen a_2 und $A[x_1, x_3 : p]$ ist, wobei $A[x_1, x_3 : p]$ die Alternative ist, bei der x_1 mit Wahrscheinlichkeit p und x_3 mit $1-p$ eintritt. Also: $a_2 \approx A[x_1, x_3 : p]$.

⁶¹ S.h. bspw. ELSTRODT (2009, S. 220)

- **Axiom 4: *Reihung***

Stehen zwei Alternativen a_1 und a_2 zur Auswahl, die zu den Ergebnissen x_1 bzw. x_2 führen, wobei x_1 dem Ergebnis x_2 vorgezogen wird, und beträgt weiterhin die Wahrscheinlichkeit, dass x_1 eintritt, gleich p_1 und von x_2 gleich p_2 , dann wird a_1 genau dann a_2 vorgezogen, wenn $p_1 > p_2$ gilt.

- **Axiom 5: *Unabhängigkeit***

Unabhängigkeit bedeutet, dass sich die Bewertung zweier Alternativen nicht ändert, wenn beide Alternativen mit einer gleichen Alternative verknüpft werden. Gilt also zwischen zwei Alternativen a_1 und a_2 mit den Ergebnissen x_1 bzw. x_2 die Beziehung $a_1 \preceq a_2$, so muss für diese auch nach einer Verknüpfung mit einer dritten Alternative a_3 , die mit Wahrscheinlichkeit p zum Ergebnis x_3 führt, ebenfalls folgen:

$$A[x_1, x_3 : p] \preceq A[x_2, x_3 : p]$$

Dabei stößt gewöhnlich das Axiom der Unabhängigkeit oftmals auf Grenzen. Beispiele für die Verletzung dieses Axioms finden sich z.B. in ALLAIS (1953), oder SINN (1980). Ein weiterer Kritikpunkt an der Erwartungsnutzen-Theorie ist die mangelnde praktische Anwendbarkeit, da sich die Bestimmung der empirischen Nutzenfunktion oftmals als schwierig oder sogar unmöglich erweist.

Als alternative Entscheidungsregeln bzw. Risikomaße, die die Schwierigkeiten des Erwartungsnutzenkriteriums teilweise umgehen, sind hier beispielsweise zu nennen⁶²:

- Erwartungswert-Varianz-Kriterium,
- Stochastische Dominanz,
- Verteilungsmomente,
- Lower Partial Moments.

⁶² BRANDES&ODENING (1992) und SCHMITZ (2007)

So lassen sich insbesondere asymmetrisch- oder nicht normalverteilte Risiken bzw. deren Dichtefunktionen oftmals nur bezüglich ihrer höheren Verteilungsmomente **Schiefe** und **Kurtosis** (Wölbung) unterscheiden und bewerten. Ist S eine Zufallsvariable mit dem Erwartungswert $E(S)$ und der Varianz $Var(S)$, dann ist die Schiefe γ definiert als:

$$\gamma := \frac{E((S - E(S))^3)}{Var(S)^{3/2}}$$

Weiterhin ist die Kurtosis δ definiert als:

$$\delta := \frac{E((S - E(S))^4)}{Var(S)^2}$$

Die sog. **Lower Partial Moments** (LPM) besitzen hingegen den Vorteil, dass keine exakte Verteilung des Risikos vorausgesetzt werden muss⁶³. Sie erfassen nur die negativen Abweichungen einer Zufallsvariablen S von einer vorgegebenen Schranke W . Die allgemeine Definition des LPM-Maßes der Ordnung k lautet:

$$LPM_k(W; S) := E(\max(W - S; 0)^k)$$

So gibt bspw. das LPM-Maß der Ordnung null die Wahrscheinlichkeit für das Unterschreiten eines vorgegebenen Zielwertes an, also die Ausfall- oder Ruinwahrscheinlichkeit. Es steht in unmittelbarem Zusammenhang mit den Risikomaßen Value at Risk oder Probable Maximum Loss⁶⁴, welche in den Kapiteln 4. bis 6. als Bewertungsgrößen von Verlustwahrscheinlichkeiten aus Sicht eines Versicherers herangezogen werden.

Letztendlich stellt das Prinzip des Erwartungsnutzens aber trotz alledem ein in der wissenschaftlichen Forschung etabliertes Entscheidungskriterium dar. Eine besondere Bedeutung kommt dabei wie erwähnt der Risikoeinstellung eines Landwirts zu. In Bezug auf den Abschluss von Versicherungsverträgen zur Absicherung von

⁶³ Sie können z.B. mit Hilfe der Monte Carlo Simulation bestimmt werden. Vgl. Kapitel 5.3.2.

⁶⁴ Vgl. Abschnitt 4.3.3

Ernteerträgen existieren hierzu Studien wie beispielsweise in VON ALTEN (2008), oder WEBER *et al.* (2008). Zudem wird im Rahmen dieser Arbeit in Kapitel 6 noch einmal darauf eingegangen werden.

Bevor die Ergebnisse des Kapitels jedoch vorbereitend auf den nächsten Abschnitt zusammengefasst werden, soll hier noch in einem kurzen Exkurs auf zwei Gegebenheiten in der deutschen Landwirtschaft eingegangen werden, die in dem Zusammenspiel von Risiko und Risikomanagement nicht unerwähnt bleiben dürfen:

Exkurs: Strukturwandel und Änderung der Kreditvergaberichtlinie (Basel II)

Gab es 1991 noch ca. 643.000 Betriebe, die eine durchschnittliche Fläche von ca. 30 ha bewirtschafteten, so ist deren Anzahl im Jahr 2006 auf ca. 353.000 gesunken. Die Durchschnittsfläche ist dabei allerdings auf ca. 48 ha gestiegen.

Tabelle 2.4: Strukturwandel in der deutschen Landwirtschaft

Jahr	Betriebe [Tsd.]	durchs. Größe [ha]	Pachtanteil [%]
1991	642,7	26,5	53,3
1999	461,9	37,1	63,0
2003	412,3	41,2	63,9
2005	366,0	46,2	62,6
2006	353,3	47,9	

Quelle: Eigene Bearbeitung in Anlehnung an BMELV (2006, S. 95) und BMELV (2007, S. 62). Nur Betriebe ab 2 ha LF.

Dieser *Strukturwandel* in der deutschen Landwirtschaft ist vor allem durch zweierlei Tatsachen gekennzeichnet. Zum einen ist mit den wachsenden Betriebsgrößen oftmals ein höherer *Spezialisierungsgrad* verbunden, was zu einer gesteigerten Anfälligkeit gegenüber Wetterisiken führt⁶⁵. Zum andern ist die Flächenzunahme oft durch Erhöhung des *Pachtanteils* und weniger durch Flächenzukauf verursacht. So betrug jener in Deutschland im Jahr 1991 noch 53,3% und ist auf 62,6% im Jahr 2005 gestiegen. Dabei

⁶⁵ Vgl. EBNETH (2003, S. 36) und 2.2.3

betrug er in den neuen Bundesländern sogar 81,2%⁶⁶. Eine hohe Pachtquote führt allerdings zu einer geringeren Umsatzrentabilität im Vergleich zu Betrieben, die pacht- und schuldenfrei sind. So ist eine Folge daraus die höhere Fremdkapitalbelastung dieser Betriebe⁶⁷.

Diese Fremdkapitalbelastung führt zu einer weiteren Problematik, der eine wachsende Anzahl von Betrieben gegenübersteht. So gelten seit dem 1. Januar 2007 die neuen **Kreditvergaberichtlinien „Basel II“**. Für (landwirtschaftliche) Betriebe mit der angesprochenen Notwendigkeit der Fremdkapitalaufnahme können sich diese evtl. erschwerend auswirken. Ein Ziel von *Basel II* ist es, die pauschale Eigenkapitalhinterlegung aus *Basel I* durch eine individuellere zu ersetzen. Dabei hat die Höhe der Eigenkapitalhinterlegung direkt Einfluss auf die Höhe des Zinssatzes. Insgesamt spielt zudem die Höhe des Ausfallrisikos des Kredites eine zentrale Rolle. Dieses wird auf Grundlage eines sog. Ratings bestimmt. Dadurch wird versucht, die zukünftige Wirtschaftskraft eines Unternehmens zu beurteilen. Dabei können sich wiederum Maßnahmen zu dessen Risikoreduktion und Erhöhung der Stabilität, wie zum Beispiel der Abschluss einer Ernteversicherung als einkommenssichernde Maßnahme, positiv auf das Rating auswirken⁶⁸.

2.4 Zusammenfassung

Im zweiten Kapitel wurde aufgezeigt, dass auf einen landwirtschaftlichen Betrieb eine Vielzahl von Risiken einwirken kann. Dabei wird sich im folgenden jedoch nur mit den Wetterrisiken beschäftigt, da sie sich als exogene Geschäftsrisiken dem Einfluss des Unternehmens weitestgehend entziehen und sie zu beträchtlichen Schäden führen können. Die verschiedenen Wetterrisiken (im folgenden auch oft als **Wettergefahren** oder einfach **Gefahren** bezeichnet) zeigen dabei zudem unterschiedlich stark ausgeprägte Eigenschaften, wie deren örtliche Gefährdung, Schadenpotenziale und Beeinflussbarkeit.

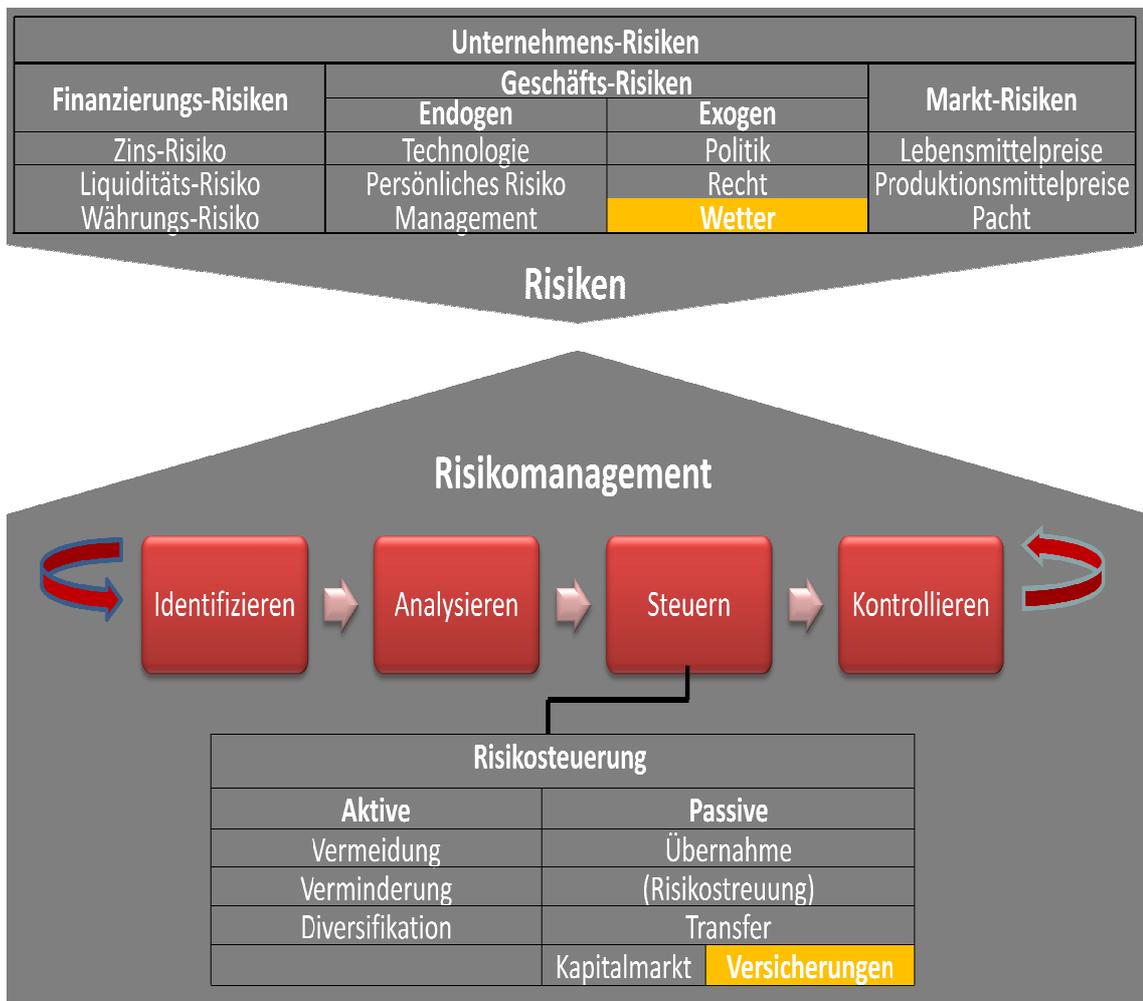
⁶⁶ Vgl. BMELV (2006, S. 95)

⁶⁷ Vgl. (WEINBERGER, 1999, S. 16)

⁶⁸ Vgl. ODENING (2002, S. 17) und GDV (I) (2006, S. 35)

Den systematischen Umgang mit Risiken beschreibt der Risikomanagementprozess. So kann sich ein Unternehmen mit Hilfe der Risikosteuerungsmaßnahme „Versicherung“ gegen diese Wetterrisiken absichern. Da eine Vielzahl von Versicherungstypen auf dem Markt der Ernteversicherungen existieren, werden diese in den nächsten Kapiteln sowohl qualitativ als auch quantitativ näher untersucht. In Abbildung 2.16 ist noch einmal übersichtlich das Gesagte aufgeführt und dargestellt, mit welcher Art von Risiken sich diese Arbeit beschäftigt und an welcher Stelle des Risikomanagementprozesses Versicherungen gegen diese Wetterrisiken einzuordnen sind:

Abbildung 2.16: Risiken und Risikomanagement



Quelle: Eigene Darstellung

Letztlich erklärt das Prinzip des Erwartungsnutzens, warum Versicherungen trotz höherer Kosten als des zu erwartenden Schadens abgeschlossen werden.

3 Versicherungen als Risikomanagementinstrument

In diesem Kapitel wird zunächst ein Überblick über das aktuelle nationale wie auch internationale Versicherungsangebot für diese Art der Absicherung landwirtschaftlicher Bodenerzeugnisse⁶⁹ gegen Wetterrisiken gegeben. Im Anschluss werden die verschiedenen Ansätze dieser Versicherungslösungen einer Klassifizierung unterworfen um darauffolgend deren jeweilige Vor- und Nachteile herauszuarbeiten. Hier soll jedoch schon mal die Unterscheidung zwischen dem Prinzip der *Spezialität* und der *Universalität* bei solchen Versicherungslösungen vorgenommen werden⁷⁰. Als typischer Vertreter nach ersterem Prinzip ist die Hagelversicherung zu nennen, bei der nur eine Einzelgefahr in Deckung gegeben werden kann. Mehrgefahrenversicherungen oder sogar Allgefahrenversicherung bieten hingegen Schutz gegen eine Vielzahl möglich auftretender Wetterrisiken. Diese folgen dem Prinzip der Universalität⁷¹.

Im Mittelpunkt dieses Kapitels stehen die beiden Hauptfragen dieser Arbeit, nämlich zum einen die Frage nach den Gründen für ein Fehlen einer Mehrgefahrenversicherung in Deutschland (Kapitel 3.3) und zum anderen wie diesem Mangel am effektivsten begegnet werden könnte (3.5). Um wertvolle Hilfestellungen für die zweite Frage geben zu können, werden dafür in einem separaten Abschnitt (3.4) die Vor- und Nachteile der in 3.2 dargestellten klassifizierten Versicherungslösungen herausgearbeitet.

3.1 Überblick Versicherungsangebot

Eine Zusammenstellung über die verschiedenen Ernteversicherungen in der Welt und deren jeweilige Ausgestaltungen existiert in einer Vielzahl von Literatur (vgl. EBNETH (2003), WEBER *et al.* (2008), VON ALTEN (2008), LANGNER, R. (I) (2009), GDV (I) (2006), GDV (2007), PRETTENTHALER *et al.* (2006)). An dieser Stelle soll daher nur der aktuelle Stand in einer kurzen Übersicht wiedergegeben werden. Daneben erfolgt eine detailliertere Ausführung für bestimmte Ernteversicherungen einzelner

⁶⁹ bzw. von Sonderkulturen, wie bspw. Obst, Wein sowie Gemüse, etc.

⁷⁰ Vgl. EBNETH (2003, S. 39)

⁷¹ Vgl. SCHLIEPER (1997, S. 4)

Länder dort, wo auf deren spezielle Ausgestaltung bzw. deren Typus im weiteren Verlauf der Arbeit noch näher eingegangen wird. Da sich diese Arbeit hauptsächlich mit Fragestellungen in Bezug zu einer deutschen Erntemehrgefahrenversicherung beschäftigen soll, beginnt die Zusammenstellung zunächst mit einer Übersicht des heimischen Versicherungsmarktes.

3.1.1 Deutschland

Um die Marktlage in der Bundesrepublik - was die Ernteversicherungen angeht - darzustellen, wird an dieser Stelle eine Trennung zwischen der klassischen Hagelversicherung, wie sie in Deutschland schon seit Ende des 18. Jahrhunderts existiert, und den seit einiger Zeit angebotenen Erweiterungen der Hagelversicherung vorgenommen. Für eine detailliertere (historische) Darstellung des Hagelversicherungsmarktes sei auch auf VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (2004), ROHRBECK (1909) und KNOLL (1964) hingewiesen.

3.1.1.1 Die Hagelversicherung

3.1.1.1.1 Begriffsdefinition und rechtliche Grundlagen

Die Hagelversicherung stellt einen besonderen Zweig der Schadenversicherung dar. So versteht man nach V. FÜRSTENWERTH&WEIß (2001) unter der Hagelversicherung im engeren Sinne die Versicherung von Bodenerzeugnissen der Landwirtschaft des Gartenbaus und des Weinbaus gegen Folgen des Hagelschlags. Davon unterscheidet sich die Hagelversicherung im weiteren Sinne, die die Versicherung von Hagelschäden als Bestandteil der Glasversicherung, der Wohngebäudeversicherung, der Hausratsversicherung, der Transportversicherung, bzw. der Kraftfahrzeugsteilkaskoversicherung beinhaltet.

Die allgemeine Begriffsdefinition ist in der Literatur dabei noch weitgehend einheitlich. Umstritten ist jedoch, welcher Art das versicherte Interesse in der Hagelversicherung ist. So war früher herrschende Meinung, dass die Hagelversicherung eine *Sachversicherung* sei. Dabei ging man von einem versicherten Interesse an den Bodenerzeugnissen als Sachen aus, deren Wert in Höhe des Reifewertes besteht. Ein Schaden bezieht sich allerdings auf den Wegfall eines möglichen Ertrags bzw. Gewinns. Er hat nichts mit

dem jeweiligen Sachwert des beschädigten Gegenstandes zu tun, bzw. ist nur im Falle eines Schadeneintritts bei voller Reife gleich hoch. Insgesamt schreibt HUBER (2005, S. 65) dazu treffend: „Die Hagelversicherung zur Sachversicherung zu rechnen, rechtfertigt dies ebenso wenig wie ein Abstellen auf den Sachwert der Erzeugnisse bei Reife, gleichgültig, wann der Schaden eintritt“.

Eine weitere, etwas ungewohnte Ansicht ist es, die Hagelversicherung als *Pflanzenunfallversicherung* anzusehen. Denn ähnlich wie bei einer Unfallversicherung richtet sich die Höhe der Entschädigung nicht nach der augenblicklichen Verletzung, sondern nach dem endgültigen Ernteverlust. So kann beispielsweise bei Fröhschäden, wenn es sich nicht um Totalschäden handelt, das tatsächliche Ausmaß auch erst kurz vor Aberntung festgestellt werden. Aufgrund des Wachstums der Pflanzen können, je nach Widerstandskraft, Pflege oder den vorherrschenden Witterungsverhältnissen nach einem Schadeneintritt, Beschädigungen ausheilen oder aber sich noch verschlimmern. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass wie oben erwähnt nicht die Pflanze als Sache bzw. deren Heilkosten oder Wertminderung aufgrund von nicht mehr ausheilbaren Hagelschäden versichert ist, sondern der Ertrag, den das Bodenerzeugnis erbringen soll. Zudem ist es nach HUBER (2005) nicht möglich die Bestimmungen der Unfallversicherung, die sich als Personenversicherung darstellt, auf Pflanzen anzuwenden, da es sich nach § 90 BGB⁷² bei Pflanzen um Sachen handelt.

Ebenfalls existiert die Ansicht, die Hagelversicherung sei eine *Mischform aus Sachversicherung und Gewinnversicherung*, wobei sich der Teil Sachversicherung auf den Versicherungsgegenstand in Höhe des im Zeitpunkt des Hagelschlags Gewachsenen und der Teil Gewinnversicherung auf die Höhe des noch nicht Gewachsenen bezieht. Jedoch wird auch dieser Ansatz unter anderem in KNOLL (1964, S. 13) und HUBER (2005, S. 65) abgelehnt.

⁷² Bürgerliches Gesetzbuch

Etabliert hat sich vielmehr die Auffassung, dass es sich bei der Hagelversicherung formal um eine *Ertragsversicherung* oder *Ertragsausfallversicherung*⁷³ handelt. So gibt KNOLL (1964, S. 12) folgende Definition der Hagelversicherung an:

„Die Hagelversicherung ist eine Versicherung des Rohertrags der bevorstehenden Ernte gegen Teil- oder Totalausfälle, die durch Hagelschläge entstehen, von denen die Bodenerzeugnisse im Verlaufe ihres Wachstums oder in reifem Zustande vor oder nach der Trennung, aber vor dem Abfahren oder Dreschen betroffen werden“.

Die gesetzlichen Grundlagen der Hagelversicherung in Deutschland bilden das Handelsgesetzbuch (HGB), das Versicherungsaufsichtsgesetz (VAG), sowie das Versicherungsvertragsgesetz (VVG), bzw. die allgemeinen Hagelversicherungsbedingungen (AHagB).

In den AHagB ist geklärt, wie der Versicherungswert zu bestimmen ist, wobei grundsätzlich Bodenerzeugnisse nur der Menge nach versichert sind⁷⁴. So muss ein Versicherungsnehmer für jedes Feldstück in jedem Jahr im sog. *Anbauverzeichnis* eine Versicherungssumme festlegen, welche sich nach dem versicherten Erntewert richtet. Ausschlaggebend für den Erntewert sind dabei die drei Größen Fläche (ha), mengenmäßig erwarteter Ertrag (dt) je ha und der erwartete Erlös je dt. Das Produkt aus den letzten beiden Faktoren wird auch als sog. *Hektarwert* bezeichnet, für den der Versicherer allerdings alljährlich Mindest- und Höchstwerte festsetzen kann. Die Notwendigkeit, den Versicherungsumfang auch bei mehrjährigen Verträgen jährlich neu zu bestimmen, ergibt sich aus dem Fruchtartenwechsel auf den Feldstücken.

Um den Versicherungsnehmern, die sich im zeitigen Frühjahr noch kein Urteil über Ertragsaussichten und erzielbare Preise gebildet haben, die Schätzung des Hektarwertes zu erleichtern, wird Ihnen zur Einreichung des Anbauverzeichnisses (sog. *Deklaration*)

⁷³ HUBER (2005, S. 66) spricht hier ebenfalls von Gewinnversicherung

⁷⁴ Qualitätsschäden können jedoch bedarfsweise z.T. mitversichert werden

eine Frist bis zum Mittag des 31. Mai⁷⁵ der am 1. Januar beginnenden Versicherungsperiode gewährt.

Dabei wird den Versicherten bis zur Deklaration (bzw. bis spätestens 31. Mai) - quasi als Notbehelf⁷⁶ - ein vorläufiger Versicherungsschutz eingeräumt. Diese sog. *Vorausdeckung* bezieht sich dabei auf die versicherten Werte des Vorjahres, bzw. im ersten Versicherungsjahr auf die im Versicherungsantrag vereinbarten Versicherungssummen. Weiterhin sind durch das Zusammenfallen der Versicherungsperiode mit dem Kalenderjahr, welches auch das Geschäftsjahr des Versicherungsunternehmens sein dürfte, in der Hagelversicherung keine sog. bilanziellen *Prämienüberträge* zurückzustellen.

Ein Schadenfall ist der Versicherungsgesellschaft binnen vier Tagen zu melden. Die Versäumnis dieser *Obliegenheitspflicht* des Versicherungsnehmers zieht grundsätzlich die Befreiung der Ersatzpflicht des Versicherers nach sich. Da das Ausmaß der Schädigung erst nach der vollen Entwicklung der durch Hagel verletzten Pflanze abschließend beurteilt werden kann, findet die Abschätzung möglichst erst kurz vor dem Beginn der Ernte statt. Bei sehr frühen Hagelschäden erfolgt zudem nach Eingang einer Schadenanzeige eine sog. *Vorbesichtigung*.

Bei der Schadenfeststellung ermitteln die Sachverständigen zunächst, ob die gesamte betroffene Fruchtart versichert ist und ob die Größe des Feldstücks richtig angegeben wurde. Anschließend wird festgestellt, welcher Teil der Fläche betroffen ist und wie hoch (in Hundert Teilen) der mengenmäßige Ertragsverlust ist (Bestimmung der *Schadenquote*⁷⁷). Zudem wird der Versicherungswert, der ohne Hagelschlag zu erwarten gewesen wäre, geschätzt. Dabei wird grundsätzlich von der angegebenen Versicherungssumme ausgegangen, die der Versicherungsnehmer im Anbauverzeichnis

⁷⁵ Für Sonderkulturen teilweise erst bis zum 20. Juni

⁷⁶ KNOLL (1964, S. 45)

⁷⁷ Hier ist der Begriff „Schadenquote“ nicht mit der ab dem 4. Kapitel verwendeten Definition der Schadenquote, nämlich Schaden geteilt durch Beitrag, zu verwechseln. In der Terminologie von 4. entspricht hier die Schadenquote der Bezeichnung „Schadensatz“. Trotzdem hat sich historisch der Begriff Schadenquote für beide Größen etabliert, weswegen er oftmals zu Verwechslungen führt.

eingesetzt hat. Sollte sich jedoch bei der Abschätzung herausstellen, dass insbesondere der angegebene Ertrag überhöht ist, kann diese *Überversicherung* von der Ersatzpflicht entfallen. Allerdings sind hier großzügige Grenzen seitens des Versicherers eingeräumt, weil es unmöglich erscheint, den zu erwartenden Erntewert mit voller Genauigkeit vorherzusagen, da das tatsächliche Ergebnis bspw. von Witterungsumständen und der Marktlage abhängig ist. Die Schadenauszahlung ergibt sich dann durch Multiplikation der Schadenquote mit dem (korrigierten) Versicherungswert.

Letztlich wird die ermittelte Schadenauszahlung evtl. um bedingungsgemäße Selbstbehalte gekürzt. So werden bei einer vereinbarten *Integralfranchise* (in der Regel in der Höhe von 8% der Versicherungssumme) Schäden unterhalb dieser Schwelle nicht entschädigt. Schäden, die höher ausfallen als diese Schadensgrenze, werden dagegen voll ersetzt. Die Integralfranchise hat hauptsächlich das Ziel Bagatellschäden einzudämmen, um so den administrativen Aufwand für die Schadenregulierung zu senken.

Bei der *Abzugsfranchise* (oftmals in Höhe von 10% im Sonderkulturbereich) erfolgt hingegen ein genereller Abzug von 10% Punkten von der ermittelten Schadenquote. Dabei existieren auch Modelle mit gleitenden Selbstbehaltsregelungen, deren Eigenbehalt mit der Höhe der Schadenquote abnimmt.

3.1.1.1.2 Die historische Entwicklung der Hagelversicherung

Die Hagelversicherung, deren Ursprünge nach KNOLL (1964, S. 14) in Deutschland liegen, hatte anfänglich mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. So musste die älteste deutsche Hagelversicherungsgesellschaft, die 1792 gegründete *Braunschweigische Hagelversicherungsgesellschaft*, schon einige Jahre später wieder schließen. Dabei ist der Hauptgrund für ihr schnelles Scheitern in der fehlerhaften Beitragskalkulation zu suchen, welche noch etlichen anderen Hagelversicherern im Laufe der Geschichte zum Verhängnis werden sollte. Das älteste heute noch bestehende Hagelversicherungsunternehmen ist die *Mecklenburgische Versicherungsgesellschaft auf Gegenseitigkeit*, weswegen sie auch als „Pionier der deutschen Hagelversicherung“ gilt SCHMITT-LERMANN (1984, S. 248).

Als weiterer Einschnitt in der Hagelversicherung gilt die Gründung der ersten Hagelversicherungsaktiengesellschaft – die Berliner Hagelassekuranzgesellschaft - in Berlin (1822), die anders als die Versicherungsvereine von Anfang an ihr Geschäftsgebiet auf weite Teile Deutschlands auszudehnen versuchte, um den Risikoausgleich zu verbessern. Zudem war sie das erste Unternehmen, das eine Hagelversicherung zu einem festen Beitrag anbot und somit auf das Vorbeitrag/Nachschuss-System der VVaG's⁷⁸ verzichtete. Im Zuge der Industrialisierung wurden zahlreiche weitere Aktiengesellschaften gegründet, die zudem als interessante Anlagemöglichkeit entdeckt wurden, so dass sich deren Marktanteile in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts stetig vergrößerten.

Ein weiterer Wendepunkt in der Historie stellt die Gründung der *Norddeutschen Hagelversicherungsgesellschaft a.G.*⁷⁹ im Jahre 1869 dar. Diesem Versicherungsverein gelang es auf Grund seiner engen Beziehungen zu berufsständischen Verbänden und seiner von Anfang an deutschlandweiten Tätigkeit innerhalb von nur sieben Jahren die Spitzenstellung unter den deutschen Hagelversicherern einzunehmen⁸⁰.

Eine spezielle Situation stellte sich im Süden Deutschlands auf Grund der klimatisch bedingten besonders hohen Hagelgefährdung dar. Diese besondere Risikoexponierung führte dazu, dass selbst großflächig tätige Versicherungsunternehmen keinen Versicherungsschutz anboten oder sich nach kurzer Zeit wieder zurückzogen. Im Jahre 1884 wurde dieser Missstand durch die erste öffentlich-rechtliche Hagelversicherungsanstalt der Welt⁸¹, der *Bayerischen Landes-hagelversicherungsanstalt* bzw. der heutigen Versicherungskammer Bayern, behoben. Damit war die dritte Unternehmensrechtsform in der Hagelversicherung geboren.

Gab es auch für die verschiedenen Gesellschaften im Laufe der Jahre immer wieder Auf- und Abstiege, wie bspw. durch die beiden Weltkriege oder die Inflation 1923, so

⁷⁸ VVaG = Versicherungsverein auf Gegenseitigkeit

⁷⁹ auf Gegenseitigkeit. Vorläufer der Rechtsform des Versicherungsvereins. Hier synonym verwendet.

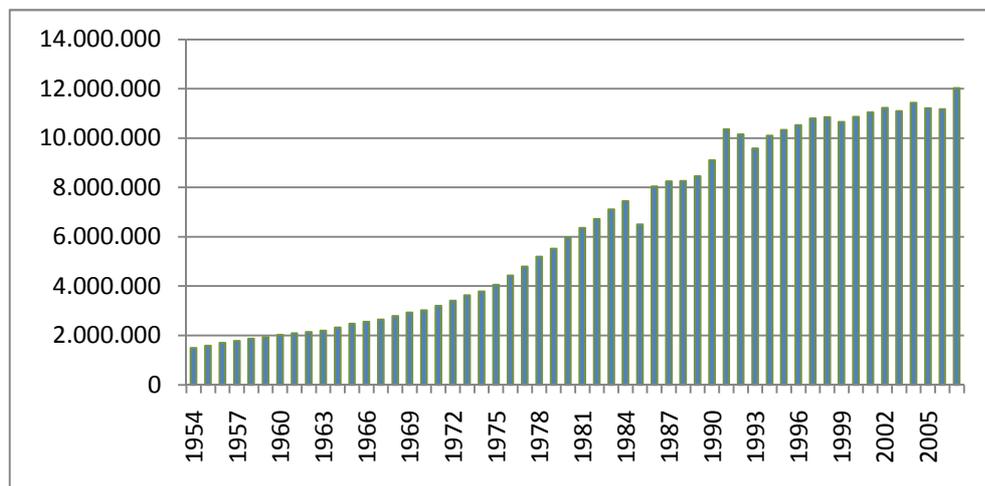
⁸⁰ Vgl. KNOLL (1964, S. 15)

⁸¹ Vgl. VERSICHERUNGSKAMMER BAYERN (2009)

kam mit dem Zusammenbruch des Deutschen Reiches 1945 jedoch der heftigste Rückschlag für die Branche, da ca. 48% der landwirtschaftlichen Nutzfläche hinter dem „Eisernen Vorhang“ lagen⁸². So wurden die Versicherer aus den unter polnischer Verwaltung stehenden Gebieten vertrieben und die Hagelversicherung in der sowjetischen Besatzungszone monopolisiert. Diese Entwicklung führte nicht nur zu erheblichen Einbußen bei den Versicherungsprämien, sondern auch zu einer Verschlechterung der Verwaltungskosten und der Risikoverteilung, da zum Einen die Verwaltung von Großbetrieben im Osten kostengünstig erfolgen konnte und andererseits die niedrige Hagelgefährdung einen optimalen Ausgleich zu den südlichen Ländern darstellte. Die Folge war eine starke Konzentration des Hagelversicherungsmarktes.

Trotz des teilweise schwierigen Umfeldes hat sich der Gesamtbestand über den Zeitraum seit Mitte der fünfziger Jahre des 20. Jahrhunderts von knapp 1,5 Mrd. Euro auf ca. 12 Mrd. Euro Versicherungssumme im Jahre 2007 fast verzehnfacht (vgl. Abbildung 3.1). Dabei stiegen die Gesamtbeitragseinnahmen im selben Zeitraum von ca. 21 Mio. Euro (1954) auf 134 Mio. Euro (2007) (vgl. Tabelle 8.1 im Anhang).

Abbildung 3.1: Entwicklung Versicherungssumme in der Hagelversicherung [in Tsd. Euro]



Quelle: Tabelle 8.1

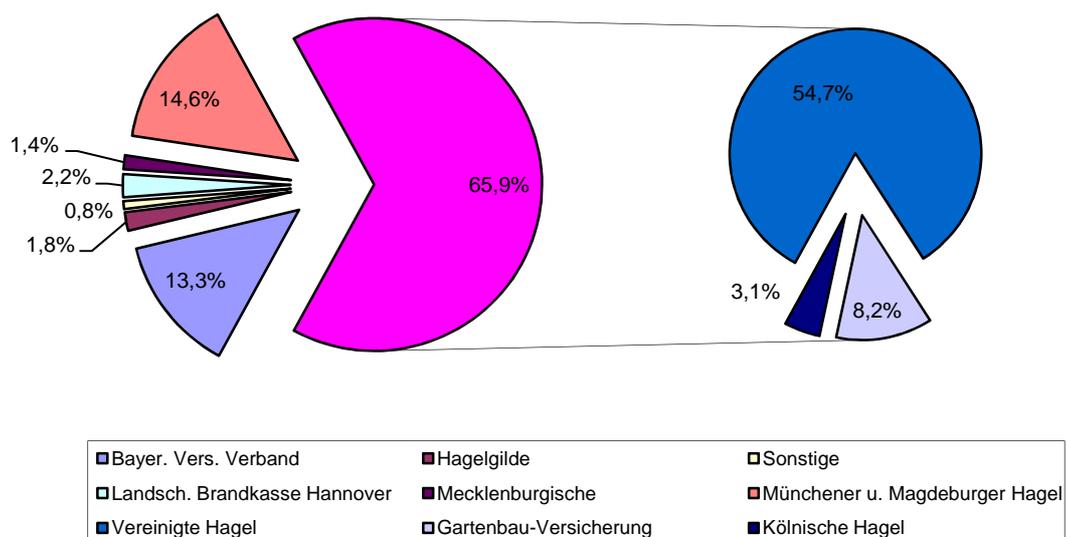
⁸² Vgl. HUBER (2005, S. 20)

Im Jahre 1993 fand schließlich der bislang größte Zusammenschluss zweier Hagelversicherungsunternehmen statt. So wurden die beiden Versicherungsvereine Norddeutsche Hagelversicherung und die *Leipziger Hagelversicherung* von 1824 zur *Vereinigten Hagelversicherung VVaG* verschmolzen

3.1.1.1.3 Zur Gegenwart und Marktübersicht

Im Jahr 2007 hat die Vereinigte Hagelversicherung zusammen mit ihrer 100%-igen Tochtergesellschaft der Kölnischen Hagel-Versicherungs-AG einen Marktanteil von ca. 58%. Zusammen mit der Gartenbauversicherung, die sich auf die Versicherung des Sonderkulturbereichs von Baumschulen und des Unterglasanbaus spezialisiert hat, verfügt die Agro-Risk-Gruppe über einen Marktanteil von knapp 66%. Größte Hagelversicherungsaktiengesellschaft ist die Münchner und Magdeburger Agrarversicherungs-AG mit einem Anteil von 15%. Es folgt die Versicherungskammer Bayern mit ca. 13 % Marktanteil. Daneben existieren noch ca. 8 weitere Gesellschaften, meist kleinere VVaG's, mit einem Anteil von jeweils unter 2,5% (vgl. Abbildung 3.2).

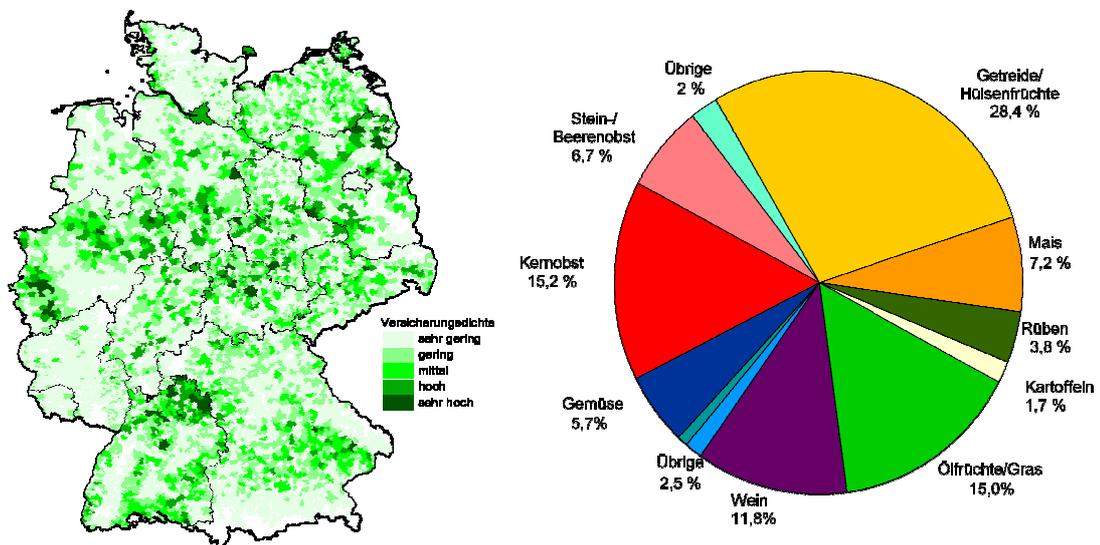
Abbildung 3.2: Marktanteile 2008 am Beitrag in der Hagelversicherung Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung. TECHNISCHE ZIFFERN DER HAGELVERSICHERUNG (2010)

Insgesamt sind heute ca. 60-70% der landwirtschaftlichen Nutzfläche gegen Hagel versichert⁸³. Dabei zeigt sich rein auf die Fläche bezogen ein relativ homogenes Bild der Versicherungsdichte in Deutschland (vgl. Abbildung 3.3). Der Großteil des Beitrags resultiert aus Getreide und Hülsenfrüchten mit einem Anteil von knapp 30%. Diese Fruchtgattungen bilden auch den flächenmäßig größten Anteil am Gesamtbestand. Danach folgen Kernobst (Äpfel und Birnen), Raps und Weinkulturen. Hier ist zu beachten, dass insbesondere für Kernobst der hohe Anteil am Gesamtbeitrag aus der hohen Hagelempfindlichkeit und dem vergleichsweise hohen Hektarwert folgt.

Abbildung 3.3: Versicherungsdichte und Anteile Fruchtgattungen am Gesamtbeitrag



Quelle: Eigene Darstellung. VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007)

3.1.1.2 Erweiterungen der Hagelversicherung

Ein Angebot, sich gegen weitere Wetterrisiken neben Hagel abzusichern, bieten derzeit die beiden den Markt dominierenden Versicherungsgesellschaften, nämlich die Vereinigte Hagelversicherung VVaG und die Münchner und Magdeburger Agrarversicherung AG, an:

⁸³ GDV (2008, S. 12)

Münchener und Magdeburger Agrarversicherung AG

Die Münchener und Magdeburger Agrarversicherung AG bietet neben den klassischen Hagelversicherungspolicen *Hagel-Classic* und *Hagel-Fix* auch zwei erweiterte Deckungsmöglichkeiten an. Beim Produkt „Hagel-Super“ sind dabei zusätzlich zum Hagelrisiko die Gefahren Sturm, Starkregen und Frost gegen einen fixen Zuschlag von 1% auf den Hagelbeitragssatz versicherbar. Daneben existiert mit dem Produkt „Hagel-Maxi“, welches darüber hinaus noch zusätzlich die Gefahren durch Hochwasser und Trockenheit gegen einen Zuschlag von 2,5% (auf den Hagelsatz) abdeckt, der am deutschen Markt umfassendste Versicherungsschutz. Sie ist dabei auch der einzige Versicherer, bei dem derzeit das Risiko Trockenheit in Deckung gegeben werden kann⁸⁴. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Deckungssumme pro Landkreis stark beschränkt ist⁸⁵, sodass aus Sicht des Versicherers zwar einer Kumulbildung entgegengesteuert wird und somit ein gewisser Ausgleich im Kollektiv⁸⁶ gewährleistet ist. Auf der anderen Seite kann man jedoch in diesem Fall nicht von einem für alle Versicherungsnehmer frei zugänglichen Produkt sprechen.

Aus der Art der Beitragsberechnung in Form fixer Zuschläge zum Hagelbeitragssatz wird zudem der Ansatz bei der Tarifierung dieser Mehrgefahrenversicherungsprodukte ersichtlich. Durch diese fixen Zuschläge bleibt die individuelle Risikogefährdung der einzelnen Landwirte für diese Gefahren zunächst, also bei Vertragsabschluss - auch ex-ante genannt - unberücksichtigt. Eine Regulierung der Prämienhöhe erfolgt hingegen durch eine nachträgliche (ex-post) Anpassung, die in Abhängigkeit vom Schadensgeschehen vorgenommen wird. Diesen deduktiven Ansatz bezeichnet man auch als sog. *Erfahrungstarifierung*⁸⁷. In Zusammenhang mit der oben erwähnten Beschränkung der Deckungen stellt er eine einfache Möglichkeit dar, um bei Neueinführung eines Produktes zunächst eine gewisse Schadenerfahrung zu gewinnen,

⁸⁴ Vgl. MÜNCHENER UND MAGDEBURGER AGRARVERSICHERUNG (2009), WEBER *et al.* (2008, S. 20)

⁸⁵ Vgl. LÖSCHE&WOLFF (2008)

⁸⁶ Vgl. Kapitel 3.3.2.2

⁸⁷ Zur Erfahrungstarifierung s.h. auch den Exkurs in Kapitel 4.3.2.1

ohne der Gefahr der Antiselektion zu stark ausgesetzt zu sein⁸⁸. Großer Nachteil einer solchen Vorgehensweise ist dagegen gerade diese Beschränkung des Versicherungsmarktes, weswegen sie für eine großflächige Einführung einer Erntemehrgefahrenversicherung nicht in Frage kommt.

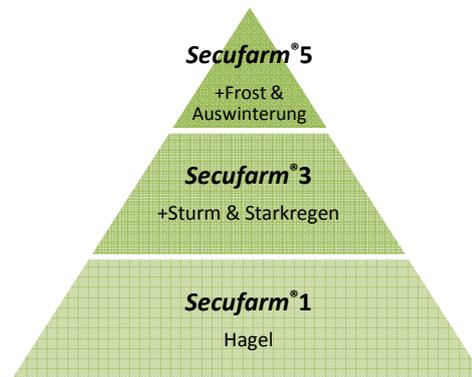
Einen anderen (induktiven) Ansatz verfolgt hingegen die Vereinigte Hagelversicherung bei ihrem Tarifierungskonzept für eine Mehrgefahrenversicherung.

Vereinigte Hagelversicherung VVaG

Die Palette der Mehrgefahrenversicherungsprodukte der Vereinigten Hagelversicherung ist in den letzten Jahren sukzessiv erweitert worden. So existiert seit dem verstärkten Aufkommen von Pflanzen, die zur Energiegewinnung angebaut werden, eine spezielle erweiterte Deckung, die auch Sturmschäden neben Hagelschäden beinhaltet. Weiterhin bietet der Versicherer eine Zusatzdeckung für bestimmte Kulturen an, die in Zusammenhang mit *Hagelfolgeschäden* entstehen können. Hier sind z.B. die *Qualitätsversicherung* von Kernobst, die auf die Nichterfüllung von bestimmten Qualitätsmerkmalen innerhalb geschlossener Lieferverträge abzielt, oder die *Ringfäule-Krankheit* bei Kartoffeln zu nennen.

Eine umfassendere allgemeine Deckung bietet die Vereinigte Hagelversicherung hingegen erst seit Anfang November 2007 mit ihrer *Secufarm*[®]-Produktlinie an. Bei dieser können derzeit für sämtliche klassischen landwirtschaftlichen Kulturen drei aufeinander aufbauende Paketvarianten abgeschlossen werden. So bildet die Basisversion das *Secufarm*[®]1-Paket, welches das Hagelrisiko abdeckt. Darüber hinaus sind bei *Secufarm*[®]3 zusätzlich die Gefahren Sturm und Starkregen berücksichtigt und bei *Secufarm*[®]5 weiterhin die Risiken Frost und Auswinterung, so dass zusammen insgesamt fünf Gefahren abgesichert werden können.

⁸⁸ Vgl. zum Thema Antiselektion und Unsicherheiten bei Markteinführung auch 3.3.2



Bei der Prämien-gestaltung wird dabei die Systematik, wie sie auch bei der Hagelversicherung zu Grunde gelegt ist, angewendet⁸⁹. Danach existieren für jedes Paket sowohl ein regionaler Gefährdungsfaktor sowie (pro Paket) fruchtartspezifische Zu- und Abschläge. Bei der Bestimmung dieser Größen wird mangels Schadenerfahrung auf ein komplexes System aus relevanten Daten, die in einem Risiko-GIS (Geo-Informationen-System) zusammenfließen, zurückgegriffen⁹⁰. Auch wenn durch die paketweise Zusammenfassung der Risiken⁹¹ noch keine einzelgefahrenspezifische Beitragserhebung stattfindet, so ist diese Art der Differenzierung jedoch, was die Bestimmung der fairen Prämie⁹² angeht, sehr viel genauer als die Systematik der fixen Zuschläge der Münchner und Magdeburger Agrarversicherung AG.

Nicht nur im Hinblick auf das Angebot verschiedener erweiterter Deckungen und deren unterschiedlicher Beitragsberechnung unterscheiden sich die Mehrgefahrenversicherungsprodukte dieser beiden Versicherer. Auch bei der Ausgestaltung der Policen gilt es, die unterschiedlichen Versicherungsbedingungen

⁸⁹ Vgl. Kapitel 4.

⁹⁰ Ausführlicheres dazu in Kapitel 6.

⁹¹ und der damit verbundenen Mittelung über alle Einzelgefahrenprämien eines Paketes

⁹² Vgl. Kapitel 4.2

hinsichtlich verschiedener Selbstbehalte und spezieller Deckungsausschlüsse zu beachten⁹³.

Schließlich bleibt noch ein wesentlicher Aspekt bei der Betrachtung des deutschen Mehrgefahrenversicherungsmarktes mit Blick auf die Märkte anderer Länder, deren Situation im folgenden vorgestellt wird, festzuhalten. So existiert bislang bis auf einzelne (kurzfristige) Ausnahmen⁹⁴ keine staatliche Unterstützung der Prämien oder sonstiger Hilfen, wie der Übernahme der Rückversicherung von Ernteversicherungen.

Zum Schluss muss letztendlich aber festgehalten werden, dass man auf Grund des erwähnten regional stark eingeschränkten Versicherungsangebotes der Münchner und Magdeburger Agrarversicherung für erweiterte Deckungen und der bislang nur mäßigen Akzeptanz des Angebotes⁹⁵ der Vereinigte Hagelversicherung VVaG (noch) nicht von einer „echten“ Mehrgefahrenversicherung in Deutschland sprechen kann.

3.1.2 Überblick über andere Länder

Ist der Markt für Mehrgefahrenversicherungsprodukte in Deutschland noch überschaubar und auch in seiner historischen Entwicklung, mit Ausnahme der Hagelversicherung, noch in den Kinderschuhen, so existieren in andern Ländern teilweise dagegen schon seit Jahrzehnten Erfahrungen mit der umfassenden Absicherung der landwirtschaftlichen Bodenproduktion durch Versicherungslösungen. Dabei hat sich das Angebot teilweise in manchen Ländern wie beispielsweise den Vereinigten Staaten sehr unübersichtlich und komplex entwickelt, weswegen hier nur ein einfacher Überblick gegeben wird.

In Tabelle 3.1 sowie in Abbildung 3.5 sind für verschiedene Staaten die unterschiedlichen Versicherungsansätze dargestellt. Dabei sei erwähnt, dass sich diese

⁹³ Vgl. AHMGVB07 (2007) und MÜNCHENER UND MAGDEBURGER AGRARVERSICHERUNG (2009)

⁹⁴ wie in Baden-Württemberg bis zum Jahre 1997 für die Hagelversicherung TAFFERNER (2009), oder in Sachsen für die Versicherung des Weines gegen Frost ab dem Jahre 2009.

⁹⁵ für *Secufarm*[®] 5 nach LANGNER, R. (II) (2009)

Arbeit ausschließlich auf Ertragsausfallversicherungen beschränkt und somit Versicherungsprodukte, die auf die Absicherung von Erlösen abzielen, nicht berücksichtigt sind. In dieser ersten Übersicht sind zunächst die Anzahl der versicherbaren Wetterrisiken (Gefahren) sowie die jeweilige Partizipation an den Versicherungssystemen in den einzelnen Ländern dargestellt.

Tabelle 3.1: Überblick Ernteversicherungen

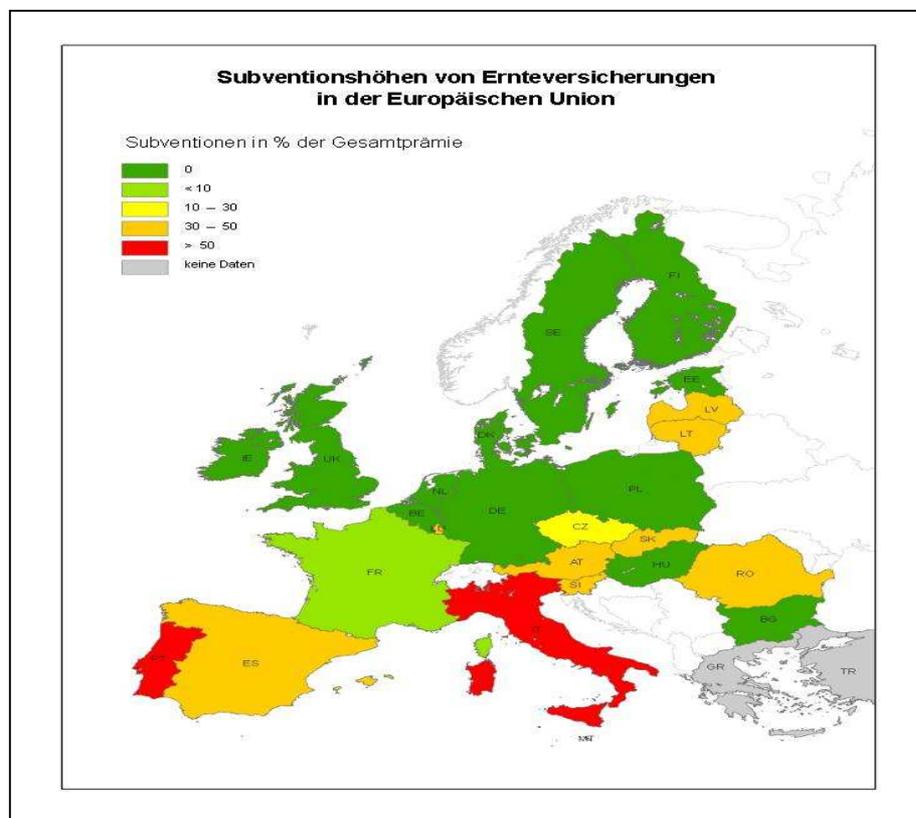
	Versicherbare Gefahren (Anzahl)	Prämien-subvention	Partizipation
Dänemark	5	-	k.D.
Deutschland	5-7 (s.h. oben)	-	70%
Frankreich	5	35-40%	25%
Griechenland	6	80%	k.D.
Italien	9	50-80%	k.D.
Japan	10	55%	k.D.
Kanada	9	66%	56%
Litauen	4	50%	10%
Luxemburg	8	50%	10%
Niederlande	5	Bis 65%	k.D.
Österreich	8 (vgl. 3.2.3)	50%	>50%
Polen	6	35-40%	k.D.
Portugal	9	40-80%	25%
Rumänien	k.D.	50%	45-60%
Schweden	1	50%	k.D.
Schweiz	12	-	k.D.
Slowakei	8	35%	>30%
Slowenien	6	30-50%	18-20%
Spanien	Umfassend (vgl. 3.2.1)	35-65%	30%
Tschechien	8	35%	35%
USA	Umfassend (vgl. 3.2.1)	35-100%	80%
Zypern	11	50%	70%

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an LANGNER (2010, S. 3), LANGNER, R. (I) (2009, S. 78), WEBER *et al.* (2008, S. 15), VON ALTEN (2008, S. 93 und 133), (FERNANDEZ-TORANO, 1999), SCHWEIZER HAGELVERSICHERUNG (2009), PROPLANTA (2009). EU-KOMMISSION (I) (2006). (k.D. = keine Daten)

Den meisten Ernteversicherungen außerhalb Deutschlands ist, was eine Mehrgefahrenversicherung angeht, dabei eine staatliche Beteiligung an den Prämien gemeinsam, weswegen der Anteil an dieser ebenfalls dargestellt wurde. Dabei ist zu beachten, dass sich dieser in manchen Ländern je nach Gefahr und Ausgestaltung der Verträge unterscheiden kann.

Neben einer Prämiensubvention existieren zudem in einzelnen Ländern auch staatliche Maßnahmen zur Unterstützung der Erstversicherungsunternehmen bei der Rückversicherung. Zudem finden sich, neben diesen, auch in einigen Ländern zusätzlich staatliche Nothilfeprogramme in Form von Katastrophen-Fonds, welche außergewöhnliche Schadenereignisse abdecken sollen. Einen weiterführenden Überblick über diese beiden Mittel für die einzelnen Länder erhält man ebenfalls in der eingangs des Kapitels 3.1 angegebenen Literatur.

Abbildung 3.5: Überblick Subventionshöhen Ernteversicherungen in Europa



Quelle: EU-KOMMISSION (2007), LANGNER, R. (I) (2009, S. 78)

3.2 Klassifizierung von Versicherungslösungen

Die oben aufgeführten Ernteversicherungen lassen sich auf verschiedene Arten systematisieren. Neben der erwähnten Unterscheidung zwischen Spezialität und Universalität solcher Angebote im Hinblick auf die Anzahl der versicherbaren Gefahren existieren weitere Eigenschaften, nach denen die Versicherungstypen unterschieden werden können. Wie in WEBER *et al.* (2008) werden im folgenden drei

Hauptkategorien von Ernteversicherungen unterschieden: *Ertragsgarantieversicherungen*, *Indexbasierte Versicherungen* sowie *Ertragsverlustversicherungen*. Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale für diese drei Arten sind in Abbildung 3.6 dargestellt.

Abbildung 3.6: Klassifizierung der Versicherungslösungen

	Ertragsgarantie-Versicherung	Indexbasierte-Versicherung		Ertragsverlust-Versicherung
		Wetterderivate	Regionalertrags-Versicherung	
Anzahl versicherbarer Risiken	sehr hoch	gering	sehr hoch	hoch
Auszahlungsbasis	schadenbezogen	Index-bezogen	Index-bezogen	schadenbezogen
Referenz der Auszahlungsbasis	einzelbetrieblich oder regional	regional	regional	einzelbetrieblich
Schadenbemessung	Ursachen-unabhängig	Ursachen-unabhängig	Ursachen-unabhängig	Ursachen-abhängig

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an WEBER *et al.* (2008, S. 16)

Dabei zählen hier jedoch, anders als in WEBER *et al.* (2008), zu den Indexbasierten Versicherungen neben den *Wetterderivaten* auch die *Regionalertrags-* oder *Regionsertragsversicherungen*. MÜßHOFF&HIRSCHAUER (2009) hingegen unterscheiden zwei Kategorien von Versicherungssystemen: Die *schadenbezogenen* und die *indexbezogenen* Versicherungen. Während dort unter den indexbezogenen Versicherungen ebenfalls *Wetterderivate* und *Regionalertragsversicherungen* subsummiert werden, fallen unter die schadenbezogenen Versicherungen die *Ertragsgarantieversicherung*, die dort als *Hofertragsversicherung* bezeichnet wird, und

die Ertragsverlustversicherung, die *Extrem(wetter)- Versicherung* genannt wird. Da jedoch der Begriff „extrem“ oft zu der Annahme verleitet, dass bei dieser Art von Versicherungstyp nur katastrophale Schadensereignisse abgedeckt werden könnten⁹⁶, soll die Bezeichnung Extremwetterversicherung in dieser Arbeit nicht weiter verwendet werden. Vielmehr werden unter Ertragsverlustversicherungen solche Versicherungen verstanden, die ähnlich ausgestaltet sind wie die klassische Hagelversicherung, bei der nur sehr geringe Selbstbehalte die Regel (bei Ackerfrüchten bspw. 8% der Versicherungssumme des Feldstücks⁹⁷) sind.

Im Anschluss werden nun für die drei oben dargestellten Versicherungsmodelle sowohl deren Funktionsweise erläutert wie auch jeweils Anwendungsbeispiele gegeben, um diese durch einen praktischen Bezug besser zu verstehen.

3.2.1 Ertragsgarantieversicherungen

3.2.1.1 Funktionsweise

Bei der Ertragsgarantieversicherung wird für jede Kultur ein bestimmter Ertragswert, der sog. *Strike-Level*, als Basis für eine Schadenauszahlung zu Grunde gelegt. Als Strike-Ertrag sind prinzipiell zwei unterschiedliche Referenzarten wählbar: Zum einen eine *innerbetriebliche* wie bspw. der durchschnittliche historische Flächenertrag der entsprechenden Kultur des versicherten Betriebes, zum anderen eine *außerbetriebliche* Größe, wie z.B. der durchschnittliche historische Flächenertrag eines geographischen Umkreises. Unterschreitet nun der einzelbetriebliche Ertrag für eine Kultur in der Versicherungsperiode diesen Strike-Level, kommt es zur Versicherungsleistung. Damit ist eine Kompensation durch die Versicherung unabhängig von der tatsächlichen Schadenursache.

⁹⁶ Vgl. auch MUBHOFF *et al.* (2006)

⁹⁷ Vgl. 3.1.1.1.1

3.2.1.2 Beispiel: USA und Spanien

Als klassische Beispiele für die praktische Anwendung einer Ertragsgarantieversicherung werden hier die Lösungen aus den USA und Spanien kurz vorgestellt. Für einen tieferen Einblick sei jedoch bspw. auf BERG (2002), WEBER *et al.* (2008), FOCK *et al.* (2008), VON ALTEN (2008), SCHLIEPER (1997) verwiesen.

USA

Das amerikanische Versicherungssystem wurde bereits Ende der dreißiger Jahre des letzten Jahrhunderts eingeführt. Das oberste Organ der aktiven Steuerung bzw. Abwicklung der Versicherungsgeschäfte mit den privaten Versicherungsunternehmen stellt dabei die *Federal Crop Insurance Corporation* (FCIC) da. Diese wird beaufsichtigt durch die *Risk Management Agency* (RMA), die wiederum dem amerikanischen Landwirtschaftsministerium, dem *U.S Department of Agriculture* (USDA), untersteht. Das Angebot an Versicherungskonzepten, die teilweise aufeinander aufbauen, ist dabei im Laufe der Jahre sehr stark gestiegen. Insgesamt kann man zwischen den Angeboten der Ertragsgarantieversicherung, der sog. *Multiple Peril Crop Insurance* (MPCI), und den verschiedenen Arten von Erlösversicherungen, wie *Income Protection* (IP), *Crop Revenue Coverage* (CRC) oder *Revenue Assurance* (RA), unterscheiden. Hier wird nun im weiteren das Angebot der Ertragsgarantieversicherung vorgestellt:

Die MPCI bietet dabei nicht nur die Möglichkeit der Absicherung gegen wetterbedingte Ertragsverluste wie durch Hagel, Sturm, Starkregen, Frost oder Trockenheit, sondern auch durch weitere Gefahrenquellen wie Insektenbefall oder Pflanzenkrankheiten und Wildschäden⁹⁸. Die Entschädigungsleistung berechnet sich dabei (im Schadenfall) aus der negativen Abweichung des einzelbetrieblichen Ertrages y zum Referenzertrag multipliziert mit einem Referenz-Preis. Der Referenzertrag y_{APH} wird auf Grundlage

⁹⁸ Vgl. WOLF (1998), RISK MANAGEMENT AGENCY (2008)

einzelbetrieblicher Ertragsdaten, der *Actual Production History*, kurz APH, festgelegt. Dabei müssen diese mindestens für einen Zeitraum von vier Jahren vorliegen, da ansonsten Prämienzuschläge oder Deckungskürzungen vorgenommen werden. Dem Versicherungsnehmer stehen nun verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten offen. Er kann zum einen als Strike-Level *verschiedene Deckungsgrade* α , als prozentuale Anteile von 50% bis 85% seines APH, wählen. Zum anderen kann er den prozentualen Anteil β des erstatteten Referenz-Preises P_{RMA} , der von der RMA festgelegt wird, zwischen 55% und 100% verändern.

$$\text{Entschädigung} = \beta \cdot P_{RMA} \cdot \max(0, \alpha \cdot y_{APH} - y) \quad (3.1)$$

Dabei ist die Versicherung von 50% des APH in Kombination mit 55% des RMA-Preises als Grunddeckung bis auf eine Verwaltungsgebühr kostenfrei. Sie wird auch als *catastrophic coverage* (CAT) bezeichnet. Die anderen Möglichkeiten der Ausgestaltung werden *Buy-Up* genannt. Bei der CAT werden somit maximal 27,5 % eines entstandenen Totalschadens entschädigt. Mit Hilfe der Buy-Up-Deckungen können weiterhin maximale Entschädigungsleistungen bis 85%, also ein minimaler Eigenbehalt von 15%, erreicht werden.

Damit sind aber höhere Prämien verbunden, die jedoch wiederum bis zu 50% (degressiv) staatlich subventioniert werden⁹⁹.

Insgesamt berechnet sich dabei die faire Prämie für eine gewählte Versicherungslösung gemäß dem versicherungsmathematischen Hauptsatz¹⁰⁰ aus (3.1) nach:

$$\text{Prämie} = E[\beta \cdot P_{RMA} \cdot \max(0, \alpha \cdot y_{APH} - y)]$$

wobei $E(\cdot)$ den Erwartungswertoperator darstellt.

⁹⁹ Vgl. BERG (2002)

¹⁰⁰ Vgl. Kapitel 4.

Angemerkt sei hier noch, dass zur MPCCI neben den CAT und Buy-Up Deckungen als weitere Bausteine auch der *Group Risk Plan* (GRP), welcher in 3.2.2.2 beschrieben ist, und das *Non-insured Assistance Program* (NAP)¹⁰¹ gehören.

Spanien

Das spanische Ernteversicherungssystem in seiner gegenwärtigen Form besteht seit Ende der 1970iger Jahre¹⁰². Dabei nimmt der Verband AGROSEGURO eine zentrale Rolle ein. Als von privaten Versicherungsunternehmen geschaffener Mitversicherungspool, der rechtlich eine Aktiengesellschaft darstellt, übernimmt er alle zur Organisation der Ernteversicherung relevanten Aufgaben.

Insgesamt hat sich, wie in den USA, auch auf dem spanischen Versicherungsmarkt eine breite Produktpalette entwickelt. Diese lässt sich in zwei Arten von Versicherungstypen kategorisieren. So wird sowohl eine Ertragsverlustversicherung gegen die Gefahren Hagel, Frost, Sturm und Überschwemmung als auch eine Ertragsgarantieversicherung gegen sämtliche witterungsbedingte und nicht witterungsbedingte Risiken angeboten¹⁰³. Dabei ist das Angebot für beide Typen jedoch kulturabhängig. Eine Übersicht findet sich hierzu in SCHLIEPER (1997).

Die angebotene Ertragsgarantieversicherung von Wintergetreide (Seguro Integral de Cereales de Invierno en Secano) arbeitet dabei im Prinzip wie eine CAT oder Buy-Up Police in den USA. D.h., wie bei diesen Deckungen berechnet sich eine Entschädigungsleistung aus der negativen Abweichung des einzelbetrieblichen Ertrages zum Referenzertrag multipliziert mit einem Referenz-Preis. Der Referenzpreis wird ebenfalls staatlich festgelegt. Im Unterschied zur amerikanischen Lösung wird der Referenzertrag jedoch nicht auf Grundlage einzelbetrieblicher Ertragsdaten festgelegt,

¹⁰¹ Vgl. VON ALTEN (2008, S. 124), (WEINBERGER, 1999)

¹⁰² Vgl. FOCK *et al.* (2008)

¹⁰³ Vgl. VON ALTEN (2008)

sondern je nach Region auf unterschiedliche Niveaus begrenzt. Der prozentuale Deckungsgrad α ist hier auf 65% bis 70% beschränkt¹⁰⁴.

Ebenfalls wie in den USA sind zu dieser Grunddeckung zusätzliche Versicherungen (Seguro Complementario) abschließbar. Der Anteil an staatlichen Subventionen erstreckt sich dabei auf insgesamt durchschnittlich 32% bis maximal 50% der Prämien FOCK *et al.* (2008).

3.2.2 Indexbasierte Versicherungen

3.2.2.1 Funktionsweise

Im Unterschied zu den eben vorgestellten Ertragsgarantieversicherungen als schadenbezogene Versicherungen ist bei den indexbezogenen Versicherungen für eine Versicherungsleistung nicht der Nachweis eines Schadens notwendig¹⁰⁵. Vielmehr ist eine mögliche Entschädigung an einen bestimmten *Index* gekoppelt. Diesem Index kann nun entweder eine output- oder ertragsbezogene Größe oder aber eine den Ertrag beeinflussende Wettergröße zu Grunde liegen. Erstere Versicherungstypen werden auch *Regional-* oder *Regionsertragsversicherungen* genannt. Letztere führen zum Begriff des *Wetterderivates*. Gemeinsam ist beiden Lösungen, dass eine Entschädigungsleistung nicht abhängig ist vom tatsächlichen Schadensgeschehen des versicherten Betriebes¹⁰⁶. Damit ist auf der einen Seite das moralische Risiko¹⁰⁷ einerseits gering, es verbleibt jedoch ein Restrisiko beim Landwirt, da es fallweise entweder zu einem betrieblichen Schaden kommen kann, ohne dass eine Entschädigung erfolgt, oder trotz Schadenfreiheit eine „Entschädigungs“- Zahlung gewährt wird¹⁰⁸.

Für beide Arten werden im folgenden nun kurz Anwendungsbeispiele vorgestellt.

¹⁰⁴ Vgl. WEINBERGER (1999), FOCK *et al.* (2008) und AGROSEGURO (2001)

¹⁰⁵ In diesem Zusammenhang wird in 3.4.2.2 der Begriff „Versicherung“ noch einmal diskutiert.

¹⁰⁶ Ausnahme bei Regionsversicherungen, wenn Großbetriebe den Ertrag einer ganzen Region beeinflussen.

¹⁰⁷ Vgl. 3.3.2.1.2

¹⁰⁸ Vgl. hierzu die Kapitel 3.3 und 3.4

3.2.2.2 Regionalertragsversicherung - Beispiel: USA

Als dritte Säule der amerikanischen MPCII neben den CAT und Buy-Up Policen, existiert in den USA seit 1993 der *Group Risk Plan* (GRP). Bei diesem wird eine Entschädigung fällig, wenn der Ertragsdurchschnitt einer bestimmten Kultur in einer festgelegten Region (z.B. county) unter einen vereinbarten Referenzertrag fällt¹⁰⁹. Technisch gesehen sind somit GRP-Policen mit an den Terminbörsen gehandelten *Put-Optionen*, die an Wert gewinnen, wenn der zugehörige Basiswert, in diesem Fall der regionale Durchschnittsertrag, unter einen festgelegten Preis (Referenzertrag) fällt, vergleichbar.

Ebenso wie bei der Buy-Up-Coverage kann der Landwirt verschiedene Deckungsgrade α von 70% bis 90% des county-Ertrages als Strike Level wählen. Als Referenzpreis kann er dabei Anteile β von 65% bis 150% des RMA-Preises wählen. Je nach Ausgestaltung wird die Versicherungsprämie vom Staat subventioniert¹¹⁰.

Durch das geringe moralische Risiko und einen geringen Verwaltungsaufwand bei der Schadenregulierung - da anders als bspw. bei den CAT-Deckungen keine individuelle Schadenfeststellung erfolgen muss - können die GRP-Policen vergleichsweise kostengünstig angeboten werden¹¹¹. Das angesprochene Restrisiko führt jedoch dazu, dass diese Versicherungsvariante nur von Großbetrieben, die sich gegen Extremschadenereignisse absichern wollen, als geeignetes Risikomanagementinstrument gesehen wird. Somit hat der Group Risk Plan bislang nur eine geringe Marktbedeutung erlangt¹¹².

¹⁰⁹ Vgl. RISK MANAGEMENT AGENCY (2008)

¹¹⁰ Vgl. WOLF (1998, S. 45)

¹¹¹ Vgl. VON ALTEN (2008, S. 123)

¹¹² Vgl. WOLF (1998, S. 46)

3.2.2.3 Wetterderivate – Beispiel: Südafrika

Allgemein werden Finanzinstrumente, deren Wert sich aus einem anderen Wert, einer sog. Basisvariablen, ableiten lässt, als derivative¹¹³ Finanzinstrumente, oder einfacher als *Derivate* bezeichnet. *Wetterderivaten* liegen dabei als Basisvariablen (Index) eine oder mehrere Wetterparameter wie Temperatur oder Niederschlag zu Grunde. Bei der Ausgestaltung eines Wetterderivates wird zum einen ein *Strike Level* für den Index festgelegt. Wird dieser durch den Index unter- oder überschritten, kommt es zu einer Auszahlung. Die zweite Gestaltungsgröße wird durch die *Tick Size* vereinbart. Diese bestimmt die Auszahlungshöhe, indem sie den Wert pro unter- oder überschrittener Indexeinheit monetär quantifiziert¹¹⁴.

Wesentliches Unterscheidungsmerkmal von Derivaten ist zudem die rechtliche Ausgestaltung. Da es sich bei Derivaten überwiegend um Termingeschäfte handelt, bei denen der Verkauf eines Gutes oder eines Rechtes nach Laufzeitende zu vorher festgelegten Konditionen vereinbart wird, unterscheidet man hierbei zwischen *bedingten* und *unbedingten* Termingeschäften. Bei unbedingten Geschäften kommen vereinbarte Vertragsbedingungen des Kontraktes in jedem Fall zustande, während bei bedingten Derivaten lediglich ein Recht (Option) zur Ausübung weiterer Vertragsinhalte besteht. Für beide Arten von Derivaten existieren weiterhin zwei grundsätzliche Möglichkeiten des Handels. Sie können entweder, was standardisierte Kontrakte voraussetzt, an einem organisierten Markt (*Börse*)¹¹⁵ gehandelt werden. Zudem können zwischen zwei Parteien individuelle Kontrakte vereinbart werden. Dann spricht man von sog. OTC (*Over The Counter*) – Geschäften. Der überwiegende Teil von Wetterderivaten wird im OTC-Handel abgeschlossen. Dabei werden ca. 75% der Kontrakte als bedingte Termingeschäfte gehandelt¹¹⁶. Eine Übersicht zur Klassifizierung von Derivaten gibt auch Abbildung 3.7.

¹¹³ Von lateinisch *derivare* = ableiten

¹¹⁴ Vgl. WEBER *et al.* (2008, S. 21)

¹¹⁵ Bspw. an der LIFFE

¹¹⁶ Vgl. SCHMITZ (2007, S. 41)



Zusammengefasst ist ein Wetterderivat also durch folgende Parameter bestimmt¹¹⁷:

- Basisvariable (Index), der ein oder mehrere Wetterparameter zu Grunde liegen
- Derivattyp (Option, Future, etc.)
- Wetterstation, an der die Wetterparameter gemessen werden
- Laufzeit, über die der Wetterparameter gemessen wird
- Strike Level
- Tick Size
- Limit (optional), das evtl. eine mögliche Auszahlung beschränkt
- Prämie, die für das Derivat zu zahlen ist

An eine Basisvariable oder Index können grundsätzlich sämtliche (durch eine Station) erfassbare Wetterparameter gekoppelt werden. Dabei sind Akkumulations- oder auch Durchschnittsdaten von Wetterparametern denkbar. Zudem sind sowohl Einzelparameter als auch Kombinationen aus verschiedenen Wettervariablen vereinbar. Der Komplexität sind dabei prinzipiell kaum Grenzen gesetzt.

So schlägt SCHMITZ (2007) z.B. ein Temperatur-Derivat zur Absicherung des Energiekostenrisikos im Unterglasanbau vor, bei dem als zu Grunde gelegter Index

¹¹⁷ CAO&WEI (2000, S. 2) und WEBER *et al.* (2008, S. 36)

die Durchschnittstemperatur für den Zeitraum 1. November (Tag 1) bis 31. März (Tag N), gebildet als Mittelwert aus den jeweiligen Tageshöchst- und Tagesminimaltemperaturen, betrachtet wird:

$$I^T = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{T_{max}(t) + T_{min}(t)}{2}$$

Zwei weitere Niederschlags-Wetterderivate für den landwirtschaftlichen Ackerbau betrachten MUßHOFF *et al.* (2006). Dabei soll das Ertragsrisiko des Weizenanbaus bei Niederschlagsdefiziten vermindert werden. Dazu werden als Niederschlags-Indizes ein Kumulationsindex und ein Defizitindex vorgestellt.

Beim Kumulationsindex I^K mit

$$I^K = \sum_{t=1}^N R(t)$$

werden die Tagesniederschläge $R(t)$ über einen Zeitraum von N Tagen aggregiert.

Beim Defizitindex I^D

$$I^D = \sum_{p=1}^P \min \left(0, \sum_{t=(p-1) \cdot s+1}^{p \cdot s} R(t) - R^* \right)$$

werden über P Perioden die kumulierten Differenzen zwischen der Tagesniederschlagssumme $R(t)$ an s Tagen und einem Referenzniveau R^* betrachtet.

Die Schwierigkeit bei der Ausgestaltung der Basisvariablen ist dabei, die Grundlage für ein Wetterderivat zu entwerfen, mit dem eine möglichst hohe Absicherung des Ertrages erreicht werden kann, also eine hinreichend gute Korrelation mit dem Ertrag herzustellen. Dies kann schnell zu komplexen Designvarianten führen. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass die „Arbeitsweise“ eines Derivates letztendlich vom

Landwirt noch verstanden werden muss, damit dieser die Hedging-Effektivität für seinen Betrieb beurteilen kann. Daher spricht oftmals die praktische Handhabbarkeit gegen eine zu komplexe Definition der Basisvariablen¹¹⁸.

Im Folgenden wird nun ein Beispiel aus Südafrika für ein einfaches Niederschlags-Wetterderivat im Grünland vorgestellt:

Ein Beispiel aus Südafrika:

Mehr als 70% der südlichen Region Südafrikas werden intensiv für die Tierproduktion verwendet. Ab dem Jahre 2005 wird dort zur Absicherung der kommerziell ausgerichteten Landwirtschaft eine Dürreversicherung für das Weideland angeboten. Diese arbeitet wie ein Niederschlags-Wetterderivat, weswegen es treffenderweise auch *RAINDEX* bezeichnet wird.

RAINDEX benutzt dabei als Basisvariable die Jahresniederschlagssumme eines festgelegten Referenzniederschlagsmessgerätes pro Betrieb¹¹⁹. Das Land wurde zudem in 1920 Niederschlagszonen eingeteilt, für die jeweils ein Referenzwert auf Grundlage einer Niederschlagsserie von 1959 bis 2005, unter Verwendung der nächstgelegenen Messstationen und eines Gewichtungsverfahrens, bestimmt wurde.

Es sind als Strike-Level 50%, 60% oder 70% des Referenzwertes als Garantiestufen wählbar. Der Bestimmung der Tick-Size ist dabei die sog. *Tragfähigkeit W* von Weideland zu Grunde gelegt. Unter dieser Größe versteht man die Anzahl von Hektaren, die benötigt wird, um eine Großvieheinheit (GVE) für ein Jahr zu halten (s.h. Abbildung 3.8). Daneben wird noch der Durchschnittspreis P_{GVE} einer GVE verwendet.

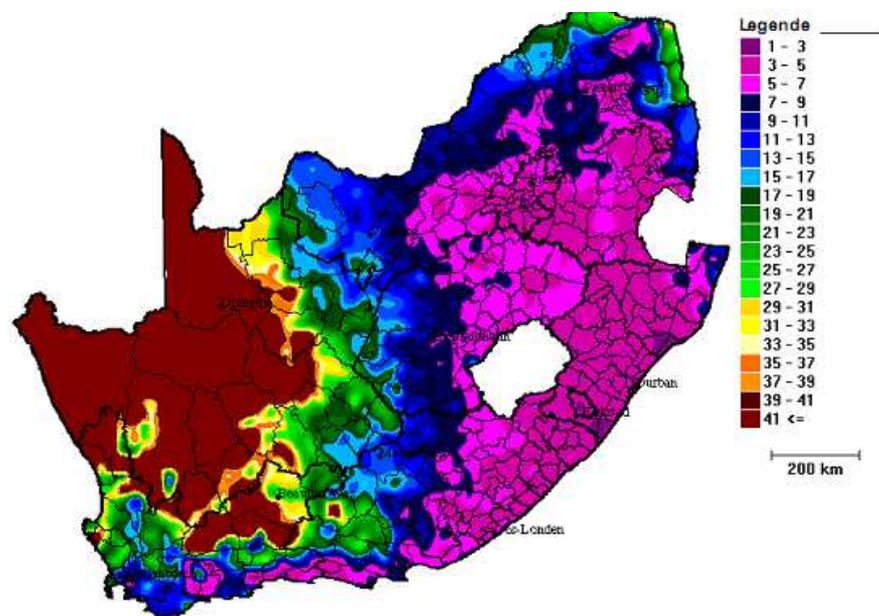
¹¹⁸ Vgl. zu dieser Problematik auch die Ausführungen in 3.4.2

¹¹⁹ Bei Betrieben bis 500 ha eine Station. Für größere Betriebe werden mehrere, repräsentativ verteilte, Stationen verwendet.

Als Tick-Size V ergibt sich dann, mit dem langjährigen durchschnittlichen Jahresniederschlag N_d für eine Niederschlagszone, der Versicherungswert pro Millimeter Niederschlag und Hektar aus:

$$V = \frac{P_{GVE}}{W \cdot N_d}$$

Abbildung 3.8: Weidekapazität (ha/GVE) in Südafrika



Quelle: VAN DEN BERG (2007)

Da der *RAINDEX* für eine 12-monatige Versicherungsperiode entwickelt wurde, müsste ein Kunde zunächst die Niederschläge für einen Zeitraum von 12 Monaten nachweisen, ehe eine Schadenanzeige eingereicht werden könnte. Da die Mindestlaufzeit der Versicherung jedoch 12 Monate beträgt und um die Liquidität der Viehzüchter während einer Trockenperiode aufrecht zu erhalten, gilt als Anfangsbedingung die durchschnittliche monatliche Niederschlagsmenge für noch nicht gemessenen Monate. Die effektiv gemessenen Monats-Niederschläge ersetzen dann im Laufe der Vertragslaufzeit den entsprechenden durchschnittlichen Niederschlag.

Beispiel: Der Referenzwert für eine Niederschlagszone beträgt 570 mm, im 12-Monatsdurchschnitt also 47,5 mm. Es wurde eine 70% -Deckung gewählt, d.h. die Deckungsauslösung bzw. der Strike-Level beträgt 33,3 mm. Die Weidekapazität entspricht 19 ha/GVE und der Wert einer GVE sei auf 3.000 Rand (Währung in Südafrika) festgelegt. Die Betriebsgröße sei 500 ha.

Tabelle 3.2: RAINDEX Beispiel

Monat	Anfangsbedingung (durchschn. Niederschläge) (mm)	Ende 1. Monat (mm)	Ende 2. Monat (mm)	Ende 3. Monat (mm)
Januar	92			
Februar	101	101		
März	82	82	82	
April	40	40	40	40
Mai	28	28	28	28
Juni	6	6	6	6
Juli	6	6	6	6
August	8	8	8	8
September	12	12	12	12
Oktober	51	51	51	51
November	62	62	62	62
Dezember	82	82	82	82
Januar		32	32	32
Februar			20	14
März				22
12 Monats Summe	570	510	429	363
12 Monatsdurchschn.	47,5	42,5	35,8	30,3

Quelle: Eigene Darstellung

In Tabelle 3.2 sind die durchschnittlichen Niederschlagssummen (2. Spalte) sowie die durchschnittlich gemessenen Niederschläge für die ersten drei Monate einer Versicherungsperiode dargestellt.

Die erste Schadenmeldung kann nach dem dritten Monat erfolgen, da der fortlaufende Durchschnitt mit 30,3 mm unter dem Strike-Level von 33,3 mm liegt. Es würde zu einer Schadenauszahlung von

$$\begin{aligned} V \cdot (33,3 \text{ mm} - 30,3 \text{ mm}) \cdot 500 \text{ ha} &= \frac{3.000 \text{ Rand}}{19 \text{ ha} \cdot 570 \text{ mm}} \cdot 3 \text{ mm} \cdot 500 \text{ ha} \\ &= 416 \text{ Rand} \end{aligned}$$

kommen.

Bei der Messung der für die Basisvariablen eines Vertrages ausschlaggebenden Niederschläge kommen auf den Messprozess und die zu Grunde gelegten Messstationen besondere Anforderungen zu¹²⁰:

- Die Messgeräte sind gegen Eingriffe und Manipulationen (Entnahme von Wasser) von außen geschützt.
- Messungen werden mit benachbarten Stationen verglichen, um Unstimmigkeiten aufzudecken.
- Messwerte werden durch Satelliten- und Radar-Niederschlagsmessungen überprüft.
- Es werden zusätzliche Informationen, wie bspw. der Zustand des Weidelandes (Chlorophyll-Aktivität), von Sachverständigen abgefragt.

3.2.3 Ertragsverlustversicherungen

3.2.3.1 Funktionsweise

Hauptmerkmal von Ertragsverlustversicherungen ist, dass sich bei diesen eine Schadensersatzleistung am tatsächlich entstandenen Schaden orientiert und dieser auf ein vertraglich eingeschlossenes Risiko zurückzuführen ist. Daher muss eine Schadenursache eindeutig identifizierbar sein. Die Feststellung eines Schadens erfolgt dabei direkt und in der Regel zeitnah vor Ort durch Sachverständige. Dabei wird für das betroffene Feldstück ein Schadenprotokoll erstellt und am Ende der prozentuale

¹²⁰ Vgl. VAN DEN BERG (2007)

Ertragsverlust bestimmt. Weiterhin gibt es klare Regelungen, wie mit Streitfällen umgegangen wird. Als Referenz-Ertragswert zur Schadenfeststellung wird ein im Voraus festgelegter, vom Versicherungsnehmer innerhalb vorgegebener Grenzen frei wählbarer Versicherungswert zu Grunde gelegt. Zudem existieren in der Regel kleine Selbstbehalte - meist in Form einer Integralfranchise (s.h. Kapitel 3.1.1.1.1) – , um Kleinstschäden auszuschließen und somit den Verwaltungsaufwand durch ineffektive Schadenermittlungen¹²¹ zu minimieren.

Bei der Kalkulation der Prämien kann meist auf historische Schadendaten, die in vielen Fällen über Jahrzehnte zurückreichen, zurückgegriffen werden. Klassisches Beispiel für eine Ertragsverlustversicherung ist die Hagelversicherung¹²².

In letzter Zeit hat jedoch, auf Grund verschiedener Vorteile¹²³ dieses Versicherungstyps, gerade im europäischen Raum ein Übergang zur Deckung weiterer Gefahren stattgefunden. Eingangs des Kapitels wurden die ersten Ansätze hierzu aus Deutschland von der Vereinigten Hagelversicherung VVaG sowie der Münchner und Magdeburger Agrarversicherung AG beschrieben. Dabei stellt insbesondere die Regulierung von Trockenheitsschäden bei dieser ursachenbezogenen Ernteversicherung einige Schwierigkeiten dar¹²⁴. Ansätze hierzu existieren jedoch in Ländern wie Österreich, Luxemburg oder auch Litauen und der Schweiz. Im folgenden wird nun als praktische Anwendung für diesen Versicherungstyp das österreichische Modell, und dort im besonderen die Trockenheits-Versicherung im Ackerbau, betrachtet.

3.2.3.2 Beispiel – Österreich

Die Österreichische Hagelversicherung VVaG bietet seit 1995 eine Ernteversicherung an, die zusätzlich zum Hagelrisiko auch die Gefahren Trockenheit, Frost und

¹²¹ Kosten für Regulierung höher als ermittelter Schaden

¹²² Vgl. 3.1.1.1

¹²³ Vgl. 3.4

¹²⁴ Zu den Problemfeldern sei hier schon auf 3.4 und 3.5 verwiesen.

Überschwemmung mit versichert¹²⁵. Dabei wurde die Anzahl der Gefahren in den letzten Jahren kontinuierlich ausgedehnt, so dass zurzeit neben der reinen Hagelversicherung ein Paket namens *AGRAR UNIVERSAL* angeboten wird, welches die Risiken

- Hagel
- Sturm
- Überschwemmung
- Frost
- Dürre
- Auswuchs
- Schädlingsbefall und
- Verwehung

einschließt. Dabei werden die Prämien für Hagel und Frost zu 50% staatlich subventioniert. Bei der Schadenregulierung werden drei unterschiedliche Methoden angewendet:

- A) Für Hagelschäden werden nach einem Schätzverfahren Entschädigungs-Quoten ermittelt, aus denen sich zusammen mit der Versicherungssumme die Entschädigungszahlung ergibt.
- B) Bei Frost, Überschwemmung, Verwehung und Schädlingsbefall werden die Wiederanbaukosten bis zu einer festgelegten maximalen Höhe entschädigt.
- C) Bei Dürre, Sturm und Auswuchs werden die Ertragsverluste gemäß einer vorgegebenen Entschädigungstabelle ersetzt.

Für die Feststellung von Trockenheitsschäden wurde dabei ein eigenes Entschädigungsverfahren entwickelt, welches Bestandteile einer indexbasierten Versicherungslösung trägt. Dieses wird nun kurz vorgestellt:

¹²⁵ Vgl. SCHLIEPER (1997, S. 50)

Das Trockenheitsschaden-Modell

Das Trockenheitsschaden-Modell der Österreichischen Hagelversicherung beruht auf einem zweistufigen Auslösemechanismus. Grundlage bildet hierbei die sog. *Wasserbilanz* W einer Kultur. Diese wird für die drei Entwicklungsstadien Bestockung (1), Schossen (2) und Kornbildung (3) jeweils berechnet aus:

$$W_i = N_i - [B_i + V_i] \quad i = 1,2,3$$

Dabei ist in der Periode $i = 1, 2, 3$:

- N_i der Niederschlag,
- B_i der Wasserbedarf, der zur Bildung der Pflanzentrockenmasse notwendig ist,
- V_i die Verdunstung, die abhängig von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind und Globalstrahlung ist.

Es ergibt sich daraus eine Gesamtwasserbilanz über den Vegetationszeitraum von:

$$W = \min(0, W_1) + \min(0, \max(0, W_1) + W_2) + \min(0, \max(0, W_2) + W_3)$$

Als Index wird dann das Niederschlagsdefizit, als Verhältnis aus Wasserbilanz zum Gesamtwasserbedarf inklusive Verdunstung, definiert (vgl. Beispiel in Abbildung 3.9):

$$I = W \cdot \left[- \sum_{i=1}^3 B_i + V_i \right]^{-1}$$

Um die Wasserbilanz bestimmen zu können, müssen also zwei Werte bekannt sein: Neben den **Niederschlägen** muss das **Entwicklungsstadium** (vgl. Abbildung 3.10) der Kulturen pro Region beobachtet werden. Diese Entwicklungsstadien werden von den Sachverständigen, die auch für die Schadenregulierung eingesetzt werden, gemeldet.

Trockenheitsversicherung in Österreich

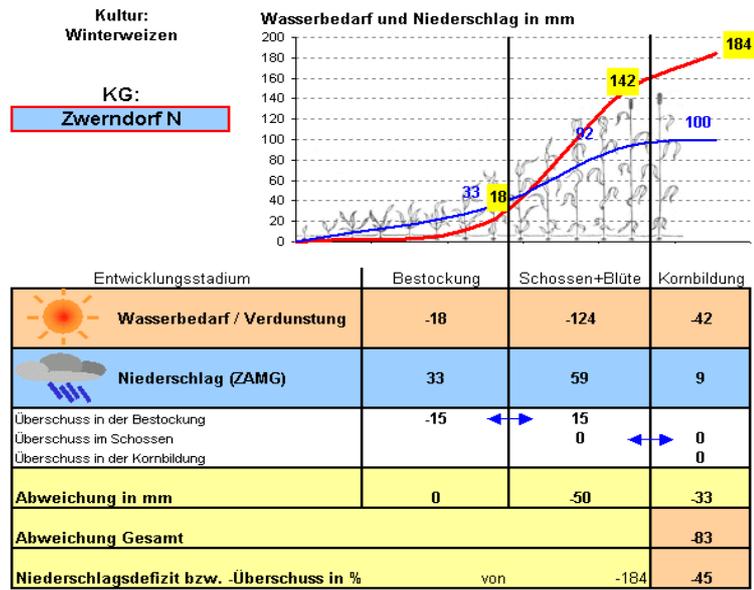
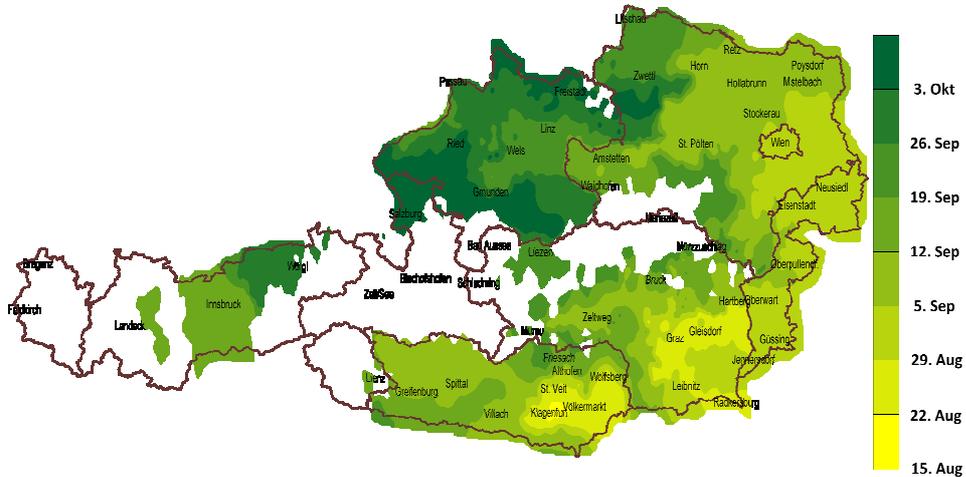


Abbildung 3.10: Datum des Erreichens der Gelbreife bei Mais

Mais - Gelbreife



Quelle: ÖSTERREICHISCHE HAGELVERSICHERUNG VVaG (2006)

Auf Grundlage des Niederschlagsdefizit-Indices sind zwei Auslösegrenzen (Strike Level) definiert:

- Erster Auslöser: 10%
- Zweiter Auslöser: 55% (V55), auch als 45% (V45) Variante abschließbar

Unterhalb des ersten Auslösers wird keine Entschädigung geleistet. Wird der erste Index überschritten, erfolgt eine Abschätzung des noch zu erwartenden Ertrags durch Sachverständige. Liegt der geschätzte Ertrag dann unterhalb definierter Ertragsgrenzen (Abbildung 3.11), wird eine pauschale Entschädigung gezahlt. Bei Überschreitung des zweiten Indices erfolgt ebenfalls eine pauschale Entschädigung, jedoch unabhängig von diesen Ertragsgrenzen.

Abbildung 3.11: Ertragsgrenzen und Entschädigungssätze für ausgewählte Kulturen. In Klammer für biologischen Anbau

Kultur	Ertragsgrenzen in kg/ha	V 55 EUR/ha	V 45 EUR/ha
W-Weizen (außer Emmerweizen und Einkorn), W-Gerste, Triticale	< 3.000 (2.250)	200	250
Roggen, Hafer, S-Gerste, S-Weizen, Hartweizen, Purpurweizen, Menggetreide, Dinkel (unentspeizt)	< 2.000 (1.500)	200	250
Körner-, Silomais (außer Saat-, Grün-, Zuckermais)	< 4.500 (3.375)	330	400
Sonnenblume, Sojabohne	< 1.000 (850)	200	250
Ölkürbis (Kernertrag)	< 300 (225)	330	400
Kartoffel (Knollenertrag), bis zur 25. KW	< 8.000 (6.000)	500	600
26. - 34. KW	+1.000 kg/ha u. KW (+750 kg/ha und KW)		
ab 35. KW (für Kipfler und Saatkartoffel: Ertragsgrenzen um 50 % reduziert)	< 18.000 (13.500)		
Entschädigung unabhängig von Ertragsgrenzen bei einem Niederschlagsdefizit ab:		55 %	45 %
Kulturbezogener Flächenselbstbehalt		10 %	10 %

Quelle: ÖSTERREICHISCHE HAGELVERSICHERUNG VVaG (2006)

Obwohl später noch ausführlicher auf eine Bewertung dieses Modells eingegangen wird, seien hier vorab schon zwei wichtige Punkte angemerkt:

- Durch die zweistufige Lösung werden einerseits die Vorteile einer Schadenermittlung, wie bei der Hagelversicherung, genutzt. So kann der Versicherer einen Eindruck vor Ort gewinnen und Erfahrungen sammeln. Zudem wird quasi automatisch ein intensiver Kontakt zum Versicherten hergestellt.
- Andererseits wird der Vorteil einer indexbasierten Lösung bei großflächigen Schäden genutzt¹²⁶.

¹²⁶ In Bezug auf den administrativen Aufwand bei der Regulierung von großflächigen Schadenereignissen (vgl. 3.3.2.2)

3.3 Warum existiert keine private Mehrgefahrenversicherung?

Allen zuvor dargestellten Versicherungslösungen, was eine umfassende Mehrgefahrenversicherung angeht, ist eine Intervention des Staates wie zum Beispiel eine Beteiligung an den Versicherungsprämien gemeinsam. Und obwohl eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Versicherungsmärkte auf Grund der unterschiedlichen agrarwirtschaftlichen wie auch agrarpolitischen Gegebenheiten nur schwerlich möglich ist, stellt sich die Frage, warum sich keine rein privatwirtschaftlich organisierte Ernteversicherung gegen mehrere Naturgefahren entwickelt hat.

Die Diskussion um die Frage nach den Gründen für ein Fehlen einer privatwirtschaftlich organisierten Mehrgefahrenversicherung ist in zahlreichen früheren Arbeiten geführt worden¹²⁷. Dabei werden mehrere Gründe für *Marktineffizienzen* angeführt, die hier im folgenden zunächst systematisiert werden sollen. Dazu scheint es sinnvoll, bezüglich dieser Gründe eine Unterscheidung in Ursachen auf der *Nachfrage-* sowie der *Angebotsseite* vorzunehmen. Im Anschluss daran wird ein Versuch unternommen, den vorgenannten Begründungen eine Gewichtung beizumessen, um so Hilfestellungen für einen Lösungsansatz bezüglich der zweiten Fragestellung dieses Kapitels im übernächsten Abschnitt geben zu können.

3.3.1 Unvollkommenheiten der Nachfrageseite

Damit ein Markt für Versicherungen zustande kommen kann, müssen zunächst auf der Nachfrageseite gewisse Kriterien bzw. Voraussetzungen vorhanden sein. Diese können auf dem Markt der Ernteversicherungen durch verschiedene Faktoren (*Divergenzen*) gestört sein. So sind in EU-KOMMISSION (2001) oder in EBNETH (2003) dazu jeweils drei wichtige Gründe für eine fehlende Nachfrage angegeben, die im folgenden dargestellt und untersucht werden¹²⁸.

¹²⁷ Vgl. OECD (2009), RITTER VON DODERER (2009), BREUSTEDT (2004), EBNETH (2003), EU-KOMMISSION (2001), SCHLIEPER (1997), MIRANDA&GLAUBER (1997)

¹²⁸ Zudem werden die drei Gründe um das Argument des Fehlens eines passenden Angebotes erweitert.

3.3.1.1 Fehlendes Know-How der Landwirte

Einer der grundlegendsten Voraussetzungen für eine funktionierende Nachfrage ist das Vorliegen von gewissen Fähigkeiten bei den Nachfragern, also den Landwirten, um die angebotenen Risikomanagementinstrumente und deren Wirkungsweise verstehen und beurteilen zu können. Um beispielsweise die oben dargestellten Versicherungslösungen als Risikomanagementinstrumente zur Absicherung gegen Wetterrisiken einsetzen zu können, muss ein entsprechendes *Know-How* vorhanden sein, um einerseits die risikomindernde Wirkung für den eigenen Betrieb erkennen zu können. Andererseits muss der Betroffene aus dieser risikoreduzierenden Wirkung für seine spezielle Situation eine persönliche Zahlungsbereitschaft für die entsprechenden Instrumente ableiten können, die der Finanzierung der mit dem Instrument verbundenen Kosten Rechnung trägt.

Dazu dürfen einerseits die Versicherungsprodukte nicht zu komplex ausgestaltet sein („Produktdesign“) und andererseits muss ein gewisser Ausbildungsstand vorliegen, um deren Wirkungsweise wiederum beurteilen zu können. Beispielsweise ist zunächst ein generelles Verständnis nötig, wann und in welcher Höhe „im Schadenfalle“ eine Auszahlung stattfindet. Zudem muss neben dieser allgemeinen Arbeitsweise eines Instrumentes auch die spezielle Situation für den eigenen Betrieb beurteilt werden können. Schwierigkeiten können hierbei zum Beispiel bei Kombiprodukten auftreten. So können Produkte zur Absicherung mehrerer Risiken, in Zusammenhang mit unterschiedlichen Auszahlungsmodalitäten bedingt durch verschiedene Franchisen oder Entschädigungspauschalen, schnell einen komplexen Umfang annehmen. Hierbei spielt insbesondere der Vertriebsweg der Risikomanagementinstrumente eine entscheidende Rolle. So bedingt eine professionelle und qualitativ geeignete Beratung des Landwirts vor Vertragsabschluss eines bestimmten Instrumentes wiederum ein gewisses berufsständisches Know-How auf Seiten des Vermittlers. Das Problem komplexer Produktdesigns muss zudem immer in Beziehung mit den in 3.5 dargestellten Gegenmaßnahmen zur Antiselektion und moral hazard betrachtet werden.

3.3.1.2 Kognitives Versagen

Mit *kognitivem Versagen* ist das Phänomen bezeichnet, dass Landwirte die im Zusammenhang mit Wetterrisiken auftretenden Gefahren geringer einschätzen, als sie sich in der Wirklichkeit darstellen. Dieses Verhalten kann aus unzureichenden Informationen über die Wahrscheinlichkeiten des Eintretens eines wetterbedingten Ernteschadens resultieren oder aber, bei Vorhandensein der entsprechenden Informationen, sich als Folge von Fehleinschätzungen bzw. Fehlinterpretationen dieser ergeben. Dabei ist diese Problematik stark abhängig von den Wiederkehrperioden¹²⁹ der auftretenden Schäden durch die Wetterrisiken (Abbildung 3.12).

Abbildung 3.12: Fehleinschätzung der Landwirte



Quelle: Eigene Darstellung

Handelt es sich bei den vernachlässigten möglichen Schadenursachen zudem um Wetterrisiken, die zu hohen Verlusten führen können, kann eine solche Verhaltensweise existenzgefährdend sein.

Im Kontext von Eintrittswahrscheinlichkeiten bestimmter Wetterrisiken sind auch die möglichen zukünftigen Veränderungen dieser, bedingt durch den *Klimawandel*, zu sehen. So ist schon in zahlreichen Veröffentlichungen und Studien wie WEINBERGER (1999), FREISTAAT SACHSEN (2009), LANGNER, R. (I) (2009) oder FOCK *et al.* (2008) auf die Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft hingewiesen worden. Trotzdem soll im Rahmen dieser Arbeit ein kurzer Exkurs die oben beschriebene

¹²⁹ Zur Definition von Wiederkehrperioden s.h. 4.3.3

Problematik von zukünftigen Eintrittswahrscheinlichkeiten und einem möglichen kognitiven Versagen noch einmal zusätzlich verdeutlichen.

Allerdings handelt es sich bei Veränderungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel um äußerst komplexe Vorgänge. So sind beispielsweise auch positive Aspekte für die Landwirtschaft zu erwarten, da durch einen gesteigerten CO₂-Gehalt in der Atmosphäre mit höheren Erträgen gerechnet werden kann¹³⁰. Daher besteht hier zukünftig weiterer Bedarf an Forschungen und Untersuchungen, welche sich intensiv mit diesen Folgen und Zusammenhängen beschäftigen.

Exkurs: Klimawandel und Folgen für die landwirtschaftliche Bodenproduktion

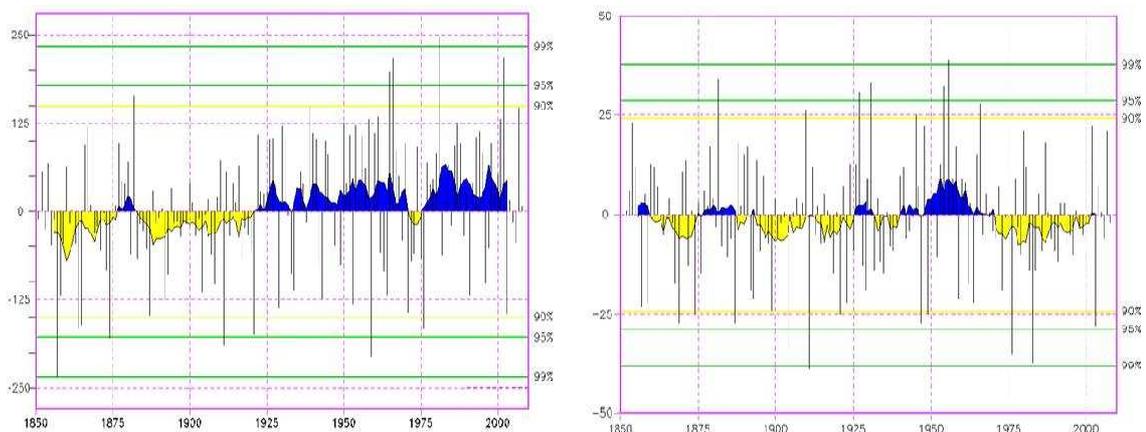
Zahlreiche globale wie auch regionale Studien diverser Panels und Forschungsprojekte lassen keinen Zweifel daran, dass sich in den nächsten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts ein Klimawandel abzeichnen wird. Gibt es auch über die konkreten Auswirkungen und Tragweiten noch unterschiedliche Schlussfolgerungen, so ist jedoch der generelle Trend der Ergebnisse weitestgehend der gleiche: Die im letzten Jahrhundert beobachtete globale Erderwärmung von ca. 0,6 Grad wird sich auch in diesem Jahrhundert stetig fortsetzen. Eher konservative Schätzungen gehen von zwei Grad, weitere sogar von bis zu sechs Grad aus¹³¹. Und auch über zumindest eine allgemeine Folge der Erderwärmung herrscht Einigkeit: Wetterextreme werden zukünftig vermehrt und heftiger auftreten.

Ein Anzeichen stellt beispielsweise die *BAUR-Niederschlagsreihe* von 14 Messstationen in Mitteleuropa der letzten 150 Jahre dar. So ist zwar ein genereller Anstieg der Niederschläge im Jahresmittel zu beobachten (Abbildung 3.13, links). Eine differenzierte Betrachtung nach Jahreszeiten führt jedoch zu einer Zunahme in den Wintermonaten und einer Abnahme in den Sommermonaten (Abbildung 3.13, rechts), in denen die Vegetation von Pflanzen am empfindlichsten auf fehlenden Wasserbedarf reagiert.

¹³⁰ Vgl. FREISTAAT SACHSEN (2009)

¹³¹ Vgl. GDV (I) (2006)

Abbildung 3.13: BAUR-Reihe Niederschlag (1851 – 2002) in Mitteleuropa. Niederschlagsanomalie [in mm] für das Gesamtjahr (l.) und den Sommer (r.)



Quelle: BAUR-REIHE (2009)

Um die zukünftigen Folgen des Klimawandels auf die landwirtschaftliche Bodenproduktion beurteilen zu können, existieren inzwischen mehrere Modellansätze. Grundlage bildet dabei immer ein Klimamodell. So wurde im Auftrag des Umwelt-Bundes-Amtes, auf Grundlage eines globalen Klimamodells, des sog. ECAHAM5 des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg, ein Modell namens WETTREG (Wetterlagen-basierte-Regionalisierungsmethode) entwickelt¹³². Bei diesem wurden Simulationen für den Zeitraum der Jahre 2010 bis 2100 durchgeführt. Dabei wurden die SRES-Emissionsszenarien (Special Report on Emission Scenarios) A1B und B1 des IPCC zu Grunde gelegt. Diese treffen beispielsweise Annahmen über den zukünftigen Verlauf des technischen Fortschritts, die Entwicklung der Weltbevölkerung oder auch die Nutzung alternativer Energien. Während das B1-Szenario ein „Niedrigeres Emissionsszenario“ darstellt, geht das A1B, als „Höheres Emissionsszenario“ von folgenden Annahmen aus:

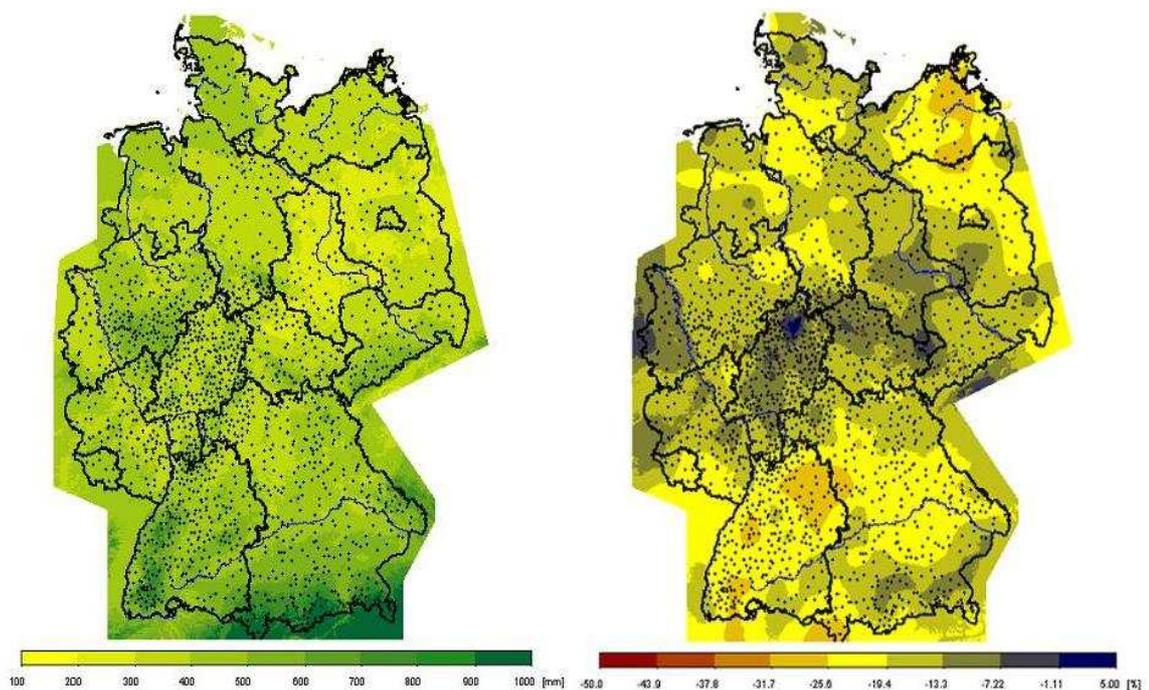
- global orientierter Entwicklung mit starkem Wirtschaftswachstum,
- schneller Einführung neuer und effizienterer Techniken,
- Nutzung fossiler und erneuerbarer Energien,

¹³² UMWELTBUNDESAMT (2007)

- einem Anstieg der Weltbevölkerung bis Mitte des 21. Jahrhunderts, gefolgt von einer Abnahme der Weltbevölkerung,
- einem Anstieg der CO₂-Emissionen bis Mitte des 21. Jahrhunderts und einem leichten Rückgang bis 2100.

Als Ergebnisse des WETTREG-Modells werden für die verschiedenen Emissionsszenarien die zukünftige Entwicklung von Temperatur und Niederschlag für Deutschland dargestellt. So zeigt Abbildung 3.14 links zunächst die gemittelten Niederschlagsmengen im Sommer über den Zeitraum 1961 bis 1990. Die Punkte auf der Darstellung sind die Klima- bzw. Wetterstationen. Dabei ergibt sich im Flächenmittel ein Wert von 462,3 mm.

Abbildung 3.14: WETTREG MODELL. Mittlere Niederschlagsmengen Sommer 1961-1990 (l.) und prozentuale Änderungen 2071-2100 (r.)



Quelle: UMWELTBUNDESAMT (2007)

Die rechte Darstellung von Abbildung 3.14 zeigt weiterhin die prozentuale Änderung des Niederschlags zwischen dem Zeitraum 2071-2100 und dem Zeitraum 1961-1990 für das Szenario A1B mit einem Flächenmittel von -22%.

Diese Darstellung eines Ergebnisses des WETTREG-Modells zeigt schon, ohne die speziellen weiteren Gegebenheiten zu berücksichtigen, die sich neben den Klimadaten auf den Wasserbedarf von Pflanzen auswirken, wie beispielsweise die Bodenqualität, welche regional unterschiedlichen Entwicklungen für die Niederschlagsmengen in Deutschland zu erwarten sind.

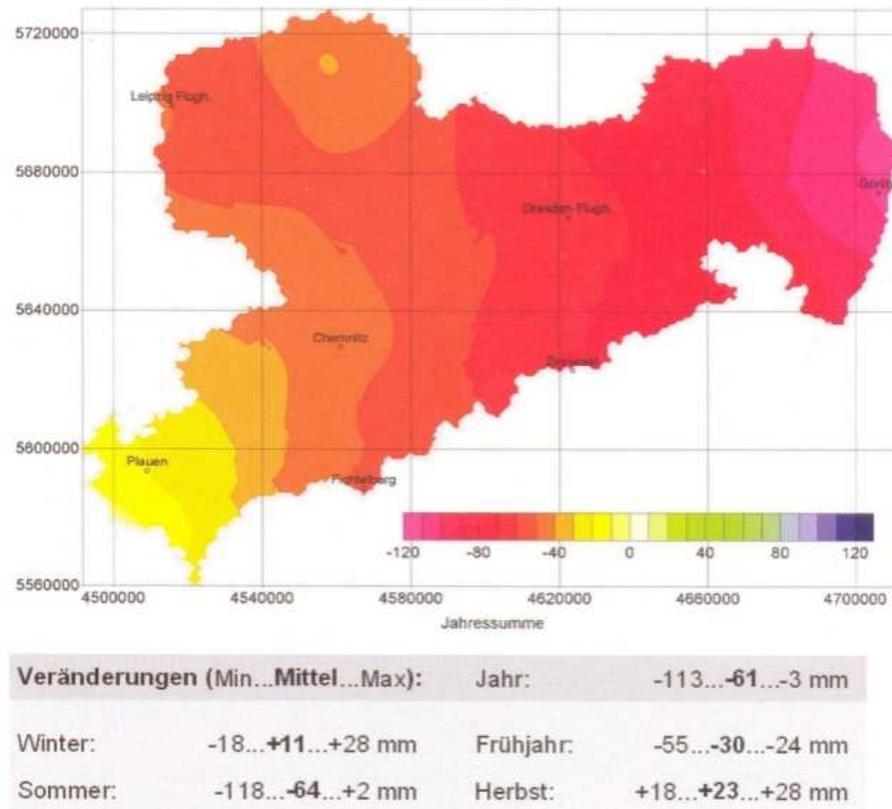
Um ein differenzierteres, speziell auf die Auswirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftliche Bodenproduktion ausgerichtetes Modell zu erhalten, wurden in letzter Zeit verschiedene Studien und Forschungsprojekte in Angriff genommen. So wurde im Auftrag des Landes Sachsen ein Klimamodell namens WEREX III bzw. WEREX IV entwickelt, welches ebenfalls wie WETTREG auf die mit ECHAM5 projizierten Temperatur- und Niederschlagsänderungen aufsetzt. Da mit dem Niederschlag allein die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt jedoch nur unzureichend beschrieben werden, wird hier die sog. *klimatische Wasserbilanz* (KWB) als aussagekräftigere Größe betrachtet. Sie ergibt sich als Differenz aus Niederschlag und potentieller Verdunstung, da neben den vorausgesagten Niederschlagsminderungen die erwarteten Temperaturzunahmen den stärksten Einfluss auf den Klimawandel zeigen¹³³.

Wie Abbildung 3.15 zeigt, nimmt auf Grundlage der WEREX III Projektionen die KWB bis 2050 von West nach Ost erheblich ab. Dabei würde sich die gleiche relative Änderung in dem bereits relativ trockenen Gebieten von Nordostsachsen gravierender auf die Pflanzenproduktion auswirken als in den relativ feuchten Gebirgslagen im Südwesten. So zeigen die Ergebnisse von Ertragssimulationen für die wichtigsten Fruchtarten (Winterweizen, Winterroggen, Wintergerste, Winterraps und Silomais) je nach Simulationsvariante zum Teil für den Nordosten Sachsens deutliche Ertragseinbußen von bis zu 16,5%¹³⁴.

¹³³ Vgl. UMWELTBUNDESAMT (2007), FREISTAAT SACHSEN (2009, S. 11)

¹³⁴ Vgl. FREISTAAT SACHSEN (2009, S. 14)

Abbildung 3.15: Abschätzung der Änderung der klimatischen Wasserbilanz in Sachsen bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts



Quelle: FREISTAAT SACHSEN (2009)

Ebenso wie die Studie des Landwirtschaftsministeriums des Freistaates Sachsen, führt auch FOCK *et al.* (2008) für Mecklenburg-Vorpommern eine regionale Untersuchung durch, um die Auswirkungen des Klimawandels auf aktuelle und zukünftige Ertragsschwankungen zu beurteilen. Grundlage bildet hierfür wieder das WETTREG-Modell mit dem Szenario A1B.

Abbildung 3.16 zeigt die wichtigsten Klimadaten für die vier Wetterstationen Boltenhagen, Teterow, Ueckermünde sowie Waren für die Simulationszeiträume 2092 bis 2100 in Bezug zu den Werten von 2001 bis 2005. Dabei zeichnet sich für die verschiedenen Standorte durchaus ein differenziertes Bild ab. So werden auf Grundlage dieser Klimadaten für den Standort Boltenhagen, begründet durch den Wegfall eines Großteils der Sommerniederschläge, Ertragseinbußen prognostiziert, während für den Standort Teterow dieser Faktor durch die größte Zunahme an Vegetationstagen ausgeglichen wird und sogar zu einem erwarteten Ertragszugewinn führt. Für die beiden

Grenzstandorte Ueckermünde und Waren mit der größten Abhängigkeit von der Niederschlagsentwicklung durch die sehr geringer Wasserspeicherfähigkeit der Sandböden wird sich die Wasserstresssituation weiter verschärfen, wobei sich die Lage für Ueckermünde aufgrund der Zunahme der Niederschläge in den Frühjahrsmonaten besser darstellt¹³⁵.

Abbildung 3.16: FOCK

		Jährliche Durchschnitts- temperatur in °C	Vegetationstage	Jährliche Niederschlags- summe in mm	prozentuale Verteilung des Niederschlags auf:			
					Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter
Bolten- hagen	2001-2005	9,3	265,0	572,9	23,3	36,4	20,0	20,3
	Differenz	1,4	19,8	-26,0	-0,6	-13,6	0,5	13,7
	2092-2100	10,8	285,0	546,9	22,7	22,7	20,6	34,0
Teterow	2001-2005	8,9	249,0	526,2	25,1	32,6	22,8	19,5
	Differenz	1,7	28,5	-72,6	-2,1	-12,0	-1,5	15,8
	2092-2100	10,6	278,0	453,5	23,0	20,5	21,2	35,3
Uecker- münde	2001-2005	9,1	256,0	537,2	19,9	37,1	21,4	21,7
	Differenz	1,5	20,1	-91,3	6,8	-13,5	-2,9	9,6
	2092-2100	10,7	276,0	445,9	26,7	23,5	18,4	31,3
						32,0		
Waren	2001-2005	9,5	254,0	571,0	22,6	32,0	21,3	24,0
	Differenz	1,1	20,2	-92,2	-1,5	-12,4	1,9	12,0
	2092-2100	10,6	275,0	478,7	21,1	19,6	23,2	36,1

Quelle: FOCK *et al.* (2008, S. 61). Mit Rundungsdifferenzen.

Insgesamt wird auf eine ansteigende Gefahr von Trockenstress hingewiesen, während sich die Gefahr einer Auswinterung immer unwahrscheinlicher darstellt.

¹³⁵ Vgl. FOCK *et al.* (2008, S. 61)

Zusammengefasst kommt die Studie sogar zu dem Schluss, dass der Klimawandel eher positive als negative Auswirkungen für alle betrachteten Standorte haben wird.

Zusammenfassend lässt sich noch einmal für das Argument „kognitives Versagen“ festhalten: Die Beurteilung verschiedener Wettergefahren wird zukünftig an den Landwirt eine der wichtigsten Herausforderungen darstellen. Dies gilt insbesondere für Gefahren mit einer (bislang) geringen Eintrittswahrscheinlichkeit, jedoch mit einer starken Schadensausprägung, wie sie mit dem Risiko der Trockenheit verbunden ist. Zudem wird durch die verschiedenen Klimastudien eindrucksvoll belegt, dass die Ausschläge von Wetterextremen größer und die Wiederkehrperioden häufiger werden. Insgesamt wird dieser Punkt also zukünftig noch zu einer schwerwiegenderen Problematik führen.

3.3.1.3 Andere Sicherheitsnetze

Als dritter Punkt, der zu Unvollkommenheiten auf Seiten der Nachfrage von landwirtschaftlichen Ernteversicherungen führt, ist hier zu nennen, dass sich Landwirte teilweise für den Fall des Schadeneintritts auf andere Sicherheitsnetze verlassen (können). So hängt der Markt von Ernteversicherungen prinzipiell auch vom Markt der landwirtschaftlichen Produkte ab, da Ernteversicherungen die Auswirkungen von Produktionsrisiken vermindern sollen. Beispielsweise können *Verzerrungen* auf dem Markt für landwirtschaftliche Ernteversicherungen aus verschiedenen Arten von Instrumenten der Agrarpolitik resultieren. So können zum einen Interventionspreise oder auch Direktzahlungen das Ausmaß landwirtschaftlicher Produktionsrisiken beeinflussen und so den Markt für Ernteversicherungen verzerren¹³⁶. Zum anderen stellen Politikeingriffe wie die Zahlung von Katastrophenhilfen in Form von *Ad-Hoc-Zahlungen* ein unmittelbares Ersatzinstrument zu einer Versicherungslösung dar. Im Zeitraum von 1990 bis 2006 bekamen beispielsweise die deutschen Landwirte 22 Millionen Euro dieser staatlichen Beihilfen¹³⁷. So stellen auch SCHLIEPER (1997, S.

¹³⁶ Vgl. BREUSTEDT (2004, S. 27)

¹³⁷ Vgl. GDV (I) (2006, S. 6)

74) und BERG (2002, S. 110) klar heraus, dass die direkten Ausgleichszahlungen in Katastrophenfällen im US-amerikanischen Markt eine nicht unwesentliche Ursache für die niedrigen Teilnehmerraten an den Versicherungsprogrammen darstellen. Dieser Umstand ist der logischen Tatsache geschuldet, dass es sich bei derartigen Kompensationszahlungen quasi um die Gewährung einer Versicherung mit nahezu analogen Leistungen handelt, ohne jedoch Prämienzahlungen hierfür zu fordern.

Den rechtlichen Rahmen für staatliche Nothilfen als Direktzahlungen bei Naturkatastrophen in der Europäischen Gemeinschaft stellen im wesentlichen die Regelungen des EU-Beihilferahmens sowie der Welthandelsorganisation (WTO). Dabei hat die EU-Kommission in verschiedenen rechtlichen Regelungen für staatliche Beihilfen bei Naturkatastrophen (u.a. Verordnung (EG) Nr. 1857/ 2006 der Kommission) festgelegt, wann staatliche Zahlungen und in welcher Form sie geleistet werden dürfen¹³⁸. Demnach sind Ad-Hoc-Zahlungen für landwirtschaftliche Betriebe von bis zu 80% (in benachteiligten Gebieten bis zu 90%) zur Deckung von Verlusten bei *widrigen Witterungsverhältnissen*, die Naturkatastrophen gleichzusetzten sind, möglich. Zu widrigen Witterungsverhältnissen zählen etwa Schadenereignisse durch Frost, Hagel, Eis, Regen oder Dürre. Diese sind zwar grundsätzlich keine Naturkatastrophen, können aber ab einem bestimmten Grad diesen gleichgesetzt werden. Bedingung hierfür ist, dass das Schadensniveau nach einem differenzierten Berechnungsschema 30% der durchschnittlichen Jahreserzeugung des betreffenden Landwirtes betragen muss. Bei Naturkatastrophen im engeren Sinn wie Erdbeben, Lawinen, Erdbeben, Überschwemmungen können dagegen ohne eine bestimmte Mindestschadenschwelle Beihilfezahlungen in Höhe von bis zu 100% der Schäden gewährt werden.

Die Regelungen für den Förderzeitraum ab dem Jahre 2010 sind allerdings deutlich restriktiver gefasst als bisher. So müssen ab dem 1. Januar 2010 gewährte Ausgleichszahlungen um 50% gekürzt werden, wenn sie Landwirten gewährt wurden, die nicht eine Versicherung abgeschlossen haben, die mindestens 50% der

¹³⁸ Vgl. GDV (2008, S. 2), EU-KOMMISSION (II) (2006)

durchschnittlichen Jahreserzeugung oder des durchschnittlichen jährlichen Erzeugereinkommens und die statistisch häufigsten klimatischen Risiken des betreffenden Mitgliedsstaates oder der betreffenden Region abdeckt. Von den Beihilfekürzungen darf dabei nur dann abgesehen werden, wenn der betreffende Mitgliedsstaat überzeugend nachweisen kann, dass trotz ehrlicher Bemühungen zum Zeitpunkt des Schadeneintritts kein erschwinglicher Versicherungsschutz gegen die in dem betreffenden Mitgliedsstaat am häufigsten auftretenden Klimagefahren abgeschlossen werden konnte.

Auch wenn zu diesen Neureglungen noch einige Ausführungsdetails offen sind, ist doch die Richtung der veränderten Rahmenrichtlinien klar erkennbar: Ad-Hoc-Zahlungen sollen zukünftig nur noch die absolute Ausnahme bilden dürfen. Vielmehr sollen, auch im Sinne nachhaltiger Haushaltsplanungen, die Mitgliedsstaaten dazu angehalten werden, Versicherungslösungen gegebenenfalls mit staatlicher Unterstützung, wie beispielsweise durch Subventionen von Prämien als alleinige Absicherungsinstrumente zu etablieren. Dieses Vorgehen ist insbesondere auch unter dem Gesichtspunkt der Kompatibilität mit bestehenden Kriterien des WTO-Übereinkommens über die Landwirtschaft von 1994 zu sehen. So legt die EU-Kommission Wert darauf, dass staatliche Hilfen zur Absicherung von Wetterrisiken „Green Box“-fähig sind¹³⁹.

Vor diesem Hintergrund ist es verwunderlich, dass FREISTAAT SACHSEN (2009, S. 34 und 36) oder FUCHS in LANGNER&FUCHS (2008) sogar ausdrücklich auf den Fortbestand von Ausgleichshilfen in Form von Ad-hoc-Zahlungen setzen und sich gegen eine staatlich unterstützte Mehrgefahrenversicherung aussprechen, da diese Empfehlungen den Bestrebungen geltender EU-Verordnungen und WTO-Regelungen widersprechen.

Insgesamt bleibt auch bei diesem Argument festzuhalten, dass es einen erheblichen Einfluss auf das Versagen der Nachfrageseite ausübt. An dieser Stelle sei auch auf die

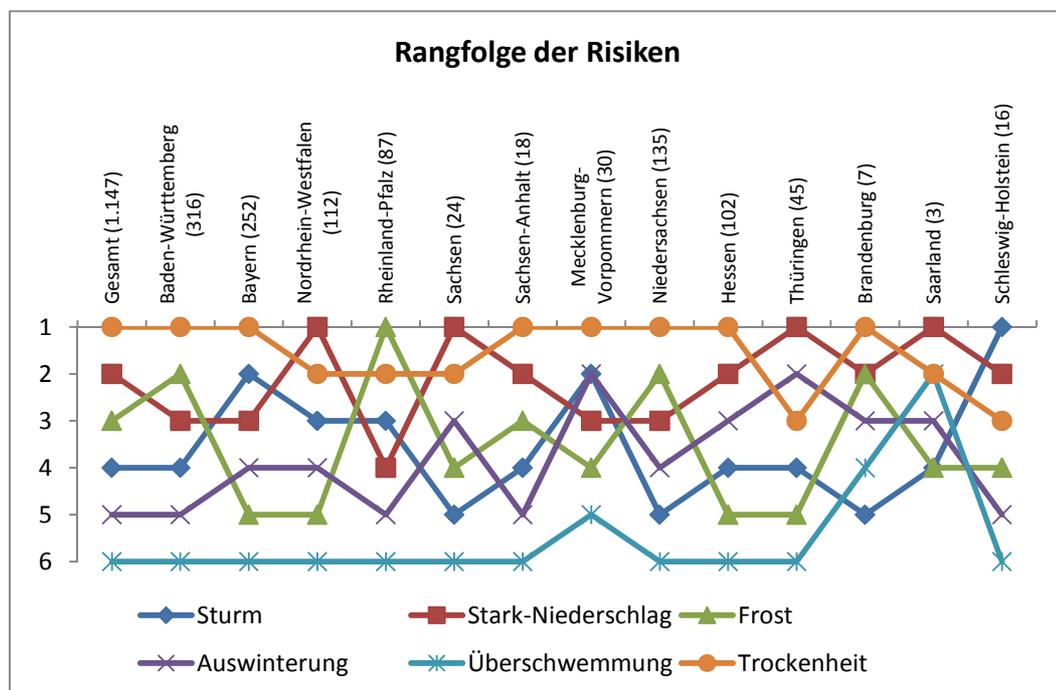
¹³⁹ Vgl. GDV (2008, S. 3) und Kapitel 3.5

Arbeiten von WILLIAMS *et al.* (1993), KING&OAMEK (1983) und COMMISSION FOR THE IMPROVEMENT OF THE FEDERAL CROP INSURANCE PROGRAM (1989) hingewiesen. Wie schon im Zusammenhang mit dem Problem des Klimawandels beschrieben, wird eine zukünftig veränderte agrarpolitische Situation diese Problematik zudem noch vergrößern.

3.3.1.4 Keine „passenden“ Angebote

Als letzter Punkt auf der Nachfrageseite sei hier angemerkt, dass auch das Fehlen eines „passenden“ Angebotes zu Störungen der Nachfrage führen kann. Hier zeigt bspw. eine Umfrage in GDV (2001, S. 23), dass für unterschiedliche Regionen auch eine Einstufung nach Gefährdungsgraden der verschiedenen Wetterrisiken unterschiedlich erfolgt. So wird bis auf Thüringen zwar die Gefahr Trockenheit immer mit am höchsten bewertet, für andere Risiken wie Frost und Auswinterung zeichnet sich dagegen ein differenzierteres Bild ab (Abbildung 3.17).

Abbildung 3.17: Bewertung von Wetterrisiken durch Landwirte



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an GDV (2001, S. 23-24)

Daraus kann folgen, dass sich Versicherungsnehmer nur gegen die aus Ihrer Sicht „relevanten“ Wetterrisiken absichern würden. Da eine Absicherung von Einzelrisiken

oder von „individuellen Paketen von Risiken“ oftmals jedoch nicht möglich ist, ja vielmehr aus Gründen (Stichwort: Antiselektion), die in Kapitel 3.3.2 und 3.5 ausführlich behandelt werden, nur bestimmte „Paketlösungen“ angeboten werden, können auch hier, trotz einer generellen Bereitschaft seitens der Landwirte sich zu versichern, Gründe für Marktineffizienzen vorliegen.

Bevor die Betrachtung von möglichen Unvollkommenheiten auf der Nachfrageseite abschließt, sei noch auf ein Argument von LANGNER, R. (II) (2009) hingewiesen: Danach ist seit Einführung der *Secufarm*[®]-Produktlinie bei der Vereinigten Hagelversicherung VVaG zu beobachten, dass sich aufgrund des neuen Angebots auch eine neue Nachfrage selbst entwickelt hat. So erfährt nun einerseits der Landwirt, zum Beispiel durch Werbung oder Beratungsgespräche, von erweiterten Deckungsmöglichkeiten. Andererseits nimmt er tatsächlich eingetretene Schäden durch Wetterrisiken - bei ihm selbst, in der Nachbarschaft oder erfahren durch Presseberichte - eher wahr und ist somit auch eher bereit, sich zu versichern. Insgesamt ist also eine Art „selbstverstärkender“ Prozess in Gang gekommen.

3.3.2 Unvollkommenheiten der Angebotsseite

Ebenso wie die oben genannten Punkte Gründe für Marktunvollkommenheiten auf Seiten der Nachfrage darstellen können, lassen sich auch Argumente finden, warum sich auf der Angebotsseite keine privatwirtschaftliche Mehrgefahrenversicherung organisiert hat. Ähnlich wie oben lehnen sich hierzu die aufgeführten Probleme an die Darstellung in EU-KOMMISSION (2001, S. 31) bzw. EBNETH (2003, S. 92) an. Insgesamt spielt der Begriff der *Versicherbarkeit* aus Sicht der Versicherer dabei eine zentrale Rolle. So müssen gewisse Kriterien erfüllt sein, damit diese bereit sind, eine Versicherung gegen bestimmte Risiken anzubieten.

3.3.2.1 Informationsasymmetrie

Unter Informationsasymmetrie wird der unterschiedliche Informationsstand von auf einem Markt handelnden Teilnehmern, sog. *Agenten*, verstanden. Im Falle von Versicherungsmärkten, also von Versicherungsnehmern und Versicherungsunternehmen. In diesem Zusammenhang wird auch von der *Principal-Agent-Problematik*

gesprochen¹⁴⁰. Man unterscheidet zwischen Problemen, die vor Vertragsabschluss, also ex-ante, herrschen, meistens hervorgerufen durch sog. *Antiselektion (Adverse Selektion)* oder *adverse selection*, und Risiken, die nach Vertragsabschluss, ex-post, durch das sog. *moralische Risiko* oder *moral hazard* bestehen. Elegant zusammengefasst beschreibt dabei nach ARROW (1985) adverse selection ein Problem „verborgener Eigenschaften“ und moral hazard ein Problem „verborgener Handlungen“.

3.3.2.1.1 Antiselektion

Adverse Selektion tritt immer in Folge einer „unzureichenden“ Prämienkalkulation auf. Also einer Prämienkalkulation, die nicht dem individuellen Risiko der Versicherten entspricht. Diese nicht hinreichend genau genug kalkulierten Prämien können dabei vom Versicherer unbewusst oder bewusst erhoben werden. Bewusst beispielsweise dann, wenn die Kosten der Informationsbeschaffung für den Versicherer zu hoch sind, um sämtliche *Risikomerkmale*¹⁴¹ für die Prämienkalkulation zu berücksichtigen. Eine Folge aus einer derartigen Prämienkalkulation ist, dass Versicherungsnehmer mit relativ niedrigen Schadenerwartungswerten eine Prämie als unfair empfinden, während Versicherungsnehmer mit relativ hohen Schadenerwartungswerten dieselbe Prämie für fair halten. Die zwangsläufige Konsequenz daraus ist, dass sich eine verminderte Nachfrage von Kunden mit niedrigerem Risiko und eine erhöhte Nachfrage von Kunden mit größerem Risiko ergibt. Dies wiederum führt dazu, dass es im gesamten Kollektiv des Versicherers zu einer Erhöhung des Gewichtes der „schlechten“ Risiken und einer Verringerung der Anzahl an „guten“ Risiken kommt, also eine *Negativ-Auslese*, wie man Antiselektion manchmal auch bezeichnet, entsteht. Letztlich hat sich dadurch nun der Gesamtunternehmenserfolg des Versicherers durch nicht mehr ausreichend kalkulierte Prämien verschlechtert.

An dieser Stelle sei nun auf die ausführlichen Ausführungen des Kapitels 4. zum Thema der Adversen Selektion verwiesen, wo anhand eines Beispiels diese Problematik mit

¹⁴⁰ Vgl. GROSSMANN&HART (1983) oder PRATT&ZECKHAUSER (1985)

¹⁴¹ Zur Definition und der Auswahl von Risikomerkmale sei auf Kapitel 4. Verwiesen.

den in diesem Zusammenhang stehenden weiteren Folgen¹⁴² noch einmal erläutert wird. Hintergrund ist, dass in diesem Abschnitt die Grundlagen der Tarifierung (in der Hagelversicherung) behandelt werden. Eine der direkten Handlungsmöglichkeiten für Versicherer aus dem Problem der Antiselektion ist nämlich die Berechnung differenzierter Prämien oder kurz: Die *Prämiendifferenzierung*.

Vorweggenommen sei aber schon, dass bei einer möglichst differenzierten Prämienkalkulation durch Bildung sog. *Risikoklassen* aus Sicht der Versicherer zwei Probleme zu bewältigen sind. Dabei können einerseits, wie oben erwähnt, evtl. durch eine aufwändige Informationsbeschaffung hohe Kosten entstehen, die als Risikoprämie bzw. als sog. *Transaktionskosten* vom Versicherungsnehmer, getragen werden müssten. Ist diese dann gegebenenfalls höher als die individuelle Risikoprämie¹⁴³ des Versicherungsnehmers, kommt es zu keinem Vertragsabschluss. Zum andern ergeben sich für einen Versicherer in der Praxis bei einer „zu“ individuellen Prämienkalkulation sehr schnell versicherungsmathematische bzw. statistische Probleme, da für eine solide Kalkulation eine hinreichend große Datenbasis vorhanden sein muss. Gerade diesem Punkt ist bislang in der einschlägigen Literatur rund um den Themenbereich der Erntemehrgefahrenversicherung keine Beachtung geschenkt worden, weswegen sich die vorliegende Arbeit ab dem 4. Kapitel grundlegend mit den bei der Prämienkalkulation für eine Ernteversicherung auftretenden Fragestellungen beschäftigt.

Abschließend sei hier auch auf die sehr ausführliche Darstellung der Problematik der Antiselektion in SCHLIEPER (1997, S. 63 ff.) und der großen Anzahl an weiterführender Literatur in BREUSTEDT (2004, S. 23 ff.) hingewiesen.

3.3.2.1.2 Moral Hazard

Ein moralisches Risiko resultiert zum Beispiel aus betrügerischem Verhalten des Versicherten gegenüber dem Versicherungsunternehmen. Typische Probleme sind hier

¹⁴² Stichwort: Ausgleich im Kollektiv

¹⁴³ Vgl. dazu die Ausführungen zur individuellen Nutzenfunktion in Abschnitt 2.3.2

das Vortäuschen, bewusstes Herbeiführen oder die Übertreibung von Schäden. Während diese Art von Problemen eher bei Haftpflichtversicherungen auftritt, spielen im Zusammenhang mit Ernteversicherungen diese Punkte nur eine untergeordnete Rolle. Vielmehr steht hier die Art der Bestandführung des Landwirtes im Mittelpunkt. So kann der Versicherte beispielsweise durch mangelnde Sorgfalt direkt auf seine Ernteerträge und damit auf den versicherten Gegenstand Einfluss nehmen, oder die Dauer, in der die versicherte Ernte „im Risiko steht“, beeinflussen. Neben diesen eher bewusst gesteuerten Verhaltensweisen des Landwirts können auch eher unbewusste Änderungen des Verhaltens zu diesem Änderungsrisiko (moral hazard als spezielle Form des Änderungsrisikos¹⁴⁴) beitragen. So kann, wie EBNETH (2003, S. 71) treffend formuliert¹⁴⁵, das Bewusstsein „versichert zu sein“ zu einer gewissen Sorglosigkeit führen oder aber in einer aus Sicht des Landwirts zweckmäßigen Gewinnmaximierung resultieren. Als Beispiel sei hier der beobachtete veränderte Einsatz von Stickstoff und Pflanzenschutzmitteln bei versicherten Bauern in Vergleich zu unversicherten genannt¹⁴⁶. Ob bei den Beteiligten eine Ernteversicherung eher zu einer Erhöhung oder einer Verminderung dieser Maßnahmen führt, ist dabei in der Literatur ein breit geführter Disput. Hierbei sei daher nur auf eine Zusammenstellung zu diesem Thema von BREUSTEDT (2004, S. 20 ff.) wie etwa KNIGHT&COBLE (1997), MOSCHINI&HENNESSY (2001), CHAMBERS (1989), RAMASWAMI (1993), HOROWITZ&LICHTENBERG (1993), QUIGGIN *et al.* (1994), BABCOCK &HENNESSY (1996), ROOSEN&HENNESSY (2003), BABCOCK&BLACKMER (1992), SMITH&GOODWIN (1996), COBLE *et al.* (1997) und VERCAMMEN&VAN KOOTEN (1994) verwiesen.

Allen bisher genannten Punkten gemeinsam ist, dass sie jeweils nach Vertragsabschluss zu Tage treten. Allerdings existiert auch ein gewisses moralisches Risiko bei Versicherern vor Vertragsabschluss, wenn der Landwirt u.a. grundlegende Fakten, welche für eine Erstbeurteilung ausschlaggebend sind, verschweigt oder bewusst

¹⁴⁴ Vgl. SCHLIEPER (1997, S. 65)

¹⁴⁵ der ein Bsp. von GOODWIN (2001, S. 645) anführt.

¹⁴⁶ Vgl. GOODWIN (2001, S. 645) oder HOROWITZ&LICHTENBERG (1993)

manipuliert, um eine günstigere Risikobewertung zu erhalten und so Versicherungsprämie einzusparen.

Ebenso wie bei den Problemen, die im Zusammenhang mit Antiselektion stehen, haben sich auch bei der Problematik des Umgangs mit dem moralischen Risiko zahlreiche Maßnahmen in der Versicherungslandschaft entwickelt, um diese zu begrenzen. Hier sind als erstes klassische Maßnahmen zu nennen, die zunächst zur *Schadenverhütung* beitragen sollen, wie sie die Einführung von *Selbstbehalten* oder *Pauschal-Entschädigungsleistungen* darstellen. Diese Art von Maßnahmen, die hauptsächlich auf die Ausgestaltung von Versicherungsbedingungen abzielen, werden in Kapitel 3.5 und an den entsprechenden Stellen im Kapitel 4 ausführlich gewürdigt. Neben diesen kann auch eine *schadenorientierte Prämienpolitik* ein bewährtes Mittel darstellen, um moral hazard zu bekämpfen. Hier spielt der Begriff der *Erfahrungstarifizierung* oder der *sekundären Prämien differenzierung* eine zentrale Rolle. Anwendungen sind zum Beispiel die sog. Bonus/Malus-Systeme¹⁴⁷. Als letzter Punkt soll hier die Wahl der Rechtsform des Versicherers noch erwähnt werden. Auch diese spielt eine gewisse Rolle beim Grad der Ausprägung von moral-hazard-Effekten¹⁴⁸.

3.3.2.2 Kumulrisiko

Ein Versicherungsbestand oder -portefeuille eines Versicherungsunternehmens stellt einen Pool von Einzelrisiken dar. Erst diese Bündelung der Einzelrisiken führt zu einem Kollektiv, so dass ein versicherungsmathematisches Grundprinzip, nämlich der sog. *Ausgleich im Kollektiv*, greifen kann¹⁴⁹. Dabei findet der Ausgleich von (wenigen) sog. Überschäden, also Schäden mit einer negativen Abweichung des tatsächlichen Schadenwertes vom erwarteten Schadenwert (Prämie), durch (viele) Unterschäden statt. Dieser Ausgleich funktioniert dabei umso besser, je unabhängiger die Einzelrisiken in ihrem Schadenverhalten, also ihre Schadenverteilungen voneinander sind¹⁵⁰. Auch wenn

¹⁴⁷ Als ein Beispiel für ein B/M-System sei auf Kapitel 4 verwiesen.

¹⁴⁸ Vgl. auch 3.5. und 4.

¹⁴⁹ Das zweite Grundprinzip der Versicherungswirtschaft ist der *Ausgleich in der Zeit*. S.h auch 4.3

¹⁵⁰ Vgl. SCHLIEPER (1997, S. 69)

für die meisten Schadenversicherer niemals ein völlig unkorrelierter Bestand vorliegt, so kann man in der Regel jedoch zumindest von weitestgehend unkorrelierten Einzelrisiken ausgehen¹⁵¹. Das *Kumulrisiko* oder auch *systemische Risiko* beschreibt nun quasi den Grad der Korrelation innerhalb eines Bestandes und das damit einhergehende Risiko. So ist gerade bei Elementarschadenversicherern ein nicht unerhebliches Kumulrisiko auszumachen. Dies zeigt auch ein häufig zitiertes Beispiel aus Deutschland: Der Münchener Hagelsturm von 1984 verursachte einen Gesamtschaden von ca. 1,5 Mrd. DM. Dabei wurden innerhalb von nur 15 Minuten Schäden an 200.000 Kraftfahrzeugen, 70.000 Wohngebäuden sowie zahlreiche weitere Schäden verursacht¹⁵². Bei Erntemehrfahrenversicherungen als „extreme Vertreter“ von Elementarschadenversicherungen spielt diese Problematik dabei eine noch erheblichere Rolle. So stellt der *Variationskoeffizient*¹⁵³ eines Versicherungsbestandes beispielsweise eine geeignete Größe dar, um zu beurteilen, wie groß das systemische Risiko eines Versicherers ist¹⁵⁴. So zeigen MIRANDA&GLAUBER (1997, S. 209), dass für die MPCV der Variationskoeffizient um das Zehnfache höher liegt als für normale Schadenversicherer und sogar noch um sechsmal höher ist als bei der Hagelversicherung. Ein möglicher Ausweg, um Korrelationen von Elementarschäden zu senken, ist eine möglichst große regionale Streuung der Einzelrisiken zu betreiben¹⁵⁵. BINSWANGER (1986, S. 78) führt hier als Beispiel das (erfolgreiche) Bestehen der Schweizerischen Hagelversicherung an, aus dem er schließt, dass die geographische Ausdehnung der Schweiz im Falle der landwirtschaftlichen Hagelversicherung ausreichend ist. Auch wenn aus Sicht des Autors sich die Lage in der Schweiz eher aus der speziellen Wettbewerbssituation (Monopol) bzw. vielmehr über den Ausgleich in der Zeit¹⁵⁶ erklärt, stellt sich die Kumul-Problematik bei der reinen Hagelversicherung eher gering dar im Vergleich zur Mehrgefahrenversicherung, da das Wetterrisiko Hagel meist nur lokal begrenzt auftritt. Bei Gefahren wie Auswinterung oder Trockenheit - wobei

¹⁵¹ Vgl. MACK (2002, S. 26)

¹⁵² Vgl. FARNY (1989, S. 72)

¹⁵³ S.h. Beispiel 4.1 in Kapitel 4

¹⁵⁴ Nach MACK (2002, S. 24). Vgl. auch das Beispiel 4.1 in Kapitel 4

¹⁵⁵ Vgl. SCHLIEPER (1997, S. 70)

¹⁵⁶ Vgl. Kapitel 4.3

das Wetterrisiko Trockenheit besonders kumulanfällig ist - handelt es sich hingegen vielmehr um Großwetterlagen, so dass eine regionale Streuung nur sehr bedingt eine Dämpfung des Kumulrisikos darstellt. Für Deutschland gibt dazu der GDV (2001, S. 14) eine Übersicht über das Verhältnis von Kumulschäden der jeweils extremsten Schadenjahre zwischen Hagel und Trockenheit¹⁵⁷.

Tabelle 3.3: Verhältnis der maximalen Trockenheitsschäden zu Hagelschäden

	Dürrejahr 1992	Hageljahr 1993
Schadensumme	1,75 bis 2 Mrd. €	205 Mio. €
Faktor	10	1

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an GDV (2001, S. 14)

Neben der eben schon erwähnten regionalen Streuung stellt SCHLIEPER (1997, S. 70 f.) die wichtigsten Strategien für Versicherungsunternehmen vor, um das Kumulrisiko zu verringern. So sind hier besonders der Abschluss von Rückversicherungsbeziehungen und die Bildung von Kapitalreserven zu nennen, deren genaue Ausgestaltung in Kapitel 4 eingehend beschrieben wird. Da jedoch auch die Bereitstellung von Rückversicherungsschutz essentiell mit einem funktionierenden Markt verbunden ist, wird sich mit diesem Thema im nächsten Kapitel noch einmal separat auseinandergesetzt.

3.3.2.3 Bereitstellen von Rückversicherungskapazität

Rückversicherungsschutz stellt den wohl zentralsten Baustein im innerbetrieblichen Risikomanagement eines Versicherers dar. So funktioniert das Prinzip des Ausgleichs im Kollektiv äquivalent wie bei den Erstversicherern auch bei Rückversicherungsgesellschaften. Dabei übernehmen Rückversicherer gegen eine vom Erstversicherer zu zahlende Prämie Teile derer Risiken, beispielsweise durch den

¹⁵⁷ Vgl. auch 2.1.2.2

Abschluss von sog. *Quoten-* oder *Jahresüberschaden-* Verträgen¹⁵⁸. Die Kosten für die Rückversicherung werden dann vom Erstversicherer wieder an den Kunden weitergegeben, spielen also für den Erfolg einer Versicherung eine nicht unerhebliche Rolle. Will heißen, sind die Rückversicherungskosten eines Erstversicherers sehr hoch, wird dieser Schwierigkeiten haben, seine Produkte zu vertreiben. Wie beispielsweise in Tabelle 3.3 gezeigt wurde, können Mehrgefahrenversicherungen nicht ohne einen angemessenen Rückversicherungsschutz bestehen oder gar erst entstehen, da bei Markteinführung eines neuen Produktes ein zusätzlicher Unsicherheitsfaktor bei der Kalkulation auskömmlicher Prämien steckt¹⁵⁹. So wird in EU-KOMMISSION (2001, S. 32) ein fehlender Rückversicherungsschutz zu angemessenen Preisen als ein Grund für Marktineffizienz angeführt. Dem widerspricht BREUSTEDT (2004, S. 41) mit seiner Anmerkung, dass nach Berechnungen der SWISS RE (2002) bzw. der MÜNCHENER RÜCK (2000) die Gesamtschadenbelastung durch Naturkatastrophen mehrere Mrd. US-Dollar betrage und somit eine private Rückversicherung zu angemessenen Kosten nicht leichtfertig ausgeschlossen werden dürfe, da Ernteschäden lediglich einen kleinen Teil davon ausmachen würden. Nach Ansicht des Autors ist diese Schlussfolgerung aber nur aus theoretischer Sicht plausibel und nicht mit der Praxis vereinbar. So betrachten Rückversicherer nicht nur ihr Gesamtportefeuille, welches in der Regel durch die sehr große regionale Streuung keine großen Korrelationen aufweist, sondern sind vielmehr bestrebt, auch auf für einzelne Sparten bzw. Branchen oder Regionen eine sich selbstdeckende Geschäftspolitik zu betreiben. Weiterhin wird, wie HEINE (2009) bemerkt, bei Abschluss einer Rückversicherung auch die individuelle Entwicklung des Erstversicherers analysiert und danach die individuelle Prämie festgesetzt. Diese richtet sich dabei auch nach der Größe der sog. *Bank*¹⁶⁰, die das Erstversicherungsunternehmen beim Rückversicherer aufgebaut hat. Hinzu kommt, dass Rückversicherungen ihre Prämienkalkulation im Sinne ihres eigenen Risikomanagements auf Grundlage einer möglichst detaillierten Datenbasis des

¹⁵⁸ Zur genauen Definition s.h. Kapitel 4.3.2.2.2

¹⁵⁹ S.h. dazu auch das anschließende Kapitel.

¹⁶⁰ Gezahlte Rückversicherungs-Prämien abzüglich geleisteter Rückversicherungs-Schadenzahlungen

Erstversicherers durchführen (wollen). Fehlt diese Datenbasis wie bei Einführung eines neuen Produktes, werden dann zudem meist hohe Sicherheitszuschläge verlangt¹⁶¹.

Auch eine Übertragung des systemischen Risikos auf den Kapitalmarkt beispielsweise durch Derivate, wie es MIRANDA&GLAUBER (1997) vorschlagen, erscheint aus Sicht des Verfassers nicht leicht möglich. So setzt in Deutschland das Versicherungsaufsichtsgesetz (VAG) starre Grenzen für die Art der Geschäftstätigkeit von Versicherungsunternehmen. Hier seien nur die Stichworte *Finanzrückversicherung*¹⁶² und der Handel mit *Finanzinnovationen* gegeben, wobei zu letzterem im Zusammenhang mit Wetterderivaten im anschließenden Kapitel Ausführlicheres zu finden ist. Zudem muss für diese sehr volatile Versicherungssparte immer eine genügend große Liquidität gewährleistet sein. Somit erscheinen diese - zumindest aus theoretischer Sicht überdenkenswerte - Ansätze aus heutiger Sicht für eine deutsche Erntemehrgefahrenversicherung irrelevant.

Insgesamt steht die sehr wichtige Frage des Rückversicherungsschutzes in sehr starkem Zusammenhang mit dem Erfolg oder Misserfolg einer Erntemehrgefahrenversicherung, gerade wenn diese auf einem Markt neu etabliert werden soll, so dass hier eine große Quelle von Marktunvollkommenheiten vorliegen kann.

3.3.2.4 Echte Unsicherheiten bei Markteinführung

Die versicherungsmathematische Prämienkalkulation beruht auf historischen (Schaden-) Daten unter Berücksichtigung evtl. vorliegender Trends. Liegen keine historischen Daten vor, kann eine Berechnung oder besser „Schätzung“ der *Nettorisikoprämie*¹⁶³ unter Umständen nicht hinreichend genau genug erfolgen. Die damit unmittelbar einhergehenden Probleme von Antiselektion und fehlendem Rückversicherungsschutz zu angemessenen Kosten wurden schon angesprochen. Weiter können Art und Umfang

¹⁶¹ Vgl. HERDEN (2010, S. 64)

¹⁶² So muss ein Versicherungsunternehmen bei Rückversicherungsverträgen einen hinreichenden Risikotransfer nachweisen, da ansonsten die abgeschlossene Rückversicherung nicht zur „Entlastung“ des versicherungstechnischen Geschäftes beitragen darf. Vgl. auch Finanzrückversicherungsverordnung (FinRVV).

¹⁶³ Zur Definition s.h. Kapitel 4.2

der Produktgestaltung bei fehlenden Erfahrungswerten, beispielsweise bei der Schadenregulierung, zu moralischen Risiken führen. Letztlich ist bei Neustart eines Versicherungsproduktes die anfängliche Zahl der Versicherten naturgemäß oft nur klein, so dass der so bedeutende Ausgleich im Kollektiv nur eingeschränkt zum Tragen kommen kann. Alle diese im Zusammenhang mit einer Produktneueinführung stehenden Probleme werden unter dem Begriff der *echten Unsicherheit* zusammengefasst BREUSTEDT (2004, S. 29).

Zusammengefasst sind in den oben dargestellten Problemfeldern Gründe beschrieben, warum sich auf Seiten der Versicherungswirtschaft eine rein privat organisierte Erntemehrgefahrenversicherung nur schwer entwickeln kann. Dabei führt die Problematik der Angebotsseite insgesamt zum Begriff der *Versicherbarkeit* von Risiken. So sind u.a. in BERG (2002, S. 95) einige Bedingungen zusammengestellt, unter denen ein Risiko als versicherbar angesehen werden kann:

1. *Bestimmbarkeit und Messbarkeit des Schadens:*

Es muss möglich sein, eindeutig zu entscheiden, wann ein Schaden vorliegt und welches Ausmaß dieser hat.

2. *Große Zahl homogener, voneinander unabhängiger Einzelrisiken:*

Da Versicherungen u.a. auf dem Prinzip des Ausgleichs im Kollektivs basieren, ist eine hinreichend große Anzahl an Versicherungseinheiten nötig.

3. *Zufälligkeit und Unbeeinflussbarkeit von Schäden:*

Schäden sollten allein durch naturbedingte oder möglichst zufällige Ereignisse ausgelöst werden und somit nicht durch Verhaltensweisen des Versicherungsnehmers beeinflussbar sein. Stichwort: moral hazard.

4. *Ausschluss systemischer Risiken:*

Wenn Schadeneintritte positiv korreliert sind, greift der Ausgleich im Kollektiv nicht. Katastrophenartige Kumulschäden können immense Verluste auf Seiten des Versicherers verursachen.

5. *Kalkulierbarkeit der Risiken:*

Um Prämienätze kalkulieren zu können, muss ein Versicherer in der Lage sein, sowohl die Häufigkeit als auch die Intensität der zukünftigen Schäden hinreichend genau abschätzen zu können.

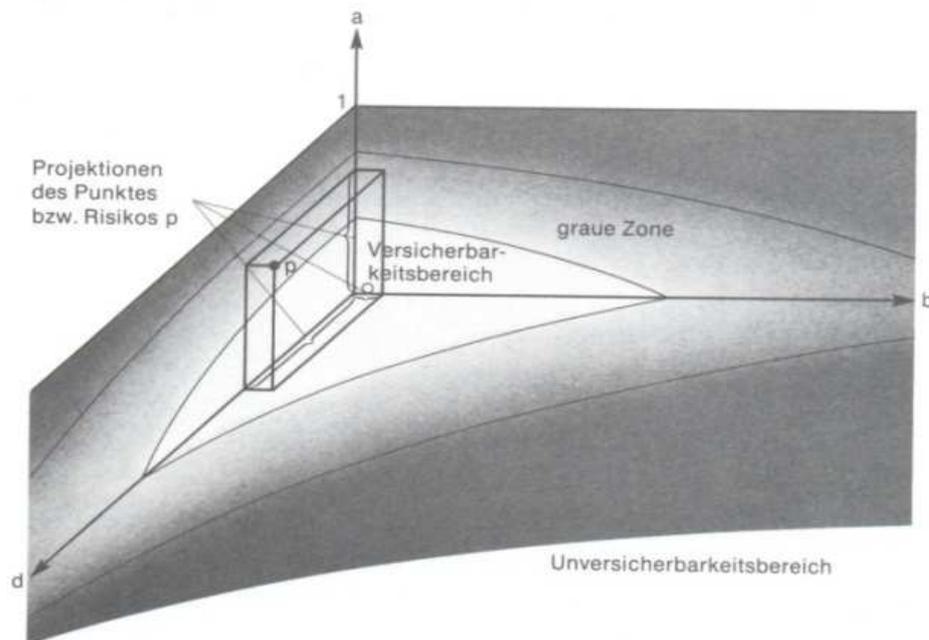
6. Wirtschaftlich tragbare Prämien:

Potentielle Versicherungsnehmer müssen die geforderte Prämie für angemessen halten, damit die Versicherung ausreichend nachgefragt wird (Ausgleich im Kollektiv).

Die hier aufgeführten Bedingungen sind jedoch in der Realität nur selten vollständig erfüllt. Vielmehr werden diese objektiven Kriterien bei jedem Versicherungsunternehmen in Abhängigkeit von der jeweiligen Annahmepolitik individuell ausgelegt¹⁶⁴.

Eine anschauliche graphische Darstellung liefert dazu Abbildung 3.18. Die weiße Zone stellt den Versicherbarkeitsbereich dar, wobei der Nullpunkt die völlige Einhaltung der oben genannten Kriterien bedeutet¹⁶⁵. Je weiter man sich vom Ursprung entfernt, umso mehr nähert man sich dem Unversicherbarkeitsbereich.

Abbildung 3.18: Versicherbarkeitsbereich



Quelle: BERLINER (1982, S. 25)

¹⁶⁴ Vgl. SCHLIEPER (1997, S. 71 ff.).

¹⁶⁵ Auf Grund der Darstellbarkeit im dreidimensionalen Raum für nur drei der Kriterien.

Dabei wird deutlich, dass zwischen diesen beiden Bereichen keine scharfe Grenze verläuft, sondern vielmehr ein fließender Bereich, nämlich die graue Zone. Für Risiken die in dem Bereich der grauen Zone liegen, hängt es vom jeweiligen Versicherer und dessen Situation ab, ob er sie für versicherbar hält oder nicht.

3.3.3 Fazit und Gewichtung der Gründe

Um das Kapitel nach der Frage für mögliche Gründe eines Fehlens einer rein privatwirtschaftlichen Erntemehrgefahrenversicherung abschließend zu behandeln, soll im folgenden nun noch ein Versuch unternommen werden, für die aufgeführten Aspekte und Gründe eine Gewichtung vorzunehmen. Dabei soll speziell die Situation in Deutschland zu Grunde gelegt werden:

Die Annahme des - wenn auch nur eingeschränkten - Angebots der Münchner und Magdeburger Agrarversicherungs AG bzw. der Vereinigten Hagelversicherung VVaG¹⁶⁶ zeigt, dass auf Seiten der Nachfrage zumindest ein generelle Bereitschaft besteht, die Ernte gegen mehrere Wetterrisiken zu versichern. Die jahrelange Erfahrung eines breiten Kundenkreises mit der klassischen Hagelversicherung lässt weiterhin darauf schließen, dass die Landwirte mit dem Umgang dieses Risikomanagementinstrumentes vertraut sind. Auch dürfte die „Spekulation“ auf Ad-Hoc-Hilfen, zumindest bei den meisten kleineren (West-) Betrieben, keine besondere Rolle spielen, da diese selten in den Genuss dieser Zahlungen gekommen sein dürften. Hier stellt sich allerdings die Situation bei Großbetrieben (im Osten Deutschlands) evtl. anders dar¹⁶⁷. Insgesamt bleibt auf Seiten der Nachfrage das Argument des kognitiven Versagens, gerade für sehr selten auftretende Wetterrisiken im Zusammenhang mit dem aus Kundensicht ungenügendem Angebot bzw. einer mangelnden Zahlungsbereitschaft hierfür, wohl am gewichtigsten bestehen.

Bei den beschriebenen Problemen der Angebotsseite ist festzuhalten, dass die Gefahren des moralischen Risikos eher gering einzuschätzen sind, da es sich in Deutschland um

¹⁶⁶ Vgl. 3.1

¹⁶⁷ Vgl. Elbehochwasser im Jahre 2002, bzw. das Dürrejahr 2003

Ertragsverlustversicherungen handelt¹⁶⁸. Auch kann Antiselektion durch eine risikogerechte Tarifierung (Vereinigte Hagelversicherung) bzw. durch Erfahrungstarifierung (Münchner u. Magdeburger) im Zusammenspiel mit einer regional differenzierten Annahmepolitik ebenfalls nicht als ausschlaggebendes Argument angesehen werden. Augenscheinlich ist allerdings, dass bislang keine (flächendeckenden) Policen gegen Trockenheit oder Überschwemmung angeboten werden. Begründet werden kann dies durch das bestehende erhebliche Kumulrisiko, welches nur durch einen entsprechenden kostenintensiven Rückversicherungsschutz zu dämpfen wäre und die bei katastrophenartigen, flächendeckenden Schäden schwierige Schadenregulierung¹⁶⁹. Zusammen mit den hohen Sicherheitszuschlägen auf die Versicherungsprämie, bedingt durch die beschriebene Problematik der echten Unsicherheit bei mangelnder Schadenerfahrung, liegen hier die zentralen Probleme, die der Einführung einer umfassenden Erntemehrfahrenversicherung auf rein privatwirtschaftlicher Basis in Deutschland im Wege stehen¹⁷⁰.

3.4 Qualitative Bewertung der Versicherungsansätze

In den vorangegangenen Kapiteln wurden drei unterschiedliche Ansätze für Versicherungslösungen beschrieben. So wurden die Ertragsgarantieversicherungen, die indexbasierten Versicherungen, unterteilt in Regionalertragsversicherung und Wetterderivate, und die Ertragsverlustversicherungen betrachtet. Zudem wurden für jede Art Praxisbeispiele für Anwendungen vorgestellt. In Kapitel 3.3 sind dann im Anschluss Erklärungsansätze aufgeführt worden, warum sich generell kein privater Markt für Erntemehrfahrenversicherungen entwickelt hat. Nun soll eine Bewertung der vorgestellten Versicherungskonzepte vorgenommen werden, wobei die angeführten Problembereiche jeweils im Hinblick auf deren Relevanz und Ausprägung berücksichtigt werden sollen. Diese Bewertung soll dabei unter besonderer Bezugnahme auf die Situation in Deutschland erfolgen. Qualitative wie auch

¹⁶⁸ Vgl. hierzu auch die nächsten beiden Kapitel

¹⁶⁹ Vgl. WEBER *et al.* (2008, S. 39)

¹⁷⁰ Vgl. LANGNER, R. (II) (2009) und HEINE (2009)

quantitative Bewertungen und Vergleiche sind in der Literatur schon zahlreich durchgeführt worden¹⁷¹, diese behandeln jedoch (meist) nur Ertragsgarantie- und indexbasierte Versicherungen, wofür zweierlei Gründe eine Rolle spielen dürften: Zum einen beziehen sich die Untersuchungen (oft) auf den Markt der US-amerikanischen Ernteversicherungen. Zum anderen werden für die durchgeführten quantitativen Beurteilungen einzelbetriebliche Ertragsdaten benötigt, wobei deren Schwankungen nicht auf einzelne Wetterrisiken zurückgeführt werden müssen, wie es bei einer entsprechenden Analyse von Ertragsverlustversicherungen nötig wäre. Eine erste vergleichende Betrachtung aller drei Versicherungstypen findet sich bislang dagegen nur in WEBER *et al.* (2008). Da in Deutschland jedoch kein Markt für Ertragsgarantieversicherungen herrscht und zudem vielmehr die Ertragsverlustversicherung, wie in 3.1 beschrieben, einen besonderen Stellenwert einnimmt, soll nun eine Analyse aller drei Versicherungsansätze erfolgen.

3.4.1 Ertragsgarantieversicherung

Der wohl größte **Vorteil** von Ertragsgarantieversicherungen liegt in dem zu Grunde liegenden Versicherungsprinzip der Universalität, so dass die Verträge einen Deckungsumfang liefern, der alle Gefahren umfasst oder zumindest umfassen kann. Aus Sicht des Landwirtes werden also sämtliche betrieblichen Schadenereignisse, d.h. die Unterschreitung des vertraglich vereinbarten definierten Referenzertrages, bis auf einen vereinbarten Selbstbehalt abgedeckt. Im Vergleich mit den anderen Versicherungstypen bieten sie also den umfassendsten Schutz an. Da weiterhin, je nach Ausgestaltung der Versicherung, keine gefahrenspezifische Schadenregulierung erfolgen muss, gestaltet sich die Schadenregulierung evtl. weniger komplex als bei Ertragsverlustversicherungen, da keine besonderen fachlichen (pflanzenbaulichen) Kenntnisse der Schadengutachter erforderlich sind. Weiterhin zeigen Modellrechnungen im Vergleich zu den Wetterderivaten niedrigere Kosten für eine identische Risiko-

¹⁷¹ Bspw. BREUSTEDT (2004), SCHMITZ (2007), WEBER *et al.* (2008), MUßHOFF&HIRSCHAUER (2009).

reduktion¹⁷². Da es sich zudem, aus Sicht der Gestaltung von Versicherungsbedingungen, um ein recht einfaches Produkt handelt, ist die Gefahr des fehlenden Know-how's nicht als bedeutend anzusehen. Als letztes sei erwähnt, dass im Vergleich zu den indexbasierten Versicherungslösungen kein *Basisrisiko*¹⁷³ vorhanden ist.

Den genannten Vorteilen von Ertragsgarantieversicherungen stehen jedoch erhebliche **Nachteile** gegenüber. Da diese Versicherungsvarianten auf subjektiven Daten basieren, sind mit ihnen die Probleme der asymmetrischen Informationsverteilung verbunden. So ist hier insbesondere das moralische Risiko zu nennen. Vor Vertragsabschluss besteht es, da die Berechnung der Prämien auf individuellen, vom Landwirt selbst zu liefernden, Daten beruhen. Schwerwiegender sind daneben die nach Vertragsabschluss existierenden moral-hazard-Probleme. Da die Schadenursache, selbst bei einer fachlichen Begutachtung, häufig nicht eindeutig oder nur mit unvertretbar hohem Aufwand festzustellen ist, kann eine bewusste oder unbewusste, beispielsweise verursacht durch mangelnde fachliche Praxis, Einflussnahme des Versicherungsnehmers erfolgen. Auch wenn, wie in SCHLIEPER (1997) genannt, zahlreiche Maßnahmen wie die Einführung von Selbstbehalten bzw. von Bonus/Malus-Systemen oder die Schaffung von Schadenverhütungsbestimmungen vorgeschlagen werden, um die Probleme des moral hazard zu beschränken, sind jedoch weiterhin hohe Transaktionskosten durch eine intensive Schadenregulierung, fundierte Prämienbestimmungen und hohe Rückversicherungskosten nicht zu verhindern. BERG (2002) und SCHLIEPER (1997) zeigen zudem, dass für die in den USA untersuchte MPCCI ein nicht unerhebliches Risiko der Antiselektion besteht, was einer nur unzureichenden Differenzierung der Ertragsklassen bei der Prämienkalkulation geschuldet ist. Dabei ziehen Ertragsgarantieversicherungen generell „schlechte Risiken“ an, da sie für Landwirte mit hohen Ertragsschwankungen bei gleichzeitig undifferenzierter Prämiengestaltung, besonders attraktiv sind MUBHOFF&HIRSCHAUER (2009, S. 92). Dieser Effekt wirkt

¹⁷² bei gleichem (Verwaltung- und Regulierungs-) Kostensatz von 25%. Vgl. HIRSCHAUER&MUBHOFF (2008, S. 9). S.h. auch 3.4.2.2 und 3.4.3 zu den anfallenden Kostensätzen.

¹⁷³ Vgl. 3.4.2.2

sich zudem noch durch ein mögliches verändertes Produktionsprogramm, welches sich in den historischen Daten (noch) nicht entsprechend widerspiegelt, das jedoch der Landwirt besser abzuschätzen vermag als das Versicherungsunternehmen, verstärkend auf das Problem der Antiselektion aus. Die Folge ist unter anderem eine Verkleinerung des Versicherungsbestandes, was eine Erhöhung des Schwankungszuschlages zur Folge hat¹⁷⁴. Insgesamt führen die Schwierigkeiten der asymmetrischen Informationsverteilung also zu hohen Transaktionskosten, die vom Versicherungsnehmer zu tragen sind. Zudem zeigen die Beispiele aus den USA, dass eine hohe Komplexität der Produktgestaltung eine ursprünglich einfache Vertragsidee (s.h. oben bei Vorteilen) sogar ins Gegenteil verkehren können. Abschließend sei erwähnt, dass BERG (2002, S. 127) zwei Sachverhalte anführt, die für die Probleme der MPCII in den USA mit ausschlaggebend sind: Zum einen wird das Instrument Versicherung zum Mittel der Einkommensstützung missbraucht, da die Prämie durch Subventionen niedriger ist als der Erwartungswertschaden. Zum anderen existieren Ineffizienzen durch Fehlallokationen, wie beispielsweise verursacht durch den Anbau von Kulturen an Grenzstandorten.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass Ertragsgarantieversicherungen, wenn Subventionen geringer und zielgerichteter eingesetzt werden würden, so dass keine Einkommensstützung und Fehlallokationen entstehen, evtl. erfolgsversprechender sein könnten. Das Problem der hohen Transaktionskosten durch die moral hazard und Antiselektionsproblematiken würde allerdings bestehen bleiben¹⁷⁵.

3.4.2 Indexbasierte Versicherungen

3.4.2.1 Regionalertragsversicherungen

Da Regionalertragsversicherungen auf dem gleichen Prinzip der Universalität beruhen wie die Ertragsgarantieversicherung, liegen die **Vorteile** dieses Versicherungstyps wie

¹⁷⁴ Vgl. Beispiele 4.1 und 4.2 in Kapitel 4

¹⁷⁵ Ein weiterer Kritikpunkt in den USA sind zudem die bspw. in COLLINS (2009) erwähnten Gewinne von privaten Versicherungsunternehmen bei gleichzeitigen hohen Kosten für den Steuerzahler.

oben geschildert ebenso in der umfassenden Risikoabdeckung. Zudem sind Verwaltungs- und Regulierungskosten deutlich geringer als bei Garantiever sicherungen, da keine individuellen Daten zu Grunde gelegt werden. Auch ist das moralische Risiko erheblich weniger ausgeprägt als bei jenen, da der Versicherungsnehmer keinen Einfluss mehr auf den zu Grunde gelegten Schadenindex nehmen kann. Es ist allerdings im Vergleich mit den Wetterderivaten immer noch vorhanden, wenn beispielsweise Regionalerträge durch nur wenige oder sogar einzelne Landwirte dominiert werden und so (durch Absprachen) der Index wiederum doch beeinflusst werden kann¹⁷⁶.

Ein klarer **Nachteil** von diesen indexbezogenen Versicherungen allerdings ist, dass ein nicht unerhebliches Restrisiko, das sog. *Basisrisiko*, beim Landwirt verbleibt¹⁷⁷. Die Reduktion des betrieblichen Wetterrisikos ist dabei unmittelbar abhängig von der Korrelation der einzelbetrieblichen mit den regionalen Erträgen und kann deutlich geringer ausfallen als bei Ertragsgarantiever sicherungen, wie die Modellrechnungen von BERG (2002, S. 124 ff.) zeigen. Zudem können schnell Nachvollziehbarkeits- und Akzeptanzprobleme, wie sie im nächsten Abschnitt ausgeführt werden, entstehen.

3.4.2.2 Wetterderivate

Die **Vorteile** von Wetterderivaten liegen wie bei den Regionalertragsversicherungen insbesondere in der „Objektivität“ ihrer Konstruktion. So besteht keinerlei Gefahr durch moral hazard oder Antiselektion, da der zu Grunde gelegte Wetterindex objektiv an einer Wetterstation bestimmt werden kann¹⁷⁸. Durch diese indexbasierte Schadenfeststellung und den Wegfall einer individuellen Schadenbeurteilung entfallen zudem die Schadenregulierungskosten durch Sachverständige. Zudem sind die administrativen Kosten für die Prämienkalkulation und die Schadenfeststellung bei einem standardisierten Produktdesign eher gering einzuschätzen¹⁷⁹.

¹⁷⁶ Vgl. MÜBHOFF *et al.* (2006, S. 3)

¹⁷⁷ Vgl. auch 3.4.2.2

¹⁷⁸ Die Manipulierbarkeit der Wetterstation sei hier ausgeschlossen.

¹⁷⁹ Vgl. WEBER *et al.* (2008, S. 25)

Wie im vorangegangenen Abschnitt über Regionalertragsversicherungen schon angedeutet, sind mit diesen indexbasierten Versicherungen jedoch auch diverse **Nachteile** verbunden. So ist die Anzahl von Wetterrisiken, welche anhand von Wettervariablen, die an einer Messstation gemessen werden können, beobachtbar sind, nur eingeschränkt, weswegen kein umfassender Versicherungsschutz angeboten werden kann. Als Beispiele seien hier die Wettergefahren durch Hagel und Auswinterung genannt, für die es entweder keine oder nur sehr wenige Messstationen (in Deutschland) gibt (wie für das Risiko Hagel), oder deren alleinige Beurteilung anhand eines Indexes zu komplex oder gar unmöglich ist, da ein Schadeneintritt von mehreren (aufeinander abfolgenden) Witterungsverhältnissen abhängig ist (wie für das Risiko Auswinterung). So könnten evtl. individuell vereinbarte Kontrakte diesen Missetand teilweise beheben, jedoch ist ein Abweichen von den angesprochenen Standardprodukten wieder mit steigenden Kosten für eine eigene separate Prämienkalkulation und die Bereitstellung der benötigten Wetterdaten verbunden.

Zudem ergeben sich, wie in WEBER *et al.* (2008, S. 38) schon kurz angedeutet, evtl. rechtliche Probleme, wenn Wetterderivate von Versicherungsunternehmen als „Versicherungen“ angeboten werden sollten. So ist der Handel mit Derivaten generell als *versicherungsfremdes Geschäft* einzuordnen, welches von einem Versicherungsunternehmen nach §7 VAG nur mit besonderer Zustimmung der Bundesaufsicht für Finanzdienstleistungen (BaFin) betrieben werden kann. Beim Handel mit Derivaten stellt die BaFin jedoch hohe Anforderungen sowohl an die Organisation als auch an das Risikomanagement des Versicherers. So müssen die betroffenen handelnden Personen beispielsweise bei der Produktkalkulation und speziell beim Vertrieb bzw. die gesamte Geschäftsführung Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit dieser Art von Finanzprodukten nachweisen können¹⁸⁰. Zudem ist angesichts der derzeitigen Finanzmarktkrise die Bereitschaft seitens der BaFin, solche Geschäfte (bei kleineren) Versicherungsunternehmen zuzulassen, eher als gering einzuschätzen. Diese hohen Hürden würden es insgesamt den zumeist kleineren

¹⁸⁰ Sog. „Fit and Proper“ Eigenschaft. Vgl. § 64a VAG und Rundschreiben R 3/2009 (MaRisk) (VA).

Agrarversicherern in Deutschland sehr wahrscheinlich unmöglich machen, mit Wetterderivaten zu handeln. Als Konsequenz daraus müsste ein dritter Vertragspartner das Geschäft mit Wetterderivaten übernehmen. Findet sich kein Partner für einen OTC-Handel¹⁸¹, würden hier beispielsweise natürlich Banken in Betracht kommen. Allerdings würden sich daraus wiederum einige weitere negative Folgen ergeben: Um eine umfassende Absicherung seiner Ernte zu erhalten, müsste ein Landwirt mit zwei Vertragspartnern „Versicherungsverträge“ vereinbaren, da eine vollständige Absicherung mittels Wetterderivaten, wie oben beschrieben, nicht möglich ist. Dies hat zur Folge, dass das „Gesamtinstrument“ unübersichtlich und komplex werden kann, da nunmehr z.B. die Arbeitsweise oder das Bedingungsnetzwerk von zwei unterschiedlichen Produkten beurteilt und verstanden werden muss bzw. sich der administrative Aufwand auf Seiten des Landwirtes vergrößert. Zu alledem ist beim Abschluss von zweierlei Produkten (bei unterschiedlichen Gesellschaften) mit einem erhöhten Kostensatz beispielsweise für Abschlussprovisionen zu rechnen. Vor diesem Hintergrund erscheint daher eine Trennung des Risikomanagementinstruments „Versicherung“ in klassische Versicherungsprodukte und Wetterderivate als eher schwierig.

Als Vorteil zu den anderen Versicherungslösungen wird in einigen Studien weiterhin ein generell geringerer Kostensatz im Vergleich zu diesen angegeben¹⁸². Dabei wird allerdings unterstellt, dass bei Wetterderivaten nur (geringe) Kosten wie beispielsweise für die Produktkalkulation entstehen würden. Würden jedoch, wie angesprochen, etwa Banken als Handelspartner auftreten ist auch hier mit Kosten für Verwaltungsaufwendungen und Provisionen zu rechnen. Zudem werden beteiligte Institute sich das eingesetzte Risikokapital entsprechend verzinsen lassen. Geht man allein hierfür von Sätzen zwischen 15 und 25%¹⁸³ aus, ist das Argument der geringen Kosten nicht mehr generell haltbar.

¹⁸¹ over-the-counter

¹⁸² Vgl. bspw. MÜßHOFF&HIRSCHAUER (2009), (HIRSCHAUER&MÜßHOFF, 2008) und WEBER *et al.* (2008).

¹⁸³ Vgl. Renditeerwartung Banken in HANDELSBLATT (2009)

Den allerdings größten Nachteil von Wetterderivaten stellt das mit indexbasierten Versicherungen einhergehende **Basisrisiko** dar. Dieses Basisrisiko hat dabei zweierlei Ursachen: Zum einen sind individuelle Ertragsschwankungen nicht perfekt mit der relevanten Wettervariablen korreliert (sog. Basisrisiko der Produktion). Zum anderen besteht ein Risiko, dass das Wettergeschehen am Referenzstandort und am Ort der landwirtschaftlichen Produktion auseinander fallen können (sog. geographisches Basisrisiko). So schreibt SCHMITZ (2007, S. 136), dass aufgrund der geringen Korrelation der Niederschlagssumme zum Referenzstandort keine Absicherung gegen Existenz gefährdende Einzelrisiken durch Wetterderivate möglich ist. Das Basisrisiko der Produktion ist zudem stark von der Art der Ausgestaltung des Indices abhängig. Eine Reduzierung dieses Risikos geht jedoch schnell mit einer komplexeren Form des Indices einher. Dies hat wiederum zur Folge, dass die Arbeitsweise des Derivates schwerer nachzuvollziehen ist und damit die Transparenz des Produktes leidet. Die damit verbundenen Probleme des fehlenden Know-How auf Seiten der Landwirte wurden schon beschrieben. Zudem dürften sich die Probleme der „Verkaufbarkeit“ solcher Wetterderivate im Zuge der Finanzmarktkrise, die durch eine fehlende Transparenz mancher Finanzprodukte mit verursacht wurde, noch verschärft haben. Betrachtet man in diesem Zusammenhang noch einmal die Voraussetzungen, damit ein Risikomanagementinstrument effektiv eingesetzt werden kann, nämlich eine entsprechende Risikoreduktion und eine Nachvollziehbarkeit der Arbeitsweise, so stellt sich die Frage, ob Wetterderivate in der landwirtschaftlichen Bodenproduktion hierfür hinreichend geeignet sein dürften.

Letztlich soll noch ein Punkt aufgegriffen werden, den auch WEBER *et al.* (2008, S. 37) anführen: So nimmt insbesondere bei Versicherungsvereinen auf Gegenseitigkeit der *Solidargedanke* einen hohen Stellenwert ein¹⁸⁴. Führt man sich in diesem Kontext noch einmal vor Augen, dass bei Wetterderivaten aufgrund des Basisrisikos es durchaus zu einer Situation kommen kann, bei der ein Landwirt trotz eines Schadens keine

¹⁸⁴ Dabei stellt wohl gerade dieser Solidargedanke eine der Hauptursachen für die herausgehobene Stellung der Versicherungsvereine unter den Hagelversicherungen in Deutschland da. S.h. auch 3.1.1.1.3.

Ersatzleistung bekommt, während ein Nachbar eine Schadenzahlung erhält, ohne jedoch einen tatsächlichen Schaden erlitten zu haben, so erkennt man, welche Spannungsfelder sich schnell innerhalb dieser Solidargemeinschaft ergeben, wenn Versicherungsvereine Wetterderivate anbieten würden. Zudem ist der Kontakt zwischen Kunde und Versicherer bei der Schadenregulierung, die bei Wetterderivaten entfallen würde, einer der Hauptgründe für eine erfolgreiche Kundenbeziehung bzw. Kundenbindung. Insgesamt kann gefolgert werden, dass Wetterderivate nicht zur Unternehmensphilosophie der derzeit am Markt agierenden Agrarversicherer und insbesondere nicht der Versicherungsvereine passen würden. Ferner bleibt festzuhalten, dass, auch wenn der Handel von Wetterderivaten nicht über die bisherigen Vertriebsstrukturen von Versicherungsprodukten erfolgen sollte, sich im Zusammenhang mit den Problem des Basisrisiko weiterhin die Frage der *Verteilungsgerechtigkeit* stellen würde. So existieren Studien aus dem Bereich der Sozialversicherungen - insbesondere von staatlich bezuschussten – , die Problemfelder im Zusammenhang von Verteilungsgerechtigkeit¹⁸⁵ und Akzeptanz von Versicherungen aufzeigen¹⁸⁶.

Abschließend sei noch das Problem, welches die Seite des Rückversicherungsschutzes betrifft, angesprochen. So müssten bei einem derartigen rein indexbasierten Versicherungskonzept zuallererst auch die Rückversicherer überzeugt werden, um eine entsprechende Rückdeckung zu akzeptablen Kosten zu übernehmen¹⁸⁷.

3.4.3 Ertragsverlustversicherungen

Ertragsverlustversicherungen wurden bislang in der Literatur nur wenig Beachtung geschenkt, weswegen auch eine qualitative Bewertung kaum zu finden ist. Zu den unbestrittenen **Vorteilen** dieses Versicherungstyps zählt mit Sicherheit, dass er sich im Hinblick auf die Hagelversicherung in Deutschland bewährt hat. Zudem ist die Zahl der versicherbaren Risiken (theoretisch) bis auf wenige Ausnahmen generell groß, wie dies

¹⁸⁵ nach der Theorie von ADAMS (1965)

¹⁸⁶ Vgl. bspw. ULLRICH (2004)

¹⁸⁷ Vgl. WEBER *et al.* (2008, S. 38)

die in 3.1 dargestellten Produkterweiterungen der beiden größten Hagelversicherer in Deutschland bzw. die vorgelegten Konzepte des GDV von (2006) und (2008) zeigen. Die in diesen Versicherungsprodukten bzw. den vorgeschlagenen Konzepten zu Grunde gelegten Integral- bzw. Abzugsfranchisen¹⁸⁸ von 8% bis 10% der Versicherungssumme des Feldstückes, mit Ausnahme der Gefahren Überschwemmung (Abzugsfranchise von 20%) und Trockenheit (Integralfranchise von 30%), legen weiterhin den Schluss nahe, dass es sich nicht um eine Extremwetterversicherung handelt, die nur katastrophale Schadensereignisse absichert, wie MÜßHOFF&HIRSCHAUER (2009, S. 32) schreibt. Einer der größten Vorteile gegenüber indexbasierten Versicherungen ist, dass das Basisrisiko sehr gering ist, da in den meisten Fällen bis auf die vertragsgemäßen Selbstbehalte ein entstandener Schaden aus einem versicherten Wetterrisiko auch ersetzt wird. Weiterhin kann das moralische Risiko durch eine ausgereifte Gestaltung des Versicherungsproduktes und den Einsatz erfahrener Sachverständiger stark eingegrenzt werden¹⁸⁹. Die Gefahr der Antiselektion nimmt bei Ertragsverlustversicherungen wie bei allen schadenbezogenen Versicherungstypen einen herausgehobenen Stellenwert ein. Ihr kann am effektivsten durch eine hinreichend genaue Prämienkalkulation begegnet werden. Für die Hagelversicherung kann dabei auf eine Schadenhistorie von mehreren Jahrzehnten zurückgegriffen werden. Zudem spielen hierzu die zu Tarifierungszwecken eingesetzten *versicherungsmathematischen Methoden* eine zentrale Rolle, weswegen sie ausführlich im 4. Kapitel vorgestellt werden. Schließlich fallen nur niedrige bis mittlere administrative Kostenzuschläge (**Kostenquoten**¹⁹⁰) für Verwaltung und Schadenregulierung an. So liegen sie nach VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (2008) bei 14,8% und nach WEBER *et al.* (2008), S. 36 im Mittel bei 22,5%.

Den aufgeführten Vorteilen stehen allerdings auch bei der Ertragsverlustversicherung **Nachteile** gegenüber. So sind hier insbesondere zwei Aspekte zu nennen, die zwar für die reine Hagelversicherung als eher gering einzuschätzen sind, jedoch bei einer Ausdehnung des Versicherungsschutzes auf weitere Wetterrisiken zu Problemen führen.

¹⁸⁸ Zur Definition s.h. 3.1.1.1.1

¹⁸⁹ Vgl. auch BREUSTEDT (2004, S. 37)

¹⁹⁰ Aufwand für den Versicherungsbetrieb / Gesamtbeitrag

So führen die Versicherer in WEBER *et al.* (2008, S. 39) selbst an, dass mit einer Absicherung gegen Trockenheit zweierlei Probleme verbunden sind: Zum einen gestaltet sich die Bewertung eines Schadenereignisses, anders als bei anderen Gefahren erheblich schwieriger, da Schadenssymptome weniger leicht erkennbar sind und sich so eine Messung der Abweichung vom ursprünglich unbeschädigten (Referenz-)Ertrag als komplex erweist (diese allerdings mit neuesten Regulierungsverfahren möglich ist). Zum anderen kommt erschwerend hinzu, dass Trockenheitsereignisse zumeist großflächig auftreten. Dies hat wiederum zur Folge, dass eine kostengünstige Schadenregulierung durch ehrenamtliche Sachverständige, wie sie in der Hagelversicherung üblich ist, nicht gewährleistet werden kann, da eine enorme räumliche Ausdehnung von diesen nicht bewältigt werden könnte. Als zweiter Aspekt muss angesprochen werden, dass im Gegensatz zur Hagelgefahr keine historischen (Schaden-)Daten für eine Prämienberechnung vorliegen, so dass die Gefahr der Antiselektion zumindest für eine erweiterte Mehrgefahrendeckung besteht. Allerdings werden für dieses Problem der echten Unsicherheit bei Markteinführung im nächsten Abschnitt bzw. in den Kapiteln 5. und 6. Lösungswege aufgezeigt. Die größten Schwierigkeiten in Bezug auf die Ertragsverlustversicherung liegen jedoch im schon erwähnten Problem der großflächig auftretenden Trockenheitsschäden. Das damit verbundene Kumulrisiko ist dabei so erheblich, dass es ohne einen entsprechenden kostengünstigen Rückversicherungsschutz von einem Erstversicherer allein nicht zu tragen wäre. Da jedoch aufgrund der angesprochenen Unsicherheiten bei der Prämienkalkulation von Seiten des Rückversicherers Sicherheitszuschläge eingefordert werden, ist ein solcher auf dem Markt nicht verfügbar (vgl. 3.3.2.3).

3.4.4 Fazit

In den zurückliegenden drei Unterkapiteln wurden die jeweiligen Vor- und Nachteile der einzelnen Versicherungsansätze beschrieben. Abbildung 3.19 zeigt dazu noch einmal eine zusammenfassende Übersicht.

Abbildung 3.19: Bewertung Versicherungstypen

	Ertragsgarantie-Versicherung	Indexbasierte-Versicherung		Ertragsverlust-Versicherung
		Wetterderivate	Regionalertrags-Versicherung	
Anzahl versicherbarer Risiken	sehr hoch	gering	sehr hoch	hoch
Gefahr von Antiselektion	hoch	nicht vorhanden	gering	mittel
Gefahr von moral hazard	sehr hoch	nicht vorhanden	gering	mittel
Basisrisiko	nicht vorhanden	sehr hoch	hoch	nicht vorhanden
Kostenzuschlag	sehr hoch	mittel	gering	mittel bis hoch

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an WEBER *et al.* (2008, S. 23)

Es bleibt festzuhalten, dass aufgrund der aufgeführten Nachteile, insbesondere der bestehenden asymmetrischen Informationsverteilung, und der geschilderten Erfahrungen aus den USA¹⁹¹ Ertragsgarantieversicherungen für Deutschland kein geeignetes Mittel zur Absicherung der landwirtschaftlichen Bodenproduktion gegen Wetterrisiken darstellen. Ebenfalls fällt es aus den geschilderten Problemen im Zusammenhang mit indexbasierten Versicherungen, und hier im besonderen das bestehende Basisrisiko und der Unvereinbarkeit mit dem in Deutschland (unter Landwirten) gewachsenen Versicherungsgedanken, schwer, Argumente zu finden, die für den Ausbau von Wetterderivaten als Risikomanagementinstrument sprechen würden. Dabei ist jedoch diese Art der Risikoabsicherung nicht generell abzulehnen. So könnten sich Wetterderivate beispielsweise als zusätzliche Instrumente für Großbetriebe mit

¹⁹¹ Vgl. bspw. BERG (2002)

einem entsprechenden vorhandenem Know-How anbieten¹⁹² oder in stark unterentwickelten Versicherungsmärkten als günstige Einstiegsprodukte zum Einsatz kommen, da keine größeren Strukturen aufgebaut werden müssten. Schlussendlich stellen die Ertragsverlustversicherungen aufgrund der beschriebenen Vorteile die sinnvollste Alternative unter den vorgestellten Versicherungstypen da. Die mit ihnen verbundenen Nachteile können, wie im nächsten Abschnitt dargestellt, behoben oder zumindest beschränkt werden, so dass im weiteren Verlauf der Arbeit ausschließlich diese Versicherungsvariante weiter verfolgt werden soll.

3.5 Wie könnte eine Mehrgefahrenversicherung in Deutschland aussehen?

Anfangs des Kapitels wurden verschiedene Versicherungssysteme in der Welt vorgestellt und im Anschluss einer Klassifizierung in Ertragsgarantie-, indexbasierte und Ertragsverlustversicherungen unterworfen. Nachdem in Abschnitt 3.3 Antworten auf die Frage gegeben wurden, welches die Gründe für ein Fehlen einer rein privatwirtschaftlich organisierten Erntemehrgefahrenversicherung sind, wurden die Versicherungsansätze auch im Hinblick auf diese angeführten Gründe auf Vor- und Nachteile hin untersucht. Dabei haben sich für den deutschen Markt die Ertragsverlustversicherungen als am geeignetsten herausgestellt. Trotzdem sind auch mit diesem Versicherungstyp augenscheinlich Nachteile verbunden, da sich bislang in Deutschland keine umfassende und breit akzeptierte Erntemehrgefahrenversicherung entwickeln konnte. Es wurde jedoch versucht, die bestehenden Probleme sauber herauszuarbeiten, damit in diesem Abschnitt Antworten und Lösungsmöglichkeiten auf diese erarbeitet werden können, so dass insgesamt die Frage geklärt werden kann, *wie eine Erntemehrgefahrenversicherung in Deutschland aussehen sollte*. Dabei soll insbesondere die mögliche Rolle des Staates beschrieben werden, wobei ein hoher Wert darauf gelegt wird, aus den Fehlern anderer Länder im Zusammenhang mit staatlichen Eingriffen zu lernen und diese somit zu vermeiden. Im folgenden werden nun

¹⁹² So schlägt bspw. PRETTENTHALER *et al.* (2006) Wetterderivate zur Absicherung von Grünlanderträgen vor.

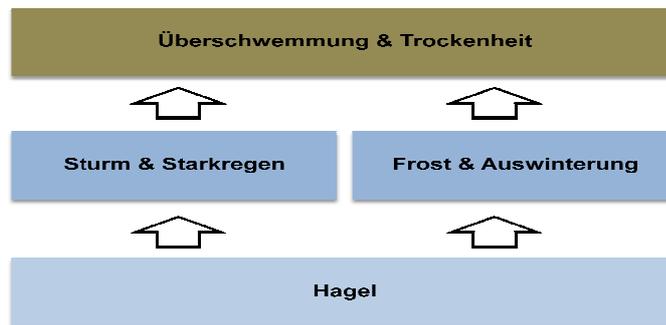
nacheinander einzelne Punkte zur konkreten Ausgestaltung einer Erntemehrgefahrenversicherung in Form einer Ertragsverlustversicherung in Deutschland ausgearbeitet.

3.5.1 Zur Produktgestaltung

Da das Produktdesign unmittelbar Einfluss auf das moralische Risiko und Antiselektion hat, kommt ihm eine besondere Bedeutung zu. So ist ein geeignetes Mittel, der Antiselektion zu begegnen, möglichst keine Versicherungsprodukte gegen Einzelrisiken, sondern vielmehr Pakete aus Einzelrisiken anzubieten, da diese wie beispielsweise Frost teilweise örtlich sehr begrenzt auftreten können und so der Landwirt immer im Vorteil bei der Beurteilung seiner Gefährdungslage ist. Allerdings sollten auch keine **zu** umfangreichen Pakete angeboten werden, da diese sonst, wie in 3.3.1.4 beschrieben, auf keine große Marktakzeptanz treffen werden. Auch ist davor zu warnen, die Anzahl an angebotenen Paketen zu stark auszuweiten, da zum einen die Konsequenz daraus schnell zu einer unübersichtlichen Produktpalette führen kann und zum anderen die Adverse Selektion wieder stärker zum Tragen kommen würde. Einen guten Kompromiss aus beiden Anforderungen stellt ein aufeinander aufbauendes Versicherungsprogramm dar, wie es auch in GDV (2008, S. 14) vorgeschlagen wird.

Aufbauend auf der klassischen Hagelversicherung als Grundsicherung könnten bei einem Ernteversicherungsprogramm zunächst zwei Erweiterungspakete, nämlich für die Gefahren Sturm und Starkregen bzw. Auswinterung und Frost, angeboten werden. Die „kleinsten“ Mehrgefahrenversicherungslösungen beinhalten dann also immer noch mindestens drei Gefahren, wobei Erweiterungsangebote für jeweils zwei unterschiedliche Gefahrengruppen, „Sommergefahren“ und „Wintergefahren“, als Alternativen zur Verfügung stehen würden. Als weitere Ausbaustufe könnten zusätzlich die großflächig auftretenden Gefahren Überschwemmung und Trockenheit abgeschlossen werden (vgl. Abbildung 3.20):

Abbildung 3.20: Auswahl der Versicherungspakete



Quelle: Eigene Darstellung

Wie schon erwähnt, stellen Eigenbehalte ein geeignetes Mittel dar um das moralische Risiko in den Griff zu bekommen. Hier könnte die schon aus der Hagelversicherung bekannte Integralfranchise von 8% der versicherten Summe pro Feldstück auch für die weiteren Risiken zu Grunde gelegt werden. Eine Ausnahme bilden jedoch die Gefahren Auswinterung, Überschwemmung und Trockenheit. Da hier die Gefahr von moralischem Risiko höher und die Schadenbewertung schwieriger ist, sollten die Selbstbehalte ebenfalls höher gewählt werden. So könnten etwa Abzugsfranchisen von 10% - 30%¹⁹³ vereinbart werden. Da zudem bei Auswinterungsschäden ein voraussichtlicher Schaden zum Erntezeitpunkt nicht vorhergesagt werden kann und eine Neubestellung möglich ist, sollte bei diesen nur eine Umbruchpauschale als Entschädigung geleistet werden. Weiterhin muss innerhalb der Versicherungsbedingungen für einzelne Gefahren über zusätzliche Haftungsausschlüsse nachgedacht werden. Hier sei als Beispiel die Gefahr von Lagergetreide in Folge einer hohen Stickstoffdüngung genannt¹⁹⁴ oder der Ausschluss von Versicherungsflächen, die als Ausgleichsflächen bei Hochwasserlagen dienen. Diese Flächen könnten beispielsweise über das sog. ZÜRS¹⁹⁵ des GDV bestimmt werden.

Zusätzliche Schäden durch Auswuchs, Schädlingsbefall oder regional begrenzt auftretende Gefahren durch Schneedruck oder Erdbeben sollten zudem (zunächst)

¹⁹³ Vgl. GDV (2008, S. 14)

¹⁹⁴ Vgl. BREUSTEDT (2004, S. 21)

¹⁹⁵ Vgl. 6.1

ausgeschlossen werden. Letztlich sollten anfänglich auch nur klassische Ackerbaukulturen mehrgefahrenversichert werden können. Jedenfalls solange, bis ein gewisser Erfahrungsschatz vorhanden ist, um auch erweiterte Deckungen für Sonderkulturen wie Kernobst, Hopfen oder Wein bzw. die Versicherung von Grünlandflächen zuzulassen, ohne dass sich daraus eine Gefährdung des Gesamtversicherungsbestandes durch die genannten Risiken ergibt¹⁹⁶.

Letztlich bestehen jedoch unabhängig von der Art der Ausgestaltung der Versicherungsprodukte in Bezug auf die Trockenheit die oben angesprochenen Probleme im Zusammenhang mit der Schadenregulierung bzw. dem Kumulrisiko fort. Im Anschluss werden deshalb in den folgenden beiden Abschnitten Lösungsmöglichkeiten auch zu diesen beiden Problematiken aufgezeigt.

3.5.2 Zur Schadenregulierung

Die Schadenregulierung stellt das zentrale Element eines (Elementarschaden)-Versicherers da. Da sie die „eigentliche“ Verbindung von Versicherung und Versicherungsnehmer darstellt, hängt mit ihr unmittelbar die *Akzeptanz* eines Versicherungsproduktes zusammen. Um einen einheitlichen Standard zu gewährleisten, sollten daher identische Regulierungsverfahren unter den am Markt auftretenden Versicherern vereinbart werden. Dies soll nicht bedeuten, dass kartellrechtliche Belange missachtet werden sollen, sondern vielmehr, dass bei gleichartigen Produkten auch eine einheitliche Schadenregulierung sichergestellt ist. Hierzu müssen von den Sachverständigen, wie es bei den Regulierungsnormen von Hagelschäden schon üblich ist, Schulungen und Prüfungen abgelegt werden. Zudem sollte insgesamt eine Zertifizierung der betreffenden Versicherungsgesellschaften durch eine (staatliche) neutrale Aufsichtsbehörde stattfinden, um die Qualitätsstandards bei der

¹⁹⁶ Da bei Sonderkulturen die Schadenpotenziale teilweise erheblich höher sind als bei klassischen Ackerbaukulturen und sich zudem die Schadenregulierung auf Grund vieler Besonderheiten bei diesen Sonderkulturen komplexer gestaltet. Vgl. LÖSCHE&WOLFF (2008).

Schadenregulierung für alle Versicherungsprodukte auch gleichermaßen zu gewährleisten¹⁹⁷.

Generell kann der Prozess der Schadenregulierung, wie er sich bei der Hagelversicherung bzw. bei den heute schon vorhandenen Erweiterungsdeckungen etabliert hat, auch für erweiterte Versicherungsprodukte übernommen werden. Wie angesprochen ergeben sich bei der Regulierung von Trockenheitsschäden jedoch Probleme, was eine mögliche großflächige Ausbreitung dieser Risiken betrifft. Hier erscheint ein gekoppelter Versicherungstyp aus Ertragsverlustversicherung und indexbasierter Versicherung, wie er in Österreich angeboten wird¹⁹⁸, ein sinnvoller Ausweg. So werden kleinräumige Trockenheitsereignisse weiterhin vor Ort begutachtet und gegebenenfalls reguliert, falls die vereinbarten Schadenschwellen überschritten sind. Großflächige (katastrophale) Trockenheitsschäden, deren Vor-Ort-Regulierung unter Kostengesichtspunkten nicht möglich ist, würden pauschal anhand von Referenzertragswerten reguliert. Der Eintritt eines solchen Katastrophenfalls wird dabei über einen festgelegten Wetterindex separat für jede Region bestimmt.

Bei der Regulierung, insbesondere von großräumigen (Trockenheits-)Schäden, setzen zudem die Versicherer zukünftig auf neuartige Technologien, wie sie beispielsweise durch die Satellitenflotte der RAPIDEYE AG auf kurze Sicht zur Verfügung stehen¹⁹⁹ werden.

Der große Vorteil der RAPIDEYE Satelliten liegt dabei in ihren hohen Überflugraten, so dass im Gegensatz zu den bekannten Bildern wie zum Beispiel von *Google Earth* eine sehr viel höhere Aktualität erreicht wird. So können mit Hilfe dieser Satelliten zeitnah, d.h. im Rhythmus von 5 Tagen, Bodenbedeckungskarten, erstellt werden. Der Bodenbedeckungsgrad beschreibt denjenigen Anteil einer Fläche, der senkrecht von oben betrachtet mit grünem Pflanzenmaterial bedeckt ist. Er gibt Hinweise auf:

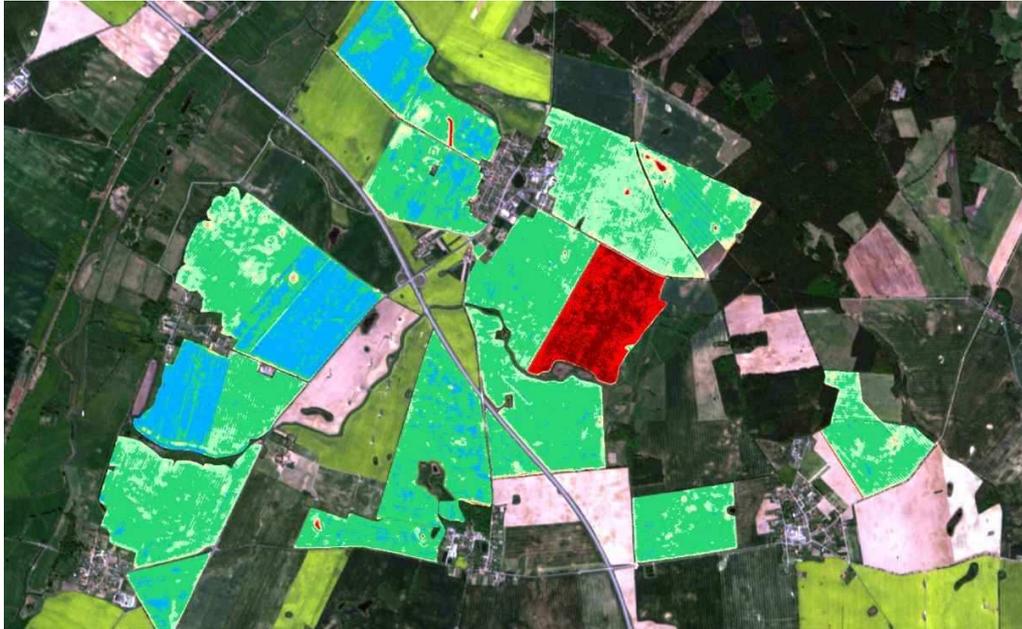
¹⁹⁷ Vgl. GDV (2008, S. 23 f.)

¹⁹⁸ Vgl. 3.2.3.2

¹⁹⁹ Vgl. NÖHLES (2009, S. 68 ff.)

- Bestandsdichte (oberirdische Blattfläche)
- Wachstumsanomalien (Trockenstress, Krankheiten, Schädlinge, etc.)
- Ausmaß von Schadereignissen

Abbildung 3.21: Sattelitenbild zur Feststellung von Ertragseinbußen (Bodenbedeckungskarte)



Quelle: CROPSCAN (2009)

Daten wie die Bodenbedeckungsgrade können dann zur Unterstützung der Sachverständigen vor Ort genutzt werden, um auch großflächige Schadenbegutachtungen von hoher Qualität zu ermöglichen (vgl. Abbildung 3.21). Eine Voraussetzung ist allerdings, dass das vorhandene Potenzial an verfügbaren Geoinformationen auch zur Verfügung steht. Hier ist vor allem der Zugang zu staatlich erhobenen Geoinformationsdaten aufgrund der föderalen Verwaltungsstrukturen in Deutschland und den historisch gewachsenen regionalen Einflüssen äußerst erschwert. So behindern, vor allem bei überregionalen bzw. Länder übergreifenden Aktivitäten, Unterschiede in Datenverfügbarkeit, Datenformaten, Datenqualitäten, Nutzungsrechten und Gebührenordnungen die Nutzung von Geodaten²⁰⁰.

²⁰⁰ Vgl. HEINE (2008)

Ist auch durch kombinierte Versicherungsprodukte²⁰¹ oder den Einsatz von Satellitentechnologien die Schadenregulierung katastrophentypischer Schadenereignisse gewährleistet, stellen jedoch trotzdem die extremen Kumulrisiken seitens der Finanzierung weiterhin ein Problem dar, welches nur durch einen geeigneten Rückversicherungsschutz gelöst werden kann. Deshalb wird dieser Punkt als nächstes angesprochen.

3.5.3 Zum Rückversicherungsschutz

Kann das Kumulrisiko bei der reinen Hagelversicherung oder den bislang angebotenen Erweiterungen²⁰² noch durch ein klassisches Rückversicherungsprogramm²⁰³ von Erstversicherern gehandhabt werden, ist dies bei großflächigen Schadenereignissen mit Schwierigkeiten verbunden. So wäre zwar prinzipiell auch für diese katastrophentypischen Ereignisse ein privater Rückversicherungsschutz möglich, jedoch aus den in Kapitel 3.3.2.3 dargestellten Gründen in der Praxis nicht finanzierbar. Zudem müssten bei Produkteinführung - jedenfalls solange bis entsprechende Rücklagen (*Schwankungsrückstellung*)²⁰⁴ gebildet werden konnten, so dass der Ausgleich in der Zeit²⁰⁵ zum Tragen kommen kann - vom Erstversicherer zusätzliche Rückversicherungskapazitäten eingekauft werden. Damit nun vom Rückversicherer ein finanzierbarer Rückversicherungsschutz bereitgestellt werden kann, sollte der Staat die Schadenbelastung oberhalb einer zuvor definierten Schwelle für den Rückversicherer bei großen Kumulereignissen begrenzen. Diese Rückversicherung der Rückversicherung durch den Staat, auch sog. *Retrozession* genannt, sollte dabei jedoch ausschließlich in den Katastrophenjahren greifen. D.h., dass der (private) Rückversicherungsschutz in normalen oder Überschadenjahren ähnlich wie bislang in der Hagelversicherung wirkt und nur in extremen Überschadenjahren - wie beispielsweise im Jahr 1992 für Trockenheit²⁰⁶ - die Spitzenlasten (loss cap) vom Staat übernommen werden²⁰⁷. Voraus-

²⁰¹ Also mit indexbasierten Komponenten

²⁰² Vgl. Kapitel 3.1.1.2

²⁰³ Vgl. Kapitel 4.3.2.2.2

²⁰⁴ Zur Definition der Schwankungsrückstellung s.h. Kapitel 4.3.2.2.1

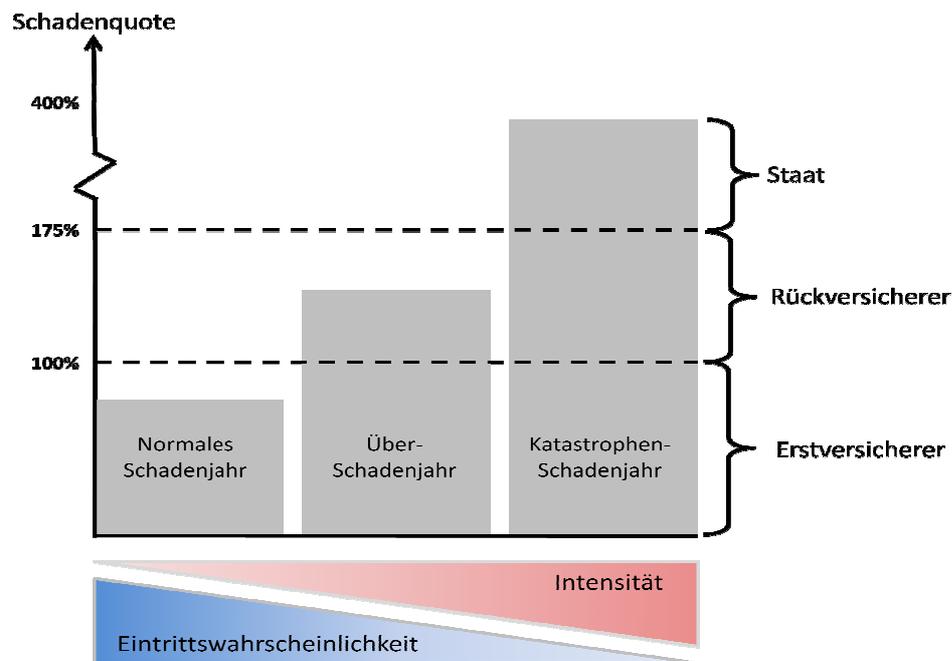
²⁰⁵ Vgl. Kapitel 4.3

²⁰⁶ Vgl. 2.1.2.2

²⁰⁷ Vgl. Abbildung 3.22

setzung dafür wäre, dass die beteiligten Erstversicherer ihr gesamtes gezeichnetes Geschäft in einen Erstversicherungspool einbringen, so dass im Katastrophenfall der vom Staat gewährte loss cap auf dieses gepoolte Portefeuille wirken kann.

Abbildung 3.22: Staatlicher Rückversicherungsschutz



Quelle: Eigene Darstellung

Allerdings sind mit staatlich gestützten Rückversicherungsprogrammen, bzw. staatlicher Retrozession auch einige Probleme verbunden. So schreibt schon SCHLIEPER (1997, S. 67), dass die Beteiligung des Staates an der Rückversicherung auch dazu führen kann, dass auf Seiten der Erstversicherer der Druck genommen ist, auskömmliche Prämien zu kalkulieren, eine stringente Schadenregulierung zu betreiben oder eine kostengünstige Verwaltung zu gewährleisten. Auch aus diesem Gesichtspunkt ist es sinnvoll, dass eine staatliche Intervention nur bei Extremereignissen stattfindet und der „normale“ Versicherungsbetrieb weiterhin rein privatwirtschaftlich organisiert wird.

Auch wenn katastrophenartige Schadenjahre durch eine staatliche Zusatzrückversicherung abgesichert werden, bleibt die Grundvoraussetzung, damit der Erstversicherer einen finanzierbaren Rückversicherungsschutz erhält, dass sein Portfolio möglichst ausgeglichen ist und damit möglichst geringen Schwankungen unterliegt (Ausgleich im Kollektiv). Das wichtigste Mittel für ein ausgeglichenes Kollektiv ist

allerding die *Kalkulation risikogerechter Prämien*. Diesem wichtigen Punkt wird nun der nächste Abschnitt gewidmet.

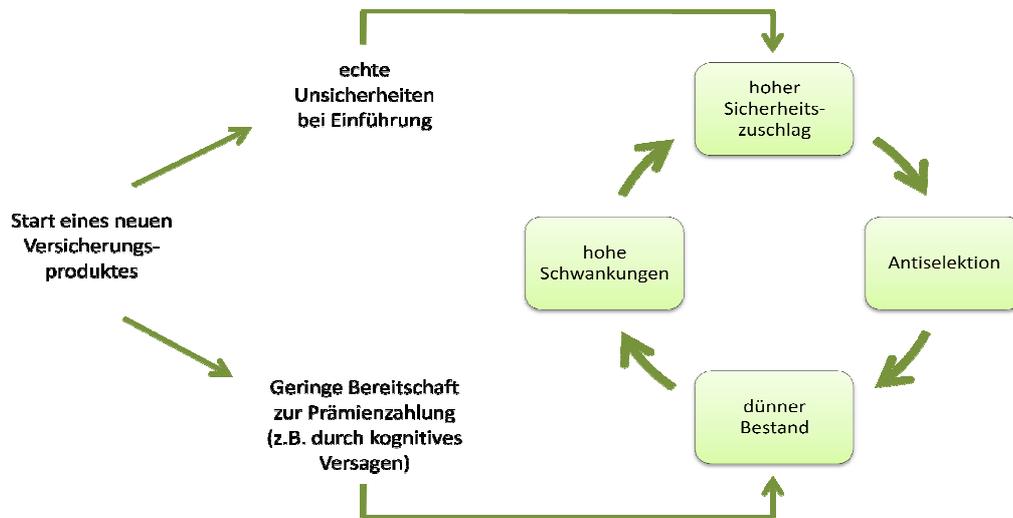
3.5.4 Zur Prämienkalkulation

Werden Prämien nicht risikogerecht bestimmt, steigt das Risiko der Antiselektion. In Kapitel 4 (Beispiel 4.2) wird zudem gezeigt, dass Adverse Selektion dadurch die Bildung eines breiten, ausgeglichenen Versicherungsbestandes behindert, weswegen der Ausgleich im Kollektiv nur eingeschränkt zur Wirkung kommen kann. Die Kalkulation fairer Prämien ist allerdings in der Praxis mit einigen, ebenfalls in Kapitel 4 dargestellten Schwierigkeiten verbunden und nur aus theoretischer Sicht für einzelne Risiken möglich bzw. voraussetzbar, wie es BERG (2002, S. 105) beschreibt. Es sind jedoch im Laufe der Zeit zahlreiche, teils komplexe, versicherungsmathematische Verfahren als „*best practice*“ Lösungen erarbeitet worden. Diese werden ausführlich in Kapitel 4 vorgestellt und im Anschluss auf einen empirischen Datensatz angewendet. Allerdings ist dieser Modellierungsansatz für Gefahren, bei denen keine historische Schadenerfahrung vorliegt, nicht in dem gleichen Maße realisierbar, wie er für die Hagelversicherung gute Ergebnisse liefert. So werden zwar in Kapitel 6, aufbauend auf den vorgestellten Methoden, Modelle entwickelt, um auch eine Abschätzung von anderen Wetterrisiken machen zu können.

Es bleiben jedoch weiterhin Unsicherheiten bestehen, die nur durch einen entsprechenden Sicherheitszuschlag aufgefangen werden können. Ein (hoher) Sicherheitszuschlag, der sich aus mehreren Bestandteilen zusammensetzt²⁰⁸, verschärft allerdings wieder die Problematik der Antiselektion. Es entsteht also ein Teufelskreis, wie er in Abbildung 3.23 dargestellt ist

²⁰⁸ Der Sicherheitszuschlag soll das (versicherungstechnische) Risiko des Versicherers begrenzen. Dieses setzt sich aus dem Irrtumsrisiko, dem Zufallsrisiko und dem Änderungsrisiko zusammen. Vgl. 4.1

Abbildung 3.23: Kreislauf Sicherheitszuschlag



Quelle: Eigene Darstellung

Um diesen Kreislauf zu durchbrechen, ist es notwendig, den Versicherungsmarkt entsprechend zu stimulieren. So könnte sich der Staat an den Versicherungsbeiträgen beteiligen. Diese Subvention der Prämien wäre allerdings nur temporär. Sie könnte und sollte wieder schrittweise abgebaut werden, wenn im Lauf der Zeit

- eine gewisse Schadenerfahrung gesammelt, bzw.
- genügend Reserven aufgebaut wurden,
- der Versicherungsbestand breiter gestreut ist,

und damit insgesamt der Sicherheitszuschlag abgesenkt werden kann.

Dabei muss allerdings gewährleistet sein, dass subventionierte Prämien nicht zweckentfremdet „abfließen“ oder die administrativen Kosten der Versicherer steigen. Hierfür erscheinen die Rechtsformen des Versicherungsvereins und der öffentlich-rechtlichen Gesellschaft am geeignetsten, da Jahresüberschüsse nicht an Anteilseigner ausgeschüttet werden und somit entweder im Unternehmen verbleiben können oder bei den VVaG's als *Beitragsrückerstattung* dem Versicherungsnehmer – bzw. bei staatlicher Prämien subvention auch dem Staatshaushalt – zurückgezahlt werden.

Zudem muss auch gewährleistet werden, dass eine staatliche Prämienunterstützung nicht zu Interventionen des Staates bei der Ausübung des operativen Versicherungsgeschäftes führt. Beispiele für eine Einmischung, die den Erfolg einer

Erntemehrgefahrenversicherung konterkarieren kann, sind etwa die Festlegung von (maximalen) Prämienhöhen wie in Polen oder die Einführung einer Pflichtversicherung wie in Litauen²⁰⁹. So führt erstere Maßnahme zu einer Zunahme der Antiselektionsproblematik und letztere zu einer Abnahme der breiten (öffentlichen) Akzeptanz einer Versicherung²¹⁰.

Was den *rechtlichen Rahmen* einer staatlich gestützten Beteiligung an Versicherungsprämien betrifft, muss allerdings unterschieden werden zwischen den Regelungen der Europäischen Union und den WTO Bestimmungen. So sind nach den EU Richtlinien, genauer nach Artikel 87 Abs. 2b und 3b des EG-Vertrages, bzw. nach Verordnung (EG) Nr. 1857/ 2006 der Kommission, staatliche Beihilfen von bis zu 50% bzw. 80% der Prämien grundsätzlich zulässig. Es wird dabei differenziert zwischen Beihilfen zur Absicherung von *Verlusten bei Naturkatastrophen gleichzusetzenden widrigen Witterungsverhältnissen*, die bis zu 80% der Prämienkosten betragen dürfen und Beihilfen zur Absicherung von *Verlusten durch widrige Witterungsverhältnisse*, bei denen bis zu 50% der Prämien subventioniert werden können.

Diesen EU weiten Regelungen stehen allerdings teilweise restriktivere Kriterien des WTO-Übereinkommens über die Landwirtschaft von 1994 für eine finanzielle Beteiligung an Ernteversicherungsprogrammen durch die öffentliche Hand gegenüber²¹¹. So muss unter anderem eine Naturkatastrophe oder ein ähnliches Ereignis vorliegen, so dass der Produktionsausfall²¹² mindestens 30% des durchschnittlichen Ertrags beträgt. Zudem muss der Eintritt dieses Ereignisses von staatlicher Seite formell bestätigt werden. Nur wenn diese Bedingungen erfüllt sind, dürfen

²⁰⁹ Eine Pflicht bestand bis zum Jahre 2009 dahingehend, dass staatliche Subventionen/Beihilfen an den Abschluss einer Ernteversicherung geknüpft waren.

²¹⁰ Die mangelnde Akzeptanz resultierte daher, dass die zu zahlende Versicherungsprämie in manchen Fällen die Beihilfe überstieg.

Letztlich hat eine Pflichtversicherung auch die (logische) Folge, dass seitens der Versicherungswirtschaft ein Annahmezwang bestehen muss (sog. Kontrahierungszwang). Ein Versicherungsangebot kann jedoch, anders als bspw. in der KFZ-Versicherung, bei einer Elementarschadenversicherung mit den möglichen extremen Schadenpotenzialen nicht immer gewährleistet werden. Vgl. LANGNER, R. (II) (2009) und RITTER VON DODERER (2009, S. 140 ff.)

²¹¹ Vgl. GDV (2008, S. 8) und EU-KOMMISSION (I) (2006)

²¹² Bezogen auf den Gesamtbetrieb.

Prämiensubventionen als nicht handelsverzerrende Maßnahmen in die „Green Box“ eingestuft werden. Auf Grundlage dieser Definition sind dann allerdings fast alle in Europa und Nordamerika angebotenen Mehrgefahrenversicherungsprogramme nicht „Green-Box“-würdig und der „Amber box“ zuzuordnen, weswegen sie als handelsverzerrende Subventionen abgebaut werden müssten²¹³. Vor diesem Hintergrund stellt sich demnach die generelle Frage nach einer Überarbeitung der WTO-Bestimmungen hinsichtlich staatlich geförderter Erntemehrgefahrenversicherungen.

Insgesamt zeigt sich jedoch, auch im Hinblick auf den zweckmäßigen Umgang mit möglichen Beihilfen, welche hervorgehobene Stellung die Kalkulation risikogerechter Prämien einnimmt. Sie ist Grundvoraussetzung dafür, dass der Sicherheitszuschlag möglichst gering ausfällt und der oben beschriebene Kreislauf durchbrochen werden kann. Im anschließenden Kapitel 4 werden Verfahren der versicherungsmathematischen primären und sekundären Tarifierung vorgestellt. Zunächst sollen allerdings noch einige weitere Empfehlungen gegeben werden, damit sich eine Erntemehrgefahrenversicherung in Deutschland etablieren kann.

3.5.5 Sonstige staatliche Eingriffe und Maßnahmen

Hier sind zum einen bürokratische wie auch fiskalpolitische Hürden zu nennen. So stellen die derzeitigen externen wie auch internen Rechnungslegungsvorschriften *RechVersV* und *BerVersV* für die derzeitigen Marktanbieter bei Erweiterung ihres Geschäftes auf eine echte Mehrgefahrenversicherungen einen verwaltungstechnischen Mehraufwand dar. So müssten die größtenteils ausschließlich auf der Versicherungssparte Hagel operierenden Versicherungsunternehmen für die Versicherung weiterer Gefahren die Zulassung zusätzlicher Sparten beantragen und für diese jeweils eigene Erfolgsrechnungen durchführen. Die damit zusammenhängende Problematik wird auch noch einmal in Kapitel 6 deutlich, da aus versicherungsmathematischer Sicht eine Trennung der Beiträge nach Einzelgefahren, die Voraussetzung für eine *Sparten-*

²¹³ Vgl. EU-KOMMISSION (I) (2006)

trennung ist, auf Grund auftretender Korrelationen bei mehreren Gefahren nicht sinnvoll erscheint und ein Produkt „unnötig“ verteuern würde. So wäre es vielmehr hilfreich, die derzeitige Sparte „Hagelversicherung“ (Sparte 9) auf den Betrieb der generellen Pflanzenversicherung zu erweitern und somit die genannten Probleme zu beseitigen.

Größer allerdings als diese handelsrechtlichen Beschränkungen wiegen die derzeit gültigen steuerrechtlichen Bestimmungen zur *Versicherungsteuer* eines Erntemehrgefahrenproduktes. So wird die Versicherungsteuer bei der Hagelversicherung derzeit am versicherten Wert, also der Versicherungssumme, bemessen (Versicherungssummensteuer)²¹⁴. Sie beträgt 20 Cent von Tausend Euro Versicherungssumme²¹⁵. Bei einer Gesamtversicherungssumme von ca. 12 Mrd. Euro im Jahre 2007²¹⁶ ergibt sich also eine Steuer von ca. 2,4 Mio. Euro. Würde sich auf dem identischen Bestand der Hagelversicherung eine Mehrgefahrenversicherung mit einem geschätzten Beitrag von ca. 400-500 Mio. Euro²¹⁷ etablieren, müssten nachzeitigem Recht steuerliche Abgaben in Höhe von 76 Mio. Euro geleistet werden, da für Versicherungen außer der Hagelversicherung (bis auf wenige Ausnahmen) eine Steuer von 19% auf die Versicherungsprämie anfällt²¹⁸ (Prämiensteuer). Da es sich zudem - mit Ausnahme der Erweiterungen nur um die Gefahren Sturm und Starkregen - nachzeitigem Stand²¹⁹ nicht mehr um eine *gebündelte*, sondern um eine *verbundene* Versicherung handeln könnte, müsste sogar der Hagelanteil des Gesamtbeitrages ebenfalls der Prämiensteuer von 19% unterworfen werden. Insgesamt müsste dieser erhebliche Mehraufwand²²⁰ vom Versicherungsnehmer zusätzlich geleistet werden, was einerseits eine rein privatwirtschaftliche Versicherungslösung heute schon behindert und andererseits im Falle staatlicher Prämiensubventionen sogar zur Inkonsequenzen und Widersprüchen nach dem Prinzip „Linke Tasche, rechte Tasche“ führen würde.

²¹⁴ nach § 5 (1) 2. des Versicherungsteuergesetzes (VersStG)

²¹⁵ § 6 (2) 4. VersStG

²¹⁶ Vgl. Tabelle 8.1 im Anhang.

²¹⁷ Vgl. GDV (2007), S. 9

²¹⁸ § 5 (1) 1. und § 6 (1) VersStG

²¹⁹ Nach LANGNER, R. (II) (2009)

²²⁰ Vgl. Tabelle 3.4

Zudem führt die Erhebung einer Prämiensteuer bei Ernteversicherungen zu erheblichen Ungerechtigkeiten, da benachteiligte Regionen aufgrund hoher Prämien noch zusätzlich mit hohen Steuern belastet werden, weswegen die Besteuerung der Hagelversicherung historisch betrachtet auf dem „neutralen“ Wert der Versicherungssumme beruht²²¹.

Tabelle 3.4: Versicherungsteueraufkommen

		Steueraufkommen nach	
		0,2 ‰ Versicherungssumme	19% Prämie
Versicherungssumme Hagel 2007:	12 Mrd. €	2.400.000 €	
Geschätzte Prämie MGV (incl. Hagel):	500 Mio. €		95.000.000,00 €
Faktor:		1	40

Quelle: Eigene Darstellung

Neben der Beseitigung der angesprochenen bürokratischen wie auch steuerlichen Unzulänglichkeiten, können von staatlicher Seite jedoch auch noch weitere, *die Organisation einer Mehrgefahrenversicherung unterstützende* Maßnahmen ergriffen werden. Hierzu wäre beispielsweise denkbar, dass eine kostengünstige Bereitstellung relevanter Wetterdaten unterstützt oder sogar ein breiteres Netz an Wetterstationen aufgebaut werden könnte. Hierdurch wäre einerseits unmittelbar eine Verbesserung der Prämienkalkulation zu erwarten und zum anderen eine präzisere Schadenregulierung bei Versicherungsprodukten mit Indexkomponenten wie etwa der Trockenheitsversicherung möglich. Zuletzt sei hier noch erwähnt, dass auch eine Veränderung der Lage im Zusammenhang mit der in Kapitel 3.5.2 angesprochenen Problematik des Zugriffs auf eine konsolidierte Datenbasis, bezüglich der effektiven Nutzung von Geoinformationssystemen, zu einer Erleichterung des Betriebes einer Mehrgefahrenversicherung führen würde.

²²¹ Vgl. KNOLL (1964, S. 42) und RITTER VON DODERER (2009, S. 145)

3.6 Fazit

Im dritten Kapitel wurden Ernteversicherungen als Instrumente des Risikomanagements in der landwirtschaftlichen Bodenproduktion vorgestellt. Dazu wurde ein Überblick der Versicherungsprogramme aus verschiedenen Ländern gegeben. Allen umfassenden Mehrgefahrenversicherungen ist gemeinsam, dass sie nicht ohne staatliche Unterstützung angeboten werden. Um der Frage nach den Gründen dafür nachzugehen wurden zum einen die angebotenen Versicherungsansätze einer Klassifizierung unterworfen und zu anderen Unzulänglichkeiten auf dem Markt für Ernteversicherungen dargestellt. Dabei wurden die drei Typen von Versicherungslösungen: Ertragsgarantieversicherung, indexbasierte Versicherungen und Ertragsverlustversicherungen im Hinblick auf die herausgearbeiteten Probleme untersucht. So haben Wetterderivate, insbesondere im Vergleich mit Ertragsgarantieversicherungen, gewisse Vorteile. Insgesamt erscheinen jedoch Ertragsverlustversicherungen für die deutsche Situation aus den geschilderten Gründen am sinnvollsten, wie es auch eine Umfrage in WEBER *et al.* (2008, S. 39 ff.) bestätigt. Demnach ziehen 52% der befragten Landwirte einen solchen Versicherungstyp den indexbasierten Versicherungen vor, während nur 26% den Wetterderivaten den Vorzug geben würden. Allerdings könnten Wetterderivate als zusätzliches Instrument oder zum Beispiel bei der Absicherung von Grünlanderträgen²²² durchaus ihre Anwendung finden²²³. Zum Ende des Kapitels wurden Empfehlungen gegeben, um in Deutschland eine Erntemehrgefahrenversicherung in Form einer Ertragsverlustversicherung einzuführen. Dabei wurde die Kalkulation von risikogerechten Prämien als eine der grundlegendsten Voraussetzungen für ein erfolgreiches Bestehen einer solchen Versicherungslösung herausgearbeitet. Da die Tarifierung in der Praxis aus teilweise komplexen versicherungsmathematischen Verfahren besteht, werden diese im anschließenden zweiten Teil der Arbeit ausführlich gewürdigt.

²²² Vgl. Beispiel Südafrika in 3.2.2.3

²²³ Vgl. auch PRETTENTHALER *et al.* (2006)

Zweiter Teil

4 Tarifierung in der Hagelversicherung

Der zweite Teil der vorliegenden Arbeit beschäftigt sich mit den versicherungsmathematischen Fragestellungen rund um die Kalkulation von Versicherungsprämien einer Erntemehrgefahrenversicherung in der Ausgestaltung einer Ertragsverlustversicherung. Dazu werden zunächst in diesem Kapitel verschiedene mathematische Verfahren zur Berechnung von Beiträgen in der Hagelversicherung vorgestellt oder erarbeitet. Auch wenn die Mathematik in der Lebensversicherung seit je her einen herausgehobenen Stellenwert bei der Preiskalkulation von Versicherungsprodukten einnimmt, so hat sie – zumindest in Deutschland – erst seit der Deregulierung des deutschen Versicherungsmarktes Mitte 1994 auch in der Sachversicherung von wissenschaftlicherer Seite Einzug gehalten. So existiert mittlerweile eine recht umfangreiche Literatur auch für die Sachversicherungssparten. Hier seien insbesondere aus dem deutschsprachigen Raum die Werke von MACK (2002) oder HEEP-ALTINER&KLEMMSTEIN (2001), die sich mit der Sachversicherung im Allgemeinen beschäftigen, genannt. Zudem ist der wohl bedeutendsten Sachversicherungssparte, der Kraftfahrtversicherung, eine Vielzahl weiterer Literatur gewidmet, wie beispielsweise KRUSE (1996) oder WALTER (1998). Da sich hingegen bislang weder in der versicherungsmathematischen Literatur die speziellen Gegebenheiten der Hagelversicherung finden lassen noch in agrarwissenschaftlichen Arbeiten tiefergehende versicherungsmathematische Prämienkalkulationsmethoden anzutreffen sind, soll diese Lücke mit diesem Kapitel der Dissertationsschrift geschlossen werden.

Dazu werden zunächst allgemeine Überlegungen zu den Bestandteilen der Versicherungsprämie gemacht und im Anschluss diese einzelnen Bestandteile näher untersucht. Dabei spielt insbesondere die Kalkulation der sog. *Nettorisikoprämie* eine herausgehobene Rolle. Hierfür existiert jedoch nicht ein einzelnes Verfahren, sondern vielmehr eine Vielzahl von Verfahren, die ineinander übergreifen bzw. aufeinander aufbauen. Zudem gibt es - wie oftmals auch in anderen Bereichen der angewandten Mathematik - nicht **ein** Verfahren, um eine Fragestellung zu lösen, sondern oft eine Fülle von verschiedenen Ansatzmöglichkeiten, um ein Problem zu modellieren. Hier können zwar wieder Hilfsmittel zu Verfügung gestellt werden, um das beste

Verfahren²²⁴ zu bestimmen. Am Ende ist jedoch der Anwender immer selbst in der Verantwortung, die Aussagefähigkeit und Güte eines Modells zu beurteilen.

Im anschließenden Abschnitt wird dann der zweite wichtige Bestandteil, der *Sicherheitszuschlag*, untersucht. Dazu werden zunächst allgemeine Überlegungen angeführt, die die Notwendigkeit dieses Teils der Gesamtprämien deutlich machen sollen, und im Anschluss werden wiederum Verfahren zur Modellierung dieses Zuschlages bereitgestellt.

Abschließend werden auch zu weiteren Prämienbestandteilen Anmerkungen gegeben. Da es sich jedoch bei diesen weniger um versicherungsmathematische Kalkulationsgrößen, sondern eher um betriebswirtschaftliche Faktoren handelt, beschränkt sich dieser letzte Abschnitt nur auf das Nötigste.

4.1 Aufbau der Gesamtprämie

Die vom Versicherungsnehmer zu zahlende Versicherungsprämie, oder auch *Bruttoprämie*, setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

$$\begin{array}{r}
 \text{Nettorisikoprämie} \\
 + \text{Sicherheitszuschlag}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{r} \text{Nettorisikoprämie} \\ + \text{Sicherheitszuschlag} \end{array}} \right\} \text{Bruttorisikoprämie}$$

$$\begin{array}{r}
 + \text{Betriebskostenzuschlag} \\
 + \text{Gewinnzuschlag} \\
 + \text{Versicherungsteuer} \\
 \hline
 = \text{Bruttoprämie}^{225}
 \end{array}$$

Die *Nettorisikoprämie* stellt dabei den Hauptteil der Gesamtprämie dar. Sie deckt die zukünftig erwarteten (mittleren) Schadenkosten und macht im Allgemeinen, je nach

²²⁴ Im Sinne von: „am geeignetsten nach bestimmten Kriterien“.

²²⁵ Manchmal wird auch bei der Lebensversicherung die sog. Sparprämie als Teil der Bruttoprämie dargestellt. Vgl. RADTKE (2008, S. 15)

Versicherungssparte oder Produkt, 50% bis 80% der Gesamtprämie aus²²⁶. Diese reinen Schadenkosten teilen sich dabei wiederum auf in den Aufwand für:

1. Schadenzahlungen
2. Schadenrückstellung
3. Direkte Schadenregulierungskosten

Der **Sicherheitszuschlag** wird benötigt, um Unsicherheiten in der Prämienkalkulation auszugleichen. Diese Unsicherheiten (**versicherungstechnisches Risiko**) resultieren aus mehreren Umständen²²⁷. So besteht trotz historischer Beobachtungen des Schadensgeschehens der Vergangenheit die Möglichkeit der fehlerhaften Einschätzung der der Prämienkalkulation zu Grunde gelegten Modellannahmen, weswegen dieses Risiko auch als **Irrtumsrisiko** bezeichnet wird. Dieses Risiko ist abhängig von der „Größe“ der Schadenerfahrung, also der vorhandenen Datengrundlage bzw. der Bestandsgröße des Versicherers²²⁸. Es spielt insbesondere bei den in Kapitel 6 vorgestellten alternativen Tarifizierungsmodellen einer Mehrgefahrenversicherung eine Rolle.

Aber auch bei genauer Kenntnis der Schadenverteilung eines Versicherungsbestandes besteht die Möglichkeit von Überschäden, d.h. dass der Gesamtschaden größer ist als der Erwartungsschaden und damit als die Gesamtprämie. Das damit verbundene Risiko wird auch als **Zufallsrisiko** bezeichnet. Die Höhe des Sicherheitszuschlages zur Begrenzung des Zufallsrisikos (im folgenden auch **Schwankungszuschlag** genannt) ist dabei unmittelbar abhängig von den verfügbaren Reserven und der Ausgeglichenheit des Bestandes eines Versicherungsunternehmens (Ausgleich im Kollektiv). Der Schwankungszuschlag lässt sich also wiederum in verschiedene Teile untergliedern und stellt den Teil der Kosten einer Versicherungsgesellschaft dar, welches diese aufbringen muss für die:

²²⁶ Vgl. RADTKE (2008, S. 16)

²²⁷ Vgl. GABLER WITSCHAFTSLEXIKON (2009) und MACK (2002, S. 27 f.)

²²⁸ Weswegen die Tarifizierung oftmals einem Verband überlassen wird, damit Daten des Gesamtmarktes herangezogen werden können.

- a) Bildung von Rücklagen, wie Eigenkapital oder der Schwankungsrückstellung²²⁹,
- b) Kosten für Rückversicherung zur Begrenzung der Volatilität des Bestandes.

Die Abhängigkeit der Höhe des Schwankungszuschlages von der Ausgeglichenheit eines Portefeuilles bzw. von der Anzahl der versicherten Risiken wird noch einmal anhand des folgenden Beispiels ersichtlich.

Beispiel 4.1

Ein Versicherer habe n Verträge im Bestand. Bei jedem dieser Verträge tritt mit der Wahrscheinlichkeit p ein Schaden der Höhe 1 (einmal) ein. Dabei treten die Schäden unabhängig voneinander auf. Damit ist die Zufallsvariable Gesamtschaden X binomialverteilt mit der Verteilungsdichte $f(x)$:

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

Es gilt für den Erwartungswert: $E(X) = n \cdot p$

bzw. für die Varianz: $Var(x) = n \cdot p \cdot (1-p)$

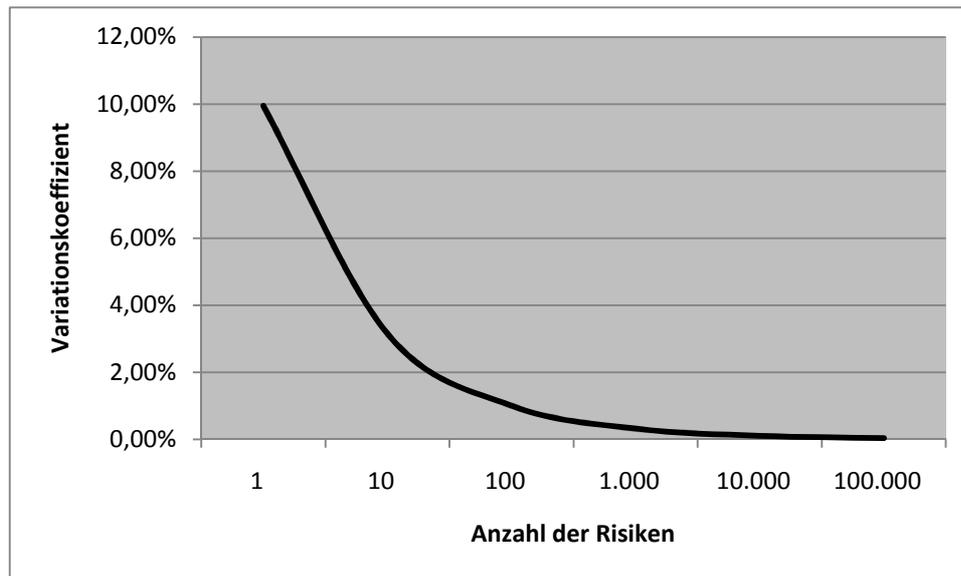
Eine geeignete Größe als Schwankungszuschlag S stellt der Variationskoeffizient dar. Er berechnet sich als:

$$S = \frac{\sqrt{Var(X)}}{E(X)} = \sqrt{\frac{n \cdot p \cdot (1-p)}{(n \cdot p)^2}} = \sqrt{\frac{1-p}{n \cdot p}}$$

Für $p = 0,01$ ist S in Abhängigkeit der Bestandsgröße n in Abbildung 4.1 dargestellt:

²²⁹ Zur Definition der Schwankungsrückstellung sei auf 4.3.2.2.1 verwiesen.

Abbildung 4.1: Schwankungszuschlag in Abhängigkeit der Portefeuillesgröße



Quelle: Eigene Darstellung

Als dritte Komponente soll der Sicherheitszuschlag das sog. *Änderungsrisiko* abdecken. So können Versicherungsleistungen auch aufgrund von Änderungen der ein Risiko beeinflussenden Faktoren von den nach dem Schadenerwartungswert kalkulierten Prämien abweichen. Dies kann beispielsweise die Folge nicht berücksichtigter Trends sein.

Der *Betriebskostenzuschlag*, der *Gewinnzuschlag* und die *Versicherungsteuern* sind weitere Kostenblöcke innerhalb der Bruttoprämie. Sie hängen von betriebswirtschaftlichen Unternehmensgrößen, den Unternehmensrechtsformen oder der Art der betriebenen Versicherungssparte ab und werden am Ende des Kapitels kurz abgehandelt.

Insgesamt bilden der Sicherheitszuschlag, welcher das versicherungstechnische Risiko - bestehend aus Irrtums-, Zufalls- und Änderungsrisiko - bedeckt, sowie der Betriebskostenzuschlag, der Gewinnzuschlag und die Versicherungsteuer die Sicherheitsprämie, die ein Versicherungsnehmer neben der Nettorisikoprämie (fairen Prämie) bereit sein muss zu zahlen (vgl. 2.3.2).

4.2 Die Nettorisikoprämie

Die Kalkulation der Nettorisikoprämie folgt aus dem sog. Hauptsatz der Versicherungsmathematik, nämlich dem *Starken Gesetz der großen Zahlen*:

Satz 4.1 Starkes Gesetz der großen Zahlen²³⁰

Seien X_i die Schäden eines Risikos²³¹ i einer Versicherungsperiode mit dem Schadenerwartungswert $E(X_i)$. Seien weiterhin

$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ der durchschnittliche Schaden im Kollektiv der n Risiken und

$E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i\right)$ der durchschnittliche Schadenerwartungswert.

Dann gilt das starke Gesetz der großen Zahlen:

$$P\left\{E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i\right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 0\right\} = 1$$

Es besagt also:

Für ein wachsendes Risikokollektiv ($n \rightarrow \infty$) konvergiert die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich der durchschnittliche Schadenbedarf seinem Erwartungswert beliebig annähert, gegen 1.

Die Nettorisikoprämie ist also in Höhe des durchschnittlich zu erwartenden Schadens zu kalkulieren.

²³⁰ Vgl. bspw. MACK (2002, S. 26) oder RADTKE (2008, S. 13)

²³¹ Im folgenden wird, wie in der versicherungsmathematischen Literatur üblich (vgl. bspw. HELTEN (1973)), der Begriff *Risiko* auch für einen versicherten Gegenstand (Vertrag) verwendet. Er ist dabei nicht zu verwechseln mit dem in Kapitel 2.1.1 eingeführten Begriff.

–

(4.1)

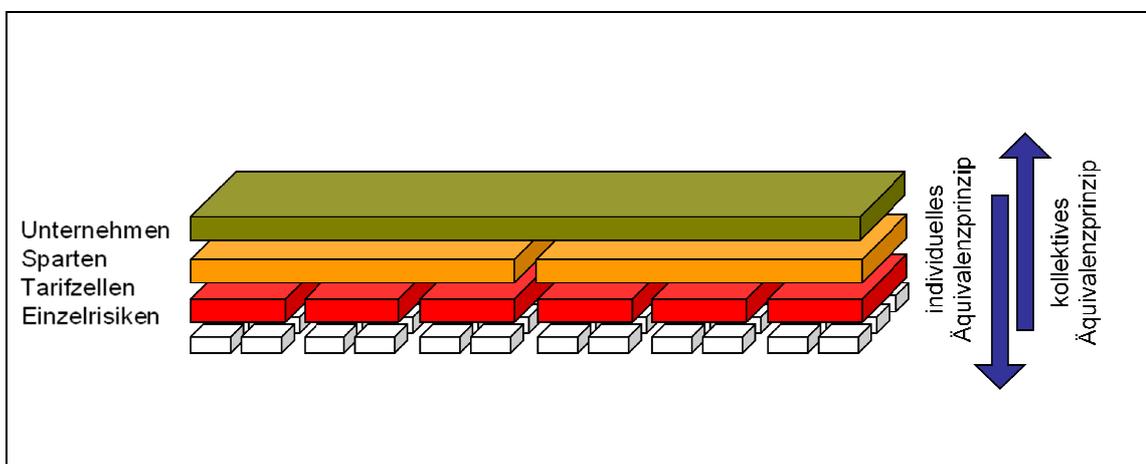
Dieses Prinzip wird manchmal auch als *versicherungsmathematisches Äquivalenzprinzip* bezeichnet (Vgl. FARNY (1989, S. 67)).

Auf Grundlage dieses Prinzips werden der Teil der Prämie für direkt anfallende Geschäftsjahresschäden und der Aufwand für zurückzustellende Schäden für zukünftige Schadenereignisse in Folgejahren kalkuliert. Zuerst wird nun der Aufwand für direkte Schadenzahlungen modelliert:

4.2.1 Modellierung der Schadenzahlungen

Das Äquivalenzprinzip macht zunächst noch keinerlei Aussage zur Festlegung bzw. Ausgestaltung der Ausgleichselemente, für die es zur Anwendung kommen soll. Versicherungstechnisch kann dieses Prinzip nämlich auf verschiedenen Ebenen angewendet werden: Im Sinne des *individuellen Äquivalenzprinzips*, z.B. auf Einzelrisiken, oder auf Gruppen von (Einzel-)Risiken, auch *kollektives Äquivalenzprinzip* genannt. Ein Kollektiv kann sich dabei aus gleichartigen (homogenen) oder ungleichen (heterogenen) Risiken zusammensetzen. Die Abbildung 4.2 verdeutlicht dies noch einmal.

Abbildung 4.2: Äquivalenzprinzip



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an RADTKE (2008, S. 22)

Im Rahmen der Produkt- und Tarifiedifferenzierung muss also zuerst die Frage behandelt werden, auf welcher Ebene das Äquivalenzprinzip bezüglich der jeweiligen Ausgleichssegmente angewendet werden soll. Bei der Definition von Ausgleichssegmenten können zwar mathematische Verfahren wie z.B. Cluster-Analysen²³² behilflich sein, trotzdem müssen zuerst grundsätzlich geschäftspolitische Aspekte berücksichtigt werden.

So führen große Ausgleichssegmente zu einer geringeren Prämiendifferenzierung, jedoch auch auf Grund des reduzierten Schwankungspotenzials zu niedrigeren Sicherheitszuschlägen²³³. Allerdings steigt bei großen Kollektiven die Gefahr, dass die Risiken innerhalb der Segmente nicht mehr homogen sind. Dies hat zur Folge, dass gute Risiken den Bestand verlassen und damit die Kalkulationsbasis für das entsprechende Segment nicht mehr gegeben ist²³⁴.

Umgekehrt führt eine individuellere Prämienkalkulation, sprich eine immer weitere Aufteilung der Segmente in möglichst homogene Risiken, einerseits zu maximal risikogerechten Prämien, andererseits sinkt jedoch auch die Kalkulationsbasis innerhalb der Segmente. Das heißt, dass das Schwankungspotenzial und somit wiederum der Sicherheitszuschlag ansteigt, also der Nutzeneffekt des Versicherungsschutzes (Ausgleich im Kollektiv) abnimmt.

Zusammenfassend wird der Konflikt deutlich, in dem sich jeder Versicherer befindet:

Starke Prämiendifferenzierung gefährdet die Effizienz seines Produktes. Undifferenzierte Prämien gefährden die Auskömmlichkeit der Prämie durch Antiselektion.

²³² Vgl. 4.2.1.2.2

²³³ Vgl. Beispiel 4.1

²³⁴ Antiselektion. Vgl. auch 3.3.2.1.1 in Teil 1

Allerdings führt Prämiendifferenzierung auch unter dem Gesichtspunkt Antiselektion zu einem sinnvollen Wettbewerbsinstrument, wie an folgendem kurzen Beispiel²³⁵ aus der Kraftfahrtversicherung noch einmal deutlich gemacht werden soll:

Beispiel 4.2

Sei ein Markt mit folgenden Annahmen gegeben:

- Es sind nur zwei Versicherungsunternehmen A und B am Markt tätig.
- Beide Versicherer bieten einen Einheitstarif von 500 € pro PKW an.
- Sie haben jeweils 50% schwarze und weiße PKW im Bestand.
- Es wird sich hier nur auf die Betrachtung der Nettorisikoprämie beschränkt, d.h. Sicherheits-, Kosten- und Gewinnzuschläge sowie Steuern werden nicht berücksichtigt.
- Es herrscht absolute Markttransparenz: Versicherungsnehmer wechseln zu dem Unternehmen mit dem günstigsten Tarif und Versicherungsunternehmen akzeptieren jedes Risiko.

Die Ausgangssituation stellt sich also wie folgt da:

Tabelle 4.1: Beispiel Antiselektion. Teil I

	Versicherer A	Versicherer B
Anzahl PKW:	100	100
Gesamtschaden (S) [in €]:	50.000	50.000
Prämie pro PKW:	500	500
Gesamtpremie (P) [in €]:	50.000	50.000
Ergebnis (P-S) [in €]:	0	0

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an RADTKE (2008, S. 25)

Versicherer A findet auf Grund statistischer Untersuchungen heraus, dass der Schadenbedarf von schwarzen PKW bei 550 € und der von weißen PKW bei 450 € liegt

²³⁵ In Anlehnung an RADTKE (2008, S. 24)

und bietet nun diese differenzierten Prämien in einem Farbentarif an. Die Folge ist, dass sämtliche Besitzer von schwarzen PKW auf Grund der niedrigeren Prämie von Versicherer A zu Versicherer B wechseln, während die Besitzer von weißen PKW wiederum von Versicherer B zu Versicherer A wechseln.

Die Situation nach Einführung des neuen Farbentarifes ist also wie folgt:

Tabelle 4.2: Beispiel Antiselektion. Teil II

	Versicherer A	Versicherer B
Anzahl PKW	100	100
Schaden (S) [in €]:		
schwarze PKW	0	55.000
weiße PKW	45.000	0
Prämie pro PKW [in €]:		
schwarze PKW	550	500
weiße PKW	450	500
Gesamtpremie (P) [in €]:	45.000	50.000
Ergebnis (P-S) [in €]:	0	-5.000

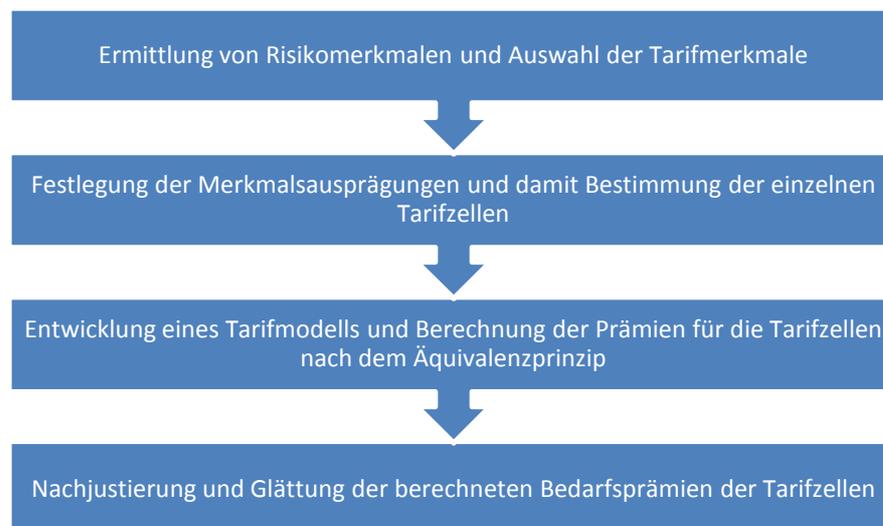
Quelle: Eigene Darstellung

Die Einheitsprämie von Versicherer B ist also für sein Portfolio nicht mehr auskömmlich und müsste auf 550 € angepasst werden. Damit ist die Prämienhöhe von Versicherer B also abhängig von dessen Bestandszusammensetzung, während die von Versicherer A unabhängig von der Anzahl der Versicherten in der jeweiligen Tarifgruppe ist. Gravierender ist in der Konsequenz aber, dass Versicherer B so zu einem Spezialversicherer von schwarzen PKW geworden ist, während Versicherer A weiterhin beide Risiken versichern kann. Da es aber Ziel eines jeden Versicherungsunternehmens sein muss, seinen Bestand möglichst breit zu verteilen²³⁶, ergibt sich für A durch die Einführung eines differenzierten Tarifes ein Wettbewerbsvorteil im Vergleich zu B. Die Kalkulation differenzierter Prämien ist also eine wichtige Grundlage bei der Tarifgestaltung.

²³⁶ Damit der Ausgleich im Kollektiv zum Tragen kommt und so der Sicherheitszuschlag geringer ausfällt. Vgl. Satz 4.1 und Beispiel 4.1

Die Berechnung von differenzierten Prämien (oder kurz: **Prämiendifferenzierung**) lässt sich dabei in mehrere Teilabschnitte unterteilen. Es handelt sich also nicht um eine einzelne Berechnungsmethode, sondern vielmehr um einen Prozess aus verschiedenen Arbeitsschritten. Er wird auch als **Tarifizierungsprozess** bezeichnet, dessen Komponenten in den folgenden Kapiteln beschrieben werden sollen. Abbildung 4.3 stellt diesen zudem in einer einführenden Übersicht dar:

Abbildung 4.3: Tarifizierungsprozess



Quelle: Eigene Darstellung

4.2.1.1 Ermittlung von Risiko- und Tarifmerkmalen

Zunächst einmal müssen die einzelnen Risiken in Gruppen mit unterschiedlichem Schadenerwartungswert eingeteilt werden. Dazu dienen die sog. *Risikomerkmale*.

Definition 4.1 Risikomerkmale

Ein Risikomerkmale ist ein Merkmal eines zu versichernden Risikos, welches folgende Bedingungen erfüllt MEYER (2005, S. 13):

1) Korreliertheit mit dem Schaden:

Die Ausprägungen des Merkmals müssen einen deutlichen statistischen Zusammenhang mit der Schadenerwartung haben.

2) Einfache Feststellbarkeit:

Die Ausprägungen des Merkmals müssen objektiv und mit geringem (finanziellen) Aufwand feststellbar sein.

3) Nicht-Manipulierbarkeit:

Die Ausprägungen des Merkmals dürfen vom Versicherungsnehmer nicht (oder zumindest nur sehr schwer) manipuliert werden können.

Oftmals wird auch noch ein weiteres Kriterium genannt, nämlich²³⁷:

4) Beachtung gesetzlicher Vorschriften:

Gesetzliche Rahmenbedingungen und Regelungen wie z.B. Haftungsgrenzen oder auch das Diskriminierungsverbot müssen beachtet werden.

Dabei kann ein Risikomerkmale entweder *Risikoursache* oder *Risikoindikator* sein.

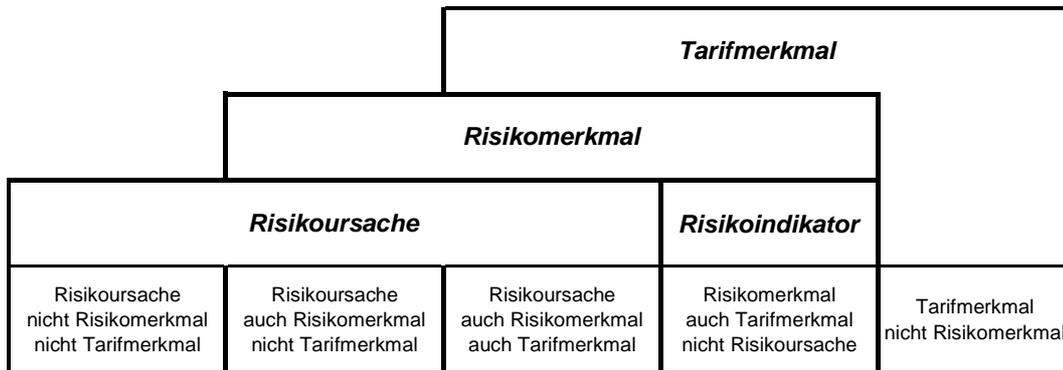
Unter Risikoursache versteht man dabei ein Merkmal, welches in direktem kausalen Zusammenhang zum Schadenerwartungswert steht, während ein Risikoindikator nur mittelbar auf diesen Auswirkungen hat.

Weiterhin wird schließlich noch der Begriff des *Tarifmerkmals* benötigt, welcher letztendlich ausschlaggebend dafür ist, ob ein Risikomerkmale auch bei der Prämierendifferenzierung Berücksichtigung findet. Daneben gibt es auch Tarifmerkmale, die keine Risikomerkmale sind, wie z.B. Mehrjährigkeitsrabatte.

Den Zusammenhang zwischen Tarifmerkmalen, Risikomerkmale und Risikoursachen macht noch einmal Abbildung 4.4 deutlich:

²³⁷ RADTKE (2008, S. 34)

Abbildung 4.4: Tarif- und Risikomerkmale



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an MEYER (2005, S. 27)

Im folgenden und in allen weiteren Kapiteln werden nur noch derartige Tarifmerkmale betrachtet, die auch Risikomerkmale sind.

Nach dieser Definition der Tarifmerkmale kann nun geklärt werden, was generell unter einem *Tarif* verstanden werden soll:

Definition 4.2 Tarif

Sei N die Anzahl der Risiken R_n (z.B. Policen) $n = 1, \dots, N$ und M die Anzahl der Risikomerkmale RM_m $m = 1, \dots, M$ eines Portfolios.

Sei X_n der Jahresgesamtschaden des Risikos $n = 1, \dots, N$.

Seien weiterhin die Tarifmerkmale TM_m eine Teilmenge der Risikomerkmale RM_m $m = 1, \dots, M$ und seien $TM_m(i)$ $i = 1, \dots, I$ die jeweiligen Ausprägungen des Tarifmerkmals TM_m .

Dann ist ein *Tarif* durch die folgende Abbildung definiert:

Risiko \mapsto (Tarifklasse, Prämie) mit

$$R_n(RM_1, \dots, RM_m, X_n) \mapsto \left(\prod_{m=1}^M TM_m(\cdot), P \left(\prod_{m=1}^M TM_m(\cdot) \right) \right)$$

wobei

$Z := X \prod_{m=1}^M TM_m(\cdot)$ eine Tarifklasse²³⁸ mit der zugehörigen Prämie $P := P\left(X \prod_{m=1}^M TM_m(\cdot)\right)$ ist.

Jedem Risiko R_n mit den Risikomerkmale RM_m $m = 1, \dots, M$ und dem Jahresgesamtschaden X_n wird also eine eindeutige Tarifzelle Z und damit eine eindeutige Prämie P zugeordnet. Dabei entspricht P nach dem Äquivalenzprinzip genau dem Erwartungswertschaden der entsprechenden Zelle.

Bei der Auswahl der Risikomerkmale können im Prinzip sowohl die klassischen Verfahren der multivariaten Statistik wie z.B. die Regressionsanalyse und die Diskriminanzanalyse, als auch die in MACK (2002, S. 143) dargestellten Methoden zur Anwendung kommen. Da sich die vorliegende Arbeit jedoch mit der landwirtschaftlichen Elementargefahrenversicherung des Pflanzenbaues beschäftigt, ist die Anzahl der Risikomerkmale, die die Bedingungen nach Definition 4.1 erfüllen, jedoch beschränkt. So haben sich auch aus historischem Blickwinkel gesehen in der Hagelversicherung die Tarifmerkmale **Region**²³⁹ und **Frucht**²⁴⁰ entwickelt. Weitere Risikoursachen wie z.B. Anbauverhalten (Aussaat-/Erntezeitpunkt, Ernteverfahren - durch Einführung des Mähdreschers²⁴¹ – Sortenwahl, etc.) genügen nicht den Punkten 2. und 3. der Definition von Risikomerkmale.

4.2.1.2 Festlegung von Merkmalsausprägungen

Hat ein Tarifmerkmal sehr viele Ausprägungen wie z.B. beim Merkmal *Region*, bei dem man oft die Gemeinden als Ausprägungen wählt²⁴², so ist es zweckmäßig, zum einen aus Gründen der Tarifübersichtlichkeit und andererseits, wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird, aus Gründen der mathematischen Durchführbarkeit, diese Ausprägungen

²³⁸ Auch **Tarifzelle** oder einfach nur **Zelle** genannt.

²³⁹ Bspw. Gemeinde, Kreis, Bundesland, etc.

²⁴⁰ Einzelne Fruchtart oder Fruchtartengruppen (gruppiert nach sog. **Gefahrenklassen**).

²⁴¹ Vgl. LJUNG (1953)

²⁴² In Deutschland existieren ca. 12.000 Gemeinden. Vgl. GEMEINDEVERZEICHNIS (2009)

zu Klassen zusammenzufassen. Dies kann zum Beispiel, wie es der Gesamtverband GDV vorschlägt²⁴³, mittels einer Clusteranalyse-Verfahrens wie der sog. k-means Clusteranalyse geschehen. Bevor dieses Verfahren jedoch angewendet kann, muss geklärt werden, welches die zu untersuchende Zielvariable dabei sein soll. Dazu zunächst einige Begriffsbestimmungen:

Definition 4.3 Begriffsdefinitionen und Notationen

- Hektarwert²⁴⁴ = Ertrag [dt/ha] x Preis [Euro/dt]
- Versicherungssumme = Fläche [ha] x Hektarwert [Euro/ha]
- Schadensatz = Schaden²⁴⁵ / Versicherungssumme
- Beitragssatz = Beitrag / Versicherungssumme
- Schadenquote = Schaden / Beitrag = Schadensatz / Beitragssatz

Seien weiterhin:

TM_{Region} das Merkmal *Region* mit den I Ausprägungen $TM_{Region}(i)$ $i = 1, \dots, I$ und
 TM_{Frucht} das Merkmal *Frucht* mit den J Ausprägungen $TM_{Frucht}(j)$ $j = 1, \dots, J$

Dann bezeichnet man mit:

VS_{ij} die Versicherungssumme der Zelle $TM_{Region}(i) \times TM_{Frucht}(j) =: (i, j)$

SC_{ij} den Gesamtschaden und SS_{ij} den Schadensatz der Zelle (i, j)

Als sinnvolle Größe für eine Zielvariable kommt sofort der Schadensatz (einer Gemeinde) in Frage. Allerdings stellt sich dann vorab die Frage, wie Schadensätze verschiedener Gemeinden, die unterschiedliche Bestandzusammensetzungen aufweisen, miteinander verglichen werden können. Aus diesem Grund wird ein Verfahren zur Umgewichtung von Gemeindegenschadensätzen der Clusteranalyse vorgeschaltet mit dem

²⁴³ Vgl. GDV (2003/2005)

²⁴⁴ Erwarteter Naturalertrag multipliziert mit dem erwarteten Preis. S.h. auch 3.1.1.1 und 3.2.3.1

²⁴⁵ Durch Schadenregulierung festgestellter Ertragsausfall. Vgl. auch 3.1.1.1 und 3.2.3.1

Ziel, unterschiedliche Bestandszusammensetzungen auszugleichen²⁴⁶. Die sich daraus ergebenden Schadenmaßzahlen sind dann vergleichbar und können als Grundlage für das im Anschluss beschriebene Clusteranalyse-Verfahren verwendet werden.

4.2.1.2.1 Verfahren der individuellen Umgewichtung

Seien die Daten unterteilt in I Gemeinden $i = 1, \dots, I$ und J Fruchtarten²⁴⁷ $j = 1, \dots, J$

Seien dann wie oben definiert:

$VS_{i,j}$ die Versicherungssumme in der Zelle (i, j)

$SS_{i,j}$ der Schadensatz in der Zelle (i, j)

Durch Addition und Mittelwertbildung über alle Zellen einer Gemeinde erhält man dann:

$VS_i := \sum_{j=1}^J VS_{i,j}$ die Versicherungssumme der Gemeinde i

$SS_i := \frac{\sum_{j=1}^J VS_{i,j} \cdot SS_{i,j}}{VS_i}$ den Schadensatz der Gemeinde i

Weiterhin erhält man durch Addition und Mittelung über alle Zellen einer Fruchtart:

$VS_j := \sum_{i=1}^I VS_{i,j}$ die (Markt-)Versicherungssumme der Fruchtart j

$SS_j := \frac{\sum_{i=1}^I VS_{i,j} \cdot SS_{i,j}}{VS_j}$ den (Markt-)Schadensatz der Fruchtart j

Dann erhält man durch

²⁴⁶ Vgl. GDV (1998)

²⁴⁷ Oder Fruchtartengruppen = Gefahrenklassen

$$SS_i^{gew} := \frac{\sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot SS_j}{VS_i}$$

die auf die Bestandszusammensetzung der Gemeinde i umgewichteten Fruchtartenschadensätze.

Die gemessenen Schadensätze SS_i der Gemeinden $i = 1, \dots, I$ können nun mit den umgewichteten Fruchtartenschadensätzen SS_i^{gew} verglichen werden, da sie auf den gleichen Beständen beruhen.

Der Quotient $F_i := \frac{SS_i}{SS_i^{gew}}$

ist dann eine Maßzahl, die die Abweichung des Schadensgeschehens in der Gemeinde i vom mittleren Schadensgeschehen des Marktes ausdrückt.

Schließlich erhält man noch durch Normierung der Quotienten F_i für jede Gemeinde einen Schadensatzindex ω_i wie folgt:

$$\omega_i := \frac{F_i}{\sum_{i=1}^I \frac{VS_i}{VS} \cdot F_i} \cdot 100$$

Für den mit den Versicherungssummen gewichteten Mittelwert $\bar{\omega}_i$ der Schadensatzindizes ω_i ergibt sich dann genau wieder der Indexwert 100.

Mit den so erhaltenen Schadenindizes ω_i existieren nun also Schadenmaßzahlen für jede Gemeinde i , die sich miteinander vergleichen lassen und somit als Zielvariablen für das im nächsten Abschnitt beschriebene Clusteranalyse-Verfahren dienen können.

4.2.1.2.2 Die k-means Clusteranalyse

Ziel des im folgenden beschriebenen Verfahrens²⁴⁸ ist es, die Anzahl der Ausprägungen des Tarifmerkmals *Region* durch Bildung von Klassen oder Clustern zu reduzieren. Als Maßzahl, um verschiedene Regionen wie z.B. Gemeinden miteinander sinnvoll vergleichen zu können, dienen dabei die oben definierten Schadensatzindizes ω_i . Zudem wird weiterhin eine Maßzahl benötigt, die Auskunft darüber gibt, wie hoch der Grad der Gleichheit der zu einer Klasse zusammengefassten Regionen ist. Zu diesem Zwecke soll die sog. ***within group variance*** dienen, die nun definiert wird.

Sei dazu N eine vorgegebene Anzahl der Klassen. Dann berechnet sich die *within group variance* W_n^N der n -ten Klasse nach:

$$W_n^N := \sum_{i=1}^{I_n} \frac{VS_i^n}{VS^n} \cdot (\omega_i^n - \overline{\omega^n})^2$$

mit

I_n Anzahl der Gemeinden in der n -ten Klasse

ω_i^n Schadensatzindex der Gemeinde i ($i=1, \dots, I_n$) in der n -ten Klasse

VS_i^n Versicherungssumme der Gemeinde i ($i=1, \dots, I_n$) in der n -ten Klasse

$VS^n := \sum_{i=1}^{I_n} VS_i^n$ Versicherungssumme der n -ten Klasse

$\overline{\omega^n} := \sum_{i=1}^{I_n} \frac{VS_i^n}{VS^n} \cdot \omega_i^n$ mittlerer Schadensatzindex der n -ten Klasse

²⁴⁸ Vgl. auch GDV (1998)

Damit kann der Informationsverlust, der durch eine N-Klassen Einteilung insgesamt entstanden ist, definiert werden durch das gewichtete Mittel der Abweichungsquadrate in den N Klassen:

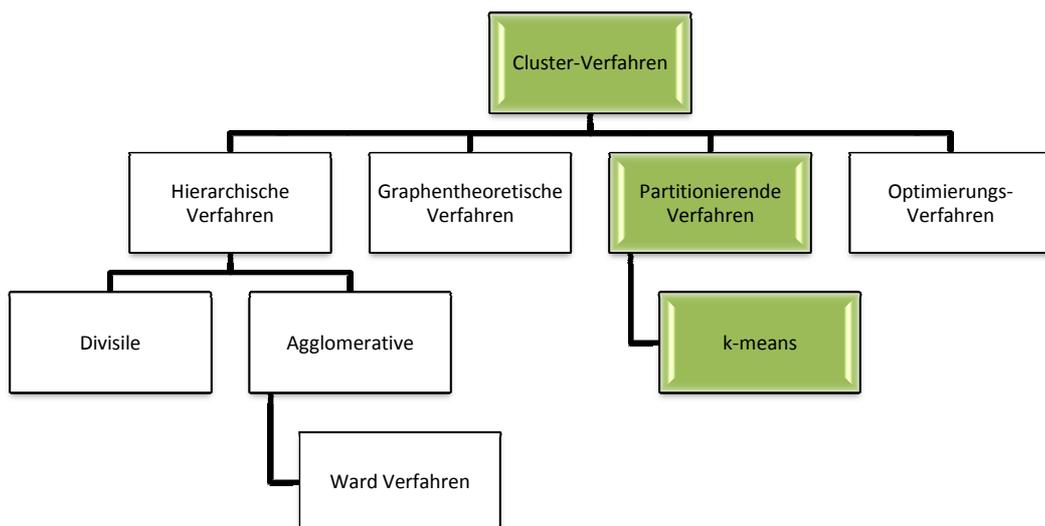
$$W^N := \sum_{n=1}^N \frac{VS^n}{VS} \cdot W_n^N$$

mit

$$VS := \sum_{n=1}^N VS^n \quad \text{Gesamtversicherungssumme aller Klassen}$$

Es soll nun eine Klassenbildung derart durchgeführt werden, dass bei vorgegebener Anzahl N von Klassen der Informationsverlust W^N möglichst gering ausfällt. Prinzipiell sind für diese Problemstellung verschiedene Clusteranalyse-Methoden anwendbar. Die am häufigsten verwendeten Verfahren sind die *Methode nach Ward* und die *k-means Clusteranalyse*.

Abbildung 4.5: Übersicht Cluster-Verfahren



Quelle: Eigene Darstellung

Der Hauptunterschied²⁴⁹ beider Verfahren ist dabei, dass zum einen bei der Methode nach Ward die verschiedenen Klassen jeweils gleich stark besetzt sind, während diese bei der k-means-Methode in der Regel unterschiedlich stark ausgeprägt sind. Zum anderen werden Regionen, die einmal einem Cluster zugehörig sind, beim Ward-Verfahren im Gegensatz zum k-means-Ansatz nicht wieder aus diesem entfernt. Dadurch findet der k-means-Algorithmus (zumindest lokal) eine optimale Lösung zu einer vorgegeben Anzahl von Klassen.

Da es anschaulich betrachtet keinen Sinn macht, auf gleich großen Klassenbesetzungen zu bestehen, und vielmehr die (lokal) exakten Lösungen bestimmt werden sollen, wird sich daher in der vorliegenden Arbeit der k-means-Clusteranalyse bedient, d.h. also zu einer vorgegebenen Anzahl von Klassen die Zerlegung mit minimalem Informationsverlust bestimmt.

²⁴⁹ Vgl. z.B. HEEP-ALTINER&KLEMMSTEIN (2001, S. 77 ff.)

Definition 4.4 k-means Clusteranalyse

Seien N die Anzahl der Klassen, I die Anzahl der Regionen und W_n^N bzw. W^N wie oben definiert. Dann lässt sich die k-means Clusteranalyse durch folgende Pseudo-Prozedur beschreiben:

Prozedur k-means Clusteranalyse

1. Wähle zufällig N Regionen aus und verteile diese auf die N Klassen. Damit sind N Clusterzentren definiert.
2. Wähle nacheinander jede Region $i = 1, \dots, I$ aus
 - a. Ordne die Region i nacheinander der Klasse $n = 1, \dots, N$ zu
 - i. Berechne für die Klasse n , der die Region i zugefügt wurde: W_n^N
 - ii. Wurde die Region i einer Klasse n' entfernt²⁵⁰, berechne für die Klasse n' : $W_{n'}^N$
 - iii. Berechne W^N
 - b. Ordne die Region i derjenigen Klasse n zu, für die W^N am kleinsten ist.
3. Hat sich die Zuordnung zu den Klassen geändert, beginne wieder mit Schritt 2.
Sonst Stopp!

Ende Prozedur

²⁵⁰ Damit die vorgegebene Anzahl Cluster erhalten bleibt, dürfen Regionen nur entfernt werden, wenn dadurch keine leeren Cluster entstehen.

Wie schon erwähnt findet der Algorithmus abhängig von der Wahl der Anfangs-Cluster eine lokal optimale Lösung. Um auch global eine gute Lösung zu finden, kann die Prozedur für mehrere Anfangskonfigurationen wiederholt werden.

Anmerkung zur Steigerung der Berechnungsgeschwindigkeit:

In Schritt 2.a. müssen die Varianzen W_n^N und W_n^N jeweils bei Verschiebungen von Regionen in andere Klassen immer neu berechnet werden. Daher ist es aus Gründen der Berechnungskomplexität sinnvoll, den Ausdruck

$$W_n^N = \sum_{i=1}^{I_n} \frac{VS_i^n}{VS^n} \cdot (\omega_i^n - \overline{\omega^n})^2$$

derart umzuformen, dass bei Hinzu- oder Entnahme einer Region der Ausdruck nicht komplett neu berechnet werden muss, sondern nur ein „Summand“ hinzugefügt oder entfernt wird²⁵¹.

Zu diesem Zwecke formt man den obigen Ausdruck wie folgt um:

$$\begin{aligned} W_n^N &= \sum_{i=1}^{I_n} \frac{VS_i^n}{VS^n} \cdot (\omega_i^n - \overline{\omega^n})^2 = \sum_{i=1}^{I_n} \frac{VS_i^n}{VS^n} \cdot \left[(\omega_i^n)^2 - 2 \cdot \omega_i^n \cdot \overline{\omega^n} + (\overline{\omega^n})^2 \right] \\ &= \sum_{i=1}^{I_n} \frac{VS_i^n}{VS^n} \cdot (\omega_i^n)^2 - 2 \cdot \sum_{i=1}^{I_n} \frac{VS_i^n}{VS^n} \cdot \omega_i^n \cdot \overline{\omega^n} + (\overline{\omega^n})^2 = \sum_{i=1}^{I_n} \frac{VS_i^n}{VS^n} \cdot (\omega_i^n)^2 - 2 \cdot \overline{\omega^n} \cdot \overline{\omega^n} + (\overline{\omega^n})^2 \\ &= \sum_{i=1}^{I_n} \frac{VS_i^n}{VS^n} \cdot (\omega_i^n)^2 - (\overline{\omega^n})^2 \end{aligned}$$

Mit Hilfe der k-means-Clusteranalyse kann also die Anzahl der Ausprägungen (des Merkmals *Region*) stark reduziert werden. Dies ist insbesondere für den nächsten

²⁵¹ Dadurch sinkt für eine Klasse mit I Regionen der Rechenaufwand von I Multiplikationen auf eine Addition bzw. Subtraktion.

Schritt im Tarifierungsprozess nötig, um die im Anschluss vorgestellten Verfahren zur Berechnung der Nettorisikoprämien der einzelnen Zellen implementieren zu können bzw. die Datenbasis für deren Kalkulation auf eine breite Grundlage zu stellen.

4.2.1.3 Ausgleichsverfahren

Wie in den vorangegangenen Abschnitten erwähnt, werden in der Hagelversicherung zwei Tarifmerkmale betrachtet. D.h. bei der derzeit oft verwendeten Tarifstruktur der meisten Hagelversicherer am deutschen Markt existieren ca. 20 Ausprägungen²⁵² im Merkmal *Frucht* und ca. 12.000 Ausprägungen, nämlich die Gemeinden, im Merkmal *Region*. Insgesamt also $20 \times 12.000 = 240.000$ Tarifzellen, für die ein Beitragssatz zu bestimmen wäre. Dies stellt einen Versicherer vor zwei Probleme: Zum einen wäre ein Vorhalten ein solch großen Anzahl von Tarifsätzen ein erheblicher administrativer Aufwand, der zusätzlich die Tarifstruktur unübersichtlich macht. Zum anderen können bei einem derartigen Vorgehen die meisten Zellen nicht oder nur schlecht (statistisch ungenau) berechnet werden, da sie nur sehr dünn oder teilweise gar nicht besetzt sein werden.

Ein Ausweg, die Anzahl der Ausprägungen pro Merkmal zu vermindern, ist die oben dargestellte Clusteranalyse. So ließe sich bei einer 12-Klasseneinteilung im Merkmal *Region* die Anzahl der zu berechnenden Zellen auf $20 \times 12 = 240$ Zellen reduzieren.

Trotz allem könnten auch weiterhin Schadendaten in manchen Zellen nur schwach vertreten sein und es so zu Ausreißern bei der Tarifikalkulation kommen²⁵³. Zudem wäre es aus Gründen der Stabilisierung der Tarifstruktur zweckmäßig, auch die Schadeninformation „benachbarter“ und damit ähnlicher Zellen nutzbar zu machen.

²⁵² Die Gefahrenklassen

²⁵³ In der amerikanischen Hagelversicherung wird trotzdem ein solches Vorgehen gewählt. Eine Glättung der Ergebnisse findet über die Einbeziehung von direkten Nachbargemeinden statt. Vgl. BROWN (1981)

Eine Möglichkeit, beide Schwierigkeiten gleichzeitig elegant zu lösen, stellt ein sog. **multiplikativer Tarif** dar:

Ziel ist es bei einem multiplikativen Tarif, nicht mehr für die einzelnen Zellen (i, j) Beitragssätze P_{ij} zu berechnen, sondern Faktoren α_i und β_j für die I bzw. J Ausprägungen der beiden Tarifmerkmale derart zu bestimmen, dass gilt:

$$\alpha_i \cdot \beta_j = P_{ij}$$

Dieses Vorgehen hat dann die zwei angenehmen Effekte, dass einerseits durch die Faktoren α_i und β_j nun auch die Schadenerfahrung aller Zellen mit wenigstens einer gleichen Merkmalsausprägung berücksichtigt wird, zum andern sind bei einer solchen Tarifstruktur nun nicht mehr $I \times J$, sondern nur noch $I + J$ Faktoren vorzuhalten, die den Tarif vollständig beschreiben.

Anmerkung zur Eindeutigkeit der Tariffaktoren

Die Faktoren α_i und β_j sind bis auf eine Zahl $c \neq 0$ eindeutig bestimmt:

Denn gilt $\alpha_i \cdot \beta_j = P_{ij}$, so gilt ebenso $c\alpha_i \cdot \beta_j / c = P_{ij}$

Also sind $c\alpha_i$ und β_j / c ebenso Tariffaktoren.

Es bleibt nun die Frage, wie diese Faktoren zu bestimmen sind?

Zunächst einmal muss natürlich nach dem Äquivalenzprinzip gelten:

$$\alpha_i \cdot \beta_j \approx E(SS_{ij})$$

Im folgenden werden nun sechs verschiedene Verfahren vorgestellt, die zur Berechnung der Tariffaktoren dienen können. Dabei beruhen die ersten drei Verfahren eher auf heuristischen Ansätzen. Unter diesen nimmt das sog. Marginalsummenverfahren eine herausgehobene Stellung ein, da es auch von Gesamtverband GDV zur Kalkulation der

Tariffaktoren²⁵⁴ herangezogen wird²⁵⁵. Anschließend werden drei weitere Methoden vorgestellt, die auf stochastischen Modellen beruhen und somit Aussagen über die Genauigkeit der berechneten Faktoren und deren Anpassungsgüte zulassen. Es wird sich zudem ein Zusammenhang zum vorher vorgestellten Marginalsummenverfahren zeigen. Die vorgestellten Verfahren werden dann im Anschluss in Kapitel 5 bei der empirischen Analyse hinsichtlich der in 4.2.1.3.7 definierten Modellfehler miteinander verglichen.

Alle Verfahren werden auf die Merkmale *Frucht* (mit J Ausprägungen) und das vorab „geclusterte“ Merkmal *Region* (mit I Ausprägungen) angewendet.

4.2.1.3.1 Ein univariates Verfahren

Als Einstieg zunächst ein sehr einfacher heuristischer Ansatz zur Bestimmung der Tariffaktoren:

Seien dazu

$$SS_i = \sum_{j=1}^J \frac{SC_{ij}}{VS_{ij}} \quad \text{für } i = 1, \dots, I \text{ der (Rand-) Schadensatz für jede Region}$$

$$SS_j = \sum_{i=1}^I \frac{SC_{ij}}{VS_{ij}} \quad \text{für } j = 1, \dots, J \text{ der (Rand-) Schadensatz für jede Frucht}$$

$$SS = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{SC_{ij}}{VS_{ij}} \quad \text{Gesamtschadensatz des Portfolios}$$

Dann setzt man die Tariffaktoren wie folgt fest:

$$\alpha_i = SS_i \quad \text{für } i = 1, \dots, I$$

$$\beta_j = \frac{SS_j}{SS} \quad \text{für } j = 1, \dots, J$$

²⁵⁴ Auch Marginalfaktoren genannt

²⁵⁵ Vgl. GDV (1998)

Die Faktoren berechnen sich also direkt aus den Randschadensätzen²⁵⁶, bzw. diese ins Verhältnis zum Gesamtschadensatz gesetzt. Dieses sehr einfache Verfahren ist gut geeignet, ohne besondere mathematischen Kenntnisse schnell Ergebnisse zu erhalten. Die Nachteile dieser Methode werden jedoch anhand konkreter Anwendungen im empirischen Teil dargestellt.

4.2.1.3.2 Verfahren von Bailey und Simon

Dieses Verfahren wurde gerade in der KFZ -Versicherung über viele Jahre eingesetzt und stammt von den US-amerikanischen Aktuarien Bailey und Simon²⁵⁷. Die Idee, die hinter ihrem Verfahren steht, ist, die Tariffaktoren α_i und β_j derart zu bestimmen, dass das Distanzmaß

$$D := \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J VS_{ij} \frac{(SS_{ij} - \alpha_i \cdot \beta_j)^2}{\alpha_i \cdot \beta_j}$$

minimiert wird.

D beschreibt dabei den Abstand zwischen den in den einzelnen Zellen beobachteten Schadensätzen SS_{ij} und den Schätzungen dieser durch $\alpha_i \cdot \beta_j$, jeweils im Verhältnis zu diesen Schätzungen und jeweils gewichtet mit den entsprechenden Zellen-Versicherungssummen.

Oder verkürzt gesagt: Bei diesem Verfahren werden die Tariffaktoren derart bestimmt, dass sie den beobachteten Werten möglichst nahe (in Bezug auf das gewählte Abstandsmaß D) kommen.

Die Werte, die D minimieren, findet man durch Nullsetzen der partiellen Ableitungen:

$$\frac{\partial D}{\partial \alpha_i} \text{ bzw. } \frac{\partial D}{\partial \beta_j}$$

²⁵⁶ Auch Marginalschadensätze genannt

²⁵⁷ Vgl. MACK (2002, S. 166)

Dies liefert dann:

$$\begin{aligned}
 0 &= \frac{\partial D}{\partial \alpha_i} = \frac{\partial \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J VS_{ij} \frac{(SS_{ij} - \alpha_i \cdot \beta_j)^2}{\alpha_i \cdot \beta_j}}{\partial \alpha_i} \\
 &= \sum_{j=1}^J VS_{ij} \frac{2 \cdot (SS_{ij} - \alpha_i \cdot \beta_j) \cdot (-\beta_j)}{\alpha_i \cdot \beta_j} - \frac{(SS_{ij} - \alpha_i \cdot \beta_j)^2}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j} \\
 &= \sum_{j=1}^J VS_{ij} \frac{-2 \alpha_i \cdot \beta_j \cdot (SS_{ij} - \alpha_i \cdot \beta_j) - SS_{ij}^2 + 2 SS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j - \alpha_i^2 \cdot \beta_j^2}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j} \\
 &= \sum_{j=1}^J VS_{ij} \frac{\alpha_i^2 \cdot \beta_j^2 - SS_{ij}^2}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j} = \sum_{j=1}^J VS_{ij} \left(\beta_j - \frac{SS_{ij}^2}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j} \right) = \sum_{j=1}^J VS_{ij} \left(\alpha_i^2 \cdot \beta_j - \frac{SS_{ij}^2}{\beta_j} \right)
 \end{aligned}$$

Damit also:

$$\sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot \frac{SS_{ij}^2}{\beta_j} = \sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot \alpha_i^2 \cdot \beta_j = \alpha_i^2 \cdot \sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot \beta_j$$

Und somit letztlich:

$$\alpha_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot \frac{SS_{ij}^2}{\beta_j}}{\sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot \beta_j}} \quad \text{für } i = 1, \dots, I \quad \text{und ebenso für } \beta_j:$$

$$\beta_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^I VS_{ij} \cdot \frac{SS_{ij}^2}{\alpha_i}}{\sum_{i=1}^I VS_{ij} \cdot \alpha_i}} \quad \text{für } j = 1, \dots, J$$

Diese $I + J$ Gleichungen können nun iterativ gelöst werden. Man setzt einfach zuerst $\beta_j = 1$ in die Gleichungen für die α_i ein und die so erhaltenen Werte wiederum in die Gleichungen für die β_j , usw. Das angegebene Verfahren konvergiert dann schnell gegen eine Lösung MACK (2002, S. 166).

4.2.1.3.3 Das Marginalsummenverfahren

Als nächstes Verfahren wird das sog. Marginalsummenverfahren vorgestellt. Dieses findet in zahlreichen Versicherungssparten wie zur Zeit auch in der KFZ -Versicherung

Anwendung und wird vom Gesamtverband auch für die Hagelversicherung verwendet²⁵⁸. Sein Ansatz ist, dass man die Tariffaktoren genau so bestimmt, dass die Spalten bzw. Zeilensummen der geschätzten Schäden genau mit den beobachteten Schäden übereinstimmen. Man stellt also die folgenden Randbedingungen²⁵⁹ auf:

$$\sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j = \sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot SS_{ij} \quad \text{für } i = 1, \dots, I$$

$$\sum_{i=1}^I VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j = \sum_{i=1}^I VS_{ij} \cdot SS_{ij} \quad \text{für } j = 1, \dots, J$$

Dieses Gleichungssystem lässt sich wieder wie beim Verfahren von Bailey und Simon iterativ mit geeigneten Startwerten α_i^0 und β_j^0 (z.B. alle = 1) lösen:

Die Faktoren der Stufe $n+1$ ergeben sich aus denjenigen der Stufe n wie folgt:

$$\alpha_i^{n+1} = \frac{\sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot SS_{ij}}{\sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot \beta_j^n} \quad \text{für } i = 1, \dots, I$$

$$\beta_j^{n+1} = \frac{\sum_{i=1}^I VS_{ij} \cdot SS_{ij}}{\sum_{i=1}^I VS_{ij} \cdot \alpha_i^{n+1}} \quad \text{für } j = 1, \dots, J$$

Das Verfahren konvergiert wiederum schnell gegen eine Lösung, die eindeutig bis auf multiplikative Konstanten bestimmt ist.

Auch die beiden eben vorgestellten Verfahren werden im empirischen Teil zur Anwendung kommen. Wie schon erwähnt, ist beiden jedoch gemeinsam, dass sie eher einem heuristischen Ansatz entsprungen sind und somit nicht auf stochastischen Modellannahmen beruhen. Dies wird nun nachgeholt.

²⁵⁸ Vgl. GDV (1998)

²⁵⁹ Oft als Marginalbedingungen bezeichnet. Daher die entsprechende Namensgebung des Verfahrens.

Allen folgenden Modellansätzen zur Bestimmung von Tariffaktoren liegt ein stochastisches Modell zu Grunde. Das heißt, dass der Gesamtschaden SC_{ij} einer Zelle oder deren Schadensatz SS_{ij} als Realisation einer Zufallsvariablen angesehen wird. Dieser Zufallsvariablen können dann verschiedene statistische Verteilungsmodelle unterstellt werden, um deren Erwartungswerte (und damit Prämien) zu schätzen. Da dieser Ansatz versucht, das individuelle Schadengeschehen einzelner Versicherungseinheiten durch Modelle zu beschreiben, wird er auch als **Individuelles Modell** bezeichnet. Dazu werden zunächst die benötigten Verteilungen vorgestellt:

Definition 4.5 Verteilungsfamilien Individuelles Modell

a) Modifizierte Poissonverteilung

Sei X eine stetige Zufallsvariable, die der modifizierten Poissonverteilung mit Parameter a unterliegt, dann gilt für:

$$\text{i) Dichtefunktion: } f(x) = \frac{a^x \cdot e^{-a}}{\Gamma(1+x)}$$

$$\text{ii) Erwartungswert: } E(X) = a$$

b) Gammaverteilung

Sei X eine stetige Zufallsvariable, die der Gammaverteilung mit Parametern a und b unterliegt, dann gilt für:

$$\text{i) Dichtefunktion: } f(x) = \exp\left(-\frac{x \cdot a}{b}\right) \cdot \left(\frac{x \cdot a}{b}\right)^a / (x \cdot \Gamma(a))$$

$$\text{ii) Erwartungswert: } E(X) = b$$

$$\text{iii) Varianz: } Var(X) = b^2/a$$

c) Inverse Gaußverteilung

Sei X eine stetige Zufallsvariable, die der Inversen Gaußverteilung mit Parametern a und b unterliegt, dann gilt für:

$$\text{i) Dichtefunktion: } f(x) = \exp\left[-\left(\frac{x}{a^2} - \frac{2}{a} + \frac{1}{x}\right) \cdot \frac{b}{2}\right] \cdot \frac{\sqrt{b}}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot x^3}}$$

$$\text{ii) Erwartungswert: } E(X) = a$$

iii) Varianz: $Var(X) = a^3/b$

4.2.1.3.4 Das auf der Poissonverteilung beruhende Verfahren

Zunächst wird der Zufallsvariablen²⁶⁰ SC_{ij} eine Poissonverteilung unterstellt. Diesem Ansatz liegt folgende Idee zu Grunde:

Kann man zeigen, dass für annähernd alle Zellen (i, j) der Ausdruck:

$$VS_{ij} \cdot \frac{Var(SS_{ij})}{E(SS_{ij})} = \frac{Var(SC_{ij})}{E(SC_{ij})} = \textit{kostant}$$

ist, so liegt es nahe für die SC_{ij} eine Poissonverteilung anzunehmen, da diese gerade die Eigenschaft „Erwartungswert = Varianz“ hat.

Seien also die SC_{ij} poissonverteilt²⁶¹ mit dem Mittelwertparameter $\lambda_{ij} := VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j$ und gelte $\lambda_{ij} \approx E(SC_{ij})$ über fast alle Zellen. Dann hat also SC_{ij} die Dichte:

$$f(x) = \frac{(VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j)^x \cdot e^{-(VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j)}}{\Gamma(1+x)}$$

Die Parameter λ_{ij} können nun mittels der Maximum-Likelihood-Methode geschätzt werden. Die Likelihoodfunktion der Dichte f lautet:

$$L(\alpha_i, \beta_j) = \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J f(SC_{ij}) = \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J \frac{(VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j)^{SC_{ij}} \cdot e^{-(VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j)}}{\Gamma(1+SC_{ij})}$$

²⁶⁰ Um die Anzahl der Notationen so übersichtlich wie möglich zu halten, wird hier und im Weiteren (im Sinne unterschiedlicher Darstellungen) nicht unterschieden zwischen einer Zufallsvariablen und deren Realisationen.

²⁶¹ Im Hinblick auf die Problematik, dass nur ganzzahlige Variablen poissonverteilt sein können und den Übergang zur sog. modifizierten Poissonverteilung sei hier auf MACK (2002, S. 63 ff. und 168 ff.) verwiesen. Zudem wird die dort angeführte Geldeinheit w vernachlässigt, da sie hier für die weiteren Berechnungen keine Rolle spielt.

Die Likelihoodschätzer der Parameter erhält man durch Nullsetzen der entsprechenden Ableitungen der Log-Likelihoodfunktion:

$$\begin{aligned}\ln L(\alpha_i, \beta_j) &= \ln \left[\prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J \frac{(VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j)^{SC_{ij}} \cdot e^{-(VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j)}}{\Gamma(1 + SC_{ij})} \right] \\ &= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J [SC_{ij} \cdot \ln(VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j) - VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j - \ln(\Gamma(1 + SC_{ij}))]\end{aligned}$$

Also:

$$\frac{\partial \ln L(\alpha_i, \beta_j)}{\partial \alpha_i} = \sum_{j=1}^J \left[\frac{SC_{ij}}{\alpha_i} - VS_{ij} \cdot \beta_j \right] = \frac{1}{\alpha_i} \sum_{j=1}^J (SC_{ij} - VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j) = 0$$

und ebenso

$$\frac{\partial \ln L(\alpha_i, \beta_j)}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^I \left[\frac{SC_{ij}}{\beta_j} - VS_{ij} \cdot \alpha_i \right] = \frac{1}{\beta_j} \sum_{i=1}^I (SC_{ij} - VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j) = 0$$

Es folgt sofort:

$$\sum_{j=1}^J SC_{ij} = \sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot SS_{ij} = \sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j \quad \text{für } i = 1, \dots, I$$

und

$$\sum_{i=1}^I SC_{ij} = \sum_{i=1}^I VS_{ij} \cdot SS_{ij} = \sum_{i=1}^I VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j \quad \text{für } j = 1, \dots, J$$

Es hat sich also gezeigt, dass aus der Annahme von poissonverteilten SC_{ij} sich gerade die Bedingungen des Marginalsummenverfahrens herleiten lassen. Oder umgekehrt lässt

sich folgern: Triff die Konstanz²⁶² von $VS_{ij} \cdot \text{Var}(SS_{ij})/E(SS_{ij})$ über annähernd alle Zellen (i, j) zu, kann das Marginalsummenverfahren unterstellt werden.

Die Voraussetzung dieser Konstanz lässt sich anschaulich untersuchen, indem man für alle Risikogruppen (i, j) die Logarithmen $\ln(VS_{ij} \cdot \text{Var}(SS_{ij}))$ und $\ln(E(SS_{ij}))$ gegeneinander in einem Koordinatensystem aufträgt. Hat die resultierende Punktwolke die Steigung 1, so kann das Poissonmodell bestätigt werden.

4.2.1.3.5 Das auf der Gammaverteilung beruhende Verfahren

Neben der Poissonverteilung kommt für die Schadenvariablen auch eine Gammaverteilung in Frage. Seien nun also die SC_{ij} gammaverteilt mit dem Erwartungswert $E(SC_{ij}) \approx VS_{ij} \cdot \alpha_i \cdot \beta_j$ und dem Formparameter $VS_{ij} \cdot \vartheta$, also $\text{Var}(SC_{ij}) \approx VS_{ij} \cdot (\alpha_i \cdot \beta_j)^2 / \vartheta$. Dann gilt für die Dichte f :

$$f(x) = \exp\left(-\frac{x \cdot \vartheta}{\alpha_i \cdot \beta_j}\right) \cdot \left(\frac{x \cdot \vartheta}{\alpha_i \cdot \beta_j}\right)^{VS_{ij} \cdot \vartheta} / (x \cdot \Gamma(VS_{ij} \cdot \vartheta))$$

Wie oben schätzt man die Parameter mittels der Maximum-Likelihood-Methode. Die Likelihoodfunktion lautet:

$$L(\alpha_i, \beta_j) = \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J \exp\left(-\frac{SC_{ij} \cdot \vartheta}{\alpha_i \cdot \beta_j}\right) \cdot \left(\frac{SC_{ij} \cdot \vartheta}{\alpha_i \cdot \beta_j}\right)^{VS_{ij} \cdot \vartheta} / (SC_{ij} \cdot \Gamma(VS_{ij} \cdot \vartheta))$$

Entsprechend erhält man durch Nullsetzen der Ableitungen der Log-Likelihoodfunktion:

$$\ln L(\alpha_i, \beta_j) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \left[\left(-\frac{SC_{ij} \cdot \vartheta}{\alpha_i \cdot \beta_j}\right) + VS_{ij} \cdot \vartheta \cdot \ln\left(\frac{SC_{ij} \cdot \vartheta}{\alpha_i \cdot \beta_j}\right) - \ln(SC_{ij} \cdot \Gamma(VS_{ij} \cdot \vartheta)) \right]$$

²⁶² Da sich diese Bedingung auf Grund von nur einer Beobachtung pro Zelle natürlich nicht nachprüfen lässt, kann man beispielsweise, anstatt über alle Jahre aggregierter Daten, diese zunächst unaggregiert belassen und so diesen Test für Einzeljahrbetrachtungen durchführen.

Also:

$$\frac{\partial \ln L(\alpha_i, \beta_j)}{\partial \alpha_i} = \vartheta \cdot \sum_{j=1}^J \left[\frac{SC_{ij}}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j} - \frac{VS_{ij}}{\alpha_i} \right] = 0$$

und

$$\frac{\partial \ln L(\alpha_i, \beta_j)}{\partial \beta_j} = \vartheta \cdot \sum_{i=1}^I \left[\frac{SC_{ij}}{\alpha_i \cdot \beta_j^2} - \frac{VS_{ij}}{\beta_j} \right] = 0$$

Das sich daraus ergebene Gleichungssystem

$$\alpha_i = \frac{\sum_{j=1}^J \frac{SC_{ij}}{\beta_j}}{\sum_{j=1}^J VS_{ij}} \quad \text{für } i = 1, \dots, I$$

$$\beta_j = \frac{\sum_{i=1}^I \frac{SC_{ij}}{\alpha_i}}{\sum_{i=1}^I VS_{ij}} \quad \text{für } j = 1, \dots, J$$

kann wieder iterativ durch abwechselndes Berechnen von α_i und β_j gelöst werden. Als Startwerte können dabei wie oben $\beta_j = 1$ für $j = 1, \dots, J$ dienen.

Nachdem die Schadenvariable SC_{ij} bisher als poisson- bzw. gammaverteilt angenommen wurde, folgt nun ein Modell, das auf der Inversen Gaußverteilung beruht.

4.2.1.3.6 Das auf der Inversen Gaußverteilung beruhende Verfahren

Um das Modell der Inversen Gaußverteilung anwenden zu können²⁶³, werden im Folgenden nicht über alle Jahre aggregierte Daten pro Zelle (i, j) betrachtet, sondern Werte für einzelne Schadenjahre – mit dem weiteren Index $k = 1, \dots, K$ – zu Grunde gelegt. Sei nun also angenommen, dass die SS_{ijk} eine Inverse Gaußverteilung besitzen mit Mittelwertparameter $\lambda_{ij} := \alpha_i \cdot \beta_j$ mit $\lambda_{ij} \approx E(SS_{ij})$ und Formparameter

²⁶³ Da sonst mehr Parameter zu schätzen wären, als Daten vorhanden sind. Vgl. MACK (2002, S. 183)

$VS_{ijk} \cdot \eta_{ij}$. Da nicht mehr Mittelwertparameter als Formparameter vorkommen sollen, zerlegt man diesen ebenfalls in: $\eta_{ij} = \gamma_i \cdot \delta_j$

Dann stellt sich die Dichte der Inversen Gaußverteilung wie folgt da:

$$f(x) = \exp \left[- \left(\frac{x}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j^2} - \frac{2}{\alpha_i \cdot \beta_j} + \frac{1}{x} \right) \cdot \frac{VS_{ijk} \cdot \gamma_i \cdot \delta_j}{2} \right] \cdot \frac{\sqrt{VS_{ijk} \cdot \gamma_i \cdot \delta_j}}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot x^3}}$$

Wieder wird mit der Maximum Likelihood Methode geschätzt. Die Likelihoodfunktion lautet:

$$\begin{aligned} L(\alpha_i, \beta_j, \gamma_i, \delta_j) &= \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J \prod_{k=1}^K f(SS_{ijk}) \\ &= \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J \prod_{k=1}^K \exp \left[- \left(\frac{SS_{ijk}}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j^2} - \frac{2}{\alpha_i \cdot \beta_j} + \frac{1}{SS_{ijk}} \right) \cdot \frac{VS_{ijk} \cdot \gamma_i \cdot \delta_j}{2} \right] \cdot \frac{\sqrt{VS_{ijk} \cdot \gamma_i \cdot \delta_j}}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot SS_{ijk}^3}} \end{aligned}$$

Damit dann:

$$\begin{aligned} \ln L(\alpha_i, \beta_j, \gamma_i, \delta_j) &= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left[- \left(\frac{SS_{ijk}}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j^2} - \frac{2}{\alpha_i \cdot \beta_j} + \frac{1}{SS_{ijk}} \right) \cdot \frac{VS_{ijk} \cdot \gamma_i \cdot \delta_j}{2} + \frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{VS_{ijk} \cdot \gamma_i \cdot \delta_j}{2 \cdot \pi \cdot SS_{ijk}^3} \right) \right] \end{aligned}$$

Es ergibt sich wieder durch Differenzieren und Nullsetzen:

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{\partial \ln(L(\alpha_i, \beta_j, \gamma_i, \delta_j))}{\partial \alpha_i} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left[- \left(\frac{-2 \cdot SS_{ijk}}{\alpha_i^3 \cdot \beta_j^2} + \frac{2}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j} \right) \cdot \frac{VS_{ijk} \cdot \gamma_i \cdot \delta_j}{2} \right] \\ &= \frac{\gamma_i}{\alpha_i^3} \cdot \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left[\frac{SS_{ijk} \cdot VS_{ijk} \cdot \delta_j}{\beta_j^2} - \frac{\alpha_i \cdot VS_{ijk} \cdot \delta_j}{\beta_j} \right] \end{aligned}$$

Daraus folgt wiederum:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{SS_{ijk} \cdot VS_{ijk} \cdot \delta_j}{\beta_j^2}}{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{VS_{ijk} \cdot \delta_j}{\beta_j}} \quad \text{und ebenso} \quad \beta_j = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \frac{SS_{ijk} \cdot VS_{ijk} \cdot \gamma_i}{\alpha_i^2}}{\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \frac{VS_{ijk} \cdot \gamma_i}{\alpha_i}}$$

Weiterhin folgt aus

$$0 = \frac{\partial \ln(L(\alpha_i, \beta_j, \gamma_i, \delta_j))}{\partial \gamma_i} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left[- \left(\frac{SS_{ijk}}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j^2} - \frac{2}{\alpha_i \cdot \beta_j} + \frac{1}{SS_{ijk}} \right) \cdot \frac{VS_{ijk} \cdot \delta_j}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\gamma_i} \right]$$

Und weiter

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left[\left(\frac{SS_{ijk}}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j^2} - \frac{2}{\alpha_i \cdot \beta_j} + \frac{1}{SS_{ijk}} \right) \cdot VS_{ijk} \cdot \delta_j \right] = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{1}{\gamma_i} = \frac{J \cdot K}{\gamma_i}$$

Daraus folgt dann sofort für $i = 1, \dots, I$ bzw. $j = 1, \dots, J$:

$$\gamma_i = J \cdot K / \left[\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left[\left(\frac{SS_{ijk}}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j^2} - \frac{2}{\alpha_i \cdot \beta_j} + \frac{1}{SS_{ijk}} \right) \cdot VS_{ijk} \cdot \delta_j \right] \right]$$

$$\delta_j = I \cdot K / \left[\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \left[\left(\frac{SS_{ijk}}{\alpha_i^2 \cdot \beta_j^2} - \frac{2}{\alpha_i \cdot \beta_j} + \frac{1}{SS_{ijk}} \right) \cdot VS_{ijk} \cdot \gamma_i \right] \right]$$

Dieses Gleichungssystem kann ebenfalls iterativ gelöst werden: Dazu setzt man zunächst γ_i und δ_j gleich Eins für alle $i = 1, \dots, I$ und $j = 1, \dots, J$ und iteriert – beginnend mit den Startwerten $\beta_i = 1$ für $j = 1, \dots, J$ – zunächst bis zur Konvergenz die Gleichungen für α_i und β_j . Anschließend iteriert man mit den so erhaltenen Werten die Gleichungen für γ_i und δ_j , usw.

4.2.1.3.7 Modellfehler

Nachdem nun einige Modelle zur Kalkulation der Tariffaktoren vorgestellt wurden, werden noch Bewertungskriterien benötigt, um diese miteinander vergleichen zu können. Dabei steht natürlicher Weise gerade den auf stochastischen Modellen beruhenden Verfahren das ganze Arsenal an statistischen Anpassungstest zur Verfügung. Da deren Vorstellung jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde und zudem alle

Verfahren, also auch die nichtstochastischen, gegenübergestellt werden sollen, werden hier wie auch in KRUSE (1996, S. 52) die folgenden, einfach zu interpretierenden Diskrepanzmaße verwendet:

- absoluter Fehler: $AF = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot |SS_{ij} - \alpha_i \cdot \beta_j|$
- quadratischer Fehler: $QF = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot (SS_{ij} - \alpha_i \cdot \beta_j)^2$
- relativer quadratischer Fehler: $RQF = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J VS_{ij} \cdot \frac{(SS_{ij} - \alpha_i \cdot \beta_j)^2}{\alpha_i \cdot \beta_j}$
- mittlerer absoluter Fehler: $MAF = \frac{AF}{VS}$
- mittlerer quadratischer Fehler: $MQF = \frac{QF}{VS}$
- mittlerer relativer quadratischer Fehler: $MRQF = \frac{RQF}{VS}$

4.2.1.4 Kupierung von Großschäden und Credibility-Theorie

Im vorangegangenen Kapitel 4.2.1.3 wurden einige Verfahren vorgestellt, mit denen sich Faktoren für die jeweiligen Ausprägungen der beiden Tarifmerkmale *Region* und *Frucht* berechnen lassen. Voraussetzung für Stabilität und die Durchführbarkeit für alle diese Verfahren war die vorausgegangene Clusterung der Daten für das Tarifmerkmal *Region*. In der Praxis hat man jedoch, auch aus historisch gewachsenen Ansprüchen, das Ziel, die regionale Komponente möglichst differenziert darzustellen. Dieser Punkt ist gerade auch aus Sicht des Kunden nicht zu unterschätzen, da dieser oftmals eine bessere Einschätzung bzw. Differenzierung der Hagelgefährdung für sein Anbaugebiet kennt, als man durch die reine statistische Betrachtung errechnen würde. Nicht umsonst sind die Hagelstatistiken über viele Jahre von zahlreichen Gesellschaften sogar auf Feldmark-Ebene geführt worden. Dies führt also wieder zu der schon eingangs in 4.2.1 geschilderten Problematik zwischen möglichst feiner Differenzierung und einer möglichst großen Datenbasis. Mit dem in diesem Kapitel vorgestellten Verfahren wird jedoch eine gute Antwort für diese Ansprüche bereitgestellt.

Zunächst können die mit Hilfe der obigen Verfahren berechneten Faktoren für das Merkmal *Frucht* benutzt werden, um den Bestand einer Gemeinde für jedes Jahr auf eine Referenzfrucht (z.B. Wintergerste) zu normieren.

Damit sind dann die verschiedenen Schadenereignisse der einzelnen Jahre einer Gemeinde vergleichbar. Dabei sind jetzt Situationen denkbar: Die Schadenereignisse - also die Schadensätze der Jahre - unterscheiden sich nur *unwesentlich* oder einzelne Jahre sind durch *sehr große* Abweichungen vom Mittelwert des Gesamtschadensatzes der Gemeinde geprägt. Im ersten Fall kann angenommen werden, dass der errechnete Gesamtschadensatz der Gemeinde auch dem Schadenerwartungswert entspricht, da die Schwankungen (Varianz) nur gering sind. Im zweiten Fall hingegen ist der Gesamtschadensatz durch eher „zufällig“ eingetretene Großschäden beeinflusst²⁶⁴. Hinzu kommt zudem, dass durch die Art der Datenerfassung die Schäden die Gemeindenummer²⁶⁵ als Bezugspunkt haben, so dass allein durch diese eher administrative Bedingung schon Verzerrungen entstehen.

Ziel des Verfahrens ist also zum einen, eine gewisse Glaubwürdigkeit (*Credibility*) für Gesamtschadensätze zu bestimmen und Großschäden mathematisch zu identifizieren, und zum anderen, solche *Großschäden* innerhalb vorgegebener Grenzen wie z.B. des nächstübergeordneten Regionalbereiches nach mathematischen Gesichtspunkten exakt *umzuverteilen*.

4.2.1.4.1 Umverteilung von Großschäden

Es wird ein sog. *Credibility-Ansatz*²⁶⁶ gewählt, um zunächst den Schadensatz einer Gemeinde *i* nach Umverteilung SS_i^{umv} zu bestimmen:

$$SS_i^{umv} = f_i \cdot SS_i + (1 - f_i) \cdot SS$$

wobei:

²⁶⁴ „Zufällig“ meint in diesem Zusammenhang, dass ein Schadengroßereignis eher einmalig an einem bestimmten Ort eingetreten ist und nicht wenige km weiter entfernt (im Nachbarort).

²⁶⁵ oder Feldmarknummer

²⁶⁶ Vgl. GDV (2003/2005)

$f_i \in [0,1]$: Credibility-Faktor der Gemeinde i

SS_i : Schadensatz der Gemeinde i

SS : Schadensatz des übergeordneten Kreises

Den ausgeglichenen Schadensatz SS_i^{aus} der Gemeinde i erhält man dann als Normierung der oben berechneten Schadensätze nach Umverteilung SS_i^{umv} wie folgt:

$$SS_i^{aus} = SS_i^{umv} \cdot \frac{SS}{\sum_{h=1}^I \frac{VS_h}{VS} \cdot SS_h^{umv}}$$

mit

I : Anzahl der Gemeinden des übergeordneten Kreises

VS_h : Versicherungssumme der Gemeinde h mit $h = 1, \dots, I$

VS : Versicherungssumme des übergeordneten Kreises

Dieses Verfahren kann dann zudem in zwei (oder noch weiteren) aufeinander folgenden Stufen angewendet werden, nämlich beispielsweise:

1. Umverteilung zwischen den Kreisen innerhalb eines Regierungsbezirkes.
2. Umverteilung zwischen den Gemeinden innerhalb eines Kreises. Dabei werden als Schadensätze der übergeordneten Region (Kreis) genau die in Stufe 1. bestimmten ausgeglichenen Kreis-Schadensätze SS verwendet.

Es bleibt also die Frage, wie der Credibility-Faktor zu bestimmen ist.

4.2.1.4.2 Bestimmung der Credibility-Faktoren

Dazu wird zunächst die normierte Schadensatzreihe einer Gemeinde betrachtet. Ziel soll sein, die Jahres-Schadensätze (bei Bedarf) derart zu kupieren, dass kein Jahres-Schadensatz den Gesamt-Schadensatz, berechnet nach Kupierung der einzelnen Jahre,

um mehr als das λ -fache übersteigt. Als Wert für λ kann z.B. die durchschnittliche Wiederkehrperiode von Hagelereignissen über alle Gemeinden eingesetzt werden. Dann stellt der prozentuale Unterschied zwischen den Gesamt-Schadensätzen vor und nach Kupierung ein Maß für die Glaubwürdigkeit dar. Seien also:

SS_k der normierte Jahres-Schadensatz im Jahr $k = 1, \dots, K$

SS_k^{kup} der kupierte Jahres-Schadensatz im Jahr k

$SS = \sum_{i=1}^K \frac{VS_i}{VS} \cdot SS_i$ der Gesamt-Schadensatz über alle Jahre

$SS^{kup} = \sum_{i=1}^K \frac{VS_i}{VS} \cdot SS_i^{kup}$ der Gesamt-Schadensatz über alle Jahre nach Kupierung

VS_k die Versicherungssumme im Jahr k

VS die Gesamt-Versicherungssumme über alle Jahre

Mathematisch ausgedrückt ist es also das Ziel, eine für alle Jahre möglichst große einheitliche Kupiergrenze SS^{\max} zu finden, so dass für alle Jahre $k = 1, \dots, K$ gilt:

$$SS_k^{kup} = \min(SS_k, SS^{\max}) \leq \lambda \cdot SS^{kup} = \lambda \cdot \sum_{i=1}^K \frac{VS_i}{VS} \cdot SS_i^{kup}$$

Zunächst bestimmt man für jedes Jahr k den Wert des Gesamt-Schadensatzes SS^{kup} , unter der Bedingung, dass SS_k die Kupiergrenze wäre.

Sei also für alle k :

$$SS^{kup}(k) := \sum_{i=1}^I \frac{VS_i}{VS} \cdot \min(SS_i, SS_k)$$

Dann kann zwischen zwei Fällen unterschieden werden:

Fall 1:

Gilt: $SS_k > SS^{kup}(k) \cdot \lambda$

so übersteigt der Schadensatz SS_k des Jahres k in jedem Fall auch das λ -fache des kupierten Gesamt-Schadensatzes. Damit muss dieser auf jeden Fall kupiert werden.

Beweis:

Angenommen dieser müsste nicht kupiert werden. Dann würde also eine Kupiergrenze SS^{\max} mit $SS^{\max} \geq SS_k$ existieren. Dann gilt:

$$\lambda \cdot \sum_{i=1}^I \frac{VS_i}{VS} \cdot \min(SS_i, SS_k) = \lambda \cdot SS^{kup}(k) < SS_k \leq SS^{\max} \leq \lambda \cdot \sum_{i=1}^I \frac{VS_i}{VS} \cdot \min(SS_i, SS^{\max})$$

Daraus folgt unmittelbar dann: $SS_k < SS^{\max}$

Dies ist ein Widerspruch. Also gilt die Behauptung, dass SS_k kupiert werden muss, was zu beweisen war.

Fall 2:

Gilt: $SS_k \leq SS^{kup}(k) \cdot \lambda$

so muss der Schadensatz SS_k des Jahres k nicht kupiert werden.

Beweis:

Es gilt für alle $k' = 1, \dots, K$: $SS^{kup} = \min(SS_{k'}, SS_k) \leq SS_k \leq SS^{kup}(k) \cdot \lambda$

Somit wäre SS_k als Kupiergrenze geeignet und für die (maximale) Kupiergrenze SS^{\max} muss gelten: $SS^{\max} \geq SS_k$. Also muss SS_k nicht kupiert werden, was gezeigt werden sollte.

Mit $Kup \subseteq \{1, \dots, K\}$ wird nun die Menge der Jahre, die nach dem Kriterium **1.** kupiert werden müssten, bezeichnet, während mit $NKup \subseteq \{1, \dots, K\}$ die nach **2.** nicht kupierten Jahre bezeichnet. Es gilt also: $Kup \cup NKup = \{1, \dots, K\}$; $Kup \cap NKup = \{ \}$

Es gilt insgesamt mit der Kupiergrenze SS^{\max} als des λ -fachen des Gesamtschadensatzes nach Kupierung SS^{kup} :

$$SS^{kup} = \frac{\sum_{k \in NKup} VS_k \cdot SS_k + \sum_{k \in Kup} VS_k \cdot SS^{\max}}{VS} = \frac{\sum_{k \in NKup} VS_k \cdot SS_k + \sum_{k \in Kup} VS_k \cdot \lambda \cdot SS^{kup}}{VS}$$

Daraus folgt dann:

$$\frac{\sum_{k \in NKup} VS_k \cdot SS_k}{VS} = SS^{kup} - \frac{\sum_{k \in Kup} VS_k \cdot \lambda \cdot SS^{kup}}{VS} = SS^{kup} \cdot \left(\frac{VS - \sum_{k \in Kup} VS_k \cdot \lambda}{VS} \right)$$

Daraus folgt wiederum, wenn $VS - \sum_{k \in Kup} VS_k \cdot \lambda \neq 0$:

$$SS^{kup} = \frac{\sum_{k \in NKup} VS_k \cdot SS_k}{VS - \sum_{k \in Kup} VS_k \cdot \lambda}$$

Es bleibt also zu zeigen, dass: $VS \neq \sum_{k \in Kup} VS_k \cdot \lambda$

Beweis dazu:

Es gilt für alle Schadensätze SS_k die kupiert werden müssen: $SS_k > SS^{kup}(k) \cdot \lambda$.

Wählt man den kleinsten von diesen aus, d.h.:

Sei nun $k' \in Kup$, so dass gilt: $SS_{k'} \leq SS_k$ für alle $k \in Kup$

Dann folgt:

$$\begin{aligned} SS_{k'} > T_{k'} \cdot \lambda &= \sum_{k=1}^K \frac{VS_k}{VS} \cdot \min(SS_k, SS_{k'}) \cdot \lambda \\ &\geq \sum_{k \in Kup} \frac{VS_k}{VS} \cdot \min(SS_k, SS_{k'}) \cdot \lambda = \sum_{k \in Kup} \frac{VS_k}{VS} \cdot SS_{k'} \cdot \lambda \end{aligned}$$

Also erhält man

$$VS > \sum_{k \in Kup} VS_k \cdot \lambda$$

Daraus folgt dann die Behauptung.

Betrachtet man dann den Faktor:

$$f_k := \frac{SS^{kup}}{SS},$$

so stellt dieser das Verhältnis des nicht kupierten Anteils zum gemessenen Gemeindefachschadensatz SS dar. In diesem Sinne dient er als ein Maß für die Glaubwürdigkeit des

Schadensatzes *SS* der jeweiligen Gemeinde und kann für das in 4.2.1.4.1 beschriebene Verfahren verwendet werden.

Nachdem im Abschnitt 4.2.1 ausführlich der erste Bestandteil der Nettorisikoprämie diskutiert wurde, soll nun auch ein kurzer Abriss über die beiden anderen Teile, nämlich die *Schadenrückstellung* und die (direkten) *Schadenregulierungskosten* folgen.

4.2.2 Schadenrückstellung

Bei der Schadenrückstellung handelt es sich um eine nach § 341g HGB zu bildende versicherungstechnische Rückstellung. Diese stellt darauf ab, dass zwischen dem Eintritt eines Schadens und dessen endgültiger Regulierung eine gewisse Zeit liegt und so nicht alle angefallenen Schäden eines Geschäftsjahres in diesem auch restlos reguliert werden. Die Ursachen hierfür lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

1. Es handelt sich um Schäden, die schon eingetreten sind, jedoch dem Versicherungsunternehmen noch nicht (vollständig) gemeldet wurden, oder sogar noch nicht einmal bemerkt worden sind. Diese werden auch als IBNR-Schäden bezeichnet (IBNR = incurred but not reported). Gerade in der Produkt- oder Arzthaftpflicht –Versicherung stellen diese einen nicht unerheblichen Anteil an den Rückstellungen dar.
2. Bei der zweiten Kategorie handelt es sich um Schäden, die zwar dem Versicherungsunternehmen schon gemeldet wurden, jedoch noch nicht abschließend reguliert wurden. Gründe hierfür können z.B. anhaltende Gerichtsverfahren oder langanhaltende Abwicklungsperioden sein wie z.B. in der Unfallversicherung. Da sie auf Grund von falsch eingeschätzten und damit reservierten Schadenhöhen (evtl. inflationsbedingt) zu Abwicklungsverlusten führen können, werden sie auch als IBNER-Schäden bezeichnet (IBNER = incurred [and reported] but not enough reserved).

Da auch reservierte Schäden dem Gesamtschadenaufwand eines Geschäftsjahres hinzuzurechnen sind, sind sie als Teil der Nettorisikoprämienkalkulation einzubeziehen. Rund um die Modellierung (des Aufwandes) von Schadenrückstellungen haben sich in

den letzten Jahren eine Vielzahl von mathematischen Reserveschätzverfahren entwickelt²⁶⁷. Die meisten von ihnen versuchen anhand von sog. *Abwicklungsdreiecken* den Schadenaufwand für noch zurückzustellende Schäden zu schätzen. Auch hier sei jedoch nur auf die weiterführende Spezialliteratur wie MACK (2002) und TAYLOR (2000) hingewiesen und dafür einige Anmerkungen zu den zwei beschriebenen Fällen für die spezielle Situation in der Ernteversicherung gemacht:

Schäden der 2. Kategorie:

Bei der Hagelversicherung werden gemeldete Schäden sofort nach Endregulierung beglichen, so dass mehrjährige Schadenzahlungen, wie in der Unfallversicherung nicht existieren. Also handelt es sich bei dieser Kategorie ausschließlich um Schäden, die auf Grund von Gerichtsverfahren noch nicht reguliert wurden. Festzuhalten bleibt hierbei zum einen, dass die Schadenssumme eines vor Gericht verhandelten Verfahrens in ihrer endgültigen Höhe schon gut abgeschätzt werden kann, da einfach die vom Kläger geforderte Schadenhöhe angesetzt werden kann und Inflationsaspekte keine Rolle spielen, da solche Verfahren in der Regel zeitnah entschieden werden. Grund hierfür ist, dass das Schadenobjekt, nämlich der Anbau des Feldstücks nach der Ernte nicht mehr existiert und die sonst übliche Spielwiese für verschiedene Gutachter-Verfahren keine Grundlage mehr hat. Weiter lässt sich festhalten, dass die am Ende eines Geschäftsjahres wegen Gerichtsverfahren zurückgestellten Schäden einen nur sehr geringen Anteil in Bezug auf die insgesamt geleisteten Jahresschadenzahlungen haben²⁶⁸.

Schäden der 1. Kategorie:

Ähnlich wie bei Schäden der 2. Kategorie spielen diese Art von Spätschäden in der Hagelversicherung bei der Prämienkalkulation keine Rolle. Dies liegt daran, dass Hagelschäden in der Regel nur in den Monaten März bis Oktober auftreten und sich die

²⁶⁷ Eines der bekanntesten ist das Chain-Ladder-Verfahren.

²⁶⁸ Vgl. VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (2008)

Versicherungsdeckung im allgemeinen auch auf diesen Zeitraum beschränkt²⁶⁹. Weiterhin müssen Schäden laut AHagB innerhalb von vier Tagen gemeldet werden. Eine Schadenmeldung eines bereits eingetretenen Schadens in darauffolgenden Jahren würde auch keinen Sinn machen, da der versicherte Gegenstand, der Anbau, schon geerntet wäre und somit eine Schadenregulierung unmöglich machen würde.

Zusammengefasst spielen Schäden der 1. und 2. Kategorie in der landwirtschaftlichen Hagelversicherung nur eine untergeordnete Rolle, weswegen sie nicht in die Nettorisiko-Prämienkalkulation mit einfließen.

Zu beachten ist jedoch, dass die oben genannten Punkte a priori nur bei der Hagelversicherung gelten. So können beispielsweise für die Gefahr Auswinterung, mit ihrem geschäftsjahresübergreifenden Deckungs- bzw. Gefährdungszeitraum (vgl. BHMGB07 (2007) und Kapitel 2.1.2.1.5), Schäden der 1. Kategorie eine gewisse Rolle bei der Bildung der Schadenrückstellung zum Bilanzstichtag 31.12. spielen.

4.2.3 Schadenregulierungskosten

Bei den Schadenregulierungskosten unterscheidet man zwischen den *direkten* und den *indirekten* Regulierungskosten. **Indirekte** Schadenregulierungskosten stehen dabei nur in mittelbarem Zusammenhang zur tatsächlichen Schadenregulierung. Hier sind Kosten für die im Innendienst tätigen Sachbearbeiter oder Kosten für die Schadendisposition hinzuzurechnen. Diese Art von Kosten fließen auch nicht in mögliche Abrechnungen mit Rückversicherern mit ein. Sie werden hier den allgemeinen Betriebskosten hinzugerechnet und nicht weiter vertieft behandelt.

Was die *direkten* Schadenregulierungskosten angeht, so handelt es sich um Kosten die in unmittelbarem Zusammenhang mit der Begutachtung und Schadenfeststellung durch Sachverständige stehen. Bei der Hagelversicherung handelt es sich bei den Sachverständigen zum überwiegenden Teil um ehrenamtliche Mitarbeiter. Diese erhalten eine gewisse Tagespauschale und zudem die Reise- und Übernachtungskosten

²⁶⁹ Vgl. AHagB

ersetzt. Insbesondere in diesem Punkt unterscheidet sich die landwirtschaftliche Hagelversicherung erheblich von anderen Versicherungssparten, bei denen die Schadenregulierung oft über hauptamtlich tätige (vereidigte) Sachverständige stattfindet, was mit grundlegend anderen Kostensätzen pro reguliertem Schaden verbunden ist. Gerade wegen der saisonalen Verteilung der Anzahl der Schäden und der somit sehr hohen Zahl der Schäden in der Hauptschadenperiode ist eine ehrenamtliche Schadenregulierung beinahe unumgänglich.

4.3 Der Schwankungszuschlag

Wurden im letzten Kapitel 4.2 die drei Bestandteile der Nettorisikoprämie vorgestellt, folgt nun eine Diskussion zum zweiten Baustein der Bruttorisikoprämie, nämlich dem Sicherheitszuschlag. Dieser hat nach Kapitel 4.1 die Aufgabe das Irrtums-, das Zufalls-, und das Änderungsrisiko zu begrenzen. Da für die Hagelversicherung eine breite und langjährige Datenbasis vorliegt (vgl. Tabelle 8.1), kann ein Irrtumsrisiko weitgehend ausgeschlossen werden. Weiterhin scheinen sich keine besonderen Trends abzuzeichnen, wenn man bspw. Abbildung 4.6 betrachtet, so dass auch das Änderungsrisiko vernachlässigt werden kann. Im folgenden wird sich daher auf die dritte Komponente, also das Zufallsrisiko, beschränkt. Da dieses Risiko aus den (stark) schwankenden Jahresergebnissen resultiert, wird es auch als *Schwankungsrisiko* bezeichnet, weswegen dieser Teil des Sicherheitszuschlags auch Schwankungszuschlag genannt wird (vgl. 4.1 und MACK (2002, S. 29)).

Zur Analyse des Schwankungszuschlages werden zunächst einige allgemeine Überlegungen angestellt, bevor im zweiten Teil konkrete und in der Versicherungswirtschaft gebräuchliche Ausgestaltungen dargestellt werden. Dabei sollen wie auch bei der Berechnung der Nettorisikoprämie wieder mathematische Modelle bei der Kalkulation behilflich sein. Das dafür nötige Rüstzeug wird im dritten Teil bereitgestellt.

4.3.1 Allgemeine Überlegungen

Am anschaulichsten wird deutlich, welche betriebswirtschaftliche Problematik ein Elementarschadenversicherer, wie die Hagelversicherung, zu lösen hat, wenn man sich

die Datenreihe in Tabelle 4.3 der geleisteten Schadenzahlungen und der zu Grunde liegenden Versicherungssummen aller am deutschen Markt tätigen Hagelversicherungsunternehmen betrachtet. So schwankt der Schadensatz in den einzelnen Jahren erheblich um den Mittelwert von 0,96%. Im Maximum (1993) liegt er sogar mit 2,18% um 128% über dem Mittelwert, während er im Jahre 1973 mit 0,43% nur etwa 45% des statistischen Mittels ausmacht. Die jährlichen Schwankungen der Schadensatzreihe werden besonders in der zugehörigen Abbildung 4.6 noch einmal deutlich. Zu beachten ist dabei, dass es sich um die kumulierten Daten aller Hagelversicherungsunternehmen handelt, die Ausschläge für einzelne Gesellschaften also noch erheblich größer ausfallen (Ausgleich im Kollektiv).

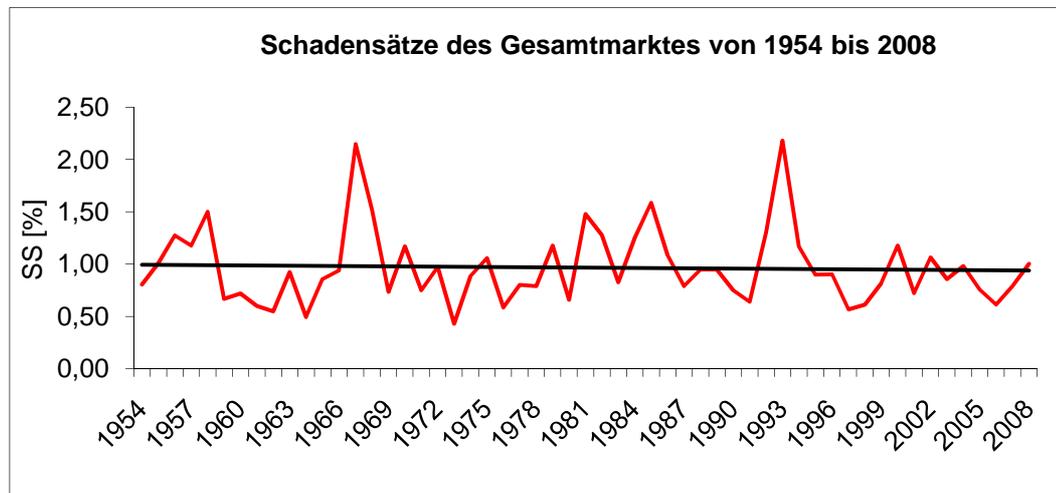
Tabelle 4.3: Versicherungssummen und Schäden in der Hagelversicherung von 1954 - 2008

Jahr	VS [Tsd. EUR]	Schäden [EUR]	SS [%]
1954	1.490.477	11.976.901	0,80
1955	1.580.294	15.937.148	1,01
1956	1.701.721	21.707.673	1,28
1957	1.777.339	20.900.406	1,18
1958	1.871.975	28.082.672	1,50
1959	1.940.693	12.938.516	0,67
1960	2.023.176	14.568.257	0,72
1961	2.085.946	12.538.368	0,60
1962	2.146.940	11.770.808	0,55
1963	2.197.438	20.313.953	0,92
1964	2.321.089	11.458.120	0,49
1965	2.473.019	21.171.063	0,86
1966	2.558.796	24.052.818	0,94
1967	2.650.155	56.897.083	2,15
1968	2.794.681	42.373.920	1,52
1969	2.929.758	21.551.892	0,74
1970	3.022.559	35.405.162	1,17
1971	3.200.484	24.045.996	0,75
1972	3.412.482	33.231.477	0,97
1973	3.626.227	15.584.964	0,43
1974	3.788.519	33.639.700	0,89
1975	4.054.663	42.950.703	1,06
1976	4.428.406	25.968.989	0,59
1977	4.789.906	38.442.089	0,80
1978	5.191.202	40.914.781	0,79
1979	5.512.400	64.885.607	1,18
1980	5.989.373	39.504.005	0,66
1981	6.356.530	94.049.794	1,48
1982	6.716.416	85.848.838	1,28
1983	7.109.611	58.658.128	0,83
1984	7.443.969	93.062.411	1,25

Jahr	VS [Tsd. EUR]	Schäden [EUR]	SS [%]
1985	6.497.587	103.126.825	1,59
1986	8.041.934	87.260.359	1,09
1987	8.246.260	65.183.672	0,79
1988	8.257.896	78.255.516	0,95
1989	8.455.272	80.129.659	0,95
1990	9.103.392	68.261.886	0,75
1991	10.357.376	66.431.424	0,64
1992	10.153.331	132.170.593	1,30
1993	9.578.771	208.983.129	2,18
1994	10.104.489	118.015.446	1,17
1995	10.329.415	92.922.633	0,90
1996	10.520.351	95.050.086	0,90
1997	10.792.991	61.137.718	0,57
1998	10.845.375	66.479.898	0,61
1999	10.660.326	87.178.630	0,82
2000	10.864.076	128.015.969	1,18
2001	11.046.761	79.935.663	0,72
2002	11.219.435	119.376.596	1,06
2003	11.097.799	94.967.720	0,86
2004	11.429.551	112.272.148	0,98
2005	11.209.208	84.802.738	0,76
2006	11.169.212	68.487.303	0,61
2007	12.032.625	95.128.454	0,79
2008	15.362.323	154.190.324	1,00
Gesamt	356.562.000	3.422.196.631	0,96

Quelle: TECHNISCHE ZIFFERN DER HAGELVERSICHERUNG (2010), KNOLL (1964), Tabelle 8.1

Abbildung 4.6: Schadensatzreihe in der Hagelversicherung



Quelle: Eigene Darstellung

Es wird also sofort deutlich, dass ein Unternehmen mit einer auf mehrere Jahre bezogenen, durchschnittlich auskömmlichen Prämie alleine am Markt nicht bestehen könnte. Es kann sogar gezeigt werden, dass die Ruinwahrscheinlichkeit für solche Unternehmen aus theoretischer Sicht 50% beträgt²⁷⁰.

4.3.2 Der Umgang mit dem Schwankungsrisiko

In der Problematik um stark schwankende Jahresergebnisse haben die (Hagel-) Versicherungsgesellschaften in den vergangenen Jahrhunderten eine Vielzahl von Instrumentarien entwickelt, die - meist in Kombination miteinander – zur Bewältigung dieser beigetragen haben und im folgenden Abschnitt beschrieben werden. Dabei unterscheidet man zweierlei Typen von Absicherungsmaßnahmen. Erstere fließen direkt in die Produktgestaltung ein, während die zweite Gruppe eher mittelbaren Einfluss auf die Prämienberechnung²⁷¹ hat. Dabei kommt dem zweiten wichtigen Prinzip der Versicherungswirtschaft neben dem Ausgleich im Kollektiv, nämlich dem sog. *Ausgleich in der Zeit*, eine besondere Bedeutung zu. Nach diesem Prinzip führt auch

²⁷⁰ Vgl. MACK (2002, S. 27)

²⁷¹ Als Schwankungszuschlag

ein Zusammenfassen mehrerer Jahresergebnisse zu einem einzigen gemittelten Ergebnis zu dem gleichen ausgleichenden Effekt wie das Zusammenfassen mehrerer Risiken zu einem Kollektiv.

Zunächst werden nun Maßnahmen vorgestellt, die direkt mit der Produktgestaltung in Verbindung stehen.

4.3.2.1 Direkte Methoden

In den Ursprüngen der Hagelversicherung waren die verschiedenen Gesellschaften zunächst nur regional sehr begrenzt tätig²⁷². Der Ausgleich im Kollektiv war so oft nicht gegeben. Hinzu kam, dass nach schweren Überschadenjahren diese ihre Beitragssätze im folgenden Jahr z.T. deutlich anheben mussten, um ihr Eigenkapital wieder zu stärken. Bei Versicherungsvereinen geschah dies zudem noch oft in Kombination mit der Erhebung von sog. *Nachschüssen*²⁷³. Alles dies führte schnell dazu, dass viele Versicherte bei genau diesen Gesellschaften ihre Verträge kündigten oder nicht verlängerten und somit oft ein Beitragsrückgang stattfand. Als einfache Maßnahme dagegen führten die Gesellschaften *mehrfährige Verträge* ein, so dass die Versicherten Policen über eine gewisse Laufzeit, in der Regel 5 oder 10 Jahre, abschließen können. Im Gegenzug dafür gewährt man ihnen Beitragsnachlässe, die bis zu zehn Prozent betragen können²⁷⁴. Daraus ergeben sich zweierlei Konsequenzen für den Versicherer: Zum einen kann er auch nach schweren Hageljahren auf den gleichen Versicherungsbestand bauen²⁷⁵, und somit seine Beitragsbasis relativ konstant halten, so dass ein Ausgleich über die Zeit erreicht wird. Zum anderen schließen jedoch mehrjährige Verträge (beliebige) Beitragserhöhungen während der Laufzeit aus, andernfalls besteht ein Kündigungsrecht seitens des Versicherungsnehmers²⁷⁶. Gerade bei langfristigen Verträgen kann es aber durchaus nötig werden, Beitragssätze während

²⁷² Vgl. 3.1.1.1 und die dort zitierte Literatur

²⁷³ Zum Thema Nachschuss sei hier auch auf Kapitel 4.3.2.2.4 verwiesen

²⁷⁴ Vgl. AHagB (2007)

²⁷⁵ bis auf auslaufende Verträge

²⁷⁶ nach den AHagB (2007)

der Laufzeit anzupassen, weil z. B. für eine bestimmte Region bei Vertragsabschluss noch nicht genügend Schadenerfahrung für die Bestimmung einer auskömmlichen Prämie vorhanden war (*Irrtumsrisiko*).

Dies hat bei den Gesellschaften zur Einführung eines Elementes im Beitragssystem geführt, das allgemein beschrieben unter dem Begriff **Bonus/Malus-System** bekannt ist.

Das Bonus/Malus-System erlaubt es den Gesellschaften, zum einen für schadenbehaftete Verträge einen Mehrbeitrag in den folgenden Jahren zu generieren und trotzdem zum anderen dem Versicherungsnehmer gegenüber eine vorher kalkulierbare Beitragserhöhung nach Schaden sicherzustellen und damit auch den Ansprüchen des Versicherungsvertragsgesetzes (VVG) zu genügen.

So hat sich schon in den frühen Jahren der Hagelversicherung ein einfaches Bonus/Malus-System herausgebildet, bei dem der Versicherungsnehmer bei Vertragsabschluss einen Anfangsrabatt auf seinen Vertrag erhält, der nach einem Schaden teilweise oder gänzlich verloren geht. So betrug dieser Anfangsrabatt anfänglich 10% und steigerte sich bis in heutige Zeiten auf bis zu 50%²⁷⁷. Damit jedoch auch weiterhin eine auskömmliche Prämie erhoben werden konnte, steigerten sich in gleichen Schritten die Tariffaktoren für die Gefahrenklassen bzw. die Fruchtarten, so dass es sich letztendlich nicht um einen echten Rabatt für den Kunden handelt, sondern um eine Steuergröße, mit der der individuelle Schadenverlauf der Police berücksichtigt werden kann. So verliert der Versicherungsnehmer z.B. nach einem Schaden 20%-Punkte seines Anfangsrabattes. Im Gegenzug steigert sich dieser jährlich nach schadenfreien Jahren wieder um 2%-Punkte, bis er die Größe von 50% wieder erlangt hat²⁷⁸.

Insgesamt bedeutet dies im vorliegenden Fall, dass sich der Beitrag für einen Vertrag nach einem Schaden um ca. 40% steigert, wie aus Bsp. 4.3 deutlich wird:

²⁷⁷ S.h. historische und aktuelle Hagelversicherungsbedingungen.

²⁷⁸ Die Rabattkürzung ist je nach Gesellschaft unterschiedlich und beträgt zwischen 10 und 40 %. Vgl. TOP AGRAR (1996)

Beispiel 4.3

<u>Bei Vertragsabschluss:</u>		<u>Nach einem Schaden:</u>	
Grundbeitrag Vertrag:	350,00 €	Grundbeitrag Vertrag:	350,00 €
Anfangsrabatt:	50%	Anfangsrabatt:	30%
Endprämie:	175,00 €	Endprämie:	245,00 €

Beitragssteigerung: 40%

Diese Art der Beitragsregulierung von laufenden Verträgen ist über Jahrzehnte hinweg ein konstanter Bestandteil der überwiegenden Anzahl der Hagelgesellschaften. So gilt dieses einfache Bonus/Malus-System auch als Vorbild für die erst etliche Jahre später eingeführte allgemein bekannte Rabatt-Systematik in der KFZ -Versicherung²⁷⁹.

Obwohl sich diese einfache Rabatt-Gestaltung über Jahre hinweg bei allen Hagelgesellschaften in unterschiedlichen Ausprägungen²⁸⁰ erhalten hat, gab und gibt es immer wieder Kritikpunkte daran. Ein wesentlicher ist, dass der Rabattverlust, also die Beitragserhöhung, nach Schaden unabhängig von der Schadenhöhe und der schadenfreien Vertragszeit ist. Damit wirkt dieses System bei kleineren Schäden im Grunde wie ein zusätzlicher Selbstbehalt, den der Versicherungsnehmer trägt. Denn er wird Schäden, die kleiner sind als die zu erwartende Beitragssteigerung in den Folgejahren, nicht anzeigen²⁸¹.

Einen Ausweg aus der beschriebenen Kritik stellt das im Jahre 2008 vom Marktführer vorgestellte Rabattsystem dar, welches sich an die KFZ -Versicherung anlehnt²⁸². Die Grundlage dabei bildet die Tabelle 4.4:

²⁷⁹ Vgl. NORDEUTSCHE HAGEL-VERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT a.G. (1874)

²⁸⁰ So existieren auch stufenweise Rabattkürzungen, in Abhängigkeit von der Entschädigungshöhe. Diese sind jedoch sehr grob gestrickt. Vgl. TOP AGRAR (1996).

²⁸¹ Daneben entsteht für den Versicherer auch die Problematik, dass Kleinstschäden nicht in die Schadenstatistik mit einfließen, da diese nicht gemeldet werden. Dieses Phänomen wird auch als *Bonushunger* bezeichnet.

²⁸² Ironischerweise, denn historisch gesehen entwickelte sich der Grundgedanke des Rabattsystems der KFZ -Versicherung aus der Hagelversicherung. (s.o.).

Tabelle 4.4: Bonus/Malus-Tabelle Vereinigte Hagelversicherung

SF-Klasse	Hebesatz	Schadensatzbereich		
		S1 bis 5%	S2 bis 25%	S3 ab 26%
M10	150%	M10	M10	M10
M09	145%	M10	M10	M10
M08	140%	M10	M10	M10
M07	135%	M10	M10	M10
M06	130%	M09	M10	M10
M05	125%	M08	M09	M10
M04	120%	M07	M08	M10
M03	115%	M06	M07	M09
M02	110%	M05	M06	M08
M01	105%	M04	M05	M07
B00	100%	M03	M04	M06
B01	100%	M03	M04	M06
B02	100%	M03	M04	M06
B03	100%	M03	M04	M06
B04	100%	M03	M04	M06
B05	100%	M02	M03	M05
B06	100%	M02	M03	M05
B07	100%	M02	M03	M05
B08	100%	M02	M03	M05
B09	100%	M02	M03	M05
B10	100%	B00	M02	M04
B11	100%	B00	M02	M04
B12	100%	B00	M02	M04
B13	100%	B00	M02	M04
B14	100%	B00	M02	M04
B15	100%	B00	M02	M04
B16	100%	B00	M02	M04
B17	100%	B00	M02	M04
B18	100%	B00	M02	M04
B19	100%	B00	M02	M04

Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2009). SF = Schadenfreiheit

Wirkungsweise:

Ein Neuvertrag wird in die Schadenfreiheitsklasse B00 eingruppiert. Bei Schadenfreiheit des aktuellen Versicherungsjahres steigt er um eine Schadenfreiheitsklasse.

Die Rückstufung im Falle eines Schadens ist dabei - im Gegensatz zum einfachen Rabattsystem - nun von der Höhe des Schadens abhängig. So gibt es drei Klassen (S1, S2, S3) von Schäden:

S1: Schäden bis 5% der Versicherungssumme des Vertrages

S2: Schäden von 6% bis 25% der Versicherungssumme des Vertrages

S3: Schäden größer als 25% der Versicherungssumme des Vertrages

In Abhängigkeit von der Eingruppierung des Schadens in eine der Klassen erfolgt dann eine Rückstufung von der aktuellen Schadenfreiheitsklasse gemäß Tabelle 4.4. Der Hebesatz der Schadenfreiheitsklasse ist dabei der Faktor, mit dem die (Grund-)Prämie multipliziert wird.

Beispiel 4.4

Die Schadenfreiheitsklasse im aktuellen Jahr ist: B03

- Tritt kein Schaden im aktuellen Jahr ein, wird der Vertrag im nächsten Jahr in B04 eingestuft. Der Beitrag ändert sich nicht.
- Tritt ein Schaden von 10% der Versicherungssumme ein, wird er im nächsten Jahr in M04 eingruppiert. Der Beitrag steigt um 20% (Hebesatz = 120%).

In Kapitel 5 wird anhand von konkreten Daten untersucht, welche „Mehreinnahmen“ sich durch eine derartige Schadenfreiheitsrabatt-Dynamik bezogen auf den Gesamtbeitrag generieren lassen und welcher Nutzen sich daraus im Hinblick auf den Schwankungszuschlag ergibt.

Ein dritter Ansatz beim Umgang mit dem Schwankungsrisiko bei der Produktgestaltung stellt eine Art *Festbeitragssystem* dar. Bei diesem verzichtet man auf eine Rabattdynamik, d.h. der Beitrag bleibt sowohl nach schadenfreien wie auch nach schadenbelasteten Jahre konstant. Im Gegenzug dafür behält das Versicherungsunternehmen von jedem Schaden einen Anteil von 10% ein²⁸³.

Ein wesentlicher Unterschied zum Bonus/Malus-System der KFZ-Versicherung ist die unterschiedliche Betrachtungsweise aus Sicht der Versicherer, was den Zweck dieses Steuerungsinstrumentes angeht. Dies soll im folgenden Exkurs kurz deutlich gemacht werden:

²⁸³ zusätzlich zur Integral- oder Abzugs-Franchise auf dem Feldstück gem. AHagB (2007)

Exkurs: Bonus/Malus-System als weiteres Tarifmerkmal

Bislang wurde die Einführung eines Rabatt-Systems im Zusammenhang mit der Schwankungsproblematik gesehen. Ein anderer Ansatz, wie er eigentlich in den allermeisten Sparten üblich ist, fasst ein Bonus/Malus-System, welches den individuellen Schadenverlauf widerspiegelt, als weiteres Tarifmerkmal auf. Dieser Ansatz ist auch aus Sicht der Hagelversicherung sinnvoll, da über die beiden Merkmale *Region* und *Frucht* nicht alle relevanten Risikomerkmale erfasst werden können wie z.B. spezielle örtliche Gegebenheiten, etwa Hanglagen, oder einen gewissen Einfluss, den der Versicherungsnehmer selbst auf die Schadenanfälligkeit nehmen kann, wie bspw. Erntezeitpunkte oder Sortenwahl.

So lässt sich mit einem Bonus/Malus-System also direkt wieder der Problematik von moral hazard oder Antiselektion entgegenwirken.

Betrachtete man die Rabatt-Tabelle 4.4 also unter dem Gesichtspunkt eines weiteren Tarifmerkmals, so stellt jede Schadenfreiheitsklasse eine Ausprägung dieses Merkmals dar. Die Tariffaktoren für jede Ausprägung lassen sich dann mit den oben dargestellten Verfahren bestimmen. In Kapitel 5 werden diese für die einzelnen Klassen der obigen Tabelle berechnet.

Abschließend bleibt noch zu erwähnen, dass es sich bei dem Tarifmerkmal *individueller Schadenverlauf* um ein sekundäres Tarifmerkmal handelt. Anders als bei den primären Merkmalen *Region* und *Frucht* lassen sich durch dieses Merkmal Risiken, die ex ante in gleiche Tarifzellen eingruppiert wurden, jedoch eine unterschiedliche Schadenerwartung haben (auf Grund von anderen, nicht verwendeten oder bekannten Risikomerkmale), im Nachhinein trotzdem differenzieren. Diese Art der **sekundären Prämien**differenzierung wird auch als **Erfahrungstarifizierung** oder Credibility-Theorie bezeichnet. Weil durch dieses Merkmal ein sehr unmittelbarer Zusammenhang zwischen den Prämien und dem individuellen Schadenverlauf des Risikos hergestellt wird, wird es auch als gerechtes Tarifmerkmal bezeichnet.

4.3.2.2 Indirekte Methoden

Im Unterschied zum Vorangesagten werden im folgenden Abschnitt einige Instrumente der Versicherungswelt betrachtet, die nicht unmittelbar mit der Produktgestaltung zusammenhängen, sondern indirekt über die Erhebung eines Schwankungszuschlages

zur Nettorisikoprämie bspw. für einen Ausgleich in der Zeit sorgen. Unter allen Maßnahmen nimmt das Institut der *Schwankungsrückstellung*, welches zunächst betrachtet werden soll, wohl eine herausragende Stellung in der Schadenversicherung, und dort speziell in der Hagelversicherung, ein.

4.3.2.2.1 Die Schwankungsrückstellung

Die Bildung einer Schwankungsrückstellung, also einer Rückstellung zum Ausgleich des schwankenden Jahresschadenbedarfes in der Schaden- und Unfallversicherung, geht von dem Ansatz aus, dass sich bei bedarfsgerecht kalkulierten Prämien Über- und Unterschadenjahre im Laufe der Zeit ausgleichen werden. Zu diesem Zwecke müssen in Unterschadenjahren Teile des Überschusses dieser Rückstellung zugeführt werden, um in folgenden Überschadenjahren zum Ausgleich von Verlusten beitragen zu können. Dabei stellt diese Rückstellung einen eigenen Posten in der Handelsbilanz dar. Die Zuführung (im Falle eines Unterschadenjahres) bzw. die Entnahme (im Falle eines Überschadenjahres) findet sich dabei in der Gewinn- und Verlustrechnung wieder. Wesentlich zu bemerken ist dabei der Punkt, dass sich diese beiden Vorgänge auch steuerlich auf das Jahresergebnis auswirken, eine Zuführung sich also z.B. ergebnismindernd auswirkt²⁸⁴.

Die handelsrechtliche Grundlage für die Schwankungsrückstellung bilden § 341h HGB und § 29 RechVersV und die Anlage zu § 29.

Da die Bildung an eine Reihe von Bedingungen geknüpft ist und die Berechnung der jährlichen Zuführung bzw. Entnahme einem recht umfangreichen Schema folgt, soll dieses im folgenden kurz dargestellt werden. Auf die praktischen Auswirkungen der Schwankungsrückstellung in Bezug zum Sicherheitszuschlag wird wiederum im empirischen Teil von Kapitel 5 eingegangen.

²⁸⁴ Bundessteuerblatt (BStBl) I 1979 S. 58

Definition 4.6 Die Berechnung der Schwankungsrückstellung

A) Voraussetzungen:

1. Bagatellklausel:

Sind B_i die Beiträge²⁸⁵ des Jahres i und GJ das aktuelle Geschäftsjahr, so muss gelten:

$$\sum_{i=GJ-2}^{GJ} B_i > 125.000 \text{ €}$$

2. Erheblichkeitsklausel:

Ist SC_i der Aufwand für Versicherungsfälle²⁸⁶ im Jahr i , dann ist:

$$SQ_i = \frac{SC_i}{B_i} \text{ die Schadenquote des Jahres } i$$

$$\overline{SQ} := \frac{1}{30} \cdot \sum_{i=GJ-30}^{GJ-1} SQ_i \text{ die mittlere Schadenquote des Beobachtungszeitraums}^{287}$$

$$\sigma_{SQ} := \sqrt{\frac{\sum_{i=GJ-30}^{GJ-1} (SQ_i - \overline{SQ})^2}{30-1}} \text{ die Standardabweichung im Beobachtungszeitraum}$$

Dann muss gelten:

$$\sigma_{SQ} \geq 0,05$$

3. Finanzierungsbedarfsquote:

$$\text{Sei } KQ_i := \frac{\text{Aufwendungen für den Versicherungsbetrieb}}{B_i}$$

²⁸⁵ Verdiente Nettobeiträge, also ohne die in Rückdeckung gegebenen Beiträge

²⁸⁶ Schäden, Regulierungskosten, Beitragsrückerstattung, Beitragsrückstellung

²⁸⁷ In der Hagelversicherung 30 Jahre, sonst 15 Jahre

die Kostenquote im Jahr i . Dann muss mindestens einmal im Beobachtungszeitraum gelten:

$$SQ_i + KQ_i > 1$$

B) Höhe der Rückstellung

1. Sollbetrag ohne Kürzung:

Der Sollbetrag (ohne Kürzung) der Schwankungsrückstellung SR_{GJ}^{Soll} im Geschäftsjahr GJ entspricht dabei dem anzustrebenden Mindestbetrag, bzw. dem maximal zulässigen Höchstbeitrag. Es gilt für die Hagelversicherung:

$$SR_{GJ}^{Soll} := 6 \cdot \sigma_{SQ} \cdot B_{GJ}$$

2. Sollbetrag mit Kürzung:

Eine Minderung des Sollbetrages (ohne Kürzung) kann erfolgen, falls die sog. Grenzscha­denquote SQ' größer ist als die durchschnittliche Schadenquote \overline{SQ} .

Es gilt:

$$SQ' := 0,95 - \overline{KQ} \quad \text{mit} \quad KQ := \frac{1}{3} \cdot \sum_{i=GJ-2}^{GJ} KQ_i$$

Für den Sollbetrag (mit Kürzung) $\overline{SR}_{GJ}^{Soll}$ der Rückstellung gilt dann:

$$\overline{SR}_{GJ}^{Soll} := SR_{GJ}^{Soll} - B_{GJ} \cdot 3 \cdot (SQ' - \overline{SQ}) = 6 \cdot \sigma_{SQ} \cdot B_{GJ} - B_{GJ} \cdot 3 \cdot (SQ' - \overline{SQ})$$

C) Veränderung der Rückstellung

1. Zuführungen:

i) *Schadenunabhängige Zuführung*

Die schadenunabhängige Zuführung (die sog. „Zinszuführung“) Z_{GJ}^{SU} im Geschäftsjahr GJ zur Schwankungsrückstellung beträgt jährlich:

$$Z_{GJ}^{SU} := 0,035 \cdot SR_{GJ}^{Soll}$$

ii) Schadenabhängige Zuführung

Die schadenabhängige Zuführung Z_{GJ}^{SA} im Geschäftsjahr GJ errechnet sich wie folgt:

$$Z_{GJ}^{SA} := \begin{cases} (\overline{SQ} - SQ_{GJ}) \cdot B_{GJ} & \text{falls } \overline{SQ} > SQ_{GJ} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

2. Entnahmen:

i) Schadenabhängige Entnahme

Die schadenabhängige Entnahme E_{GJ} des Geschäftsjahres beträgt

$$E_{GJ} := \begin{cases} (SQ_{GJ} - \overline{SQ}) \cdot B_{GJ} & \text{falls } SQ_{GJ} > \overline{SQ} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

ii) Schadenabhängige Entnahme im Besonderen

Ist die Grenzschaadenquote SQ' größer als die mittlere Schadenquote \overline{SQ} , so darf nur ein geringerer Betrag \overline{E}_{GJ} entnommen werden:

$$\overline{E}_{GJ} := E_{GJ} - 0,6 \cdot B_{GJ} \cdot (SQ' - \overline{SQ})$$

Anmerkung: Sowohl bei der Entnahme nach *i)* also auch nach *ii)* darf die Schwankungsrückstellung keine negativen Werte annehmen!

Weiterhin sei angemerkt, dass durch die Forderungen 1. *i) – ii)* und 2. *i) - ii)* gewährleistet ist, dass für den Erwartungswert der Zuführungen bzw. Entnahmen gilt:

$$E(\text{Zuführungen}) > E(\text{Entnahmen})$$

Die so nach dem deutschen Handelsrecht definierte Schwankungsrückstellung als praktische Anwendung des Prinzips des Ausgleichs in der Zeit dient also dazu, volatile Jahresergebnisse zu glätten. So wird der über die Jahre durchschnittlich nicht benötigte Prämienanteil des Sicherheitszuschlages in diese steuerfreie „Rücklage“ eingestellt, um so das Insolvenzrisiko eines Versicherers zu senken. In Kapitel 5 wird die Höhe der Schwankungsrückstellung in Abhängigkeit vom Sicherheitszuschlag simuliert.

4.3.2.2 Rückversicherung

Nachdem die Schwankungsrückstellung als wichtiges Instrument für die Bewältigung des Schwankungsrisikos in der Hagelversicherung vorgestellt wurde, wird nun ein weiterer wichtiger Bestandteil in der Elementarschadenversicherung, nämlich die Rückversicherung, beschrieben.

Unter Rückversicherung versteht man allgemein die Möglichkeit für einen Erstversicherer, Teile der zukünftigen ungewissen Schadenzahlungen an Risiken seines Portfolios gegen Zahlung einer kalkulierbaren Prämie an einen Rückversicherer zu übertragen. Zwischen den Kunden des Erstversicherers und dessen Rückversicherungsunternehmen besteht dabei kein Vertragsverhältnis.

Die Idee dieser speziellen Art von Versicherung entspricht dabei der des Erstversicherungsmarktes, nur dass es sich bei den Versicherten des Rückversicherers selbst um Versicherungsunternehmen handelt. Ziel ist es also, die einzelnen Risiken, oder vielmehr Teile von diesen, weiter (im Portfolio des Rückversicherers) zu aggregieren und dadurch den Ausgleich im Kollektiv weiter zu verbessern. Zudem ist es durch Austausch der Portfolios zwischen verschiedenen Rückversicherern möglich, diesen Effekt weiter zu verstärken. Diese „Rückversicherung der Rückversicherung“ wird auch also *Retrozession* bezeichnet²⁸⁸.

Wie die jeweilige Aufteilung des Portfolios zwischen Erst- und Rückversicherer stattfindet, ist im Prinzip frei verhandelbar. Da sich historisch jedoch einige gängige Formen der Rückversicherung herausgebildet haben, sollen im folgenden kurz die gebräuchlichsten Formen in der Hagelrückversicherung dargestellt werden. Dabei lassen sich zwei grundsätzliche Hauptformen unterscheiden, nämlich die *Proportionale* und die *Nichtproportionale Rückversicherung*²⁸⁹:

²⁸⁸ Vgl. V. FÜRSTENWERTH&WEIß (2001)

²⁸⁹ Vgl. MACK (2002, S. 321 ff.)

Seien im Folgenden $SC^{Rück}$ der Anteil des Jahresgesamtschadens $SC := \sum_{i=1}^I SC_i$ der Einzelschäden der I Risiken des Erstversicherers, den der Rückversicherer trägt, und SC^{Erst} derjenige Anteil von SC , der beim Erstversicherer verbleibt.

a) Formen der Proportionalen Rückversicherung

Bei den proportionalen Rückversicherungslösungen teilen sich Erst- und Rückversicherer Prämien und Schäden der Risiken in einem bestimmten vorher festgelegten Verhältnis. Hier haben sich hauptsächlich die Quotenrückversicherung und die Summenexedenten-Rückversicherung herausgebildet:

1. Quotenrückversicherung:

Bei der Quotenrückversicherung übernimmt der Rückversicherer einen festen, überall gleichen prozentualen Anteil x von allen Risiken des Erstversicherers. Er übernimmt also $x\%$ eines jeden Schadens und erhält dafür $x\%$ einer jeden Prämie der einzelnen Risiken. Insgesamt also $x\%$ der Jahresgesamtpremie und $x\%$ des Jahresgesamtschadens des Erstversicherers. Im Gegenzug zahlt der Rückversicherer für dieses übernommene Geschäft einen vereinbarten Anteil der Verwaltungskosten des Erstversicherers, die sog. *Rückversicherungsprovision*.

Sei also x (in %) die vereinbarte Quotenabgabe, dann gilt:

$$SC^{Rück} = x \cdot SC \text{ und } SC^{Erst} = (1 - x) \cdot SC$$

2. Summenexedenten-Rückversicherung

Anders als bei der Quotenrückversicherung, bei der das Aufteilungsverhältnis $x : (1-x)$ für alle Risiken gleich vereinbart wurde, ist es bei der Summenexedenten-Rückversicherung nur auf Risiken - oder Risikogruppen wie z.B. einzelne Gemeinden - anzuwenden, die eine bestimmte festgelegte Versicherungssumme VS_0 übersteigen.

Der abgegebene Anteil x_i (in %) entspricht dabei dem über diese festgelegte Versicherungssumme VS_0 hinausgehenden Anteil der Versicherungssumme VS_i des Risikos oder der Risikogruppe i . Üblicherweise wird dieser Anteil noch durch eine

maximal zu übernehmende Versicherungssumme, die als ganzzahliges Vielfaches $m \geq 1$ von VS_0 festgesetzt ist, begrenzt.

$$\text{Es gilt also: } x_i = \frac{\min(\max(VS_i - VS_0, 0), m \cdot VS_0)}{VS_i}$$

Damit für die Aufteilung der Schäden:

$$SC^{Rück} = \sum_{i=1}^I x_i \cdot SC_i \quad \text{und} \quad SC^{Erst} = \sum_{i=1}^I (1 - x_i) \cdot SC_i$$

Es handelt sich also um eine rein proportionale Rückversicherung, bei der allerdings der abgegebene Anteil x_i nicht in proportionaler Weise von der jeweiligen Versicherungssumme VS_i abhängt. Durch diese Art der Rückversicherung kann der Erstversicherer durch Stützung der selbstzutragenden Versicherungssummen seiner Risiken (Risikogruppen) eine gewisse Homogenisierung seines Bestandes vornehmen.

b) Formen der Nichtproportionalen Rückversicherung

Anders als bei der proportionalen Rückversicherung verhalten sich der Anteil der abgegebenen Schäden und der Eigenanteil des Erstversicherers nicht proportional zueinander. Für die Elementarschadenversicherung und im speziellen die Hagelversicherung stellt bei dieser Form die Jahrüberschaden-Rückversicherung - auch Stop Loss Deckung genannt - hierbei eine besonders wichtige Ausprägung der Rückversicherung dar. Da sich auch im Gegensatz zur vorgenannten proportionalen Rückversicherung die Tarifierung, also die Berechnung der für den Erstversicherer an den Rückversicherer zu zahlenden Prämie, bei dieser Form sehr viel aufwändiger gestaltet, wird darauf im anschließenden Abschnitt 4.3.3 noch einmal näher eingegangen.

1. Jahresüberschaden-Rückversicherung oder Stop Loss

Bei dieser Form trägt der Erstversicherer Jahresgesamtschäden bis zu einer festgesetzten Höhe, der sog. Priorität s_0 , selbst. Den über diese Grenze hinausgehenden Jahresschaden übernimmt dann der Rückversicherer, wiederum bis zu einer bestimmten Höhe, dem sog. Plafond s_1 . Da diese Art der Rückversicherung den umfassendsten

Schutz für den Erstversicherer bietet, da er z.B. alle (bis zur vereinbarten Haftungsgrenze) über ein gewisses Schadenvolumen hinausgehende Schäden an den Rückversicherer abgeben kann, bezeichnet man sie auch als Bilanzschutz. Es gilt:

$$SC^{Rück} = \min(\max(SC - s_0, 0), s_1)$$

$$SC^{Erst} = \min(SC, s_0) + \max(S - s_0 - s_1, 0)$$

Oftmals existiert nicht eine einzelne Stop Loss Deckung, sondern mehrere in sog. **Layer** eingeteilte Stop Loss Programme, die aufeinander aufsetzen.

Der Übersichtlichkeit halber bezeichnet man eine Stop Loss Deckung mit der Priorität s_0 und dem Plafond s_1 , bzw. Haftung $h_1 := s_1 - s_0$ auch mit:

$$h_1 \text{ xs } s_0$$

wobei „xs“ für *excess of loss* steht.

Ein Stop Loss Programm besteht dann z.B. aus 3 Layern:

1. Layer: 15% xs 80%

2. Layer: 35% xs 95%

3. Layer: 70% xs 130%

mit einer Gesamtdeckung von der Priorität 80% bis zum Plafond 200%, wobei die Prozentsätze sich auf die (verdiente) Prämie beziehen.

2. Einzel- oder Kumulschadenexedenten-Rückversicherung

Diese beiden Arten der Rückversicherung entsprechen von der Idee her der Stop Loss Deckung, jedoch nicht bezogen auf Jahresgesamtschäden eines Portfolios, sondern

entweder auf Einzelschäden von Risiken oder Kumulschäden, also der Summe von Einzelschäden eines Schadenereignisses. Da aber die Ereignisabgrenzung in der Hagelversicherung nicht unproblematisch ist, sind diese Typen der Rückversicherung in dieser Branche eher selten anzutreffen²⁹⁰.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass oft eine Mixtur aus den oben vorgestellten Arten von Rückversicherungsdeckungen in Kombination mit verschiedenen Platzierungsgraden und Verteilungen auf unterschiedliche Rückversicherungsunternehmen eine typische Rückversicherungsstruktur eines Erstversicherers ausmacht. Der Vorteil besteht erstens aus einem maximalen Schutz aus dem Instrument Rückversicherung insgesamt und zweitens der Begegnung des sog. *Ausfallrisikos* (des Risikos, dass ein einzelner Rückversicherer zahlungsunfähig wird). Der Nachteil einer dann oft sehr komplexen Rückversicherungsstruktur besteht darin, dass diese mit einem höheren administrativen Aufwand verbunden ist, den der Erstversicherer leisten muss.

4.3.2.2.3 Mitversicherung

Unter Mitversicherung versteht man die Beteiligung mehrerer Versicherungsunternehmen an der Übernahme eines Risikos. Jedes Unternehmen trägt dabei einen prozentualen Anteil an diesem. Im Unterschied zur Quotenrückversicherung besteht jedoch für jeden Versicherer ein direktes Vertragsverhältnis mit den einzelnen Versicherungskunden. Handelsrechtlich handelt es sich weiterhin um ein direkt abgeschlossenes Geschäft, im Gegensatz zu dem in Rückdeckung übernommenen Geschäft. Zur Vereinheitlichung der Vertragsgestaltung sowie der Schadenregulierung übernimmt dabei meist ein Versicherer, in der Regel der mit dem am höchsten gezeichneten Anteil, die sog. *Führung* innerhalb der Mitversicherung.

Dass sich diese Art der Risikoteilung in der Hagelversicherung im Vergleich zu anderen Versicherungssparten kaum durchgesetzt hat, kann auf die verschiedenen Rechtsformen

²⁹⁰ GERATHEWOHL (1979, S. 266)

der Gesellschaften zurückgeführt werden. So ist z.B. bei Versicherungsvereinen eine Nachschuss-Erhebung, wie sie im nächsten Abschnitt behandelt wird, im Zuge einer Mitversicherung mit einer Aktiengesellschaft nicht unproblematisch.

4.3.2.2.4 Der Nachschuss bei Versicherungsvereinen

Das wohl markanteste Merkmal der Versicherungsvereine ist ihr sog. *Vorbeitrag-Nachschuss-System*. Diese spezielle Art der Beitragsberechnung, die bei diesen Gesellschaften fest in den Satzungen verankert ist, hat gerade in der Hagelversicherung ihre ganz besondere Bedeutung, da sie dort im Vergleich zu großen Versicherungsvereinen anderer Sparten noch aktiv praktiziert wird.

Der Grundgedanke dieses Systems geht dabei von einer Art *zweiteiliger Beitragsrechnung* für den Versicherungsnehmer aus. In der *Ersten Rechnung* wird der sog. *Vorbeitrag* erhoben, der z.B. der Nettoprämie nach dem versicherungsmathematischen Äquivalenzprinzip inklusiver Kosten entspricht. Weiterhin ist der Versicherer berechtigt, im Falle eines Überschadenjahres eine weitere *Zweite Rechnung* zu stellen. In dieser wird bei *jedem* versicherten *Mitglied*, also auch den schadenfrei verlaufenden Policen, anteilig auf den Vorbeitrag ein Zusatzbeitrag erhoben, so dass Vorbeitrag und Zusatzbeitrag die aufgetretenen Jahresschäden der Gesellschaft (incl. Regulierungs- und Verwaltungskosten), oder zumindest den benötigten Kapitalbedarf daraus, kompensieren. Dieser Zusatzbeitrag wird auch als *Nachschuss* bezeichnet. Wichtig ist dabei herauszuheben, dass dieser Nachschuss kein Kündigungsrecht bei mehrjährigen Verträgen nach sich zieht. Zudem besteht nach den meisten Satzungen grundsätzlich keine Beschränkung der Höhe des Nachschusses.

Während in den letzten Jahren zumindest bei den großen Hagelversicherungsgesellschaften die Nachschusserhebung eher selten zur Anwendung kommt, war diese in früheren Jahren durchaus regelmäßiger. So schreibt z.B. KNOLL (1964, S. 36), dass es gerade bei den deutschen Hagelversicherungsgesellschaften a.G. üblich war, zunächst einen günstigeren Vorbeitrag als die Aktiengesellschaften bei Vertragsabschluss anzubieten, und sich anschließend den Fehlbetrag in Form des jährlichen Nachschusses wieder zu holen. Dieses Vorgehen am Markt wurde im Ausland sogar mit dem Begriff der „Deutschen Methode“ umschrieben.

Es zeigt sich im Lauf der Geschichte der Hagelversicherung, dass gerade dieser Typus der Beitragserhebung von beiden Seiten, also den Versicherungsvereinen und den Aktiengesellschaften, oft als Marketinginstrument eingesetzt wurde, um für die jeweils eigenen Prämien-Systeme zu werben:

Die Aktiengesellschaften heben dabei immer wieder ihr Festprämien-System hervor, bei dem einem Versicherten die bei Vertragsabschluss vereinbarte Prämie jährlich als *fest* garantiert wird, er also keine weiteren Zahlungen, auch bei einem ungünstigen Schadenverlauf für die Versicherungsgesellschaft, zu befürchten hat. Als Reaktion auf diesen so dargestellten Vorteil bieten die meisten Gegenseitigkeitsversicherer eine sog. **Nichtmitgliederversicherung** an. Bei dieser wird der Versicherte, gegen Zahlung eines Beitragszuschlages, von einer etwaigen Nachschusspflicht entbunden²⁹¹.

Der Vorteil eines Vorbeitrag-Nachschuss-Systems, wie er von den Versicherungsvereinen gerne dargestellt wird, liegt in der „extremen“ Ausgestaltung des Versicherungsgedankens, denn die Kehrseite eines möglichen Nachschusses für die Mitglieder eines Vereins ist die **Beitragsrückerstattung**. Bei einem versicherungstechnischen Überschuss in einem Geschäftsjahr ist das Unternehmen meist satzungsmäßig verpflichtet²⁹² diesen, anteilig nach der Höhe des geleisteten Vorbeitrages, den Mitgliedern rückzuerstatten²⁹³.

4.3.2.3 Zusammenfassende Betrachtung

In Kapitel 4.3.2 wurden zahlreiche Methoden und Instrumente vorgestellt, mit denen in der Versicherungswirtschaft dem Problem der schwankenden Jahresschadenzahlungen begegnet werden kann. Im nächsten Abschnitt werden nun wieder einige versicherungsmathematische Grundlagen hergeleitet, die bei der Ausgestaltung der oben beschriebenen Verfahren hilfreich zur Seite stehen können.

²⁹¹ Allerdings haben Nichtmitglieder auch keine Stimmrechte im Versicherungsverein.

²⁹² Auf der Grundlage eines Aufsichtsratsbeschlusses.

²⁹³ Unter Beachtung steuerrechtlicher Aspekte: (Versicherungstechnischer-) Überschuss darf nur aus dem Mitgliedergeschäft stammen. Ansonsten Problematik der sog. verdeckten Gewinnausschüttung.

Abschließend bleibt jedoch noch für diesen Abschnitt festzuhalten, dass keine allgemeine Antwort existiert, welche der beschriebenen Instrumente den besten Schutz für ein Unternehmen darstellen. Vielmehr ist es genau die Aufgabe der Unternehmensführung bzw. des Risikomanagements, den effektivsten Ausgleich durch eine Kombination der einzelnen Methoden in Abhängigkeit von der jeweiligen speziellen Situation immer wieder neu herzustellen. Da es sich gerade bei größeren Gesellschaften oft um komplexe Erst- und Rückversicherungsstrukturen handelt, oftmals noch über mehrere Sparten verteilt, sind für eine optimale Unternehmenssteuerung quantitative Kennzahlen, wie sie auch im Projekt *Solvency II*²⁹⁴ beschrieben werden, unabdingbar. Diese und deren Herkunft werden nun zunächst vorgestellt.

4.3.3 Mathematische Modellierung des Schwankungsrisikos

Stand bei der Berechnung der Nettorisikoprämie das individuelle Modell Pate, so wird im Folgenden das sog. *Kollektive Modell* betrachtet. Ziel dabei ist es, nicht wie beim Individuellen Modell den Erwartungswert bzw. die Varianz einzelner Risikogruppen für Tarifizierungszwecke zu modellieren, sondern das Portfolio eines Versicherers als Gesamtrisiko zu betrachten. Dieses lässt sich dann wieder mit Hilfe von Verteilungsfunktionen beschreiben. Anders als bei der Berechnung der Nettorisikoprämie ist man dabei aber nicht nur an der Modellierung des Erwartungswertes und der Varianz der Gesamtschadenverteilung des Portfolios interessiert, sondern vielmehr, unter Vorgabe eines bestimmten Sicherheitsniveaus, an dem zu erwartenden maximalen Gesamtschaden. Dieser wird üblicherweise mit Hilfe von Quantilen der zur grundlegenden Dichtefunktionen beschrieben. In diesem Zusammenhang verwendet man auch oft den Begriff des „wahrscheinlichen Höchstschadens“, dem sog. *Probable Maximum Loss*, oder *PML* abgekürzt²⁹⁵. Den

²⁹⁴ Vgl. bspw. NGUYEN (2008), BAETZ *et al.* (2008), ZÖBISCH (2009) oder OTT (2005)

²⁹⁵ In der Finanzmathematik auch als Value at Risk bezeichnet.

Zusammenhang zwischen der Schadenverteilungsfunktion und PML gibt die folgende Definition:

Definition 4.7 Probable Maximum Loss (PML)

Sei SS^{Gesamt} die stetige Zufallsvariable des Gesamtschadensatzes eines Versicherungsportfolios mit der Dichtefunktion f und Verteilungsfunktion F , dann bezeichnet man mit $x_{1-\alpha}$ den *Probable Maximum Loss* von SS^{Gesamt} zur Eintrittswahrscheinlichkeit α , wobei gilt:

$$P(SS^{Gesamt} \geq x_{1-\alpha}) = \alpha$$

Der Kehrwert $J = \frac{1}{\alpha}$ wird auch als *Wiederkehrperiode* oder, da es sich um Eintrittswahrscheinlichkeiten für Jahresgesamtschäden handelt, als *Jährlichkeit* bezeichnet.

So fordert das neue Aufsichtsregime Solvency II beispielsweise, dass ein Versicherungsunternehmen mit der Wahrscheinlichkeit von 95,5% solvent bleibt (vgl. bspw. EU-KOMMISSION (2008)). Dies entspricht also einem 200 Jahresereignis.

Daneben ist für verschiedene Fragestellungen noch der sog. *Fernere Erwartungswert* oder *Far Mean*²⁹⁶ von Bedeutung. Dieser ist der Erwartungswert aller Realisationen von SS^{Gesamt} oberhalb einer Grenze M und ist wie folgt festgelegt:

Definition 4.8 Far Mean oder Tail Value at Risk (TVaR)

Seien SS^{Gesamt} , f und F wie oben. Sei $M > 0$, dann bezeichnet man mit

$$FM_M(SS^{Gesamt}) := \frac{1}{1 - F(M)} \cdot \int_M^{\infty} y \cdot f(y) dy$$

den *Fernereren Erwartungswert* von SS^{Gesamt} .

²⁹⁶ In der Finanzmathematik auch oft als Tail Value at Risk bezeichnet

Als letztes soll noch ein weiteres Maß der Versicherungswelt vorgestellt werden, der sog. *Beschränkte Erwartungswert* oder *Limited Mean*. Dies ist wiederum der Erwartungswert von SS^{Gesamt} nach Kupierung bei der Grenze M , also:

Definition 4.9 Limited Mean oder limited expected value function

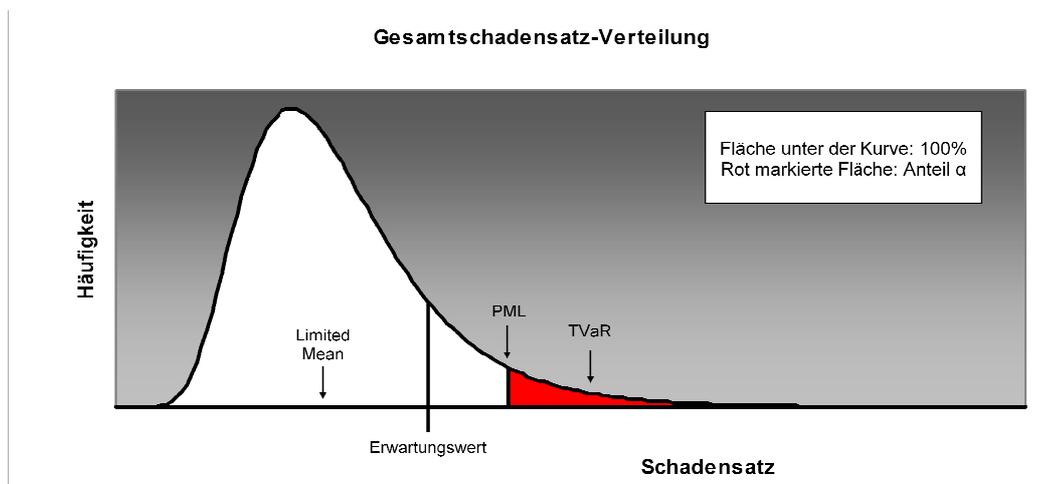
Seien SS^{Gesamt} , f und F wieder wie oben. Sei $M > 0$, dann bezeichnet man mit

$$LM_M(SS^{\text{Gesamt}}) := M \cdot [1 - F(M)] + \int_0^M y \cdot f(y) dy$$

den *Beschränkten Erwartungswert* von SS^{Gesamt} .

Anschaulich werden alle drei Maße auch noch mal durch die Abbildung 4.7:

Abbildung 4.7: PML, TVaR und Limited Mean einer Verteilung



Quelle: Eigene Darstellung

War es also bei der Bestimmung der Nettorisikoprämie das Ziel, den Erwartungswert zunächst für einzelne Risikogruppen zu bestimmen und somit eine über die Zeit für das Gesamtunternehmen auskömmliche Prämie zu ermitteln, soll nun über die Modellierung der Gesamtschadenverteilung zusätzlich ein Schwankungszuschlag berechnet werden, um die Zahlungsfähigkeit (*Solvabilität*) des Unternehmens auch für einzelne Überschadenjahre mit einer vorgegebenen Ruinwahrscheinlichkeit α zu gewährleisten. Die Höhe des Zuschlages bestimmt sich dann unter anderem nach der zu Grunde gelegten Verteilungsfunktion und der gewünschten Sicherheitswahrscheinlichkeit $1 - \alpha$.

Insgesamt lässt sich folgendes Schema für die Bestimmung des Schwankungszuschlages darstellen:

1. Bereitstellen der Gesamtschadensatzreihe für eine möglichst große Anzahl an Jahren,
2. Modellierung (Anpassung) einer geeigneten Verteilungsfunktion,
3. Wählen einer Sicherheitswahrscheinlichkeit oder Jährlichkeit, mit der ein Ruin verhindert werden soll,
4. Bestimmung des PML,
5. Berechnung des Sicherheitszuschlages zur Nettorisikoprämie.

Während die Punkte 1. bis 4. dabei ein konkretes Vorgehen vorgeben, ist der Punkt 5. zusätzlich von vielerlei weiteren Faktoren abhängig und damit nicht pauschal zu beschreiben. So ist die Höhe des Zuschlages nicht nur vom berechneten PML abhängig, sondern auch von der jeweiligen Zusammenstellung der vorgenannten Absicherungsmaßnahmen wie z.B. des Rückversicherungsschutzes oder auch der Höhe der Schwankungsrückstellung bzw. des Eigenkapitals.

Im Zusammenhang mit der Bestimmung des Schwankungszuschlages sollen hier auch die unterschiedlichen sog. *Prämienprinzipien* nicht unerwähnt bleiben. So gibt es verschiedene Ansätze, wie sich die Bruttorisikoprämie B aus Nettorisikoprämie und Schwankungszuschlag zusammensetzt. Zu den geläufigsten gehören dabei²⁹⁷:

- a) Das Erwartungswertprinzip:

$$B = E(S) + a \cdot E(S)$$

- b) Das Varianzprinzip:

$$B = E(S) + a \cdot Var(S)$$

²⁹⁷ Vgl. WALTER (1998, S. 94) und ALBRECHT (1984, S. 168)

c) Standardabweichungsprinzip:

$$B = E(S) + a \cdot \sqrt{\text{Var}(S)}$$

wobei $E(S)$ der Erwartungswert der (Gesamt-)Schadenvariablen S (also die Nettorisikoprämie), $\text{Var}(S)$ die Varianz und a ein Faktor größer Null ist. Man sieht dabei sofort, dass beim Varianz- und beim Standardabweichungsprinzip der Sicherheitszuschlag direkt von der Volatilität von S abhängig ist.

Bevor nun einige in der Schadenversicherung gängige Verteilungsfunktionen vorgestellt werden, die zur Modellierung der Gesamtschadensatzreihe verwendet werden, gilt es noch eine Problematik vorab zu klären:

Die oben unter 1. genannte Gesamtschadensatzreihe, d.h. die Jahresschadensätze des Versicherungsunternehmens, beruhen für verschiedene Jahre auf unterschiedlichen Bestandszusammensetzungen. Dies ist gerade dann ein Problem, wenn Unternehmen im Laufe der Jahre sowohl ihr regionales Betätigungsfeld als auch ihr Angebot an versicherbaren Kulturen verändert haben. Daraus folgt, dass die Jahresschadensätze unterschiedlicher Jahre nicht direkt miteinander vergleichbar und somit für eine Modellierung des unternehmerischen Gesamtrisikos nicht unbedingt geeignet sind. Um dieses Problem zu beheben, werden die einzelnen Schadensätze derart normiert, dass sie vergleichbar sind. Dabei dienlich sind die mit Hilfe der in 4.2.1.3 vorgestellten Verfahren berechneten Faktoren für die Merkmalsausprägungen. Genauso wie bei der Großschadenkupierung normiert man zunächst die Jahresbestände auf die Referenzfruchtart Gerste. In einem weiteren Schritt werden dann anschließend auf Grundlage dieser normierten Schadensätze für die einzelnen Regionen Indizes als Versicherungssummen gewichtete Abweichung vom Fruchtarten normierten Regionalschadensatz zum Gesamtschadensatz berechnet. Nach Division der normierten Regionalschadensätze durch diese Regionalindizes lassen sich dann auch regionale Bestandsveränderungen berücksichtigen. Die so erhaltenen Jahresschadensätze sind dann miteinander vergleichbar und sollen die Grundlage für eine Modellierung des Kollektiven Modells bilden.

4.3.3.1 Das Kollektive Modell

Zunächst werden nun einige Verteilungsfamilien vorgestellt, die auch im empirischen Teil zur Modellierung herangezogen werden sollen. Obwohl grundsätzlich dabei eine Vielzahl von Verteilungen in Frage kommen würde, wird sich hier auf die auch vom Gesamtverband vorgeschlagenen Verteilungsfamilien beschränkt (vgl. GDV (II) (2006)). Dazu zählen die folgenden Familien:

1. Lognormal
2. Weibull
3. Invers-Weibull, auch Fréchet genannt
4. Burr

Für alle diese werden deren Dichtefunktionen $f(x)$, Verteilungsfunktion $F(x)$, mit der Ableitung $F'(x) = f(x)$, sowie Erwartungswert $E(X)$ und Varianz $\text{Var}(X)$ dargestellt. Zusätzlich wird auch, falls analytisch darstellbar, eine Berechnung des PML angegeben.

Definition 4.10 Verteilungsfamilien Kollektives Modell

a) Lognormal Verteilung

Sei X eine stetige Zufallsvariable, die der Lognormalverteilung mit den Parametern a und $b > 0$ unterliegt, dann gilt für:

$$\text{i) Dichtefunktion: } f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot b \cdot x} \cdot \exp\left(-\frac{(\ln(x) - a)^2}{2b^2}\right) \quad \text{für } x > 0$$

$$\text{ii) Verteilungsfunktion: } F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot b} \cdot \int_0^x \frac{1}{t} \cdot \exp\left(-\frac{(\ln(t) - a)^2}{2b^2}\right) dt$$

$$\text{iii) Erwartungswert: } E(X) = \exp\left(a + \frac{b^2}{2}\right)$$

$$\text{iv) Varianz: } \text{Var}(X) = \exp(2a + b^2) \cdot (\exp(b^2) - 1)$$

b) Weibull Verteilung

Sei X eine stetige Zufallsvariable, die der Weibullverteilung mit den Parametern $a > 0$ und $b > 0$ unterliegt, dann gilt für:

i) Dichtefunktion: $f(x) = a \cdot b \cdot x^{a-1} \cdot \exp(-b \cdot x^a)$ für $x > 0$

ii) Verteilungsfunktion: $F(x) = 1 - \exp(-b \cdot x^a)$

iii) Erwartungswert: $E(X) = b^{-\frac{1}{a}} \cdot \Gamma\left(\frac{1}{a} + 1\right)$

iv) Varianz: $Var(X) = b^{-\frac{2}{a}} \cdot \left[\Gamma\left(\frac{2}{a} + 1\right) - \Gamma\left(\frac{1}{a} + 1\right)^2 \right]$

wobei $\Gamma(x)$ die Gammafunktion bezeichnet mit: $\Gamma(x) := \int_0^{\infty} t^{x-1} \cdot e^{-t} dt$ für $x > 0$

c) Invers-Weibull (Fréchet) Verteilung

Sei X eine stetige Zufallsvariable, die der Invers-Weibullverteilung mit den Parametern $a > 0$ und $b > 0$ unterliegt, dann gilt für:

i) Dichtefunktion: $f(x) = \frac{b \cdot (a/x)^b \cdot \exp(-(a/x)^b)}{x}$ für $x > 0$

ii) Verteilungsfunktion: $F(x) = \exp(-(a/x)^b)$

iii) Erwartungswert: $E(X) = a \cdot \Gamma(1 - 1/b)$ für $b > 1$

iv) Varianz: $Var(X) = a^2 \cdot \left(\Gamma(1 - 2/b) - \Gamma(1 - 1/b)^2 \right)$ für $b > 2$

jeweils mit $\Gamma(x)$ als Gammafunktion wie oben.

v) PML:

Sei $\vartheta := 1 - \alpha$ die gewünschte Sicherheitswahrscheinlichkeit (also der Jährlichkeit $1/\alpha$) mit der ein Unternehmen solvent bleiben soll, dann gilt für den PML:

$$PML(\vartheta) = a \cdot \left[\ln(1/\vartheta) \right]^{-1/b}$$

d) Burr Verteilung

Sei X eine stetige Zufallsvariable, die der Burrverteilung mit den Parametern $a > 0$, $b > 0$ und $c > 0$ unterliegt, dann gilt für:

$$\text{i) Dichtefunktion: } f(x) = \frac{a \cdot c \cdot (x/b)^c}{x \cdot [1 + (x/b)^c]^{a+1}}$$

$$\text{ii) Verteilungsfunktion: } F(x) = 1 - \left[\frac{1}{1 + (x/b)^c} \right]^a$$

$$\text{iii) Erwartungswert: } E(X) = \frac{b \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{c}\right) \cdot \Gamma\left(a - \frac{1}{c}\right)}{\Gamma(a)} \quad \text{für } a \cdot c > 1$$

iv) Varianz:

$$\text{Var}(X) = b^2 \cdot \left[\frac{\Gamma(1 + 2/c) \cdot \Gamma(a - 2/c)}{\Gamma(a)} - \frac{\Gamma(1 + 1/c)^2 \cdot \Gamma(a - 1/c)^2}{\Gamma(a)^2} \right]$$

für $a \cdot c > 2$

$$\text{v) PML: } PML(\vartheta) = b \cdot \left[(1 - \vartheta)^{-\frac{1}{a}} - 1 \right]^{\frac{1}{c}}$$

4.3.3.2 Verteilungsanpassung

Für die Schätzung der beiden, oder im Falle der Burr Verteilung drei, Parameter eignen sich im Prinzip die gebräuchlichen Schätzmethoden, wie:

- Momentenmethode
- Maximum Likelihood Methode
- Minimum Chi Quadrat Methode
- Methode der kleinsten Quadrate

Die einfachste Methode ist dabei die Momentenmethode. Hier werden die Verteilungsparameter mit den empirischen Werten für Erwartungswert und Varianz gleichgesetzt und durch Auflösen der Gleichungen bestimmt. Es gelten für die empirischen Werte dabei:

$$\text{Mittelwert : } \quad \bar{m} = \frac{1}{VS} \cdot \sum_{j=1}^J SS_j \cdot VS_j \quad \text{mit } VS = \sum_{j=1}^J VS_j$$

$$\text{Varianz: } \quad s^2 = \frac{1}{J-1} \cdot \sum_{j=1}^J VS_j \cdot (SS_j - \bar{m})^2$$

mit den Schadensätzen SS_j und den Versicherungssummen VS_j für die Jahre $j = 1, \dots, J$

Da die Momentenmethode allerdings stark vom Vorhandensein einzelner Großschäden abhängig ist und auch bei der drei-parametrischen Burrverteilung zu Schwierigkeiten führt, soll hier noch die Maximum-Likelihood-Methode erwähnt werden:

Die zu maximierende Likelihoodfunktion mit dem Parametervektor $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_K)$ für $K \in \{2, 3\}$ und den J Jahreswerten stellt sich wie folgt da:

$$L(\omega) = \prod_{j=1}^J f(SS_j) \rightarrow \text{Max} \quad \Leftrightarrow \quad l(\omega) := -\ln(L(\omega)) = -\sum_{j=1}^J \ln(f(SS_j)) \rightarrow \text{Min}$$

Die Lösung lässt sich z.B. über die partiellen Ableitungen: $\frac{\partial l(\omega)}{\partial \omega_k} = 0$ mit $k = 1, \dots, K$

bestimmen. Dieses (nichtlineare) Gleichungssystem kann wiederum beispielsweise mit dem Newton-Verfahren iterativ gelöst werden.

Im empirischen Teil werden aus vorgenannten Gründen die Parameter mit Hilfe der Maximum-Likelihood-Methode geschätzt.

Anmerkung zur Verteilungsanpassung bei gestutzten Verteilungen:

Bei der empirischen Analyse wird festgestellt werden, dass gerade bei der Burr-Verteilung eine nennenswerte Anzahl von sehr großen Realisierungen der Variablen „Jahresgesamtschadensatz“ modelliert wird. Daher kann es sinnvoll sein, die modellierten Verteilungen an empirische Werte zwischen 0 und einer oberen Grenze M anzupassen. Anders ausgedrückt, soll also die modellierte Verteilung keine Werte oberhalb von M annehmen können. Für diese sog. **Stutzung bei M** muss hier allerdings das oben beschriebene Verfahren der Verteilungsanpassung erweitert werden. Ausgangspunkt ist also wieder die Log-Likelihood-Schätzung. Die Beziehung zwischen der zu bestimmenden gestutzten Verteilung F und der an die Daten angepassten ungestutzten Verteilung \tilde{F} ist dabei gegeben durch (Vgl. GDV (III) (2006, S. 11)):

$$F(x) := \begin{cases} \frac{\tilde{F}(x)}{\tilde{F}(M)} & 0 \leq x < M \\ 1 & x \geq M \end{cases}$$

Damit ergibt sich die Dichte f der Verteilung F als deren Ableitung:

$$f(x) := \begin{cases} \frac{\tilde{f}(x)}{\tilde{F}(M)} & 0 \leq x < M \\ 0 & x \geq M \end{cases}$$

Ziel ist also eine theoretische ungestutzte Verteilungsfunktion \tilde{F} zu bestimmen, welche nach Transformation auf das Intervall $[0, M)$ die (transformierte) empirische Verteilung F_{emp} (Def. s.h. unten) geeignet approximiert, es also gilt:

$$\frac{\tilde{F}(x)}{\tilde{F}(M)} \approx \frac{F_{emp}(x)}{F_{emp}(M)} \quad \text{für } 0 \leq x \leq M$$

Für die zugehörige Likelihoodfunktion gilt dann entsprechend wieder:

Sind SS_1, \dots, SS_J die J Jahreswerte und $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_K)$ für $K \in \{2, 3\}$ der zu schätzende Parametervektor, so folgt

$$\begin{aligned} L(\omega) = \prod_{j=1}^J f(SS_j) \rightarrow \text{Max} & \quad \Leftrightarrow \quad l(\omega) := -\ln(L(\omega)) = -\sum_{j=1}^J \ln(f(SS_j)) \rightarrow \text{Min} \\ & \quad \Leftrightarrow \quad l(\omega) = J \cdot \ln \tilde{F}(M) - \sum_{j=1}^J \ln(\tilde{f}(SS_j)) \rightarrow \text{Min} \end{aligned}$$

Für die Lösung des Systems gilt entsprechend oben gesagtes.

Schließlich interessiert noch der Erwartungswert einer gestutzten Verteilung. Allgemein gilt für den Erwartungswert einer stetigen Zufallsvariablen X mit Verteilungsfunktion F und zugehöriger Dichte f :

$$E(X) = \int_0^{\infty} y \cdot f(y) dy$$

Für $0 \leq x \leq M$ gilt dann mit der Definition von f :

$$\begin{aligned} E(X) &= \int_0^M y \cdot \frac{\tilde{f}(y)}{\tilde{F}(M)} dy = \frac{1}{\tilde{F}(M)} \cdot \left[\int_0^{\infty} y \cdot \tilde{f}(y) dy - \int_M^{\infty} y \cdot \tilde{f}(y) dy \right] \\ &= \frac{1}{\tilde{F}(M)} \cdot [\tilde{E}(X) - \tilde{F}M_M \cdot (1 - \tilde{F}(M))] \end{aligned}$$

wobei $\tilde{E}(X)$ und $\tilde{F}M_M$ den Erwartungswert und den Ferneren Erwartungswert von \tilde{F} bezeichnen.

Bleibt noch die Frage nach der Beurteilung der Anpassungsgüte der vier dargestellten Verteilungsfamilien. Hat man die Parameter jeweils für die vier Modelle nach der Maximum-Likelihood-Methode geschätzt, muss noch geklärt werden, welche Verteilung am „besten“ zu den gemessenen Schadensätzen passt.

Für diese Fragestellung existiert wiederum eine Vielzahl von Methoden. Hier werden zwei graphische Verfahren zur Hilfe genommen²⁹⁸, die recht anschaulich eine gute Einschätzung geben. Diese stellen die sog. PP-Plots bzw. die Return-Level Plots da.

4.3.3.3 Beurteilung der Anpassungsgüte

Sei F eine theoretische Verteilungsfunktion, die nach dem oben beschriebenen Verfahren an eine der Größe nach geordneten Reihe von J normierten Jahresschadensätzen SS_1, \dots, SS_J angepasst wurde. Ziel ist es F mit der empirischen Verteilung der Schadensätze graphisch zu vergleichen. Dazu wird sich der sog. *Alpha-Korrektur* für die empirische Verteilungsfunktion bedient und eine modifizierte empirische Verteilungsfunktion F_{emp} wie folgt definiert:

$$F_{emp}(SS_j) := \frac{j - \alpha/2}{J + 1 - \alpha} \text{ für } j = 1, \dots, J$$

²⁹⁸ Vgl. GDV (III) (2006, S. 17)

Wie in GDV (III) (2006) wird hier $\alpha = 3/4$ gesetzt. Also ergibt sich für F_{emp} :

$$F_{emp}(SS_j) := \frac{j - 3/8}{J + 1/4}$$

Mit Hilfe von F_{emp} können nun die gemessenen Daten mit den theoretisch errechneten auf zweierlei Weise verglichen werden:

1. P-P-Plot:

Es werden in einem Koordinatensystem mit den Achsen „x-Achse = beobachtete Wahrscheinlichkeiten“ und „y-Achse = modellierte Wahrscheinlichkeiten“ die Punkte: $P_j := (F_{emp}(SS_j), F(SS_j))$ $j = 1, \dots, J$ aufgetragen. Als Referenzlinie dient die Diagonale $y = x$.

Interpretation:

- Liegt der Graph für einen Schadensatz SS_j über der Referenzlinie, bedeutet dies, dass die Anzahl der modellierten Schadensätze $\leq SS_j$ größer ist als die der gemessenen Schadensätze $\leq SS_j$.
- Verläuft der Graph innerhalb eines Intervalls $[F(SS_j), F(SS_k)]$ mit $j < k$ parallel zur Referenzlinie, dann stimmt die Anzahl der beobachteten Schadensätze zwischen SS_j und SS_k mit der Anzahl der gemessenen überein. Wandert hingegen der Graph in diesem Intervall im Vergleich zur Diagonalen nach unten, so ist die Anzahl der theoretisch ermittelten Werte kleiner als die der tatsächlich beobachteten. Umgekehrt gilt entsprechendes.

2. Return-Level-Plot:

Bei dieser Darstellung interessieren die Quantile der Jährlichkeiten von gemessener und theoretischer Verteilung. Da für die Jährlichkeiten $J = 1/(1 - p)$ gilt, folgt für die Jährlichkeiten der empirischen Verteilung:

$$J_j = 1/(1 - p_j) = \frac{1}{1 - \frac{j - 3/8}{J + 1/4}} = \frac{J + 1/4}{J - j + 5/8}$$

Die Quantile der theoretischen Verteilung errechnen sich als $F^{-1}(1 - 1/J)$. Die Quantile SS_j der empirischen Verteilung werden entsprechend ihren Jährlichkeiten J_j zugeordnet.

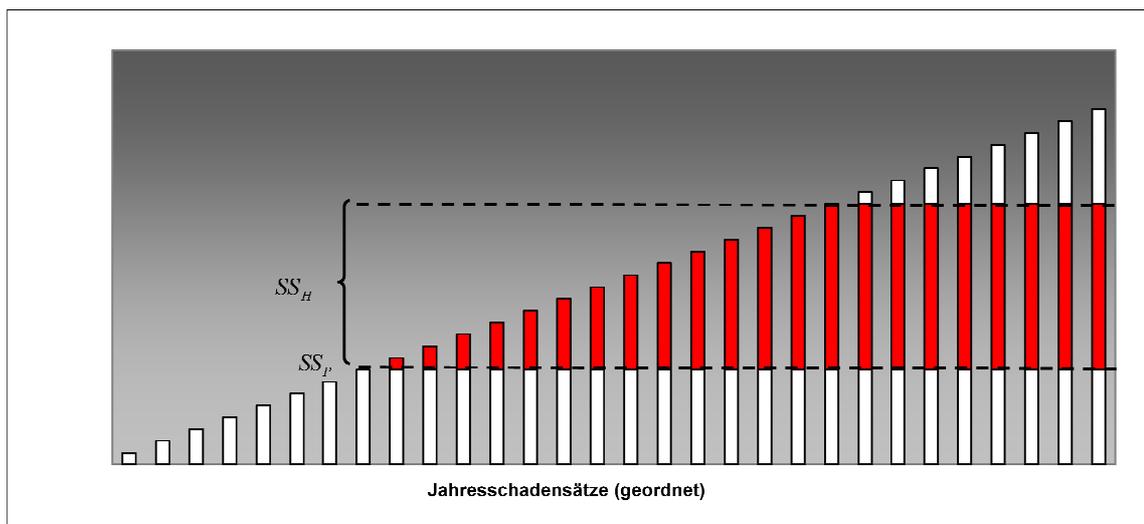
Dann wird wieder in ein Koordinatensystem mit „x-Achse = Jährlichkeit (als logarithmische Darstellung)“ und „y-Achse = zugehörigen empirischen und modellierten Quantile“ eingetragen.

4.3.3.4 Anwendung in der Rückversicherung

Am Schluss des Kapitels soll noch eine Anwendung der eben dargestellten statistischen Verfahren bei der Modellierung von Rückversicherungsprogrammen gegeben werden. Hat man in einem ersten Schritt eine „passende“ Verteilung der Zufallsvariablen Gesamtschadensatz SS^{Gesamt} gefunden, so lässt sich mit Hilfe des Beschränkten Erwartungswertes die technische Prämie - die Netto-Risikoprämie aus Sicht des Rückversicherers - eines Stop Loss Programms ermitteln:

Betrachtet man zum Beispiel den Layer eines Stop Loss Programms mit der Priorität SS_p und der Haftung SS_H . Dazu seien die geordneten (normierten) Jahresschadensätze eines Portfolios wie folgt gegeben:

Abbildung 4.8: Geordnete Jahresschadensätze eines Versicherungsportfolios



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an GDV (III) (2006, S. 10)

Anschaulich ist also die technische (faire) Prämie für einen derartigen Stop Loss Schutz der Erwartungswert des Layers zwischen SS_P und $SS_P + SS_H$. Jeder Jahresschadensatz SS_j trägt also genau

$$\min[\max(SS_j - SS_P, 0), SS_H]$$

zum Layer bei.

Demnach errechnet sich der Erwartungswert des Layers zwischen SS_P und $SS_P + SS_H$ als:

$$\begin{aligned} E("SS_H \text{ xs } SS_P") &= \int_0^{\infty} \min[\max(y - SS_P, 0), SS_H] \cdot f(y) dy \\ &= \int_{SS_P}^{SS_P+SS_H} (y - SS_P) \cdot f(y) dy + \int_{SS_P+SS_H}^{\infty} SS_H \cdot f(y) dy \\ &= \int_{SS_P}^{SS_P+SS_H} y \cdot f(y) dy - SS_P \cdot [F(SS_P + SS_H) - F(SS_P)] + SS_H \cdot [1 - F(SS_P + SS_H)] \\ &= (SS_P + SS_H) \cdot [1 - F(SS_P + SS_H)] + \int_0^{SS_P+SS_H} y \cdot f(y) dy - SS_P \cdot (1 - F(SS_P)) - \int_0^{SS_P} y \cdot f(y) dy \end{aligned}$$

Mit der Definition 4.9 für den beschränkten Erwartungswert ergibt sich vereinfachend daraus:

$$E("SS_H \text{ xs } SS_P") = LM_{SS_P+SS_H}(SS^{Gesamt}) - LM_{SS_P}(SS^{Gesamt})$$

Diese faire Prämie müsste ein Erstversicherer einem Rückversicherungsunternehmen für eine derartigen Stop Loss Deckung zahlen. Da jedoch auch beim Rückversicherer neben der Nettorisikoprämie die aufgeführten Zuschläge erhoben werden, muss, aus versicherungsmathematischer Sicht gesehen, die Differenz aus tatsächlichen Rückversicherungskosten und Nettorisikoprämie als effektive Kosten vom Erstversicherer und damit von dessen Kunden als Schwankungszuschlag aufgebracht werden.

Insgesamt sind die Kosten für Rückversicherung stark abhängig von der Eigenkapitalausstattung, der Höhe der Dotierung der Schwankungsrückstellung und der Volatilität des Versicherungsbestandes. Auch hier gilt: Je ausgeglichener der Bestand eines Erstversicherers ist, desto geringer sind dessen Rückversicherungskosten.

4.4 Betriebskostenzuschlag, Gewinnzuschlag und Steuern

Der *Betriebskostenzuschlag* soll sowohl fixe als auch variable Betriebskosten eines Versicherungsunternehmens decken. Zu den Fixkosten zählt beispielsweise der Aufwand für Gehälter, Bürokosten oder Produkterstellungskosten. Typische variable Kosten sind Provisionen.

Eine weitere Komponente der Zuschläge stellt der *Gewinnzuschlag* dar. Sei c das Eigenkapital einer Versicherungsaktiengesellschaft und z der *risikofreie* Zinssatz für sehr sichere Kapitalanlagen (Staatsanleihen). Dann werden Aktionäre (betriebswirtschaftlich) gesehen nur dann Anteile an dem Unternehmen halten, wenn die Eigenkapitalrendite r größer ist als z . Der vom Versicherungsunternehmen zu erwirtschaftende Betrag $(r - z) \cdot c$ muss also als Gewinnzuschlag vom Versicherungsnehmer - als Gegenleistung für das zur Verfügung gestellte Sicherheitskapital - bei Aktiengesellschaften zusätzlich bedient werden.

Die *Versicherungsteuer* ist als Bundessteuer im Versicherungsteuergesetz geregelt. Sie beträgt im allgemeinen seit dem Jahre 2007 19% der Bruttoprämie²⁹⁹. Eine wesentliche Ausnahme bildet hier die landwirtschaftliche Hagelversicherung. Bei ihr beträgt sie 0,2 Promille der Versicherungssumme³⁰⁰.

²⁹⁹ Bruttoprämie hier ohne Versicherungsteuer verstanden.

³⁰⁰ Vgl. dazu auch das in 3.5.5 gesagte.

5 Empirische Untersuchung der Hagelversicherung

Das Ziel der empirischen Analyse ist es, zum einen die im letzten Kapitel vorgestellten versicherungsmathematischen Verfahren zu testen und so Erkenntnisse über deren Tauglichkeit in der praktischen Anwendung zu gewinnen. Zum anderen sollen gerade im Hinblick auf die Mehrgefahrenversicherung erste Eindrücke der Risikoexponierung in diesem speziellen Zweig der Sachversicherung erhalten werden. In diesem Zusammenhang ist also insbesondere die Analyse des Gesamtrisikopotenzials eines Versicherungsbestandes mittels des PML zu sehen.

Die empirische Analyse der Hagelversicherung gliedert sich in drei Teile. Im ersten Teil wird zunächst das Datenmaterial vorgestellt und dessen Besonderheiten herausgestellt. Im zweiten Abschnitt wird dann für diesen Datensatz die Nettorisikoprämie modelliert. Dazu werden zunächst für das Tarifmerkmal *Region* die Merkmalsausprägungen mit Hilfe des Clusterverfahren aus 4.2.1.2.2 bestimmt. Grundlage für die anschließende Bestimmung der Tariffaktoren bildet das Individuelle Modell. Es werden die in 4.2.1.3 vorgestellten Verfahren getestet und am Ende mittels Fehlerdiagnose miteinander verglichen. Im letzten Teil dieses Kapitels stehen dann die verschiedenen Verteilungstypen des Kollektiven Modells an, um mögliche Jahresgesamtschäden zu modellieren, Rückversicherungskosten zu berechnen und somit Erkenntnisse zur Höhe des Schwankungszuschlages zu gewinnen. Zudem wird eine Simulation der Entwicklung der Schwankungsrückstellung vorgenommen.

5.1 Datenmaterial

Das zur empirischen Analyse verwendete Datenmaterial stammt von dem auf dem deutschen Markt führenden Hagelversicherungsunternehmen - beziehungsweise der beiden verbundenen Gesellschaften - Vereinigte Hagelversicherung VVaG und Kölnische Hagel-Versicherungs-AG. Es ist insoweit stark eingeschränkt, als nur die Fruchtarten Wintergerste, Winterweizen, Winterraps, Silomais, Wein und Kernobst (im Weiteren mit Gerste, Weizen, Raps, Mais, Wein und Obst abgekürzt) betrachtet werden. Zudem repräsentiert es die Jahre von 1980 bis 2006. Auf diesen Zeitraum bezogen, stellt es nur ca. 28% der Gesamtversicherungssumme des Marktes dar (vgl. Tabelle 4.3). Trotz allem ist das Datenmaterial bewusst so ausgewählt, dass es als repräsentativer Teil-Bestand aussagekräftig genug ist, um die Stärken und Schwächen der verschiedenen mathematischen Verfahren herauszuarbeiten. Es sei also hier noch einmal

ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das Ziel dieses Kapitels nicht die quantitativen Resultate selbst sind, sondern es vielmehr um die praktische Anwendung der vorgestellten Verfahren geht. Insofern sind die hergeleiteten Ergebnisse also nicht repräsentativ für die tatsächliche Höhe der Prämien.

Tabelle 5.1 zeigt die Entwicklung der Versicherungssumme und der Versicherungsleistungen der untersuchten Jahre 1980 bis 2006:

Tabelle 5.1: Darstellung des untersuchten Datenmaterials: Entwicklung der Versicherungssummen und –leistungen der Jahre 1980 bis 2006

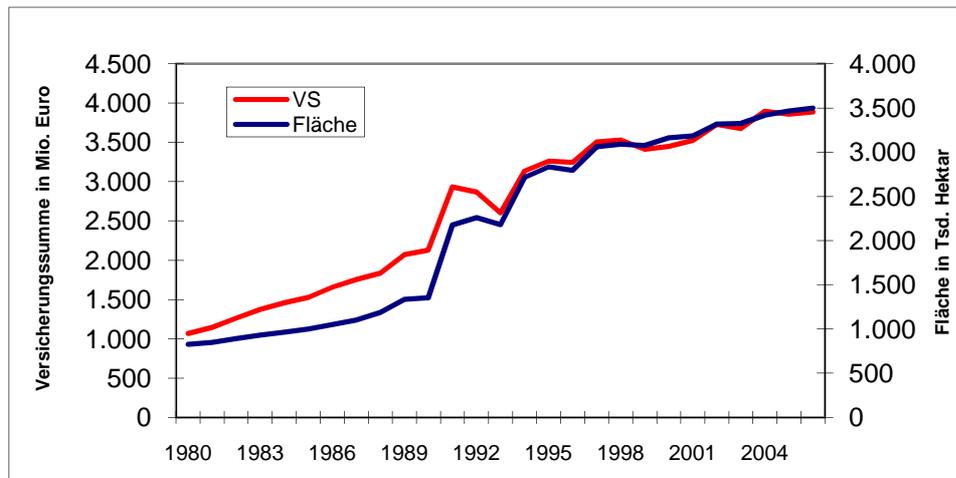
Jahr	Versicherungssumme [Tsd. EUR]	Leistungen für Vers.-Fälle [EUR]	Jahr	Versicherungssumme [Tsd. EUR]	Leistungen für Vers.-Fälle [EUR]
1980	1.066.421	7.770.989	1994	3.133.608	37.952.230
1981	1.146.183	21.605.648	1995	3.262.086	34.920.743
1982	1.263.441	18.048.614	1996	3.243.660	31.751.640
1983	1.374.251	10.690.354	1997	3.506.860	22.516.263
1984	1.456.937	17.734.360	1998	3.529.991	22.029.259
1985	1.527.104	30.444.333	1999	3.412.894	33.144.398
1986	1.654.759	19.963.866	2000	3.449.158	48.453.057
1987	1.754.653	12.403.908	2001	3.526.035	24.577.679
1988	1.834.822	17.195.660	2002	3.729.290	39.778.547
1989	2.070.550	24.004.681	2003	3.677.842	36.690.643
1990	2.126.035	19.565.137	2004	3.896.755	46.961.767
1991	2.934.292	15.633.732	2005	3.859.416	31.696.046
1992	2.866.294	35.278.639	2006	3.888.346	25.888.045
1993	2.603.467	60.725.375	Summe	71.795.148	747.425.613

Quelle: Eigene Berechnungen nach VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (II) (2007)

Dabei ist zunächst eine Zunahme der Versicherungssumme von 1980 mit 1,07 Mrd. Euro zu 3,89 Mrd. Euro im Jahre 2006 um mehr als das dreieinhalbfache festzustellen. Diese Zunahme ist mit einer fast identischen Steigerung der versicherten Fläche zu erklären, wie aus Abbildung 5.1 entnommen werden kann. Für den Schadensatz, also das Verhältnis von Schaden zu Versicherungssumme, ist hingegen über den beobachteten Zeitraum kein Trend erkennbar. Er liegt im Durchschnitt der Jahre bei 1,04%.

Um einen detaillierteren Einblick über die Aufteilung der Versicherungssumme, der Fläche und den Entschädigungsleistungen, dargestellt als Schadensatz, zu erhalten, sind diese drei Kennzahlen – aggregiert über den gesamten Beobachtungszeitraum von 1980 bis 2006 – in Tabelle 5.2, Tabelle 5.3 und Tabelle 5.4 dargestellt.

Abbildung 5.1: Entwicklung der Versicherungssumme (VS) und der versicherten Fläche



Quelle: Eigene Berechnungen nach VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (II) (2007)

Tabelle 5.2 zeigt, dass die beiden Hauptfruchtarten Gerste und Weizen über 60% des Versicherungswertes ausmachen. Danach folgen die Fruchtarten Mais und Raps mit jeweils ca. 13% der Versicherungssumme. Mit knapp 2,5% stellt Obst den insgesamt geringsten Anteil dar. Nach Bundesländern differenziert bilden die beiden Südländer Baden-Württemberg und Bayern mit ca. 19% und 14,4% des Anbaus die Spitzengruppe, gefolgt von Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen mit jeweils ca. 12%.

Tabelle 5.2: Verteilung der Versicherungssumme [in %]. (Summe der Jahre 1980 bis 2006)

Bundesland	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen	Gesamt absolut [in Tsd. EURO]	Gesamt [in %]
Schleswig-Holstein	25,8	13,7	3,3	20,3	0,0	36,8	2.297.787	3,2
Hamburg	14,2	6,8	58,4	8,0	0,0	12,6	40.664	0,1
Niedersachsen	37,2	13,5	4,0	7,9	0,0	37,4	8.231.483	11,5
Bremen	41,9	16,9	0,0	15,4	0,0	25,8	7.295	0,01
Nordrhein-Westfalen	37,0	16,3	3,8	6,8	0,0	36,0	8.600.252	12,0
Hessen	36,7	7,7	1,6	14,8	1,2	38,1	4.103.734	5,7
Rheinland-Pfalz	25,6	4,2	1,9	6,2	44,7	17,3	4.696.600	6,5
Baden-Württemberg	38,5	11,3	4,1	8,4	13,1	24,6	13.601.824	18,9
Bayern	36,4	24,3	1,2	9,2	1,6	27,4	10.307.308	14,4
Saarland	33,1	17,2	1,0	15,3	3,2	30,3	211.755	0,3
Berlin	28,4	6,3	0,0	37,2	0,0	28,2	1.316	0,002
Brandenburg	17,1	19,8	0,7	25,6	0,0	36,8	2.600.190	3,6
Mecklenburg-Vorpommern	16,2	11,5	0,6	33,9	0,0	37,8	3.269.226	4,6
Sachsen	28,8	11,5	0,3	21,5	1,0	37,0	3.513.779	4,9
Sachsen-Anhalt	20,0	9,0	0,8	16,7	0,3	53,4	5.818.979	8,1
Thüringen	25,3	7,5	0,6	19,5	0,0	47,1	4.492.956	6,3
Gesamt [in %]	31,9	13,3	2,4	12,7	5,8	33,9	71.795.148	100

Quelle: Eigene Berechnungen nach VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (II) (2007)

Den geringsten Anteil der Flächenländer am Bestand haben Schleswig-Holstein und das Saarland. Bezogen auf die versicherte Fläche hingegen ist der Anteil von Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz zu anderen Bundesländern etwas geringer (vgl. Tabelle 5.3), was aus dem relativ hohen Anteil des Weinanbaus in diesen Bundesländern folgt, da der durchschnittliche Hektarwert von Wein bei ca. 10.000 € und von Gerste bzw. Weizen bei ca. 1.100 € liegt.

Interessant ist ebenfalls, dass sich gerade der Hauptanbau der Sonderkulturarten Wein und Obst auf nur wenige Bundesländer konzentriert bzw. in manchen Ländern gar nicht vorkommt. Hier wird am Praxisbeispiel also die in Kapitel 4 hervorgehobene Bedeutung der Tariffaktoren deutlich, um auch für diese Gebiete eine entsprechende Prämie ausweisen zu können.

Tabelle 5.3: Verteilung der versicherten Fläche. (Summe der Jahre 1980 bis 2006)

Bundesland	Fläche in %	Bundesland	Fläche in %
Schleswig-Holstein	3,05	Bayern	13,18
Hamburg	0,03	Saarland	0,28
Niedersachsen	10,94	Berlin	0,003
Bremen	0,01	Brandenburg	5,60
Nordrhein-Westfalen	10,75	Mecklenburg-Vorpommern	6,39
Hessen	5,52	Sachsen	6,76
Rheinland-Pfalz	3,89	Sachsen-Anhalt	9,53
Baden-Württemberg	16,18	Thüringen	7,88

Quelle: Eigene Berechnungen nach VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (II) (2007)

Die Gebiete mit der höchsten Hagelgefährdung sind ebenfalls die beiden südlichsten Bundesländer. Hier ergeben sich, bezogen auf die Fruchtart Gerste, langjährige durchschnittliche Schadensätze von 12,18‰ in Bayern und sogar 15,42‰ in Baden-Württemberg. Insgesamt zeigt Tabelle 5.4 zudem, dass die klassischen Ackerbaukulturen wie Gerste, Weizen und Mais deutlich weniger durch Hagelschlag gefährdet sind als die Fruchtarten Raps und Wein. Mit fast 48‰ Schadensatz sticht dabei Obst deutlich hervor, das damit fast sechs-mal anfälliger als Gerste ist.

Durch diese erheblichen Unterschiede bei der Fruchtartengefährdung und auf Grund des unterschiedlichen Anbaus in den Bundesländern sind, was den Gesamtschadensatz über alle Fruchtarten angeht, die Länder Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hamburg diejenigen mit den größten prozentualen Entschädigungsleistungen.

Tabelle 5.4: Darstellung des Schadensatzes (SS) [in ‰]

Bundesland	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen	SS pro Bundesland
Schleswig-Holstein	3,00	2,02	47,05	7,65	0,00	1,44	4,68
Hamburg	2,25	7,24	25,14	5,97	0,00	3,87	16,46
Niedersachsen	3,04	2,44	37,54	10,28	0,00	3,01	4,89
Bremen	0,00	1,74	0,00	26,91	0,00	0,22	4,49
Nordrhein-Westfalen	4,71	3,70	35,38	13,30	0,00	3,62	5,92
Hessen	4,75	5,44	20,61	15,29	14,89	4,06	6,47
Rheinland-Pfalz	7,88	8,02	57,29	27,39	22,48	6,51	16,34
Baden-Württemberg	15,42	13,51	70,00	35,12	38,15	12,30	21,31
Bayern	12,18	14,17	36,00	29,08	21,82	11,35	14,42
Saarland	8,28	13,87	60,39	28,22	20,29	5,08	12,21
Berlin	0,00	0,00	0,00	35,45	0,00	0,00	13,17
Brandenburg	1,55	1,73	32,31	12,56	0,00	1,56	4,61
Mecklenburg-Vorpommern	1,70	3,05	25,98	10,28	0,00	1,40	4,79
Sachsen	3,42	2,49	18,13	9,53	3,22	1,56	3,98
Sachsen-Anhalt	4,31	2,79	28,12	9,11	17,49	3,66	4,84
Thüringen	7,22	4,27	19,57	14,40	0,00	3,65	6,79
SS pro Fruchtart	8,21	7,78	47,46	16,73	28,91	5,39	10,41

Quelle: Eigene Berechnungen nach VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (II) (2007)

Insgesamt ist über alle Zellen betrachtet die enorme Streuung der Schadensätze von 1,4‰ bis 70‰ der wohl bedeutendste Punkt, den es herauszuheben gilt. Diese Spreizung ist dabei typisch für die Hagelversicherung im Vergleich zu anderen Sachversicherungssparten³⁰¹.

Die zur empirischen Untersuchung bereitgestellten Daten wurden im obigen ersten Abschnitt einführend dargestellt und deren Besonderheiten hervorgehoben, so dass im Anschluss zunächst die Kalkulation von Nettorisikoprämien auf Grund der beiden Kennzahlen Versicherungssumme und Schadensatz erfolgen wird.

5.2 Zur Nettorisikoprämie

Die Kalkulation der Nettorisikoprämie erfolgt in drei Schritten. Zunächst werden die Merkmalsausprägungen für das Tarifmerkmal Region bestimmt, so dass im zweiten

³⁰¹ Vgl. hierzu auch die in 3.5.5 diskutierte Problematik bzgl. der Versicherungssteuer auf Prämienbasis.

Schritt die Bestimmung der Tariffaktoren dieser Ausprägungen mittels der Ausgleichsverfahren aufsetzen kann. Dazu werden die Ergebnisse dieser Verfahren nacheinander vorgestellt und am Ende quantitativ verglichen. Im dritten Abschnitt erfolgt dann die abschließende Glättung der Gemeindegemeinschaftssätze am Beispiel des Kreises Gießen mit Hilfe des Umverteilungs-Algorithmus aus 4.2.1.4.

5.2.1 Bestimmung der Merkmalsausprägungen

Zunächst wurden für die einzelnen Kreise durch Umgewichtung die in 4.2.1.2.1 definierten Schadenindizes ω_i berechnet, so dass das k-means-Clusterverfahren auf diese als Zielvariable angewendet werden konnte. Das Ergebnis ist für die einzelnen Klassengrößen in Abbildung 5.2 dargestellt:

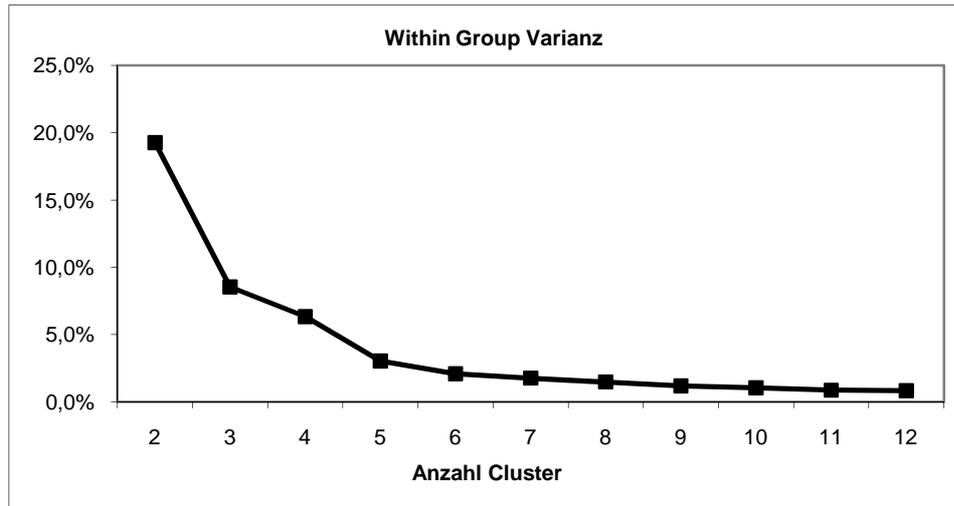
Abbildung 5.2: Clusterung von Kreisen zu Tarifzonen

Anzahl Cluster	2			3			4			5		
	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise
	7,59	86,4%	368	4,98	53,2%	250	3,89	35,6%	177	3,89	35,6%	177
	25,17	13,6%	72	12,25	36,3%	136	8,46	33,0%	130	8,44	32,7%	129
				27,32	10,6%	54	14,02	20,9%	81	13,89	20,8%	78
							27,36	10,5%	52	23,91	8,2%	47
										36,85	2,7%	9
Within Group Varianz	19,3%			8,5%			6,3%			3,0%		
Anzahl Cluster	6			7			8			9		
	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise
	3,34	27,1%	142	3,07	22,5%	125	2,86	19,0%	111	2,83	18,4%	105
	6,56	24,3%	99	5,83	22,9%	94	5,00	15,8%	64	4,75	13,2%	54
	10,11	21,2%	85	8,62	15,6%	66	7,14	18,3%	71	6,56	16,6%	71
	14,46	16,5%	58	11,33	15,2%	55	9,95	16,3%	65	8,96	13,9%	60
	23,91	8,2%	47	14,95	13,0%	44	13,13	14,8%	48	11,43	14,1%	50
	36,85	2,7%	9	23,91	8,2%	47	16,76	5,4%	28	14,87	12,7%	42
				36,85	2,7%	9	24,07	7,9%	44	21,59	4,6%	25
							36,85	2,7%	9	26,29	3,9%	25
										36,87	2,7%	8
Within Group Varianz	2,1%			1,8%			1,5%			1,2%		
Anzahl Cluster	10			11			12					
	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise	SS (%) Cluster	VS	Anzahl Kreise			
	1,88	4,6%	50	1,88	4,6%	50	2,76	16,9%	97			
	3,18	14,6%	63	3,17	14,4%	61	4,32	10,1%	44			
	5,01	15,6%	62	4,84	13,3%	50	5,56	7,6%	33			
	7,14	18,3%	71	6,59	15,6%	68	6,55	10,7%	45			
	9,95	16,3%	65	8,84	13,0%	56	7,99	7,7%	31			
	13,13	14,8%	48	10,93	11,7%	41	9,36	8,8%	39			
	16,76	5,4%	28	13,53	11,6%	34	11,01	10,6%	36			
	24,07	7,9%	44	16,64	4,9%	24	13,52	11,6%	34			
	35,98	2,6%	8	21,85	4,4%	24	16,61	5,3%	25			
	53,29	0,1%	1	26,36	3,8%	24	21,83	4,4%	24			
				36,87	2,7%	8	26,35	3,7%	24			
							36,85	2,7%	8			
Within Group Varianz	1,0%			0,9%			0,8%					

Quelle: Eigene Berechnungen in Anlehnung an GDV (1998). SS = Schadensatz, VS = Versicherungssumme

Dabei sieht man deutlich, wie der Informationsverlust in Abhängigkeit von der Klassenanzahl abnimmt. So beträgt er bei einer 2-Klasseneinteilung immerhin 19,3%, fällt dann aber rasch ab und liegt ab einer 10-Klasseneinteilung unter 1% (vgl. Abbildung 5.3).

Abbildung 5.3: Informationsverlust k-means Clusteranalyse



Quelle: Eigene Darstellung

Es wurde sich für eine 12-Klasseneinteilung entschieden, wie es auch der Gesamtverband in GDV (1998) vorschlägt. Die genaue Aufteilung der 12-Klasseneinteilung zeigt Tabelle 5.5:

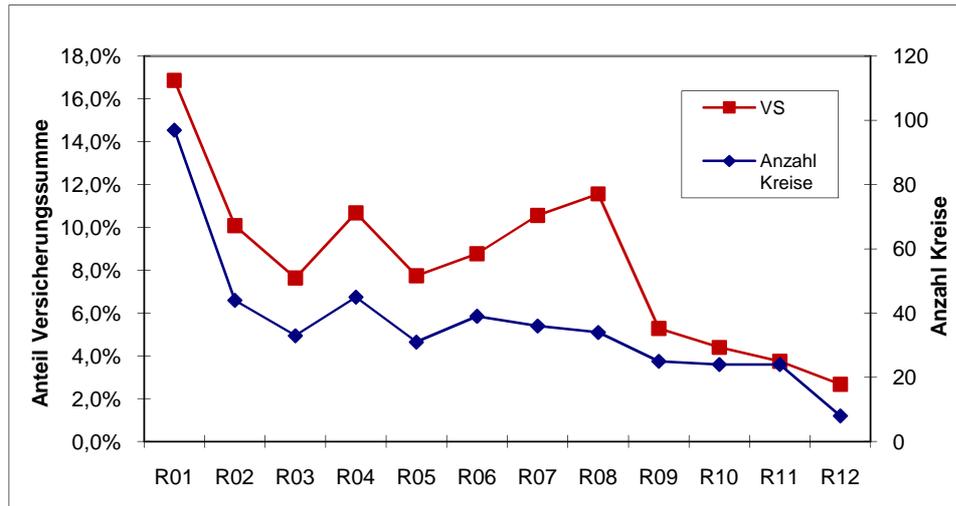
Tabelle 5.5: Einteilung in 12 Tarifzonen

Cluster	VS	Anzahl Kreise	SS (%) Cluster	Untergrenze SS (%)	Obergrenze SS (%)
R01	16,9%	97	2,76		3,52
R02	10,1%	44	4,32	3,52	4,91
R03	7,6%	33	5,56	4,91	6,04
R04	10,7%	45	6,55	6,04	7,26
R05	7,7%	31	7,99	7,26	8,64
R06	8,8%	39	9,36	8,64	10,18
R07	10,6%	36	11,01	10,18	12,17
R08	11,6%	34	13,52	12,17	15,00
R09	5,3%	25	16,61	15,00	18,63
R10	4,4%	24	21,83	18,63	23,99
R11	3,7%	24	26,35	23,99	31,33
R12	2,7%	8	36,85	31,33	

Quelle: Eigene Berechnungen

Dabei wurden die Kreise in 12 *Tarifzonen* R01 bis R12 aufgeteilt. Die Gruppierung zeigt dabei sowohl nach der Anzahl der Kreise als auch nach der kumulierten Versicherungssumme eine durchaus unterschiedliche Aufteilung der Kreise auf diese Tarifzonen, wie auch aus Abbildung 5.4 deutlich wird:

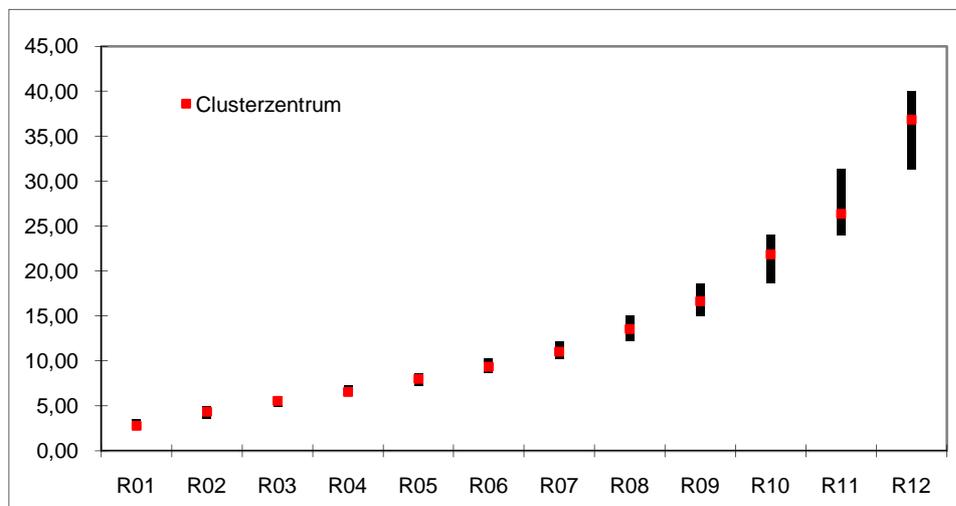
Abbildung 5.4: Größenverteilung bei einer 12 Klasseneinteilung



Quelle: Eigene Darstellung

Die Nummerierung der Tarifzonen R_x wurde so gewählt, dass die Lage der „Clusterzentren“ mit aufsteigender Indexzahl größer wird. Außerdem ist Abbildung 5.5 zu entnehmen, dass die Streuung innerhalb der Klassen kontinuierlich ansteigt:

Abbildung 5.5: Lage der Clusterzentren und Klassenbreite [in %]



Quelle: Eigene Darstellung

Grundlage für die im nächsten Kapitel angewendeten Ausgleichsverfahren bilden Tabelle 5.6 und Tabelle 5.7. Wie oben ist hier anstatt für Bundesländer die Verteilung der Versicherungssummen und die Schadensätze für die Tarifzonen und Fruchtarten dargestellt. Es zeigt sich, dass im Unterschied zur Einteilung in Bundesländer - als Folge des Clustering - nun keine Zellen mehr (bis auf R12 und Wein) unbesetzt sind.

Tabelle 5.6: Versicherungssumme nach Tarifzonen [in %]

Zone	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen	Gesamt absolut in Tsd. EURO	Gesamt in %
R01	31,5	18,5	2,2	13,5	0,3	34,1	12.111.220	16,9
R02	27,3	12,5	1,6	18,5	0,8	39,3	7.239.436	10,1
R03	26,4	12,3	2,0	18,9	2,2	38,2	5.481.397	7,6
R04	29,7	7,7	1,1	13,9	5,5	42,2	7.667.954	10,7
R05	29,2	6,8	5,1	9,8	17,2	31,9	5.560.937	7,7
R06	30,2	9,9	1,6	12,1	5,6	40,5	6.296.662	8,8
R07	31,6	9,0	3,3	11,2	11,1	33,9	7.579.726	10,6
R08	38,3	16,8	1,5	9,5	8,7	25,2	8.302.885	11,6
R09	31,2	17,0	4,2	9,1	11,4	27,1	3.790.864	5,3
R10	40,8	17,1	5,1	9,3	3,9	23,8	3.155.836	4,4
R11	39,9	16,2	2,2	9,9	3,6	28,2	2.687.855	3,7
R12	38,4	24,6	0,6	9,2	0,0	27,3	1.920.376	2,7
Gesamt in %	31,9	13,3	2,4	12,7	5,8	33,9	71.795.148	

Quelle: Eigene Berechnungen

Ebenfalls als Folge des Clusterverfahrens steigen die Gesamtschadensätze für die Tarifzonen an. Ausnahme bildet hier Zone R05, was aus dem hohen Weinanteil folgt.

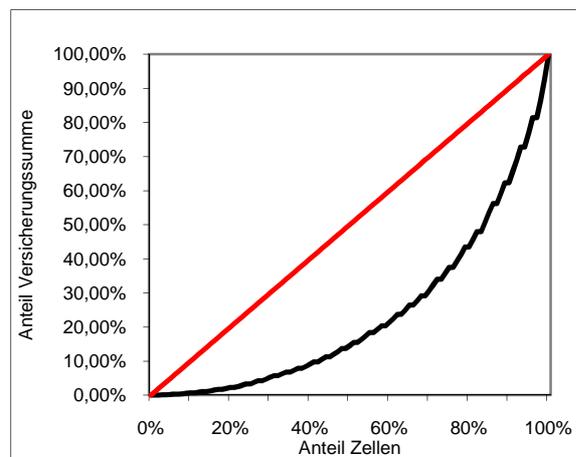
Tabelle 5.7: Schadensätze (SS) nach Tarifzonen [in % und Tsd. Euro]

Zone	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen	SS pro Zone	Schaden absolut
R01	1,71	2,14	11,17	6,18	2,86	1,15	2,41	29.155
R02	2,81	2,57	22,34	9,42	9,08	1,66	3,91	28.275
R03	3,27	3,36	28,68	11,76	18,44	2,29	5,35	29.326
R04	4,89	3,97	30,31	14,34	17,41	2,73	6,18	47.399
R05	6,14	4,40	46,67	13,93	20,98	4,48	10,89	60.537
R06	6,86	6,28	37,05	16,26	23,55	5,98	9,00	56.676
R07	7,95	7,25	56,41	20,19	28,26	7,19	12,83	97.284
R08	10,22	10,36	54,55	29,05	32,41	7,97	14,06	116.750
R09	12,31	13,54	83,79	28,61	44,30	10,49	20,13	76.291
R10	18,29	14,70	92,57	38,85	61,48	14,25	24,11	76.097
R11	21,85	20,35	66,47	44,24	79,99	18,36	25,89	69.597
R12	32,42	26,16	37,59	50,82	0,00	27,53	31,26	60.039
SS pro Fruchtart	8,21	7,78	47,46	16,73	28,91	5,39	10,41	
Schaden absolut	187.837	74.582	81.608	152.330	119.735	131.334		747.426

Quelle: Eigene Berechnungen

Abschließend ist in Abbildung 5.6 noch die Lorenzkurve des verwendeten Datensatzes dargestellt. Sie zeigt, dass die Schwankung in der Zellbesetzung (bezogen auf die Versicherungssumme) relativ groß ist. So repräsentieren 50% der Zellen nur einen Anteil an der Gesamtversicherungssumme von etwa 15%. Umgekehrt entfallen auf die ca. 16% obersten Zellen fast 50% der Versicherungssumme, wobei 5% der Zellen fast 25% des Gesamtbestandes ausmachen.

Abbildung 5.6: Lorenzkurve des verwendeten Datensatzes



Quelle: Eigene Darstellung

Für die durch das Clusterverfahren gruppierten Daten werden nun mittels der Ausgleichsverfahren Tariffaktoren bestimmt. Dabei werden zunächst das univariate Verfahren und das Marginalsummenverfahren angewendet. Anschließend werden diese durch die Modelle von Bailey und Simon und die beiden stochastischen Verfahren, nämlich das auf der Gammaverteilung und das auf der Inversen Gaußverteilung beruhende Verfahren, ergänzt, um diese am Schluss mit Hilfe der definierten Modellfehler zu beurteilen.

5.2.2 Bestimmung der Tariffaktoren

Im *univariatem Modell* werden zuerst die Randschadensätze aus Tabelle 5.7 als Faktoren für die Tarifzonen definiert. Für die Faktoren der Fruchtarten werden ebenfalls zunächst die Randschadensätze herangezogen und diese anschließend normiert bezogen auf den durchschnittlichen Gesamtschadensatz über alle Fruchtarten von 1,041%. Die daraus erhaltenen Tariffaktoren, mit denen sich nun das gesamte Tarifwerk abbilden lässt, sind in Tabelle 5.8 dargestellt:

Tabelle 5.8: Univariate Bestimmung der Tariffaktoren

Region	SS	Fruchtart	SS	Normiert
R01	0,241%	Gerste	0,821%	0,788
R02	0,391%	Mais	0,778%	0,748
R03	0,535%	Obst	4,746%	4,559
R04	0,618%	Raps	1,673%	1,607
R05	1,089%	Wein	2,891%	2,777
R06	0,900%	Weizen	0,539%	0,518
R07	1,283%	Gesamt	1,041%	
R08	1,406%			
R09	2,013%			
R10	2,411%			
R11	2,589%			
R12	3,126%			
Gesamt	1,041%			

Quelle: Eigene Berechnungen. SS = Schadensatz

Bildet man nun aus diesen Faktoren wieder sämtliche Kombinationen aus den Merkmalsausprägungen, so erhält man die Kreuz-Tabelle 5.9 aller Beitragssätze. Schon ein erster Blick zeigt, dass diese im Vergleich mit den empirischen Schadensätzen in Tabelle 5.7 für die klassischen Ackerbaukulturen zwar zu generell akzeptablen Ergebnissen führen, jedoch für die Sonderkulturen Wein und Obst je nach Tarifzone nur bedingt zu gebrauchen sind.

Tabelle 5.9: Beitragssätze aus univariatem Verfahren [in ‰]

Region	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen
R01	1,90	1,80	10,98	3,87	6,68	1,25
R02	3,08	2,92	17,81	6,28	10,85	2,02
R03	4,22	4,00	24,39	8,60	14,86	2,77
R04	4,87	4,62	28,18	9,94	17,17	3,20
R05	8,58	8,14	49,63	17,50	30,23	5,64
R06	7,10	6,73	41,04	14,47	24,99	4,66
R07	10,12	9,60	58,52	20,63	35,64	6,65
R08	11,08	10,51	64,11	22,60	39,05	7,28
R09	15,86	15,05	91,75	32,35	55,88	10,42
R10	19,01	18,03	109,94	38,76	66,96	12,49
R11	20,41	19,36	118,05	41,62	71,90	13,41
R12	24,65	23,38	142,54	50,25	86,82	16,19

Quelle: Eigene Berechnungen

So liegen die berechneten Beitragssätze für diese Sonderkulturen wie bspw. in den Zonen R05, R07 und R09 für Wein und R10 für Obst teilweise erheblich über den empirisch gemessenen Schadensätzen. Im Falle von Wein in R05 sogar fast 45% über

dem historischen Durchschnittswert. Dies hängt mit der Bestandsstruktur zusammen, da gerade in diesen Regionen die Fruchtarten Wein und Obst mit einem relativ großen Anteil vertreten sind (vgl. Tabelle 5.6).

Um einem Eindruck von dem generierten Gesamtbeitrag zu erhalten, werden die Beitragssätze mit den Bestandsdaten verrechnet und somit quasi gleichsam der Schaden auf den Gesamtbestand hochgerechnet. Das Ergebnis ist in Tabelle 5.10 dargestellt. Vergleicht man dieses Gesamtbeitrags- bzw. Gesamtschadenaufkommen von 769.282 Tausend-Euro, so liegt es ca. 3% über dem tatsächlichen Schadenaufkommen von 747.426 Tausend-Euro. Dabei zeigt sich, dass dieser Mehrbeitrag hauptsächlich aus den Tarifzonen R05 und R09 mit bis zu 30% über den gemessenen Werten und aus der Fruchtart Wein mit 21% Überschätzung generiert wird. Demgegenüber steht allerdings auch eine Untertarifung von Raps mit 13% und der Region R12 mit knapp 20%.

Tabelle 5.10: Simulierter Beitrag/Schaden aus univariatem Verfahren [in Tsd. Euro]

Region	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen	Gesamt
R01	7.247	4.035	2.877	6.308	222	5.143	25.831
R02	6.080	2.648	2.022	8.424	593	5.760	25.527
R03	6.097	2.698	2.647	8.895	1.816	5.807	27.961
R04	11.091	2.731	2.394	10.554	7.175	10.358	44.304
R05	13.922	3.066	14.197	9.557	28.839	10.011	79.591
R06	13.497	4.206	4.129	11.059	8.787	11.899	53.578
R07	24.200	6.525	14.495	17.580	29.862	17.084	109.745
R08	35.230	14.642	7.986	17.895	28.130	15.257	119.140
R09	18.769	9.704	14.472	11.134	24.151	10.722	88.952
R10	24.447	9.747	17.796	11.429	8.159	9.372	80.950
R11	21.895	8.450	7.016	11.042	6.889	10.167	65.458
R12	18.158	11.022	1.744	8.838	0	8.484	48.246
Gesamt	200.631	79.474	91.775	132.714	144.624	120.065	769.282

Quelle: Eigene Berechnungen

Es lässt sich festhalten, dass dieser univariate Ansatz für einen weitgehend homogenen Versicherungsbestand zu guten Ergebnissen führen kann. Zudem ist er relativ einfach ohne größere EDV-technische Unterstützung zu realisieren. Ist das Portfolio allerdings wie bei vorliegendem Datenmaterial inhomogen, so zeigt das Verfahren gerade bei dünn besetzten Zellen eine deutliche Überschätzung des Schadens und damit des verlangten Beitrages. Daraus resultiert dann zudem eine generelle Überschätzung des Gesamtbeitrages, was an sich zunächst aus Sicht eines Versicherers nichts Schlechtes

heißen muss, jedoch im Hinblick auf die besprochene Antiselektionsproblematik nicht das gewünschte Ziel einer risikogerechten Tarifierung sein soll.

Abschließend ist noch zu erwähnen, dass an diesem Praxisbeispiel deutlich wird, wie auch für die zunächst unbesetzte Zelle Wein in R12 ein Beitragssatz geschätzt werden kann und somit im Falle eines zukünftigen Versicherungsnehmers wenigstens näherungsweise ein Angebot erstellt werden kann.

Als zweites Verfahren wird das *Marginalsummenverfahren* untersucht. Die aus dem Gleichungssystem von 4.2.1.3.3 errechneten Faktoren sind in Tabelle 5.11 dargestellt:

Tabelle 5.11: Tariffaktoren aus dem Marginalsummenverfahren

Region	Wert	Fruchtart	Wert
R01	0,27%	Gerste	0,73
R02	0,42%	Mais	0,68
R03	0,55%	Obst	4,22
R04	0,66%	Raps	1,81
R05	0,87%	Wein	2,44
R06	0,96%	Weizen	0,56
R07	1,18%		
R08	1,43%		
R09	1,81%		
R10	2,35%		
R11	2,83%		
R12	3,96%		

Quelle: Eigene Berechnungen

Wie oben folgen daraus in Tabelle 5.12 die Beitragssätze für die einzelnen Zellen:

Tabelle 5.12: Beitragssätze aus Marginalsummenverfahren [in %]

Region	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen
R01	1,97	1,84	11,46	4,93	6,63	1,52
R02	3,07	2,86	17,85	7,67	10,33	2,36
R03	4,01	3,74	23,31	10,02	13,49	3,09
R04	4,80	4,48	27,91	12,00	16,15	3,70
R05	6,31	5,89	36,75	15,80	21,26	4,87
R06	6,97	6,50	40,54	17,43	23,46	5,37
R07	8,53	7,96	49,65	21,35	28,73	6,58
R08	10,40	9,71	60,52	26,03	35,02	8,02
R09	13,13	12,25	76,38	32,84	44,20	10,12
R10	17,06	15,93	99,30	42,70	57,46	13,15
R11	20,49	19,12	119,23	51,27	68,99	15,79
R12	28,70	26,79	167,00	71,81	96,64	22,12

Quelle: Eigene Berechnungen

Es zeigt sich, dass die mit Hilfe des Marginalsummenverfahrens berechneten Tariffaktoren zu Beitragssätzen führen, die in den oben beschriebenen Problemfällen des univariaten Verfahrens eine deutliche Verbesserung aufweisen. So sind die Abweichungen in den Regionen R05, R07 und R09 für Wein sowie R10 für Obst zu den tatsächlichen Schadensätzen nur noch minimal.

Für den hochgerechneten Gesamtschaden in Tabelle 5.13 zeigt sich zudem die besondere Eigenschaft des Marginalsummenverfahrens³⁰². So stimmen nämlich definitionsgemäß gerade die „Randschäden“ mit den tatsächlich beobachteten Schäden überein. Daraus folgt natürlich für den Gesamtbeitrag, dass er identisch mit dem empirischen Gesamtschaden ist, es aus diesem Blickwinkel gesehen also kein besseres Ergebnis geben kann.

Tabelle 5.13: Simulierter Beitrag/Schaden aus Marginalsummenverfahren [in Tsd. Euro]

Region	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen	Gesamt
R01	7.519	4.119	3.004	8.032	220	6.261	29.155
R02	6.056	2.596	2.026	10.299	565	6.733	28.275
R03	5.790	2.521	2.529	10.366	1.649	6.471	29.326
R04	10.917	2.645	2.371	12.750	6.751	11.964	47.399
R05	10.244	2.220	10.511	8.631	20.286	8.644	60.537
R06	13.252	4.064	4.079	13.325	8.248	13.709	56.676
R07	20.406	5.413	12.298	18.192	24.071	16.903	97.284
R08	33.056	13.518	7.540	20.606	25.232	16.798	116.750
R09	15.529	7.900	12.047	11.305	19.101	10.409	76.291
R10	21.947	8.610	16.074	12.592	7.002	9.873	76.097
R11	21.978	8.346	7.086	13.602	6.611	11.975	69.597
R12	21.144	12.629	2.043	12.630	0	11.592	60.039
Gesamt	187.837	74.582	81.608	152.330	119.735	131.334	747.426

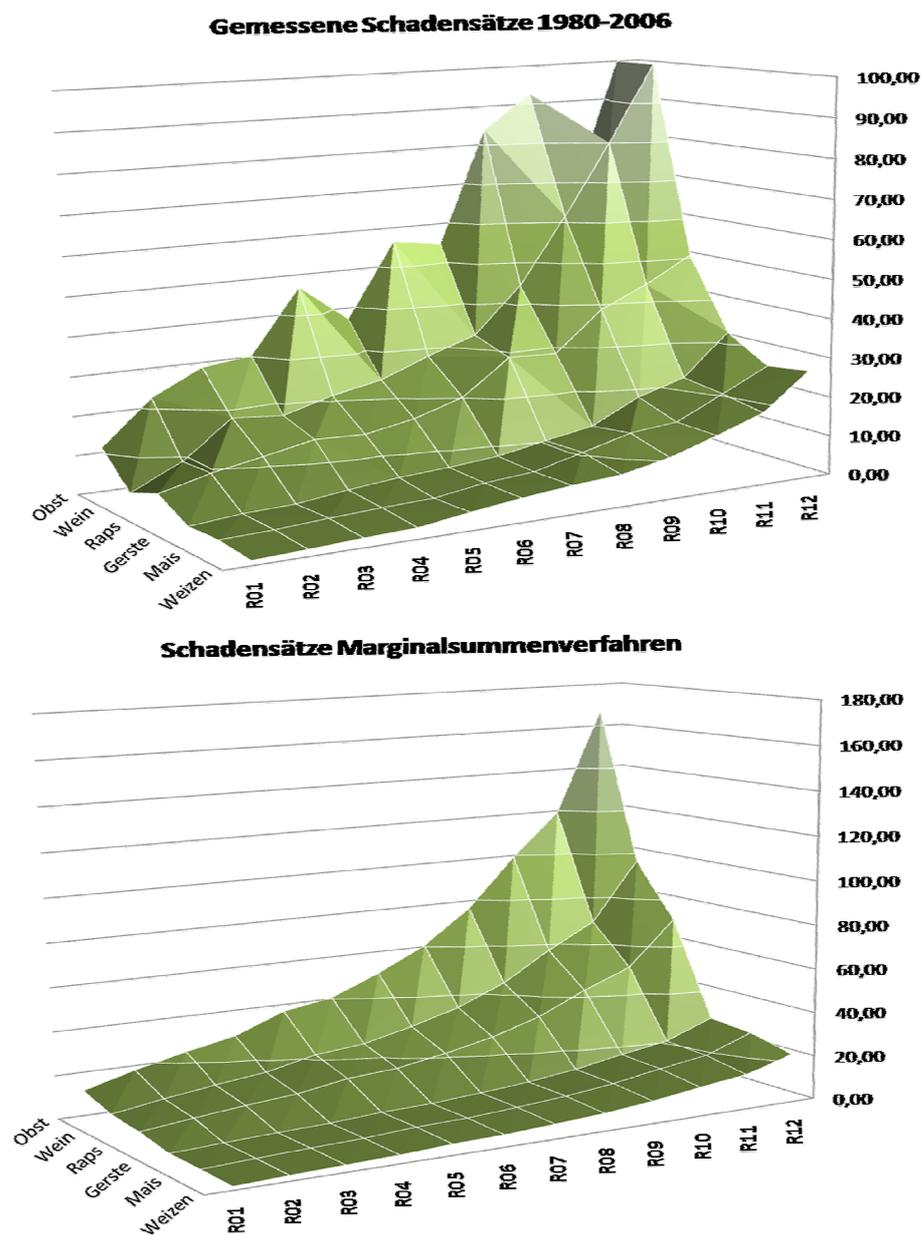
Quelle: Eigene Berechnungen

Um schon einmal vorab die Güte dieses Verfahrens graphisch darzustellen, sind in Abbildung 5.7 die gemessenen Schadensätze in Abhängigkeit der beiden Tarifmerkmale aufgetragen. Darunter werden zudem für das Marginalsummenverfahren die kalkulierten Schadensätze gezeigt. Aus dieser Darstellung wird anschaulich deutlich,

³⁰² aus dessen Grund auch sein Name herrührt.

weswegen dieses Verfahren zur Bestimmung der Beitragssätze über Tariffaktoren auch als Ausgleichsverfahren bezeichnet wird. So wird die Hügellandschaft der gemessenen Schadensätze durch das Modelle deutlich geglättet.

Abbildung 5.7: Vergleich der Ausgleichsverfahren



Quelle: Eigene Darstellung

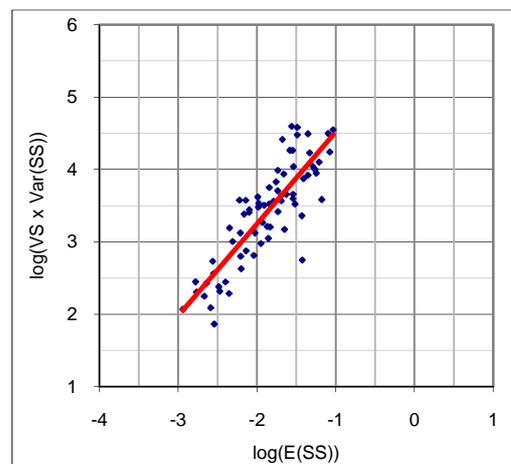
Bevor nun im weiteren die Ergebnisse der übrigen drei Verfahren vorgestellt werden, soll überprüft werden, ob auch eine stochastische Begründung für das Marginalsummenverfahren gegeben werden kann. Wie in 4.2.1.3.4 gezeigt werden konnte, lässt sich das Marginalsummenverfahren stochastisch herleiten, wenn eine

Poissonverteilung der Schadensätze angenommen werden kann. Weiter wurde gezeigt, dass dieses gerade dann der Fall ist, wenn die Konstanz von

$$VS_{ij} \cdot \frac{Var(SS_{ij})}{E(SS_{ij})}$$

über alle Zellen (i, j) besteht bzw. wenn die Logarithmen $\ln(VS_{ij} \cdot Var(SS_{ij}))$ und $\ln(E(SS_{ij}))$ in einem Koordinatensystem aufgetragen die Steigung 1 haben.

Abbildung 5.8: Test auf Poissonverteilung



Quelle: Eigene Darstellung

In Abbildung 5.8 sind dazu für die einzelnen Zellen (über Einzeljahre betrachtet) die Logarithmen beider Momente dargestellt. Es zeigt sich auf Grund der Ähnlichkeit mit dem Verlauf der Identität, dass für den vorliegenden Datensatz durchaus von poissonverteilten Schadensatzvariablen ausgegangen werden kann und somit das Marginalsummenverfahren auch aus stochastischer Sicht geeignet ist.

Für das Verfahren von *Bailey und Simon* (B/S-Verfahren) ergeben sich die Tariffaktoren, wie sie in Tabelle 5.14 dargestellt sind. Aus diesen ergeben sich wiederum für alle Kombinationen der Merkmalsausprägungen verknüpft und mit den historischen Bestandsdaten wie oben die simulierten Gesamtschadendaten. Diese sind in Tabelle 5.15 abgebildet. Es zeigt sich im Vergleich zum Marginalsummenverfahren bzw. zu den empirischen Schadensätzen wieder eine kleine Überschätzung des Gesamtschadens von ca. 1%. Jedoch fällt dieser Mehrbeitrag in der Gegenüberstellung zum univariaten

Verfahren immer noch deutlich geringer aus, so dass das Verfahren von Bailey und Simon, bezogen auf diese Maßzahl, als akzeptabel angesehen werden kann.

Tabelle 5.14: Tariffaktoren aus dem Bailey/Simon-Verfahren

Region	Wert	Fruchtart	Wert
R01	0,34%	Gerste	0,58
R02	0,53%	Mais	0,55
R03	0,70%	Obst	3,49
R04	0,83%	Raps	1,47
R05	1,08%	Wein	1,98
R06	1,19%	Weizen	0,46
R07	1,45%		
R08	1,77%		
R09	2,24%		
R10	2,91%		
R11	3,54%		
R12	5,03%		

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 5.15: Simulierter Beitrag/Schaden aus B/S-Verfahren [in Tsd. Euro]

Region	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen	Gesamt
R01	7.581	4.153	3.109	8.174	223	6.384	29.624
R02	6.111	2.619	2.099	10.489	573	6.870	28.760
R03	5.909	2.573	2.649	10.678	1.691	6.678	30.178
R04	11.030	2.673	2.459	13.003	6.856	12.224	48.245
R05	10.230	2.217	10.774	8.700	20.362	8.729	61.012
R06	13.217	4.053	4.176	13.416	8.268	13.826	56.956
R07	20.250	5.372	12.527	18.223	24.010	16.962	97.345
R08	32.846	13.433	7.690	20.668	25.201	16.879	116.718
R09	15.474	7.873	12.322	11.371	19.131	10.489	76.659
R10	21.852	8.574	16.428	12.656	7.008	9.940	76.457
R11	22.171	8.420	7.337	13.851	6.703	12.216	70.699
R12	21.638	12.925	2.146	13.047	0	11.996	61.752
Gesamt	188.307	74.885	83.717	154.277	120.029	133.192	754.406

Quelle: Eigene Berechnungen

Insgesamt hat die anschauliche Herleitung dieses Modells und die trotz der geringen systematischen Überschätzung (vgl. MACK (2002, S. 167)) des beobachteten Gesamtschadens erzielbaren guten Ergebnisse dieses Verfahren über einen langen Zeitraum zum Standardverfahren bei der Kalkulation von Versicherungsprämien in der KFZ Versicherung gemacht, in der es noch bis 1993 angewendet wurde (vgl. KRUSE (1996, S. 12)).

Die Ergebnisse für die Tariffaktoren der beiden aus den stochastischen Ansätzen hergeleiteten, noch ausstehenden Verfahren, also dem Verfahren, das aus der *Gammaverteilung* abgeleitet wurde und das auf der *Inversen Gaußverteilung* beruhende Verfahren, sind nun abschließend in Tabelle 5.16 dargestellt.

Tabelle 5.16: Tariffaktoren aus Gamma- und Inversen Gaußverteilung

Gammaverteilung:				Inverse Gaußverteilung:			
Region	Wert	Fruchtart	Wert	Region	Wert	Fruchtart	Wert
R01	0,25%	Gerste	0,71	R01	0,27%	Gerste	0,74
R02	0,37%	Mais	0,70	R02	0,40%	Mais	0,71
R03	0,49%	Obst	4,63	R03	0,51%	Obst	4,34
R04	0,61%	Raps	2,10	R04	0,63%	Raps	1,92
R05	0,84%	Wein	2,47	R05	0,75%	Wein	2,56
R06	1,01%	Weizen	0,51	R06	0,93%	Weizen	0,58
R07	1,20%			R07	1,10%		
R08	1,46%			R08	1,44%		
R09	1,83%			R09	1,73%		
R10	2,44%			R10	2,24%		
R11	3,07%			R11	2,81%		
R12	4,36%			R12	3,81%		

Quelle: Eigene Berechnungen

Betrachtet man wieder die hochgerechneten Gesamtbeiträge, die sich für beide Verfahren ergeben, zeigt sich im Falle des „Gamma“-Verfahrens (Tabelle 5.17) eine doch erhebliche Überschätzung des Gesamtschadens von ca. 4%, also sogar noch ein mal höher als beim univariaten Verfahren.

Tabelle 5.17: Simulierter Beitrag/Schaden aus „Gamma“- Verfahren [in Tsd. Euro]

Region	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen	Gesamt
R01	6.761	3.936	3.036	8.542	205	5.298	27.778
R02	5.174	2.356	1.946	10.406	499	5.413	25.795
R03	5.017	2.321	2.463	10.622	1.478	5.276	27.177
R04	9.832	2.532	2.401	13.581	6.289	10.140	44.774
R05	9.651	2.222	11.131	9.616	19.766	7.663	60.048
R06	13.606	4.434	4.707	16.181	8.758	13.246	60.932
R07	20.327	5.730	13.770	21.432	24.799	15.845	101.903
R08	32.863	14.280	8.425	24.227	25.943	15.715	121.454
R09	15.333	8.289	13.371	13.201	19.506	9.672	79.372
R10	22.224	9.264	18.296	15.080	7.334	9.408	81.606
R11	23.322	9.410	8.452	17.071	7.255	11.958	77.467
R12	22.749	14.438	2.471	16.072	0	11.737	67.467
Gesamt	186.859	79.211	90.469	176.031	121.831	121.372	775.774

Quelle: Eigene Berechnungen

Diese Mehreinnahmen resultieren aus der teilweise erheblichen Überschätzung der Fruchtarten Raps und Obst bzw. aus der systematisch erscheinenden Überberechnung der Prämien in den beitragsstarken Regionen R06 bis R12.

Für das „Invers-Gauß“-Verfahren (Tabelle 5.18) ist dagegen der errechnete Gesamtbeitrag als einziges Verfahren sogar leicht niedriger als der beobachtete Gesamtschaden (ca. 0,7%). Es zeigt sich, dass diese Unterschätzungen fast über alle Zellen durchgängig verteilt sind und bis auf die Region R05 mit ca. 11% auch nur gering ausfallen.

Tabelle 5.18: Simulierter Beitrag/Schaden aus „Invers Gauß“- Verfahren [in Tsd. Euro]

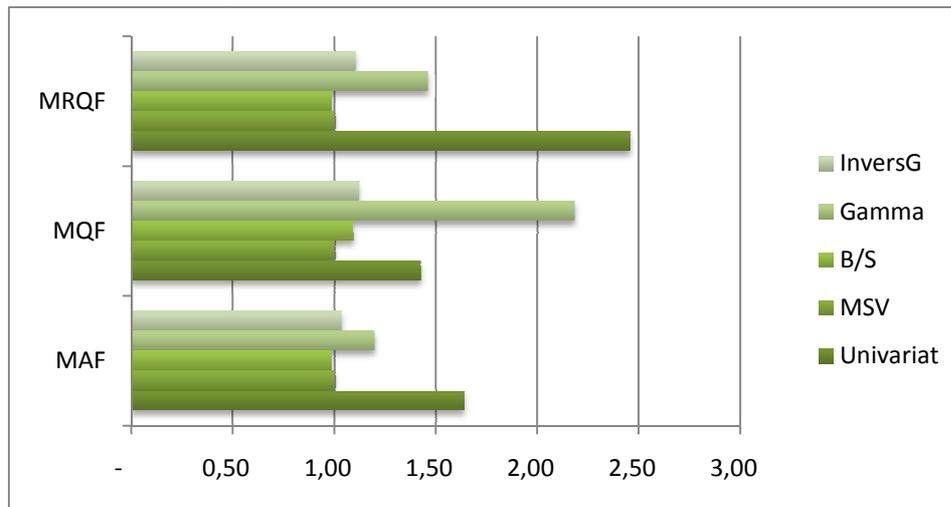
Region	Gerste	Mais	Obst	Raps	Wein	Weizen	Gesamt
R01	7.610	4.302	3.073	8.433	230	6.416	30.064
R02	5.830	2.578	1.972	10.284	561	6.562	27.786
R03	5.442	2.445	2.403	10.106	1.597	6.158	28.151
R04	10.583	2.646	2.324	12.822	6.745	11.743	46.863
R05	8.980	2.008	9.315	7.848	18.328	7.672	54.151
R06	13.057	4.131	4.063	13.620	8.375	13.676	56.922
R07	19.419	5.315	11.832	17.959	23.608	16.286	94.419
R08	33.779	14.253	7.789	21.844	26.573	17.380	121.619
R09	15.106	7.930	11.848	11.408	19.150	10.253	75.696
R10	21.262	8.607	15.744	12.655	6.992	9.684	74.945
R11	22.247	8.717	7.251	14.283	6.897	12.273	71.667
R12	20.718	12.768	2.024	12.838	0	11.501	59.849
Gesamt	184.032	75.700	79.639	154.102	119.056	129.603	742.131

Quelle: Eigene Berechnungen

Es lässt sich also insgesamt festhalten, dass das „Gamma“-Verfahren zur Kalkulation risikogerechter Beiträge im Hinblick auf die Gesamtbeitragseinnahmen als nicht geeignet erscheint. Das „Invers-Gauß“-Verfahren hat dagegen nach dem Marginalsummenverfahren die besten Ergebnisse in diesem Vergleichspunkt erzielt, auch wenn es zu einer Unterschätzung des Gesamtschadens gekommen ist.

Um nun die oben vorgestellten Ergebnisse der einzelnen Verfahren, auch was die Prognosequalität in Bezug auf die Schätzung des Schadens in den einzelnen Zellen angeht, zu beurteilen, sind die in 4.2.1.3.7 definierten Modellfehler berechnet worden und in Abbildung 5.9 abgebildet. Dabei wurden sie jeweils auf den Fehler des Marginalsummenverfahrens (MSV) normiert dargestellt:

Abbildung 5.9: Modellfehler der Ausgleichsverfahren (normiert auf MSV)



Quelle: Eigene Darstellung

Auch hier zeigt sich, dass das Marginalsummenverfahren, das Verfahren von Bailey und Simon und das auf der Inversen Gaußverteilung beruhende Verfahren die besten Ergebnisse liefern. Dabei sind die Modellfehler MRQF und MAF sogar beim B/S-Verfahren am geringsten, wobei der MRQF ja genau von diesem Verfahren definitionsgemäß minimiert wird. Sowohl das univariate Verfahren wie auch das „Gamma“-Verfahren sind auch bezüglich dieser Fehlerkriterien abzulehnen.

Für die weiteren Berechnungen in der vorliegenden Arbeit wurde das Marginalsummenverfahren angewendet, da es auch das Standardverfahren des Gesamtverbandes ist.

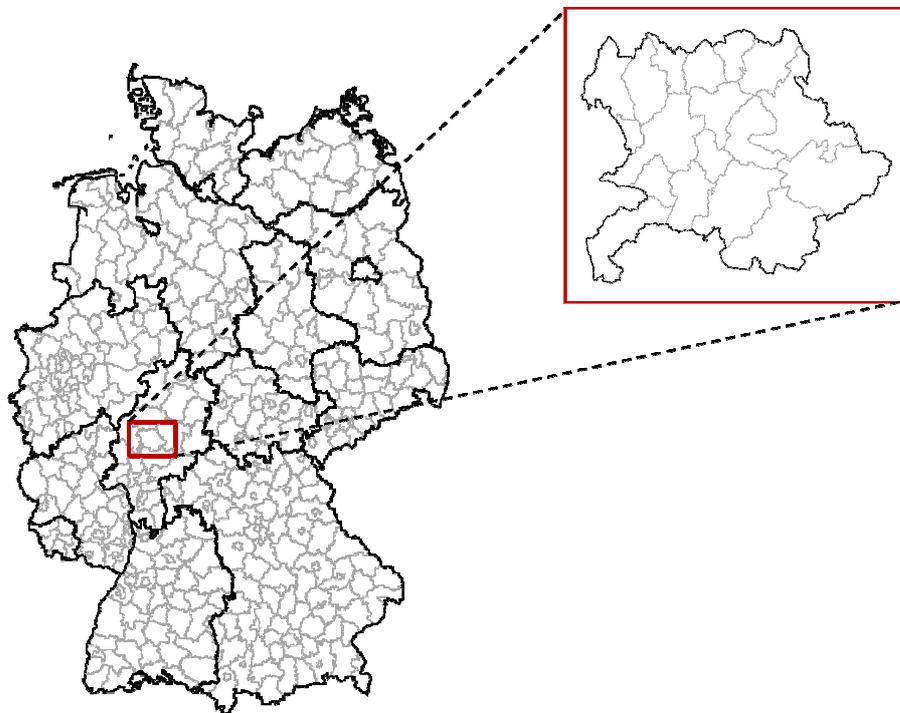
Abschließend für diesen Abschnitt über die Ausgleichsverfahren muss noch ein Umstand erwähnt werden, der mit der Bestimmung von Tariffaktoren für Fruchtarten zusammenhängt. So folgt aus dieser *mathematischen* Darstellung der Hagelgefährdung mittels Tariffaktoren, dass das Verhältnis dieser Gefährdungseinstufung von unterschiedlichen Fruchtarten über die Vegetationsstadien konstant ist. Dem widerspricht allerdings, dass die relative Empfindlichkeit von Fruchtarten über deren verschiedene Entwicklungsstadien durchaus unterschiedlich ist. Als Beispiel nennt hier eine Studie der AIAG (vgl. Vgl. HEINTZ&PISTOR (2007)) die Fruchtarten Kartoffeln und Raps. So nimmt mit fortschreitender Zeit die Hagelgefährdung von Kartoffeln ab, während für Raps das Gegenteil der Fall ist.

Trotz allem kann diese Vorgehensweise bei der Tarifierung aus den genannten Vorteilen als „best-practice“-Lösung angesehen werden. Sie wird zudem von den meisten Hagelversicherern weltweit angewendet (EBENDA).

5.2.3 Umverteilung von Großschäden

Da eine Einteilung des gesamten Bundesgebietes in „nur“ 12 Tarifzonen in der Hagelversicherung aus den geschilderten Gründen der Antiselektionsproblematik nicht sinnvoll erscheint und man vielmehr differenzierte Beitragssätze für einzelne Gemeinden erhalten möchte, wurden mit Hilfe der im letzten Abschnitt berechneten Fruchtartenfaktoren zunächst die gemessenen Gemeindegenschadensätze auf das Niveau „Gerste“ normiert. Um mögliche „zufällige“ Großschäden innerhalb der Gemeinden eines Landkreises umzuverteilen, wurde das in 4.2.1.4 beschriebene Verfahren der Großschadenumverteilung angewendet. Es soll hier kurz am Beispiel der Landkreises Gießen (vgl. Abbildung 5.10) dargestellt werden.

Abbildung 5.10: Lage des Landkreises Gießen



Quelle: Eigene Darstellung

Zum Landkreis Gießen gehören die Gemeinden:

- Allendorf • Grünberg • Lich • Reiskirchen
- Biebertal • Heuchelheim • Linden • Staufenberg
- Busek • Hungen • Lollar • Wettenberg
- Fernwald • Langgöns • Pohlheim
- Gießen • Laubach • Rabenau

In Tabelle 5.19 sind zunächst die Versicherungssummen und die gemessenen Schäden in der Gemeinde Heuchelheim aus den Jahren 1980 bis 2006 abgebildet:

Tabelle 5.19: Gemessene und kupaerte Schadensätze (SS) [in %] in der Gemeinde Heuchelheim

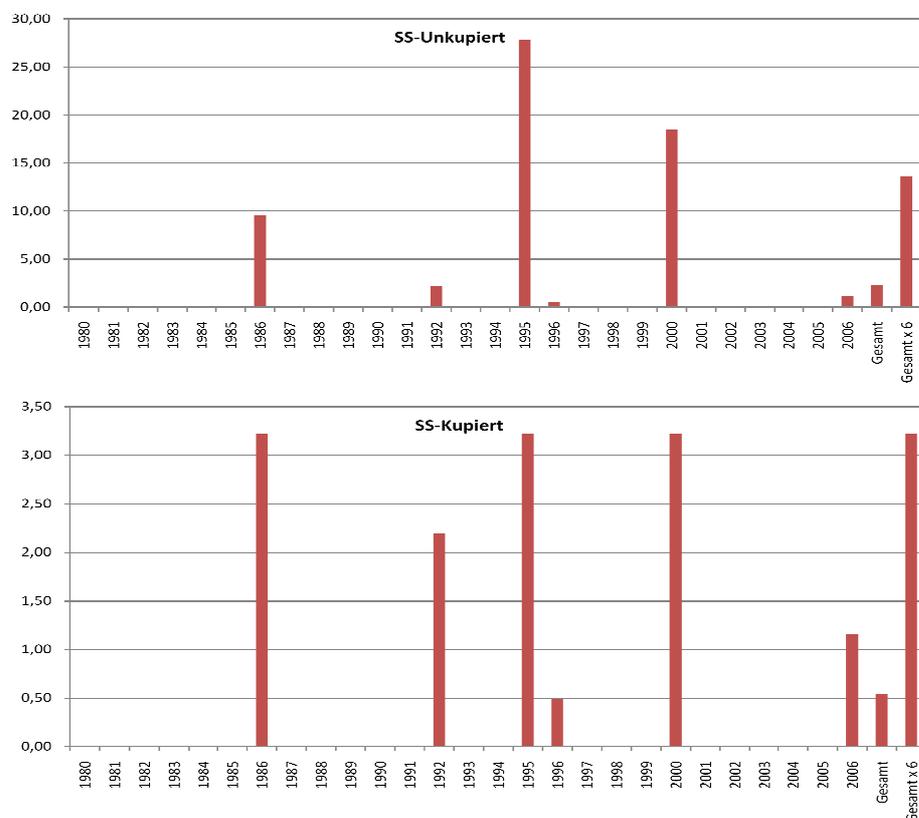
Jahr	VS [EURO]	Schaden [EURO]	SS	SS kupaert	Schaden kupaert	Kupaert ?
1980	35.279	0	0,00	0,00	0	nein
1981	33.234	0	0,00	0,00	0	nein
1982	33.234	0	0,00	0,00	0	nein
1983	77.716	0	0,00	0,00	0	nein
1984	106.349	0	0,00	0,00	0	nein
1985	113.507	0	0,00	0,00	0	nein
1986	164.125	1.572	9,58	3,22	529	ja
1987	183.554	0	0,00	0,00	0	nein
1988	233.661	0	0,00	0,00	0	nein
1989	324.159	0	0,00	0,00	0	nein
1990	322.626	0	0,00	0,00	0	nein
1991	345.632	0	0,00	0,00	0	nein
1992	300.131	658	2,19	2,19	658	nein
1993	225.479	0	0,00	0,00	0	nein
1994	199.914	0	0,00	0,00	0	nein
1995	209.117	5.828	27,87	3,22	674	ja
1996	215.764	105	0,49	0,49	105	nein
1997	261.781	0	0,00	0,00	0	nein
1998	275.585	0	0,00	0,00	0	nein
1999	256.668	0	0,00	0,00	0	nein
2000	270.474	5.009	18,52	3,22	872	ja
2001	266.384	0	0,00	0,00	0	nein
2002	295.000	0	0,00	0,00	0	nein
2003	263.000	0	0,00	0,00	0	nein
2004	316.000	0	0,00	0,00	0	nein
2005	309.000	0	0,00	0,00	0	nein
2006	304.000	354	1,16	1,16	354	nein
Gesamt	5.941.373	13.525	2,28	0,537	3.191	
Gesamt x 6			13,66	3,22		

Quelle: Eigene Berechnungen

Daraus ergeben sich die in der vierten Spalte dargestellten Schadensätze, wobei der Gesamtschadensatz bei 2,28‰ liegt. Bei gewählten $\lambda = 6$ ergibt sich eine Kupiergrenze von 13,66‰, wenn kein Jahresschadensatz den durchschnittlichen Gesamtschadensatz um mehr als das 6-fache übersteigen soll. Daraus folgt, dass die Jahre 1995 und 2000 auf jeden Fall zu kupieren sind. Mit dem in 4.2.1.4.2 hergeleiteten Algorithmus lässt sich nun die größte Kupiergrenze bestimmen, so dass der (kupierte) Gesamtschadensatz von keinem (kupierten) Jahresschadensatz überstiegen wird. Wie sich in Spalte fünf ablesen lässt, liegt diese Grenze bei 3,22‰, woraus ein kupierter Gesamtschadensatz von 0,537‰ folgt. Dieser ins Verhältnis zum gemessenen Schadensatz von 2,28‰ gesetzt, ergibt den definierten Credibility-Faktor von $f = 23,59\%$. Daraus folgt bei einem Kreisschadensatz von 3,24‰ mit dem Credibility-Ansatz ein umverteilter Schadensatz von:

Letztlich ergibt sich insgesamt daraus zusammen mit den kupierten und umverteilten Schadensätzen der anderen Gemeinden ein ausgeglichener Schadensatz von 2,83‰.

Abbildung 5.11: Schadensätze (SS) [in ‰] vor/nach Kupierung in der Gemeinde Heuchelheim

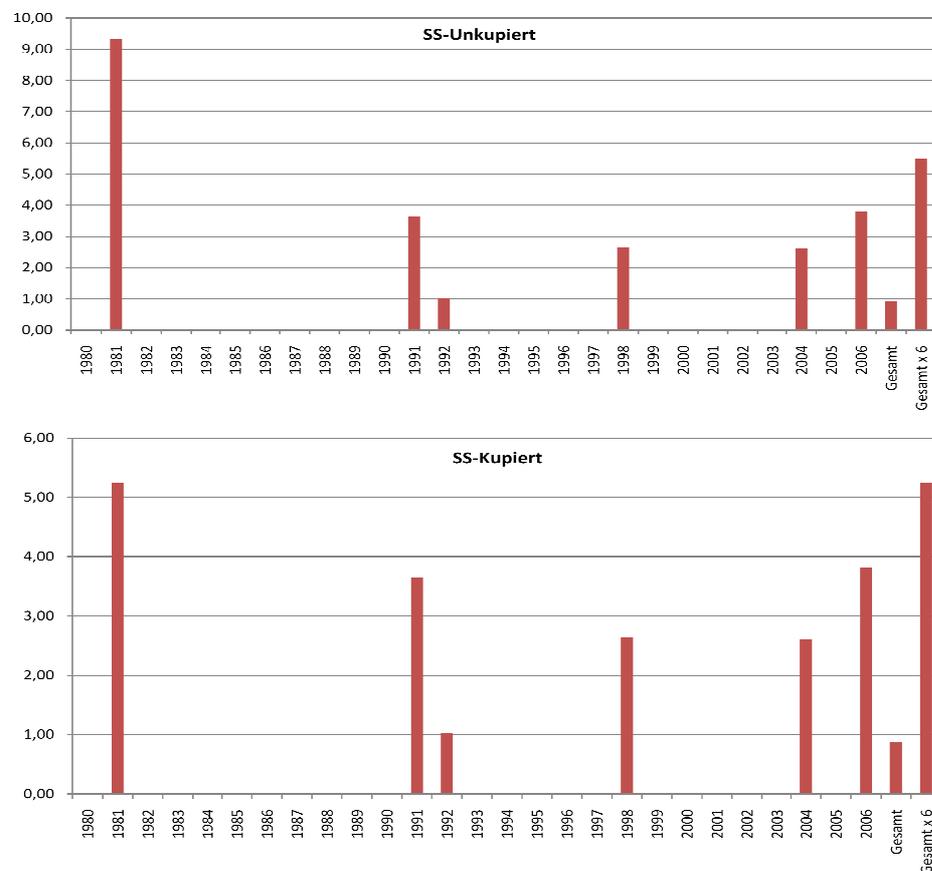


Quelle: Eigene Darstellung

In Abbildung 5.11 sind für die Gemeinde Heuchelheim die unkupierten Schadensätze (oben) und die Schadensätze nach Kupierung (unten) aufgetragen. Hier wird anschaulich deutlich, dass die beiden Jahre 1995 und 2000 als Ausreißer angesehen werden können. Da der gemessene Gesamtschadensatz jedoch stark von den Ereignissen dieser beiden Jahre beeinflusst ist, wird ihm insgesamt keine große Glaubwürdigkeit zugeordnet.

Als weiteres Beispiel sind in Abbildung 5.12 die Schadensätze (unkupiert und kupiert) für die Gemeinde Linden abgebildet. Anders als in Heuchelheim liegt nur ein Jahresschadensatz, nämlich aus 1981, über der Grenze des 6-fachen des Durchschnittssatzes (vgl. Tabelle 8.2 im Anhang). Zudem ist das gesamte Schadengeschehen nicht durch dieses Ausreißerjahr dominiert, sondern die gemessenen Schadensätze liegen relativ dicht beieinander. Insgesamt kann also dem gemessenen Gesamtschadensatz eine große Glaubwürdigkeit von 95,69% bescheinigt werden.

Abbildung 5.12: Schadensätze (SS) [in %] vor/nach Kupierung in der Gemeinde Linden



Quelle: Eigene Darstellung

In Tabelle 5.20 sind nun für alle Gemeinden des Kreises die gemessenen Schadensätze dargestellt, aus denen sich in Abhängigkeit vom Credibility-Faktor die umverteilten Schadensätze mit dem Kreissatz von 3,24% ergeben. Damit können anschließend die ausgeglichenen Schadensätze berechnet werden.

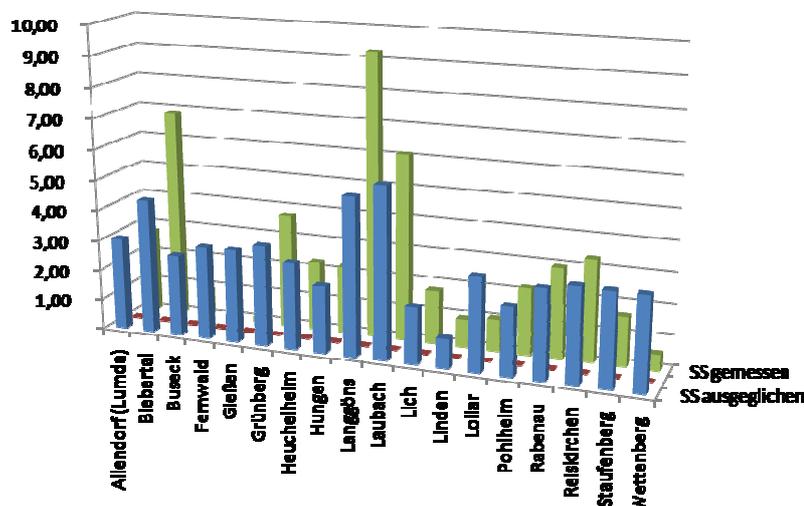
Tabelle 5.20: Gemessene und ausgeglichene Schadensätze (SS) [in %] des Landkreis Gießen I

Gemeinde Name	SS Gemeinde	Credibility	SS Umverteilt	SS Ausgeglichen
Allendorf	2,75	6,32%	3,21	3,02
Biebertal	6,84	39,38%	4,66	4,38
Buseck	0,86	17,78%	2,82	2,65
Fernwald	1,92	0,00%	3,24	3,05
Gießen	0,13	0,00%	3,24	3,05
Grünberg	3,75	51,37%	3,50	3,29
Heuchelheim	2,28	23,59%	3,01	2,83
Hungen	2,22	88,31%	2,34	2,20
Langgöns	9,25	37,05%	5,47	5,14
Laubach	6,10	94,91%	5,95	5,60
Lich	1,75	84,50%	1,98	1,86
Linden	0,92	95,69%	1,02	0,96
Lollar	1,04	0,00%	3,24	3,05
Pohlheim	2,18	81,79%	2,37	2,23
Rabenu	2,94	48,97%	3,09	2,91
Reiskirchen	3,33	65,74%	3,30	3,10
Staufenberg	1,60	0,00%	3,24	3,05
Wettenberg	0,54	0,00%	3,24	3,05

Quelle: Eigene Berechnungen

Das Ergebnis dieses Ausgleichslaufes ist zudem gut in Abbildung 5.13 zu erkennen:

Abbildung 5.13: Gemessene und ausgeglichene Schadensätze (SS) [in %] des Landkreis Gießen II



Quelle: Eigene Darstellung

5.3 Zum Schwankungszuschlag

Ziel dieses Abschnittes ist es, die Risikostruktur des Gesamtbestandes des Testdatensatzes zu untersuchen. Dabei sollen mittels des Kollektiven Risikomodells Rückschlüsse auf die Höhe des Schwankungszuschlages gezogen werden können. Dazu müssen zunächst die wahrscheinlich möglichen Gesamthöchstschäden - Probable Maximum Loss (PML) - zu verschiedenen vorgegebenen Sicherheitsniveaus (bzw. Jährlichkeiten) bestimmt werden. Anschließend lassen sich aus den berechneten PML direkt Sicherheitszuschläge oder Eigenkapitalanforderungen ableiten. Zudem können für die eigenkapitelreduzierende Maßnahme „Rückversicherung“ die Kosten modelliert werden. Am Ende des Abschnittes soll letztendlich noch die Entwicklung der Schwankungsrückstellung in Abhängigkeit verschiedener Sicherheitszuschläge betrachtet werden.

Das Kollektive Modell fußt auf den Gesamtschadensätzen. Voraussetzung ist jedoch, dass diese auch vergleichbar für die einzelnen Jahre sind. Mit Hilfe der im vorigen Abschnitt berechneten Tariffaktoren lassen sich aber mögliche Bestandsunterschiede zwischen den Jahren normieren, so dass die daraus erhaltenen normierten Schadensätze kompatibel sind (vgl. 4.3.3).

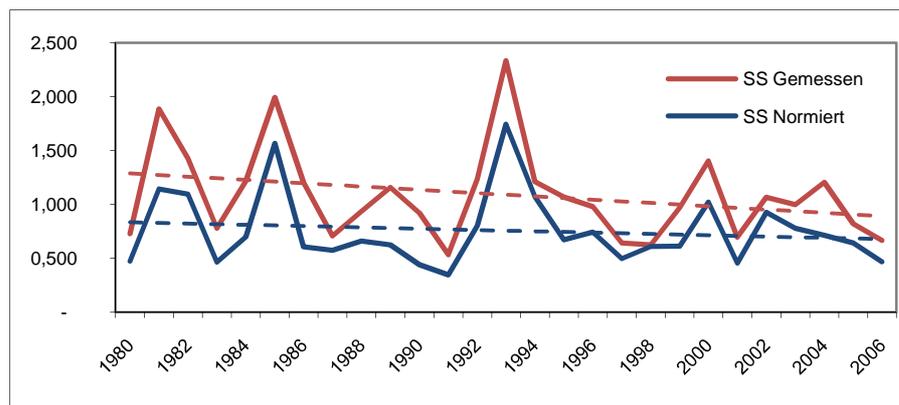
Tabelle 5.21: Gemessene und normierte Gesamtschadensätze (SS) [in %]

Jahr	SS Gemessen	SS Normiert	Jahr	SS Gemessen	SS Normiert
1980	0,729	0,475	1994	1,211	1,071
1981	1,885	1,144	1995	1,071	0,671
1982	1,429	1,096	1996	0,979	0,742
1983	0,778	0,465	1997	0,642	0,497
1984	1,217	0,699	1998	0,624	0,611
1985	1,994	1,566	1999	0,971	0,613
1986	1,206	0,606	2000	1,405	1,021
1987	0,707	0,574	2001	0,697	0,456
1988	0,937	0,662	2002	1,067	0,927
1989	1,159	0,624	2003	0,998	0,779
1990	0,920	0,442	2004	1,205	0,714
1991	0,533	0,345	2005	0,821	0,642
1992	1,231	0,803	2006	0,666	0,467
1993	2,332	1,743	Mittelwert	1,089	0,758

Quelle: Eigene Berechnungen

Das Ergebnis ist in Tabelle 5.21 dargestellt. Aufbauend auf dieser normierten Schadensatzreihe mit dem ungewichteten Mittelwert von 0,758%, kann nun das Kollektive Modell angelegt werden. Weiterhin zeigt sich bei Betrachtung von Abbildung 5.14, dass sowohl für die empirisch gemessenen als auch für die normierten Jahresschadensätze kein Trend, bzw. nur ein leicht negativer, zu beobachten ist.

Abbildung 5.14: Trendanalyse der gemessenen und normierten Schadensatzreihe (SS)

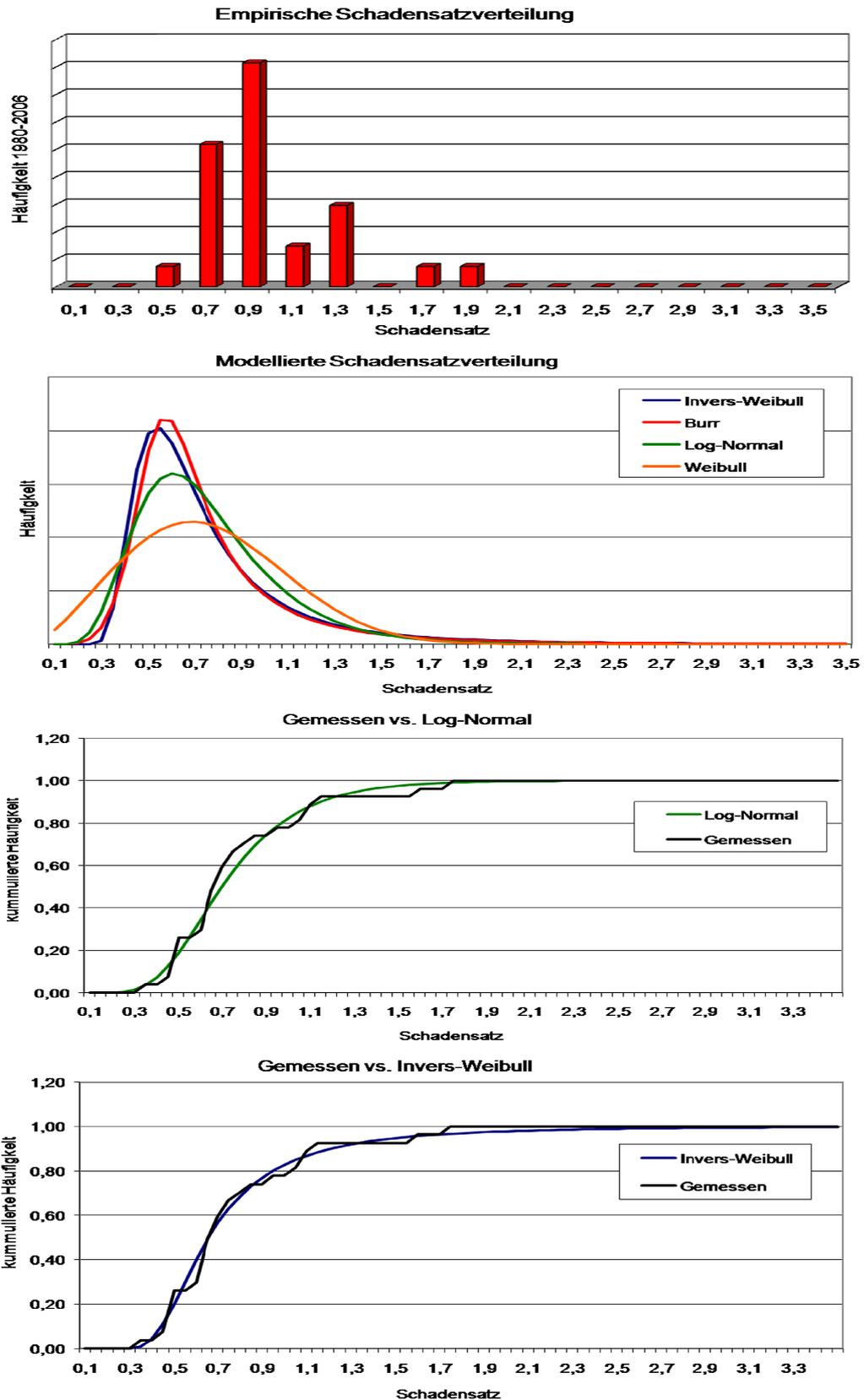


Quelle: Eigene Darstellung

Um den PML zu modellieren werden die vier in 4.3.3.1 vorgestellten Verteilungsfamilien Lognormal, Weibull, Invers-Weibull und Burr-Verteilung jeweils an die normierten Schadensätze angepasst. Die Schätzung der Parameter erfolgt mittels der Maximum-Likelihood-Methode (vgl. Tabelle 8.3 im Anhang).

In Abbildung 5.15 sind links oben die empirische Häufigkeitsverteilung der Schadensatzreihe und darunter jeweils die modellierten Verteilungsdichten der vier Verteilungsfunktion abgetragen. Es zeigt sich hier schon, dass sich Invers-Weibull und Burr-Verteilung relativ ähnlich sind, während sich die Weibullverteilung deutlich von diesen unterscheidet, da sie eine höhere Streuung modelliert. Zwischen diesen beiden Extremen befindet sich die Lognormalverteilung. Auf der rechten Seite von Abbildung 5.15 werden zusätzlich noch die Verteilungsfunktionen der Lognormalverteilung und der Invers-Weibull Verteilung mit den kumulierten, gemessenen (normierten) Daten verglichen, wobei hier zunächst keine größeren Unterschiede festzustellen sind, bzw. diese leicht auf Seiten der Invers-Weibull-Verteilung zu liegen scheinen.

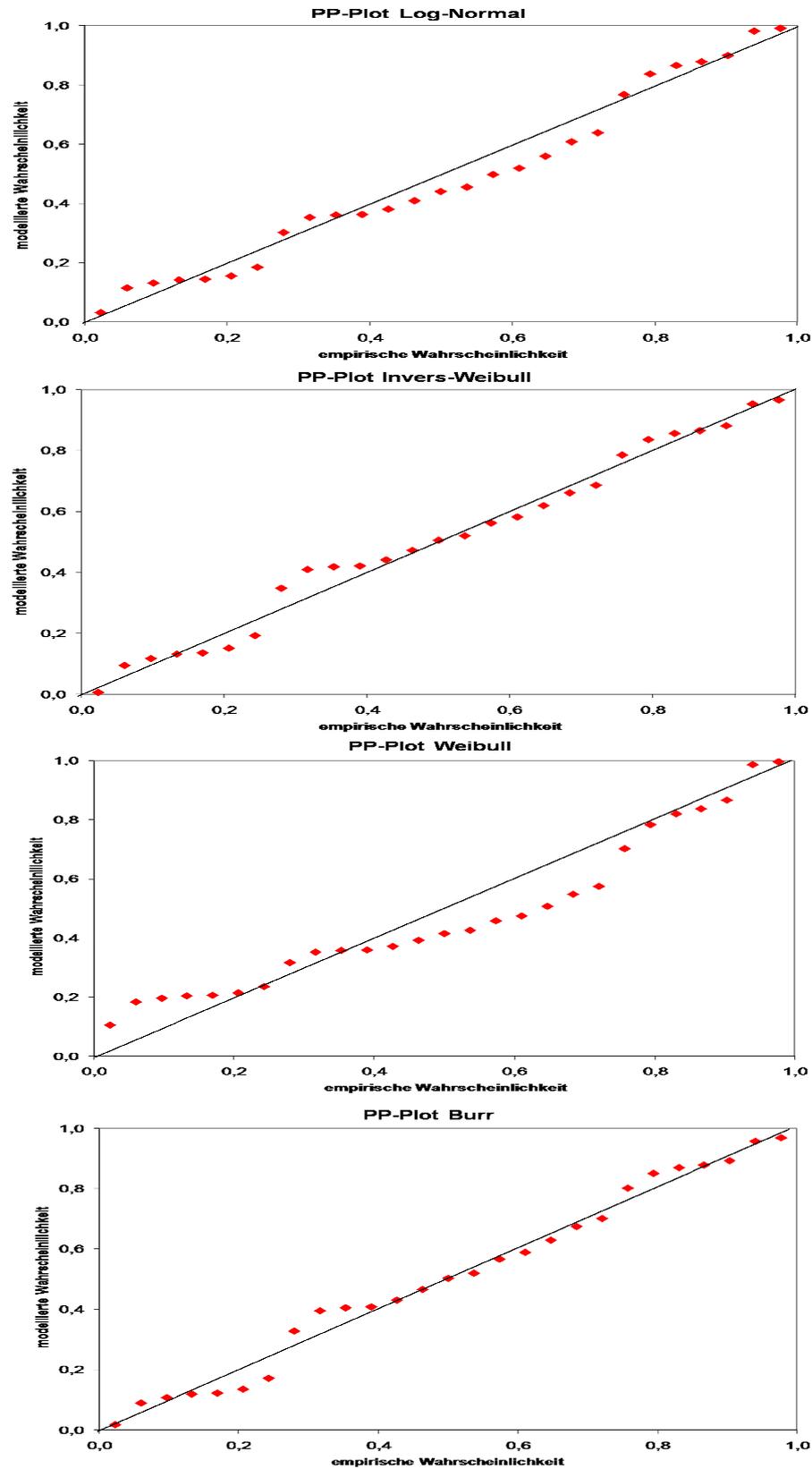
Abbildung 5.15: Empirische und modellierte Schadensatzverteilung



Quelle: Eigene Darstellung. Schadensätze in %

Eine bessere Beurteilungshilfe liefern allerdings die in 4.3.3.3 definierten PP-Plots:

Abbildung 5.16: PP-Plots der vier Verteilungsfamilien



Quelle: Eigene Darstellung

Hier werden die modellierten gegen die empirischen³⁰³ Unterschreitenswahrscheinlichkeiten (vgl. Tabelle 8.4 im Anhang) aufgetragen. Je näher die resultierende Punktwolke an der Winkelhalbierenden liegt, umso besser ist die Anpassungsgüte des Modells. Man sieht, dass die beste Qualität von der Invers-Weibull- bzw. der Burr-Verteilung, gefolgt von der Lognormalverteilung, geliefert werden. Die Weibullverteilung fällt hingegen im diesem Vergleich etwas ab.

Nach der Verteilungsanpassung können nun die PML der Schadenquoten, also Gesamtschaden im Verhältnis zu Gesamtbeitrag, für verschiedene Jährlichkeiten berechnet werden (Tabelle 5.22), wobei die jeweiligen Gesamtschäden den Quantilen entsprechen und der Mittelwert des Modells als Gesamtbeitrag gesetzt wurde.

Tabelle 5.22: PML für Schadenquoten nach verschiedenen Verteilungsmodellen

Jährlichkeit	F(x)	Invers-Weibull	Invers-W. gest.	Burr	Burr gest.	Log-Normal	Weibull
		x	x	x	x	x	x
2	50,0%	84,1%	86,5%	85,4%	87,8%	92,9%	96,9%
3	66,7%	100,1%	102,7%	99,8%	102,4%	109,6%	117,2%
4	75,0%	111,9%	114,5%	110,6%	113,2%	120,3%	129,0%
5	80,0%	121,6%	124,1%	119,5%	122,0%	128,3%	137,3%
7	85,7%	137,1%	139,4%	134,1%	136,4%	139,8%	148,5%
10	90,0%	155,1%	156,8%	151,3%	153,1%	151,9%	159,3%
15	93,3%	178,0%	178,2%	173,6%	173,9%	165,1%	170,4%
20	95,0%	196,0%	194,4%	191,3%	189,9%	174,6%	177,6%
25	96,0%	211,1%	207,4%	206,3%	203,0%	181,7%	183,0%
30	96,7%	224,2%	218,4%	219,3%	213,9%	187,7%	187,2%
35	97,1%	235,9%	227,7%	231,1%	223,4%	192,6%	190,6%
40	97,5%	246,5%	236,0%	241,7%	231,7%	197,0%	193,5%
50	98,0%	265,3%	249,9%	260,6%	245,8%	204,1%	198,3%
60	98,3%	281,6%	261,1%	277,1%	257,3%	210,1%	202,1%
70	98,6%	296,2%	270,6%	291,9%	267,0%	215,2%	205,2%
80	98,8%	309,4%	278,7%	305,4%	275,4%	219,4%	207,9%
90	98,9%	321,6%	285,7%	317,8%	282,7%	223,2%	210,1%
100	99,0%	332,8%	291,8%	329,2%	289,1%	226,7%	212,2%
150	99,3%	379,9%	314,2%	377,5%	312,5%	240,0%	219,7%
200	99,5%	417,3%	328,4%	416,0%	327,6%	249,5%	224,9%
300	99,7%	476,1%	345,6%	477,0%	345,8%	263,0%	231,8%
500	99,8%	562,2%	362,3%	566,6%	364,0%	280,2%	240,3%
1000	99,9%	704,4%	377,3%	715,9%	380,2%	303,9%	250,9%

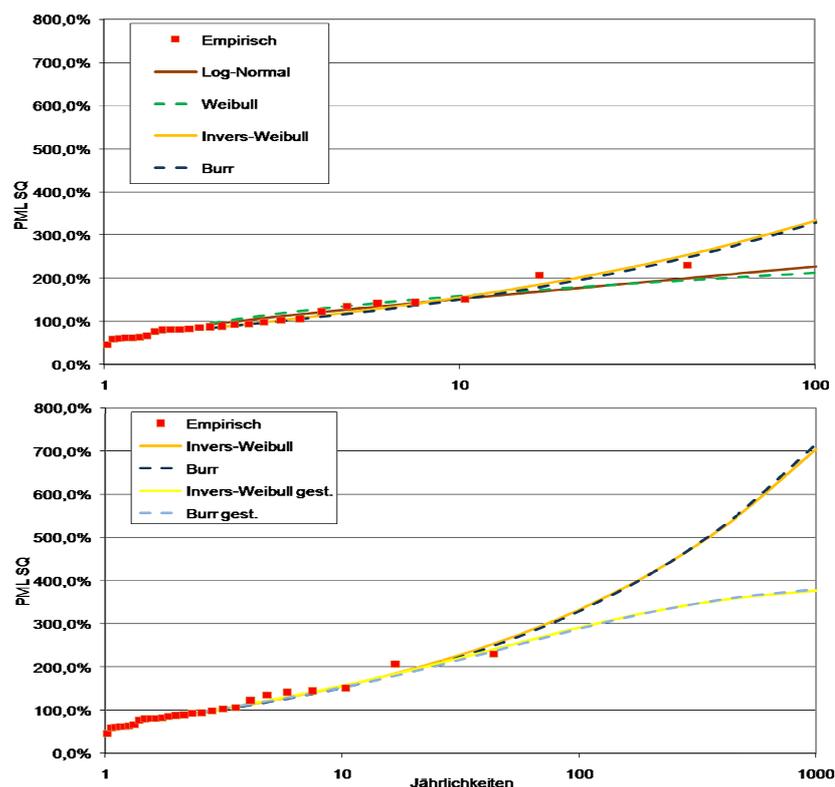
Quelle: Eigene Berechnungen. gest. = gestutzt

³⁰³ Die empirischen Werte wurde mittels des Alpha Korrektur berechnet. Vgl. 4.3.3.3

Zusätzlich wurden für die Invers-Weibull Verteilung und die Burr Verteilung noch die gestutzten Verteilungen modelliert. Dabei wurde eine Stutzungsgrenze von 3% Schadensatz unterstellt, d.h. es wurde angenommen, dass ein möglicher Gesamtschaden den mittleren empirischen Gesamtschaden nicht um mehr als das ca. 4-fache ($3/0,758$) übersteigen kann. Damit liegt diese Grenze zudem um gut 28% über dem tatsächlich gemessenen Höchstschaden von 2,332% aus dem Jahre 1993.

Um auch für diese modellierten PML die Verteilungen zu vergleichen, sind sie in Abbildung 5.17 zu den entsprechenden Jährlichkeiten aufgetragen³⁰⁴. Auch hier schneiden Invers-Weibull- und Burr-Verteilung im Vergleich mit den empirischen Werten tendenziell besser ab.

Abbildung 5.17: Return-Level Plots



Quelle: Eigene Darstellung. SQ = Schadenquote. gest. = gestutzt

³⁰⁴ Die Mittelwerte der Modelle und die empirischen Jährlichkeiten können Tabelle 8.4 im Anhang entnommen werden.

Es zeigt sich zudem für Jährlichkeiten jenseits des 100-Jahresereignisses (unterer Graph) die sinnvolle Stützung der Invers-Weibull- bzw. Burr-Verteilung, da sonst ein zu großes Gewicht auf „unrealistische“ Realisationen modelliert wird³⁰⁵.

Die Aussage der Daten aus Tabelle 5.22 ist die folgende:

- Einmal in 25 Jahren bzw. mit einer Wahrscheinlichkeit von 4% (1-96%) muss mit einer Schadenquote von über 211% (Invers-Weibull) gerechnet werden. Legt man die Lognormalverteilung zu Grunde, ist mit 182% zu rechnen.
- Das bislang stärkste Hagelschadenjahr mit einer normierten empirischen Schadenquote von 230% hat eine Wiederkehrperiode von ca. 30 bis 35 Jahren (Invers-Weibull), bei Lognormalverteilung eine Wiederkehrperiode von knapp über 100 Jahren.
- Beim von Solvency II festgelegten 200 Jahresereignis streuen die modellierten Schadenquoten von 225% (Weibull) bis 417% (Invers-Weibull), bzw. bei Beschränkung auf gestutzte Verteilungen bis 328% (Invers-Weibull gestutzt).

Die Konsequenzen für den Schwankungszuschlag bzw. die Eigenkapitalhinterlegung soll dazu folgendes Beispiel deutlich machen:

Beispiel 5.5

Sei V ein Versicherungsunternehmen mit der historischen normierten Schadensatzreihe von Tabelle 5.21³⁰⁶. Weiterhin habe V im Jahre j Prämieinnahmen von 100 Mio. Euro. Dann muss V, um nach Solvency II Anforderung im Jahr j+1 das 200 Jahresereignis zu überstehen, mit einem Schaden von $100 \text{ Mio.} \times 250\% = 250 \text{ Mio.}$ rechnen (Lognormal), bei gestutzter Invers-Weibull Verteilung sogar mit knapp 330 Mio. Hätte V keinerlei Eigenmittel bzw. Rückstellungen gebildet und auch keine Rückversicherung abgeschlossen, so müsste es die Differenz von 150 Mio. als Schwankungszuschlag veranschlagen, bezogen auf die Prämie also ein Aufschlag von 150% (Lognormal).

³⁰⁵ Vgl. GDV (III) (2006)

³⁰⁶ Schadenermittlungskosten, Verwaltungskosten, etc. seien unberücksichtigt.

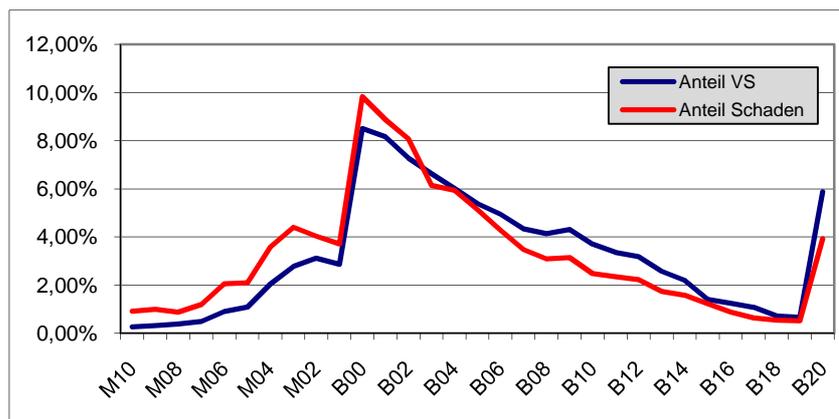
Würde hingegen die gesamte Summe von 150 Mio. Euro als Eigenkapital hinterlegt sein, so müsste dieses bspw. bei einer Aktiengesellschaft entsprechend verzinst werden. Bei einer vom Kapitalmarkt geforderten Rendite von 15% und einem risikofreien³⁰⁷ Zinssatz von 3%, müsste also die Differenz von 12% von den Versicherungsnehmern aufgebracht werden, insgesamt also $12\% \times 150 \text{ Mio. Euro} = 18 \text{ Mio. Euro}$. Bezogen auf die Nettorisikoprämie von 100 Mio. ergibt sich daraus ein Gewinnzuschlag von 18%.

Zwischen den im Beispiel 5.5 aufgeführten beiden „Extremen“ liegen in der Praxis allerdings Mittelwege. Dabei kommt den Instrumenten der Rückversicherung und der Bildung einer Schwankungsrückstellung wie in 4.3.2.2 besprochen eine besondere Bedeutung zu, weswegen sie im Anschluss untersucht werden. Vorweg steht allerdings noch eine kurze Abhandlung über das Bonus/Malus-System aus 4.3.2.1, welches ebenfalls als Instrument zur Begrenzung des Schwankungsrisikos angesehen werden kann:

5.3.1 Modellierung des Bonus/Malus Systems

In Abbildung 5.18 bzw. Tabelle 5.23 sind die Anteile der Gesamtversicherungssumme bzw. des Gesamtschadens in den Rabattklassen des Bonus/Malus-Systems dargestellt:

Abbildung 5.18: Anteile der Versicherungssumme (VS) und des Schadens in den Rabattklassen



Quelle: Eigene Darstellung

³⁰⁷ Bspw. für festverzinsliche Staatsanleihen mit erstklassigem Rating

Tabelle 5.23: Anteile der Versicherungssumme (VS) und des Schadens in den Rabattklassen

SF	Anteil VS	Anteil Schaden	Rabatt-Faktor	SS	SS Normiert	SF	Anteil VS	Anteil Schaden	Rabatt-Faktor	SS	SS Normiert
M10	0,27%	0,92%	150%	3,60%	299,39%	B06	4,95%	4,29%	100%	0,90%	75,01%
M09	0,32%	1,00%	145%	3,23%	267,99%	B07	4,34%	3,47%	100%	0,83%	69,23%
M08	0,39%	0,88%	140%	2,33%	193,91%	B08	4,14%	3,09%	100%	0,78%	64,57%
M07	0,49%	1,19%	135%	2,51%	208,16%	B09	4,31%	3,15%	100%	0,76%	63,26%
M06	0,90%	2,06%	130%	2,38%	197,54%	B10	3,71%	2,48%	100%	0,70%	57,87%
M05	1,09%	2,09%	125%	1,99%	165,71%	B11	3,35%	2,35%	100%	0,73%	60,72%
M04	2,05%	3,59%	120%	1,83%	151,69%	B12	3,18%	2,23%	100%	0,73%	60,48%
M03	2,78%	4,41%	115%	1,65%	137,17%	B13	2,57%	1,75%	100%	0,71%	58,67%
M02	3,12%	4,04%	110%	1,35%	111,93%	B14	2,20%	1,58%	100%	0,75%	62,27%
M01	2,87%	3,71%	105%	1,34%	111,69%	B15	1,41%	1,23%	100%	0,91%	75,44%
B00	8,50%	9,82%	100%	1,20%	100,00%	B16	1,25%	0,88%	100%	0,73%	60,92%
B01	8,16%	8,87%	100%	1,13%	94,02%	B17	1,07%	0,64%	100%	0,62%	51,90%
B02	7,28%	8,07%	100%	1,15%	95,86%	B18	0,72%	0,54%	100%	0,79%	65,41%
B03	6,63%	6,14%	100%	0,96%	80,02%	B19	0,66%	0,52%	100%	0,81%	67,30%
B04	6,02%	5,94%	100%	1,03%	85,39%	B20	5,87%	3,93%	100%	0,70%	57,89%
B05	5,38%	5,14%	100%	0,99%	82,52%						

Quelle: Eigene Berechnungen. SF = Schadenfreiheitsklasse, VS = Versicherungssumme, SS = Schadensatz

Gewichtet man die Prozentsätze der Rabattklassen (Spalten 4 und 10) mit den Anteilen der Schäden (Spalten 3 und 9), so erhält man einen durchschnittlichen Rabattsatz von 104,79%. Da aus Abbildung 5.14 keine positiven Trends für das Gesamtschadengeschehen abgelesen werden konnten, folgt, dass das Bonus/Malus-System einen „Mehrbeitrag“ von ca. 5% über alle mehrjährigen Verträge generiert, der als eine Art Schwankungszuschlag indirekt über diese Form der Produktgestaltung eingenommen wird.

Wird dagegen das Rabattsystem als *weiteres Tarifmerkmal* definiert (vgl. Exkurs in 4.3.2.1), so können die zugehörigen Tariffaktoren, also die Rabattsätze, über die Normierung der Schadensätze der Rabattklassen bestimmt werden. Ebenfalls in Tabelle 5.23 sind dazu in den Spalten 5 bzw. 11 die empirischen Schadensätze dargestellt. Normiert man sie auf den Schadensatz der Rabattklasse B00, so ergeben sich die Bonus/Malus-Hebesätze. Sie reichen von 300% in Klasse M10 bis 58% in Klasse B20, d.h. dass ein Versicherungsnehmer nach 20 Jahren Schadenfreiheit nur noch 60% seines Ursprungbeitrages zu entrichten hätte. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass bei dieser Methode die Hebesätze univariat, also ohne die Beachtung möglicher Korrelationen mit anderen Tarifmerkmalen, bestimmt wurden.

5.3.2 Modellierung der Rückversicherung

In 4.3.2.2.2 wurde gezeigt, dass der Abschluss einer Rückversicherung gerade bei einem sehr volatilen Geschäftszweig wie der Hagelversicherung eine sinnvolle Möglichkeit darstellt, um die aus den starken Schwankungen der Jahresergebnisse resultierende Eigenkapitalanforderung zu mindern. Zur Berechnung der fairen Prämie von Rückversicherungspolice stehen dabei unter anderem die folgenden gängigen Methoden zur Verfügung:

- Burning cost
- Analytische Berechnung
- Monte Carlo Simulation

Die simpelste Anwendung ist die Berechnung der **Burning cost**. Hier werden einfach anhand historischer Schaden(quoten)daten sog. *as-if*-Szenarien berechnet, d.h. also welche Entlastung der Erstversicherer bei einer gewählten Rückversicherungslösung zu erwarten hat. Dazu werden die Schadenquoten (brutto), also ohne Rückversicherung, den Schadenquoten (netto), also nach einer möglichen Schadenerstattung durch den Rückversicherer, gegenübergestellt. Die daraus resultierende Entlastung entspricht dann der fairen Prämie für den Rückversicherungsschutz, die an den Rückversicherer zu entrichten wäre.

Um die Burning cost Methode zu verdeutlichen wird das Beispiel 5.5 nun wie folgt erweitert:

Beispiel 5.6

Das Versicherungsunternehmen V schließt einen Stop Loss Vertrag (vgl. 4.3.2.2.2 b) 1)) bezogen auf die Schadenquote mit der Priorität 100% und der Haftung 80% ab. D.h. vom Rückversicherer werden sämtliche Schäden, die über 100 Mio. hinausgehen bis zum Plafond von 180% Schadenquote (100% +80%), also bis 180 Mio. Euro, übernommen. Die aus diesem as-if-Szenario folgenden Nettoschadenquoten sind in Tabelle 5.24 dargestellt (dabei ist $\text{Bruttoschadenquote} = \text{Schadensatz} / \text{mittlerer Schadensatz}$):

Tabelle 5.24: Burning cost Methode

Jahr	SS [in %]	SQ_Brutto	SQ_Netto	Jahr	SS [in %]	SQ_Brutto	SQ_Netto
1980	0,475	62,7%	62,7%	1994	1,071	141,3%	100,0%
1981	1,144	151,0%	100,0%	1995	0,671	88,6%	88,6%
1982	1,096	144,7%	100,0%	1996	0,742	98,0%	98,0%
1983	0,465	61,3%	61,3%	1997	0,497	65,6%	65,6%
1984	0,699	92,3%	92,3%	1998	0,611	80,7%	80,7%
1985	1,566	206,7%	126,7%	1999	0,613	80,9%	80,9%
1986	0,606	80,0%	80,0%	2000	1,021	134,8%	100,0%
1987	0,574	75,8%	75,8%	2001	0,456	60,2%	60,2%
1988	0,662	87,3%	87,3%	2002	0,927	122,4%	100,0%
1989	0,624	82,3%	82,3%	2003	0,779	102,8%	100,0%
1990	0,442	58,4%	58,4%	2004	0,714	94,2%	94,2%
1991	0,345	45,6%	45,6%	2005	0,642	84,7%	84,7%
1992	0,803	105,9%	100,0%	2006	0,467	61,6%	61,6%
1993	1,743	230,1%	150,1%	Mittelwert:	0,758	100,0%	86,6%

Quelle: Eigene Berechnungen. SS = Schadensatz, SQ = Schadenquote

Es folgt eine durchschnittliche Nettoschadenquote von 86,6%. Damit kann der Erstversicherer also insgesamt mit einer Entlastung durch den Stop Loss Vertrag von 13,4% rechnen. Diese ist zugleich die faire Prämie an den Rückversicherer. Da auch beim Rückversicherungsunternehmen ein Zuschlag auf die Prämie erhoben werden wird, folgt, dass - bei einem (Kosten-)Zuschlag von 35% - 4,7% (35% von 13,4%) reine Rückversicherungskosten anfallen. Diese müssten vom Erstversicherer als Schwankungszuschlag an die Versicherungsnehmer weitergegeben werden.

Weiter ergibt sich, dass nun auf Grund des Rückversicherungsschutzes bis 180 Mio. Gesamtschaden abgesichert sind, also nur noch eine Differenz von 70 Mio. zur Solvenz-Anforderung von 250 Mio. mit Eigenmitteln zu bedecken sind. Der daraus resultierende Gewinnzuschlag beträgt dann nur noch 8,4 Mio. Euro (12% von 70 Mio.), bzw. 8,4% der Prämie. Insgesamt fällt also nur noch ein Zuschlag von 13,1% (4,7% + 8,4%) zur Nettorisikoprämie an.

Eine weitere Möglichkeit der Prämienbestimmung von Rückversicherungsprogrammen, die auf den stochastischen Kollektiven Modellen beruht, ist, die faire Prämie rechnerisch aus den gemachten Verteilungsannahmen zu bestimmen. Existiert ein *analytischer Ausdruck* für den Limited Mean (vgl. Definition 4.9), so lässt sich die Prämie leicht wie folgt berechnen:

Beispiel 5.7

Unterstellt werde der Schadensatzreihe von Tabelle 5.24 die Invers-Weibull Verteilung mit den Parametern wie in Tabelle 8.3. Bei einer Priorität von 100% also einem Schadensatz von 0,783% ($0,783\% \times 100\%$) und einem Plafond von 1,409% ($0,783\% \times 180\%$) folgt mit der Definition 4.9 für die Invers-Weibull Verteilung:

$$LM_x = a \cdot \Gamma\left(1 - \frac{1}{b}\right) \cdot \left\{1 - \Gamma\left[1 - \frac{1}{b}; \left(\frac{a}{x}\right)^b\right]\right\} + x \cdot \left[1 - \exp\left(-\left(\frac{a}{x}\right)^b\right)\right]$$

mit

$$\Gamma(a; x) = \frac{1}{\Gamma(a)} \cdot \int_0^x t^{a-1} \cdot e^{-t} dt$$

und $\Gamma(a)$ wie in Definition von 4.10. und damit:

$$LM_{0,783} = 0,641 \quad \text{und} \quad LM_{1,409} = 0,738$$

Es folgt wie in 4.3.3.4 als faire Prämie für die Rückversicherung: $\frac{0,738-0,641}{0,783} = 12,41\%$, also etwas geringer im Vergleich zur Prämie von 13,4% bei der Anwendung der Burning cost Methode.

Diese, wie auch die folgende Methode, eignet sich bspw. immer dann, wenn eine as-if-Analyse auf Grund zu weniger historischer Daten nur schwer möglich ist. Voraussetzung ist allerdings, dass der Limited Mean als analytischer Ausdruck dargestellt werden kann.

Existiert hingegen keine solche Darstellbarkeit des Limited Means, können die Rückversicherungsprämien auch mit Hilfe von Simulationsmethoden wie der *Monte Carlo Simulation* berechnet werden. Dabei werden auf Grund der modellierten Verteilungsannahmen für den Schadensatzprozess in mehreren Simulationsdurchgängen (z.B. 10.000 Durchgänge) Nettoschadenquoten berechnet. Der Durchschnitt dieser 10.000 Ergebnisse ergibt dann die unter der angenommenen Verteilungsannahme zu erwartende durchschnittliche Nettoschadenquote, so dass auch hier die Entlastung, also

das Verhältnis von Brutto- zu Nettoschadenquote als faire Prämie angesehen werden kann (zum Thema Monte Carlo Simulation vgl. auch FREY&NIEßEN (2005)).

Die Beispiele haben gezeigt, dass die Höhe des Schwankungszuschlages von diversen Faktoren abhängig ist. Hier ist zunächst die Solvenz-Anforderung zu nennen, welche direkt aus der Volatilität des betriebenen Geschäftes und des gewünschten Sicherheitsniveaus resultiert. Daneben spielen die Form der Rückversicherung, die Höhe der Eigenmittelausstattung oder auch die Art des Bonus/Malus-Systems eine gewichtige Rolle. Ebenfalls wurde deutlich, dass die Instrumente zur Bedeckung der Solvenz-Anforderung nicht für sich alleine zu betrachten sind, sondern immer in Kombination miteinander angewendet werden. Die Bestimmung des jeweiligen Mixes aus diesen ist dabei die primäre Aufgabe der Geschäftsführung eines Versicherungsunternehmens.

Abschließend für das Kapitel über die empirische Untersuchung der Hagelversicherung soll noch das Institut der Schwankungsrückstellung analysiert werden.

5.3.3 Modellierung der Schwankungsrückstellung

Grundlage der Analyse bilden wieder die Nettoschadenquoten aus Tabelle 5.24, d.h. es wird ein Stop Loss Programm von 80% xs 100% unterstellt. Da die Simulation im Jahre 1980 beginnen soll, werden für die Jahre 1950 bis 1979 die historischen Schadenquoten des Gesamtmarktes herangezogen (vgl. Tabelle 8.1). In Tabelle 5.26 ist die Entwicklung der Schwankungsrückstellung seit 1980 dargestellt. Sie beträgt am Ende des Geschäftsjahres 2008 ca. 31,5 Mio. Euro.

Berücksichtigt man bei der Simulation noch einen Sicherheitszuschlag auf die Prämien, so steigt die Schwankungsrückstellung in Abhängigkeit von dessen Höhe (Tabelle 5.25):

Tabelle 5.25: Schwankungsrückstellung in Abhängigkeit vom Sicherheitszuschlag

Sicherheitszuschlag [in %]	Schwankungsrückstellung 31.12.2008	Sicherheitszuschlag [in %]	Schwankungsrückstellung 31.12.2008
0,0	31.429.020	20,0	38.026.950
2,5	32.007.749	25,0	59.831.451
5,0	32.422.382	30,0	88.847.512
10,0	32.945.405	35,0	115.909.857
15,0	33.476.294		

Quelle: Eigene Berechnungen. Werte in EURO.

Es zeigt sich an diesem Beispiel anschaulich, dass der Sicherheitszuschlag auf Grund des Ausgleichs in der Zeit auch zur Stärkung der Reserven beiträgt, die wiederum zur Bedeckung der Solvenz-Anforderung geeignet sind.

Tabelle 5.26: Entwicklung der Schwankungsrückstellung

Jahr	SQ Brutto	SQ Netto	Mittelwert SQ	Standard Abweichung	Soll	Stand 1.1.	Zins-Zuführung	Zuführung	Entnahme	Stand 31.12.
1980	62,74%	62,74%	67,69%	20,89%	125.362.366	0	4.387.683	4.951.382	0	9.339.065
1981	151,03%	100,00%	66,45%	19,92%	119.547.614	9.339.065	4.184.167	0	33.547.445	0
1982	144,68%	100,00%	66,45%	19,53%	117.192.472	0	4.101.737	0	33.547.445	0
1983	61,35%	61,35%	68,89%	19,90%	119.388.595	0	4.178.601	7.543.953	0	11.722.554
1984	92,28%	92,28%	67,88%	19,82%	118.899.920	11.722.554	4.161.497	0	24.402.850	0
1985	206,68%	126,68%	69,05%	20,29%	121.754.144	0	4.261.395	0	57.622.878	0
1986	80,03%	80,03%	71,00%	22,72%	136.308.046	0	4.770.782	0	9.029.308	0
1987	75,81%	75,81%	70,85%	22,71%	136.243.622	0	4.768.527	0	4.957.533	0
1988	87,35%	87,35%	70,69%	22,06%	132.384.203	0	4.633.447	0	16.653.713	0
1989	82,32%	82,32%	70,27%	21,78%	130.678.716	0	4.573.755	0	12.054.567	0
1990	58,40%	58,40%	71,51%	21,51%	129.064.918	0	4.517.272	13.110.083	0	17.627.355
1991	45,57%	45,57%	71,77%	21,00%	125.974.065	17.627.355	4.409.092	26.201.455	0	48.237.902
1992	105,95%	100,00%	71,84%	20,84%	125.032.902	48.237.902	4.376.152	0	28.157.314	24.456.740
1993	230,08%	150,08%	73,77%	21,39%	128.317.340	24.456.740	4.491.107	0	76.310.493	0
1994	141,34%	100,00%	76,42%	24,59%	147.529.499	0	5.163.532	0	23.576.096	0
1995	88,59%	88,59%	78,43%	24,84%	149.049.600	0	5.216.736	0	10.157.538	0
1996	97,96%	97,96%	79,05%	24,88%	149.279.800	0	5.224.793	0	18.905.628	0
1997	65,59%	65,59%	79,88%	24,83%	148.996.876	0	5.214.891	14.290.497	0	19.505.388
1998	80,67%	80,67%	78,74%	24,73%	148.396.052	19.505.388	5.193.862	0	1.938.255	22.760.995
1999	80,87%	80,87%	78,22%	24,27%	145.631.220	22.760.995	5.097.093	0	2.655.146	25.202.941
2000	134,82%	100,00%	79,15%	24,24%	145.462.599	25.202.941	5.091.191	0	20.846.164	9.447.968
2001	60,25%	60,25%	79,70%	24,11%	144.679.480	9.447.968	5.063.782	19.451.115	0	33.962.866
2002	122,38%	100,00%	79,87%	24,27%	145.595.040	33.962.866	5.095.826	0	20.126.940	18.931.752
2003	102,76%	100,00%	80,97%	22,83%	136.964.302	18.931.752	4.793.751	0	19.030.014	4.695.489
2004	94,19%	94,19%	83,21%	22,82%	136.917.561	4.695.489	4.792.115	0	10.974.734	0
2005	84,70%	84,70%	84,08%	22,86%	137.133.030	0	4.799.656	0	623.908	4.175.748
2006	61,63%	61,63%	84,33%	21,65%	129.917.637	4.175.748	4.547.117	22.706.154	0	31.429.020

Quelle: Eigene Berechnungen. SQ = Schadenquote. Werte in EURO.

Am Ende des Kapitels sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass sich sämtliche Modellierungen zum Sicherheitszuschlag auf die (auf Gerste) normierte Schadensatzreihe bezogen haben, also nicht den aktuellen (auf das Jahr 2006 bezogenen) Fruchtartenmix des Testbestandes repräsentieren, weswegen bspw. die Verteilungsannahmen, PML-Schätzungen und Rückversicherungskosten nicht als repräsentativ angesehen werden können, da vielmehr nur die Systematik für die Vorgehensweise anschaulich gemacht werden sollte. Für konkrete Kalkulationen muss also die normierte Schadensatzreihe vorab auf die aktuelle Bestandzusammensetzung umgewichtet werden.

5.4 Zusammenfassung

Während sich der erste Teil dieser Arbeit mit den qualitativen Fragestellungen rund um die Erntemehrfahrenversicherung beschäftigt hat, wurden im 4. Kapitel quantitative Methoden vorgestellt um Beitragssätze für eine Mehrfahrenversicherung in Form einer Ertragsverlustversicherung zu kalkulieren. Dabei wurde sich am Beispiel der Hagelversicherung orientiert, da für diese – zumindest in Deutschland- eine hinreichend große Schadenstatistik vorliegt. So wurden im anschließenden 5. Kapitel auf Grundlage eines Teils dieser Schadenstatistik die im 4. Kapitel erarbeiteten versicherungsmathematischen Verfahren einer empirischen Analyse unterzogen, um somit deren Arbeitsweise zu veranschaulichen und deren jeweilige Eigenschaften deutlich zu machen.

Um Beiträge nach versicherungsmathematischen Gesichtspunkten zu kalkulieren, wurden zunächst zu Beginn des 4. Kapitels die einzelnen Prämienbestandteile vorgestellt und deren jeweiliger Zweck definiert. Dabei nehmen (insbesondere bei einer Elementarschadenversicherung wie der Hagelversicherung) die Nettorisikoprämie und der Schwankungszuschlag als Teil des Sicherheitszuschlags eine herausragende Stellung ein, weswegen diesen beiden Beitragskomponenten jeweils im 4. und 5. Kapitel dieser Arbeit zwei ausführliche Abschnitte gewidmet sind.

Bei der Kalkulation der Nettorisikoprämie kommen neben den eher vorbereitenden Verfahren der individuellen Ungewichtung und der k-means Clusteranalyse insbesondere die vorgestellten Ausgleichsverfahren zum Zuge. Es wurde hierbei zwischen heuristischen und stochastischen Verfahren, welche auf dem Individuellen Modell beruhen, unterschieden. Als besonderer Vertreter dieser Ausgleichsverfahren wurde auch das Marginalsummenverfahren beschrieben, da dies sowohl einem intuitiv und heuristisch nachvollziehbaren Ansatz entspringt und zudem stochastisch hergeleitet werden kann. Letztlich wurde neben den Ausgleichsverfahren eine Methode zur Kupierung von Großschäden mittels der Credibility-Theorie vorgestellt.

Im Gegensatz zu den Verfahren zur Bestimmung der Nettorisikoprämie beruht die Kalkulation des Schwankungszuschlags zur Begrenzung des Schwankungsrisiko auf dem Kollektiven Modell. Hierzu wurden auch der Begriff des PML, die Arbeitsweisen von Bonus/Malus-Systemen, verschiedene Rückversicherungsarten und die Schwankungsrückstellung definiert, erklärt und empirisch in Kapitel 5. untersucht.

6 Kosten einer Erntemehrgefahrenversicherung

Das abschließende Kapitel beschäftigt sich mit Fragen zu den Kosten und der Finanzierung einer Erntemehrgefahrenversicherung in Deutschland nach dem Modell der Ertragsverlustversicherung aus Kapitel 3. Dabei steht zunächst die Preisfindung einer solchen Lösung im Mittelpunkt. Denn prinzipiell können für die Tarifierung einer erweiterten Versicherungslösung die in Kapitel 4 vorgestellten und in Kapitel 5 erprobten Modelle und Verfahren auch für andere Gefahren herangezogen werden. Allerdings ist die Grundlage für diese Methoden für die Risiken außerhalb der Hagelversicherung nicht gegeben, da zumeist keine historischen Schadendaten existieren dürften. Es muss also ein alternativer Tarifierungsansatz entworfen werden, um zumindest übergangsweise, nämlich so lange bis genügend Schadenerfahrung gesammelt worden ist, auskömmliche Prämien bestimmen zu können. Dazu wird hier im ersten Unterabschnitt zuerst allgemein das Tarifmodell vorgestellt. Die Grundidee der Trennung in regionale und fruchtartenbezogene Gefährdungsfaktoren, wie sie schon in Kapitel 4 bei der Hagelversicherung vorgenommen wurde, soll dabei wieder die Grundlage des Modells bilden. Zudem erfolgt eine Aufteilung des Schadenbedarfs in die beiden Komponenten Schadenfrequenz (Schadenhäufigkeit) und Schadenintensität (Schadenhöhe). Zusätzlich wird zudem auch ein Verfahren vorgestellt, wie dieser behelfsmäßige Ansatz im Laufe der Zeit durch historische Schadendaten validiert bzw. kalibriert werden kann. Dabei spielt der schon von der Großschadenumverteilung (Vgl. 4.2.1.4) bekannte Credibility-Ansatz die entscheidende Rolle des Vorgehens.

Im zweiten Abschnitt werden mit Hilfe des vorgestellten Tarifmodells dann für die einzelnen Gefahren die regionalen Gefährdungen bzw. Beitragssätze für die Referenzfruchtart Wintergerste beispielhaft graphisch dargestellt. Dabei ist zu bemerken, dass diese sehr stark von der Definition der Modellparameter abhängig sind und deswegen hier nur als eine erste anschauliche Übersicht verstanden werden dürfen.

Darauf aufbauend können im anschließenden Kapitel die Gesamtnettorisikoprämien, bezogen auf den gegen Hagel versicherten landwirtschaftlichen Anbau in Deutschland, dargestellt werden. Dabei sollen auch Korrelationseffekte zwischen den Einzelgefahren bei der Bündelung zu einem Gesamtpaket erwähnt werden. Zusätzlich wird wieder die zentrale Frage nach dem Sicherheitszuschlag wie bei der Hagelversicherung mit Hilfe

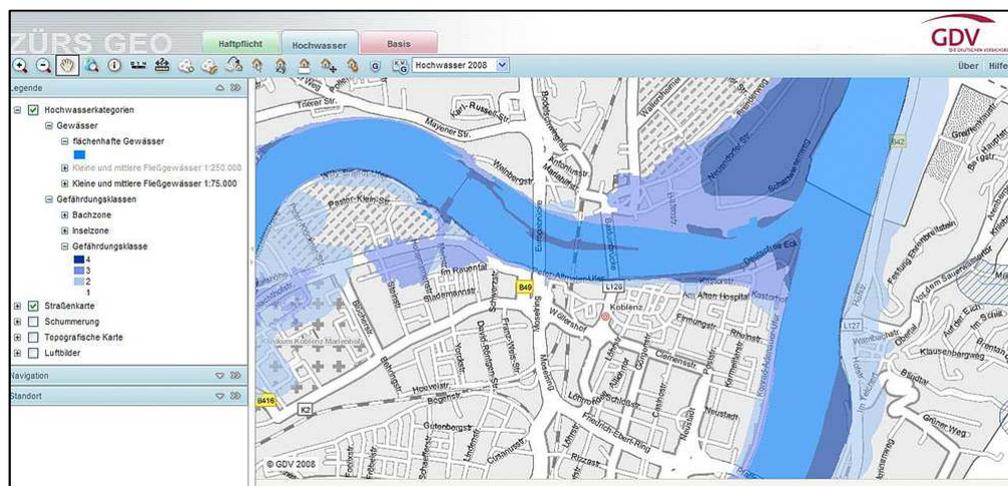
der dort bereitgestellten mathematischen Ansätze behandelt werden. Dabei wird insbesondere auf die Berechnung des PML und der Rückversicherungskosten eingegangen.

Am Schluss des Kapitels sollen dann abschließend aus den errechneten Daten für die Gesamtprämie, den PML und die Rückversicherungskosten Schlussfolgerungen für die Finanzierung einer Erntemehrgefahrenversicherung in Deutschland gezogen werden. Dabei wird zum einen die Zahlungsbereitschaft von Landwirten untersucht und somit der Kreis zum in 2.3.2 vorgestellten Erwartungsnutzenprinzip geschlossen. Zum anderen sind die sich daraus ergebenden Anforderungen an eine mögliche Intervention des Staates durch Subvention von Prämien oder Rückversicherungsschutz dann Inhalt des letzten Abschnitts dieser Arbeit.

6.1 Tarifierungsmodell

Das nachfolgend beschriebene Tarifierungsmodell wurde bei der Vereinigten Hagelversicherung VVaG (VH) entwickelt. Dessen Ergebnisse sind zum Teil in LANGNER, R. (I) (2009) und GDV (2008) dargestellt und werden hier detaillierter hergeleitet. Wie schon mehrfach erwähnt, beruht dieses Modell nicht auf historischen Schadendaten. Es soll vielmehr eine Hilfslösung darstellen, um auch ohne eine solche Datenbasis für die Absicherung der Gefahren Sturm, Starkregen, Auswinterung, Frost und Trockenheit näherungsweise Prämien zu ermitteln.

Abbildung 6.1: ZÜRS des GDV

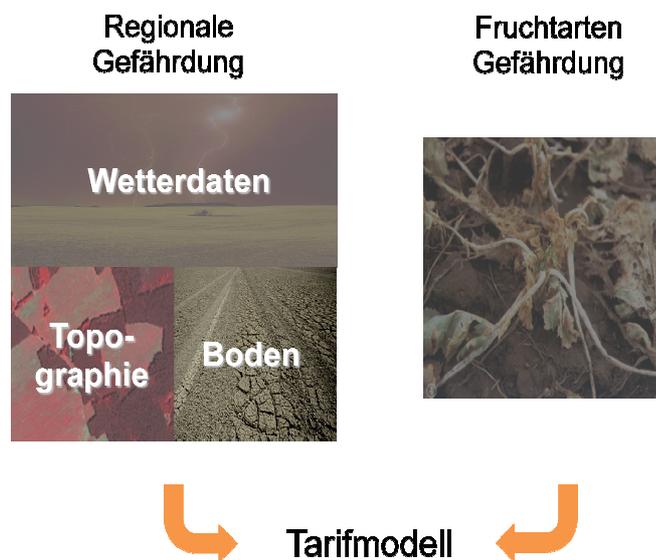


Quelle: GDV (2009)

Dabei sollen andere Wetterrisiken wie Überschwemmung oder Auswuchs zunächst bewusst außen vor bleiben, da sie nur von untergeordneter Bedeutung sind. Zudem existieren andere geeignete Modelle, wie das sog. **ZÜRS** (**Z**onierungssystem für **Ü**berschwemmung, **R**ückstau und **S**tarkregen) des GDV um diese zu bepreisen (s.h. Abbildung 6.1).

Grundlage ist also wieder eine nach Regionen- und Fruchtarten-Gefährdung getrennte Modellierung der Tariffaktoren. Wie in Abbildung 6.2 dargestellt, sind bei der Ermittlung der regionalen Faktoren jedoch nicht nur klimatische Einflüsse des Wetters zu berücksichtigen.

Abbildung 6.2: Tarifmodell für eine Mehrgefahrenversicherung



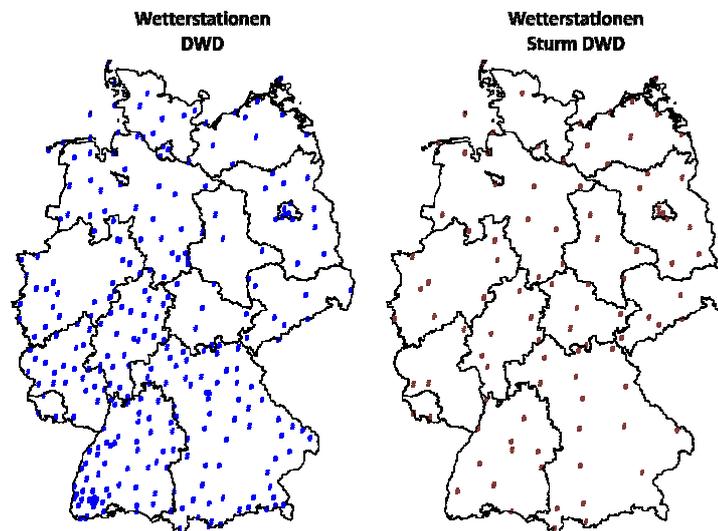
Quelle: Eigene Darstellung

Vielmehr spielt insbesondere bei der Kalkulation von Prämien der Dürreversicherung auch die Bodenqualität eine entscheidende Rolle. Weiterhin sind wie bei der Modellierung von Erosionsschäden durch Starkniederschlag topographische Informationen bei der Bemessung der regionalen Gefährdung zu berücksichtigen.

Als Wetterdaten dient eine Messreihe von 30 Jahren des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zwischen den Jahren 1974 bis 2003 an insgesamt 292 Wetterstationen. Da nicht von allen Wetterstationen über den gesamten Zeitraum Windgeschwindigkeitsmessungen vorliegen, basiert die Kalkulation des Sturmrisikos

nur auf einer eingeschränkten Anzahl (104) an Stationen. Die regionale Verteilung der Wetterstationen ist in Abbildung 6.3 dargestellt.

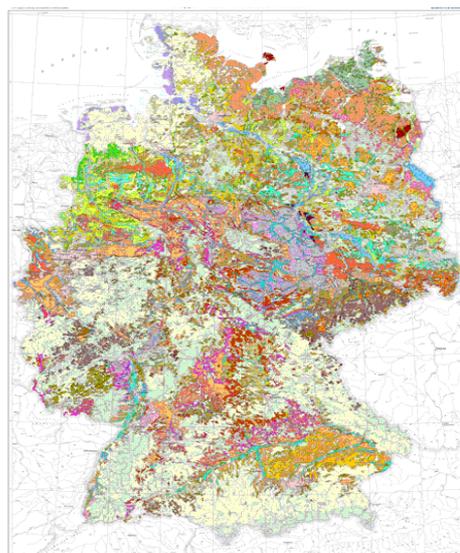
Abbildung 6.3: Verwendete Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD)



Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007)

Zur Abbildung von Bodenqualität und topographischen Eigenschaften werden die Bodenkarte **BÜK 1000 N** (Abbildung 6.4) bzw. ein **SRTM** Datensatz herangezogen.

Abbildung 6.4: Bodenkarte BÜK 1000 N



Quelle: BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (BGR) (2008)

Die Bodenkarte BÜK 1000 N (Nutzungsdifferenzierte Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000) wird von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) herausgegeben. Sie stellt unter anderem die Bodenqualität landwirtschaftlicher Nutzflächen dar.

Die Beschreibung regionaler topographischer Gegebenheiten erfolgt mittels eines Digitalen Höhenmodells (DHM), welches auf einem SRTM Datensatz (**S**huttle **R**adar **T**opography **M**ission) basiert³⁰⁸.

So wurden bei der VH zunächst die Eintrittswahrscheinlichkeiten von Wetterereignissen anhand der Wetterdaten für die Wetterstationen bestimmt und anschließend mit Hilfe eines Interpolationsverfahrens (s.h.u.) für die Regionen ermittelt. Schließlich wurden diese mit den Bodendaten bzw. topographischen Risikokennzahlen mittels eines *Geoinformationssystems (GIS)* verschnitten um so die regionale Gesamtgefährdung abzubilden.

Wie bei der Ermittlung dieser einzelnen Bausteine des Tarifmodells der Mehrgefahrenversicherung vorgegangen wurde, soll nun im Anschluss dargestellt werden.

6.1.1 Allgemeiner Ansatz

Zur Approximation der risikogerechten Prämie für die Versicherung gegen ein Wetterrisiko, wird wegen der mit ihr verbundenen Vorteile auf die in Kapitel 4 beschriebene Tarifierungssystematik der Hagelversicherung aufgesetzt. Das Tarifwerk basiert also auf zwei Merkmalen mit den zugehörigen Tariffaktoren. Dabei spiegeln r_i die regionale Gefährdung und f_k die Fruchtartengefährdung wieder. Es gilt wie oben also für die faire Prämie P_{ik} :

$$E(SS_{ik}) \approx P_{ik} = r_i \cdot f_k$$

³⁰⁸ Vgl. DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT (2009)

Werden die f_k wie bei der Hagelversicherung wieder normiert auf eine Referenzfrucht - wie beispielsweise Wintergerste - dargestellt³⁰⁹, gilt also O.B.d.A.³¹⁰ $f_1 = 1$, so sind r_i die regionalen Beitragssätze für die gewählte Referenzfruchtart³¹¹ und f_k ($k > 1$) die Zu- und Abschläge für verschieden Fruchtarten.

Die Frage ist nun zum einen wie diese Tariffaktoren ohne eine entsprechende historische Datengrundlage gefunden werden können und zum anderen wie sie im Laufe der Zeit mit empirisch³¹² ermittelten Faktoren verglichen bzw. ersetzt werden können. Um beide Fragen zu beantworten, werden die beiden Tarifmerkmale zunächst separat betrachtet.

6.1.2 Regionale Gefährdung

Um die r_i so zu bestimmen, dass sie die regionalen Beitragssätze für die Fruchtart Wintergerste darstellen, also dem Erwartungswert des Schadensatzes SS_{i1} entsprechen, muss die Zufallsvariable *Schadensatz* in seine zwei Komponenten Schadenfrequenz (SF) und Schadenintensität (SI) zerlegt werden. Die *Schadenfrequenz* gibt dabei die Häufigkeit des Eintretens eines (Wetter-)Ereignisses an, während die *Schadenintensität* die Schadenhöhe im Falle des Eintretens eines Schadens durch ein solches Ereignis widerspiegelt. Es gilt also allgemein:

$$SS_{ik} = SF_{ik} \cdot SI_{ik}$$

Und mit $f_1 = 1$ weiterhin für die faire Prämie³¹³:

$$E(SS_{i1}) = E(SF_{i1}) \cdot E(SI_{i1}) \approx P_{i1} = r_i^{SF} \cdot r_i^{SI} \cdot \overbrace{f_1^{SF} \cdot f_1^{SI}}{=f_1} = r_i^{SF} \cdot r_i^{SI} \quad (6.1)$$

³⁰⁹ Vgl. dazu die Anmerkung zu Beginn von 4.2.1.3

³¹⁰ Ohne Beschränkung der Allgemeinheit

³¹¹ Im Folgenden soll hier Wintergerste als Referenzfruchtart gelten.

³¹² Also auf der Grundlage von Schadendaten

³¹³ SF und SI seien stochastisch unabhängig voneinander angenommen.

Die regionalen Schadenintensitäten r_i^{SI} sind dabei abhängig von der Schadenintensität der Referenzfrucht Wintergerste (da $f_1 = 1$) und einem Faktor δ_i , der die regionale Gefährdung in Anhängigkeit der Bodenqualität oder topographischer Eigenschaften ausdrückt. Also:

$$r_i^{SI} = SI_{Referenzfrucht} \cdot \delta_i$$

Die Bestimmung von $SI_{Referenzfrucht}$ wird im nächsten Abschnitt besprochen. Es erfolgt nun zuerst die Modellierung der regionalen Schadenfrequenzen r_i^{SF} :

Zur Kalkulation der lokalen Häufigkeiten von Wetterereignissen anhand von Wetterdaten einer Wetterstation s müssen zunächst verschiedene Parameter festgelegt werden. Dazu gehören:

- Zeitraum der betrachteten Wetterdaten von Jahr J_1 bis Jahr J_2
- Deckungszeitraum, durch den Tag³¹⁴ des Deckungsbeginns T_1 und des Endes T_2
- Zeitperiode L (in Tagen)
- Minimale Anzahl von Tagen M , in der eine Wetterlage innerhalb von L vorherrscht
- Wettervariable eines Wetterindizes w an einer Station s im Jahr j am Tag t : ${}^w\pi_{j t}^s$
- Indexschwelle eines Wetterindizes w : ${}^w\phi$

Als Wetterindizes w dienen beispielsweise

- Tagestemperatur
- Höhe der Schneedecke
- Windgeschwindigkeit
- Niederschlag
- Klimatische Wasserbilanz

Die Tage x (in einem Jahr j) mit einer Wetterlage an einer Wetterstation s lassen sich als Menge durch die folgende Vorschrift darstellen

³¹⁴ Tage von 1 bis 365. Schaltjahrproblematik unberücksichtigt

$$\mathcal{W} = \{x \mid {}^1\pi_{jx}^s \leqslant {}^1\phi \wedge {}^2\pi_{jx}^s \leqslant {}^2\phi \wedge \dots\}$$

Dann kann man die Häufigkeit eines definierten Wetterereignisses an einer Station s im betrachteten Zeitraum $(J_2 - J_1 + 1)$ durch folgende Funktion ermitteln³¹⁵.

$$r_s^{SF} = \left[\sum_{j=J_1}^{J_2} \max \left(\sum_{t \geq T_1}^{T_2-L} g(t), 1 \right) \right] / (J_2 - J_1 + 1) \quad (6.2)$$

mit

$$g(y) = \begin{cases} 1, & \sum_{\hat{t}=y}^{t+L} h(\hat{t}) \geq M \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad (6.3)$$

$$h(x) = \begin{cases} 1, & \bigwedge_{w>0} {}^w\pi_{jx}^s \leqslant {}^w\phi \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad (6.4)$$

Erläuterungen zum Formelwerk:

Eine Wetterlage an einem Tag x liegt vor, wenn die Restriktionen der Menge \mathcal{W} erfüllt sind, also für die verschiedenen Wettervariablen $w = 1, 2, \dots$ am Tag x im Jahr j und an der Station s alle die Bedingungen ${}^w\pi_{jx}^s \leqslant {}^w\phi$ gelten³¹⁶. In diesem Fall gibt die Funktion h wie in 6.4 definiert den Wert 1 zurück. Liegt in der definierten Periode L mindestens an M Tagen die Wetterlage vor, so gibt die Funktion g mit der Definition von 6.3 ebenfalls den Wert 1 zurück. Mit 6.2 wird dann die Anzahl der gezählten Wetterereignisse zu der Anzahl der betrachteten Jahre ins Verhältnis gesetzt.

³¹⁵ Es wird aus Vereinfachungsgründen maximal ein Ereignis pro Jahr gezählt.

³¹⁶ Gemeint als entweder „>“ oder „<“

Um von den Häufigkeiten an den S Wetterstationen auf die gewünschten regionalen Schadenfrequenzen zu schließen, werden diese mittels eines *Inverse Distance Verfahrens* interpoliert. Sie ergeben sich dann aus:

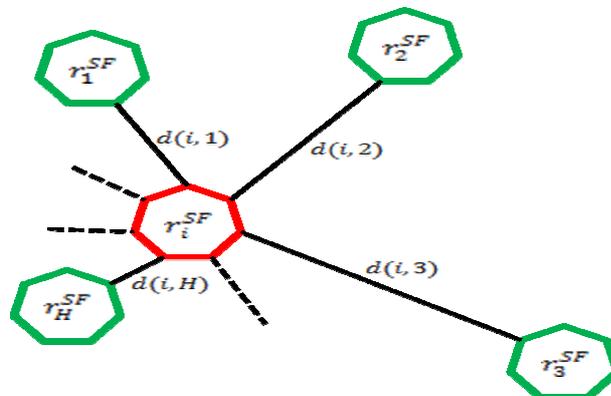
$$\gamma_i^{SF} = \frac{\sum_{s=1}^H \frac{\gamma_s^{SF}}{d(i,s)^2}}{\sum_{s=1}^H \frac{1}{d(i,s)^2}}$$

Dabei ist H die Anzahl der berücksichtigten benachbarten Wetterstationen und die Abstandsfunktion zwischen den Koordinaten (in zwei-dimensionaler Darstellung) einer Wetterstation s und dem Mittelpunkt einer Gemeinde i mit:

$$d(i,s) = \sqrt{(x_i - x_s)^2 + (y_i - y_s)^2}$$

Durch diese Definition wird der Messwert an einer Station umgekehrt zu ihrer Entfernung zur Gemeinde gewichtet. Oder: Je näher eine Wetterstation einer Gemeinde ist, umso größer ihr Einfluss (s.h. Abbildung 6.5).

Abbildung 6.5: Inverse Distance Verfahren



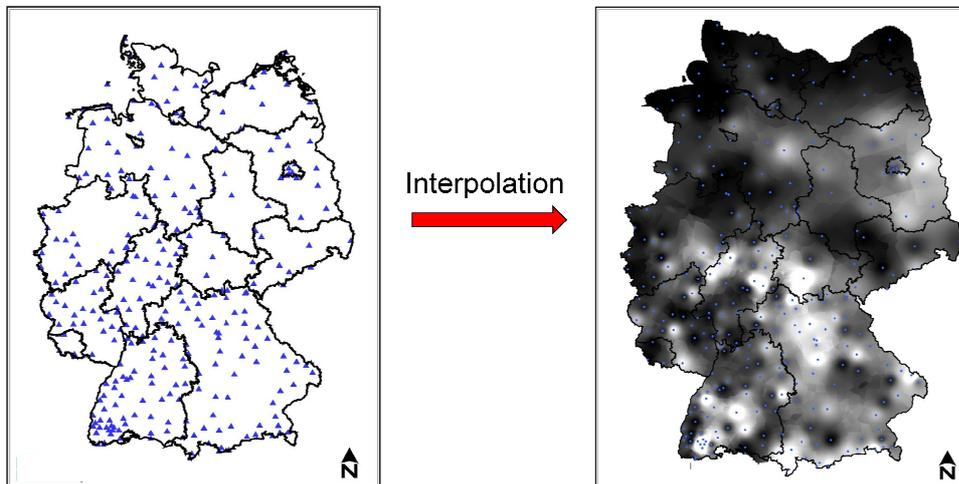
Quelle: Eigene Darstellung

Das Ergebnis ist eine Gefährdungskarte (Abbildung 6.6), die die regionalen Eintrittswahrscheinlichkeiten für ein definiertes Wetterereignis darstellt³¹⁷. Die

³¹⁷ Hier als Interpolation auf den Mittelpunkt eines 1km x 1 km Rasters dargestellt.

Interpolation mittels des Inverse Distance Verfahrens erfolgt ebenfalls mit Hilfe einer GIS Software.

Abbildung 6.6: Interpolation der regionalen Schadenfrequenzen



Quelle: VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007)

Zum besseren Verständnis der dargestellten Systematik hier noch ein Beispiel zur Ermittlung von Eintrittswahrscheinlichkeiten eines Starkfrostereignisses für eine Wetterstation s :

Beispiel 6.8

Es werden die Anzahl der 6 Tagesperioden ($L = 6$) mit mindestens 4 Tagen ($M = 4$) mit einer Schneedecke von $< 6\text{cm}$ ($\text{Sch} = 6\text{cm}$), einer Tagesminimaltemperatur von $< -13^\circ\text{C}$ ($\text{Temp} = 13^\circ\text{C}$) und einer Tagesmaximaltemperatur von $< 2^\circ\text{C}$ ($\text{Temp} = 2^\circ\text{C}$) im Zeitraum vom $\text{Start} = 15.11.$ bis $\text{End} = 30.4.$ betrachtet. Dazu werden die Jahre von $\text{Jahr} = 1978$ bis $\text{Jahr} = 2007$ ausgewertet. Die Anzahl der gezählten Ereignisse³¹⁸ wird durch 30 geteilt. Dies ergibt eine Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit des definierten Starkfrostereignisses am Standort der Wetterstation s .

³¹⁸ Maximal eines pro Jahr.

Durch den oben geschilderten Ansatz lassen sich also die Tariffaktoren r_i zumindest näherungsweise schätzen. Als nächstes werden nun noch die Faktoren, die die Fruchtartengefährdung widerspiegeln, ermittelt.

6.1.3 Fruchtartengefährdung

Zunächst muss eine Referenzschadenintensität $SI_{\text{Referenzfrucht}}$ (für Wintergerste) ermittelt werden, um im Anschluss Zu- bzw. Abschlagsfaktoren der anderen Fruchtarten f_k ($k > 1$) zu bestimmen. Aus Vereinfachungsgründen wird sich dabei für deren anfängliche Definition nur auf die Schadenintensität bezogen. Das heißt, bei deren Festlegung orientiert man sich an der Referenzfruchtart und bestimmt für die entsprechende Fruchtart bei den gleichen klimatischen Bedingungen und regionalen Gegebenheiten (Bodenqualität, etc.) die zu erwartende Schadenhöhe. Bei der Bewertung dieser unterschiedlichen Pflanzenempfindlichkeiten können dabei verschiedenen Faktoren wie die durchschnittliche Gefährdungsdauer – wie lange sich die Pflanze in einem durch das definierte Wetterereignis besonders gefährdetem Entwicklungsstadium befindet – oder der über verschiedene Zeiträume benötigte Wasserbedarf sowie die Kardinaltemperatur³¹⁹ ASCH (2005, S. 15) behilflich sein.

Insgesamt ist die anfängliche Bestimmung der Fruchtartengefährdung trotz alledem ein sehr komplexer Vorgang, so dass man auf die Expertise von Pflanzenbauexperten und Versuchsbaustudien angewiesen ist. Dabei bedient man sich bei der Vereinigten Hagelversicherung zudem einer Spezialistengruppe, die sich ein solches Wissen „fast nebenbei“ angeeignet hat, nämlich den Sachverständigen der Hagelschadenregulierung.

Bei der endgültigen Festlegung der Fruchtartenfaktoren müssen zudem Entlastungseffekte durch bedingungsgemäße Franchisen eingerechnet werden, wie sie auch in der Hagelversicherung (s.h. 3.1.1.1) üblich sind, also Abzugs- oder Integralfranchisen. Zudem ist bei durch bestimmte Wetterrisiken, wie der Auswinterung, verursachten Ernteschäden eine Neubestellung der beschädigten

³¹⁹ Temperaturschwellenwert unter- oder oberhalb der kein Wachstum einer Pflanze sattfinden kann.

Flächenstücke möglich. In diesen Fällen sind dann Umbruchpauschalen³²⁰ festzulegen und auf Grundlage dieser die Fruchtartenfaktoren zu bestimmen.

Abschließend muss noch erwähnt werden, dass gerade beim Wetterisiko Trockenheit die Definition von Schadenintensitäten nicht unproblematisch ist, da es bei der Schadenregulierung von Dürreschäden schwierig ist festzustellen, wie hoch der unbeschädigte Referenzertrag wäre³²¹. Hier kann das Trockenheitsschaden-Modell der Österreichischen Hagelversicherung³²² mit den festgelegten Entschädigungspauschalen ein Ausweg sein. Jedoch besteht gerade in diesem Punkt einer Versicherungslösung nach dem Prinzip der Ertragsverlustversicherung noch weiterer Forschungsbedarf.

6.1.4 Überleitung zur Schadenhistorie

Am Schluss dieses ersten Abschnitts bleibt noch zu klären, wie zukünftige Schadendaten in das Tarifmodell mit einfließen können, also wie im Laufe der Zeit eine Überleitung zur Schadenhistorie erfolgen soll. Hat man also über j Jahre Schadenerfahrung gesammelt, d.h. es sind für etliche Zellen (i, k) Bestands- und Schadendaten vorhanden, lassen sich wieder mit Hilfe der in Kapitel 4 vorgestellten Verfahren Tariffaktoren³²³ α_i und β_k bestimmen, so dass

$$E(SS_{ik}) \approx \alpha_i \cdot \beta_k$$

Um diese empirischen Faktoren wiederum vergleichbar mit den Faktoren des Tarifmodells zu machen, wird auch hier der Schadensatz in die zwei Komponenten Schadenbedarf und Schadenintensität zerlegt und die Faktoren separat für diese Zufallsvariablen ermittelt. Es gilt dann ähnlich wie in Gleichung 6.1:

³²⁰ Entschädigungsbetrag, der die Kosten einer Neubestellung decken soll.

³²¹ Wegen des Einflusses individueller betrieblicher Produktionsfaktoren, wie der Bestandspflege, Sortenwahl oder der Düngung und der Fähigkeit von Pflanzen, ungünstige Bedingungen im Laufe der Vegetationsperiode zu kompensieren.

³²² Vgl. Abschnitt 3.2.3.2

³²³ Wie in Kapitel 4 gilt: α_i = regionale Gefährdung und β_k = Fruchtartengefährdung

Nach Normierung auf \bar{c} können die empirisch ermittelten Tariffaktoren c_j , c_k und c_l die „behelfsmäßig“ festgelegten Werten \bar{c}_j , \bar{c}_k und \bar{c}_l durch einen Credibility-Ansatz³²⁴ langsam ersetzen:

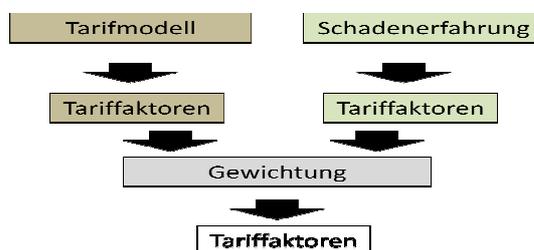
mit dem zugehörigen Credibility-Faktor:

—

Dabei ist T eine Zeitkonstante, die angibt nach wie vielen Beobachtungsjahren J (also Jahren mit Schadenhistorie) $c = 50\%$ „Glaubwürdigkeit“ der empirischen Daten erreicht ist. Dabei könnte T beispielsweise in Abhängigkeit von der Variabilität des Bestandes definiert und aus Vergleichsdaten der Hagelversicherung abgeleitet werden.

Abbildung 6.7 zeigt dazu noch einmal den Prozess der Überleitung des Tarifmodells zu empirischen Daten aus der gewonnenen Schadenerfahrung:

Abbildung 6.7: Überleitung zur Schadenhistorie



Quelle: Eigene Darstellung

³²⁴ In Anlehnung an das Modell von Bühlmann/ Straub. Vgl. MACK (2002, S. 205 ff.).

Insgesamt bleibt noch festzuhalten, dass der beschriebene Tarifierungsansatz zunächst nur für Ackerbaukulturen erfolgte. Für Sonderkulturen wie Wein, Hopfen, oder Gemüse, aber auch bei der Ermittlung von Prämien für Ertragsausfälle im Grünland besteht hingegen noch Forschungsbedarf.

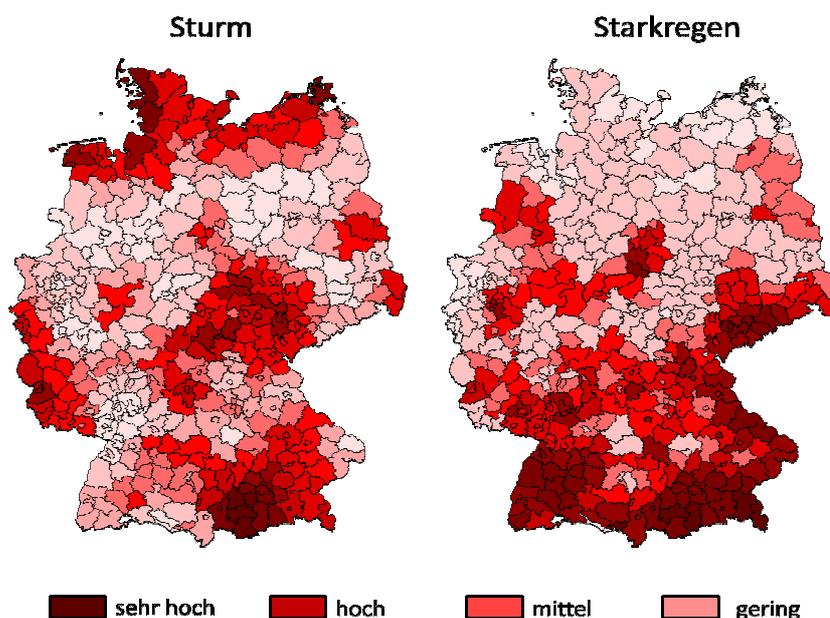
6.2 Empirische Untersuchung

Im folgenden wird auf Grundlage des im ersten Abschnitt beschriebenen Tarifmodells ein kurzer Überblick über die von der VH berechneten Prämiensätze gegeben. Dabei wird sich für die in Kapitel 2.1.2.1 definierten Wetterrisiken Sturm, Starkregen, Auswinterung, Frost und Trockenheit jeweils an der Referenzfruchtart Wintergerste orientiert, für die die regionalen Beitragssätze jeweils graphisch dargestellt sind.

6.2.1 Sturm und Starkregen

Die Prämiensätze für die Absicherung gegen das Risiko **Sturm** schwanken für die Fruchtart Wintergerste zwischen ca. 0,18% in den Gebieten rund um Münster und Hannover, sowie Mittelhessens, bzw. in weiten Teilen Brandenburgs und den höchsten Sätzen von ca. 2,5% für Oberbayern und 2% für die Küstenregionen Schleswig-Holsteins und Niedersachsens (vgl. Abbildung 6.8).

Abbildung 6.8: Beitragssätze Wintergerste Sturm und Starkregen



Quelle: Eigene Darstellung

Im bundesdeutschen Mittel liegen die Prämien­sätze für Wintergerste bei rund 0.63%. Die sehr hohen Beiträge für Oberbayern sind der nur sehr geringen Dichte der Wetterstationen geschuldet (vgl. Abbildung 6.3), so dass für diese Regionen die Station „Zugspitze“ einen nicht unerheblichen Einfluss auf die regionale Eintrittswahrscheinlichkeit ausübt. Am anfälligsten auf das Sturmrisiko reagieren die Fruchtarten (Winter/Sommer-)Raps, (Winter/Sommer-)Gerste und Mais. Die geringsten Beitragssätze für die Fruchtarten Kartoffeln und Zuckerrüben liegen im Schnitt bei ca. 0,05%, also bei nur etwa knapp 8% der höchsten Prämien­sätze.

Für das Risiko **Starkregen** liegen die Sätze für Wintergerste zwischen 0,44% in den nördlichen Gebieten Deutschlands wie Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg, sowie rund um die Region Hannover und Teile von Thüringen. Die größte Gefährdung geht von den Gegenden in Oberbayern, rund um Freiburg, sowie südlich von Dresden mit Beitragssätzen von bis zu 1,44% aus. Im Mittel liegt der Prämien­satz für Wintergerste bei 0,75%. Am günstigsten sind Kartoffeln und Mais mit rund 0,21%, während die Fruchtart (Winter/Sommer-)Raps mit durchschnittlich ca. 1,25% knapp sechsmal teurer ist.

Den Prämien­sätzen für Sturm und Starkregen liegt ein 8%-iger Selbstbehalt in Form einer Integralfranchise zu Grunde, allerdings werden bei Lager im Getreide nur Entschädigungspauschalen in Abhängigkeit des jeweiligen Entwicklungsstadiums geleistet (vgl. BHMGB07 (2007, S. 37)). Der Haftungszeitraum für beide Gefahren entspricht dem Haftungszeitraum der klassischen Hagelversicherung³²⁵.

Letztlich bleibt noch festzuhalten, dass die regionalen Schadenfrequenzen des Wetterrisikos Starkregen auch über den sog. KOSTRA³²⁶-Starkniederschlagsatlas (KOSTRA-2000-DWD) des Deutschen Wetterdienstes bestimmt werden können, da eine Bestimmung des 15-Minuten-Mittelwerts von Niederschlagsmengen (vgl. die

³²⁵ Vgl. AHagB, BHaGB07 (2007, S. 16) oder Kapitel 3.1.1.1.1

³²⁶ **Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen.** Vgl. ITWH (2009)

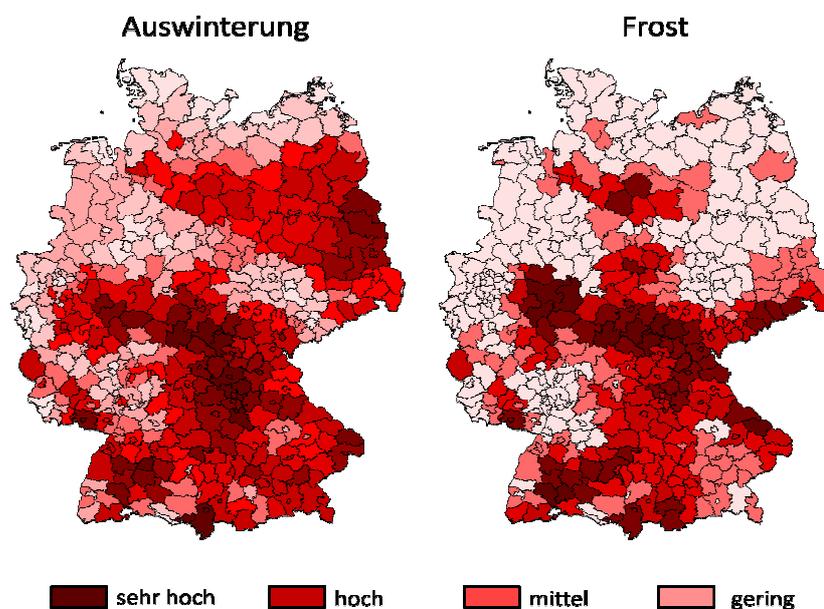
Definition von Starkregen in 2.1.2.1.2) an den meisten Wetterstationen nicht möglich ist.

6.2.2 Auswinterung und Frost

Die in Abbildung 6.9 dargestellten Prämienätze für die Fruchtart Wintergerste liegen für das Risiko **Auswinterung** im Minimum bei 0,41% an den norddeutschen Küstengebieten Schleswig-Holsteins, Niedersachsens und Mecklenburg-Vorpommerns, sowie in der Weser-Ems Region und im Umkreis von Halle an der Saale. Die höchsten Sätze berechnen sich in Mittel- und Oberfranken sowie in den Gebieten um Frankfurt (Oder) und Cottbus mit Spitzenwerten von bis zu 1,9%. Der bundesdeutsche Mittelwert liegt dabei bei ca. 1.02% für Wintergerste. Die geringsten Sätze haben Winterroggen und Wintertriticale (ca. 0,3%), während die gefährdetsten Fruchtarten Wintergerste und Winterraps sind.

Insgesamt wurden bei der Prämienkalkulation wie beim Lager von Getreide, verursacht durch Sturm und Starkregen, die in BHMGBV07 (2007, S. 37) definierten Entschädigungspauschalen zu Grunde gelegt.

Abbildung 6.9: Beitragssätze Wintergerste Auswinterung und Frost



Quelle: Eigene Darstellung

Die Prämienätze für die Wettergefahr **Frost** schwanken zwischen 0,06% für die Regionen rund um Münster, Hannover, Karlsruhe und Berlin und weite Teile

Brandenburgs und Schleswig-Holsteins und den hochtarifierten Gegenden im Großraum Kassel, des Siegerlandes, des Schwarzwaldes, Oberfrankens und große Teile Thüringens mit Beitragssätzen von bis zu 1,04%. Dabei ergibt sich für Wintergerste im Mittel ein Wert von rund 0,23%. Den günstigsten Beitragssatz haben dem Modell nach die Fruchtarten Weizen und Gerste (Sommer- und Winterungen), die höchsten Sätze liegen für Mais und Frühkartoffeln bei bis zu 1,11%. Bei der Kalkulation der Prämienätze für das Frostrisiko wurde wieder eine Integralfranchise von 8% zu Grunde gelegt.

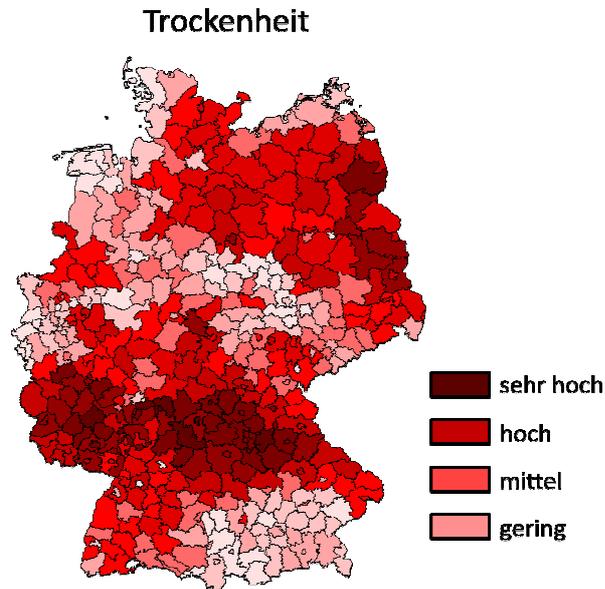
Der Haftungszeitraum für Auswinterung beginnt am 15. November (der Aussaatjahres) und endet am 1. Mai (des Erntejahres). Frostschäden werden ab dem 1. Mai und bis zum 30. September entschädigt (vgl. BHMGB07 (2007, S. 35)).

6.2.3 Trockenheit

Die größten Schwankungen der Prämienätze sind bei der Absicherung des Wetterrisikos Trockenheit zu verzeichnen. Sie streuen für die Fruchtart Wintergerste zwischen dem Minimum von 0,12% für die Kreise in der Weser-Ems Region, die Regionen rund um Düsseldorf, Magdeburg und Dessau, bzw. für Oberbayern und den maximalen Werten von bis zu über 5% in Mittel- und Unterfranken, weiten Teilen von Rheinland-Pfalz und des Main Tauber Kreises, sowie im Osten von Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern (vgl. Abbildung 6.10). Der mittlere Prämienatz liegt dabei bei rund 1,5% für Wintergerste. Die günstigste Fruchtart ist dabei im bundedeutschen Schnitt Winterroggen mit einem Beitragssatz von 1,16%. Die gefährdetsten Fruchtarten Zuckerrüben, (Saat-)Kartoffeln und Mais haben Sätze von durchschnittlich bis zu 3,74% aufzuweisen.

Den Prämienätzen für die Absicherung gegen Trockenheit liegt dabei ein einfaches Modell, welches sich auf die klimatische Wasserbilanz bezieht (vgl. 2.1.2.1.6) zu Grunde. Die Versicherungsdeckung bezieht sich dabei auf die Zeitraum zwischen dem 1. April und dem 31. August.

Das Trockenheitsschadenmodell beruht dabei auf einer Integralfranchise von 33%. Eine Entschädigungsleistung ist dabei in zwei Klassen vorgesehen. Bei Schäden zwischen 33% und 66% Ertragsverlust erfolgt eine pauschale Entschädigung von 20% der Versicherungssumme. Schäden über 66% Ernteertragsverlust werden pauschal mit 40% der Versicherungssumme entschädigt (vgl. auch BS-MGV-05 (2005, S. 17)).

Abbildung 6.10: Beitragssätze Wintergerste Trockenheit

Quelle: Eigene Darstellung

Das zu Grunde gelegte Trockenheitsschadenmodell beruht also insgesamt auf einem recht einfachen Modellansatz (vgl. hierzu das Modell aus Österreich in Kapitel 3.2.3.2).

6.3 Gesamtprämien

Mit den aus diesem Modell berechneten nach Einzelgefahren, Gemeinden und Fruchtarten differenzierten Beitragssätzen können anschließend (zumindest näherungsweise) Gesamtbeitragssätze kalkuliert werden. Dazu werden die jeweiligen Beitragssätze auf die aktuellen Bestandsdaten (der gegen Hagel versicherten Kulturen) des Gesamtmarktes aus dem Jahre 2008 angewendet. Da diese Bestandsdaten nur in aggregierter Form für Bundesländer vorliegen, werden die Beitragssätze vorab ebenfalls entsprechend gemittelt. Zudem können mit dem gleichen Modell Schadensätze für Einzeljahre simuliert werden. Mit den erhaltenen Daten lassen sich dann einerseits Gesamtnettorisikoprämien abschätzen und andererseits wieder PML-Abschätzungen vornehmen, um Sicherheitszuschläge nach der in Kapitel 5 vorgestellten Methode zu bestimmen. Da bei dieser Gesamtbetrachtung zudem die Daten der Hagelversicherung berücksichtigt werden sollen, werden für diese die historischen Sätze (Tabelle 8.1) unterstellt, wobei die in Abschnitt 5.3 angesprochene Bestandsänderungsproblematik bewusst aus Vereinfachungsgründen vernachlässigt wird.

6.3.1 Nettorisikoprämien

Tabelle 6.1 zeigt das Ergebnis des Simulationslaufes. So liegt der über alle Gefahren und Jahre gemittelte Schadensatz bei ca. 4,9%, also fast 5-mal höher als bei der reinen Hagelversicherung. Dabei macht die Trockenheit fast 50% des Gesamtsatzes aus, gefolgt von Hagel mit 20% und den anderen Gefahren mit Anteilen jeweils um die 8%.

Tabelle 6.1: Modellierter Jahresschadensätze [in %] für eine Mehrgefahrenversicherung

Jahr	Hagel	Sturm	Starkregen	Frost	Auswinterung	Trockenheit	Summe
1974	0,888	0,237	0,070	0,228	0,017	0,236	1,677
1975	1,059	0,013	0,396	0,212	0,164	2,955	4,799
1976	0,586	0,084	0,156	0,742	0,500	6,890	8,959
1977	0,803	0,760	0,507	0,113	0,038	0,131	2,350
1978	0,788	0,082	0,829	1,892	0,037	0,107	3,736
1979	1,177	0,408	0,173	3,169	0,314	0,487	5,727
1980	0,660	0,859	0,434	2,127	0,194	0,052	4,326
1981	1,480	0,012	1,085	0,495	0,312	0,022	3,406
1982	1,278	0,132	0,337	0,593	1,103	3,764	7,207
1983	0,825	0,560	0,299	0,000	0,339	7,104	9,126
1984	1,250	0,529	0,198	0,371	0,381	0,107	2,836
1985	1,587	0,466	0,099	0,154	1,440	0,557	4,302
1986	1,085	0,307	0,188	0,056	0,558	1,381	3,575
1987	0,790	0,220	0,444	0,137	1,183	0,858	3,632
1988	0,948	0,289	0,092	0,069	0,095	1,480	2,972
1989	0,948	0,123	0,241	0,240	0,569	2,673	4,794
1990	0,750	0,176	0,225	0,083	0,061	5,027	6,323
1991	0,641	0,030	0,215	1,026	0,790	2,832	5,534
1992	1,302	1,127	0,380	0,119	0,149	5,026	8,104
1993	2,182	0,498	0,317	0,125	0,343	2,636	6,100
1994	1,168	1,121	0,288	0,125	0,191	4,542	7,434
1995	0,900	0,105	0,430	0,267	0,069	4,122	5,893
1996	0,903	0,164	0,166	0,153	1,729	0,203	3,319
1997	0,566	0,615	0,213	0,343	0,330	2,992	5,060
1998	0,613	0,160	0,472	0,014	0,414	1,323	2,996
1999	0,818	0,251	0,158	0,056	0,110	2,524	3,917
2000	1,178	0,169	0,187	0,200	0,069	1,862	3,665
2001	0,724	0,140	0,036	0,000	0,045	1,137	2,083
2002	1,064	0,566	1,072	0,007	0,083	0,857	3,649
2003	0,856	0,471	0,200	0,011	1,102	6,767	9,405
Mittelwert	0,994	0,356	0,330	0,438	0,424	2,355	4,897

Quelle: Eigene Berechnungen nach VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (II) (2007)

Bei einer unterstellten Gesamtversicherungssumme des Hagelmarktes aus dem Jahr 2007 (landwirtschaftliche Hauptkulturen, ohne Wein, Gemüse und Obstanbau)³²⁷ von ca. 10.038,1 Mio. Euro ergibt sich eine Nettorisikoprämie von ca. 492 Mio. Euro.

Bei der Kalkulation des Gesamtschadensatzes wurden allerdings keinerlei Korrelationen zwischen den Einzelgefahren berücksichtigt, da zunächst jedes Wetterrisiko für sich alleine gesehen simuliert wurde und anschließend die erhaltenen Einzelschadensätze zu einem Gesamtsatz aufaddiert wurden.

Betrachtet man allerdings noch einmal die Jahreseinzelschadensätze in Tabelle 6.1 speziell für die Trockenheit in den Jahren 1992 und 2003, so fällt auf, dass sie keine derartigen Extremausschläge darstellen, wie nach den geschätzten tatsächlichen Ertragsschäden (s.h. bspw. Tabelle 2.1) angenommen werden müsste. Es folgt daher, dass das Modell insbesondere für die Simulation von Trockenheitsereignissen nur bedingt brauchbare Ergebnisse liefert. Die sich daraus ergebene Unsicherheiten (Irrtumsrisiko), führen dazu, zumindest zunächst keine Korrelationen zu berücksichtigen und somit den daraus evtl. generierten Mehrbeitrag als Sicherheitszuschlag zu verlangen.

Bei der Berücksichtigung von Anhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken, welche, wenn man über die nötige Schadenerfahrung verfügt, weiterhin das Ziel einer risikogerechten Beitragskalkulation sein sollte, ist allerdings noch ein weiterer Punkt zu beachten. So kann die resultierende Gesamtprämie auf Grund der Herausrechnung von Korrelationseffekten nicht mehr in die Bestandteile nach Einzelrisiken zerlegt werden. Genau dies ist aber Voraussetzung, um den aktuellen deutschen Rechnungslegungsvorschriften für Versicherungsunternehmen gerecht zu werden³²⁸.

6.3.2 Sicherheitszuschläge

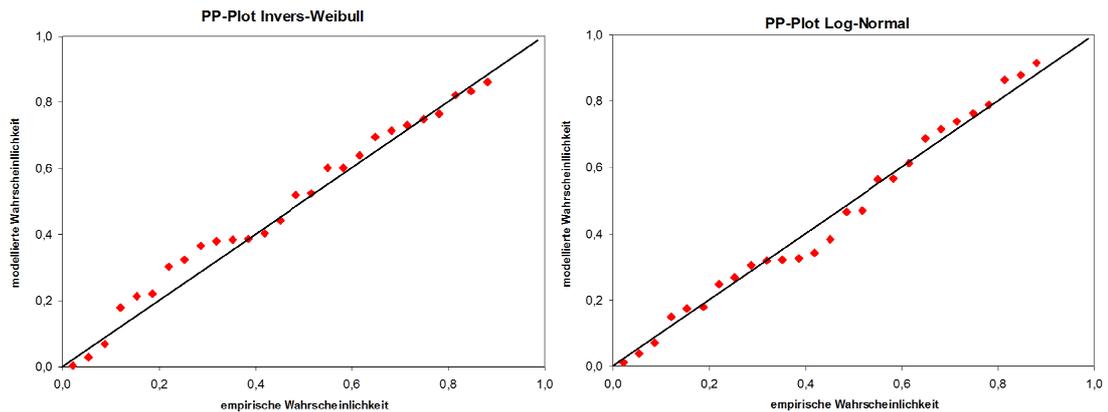
Zunächst muss wieder eine Verteilungsanpassung an die Gesamtschadensatzreihe von Tabelle 6.1 vorgenommen werden. Dazu werden die Parameter der Verteilungsfamilien

³²⁷ Vgl. GDV (2008), S. 12

³²⁸ Vgl. dazu auch das in Abschnitt 3.5.5 gesagte

Invers-Weibull bzw. Lognormal-Verteilung wieder mittels der Maximum-Likelihood-Methode geschätzt (vgl. Tabelle 8.5 im Anhang). Die PP-Plots für beide Verteilungen sind in Abbildung 6.11 dargestellt. Dabei hat die Lognormal-Verteilung leichte Vorteile, was die Güte der Anpassung angeht.

Abbildung 6.11: PP-Plots für die Invers-Weibull und Lognormal Verteilung



Quelle: Eigene Darstellung

Auf Grund der geschätzten Kollektiven Modelle können dann wie in 5.3 die entsprechenden PML für die Schadenquoten zu verschiedenen Jährlichkeiten berechnet werden. Sie befinden sich für beide Verteilungen in Tabelle 6.2.

Tabelle 6.2: PML für Schadenquoten zu verschiedenen Jährlichkeiten

		Invers-Weibull	Lognormal			Invers-Weibull	Lognormal
Jährlichkeit	F(x)	x	x	Jährlichkeit	F(x)	x	x
2	50,0%	75,0%	90,9%	50	98,0%	342,1%	222,5%
3	66,7%	94,4%	109,7%	60	98,3%	370,2%	229,8%
4	75,0%	109,4%	122,0%	70	98,6%	395,7%	236,0%
5	80,0%	122,0%	131,2%	80	98,8%	419,2%	241,4%
7	85,7%	143,0%	144,8%	90	98,9%	441,1%	246,2%
10	90,0%	168,4%	158,9%	100	99,0%	461,6%	250,6%
15	93,3%	201,9%	174,9%	150	99,3%	549,8%	267,3%
20	95,0%	229,3%	186,2%	200	99,5%	622,3%	279,3%
25	96,0%	252,9%	195,0%	300	99,7%	740,8%	296,5%
30	96,7%	273,9%	202,2%	500	99,8%	922,7%	318,6%
35	97,1%	293,0%	208,3%	1000	99,9%	1242,6%	349,4%
40	97,5%	310,5%	213,6%				

Quelle: Eigene Berechnungen

Legt man wieder als Solvenz-Anforderung das 200 Jahresereignis fest, so folgt für dieses die Bedeckung von ca. 620% Schadenquote (Invers Weibull) bzw. 280%

(Lognormal). Dies ergibt bei einer Mittelung eine zu bedeckende Solvenz-Schadenquote von 450%.

Daraus würde ohne weitere Absicherungsmaßnahmen bei einem geschätzten Prämienvolumen von 492 Mio. Euro ein zusätzlicher Kapitalbedarf von ca. 1,7 Mrd. Euro folgen. Vergleicht man diesen theoretisch errechneten Gesamtschaden von ca. 2,2 Mrd. Euro mit dem geschätzten tatsächlichen Schadenvolumen von 1,9 Mrd. Euro aus dem bislang schadenträchtigen Jahre 1992 (vgl. Tabelle 2.1 in Kapitel 2.1.2.2), so kann dieser Wert als durchaus realistisch für ein 200-Jahresschadenereignis angesehen werden.

Bei einer Absicherung mittels Rückversicherung (Stop Loss Deckung „350% x 100“), bei Zugrundelegung des Invers Weibull Modells errechnet sich die Rückversicherungsprämie wie folgt³²⁹:

$$LM_{5,592} = 4,19 \quad \text{und} \quad LM_{25,164} = 5,39$$

Und damit als faire Prämie für die Rückversicherung: $\frac{5,39-4,19}{5,592} = 21,5\%$.

Damit ergeben sich mit demselben Rückversicherungskostensatz wie in 5.3.2 von 35% reine Rückversicherungskosten von 7,5%, die als Schwankungszuschlag zur Prämie erhoben werden müssten.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass der Sicherheitszuschlag im Falle der Mehrgefahrenversicherung einen größeren Anteil an der Bruttoprämie ausmacht als bei der reinen Hagelversicherung. Dies ist im Wesentlichen drei Dingen geschuldet:

Erstens liegen die reinen Rückversicherungskosten deutlich über denen der Hagelversicherung (7,5% im Vergleich zu 4,7%³³⁰), so dass der Schwankungszuschlag, also der Teil des Sicherheitszuschlages zur Begrenzung des Zufallsrisikos, höher ist. Zum anderen besteht ein nicht unerhebliches Risiko der Fehleinschätzung der Prämie,

³²⁹ Mittelwert des Modells ist 5,592%. Daraus folgt als Plafond: 450% x 5,592% = 25,164%

³³⁰ Vgl. Kapitel 5.3.2

wie bspw. ein Vergleich der Trockenheitsschadensätze mit den tatsächlichen Schadenpotenzialen gezeigt hat³³¹ (echte Unsicherheit bei Produkteinführung, vgl. 3.3.2.4). Dies hat zur Folge, dass der bei der Hagelversicherung vernachlässigbare Teil des Sicherheitszuschlages zur Begrenzung des Irrtumsrisikos ebenfalls einen gewichtigeren Stellenwert einnimmt. Als Drittes spielt, gerade im Falle einer Dürreversicherung aus den Gründen des in 3.3.1.2 beschriebenen bevorstehenden Klimawandels, auch das Änderungsrisiko eine gewisse Rolle, so dass auch hierfür ein Sicherheitszuschlag zu erheben ist.

Letztendlich muss auch festgehalten werden, dass eine komplette „Übertragung“ der berechneten Solvenz-Kapitalanforderung von 1,7 Mrd. Euro auf den Rückversicherungsmarkt nur aus theoretischer Sicht möglich ist, da ein solcher Rückversicherungsschutz nur zu unverhältnismäßig hohen Kosten auf dem Rückversicherungsmarkt plazierbar wäre (vgl. Abschnitt 3.3.2.3). Somit müsste auch trotz einer Rückversicherungsdeckung ein Teil dieser Kapitalanforderung vom Erstversicherer selbst getragen werden. Dies ist ihm entweder durch die Bildung von Rückstellungen (Schwankungsrückstellung) oder die Aufnahme von Eigenkapital möglich, was allerdings auf Grund der besprochenen Eigenkapitalverzinsung zu weiteren Kosten (als Gewinnzuschlag) führen kann (vgl. Kapitel 4.4 und Beispiel 5.5 bzw. 5.6 in Abschnitt 5.3).

6.4 Schlussfolgerungen zur Finanzierung der Mehrgefahrenversicherung

In den zurückliegenden Kapiteln wurden Ansätze aufgezeigt, wie in der Erntemehrgefahrenversicherung Nettoprämiensätze berechnet werden können und weiterhin versucht, Aussagen zu den zusätzlich nötigen Sicherheitszuschlägen zu treffen. So ergibt sich aus den errechneten Gesamtschadensätzen ein mittlerer Nettoprämiensatz von 4,9% (vgl. Tabelle 6.1). Bei einem angenommenen durchschnittlichen Kostenzuschlag (Sicherheitszuschlag + Betriebskostenzuschlag) von 22,5 %³³² folgt ein

³³¹ Vgl. Abschnitt 6.3.1

³³² Vgl. auch WEBER *et al.* (2008, S. 36)

mittlerer Bruttoprämienatz von 6%. Demgegenüber steht, wie es bspw. WEBER *et al.* (2008, S. 43) untersucht haben, eine durchschnittliche Zahlungsbereitschaft der Landwirte von ca. 5,3 %.

Dabei ist allerdings zu bemerken, dass sich diese Zahlungsbereitschaft zum einen auf eine Mehrgefahrenversicherung ohne Selbstbehaltsregelungen bezieht und zum anderen, dass sich die Befragung der Landwirte ausschließlich auf Betriebe in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern beschränkt hat. Somit ist ein Vergleich der ermittelten Zahlungsbereitschaft mit dem durchschnittlichen bundesdeutschen Gesamtpremienatz nur bedingt aussagekräftig. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass auf Grund der besonders trockenheitsgefährdeten Gebiete in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern (vgl. Abbildung 6.10) ein höherer Beitragssatz als der bundesdeutsche Bruttodurchschnitt von 6% zu entrichten ist. Zudem wirken sich der zu Grunde gelegte Selbstbehalt von 33%, bzw. die entsprechenden Entschädigungspauschalen (vgl. 6.2.3) deutlich auf die Höhe der Trockenheitsprämien aus.

Geht man von einem gemittelten Wert von 11,27% zwischen dem nach obigen Verfahren bestimmten Bruttoprämienatz von 6% und der von WEBER *et al.* (2008), S. 43 erwähnten Bruttoprämienforderung von 16,54% aus, so ergibt sich eine Zahlungsbereitschaft von rund 47% der Bruttoprämie (5,3% / 11,27%). Es folgt bei einer angenommenen Gesamtbruttoprämie von 603 Mio. Euro (492 Mio. plus 22,5% Kostenzuschlag) ein Finanzierungsdefizit von rund 320 Mio. Euro (53%).

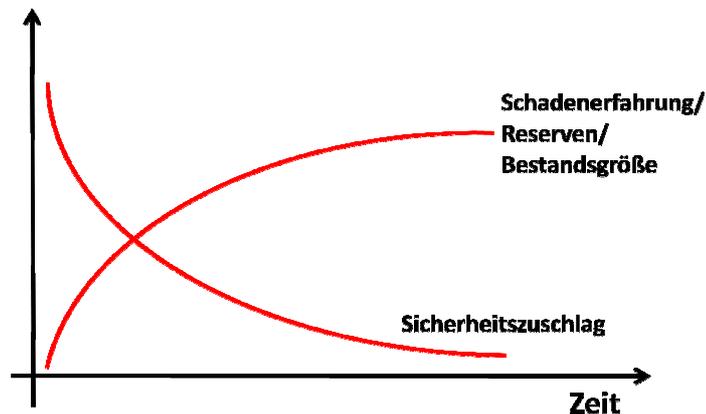
Wie schon in Kapitel 3.5 dargestellt, könnten zweierlei Maßnahmen zur Überwindung dieses Spannungsfeldes bei der Finanzierung dienen (vgl. auch RITTER VON DODERER (2009, S. 136 ff.). So könnte zum einen eine staatliche Prämiensubvention zur Stimulation der Nachfrageseite dienen. Mit einer Zahlungsbereitschaft Z und der Bruttoprämie P_{Brutto} sowie einem Sicherheits- bzw. Betriebskostenzuschlag SZ , bzw. BZ , muss für die Subventionshöhe X gelten:

$$P_{Brutto} \cdot (1 - X) = P_{Netto} \cdot (1 + SZ) \cdot (1 + BZ) \cdot (1 - X) \leq Z$$

Es folgt für den vorliegenden Fall also eine Subventionshöhe von ca. 50% der Bruttoprämie. Wie in Abschnitt 3.5.4 und Kapitel 4 dargestellt, wird bei einer

entsprechend hohen Marktdurchdringung und einer hinreichend großen Zeitspanne das versicherungstechnische Risiko sinken, sodass der Sicherheitszuschlag im Laufe der Zeit abgesenkt werden kann (vgl. Abbildung 6.12).

Abbildung 6.12: Abhängigkeit des Sicherheitszuschlags



Quelle: Eigene Darstellung

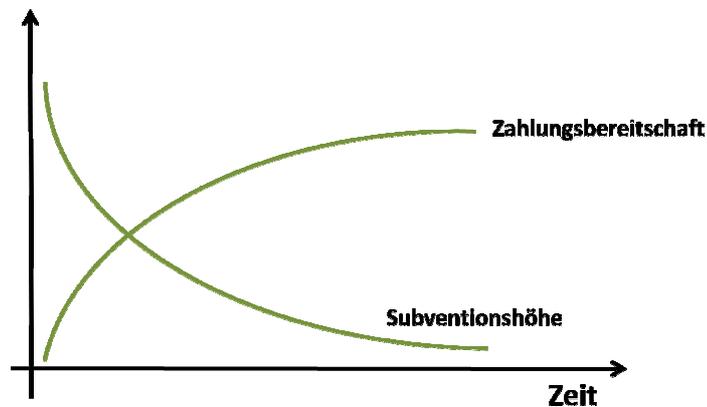
Mittelfristig muss zudem gewährleistet sein, dass eine solche Subvention nicht die Risikoprämie (vgl. Kapitel 2.3.2) übersteigt, da ansonsten nicht die Subvention einer Versicherung, sondern vielmehr eine Einkommenssubvention vorliegt. Es muss vielmehr durch den klar geäußerten temporären Charakter dieser Subvention (zumindest in der Höhe von 50%), die Förderung eines steigenden Risikobewusstseins³³³ und die strikte Ablehnung weiterer Hilfsmaßnahmen³³⁴ bzw. eine steigende Nachfrage bei Vorliegen eines Versicherungsangebotes³³⁵ zu einer Zunahme der Zahlungsbereitschaft führen, so dass gilt. Aus diesen beiden Gegebenheiten, also einerseits der Absenkung des Sicherheitszuschlages und andererseits einer steigenden Zahlungsbereitschaft folgt, dass eine zur anfänglichen Stimulation eines Versicherungsmarktes eingesetzte Subvention ihre Berechtigung im Laufe der Zeit verliert und zumindest teilweise - nämlich soweit, dass sie die Risikoprämie nicht übersteigt - wieder abgebaut werden muss (vgl. Abbildung 6.13).

³³³ Vgl. Abschnitt 3.3.1.2 zum kognitiven Versagen.

³³⁴ Vgl. Abschnitt 3.3.1.3 zu anderen Sicherheitsnetzen und Ad-Hoc-Hilfen.

³³⁵ Vgl. Abschnitt 3.3.1.4 zur steigenden Nachfrage bei Vorliegen eines Angebotes.

Abbildung 6.13: Abhängigkeit der Subventionshöhe



Quelle: Eigene Darstellung

Als weiterer Baustein einer solchen **Public Private Partnership (PPP)** Lösung, könnte wie schon in Kapitel 3.5.3 beschrieben ein zusätzlicher kostenloser (kostengünstiger) staatlicher Rückversicherungsschutz, bzw. eine Retrozessionsdeckung gerade beim Wetterrisiko Trockenheit zu einer deutlichen Entlastung des Sicherheitszuschlages³³⁶ und somit der Bruttoprämien führen. So könnten - bei Berücksichtigung einer entsprechenden staatlichen Retrozessionsdeckung - die Bruttoprämien von 603 Mio. Euro auf die in GDV (2008, S. 13) kalkulierten Bruttoprämien³³⁷ von 575 Mio. Euro reduziert werden³³⁸, woraus sich bei einer 50% Prämiensubvention ein staatlicher Finanzierungsbedarf von ca. 287,5 Mio. Euro ableiten lässt.

Letztlich könnte auch ein Kompromiss zwischen einer rein privatwirtschaftlich organisierten Mehrgefahrenversicherung und einer staatlich geförderten Komplettlösung erfolgsversprechend sein:

³³⁶ durch Begrenzung des Zufallsrisikos durch katastrophenartige Kumulschäden und damit als Entlastung des Schwankungszuschlages als Teil des Sicherheitszuschlages.

³³⁷ bei gleichen Nettogesamtprämien in der Höhe von 492 Mio. Euro und einem angenommenen Kostenzuschlag (hier als **Kostenquote**, s.h. Fußnote 185) von ca. 14% (83 Mio. von 575 Mio.).

³³⁸ auch wenn in GDV (2008, S. 26) eine direkte staatliche Rückversicherung explizit nicht berücksichtigt ist. Allerdings erscheint dann die angenommene Kostenquote von 14% auf Grund der in Kapitel 6.3.2 durchgeführten Kalkulationen als zu gering.

Betrachtet man die unterschiedlichen Risiken und ihre verschiedenartigen Eigenschaften und Ausprägungen, so wurde gezeigt, dass gerade die Trockenheit auf Grund der hohen Schadenpotenziale und der großen Volatilitäten zu Problemen bei der Versicherbarkeit führt, alle anderen Gefahren, wie Sturm, Starkregen, Auswinterung und Frost jedoch ähnlich wie der Hagel rein privatwirtschaftlich abgesichert werden können und auch werden. Als Schlussfolgerung könnte sich der Staat lediglich an der Förderung bzw. Stimulierung einer Absicherung gegen Trockenheitsereignisse beteiligen. Legt man dabei den in Kapitel 6.3.1 berechneten durchschnittlichen Nettoprämiensatz von 2,355% zu Grunde, so ergibt sich eine Nettorisikoprämie von ca. 236 Mio. Euro³³⁹. Bei einer ähnlichen Kostenquote wie in GDV (2008) angenommen von 14%³⁴⁰ ergibt sich ein Bruttoprämienvolumen von rund 275 Mio. Euro und somit bei einer 50% Prämienunterstützung ein Finanzierungsvolumen von ca. 137,5 Mio. Euro.

Auch hierbei könnte eine zusätzliche kostenlose staatliche Rückversicherungsdeckung zu einer Reduzierung der Prämien führen. So würde nach den Berechnungen³⁴¹ in Tabelle 6.3 eine Übernahme von sämtlichen Schäden über einer Schadenquote von bspw. 150% des mittleren Nettoprämiensatzes von 2,355% - also aller Schadensereignisse oberhalb einer Jahresschadensatzes von 3,533% ($150\% \times 2,355\%$) - zu einem mittleren Nettoprämiensatz von 1,856% führen, was einem Nettorisikoprämienvolumen von rund 186 Mio. Euro entspricht oder bei 14% Kostenquote einer Bruttoprämie von 216 Mio. Euro. Die mittleren staatlichen Rückversicherungskosten dieser Stop Loss Deckung mit einer Priorität von 150% und einer „unendlichen“ Haftung würden sich auf 0,499% der Versicherungssumme summieren, was umgerechnet einer absoluten Rückversicherungsprämie von 50 Mio. entspricht. Wie schon in Abschnitt 6.3.1 angesprochen ist hier allerdings zu beachten, dass durch das Tarifierungsmodell extreme Trockenheitsschadenereignisse wie in den Jahren 1992 und 2003 nur unzureichend modelliert werden. Legt man die empirischen

³³⁹ bei einer Versicherungssumme von 10.038,1 Mio. Euro (s.h. Kapitel 6.3.1).

³⁴⁰ vgl. Fußnote 338

³⁴¹ nach der Burning cost Methode. Vgl. Kapitel 5.3.2

Schadendaten aus Tabelle 2.1 und die daraus resultierende durchschnittliche Jahresnettoprämie von rund 305 Mio. Euro zu Grunde, so würden die Kosten für die dargestellte Stop Loss Deckung ca. 119 Mio. Euro (305 Mio. Euro abzüglich der Schadenerwartung des oben kalkulierten Eigenbehaltes von 186 Mio. Euro) betragen.

Insgesamt könnte dann am Ende ein Mix aus einer Teilförderung der Bruttoprämien der Trockenheitsversicherung und der Übernahme (eines Teils) der Rückversicherungskosten für eine solche partialstaatliche Versicherungslösung stehen. Dies würde bei einem Prämienvolumen der Trockenheitsversicherung von 216 Mio. Euro und bspw. bei einer Prämiensubvention von 50% Kosten in der Höhe von 108 Mio. Euro entsprechen. Die Übernahme (eines Teils) der Rückversicherungskosten würde mit ca. 50 bis 119 Mio. Euro zu Buche schlagen.

Tabelle 6.3: Brutto- und Nettojahresschadensätze [in %] für Trockenheit bei einem Eintritt des Rückversicherers ab einem Schadensatz von 3,533%.

Jahr	Brutto-Schadensatz	Anteil Rückversicherer	Netto-Schadensatz	Jahr	Brutto-Schadensatz	Anteil Rückversicherer	Netto-Schadensatz
1974	0,236	0,000	0,236	1990	5,027	1,495	3,533
1975	2,955	0,000	2,955	1991	2,832	0,000	2,832
1976	6,890	3,357	3,533	1992	5,026	1,494	3,533
1977	0,131	0,000	0,131	1993	2,636	0,000	2,636
1978	0,107	0,000	0,107	1994	4,542	1,009	3,533
1979	0,487	0,000	0,487	1995	4,122	0,589	3,533
1980	0,052	0,000	0,052	1996	0,203	0,000	0,203
1981	0,022	0,000	0,022	1997	2,992	0,000	2,992
1982	3,764	0,231	3,533	1998	1,323	0,000	1,323
1983	7,104	3,571	3,533	1999	2,524	0,000	2,524
1984	0,107	0,000	0,107	2000	1,862	0,000	1,862
1985	0,557	0,000	0,557	2001	1,137	0,000	1,137
1986	1,381	0,000	1,381	2002	0,857	0,000	0,857
1987	0,858	0,000	0,858	2003	6,767	3,234	3,533
1988	1,480	0,000	1,480	Mittelwert	2,355	0,499	1,856
1989	2,673	0,000	2,673				

Quelle: Eigene Berechnungen

Einziges Manko einer solchen separat geförderten Versicherungslösung gegen das Trockenheitsrisiko wäre, dass die Trockenheitsprämien gesondert ausgewiesen werden müssten, da sie die Kalkulationsgrundlage sowohl für eine möglich staatliche

Prämienunterstützung als auch für eine (zusätzliche) Rückversicherungsdeckung darstellen. Somit könnten die in Kapitel 6.3.1 erwähnten möglichen Korrelationseffekte bei der Versicherung der in Abschnitt 3.5.1 präferierten Paketlösungen für diese Einzelgefahr nicht berücksichtigt werden. Insgesamt dürften diesem Punkt jedoch die beiden Vorteile einer solchen Partiaallösung gegenüberstehen, nämlich: Ein maximaler privatwirtschaftlicher Versicherungsschutz, bei einer möglichst minimalen staatlichen Co-Finanzierung.

7 Zusammenfassung

Die Diskussion um die landwirtschaftliche Erntemehrgefahrenversicherung ist Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Arbeiten der letzten Jahre und Jahrzehnte. Ein Grund hierfür ist eine mit ihr oft im Zusammenhang stehende staatliche Prämiensubventionierung in vielen Ländern außerhalb Deutschlands. So ist es ein Ziel dieser Arbeiten, einerseits mögliche Gründe, die eine solche Subventionierung rechtfertigen könnten, zu analysieren und andererseits die Folgen einer staatlichen Prämienbezuschung zu untersuchen. Dabei steht insbesondere das US-amerikanische Ernteversicherungssystem oftmals im Zentrum der Diskussion, da dieses im Laufe der Zeit zum Mittel der Einkommensstützung umfunktioniert wurde. Als mögliche Empfehlungen, die Unzulänglichkeiten der untersuchten Versicherungssysteme zu überwinden, werden in einigen Arbeiten alternative Risikomanagementinstrumente - die Wetterderivate - präsentiert und mit den klassischen Versicherungslösungen verglichen. Die meisten vergleichenden Analysen legen ihren Schwerpunkt jedoch auf eine eher quantitative Bewertung von Versicherungskonzepten und vernachlässigen teilweise sowohl die speziellen Gegebenheiten in der deutschen Landwirtschaft als auch die aufsichtsrechtlichen und betriebswirtschaftlichen Anforderungen der deutschen Versicherungswirtschaft.

Diesen Umständen geschuldet verfolgt die vorliegende Arbeit zwei Hauptziele: Zum einen werden die bisher existierenden Ansätze zu qualitativen Vergleichen verschiedener Erntemehrgefahrenversicherungssysteme aufgegriffen und ausgebaut und dort tiefgreifender diskutiert, wo es mit Blick auf die Situation in Deutschland erforderlich erscheint. Zum anderen ergibt sich das zweite Hauptziel der Arbeit unmittelbar als Anforderung aus der Diskussion des ersten Teils, nämlich die Herleitung und Analyse von betriebswirtschaftlichen und versicherungsmathematischen Kalkulationsverfahren zur Bestimmung von Versicherungsprämien. Aus dem zweiten Teil ergibt sich zudem für sich alleine gesehen eine praxisrelevante Anwendung, so dass dieser quasi als *Handbuch zur Prämienkalkulation* in der Erntemehrgefahrenversicherung verstanden werden kann. Beruhend auf diesen vorgestellten Verfahren können zudem abschließend Aussagen zu einzelnen Prämienhöhen und Gesamtprämien einer Erntemehrgefahrenversicherung in Deutschland gemacht werden.

Um die in Zusammenhang mit einer Erntemehrgefahrenversicherung stehenden Wetterrisiken zu untersuchen, werden diese zunächst systematisiert und anschließend anhand von Definitionen und Beispielen charakterisiert. So gehören die analysierten Wetterrisiken zu den exogenen Geschäftsrisiken, welche sich dem Einfluss des Unternehmens entziehen, wobei sich die vorliegende Arbeit auf die Gefahren verursacht durch Hagel, Sturm, Starkregen, Auswinterung, Frost, Überschwemmung und Trockenheit beschränkt. Eine erste Übersicht zeigt dabei, dass das Wetterrisiko Trockenheit sich von den übrigen Gefahren deutlich durch sein enormes Schadenpotenzial abhebt. So steht den durch Trockenheit verursachten geschätzten Ernteschäden von ca. 1,75 Mrd. im Jahre 1992 das bislang stärkste Hagelschadenjahr 1993 mit ca. 209 Mio. versicherten Schäden gegenüber. Dies entspricht einem Verhältnis von knapp 9:1.

Ebenso wie sich die auf einen (landwirtschaftlichen) Betrieb einwirkenden Risiken systematisieren lassen, kann auch der Umgang mit diesen Risiken mit Hilfe des Risikomanagements bzw. des Risikomanagementprozesses systematisiert dargestellt werden. So umfasst das Risikomanagement die vier Phasen Risikoidentifikation, Risikoanalyse, Risikosteuerung und Risikokontrolle. Ein gängiges Mittel der Risikosteuerung ist der Risikotransfer mittels des Abschlusses einer Versicherung, in der vorliegenden Arbeit also einer Ernteversicherung zur Absicherung gegen Wetterrisiken.

Bei der Beurteilung von (Wetter-) Risiken und der Bewertung der zu deren Begrenzung getroffenen Gegenmaßnahmen kommt den zu Grunde gelegten Entscheidungsregeln eine besondere Bedeutung zu. Hier spielt die Erwartungsnutzentheorie eine zentrale Rolle, die Hinweise darauf gibt, welchen Beitrag ein Versicherungsnehmer bereit ist, für die Abwälzung eines Risikos zu entrichten. Diese Risikoprämie steht dabei in direktem Zusammenhang mit denen im Verlauf der Arbeit an verschiedenen Stellen berechneten Kostenzuschlägen und insbesondere der berechneten Sicherheitszuschläge.

Nach einer einführenden Systematisierung des untersuchten Gegenstands, also der Wetterrisiken und der Versicherungslösungen zu deren Begrenzung, wird anschließend ein Überblick über das Angebot der in Deutschland und in anderen Ländern existierenden Versicherungslösungen gegeben. So existiert die landwirtschaftliche Hagelversicherung in Deutschland bereits seit 1792 und zählt damit zu den ältesten

Versicherungsformen überhaupt. Auch ihre vielen Besonderheiten heben sie von anderen Versicherungssparten ab. Zu den Spezialitäten zählen unter anderem der sich jährlich ändernde Versicherungsgegenstand, welcher über die Einreichung eines Anbauverzeichnisses gehandhabt wird, der in diesem Zusammenhang stehenden freien Wählbarkeit der Versicherungssummen und einer damit einhergehenden Vorausdeckungsproblematik. Zudem ist als besonderes Merkmal die Art der Schadenregulierung durch ehrenamtlich tätige Sachverständige hervorzuheben. Schließlich birgt die Hagelversicherung auch einige handels- sowie steuerrechtliche Besonderheiten in sich.

Es bleibt allerdings für Deutschland festzuhalten, dass sich trotz einiger erster Ansätze keine umfassende Erntemehrfahrenversicherung entwickelt hat. Aus dem gegebenen Überblick über die Lösungen anderer Länder wird dafür ein möglicher Grund deutlich. So werden die meisten Mehrfahrgeschäftssysteme in der Welt staatlich (in Form von Prämienbeihilfen) subventioniert.

Um zu untersuchen, warum sich in Deutschland und in anderen Teilen des Globus keine rein privatwirtschaftlich organisierte umfassende Mehrfahrgeschäftversicherung entwickeln konnte, werden zunächst die bestehenden Versicherungskonzepte systematisiert. So unterscheidet die vorliegende Arbeit drei unterschiedliche Versicherungslösungen: Die Ertragsgarantieversicherung, indexbasierte Versicherungen und Ertragsverlustversicherungen. Neben weiteren Unterscheidungsmerkmalen liegt ein Hauptunterschied bei diesen Konzepten in der Art der Schadenregulierung. So wird bei der Ertragsgarantie- und bei der Ertragsverlustversicherung ein tatsächlich entstandener Schaden ersetzt, wobei bei der Ertragsverlustversicherung eine eindeutige Schadenursache feststellbar sein muss. Dagegen erfolgt eine Entschädigungsleistung bei indexbasierten Versicherungstypen, wie bspw. den Wetterderivaten, anhand eines zu Grunde gelegten (Wetter-) Indexes.

Um eine quantitative Bewertung der einzelnen Konzepte vorzunehmen und anschließend eine Empfehlung für die Ausgestaltung einer Erntemehrfahrenversicherung (für Deutschland) abzugeben, ist es zweckmäßig, vorweg die verschiedenartigen Problemfelder zu untersuchen, die einer rein privatwirtschaftlichen

Mehrgefahrenversicherung im Wege stehen. Hierzu wird eine Unterscheidung in Unvollkommenheiten auf der Nachfrage- und der Angebotsseite vorgenommen.

Es kristallisieren sich auf Seiten der Nachfrage ein möglicherweise fehlendes Know-How der Landwirte im Umgang mit Risikosteuerungsinstrumenten, eine Unterschätzung der tatsächlichen Risikogefährdung (Kognitives Versagen), das Wissen um andere bestehende Sicherheitsnetze im Falle katastrophentypischer Ernteschäden durch staatliche Institutionen oder schlicht das Fehlen eines aus Sicht des Landwirtes passenden Angebots als Problemfelder heraus. Jedoch spielen diese beschriebenen Nachfragehemmnisse eine geringere Rolle als die Probleme auf der Angebotsseite. Hier sind die Informationsasymmetrien durch moral hazard oder Antiselektion zu nennen. Zudem können systemische Wetterrisiken (wie Trockenheit) zu extrem großen Kumulschäden führen, so dass das Prinzip des Ausgleichs im Kollektiv nicht mehr gewährleistet werden kann. So sind die mit den möglichen hohen Schadenpotenzialen verbundenen Schwierigkeiten auch mit dem klassischen Mittel der Rückversicherung nicht zu lösen, da ein benötigter Rückversicherungsschutz nur zu erheblichen Kosten, die vom Versicherungsnehmer finanziert werden müssten, zu haben wäre. Schließlich liegt für die Wetterrisiken außer dem Hagelrisiko keinerlei historische Schadenerfahrung als Tarifierungsgrundlage vor, so dass ein nicht unerhebliches Risiko (Irrtumsrisiko) bei Einführung einer Mehrgefahrenversicherung besteht (echte Unsicherheit bei Einführung).

Bei der qualitativen Bewertung der Versicherungskonzepte sind vor allem die großen Schwierigkeiten im Zusammenhang mit moral hazard und Antiselektion bei Ertragsgarantieversicherungen zu nennen, wie sie auch in zahlreichen Arbeiten über das US-amerikanische Ernteversicherungssystem beschrieben werden. Die in Bezug auf diese Problematik immunen indexbasierten Versicherungslösungen weisen dagegen ein nicht unerhebliches Basisrisiko auf, das zum einen dem ureigensten Ansatz einer Versicherung als Maßnahme zur Risikobegrenzung widerspricht und so zum anderen zu Akzeptanzproblemen bei Landwirten führen kann. Zudem werden die hohen aufsichtsrechtlichen Anforderungen an den Vertrieb solcher reinen indexbasierten Versicherungslösungen als weiteres Hemmnis angesprochen und die in zahlreichen

anderen Arbeiten erwähnten niedrigen Transaktionskosten für diese Wetterderivate in Frage gestellt.

Als Schlussfolgerung aus der qualitativen Bewertung der unterschiedlichen Konzepte folgt auch auf Grund der guten Erfahrungen mit der Hagelversicherung in Deutschland ein Plädoyer für eine Erntemehrfahrenversicherung in Form einer Ertragsverlustversicherung. So scheinen die mit diesem Versicherungstypus bestehenden Unzulänglichkeiten am ehesten behoben werden zu können, worauf anschließend auch erste konkrete Hinweise gegeben werden.

Es folgen unter anderem erste Anhaltspunkte und Vorschläge zu Produktgestaltung und zur Schadenregulierung mittels Satellitenunterstützung, gerade von großflächigen Schadenereignissen durch Trockenheit. Dabei wird auch das österreichische Trockenheitsschadenmodell, als Kombination einer Ertragsverlustversicherung mit indexbasierten Komponenten als weiterer Baustein einer Versicherungslösung vorgeschlagen. Weiterhin kann der bestehenden Rückversicherungsproblematik durch eine staatliche Rückversicherung bzw. eine staatliche Retrozession begegnet werden. Zudem sollten weitere bürokratische und fiskalische Hürden wie handelsrechtliche Bestimmungen bei der Rechnungslegung (Spartentrennungsgebot) und die Versicherungssteuerproblematik (Prämiensteuer), die schon derzeit große Hemmnisse darstellen, beseitigt werden. Als abschließender Punkt des ersten Teils der vorliegenden Arbeit wird jedoch die große Wichtigkeit der Tarifierung bei Versicherungsprodukten herausgestellt und damit die Brücke zum zweiten (quantitativen) Teil dieser Ausarbeitung geschlagen.

Trotz all dieser gegebenen Vorschläge zur Ausgestaltung einer Mehrfahrenversicherung wird jedoch dargelegt, warum der dargestellte Teufelskreis aus hohen Prämien und geringer Nachfrage nur durch staatliche, wenn auch in voller Höhe zeitlich nur befristete Prämiensubventionen durchbrochen werden kann. Die Höhe einer staatlichen Bezuschussung kann dabei ebenfalls mit Hilfe des quantitativen Teils dieser Arbeit angegeben werden.

Der zweite Hauptteil des vorliegenden Manuskripts lässt sich wiederum in zwei Unterabschnitte aufteilen. So werden zunächst die zahlreichen

versicherungsmathematischen Verfahren zur Prämienkalkulation hergeleitet und vorgestellt und anschließend anhand eines Testdatensatzes der Vereinigten Hagelversicherung VVaG einer empirischen Untersuchung unterzogen. Dabei muss sich allerdings auf die Kalkulation von Prämien für die klassische Hagelversicherung beschränkt werden, da nur für das Wetterrisiko Hagel die entsprechend benötigten historischen Schadendaten vorliegen.

Aus diesem Grund wird im abschließenden Kapitel dieser Arbeit ein Tarifmodell zur Mehrgefahrenversicherung vorgestellt, das es ermöglicht, auch ohne das Vorliegen von Schadendaten zu näherungsweise Prämienätzen zu gelangen. Dabei beruht dieser Tarifierungsansatz auf mehreren relevanten Bausteinen, wie bspw. Wetterdaten, Informationen zur Bodenqualität und einer Einschätzung der Fruchtartengefährdungen zu verschiedenen Wetterrisiken. Die benötigten Bausteine zur Bestimmung der regionalen Gefährdungen werden dabei mittels eines Geoinformationssystem verschnitten.

Das Ergebnis der Kalkulationen aus dem beschriebenen Tarifmodell ist zum einen eine berechnete jährlich Gesamtnettoprämie von ca. 492 Mio. Euro. Zum zweiten können die schon im qualitativen Teil der Arbeit angesprochenen, im Vergleich zur reinen Hagelversicherung deutlich erhöhten möglichen Schadenpotenziale (PML) von bis zu 1,7 Mrd. Euro bestätigt werden, was entweder eine drastisch höhere Eigenkapitalanforderung nach sich zieht oder zu höheren Rückversicherungskosten führt. So ergibt sich eine jährliche Gesamtbruttoprämie von ca. 603 Mio. Euro oder beispielsweise bei einer staatlich unterstützten Rückversicherungslösung eine jährliche Gesamtbruttoprämie von ca. 575 Mio. Euro, was bei einer dargelegten anfänglichen Prämiensubvention von 50% einer jährlichen Gesamtprämienförderung in Höhe von ca. 287,5 Mio. Euro entspricht.

Letztlich wäre auch eine partiell geförderte Trockenheitsversicherung mit einer staatlichen Beteiligung am Prämienvolumen von 216 Mio. Euro – bei 50% Förderung also Kosten in Höhe 108 Mio. Euro - bzw. an den Rückversicherungskosten von ca. 50 bis 119 Mio. Euro als Einstieg in ein Public Private Partnership Programm ein denkbarer Ansatz.

8 Anhang

Tabelle 8.1: Historische Daten der Hagelversicherung in Deutschland von 1945 bis 2009

Jahr	Anzahl Scheine	VS[Tsd. EUR]	Fläche [ha]	Beitrag [EUR]	Anzahl Schäden	Schäden [EUR]	Schaden-Satz	Beitrags-Satz	Schaden-Quote
1945	475.673				55.511		2,08	1,80	115,6
1946	467.567				55.921		1,56	1,63	95,7
1947	470.000				37.647		0,76	1,44	52,8
1948	485.426				43.300		0,90	1,46	61,6
1949	474.913				38.373		1,11	1,51	73,5
1950	472.962				96.768		2,49	1,97	126,4
1951	483.329				78.541		1,96	1,85	105,9
1952	500.096				20.804		0,34	1,27	26,8
1953	509.238				60.803		1,47	1,60	91,9
1954	536.961	1.490.477		21.035.242	44.398	11.976.901	0,80	1,41	56,9
1955	542.001	1.580.294		23.328.507	52.472	15.937.148	1,01	1,48	68,3
1956	547.420	1.701.721	2.558.862	25.699.905	71.952	21.707.673	1,28	1,51	84,5
1957	547.305	1.777.339	2.629.361	25.931.304	55.112	20.900.406	1,18	1,46	80,6
1958	546.985	1.871.975	2.662.719	27.569.820	70.470	28.082.672	1,50	1,47	101,9
1959	545.410	1.940.693	2.682.149	28.687.145	41.742	12.938.516	0,67	1,48	45,1
1960	542.977	2.023.176	2.707.684	28.784.730	45.408	14.568.257	0,72	1,42	50,6
1961	537.527	2.085.946	2.730.320	28.890.036	28.322	12.538.368	0,60	1,38	43,4
1962	530.450	2.146.940	2.746.542	27.870.326	26.403	11.770.808	0,55	1,30	42,2
1963	524.057	2.197.438	2.733.680	28.851.782	49.961	20.313.953	0,92	1,31	70,4
1964	518.065	2.321.089	2.794.074	28.801.760	22.590	11.458.120	0,49	1,24	39,8
1965	509.333	2.473.019	2.842.692	30.262.498	37.579	21.171.063	0,86	1,22	70,0
1966	504.657	2.558.796	2.855.664	32.936.173	38.729	24.052.818	0,94	1,29	73,0
1967	499.842	2.650.155	2.909.525	37.927.289	87.749	56.897.083	2,15	1,43	150,0
1968	499.277	2.794.681	3.017.840	43.999.298	53.876	42.373.920	1,52	1,57	96,3
1969	493.057	2.929.758	3.079.591	40.887.108	41.001	21.551.892	0,74	1,40	52,7
1970	483.995	3.022.559	3.103.487	42.328.596	52.575	35.405.162	1,17	1,40	83,6
1971	474.843	3.200.484	3.205.081	43.698.053	36.177	24.045.996	0,75	1,37	55,0
1972	464.360	3.412.482	3.292.278	49.531.051	44.412	33.231.477	0,97	1,45	67,1
1973	452.600	3.626.227	3.353.267	47.713.464	19.809	15.584.964	0,43	1,32	32,7
1974	442.003	3.788.519	3.396.122	49.225.541	36.848	33.639.700	0,89	1,30	68,3
1975	460.129	4.054.663	3.430.480	55.807.086	41.790	42.950.703	1,06	1,38	77,0
1976	465.153	4.428.406	3.518.098	57.764.691	20.034	25.968.989	0,59	1,30	45,0
1977	484.340	4.789.906	3.597.133	62.279.354	32.410	38.442.089	0,80	1,30	61,7
1978	488.440	5.191.202	3.730.802	69.239.567	38.881	40.914.781	0,79	1,33	59,1
1979	488.763	5.512.400	3.812.833	73.048.421	46.821	64.885.607	1,18	1,33	88,8
1980	497.077	5.989.373	3.910.811	78.271.648	29.431	39.504.005	0,66	1,31	50,5
1981	501.612	6.356.530	3.950.262	81.160.501	52.854	94.049.794	1,48	1,28	115,9
1982	511.336	6.716.416	4.003.516	90.079.726	51.377	85.848.838	1,28	1,34	95,3
1983	522.003	7.109.611	4.077.802	95.032.198	38.154	58.658.128	0,83	1,34	61,7
1984	528.530	7.443.969	4.124.469	98.971.132	44.716	93.062.411	1,25	1,33	94,0
1985	390.480	6.497.587	3.411.977	78.058.943	61.031	103.126.825	1,59	1,20	132,1
1986	542.975	8.041.934	4.266.963	109.577.490	62.275	87.260.359	1,09	1,36	79,6
1987	551.049	8.246.260	4.303.572	114.103.806	46.143	65.183.672	0,79	1,38	57,1
1988	546.002	8.257.896	4.308.266	112.411.050	44.966	78.255.516	0,95	1,36	69,6
1989	541.375	8.455.272	4.303.623	113.201.006	50.087	80.129.659	0,95	1,34	70,8

Jahr	Anzahl Scheine	VS[Tsd. EUR]	Fläche [ha]	Beitrag [EUR]	Anzahl Schäden	Schäden [EUR]	Schaden-Satz	Beitrags-Satz	Schaden-Quote
1990	548.607	9.103.392	4.643.442	121.550.733	37.273	68.261.886	0,75	1,34	56,2
1991	547.759	10.357.376	5.800.825	122.412.900	33.535	66.431.424	0,64	1,18	54,3
1992	533.757	10.153.331	5.916.880	114.806.898	65.899	132.170.593	1,30	1,13	115,1
1993	512.636	9.578.771	5.753.729	107.900.604	87.177	208.983.129	2,18	1,13	193,7
1994	518.948	10.104.489	6.466.963	129.182.869	52.049	118.015.446	1,17	1,28	91,4
1995	510.099	10.329.415	6.643.953	129.277.048	43.390	92.922.633	0,90	1,25	71,9
1996	497.000	10.520.351	6.772.508	122.936.620	47.590	95.050.086	0,90	1,17	77,3
1997	506.596	10.792.991	6.999.170	122.529.453	31.731	61.137.718	0,57	1,14	49,9
1998	500.139	10.845.375	7.099.742	123.492.843	29.694	66.479.898	0,61	1,14	53,8
1999	493.373	10.660.326	7.046.736	120.918.269	36.753	87.178.630	0,82	1,13	72,1
2000	475.477	10.864.076	7.153.473	119.136.779	52.236	128.015.969	1,18	1,10	107,5
2001	458.832	11.046.761	7.201.894	121.781.926	29.837	79.935.663	0,72	1,10	65,6
2002	440.057	11.219.435	7.245.153	122.989.533	43.023	119.376.596	1,06	1,10	97,1
2003	425.103	11.097.799	7.189.381	124.352.300	37.432	94.967.720	0,86	1,12	76,4
2004	409.195	11.429.551	7.268.085	136.313.224	40.079	112.272.148	0,98	1,19	82,4
2005	398.179	11.209.208	7.293.493	127.529.508	32.650	84.802.738	0,76	1,14	66,5
2006	384.300	11.169.212	7.308.906	125.279.280	32.407	68.487.303	0,61	1,12	54,7
2007	376.288	12.032.625	7.449.606	134.090.985	35.053	95.128.454	0,79	1,11	70,9
2008	362.229	15.362.323	7.703.524	164.259.437	44.101	154.190.324	1,00	1,07	93,9
2009	348.595	14.361.387	7.794.953	158.324.908	36.494	168.341.957	1,17	1,10	106,3

Quelle: TECHNISCHE ZIFFERN DER HAGELVERSICHERUNG (2010), KNOLL (1964)

Tabelle 8.2: Gemessene und kupaerte Schadensätze [in %] in der Gemeinde Linden

Jahr	VS EURO	Schaden EURO	SS	SS kupaert	Schaden kupaert	Kupaert ?
1980	43.971	0	0,00	0,00	0	nein
1981	46.016	429	9,32	5,25	242	ja
1982	58.287	0	0,00	0,00	0	nein
1983	60.843	0	0,00	0,00	0	nein
1984	61.355	0	0,00	0,00	0	nein
1985	61.867	0	0,00	0,00	0	nein
1986	61.355	0	0,00	0,00	0	nein
1987	67.491	0	0,00	0,00	0	nein
1988	64.933	0	0,00	0,00	0	nein
1989	123.222	0	0,00	0,00	0	nein
1990	140.094	0	0,00	0,00	0	nein
1991	196.336	717	3,65	3,65	717	nein
1992	177.929	183	1,03	1,03	183	nein
1993	146.739	0	0,00	0,00	0	nein
1994	155.433	0	0,00	0,00	0	nein
1995	161.056	0	0,00	0,00	0	nein
1996	175.884	0	0,00	0,00	0	nein
1997	198.381	0	0,00	0,00	0	nein
1998	180.997	478	2,64	2,64	478	nein
1999	269.962	0	0,00	0,00	0	nein
2000	275.075	0	0,00	0,00	0	nein
2001	287.858	0	0,00	0,00	0	nein
2002	315.000	0	0,00	0,00	0	nein
2003	289.000	0	0,00	0,00	0	nein
2004	328.000	859	2,62	2,62	859	nein
2005	358.000	0	0,00	0,00	0	nein
2006	440.000	1.676	3,81	3,81	1.676	nein
Gesamt	4.745.084	4.342	0,92	0,876	4.155	
Gesamt x 6			5,49	5,25		

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 8.3: Parameterschätzung Maximum Likelihood Methode

Parameter	Invers-Weibull	Invers-Weibull gest.	Burr	Burr gest.	Lognormal	Weibull
a	0,5844	0,5879	0,4187	0,3591	-0,3561	2,4157
b	3,0777	3,0054	0,5383	0,5219	0,3836	1,4528
c			7,08	7,46		
Stutzung R		3,0		3,0		
Mittelwert	0,783	0,759	0,773	0,750	0,754	0,760
F von R		0,9935		0,9939		
FM von R		4,447		4,527		

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 8.4: Unterschreitenswahrscheinlichkeiten und „empirische“ Jährlichkeiten

Parameter	Invers-Weibull	Invers-Weibull gest.	Burr	Burr gest.	Lognormal	Weibull	Gemessen	
x	F(x)	F(x)	F(x)	F(x)	F(x)	F(x)	F(x)	Jährlichkeit
0,345	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,11	0,0229	1,0
0,442	0,09	0,10	0,09	0,09	0,12	0,18	0,0596	1,1
0,456	0,12	0,12	0,11	0,11	0,13	0,20	0,0963	1,1
0,465	0,13	0,13	0,12	0,12	0,14	0,20	0,1330	1,2
0,467	0,14	0,14	0,12	0,12	0,15	0,21	0,1697	1,2
0,475	0,15	0,15	0,14	0,14	0,16	0,21	0,2064	1,3
0,497	0,19	0,19	0,17	0,17	0,19	0,24	0,2431	1,3
0,574	0,35	0,35	0,33	0,33	0,30	0,32	0,2798	1,4
0,606	0,41	0,41	0,40	0,40	0,35	0,35	0,3165	1,5
0,611	0,42	0,42	0,41	0,41	0,36	0,36	0,3532	1,5
0,613	0,42	0,42	0,41	0,41	0,36	0,36	0,3899	1,6
0,624	0,44	0,44	0,43	0,43	0,38	0,37	0,4266	1,7
0,642	0,47	0,48	0,47	0,47	0,41	0,39	0,4633	1,9
0,662	0,51	0,51	0,50	0,51	0,44	0,41	0,5000	2,0
0,671	0,52	0,52	0,52	0,52	0,46	0,43	0,5367	2,2
0,699	0,56	0,57	0,57	0,57	0,50	0,46	0,5734	2,3
0,714	0,58	0,59	0,59	0,59	0,52	0,47	0,6101	2,6
0,742	0,62	0,62	0,63	0,63	0,56	0,51	0,6468	2,8
0,779	0,66	0,67	0,67	0,68	0,61	0,55	0,6835	3,2
0,803	0,69	0,69	0,70	0,71	0,64	0,57	0,7202	3,6
0,927	0,79	0,79	0,80	0,81	0,77	0,70	0,7569	4,1
1,021	0,84	0,84	0,85	0,86	0,84	0,78	0,7936	4,8
1,071	0,86	0,86	0,87	0,88	0,87	0,82	0,8303	5,9
1,096	0,87	0,87	0,88	0,88	0,88	0,84	0,8670	7,5
1,144	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,87	0,9037	10,4
1,566	0,95	0,96	0,96	0,96	0,98	0,99	0,9404	16,8
1,743	0,97	0,97	0,97	0,98	0,99	1,00	0,9771	43,6

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 8.5: Parameterschätzung MG V Modell

Parameter	Invers-Weibull	Lognormal
a	3,5842	1,4960
b	2,3299	0,4356
Mittelwert	5,592	4,908

Quelle: Eigene Berechnungen

9 Literaturverzeichnis

ADAMS, J. (1965). Inequity in Social Exchange. In BERKOWITZ, *Advances in Experimental Social Psychology*, Bd. 2 (S. 267-299). New York.

AGROSEGURO (2001). AGROSEGURO - 20 Jahre Erfahrung mit der Erntemehrgefahrenversicherung. In *AIAG Bericht*. Paris.

AHagB (2007). Allgemeine Hagelversicherungsbedingungen der Vereinigten Hagelversicherung VVaG. *Kundeninformation der Vereinigten Hagelversicherung VVaG. Ausgabe 2008*, S. 7-14.

AHMGVB07 (2007). Allgemeine Hagel- und Mehrgefahrenversicherungs-Bedingungen der Vereinigten Hagelversicherung VVaG. *Kundeninformation der Vereinigten Hagelversicherung VVaG. Ausgabe 2008*, S. 24-33.

AHNER, D. (2001). *Analyse und Perspektiven des Risiko-Managements in der Landwirtschaft der Europäischen Union*. Brüssel.

ALBRECHT (1984). *Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft*.

ALLAIS, M. (1953). Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école Américane. In *Econometrica* 21 (S. 503-546).

ARROW, K. (1985). The Economics of Agency. In J. PRATT, R. ZECKENHAUSER, *Principals and Agents: The Structure of Business*. Boston.

ASCH, F. (2005). *Pflanzliche Reaktionen auf abiotischen Stress unter veränderlichen Umweltbedingungen*. Bonn.

BABCOCK, B. A., BLACKMER, A. M. (1992). The Value of Reducing Temporal Input Nonuniformities. *Journal of Agricultural and Resource Economics*. Vol. 17, S. 335-347.

BABCOCK, B. A., HENNESSY, D. A. (1996). Input Demand under Yield and Revenue Insurance. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 78, S. 416-427.

BAETZ, H. *et al.* (2008). *Interne Risikomodelle in der Schaden-/Unfallversicherung*. Karlsruhe.

BAUR-REIHE, (2009). *Kölner Angebote zur Klimastatistik nach Baur*, Abgerufen am 3. Juni 2009 von <http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/meteo/Klimastatistik>

BERG, E. (2002). Das System der Ernte- und Einkommensversicherungen in den USA - Ein Modell für Europa?. In *Berichte über die Landwirtschaft* 80 (1) (S. 94-133).

BERG, E. *et al.* (2005). Wetterderivate: Ein Instrument im Risikomanagement für die Landwirtschaft. *Agrarwirtschaft* 54. Heft 3, S. 158-170.

BERLINER, B. (1982). *Die Grenzen der Versicherbarkeit von Risiken*. Zürich.

- BHaGB07 (2007). Besondere Hagelversicherungs-Bedingungen der Vereinigten Hagelversicherung VVaG. *Kundeninformation der Vereinigten Hagelversicherung VVaG. Ausgabe 2008*, S. 15-22.
- BHMGVB07 (2007). Besondere Hagel- und Mehrgefahrenversicherungs-Bedingungen der Vereinigten Hagelversicherung VVaG. *Kundeninformation der Vereinigten Hagelversicherung VVaG. Ausgabe 2008*, S. 34-43.
- BINSWANGER, H. P. (1986). Risk Aversion, Collateral Requirements and the Markets for Credit and Insurance in Rural Areas. In P. HAZELL, *Crop Insurance for Agricultural Development* (S. 67-86). Baltimore and London.
- BMELV, (2006). *Agrarpolitischer Bericht 2006 der Bundesregierung*. Bonn.
- BMELV, (2007). *Agrarpolitischer Bericht 2007 der Bundesregierung*. Bonn.
- BMVEL (2001). *Prüfung von Mehrgefahrenversicherungssystemen*. Bonn.
- BRANDES, W., ODENING, M. (1992). *Investition, Finanzierung und Wachstum in der Landwirtschaft*. Stuttgart.
- BREUSTEDT, G. (2004). *Effiziente Reduktion des Produktionsrisikos im Ackerbau durch Ertragsversicherungen. Dissertation*. Kiel.
- BROWN, P. S. (1981). Tarifierung in der Amerikanischen Hagelversicherung. In *AIAG Bericht*. Zürich.
- BS-MGV-05 (2005). Beitrags- und Schadenbestimmungen zur Mehrgefahrenversicherung in Luxemburg. *Verbraucherinformation Luxemburg. Ausgabe 2006*, S. 17-18.
- BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (BGR) (2008). *BÜK 1000 N*, Abgerufen am 31. Oktober 2008 von <http://www.bgr.bund.de>
- BURIAN, W. (1990). Entscheidungsrisiko, Riskmanagement und Risikoverhalten in der Unternehmung. In *Beiträge zum Management des Unternehmens. Schriftenreihe*. Dresden.
- CAO, M., WEI, J. (2000). *Equilibrium Valuation of Weather Derivates*. Queens's University Kingston, Ontario.
- CHAMBERS, R. G. (1989). Insurability and Moral Hazard in Agricultural Insurance Markets. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 71, S. 604-616.
- COBLE, K. H. *et al.* (1997). An Expected-Indemnity Approach to the Measurement of Moral Hazard in Crop Insurance. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 79, S. 216-226.
- COLLINS, K. (2009). Zukunft der Ernteversicherung in volatilen Märkten. In *AIAG Bericht*. Rom.

COMMISSION FOR THE IMPROVEMENT OF THE FEDERAL CROP INSURANCE PROGRAM (1989). *Recommendations and Findings to Improve the Federal Crop Insurance Program*. Washington D. C..

CROPSCAN, (2009). *Bodenbedeckungskarte*, Abgerufen am 11. November 2009 von <http://www.cropscan.de>

DBV, (2009). *Marktinformationen Obst und Gemüse 03/2009*, Abgerufen am 10. Mai 2009 von <http://www.bauernverband.de>

DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT (2009). *Digitales Höhenmodell*, Abgerufen am 4. Februar 2009 von http://www.dlr.de/srtm/level1/products_ge.htm

EBNETH, O. (2003). *Mehrgefahrenversicherung als Risiko-Management-Instrument für die deutsche Landwirtschaft* Göttingen.

ELSTRODT, J. (2009). *Maß- und Integrationstheorie*. Berlin.

EU-KOMMISSION (2001). *Risk Management Tools for EU Agriculture with a special focus on insurance*. Brüssel.

EU-KOMMISSION (2007). *Projekt ISPRA - Agrarversicherungssysteme in Europa*. Brüssel.

EU-KOMMISSION (2008). *QIS 4 Technical Specification (MARKT/2505/08)*. Brüssel.

EU-KOMMISSION (I) (2006). *AGRICULTURAL INSURANCE SCHEMES*.

EU-KOMMISSION (II) (2006). *Verordnung (EG) Nr. 1857/2006 der Kommission*, Abgerufen am 30. Oktober 2008 von <http://eur-lex.europa.eu>

FARNY, D. (1989). *Versicherungsbetriebslehre*. Karlsruhe.

FERNANDEZ-TORANO, A. (1999). Datenbank über die Entwicklung der Ernteversicherung. In *AIAG Bericht*. Maastricht.

FOCK, T. *et al.* (2008). Risikostrategien für den Marktfruchtbau in Nordostdeutschland. In *Risikomanagement in der Landwirtschaft* (S. 53-90). Frankfurt am Main, Schriftenreihe der Landwirtschaftlichen Rentenbank. Band 23.

FREISTAAT SACHSEN (2009). *Klimawandel und Landwirtschaft. Strategien zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel* Dresden, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft.

FREY, H. C., NIEBEN, G. (2005). *Monte Carlo Simulation. Quantitative Risikoanalyse für die Versicherungsindustrie*. Hamburg.

GABLER WITSCHAFTSLEXIKON (2009). *versicherungstechnisches Risiko*, Abgerufen am 3. März 2009 von <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/versicherungstechnisches-risiko.html>

GDV, (1998). *Hagelversicherung - Fruchtarten-Unterschiede im Schadensgeschehen* Berlin, Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft.

GDV, (2001). *Naturkatastrophen und Tierseuchen in der Landwirtschaft versichern. Landwirtschaftliche Mehrgefahrenversicherungen in Deutschland.* Berlin, Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft.

GDV, (2003/2005). *Statistikhandbuch der Sachversicherung.* Berlin, Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft.

GDV, (2007). *Positionen. Die Null-Ernte.* Berlin, Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft.

GDV, (2008). *Konzept für eine umfassende und nachhaltige Mehrgefahrenversicherung für landwirtschaftliche Betriebe in Deutschland.* Berlin, Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft.

GDV, (2009). *Geo-Informationssystem „ZÜRS Geo“*, Abgerufen am 4. Februar 2009 von <http://www.gdv.de/Themen/Schadensverhuetzung/NaturgewaltenElementarschaeden>

GDV (I) (2006). *Erntemehrgefahrenversicherung in Deutschland - Risikopartnerschaft zwischen Landwirten, Versicherungen und Staat.* Berlin, Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft.

GDV (II) (2006). *Informationsveranstaltung Risikomodelle Kasko-Elementar / Wohngebäude-Sturm.* Berlin, Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft.

GDV (III) (2006). *Verbundene Wohngebäudeversicherung. Unverbindliche Studien.* Berlin, Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft.

GEMEINDEVERZEICHNIS, (2009). *Anzahl der Gemeinden in Deutschland am 30.06.2009*, Abgerufen am 20. Oktober 2009 von <http://www.gemeindeverzeichnis.de>

GERATHEWOHL, K. (1979). *Rückversicherung. Grundlagen und Praxis. Band II.* Karlsruhe.

GOODWIN, B. K. (2001). Problems with Market Insurance in Agriculture. In *American Journal of Agricultural Economics*. 83 (3) (S. 643-649).

GRIENBERGER, R. M. (2001). *Staatliche Kalamitätenintervention und Entscheidungsprozesse im landwirtschaftlichen Betrieb am Beispiel Italiens.* Dissertation Bonn.

GROSSMANN, S. J., HART, O. (1983). An Analysis of the Principal Agent Problem. *Econometrica* Band 51 Nr. 1 , S. 7-46.

- HANDELSBLATT, (2009). *Kotz: 25 Prozent Rendite sind zu viel*, Abgerufen am 20. September 2009 von <http://www.handelsblatt.com/politik/nachrichten/kotz-25-prozent-rendite-sind-zu-viel;2456408>
- HARDAKER, J. B. *et al.* (1997). *Coping with risk in Agriculture*. Wallingford.
- HEEP-ALTINER, M., KLEMMSTEIN, M. (2001). *Versicherungsmathematische Anwendungen in der Praxis*. Karlsruhe.
- HEINE, D. (2008). RapidEye-Sateliten erfolgreich gestartet. *Hagel Aktuell Journal. Mitgliederinformation der Vereinigten Hagelversicherung VVaG*, 15.
- HEINE, D. (2009). *Vereinigte Hagelversicherung VVaG. Persönliche Mitteilungen*. Gießen.
- HEINTZ, T., PISTOR, S. (2007). Internationaler Vergleich der Gefahrenklassentarife für Freilandkulturen - Interpretationsmöglichkeiten. In *AIAG Bericht*. Berlin.
- HELTEN, E. (1973). *Statistische Entscheidungsverfahren zur Risikopolitik von Versicherungsunternehmen*. Köln.
- HERDEN, I. (2010). Verdorrt und verhagelt. *WirtschaftsWoche*. Nr. 8, 64-65.
- HERTEL, A. (1991). *Risk Management in der Praxis*. Köln, Deutscher Wirtschaftsdienst.
- HEYLAND, K. (1996). *Allgemeiner Pflanzenbau. 2. Auflage*. Stuttgart, Ulmer Verlag.
- HIRSCHAUER, N., MUBHOFF, O. (2008). Sollte man landwirtschaftliche Ernteversicherungen subventionieren? - Gute alte Argumente in einem neuen Streit -. In *48. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus (GeWiSoLa)*. Bonn.
- HOFFMANN, K. (1985). *Risiko-Management - Neue Wege der betrieblichen Risikopolitik*. Karlsruhe.
- HÖLSCHER, R. (2000). Gestaltungsformen und Instrumente des industriellen Risikomanagements. In H. SCHIERENBECK, *Risk Controlling in der Praxis* (S. 297-363). Stuttgart.
- HOMELA, G. (1952). *Möglichkeiten und Grenzen einer allgemeinen Ernteversicherung in der Landwirtschaft*. Dissertation. Kiel.
- HOROWITZ, J. K., LICHTENBERG, E. (1993). Insurance, Moral Hazard and Chemical Use in Agriculture. In *American Journal of Agricultural Economics*. 75 (S. 926-935).
- HUBER, D. A. (2005). *Die Hagelversicherung*. Frankfurt am Main.

- ITWH, (2009). *Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH*, Abgerufen am 24. Oktober 2009 von <http://www.itwh.de>
- KARTEN, W. (1993). *Das Einzelrisiko und seine Kalkulation*. Wiesbaden.
- KING, R. P., OAMEK, G. E. (1983). Risk management by Coloradon dryland wheat farmers and the elimination of the disaster assistance program. In *American Journal of Agricultural Economics*. 65 (S. 247-255).
- KNIGHT, F. H. (1971). *Risk, Uncertainty and Profit*. Chicago and London.
- KNIGHT, T. O., COBLE, K. H. (1997). Survey of U.S. Multiple Crop Insurance Literature Since 1980. *Review of Agricultural Economics*. Vol. 19(1) , S. 128-156.
- KNOLL, H. (1964). *Hagelversicherung*. Wiesbaden.
- KRUSE, O. (1996). *Modelle zur Analyse und Prognose des Schadenbedarfs in der Kraftfahrzeug-Haftpflichtversicherung*. Dissertation. Göttingen.
- LANGNER, R. (2010). Deutsche Obstbauern nicht im Hagel stehen lassen. *Hagel Aktuell Info. Mitgliederinformation der Vereinigten Hagelversicherung VVaG* , 16.
- LANGNER, R. (I) (2009). Risikoabsicherung ertragsrelevanter Ereignisse vor dem Hintergrund des Klimawandels. In KTBL-Schrift(474), *Landwirtschaft im Umbruch - Herausforderungen und Lösungen* (S. 71-82). Darmstadt.
- LANGNER, R. (II) (2009). *Vereinigte Hagelversicherung VVaG. Persönliche Mitteilungen*. Gießen.
- LANGNER, R., FUCHS, C. (2008). Gegen Klimawandel absichern. *DLZ Agrarmagazin* , S. 20-21.
- LEHRNER, J. (2002). *Notwendigkeit, Nutzen und Realisierbarkeit eines Risiko-Managements in landwirtschaftlichen Betrieben*. Wien.
- LIEKWEG, A. (2003). *Risikomanagement und Rationalität* Wiesbaden, Deutscher Universitäts-Verlag.
- LJUNG, S. (1953). Risikoerhöhung durch Mähdrescher. In *AIAG-Bericht*. Baden-Baden.
- LÖSCHE, M., WOLFF, H. (2008). *Vereinigte Hagelversicherung VVaG. Persönliche Mitteilungen*. Gießen.
- MACK, T. (2002). *Schadenversicherungsmathematik*. Karlsruhe.
- MEYER, N. (2002). *Risikomanagement von Wetterrisiken*.
- MEYER, U. (2005). *KFZ-Haftpflichtversicherung in Europa. Vergleichende Untersuchung der ökonomisch-statistischen Situation*. Bamberg.

MGV LUX 05 (2005). Landwirtschaftliche Mehrgefahrenversicherung für Luxemburg der Vereinigten Hagelversicherung VVag. *Verbraucherinformation Luxemburg. Ausgabe 2006*, S. 18-27.

MIRANDA, M. J., GLAUBER, J. W. (1997). Systemic Risk, Reinsurance and the Failure of Crop Insurance Markets.. In *American Journal of Agricultural Economics*. 79(1) (S. 206-215).

MOSCHINI, G., HENNESSY, D. A. (2001). Uncertainty, Risk Aversion, and Risk Management for Agricultural Producers. *Handbook of Agricultural Economics. Vol. 1A*, S. 87-153.

MÜNCHENER RÜCK (2000). topics Special millenium issue. In (S. 124). München.

MÜNCHENER UND MAGDEBURGER AGRARVERSICHERUNG (2009). *Produkte im Bereich Pflanzenproduktion*, Abgerufen am 2. Oktober 2009 von <http://www.mmagrar.de>

MUßHOFF, O., HIRSCHAUER, N. (2009). Die Suche nach mehr Sicherheit. *DLG-Mitteilungen*, S. 30-33.

MUßHOFF, O., HIRSCHAUER, N. (2009). Erfolgsfaktoren in Ackerbaubetrieben und betriebliches Risikomanagement. In *KTBL-Schrift(474), Landwirtschaft im Umbruch - Herausforderungen und Lösungen* (S. 83-94). Darmstadt.

MUßHOFF, O. *et al.* (2006). Zur Quantifizierung des Basisrisikos von Wetterderivaten. In F. KUHLMANN, M. SCHMITZ, *Good Governance in der Agrar- und Ernährungswirtschaft* Münster-Hiltrup, Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus (GeWiSoLa), 46. Jahrestagung, Landwirtschaftsverlag.

NGUYEN, T. (2008). *Handbuch der wert- und risikoorientierten Steuerung von Versicherungsunternehmen*. Karlsruhe.

NOELL, C., PETERSEN, T. (1996). Ergebnisse einer empirischen Untersuchung zum Risikoverhalten in landwirtschaftlichen Betrieben. In *Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Nr. 490*.

NÖHLES, I. (2008). *Vereinigte Hagelversicherung VVaG. Persönliche Mitteilungen*. Gießen.

NÖHLES, I. (2009). Fünf Augen für den Acker. *DLG-Mitteilungen*, S. 68-71.

NORDEUTSCHE HAGEL-VERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT a.G. (1874). *Versicherungsbedingungen*. Berlin.

ODENING, M. (2002). Trendwende in Sicht. *DLG-Mitteilungen. Heft 4*, S. 15ff.

OECD, (2009). *Managing Risk in Agriculture. A holistic Approach*. Paris.

- ÖSTERREICHISCHE HAGELVERSICHERUNG VVaG (2006). Abgerufen am 10. Juni 2006 von <http://www.hagel.at>
- OTT, P. (2005). *Solvabilitätsmessung bei Schaden-Unfall-Versicherungsunternehmen. Anforderungen an stochastische interne Modelle und an deren Prüfung*. Wiesbaden.
- PFENNIG, M. (2000). Shareholder Value durch unternehmensweites Risikomanagement. In L. JOHANNING, B. RUDOLPH, *Handbuch Risikomanagement* (S. 1295-1332). Bad Soden, Uhlenbruch Verlag.
- PRATT, J. W., ZECKHAUSER, R. J. (1985). *Prinzipsals and Agents: The Structure of Business*. Boston.
- PRETTENTHALER, F. *et al.* (2006). *Anpassungsstrategien gegen Trockenheit - Bewertung ökonomisch-finanzieller versus technischer Ansätze des Risikomanagements* Graz, Karl-Franzens-Universität, Wegener Zentrum für klima und Globalen Wandel.
- PROPLANTA, (2009). *Unwetterschäden in Rumänien belaufen sich auf 200 Mio. Euro*, Abgerufen am 12. Oktober 2009 von <http://www.proplanta.de>
- QUIGGIN, J. *et al.* (1994). Crop Insurance and Crop Production: An Empirical Analysis of Moral Hazard and Advers Selection. In D. L. HUETH, W. H. FURTAN, *Economics of Agricultural Crop Insurance: Theory and Evidence*. Boston.
- RADTKE, M. (2008). *Grundlagen der Kalkulation von Versicherungsprodukten in der Scvhaden- und Unfallversicherung*. Karlsruhe.
- RAMASWAMI, B. (1993). Supply Response to Agricultural Insurance: Risk Reduction and Moral Hazard Effects. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 75 , S. 914-925.
- RISK MANAGEMENT AGENCY (2008). *Crop Policies*, Abgerufen am 8. August 2008 von <http://www.rma.usda.gov/policies>
- RISKNET, (2009). *Der Prozess des systematischen proaktiven Risk Managements*, Abgerufen am 11. Oktober 2009 von <http://www.risknet.de/Der-RM-Prozess.125.0.htm>
- RITTER VON DODERER, D. (2009). *Public Private Partnerships zur Bewältigung von Elementarrisiken. Dissertation*. Karlsruhe.
- ROHRBECK, W. (1909). *Die Organisation der Hagelversicherung. Dissertation*. Berlin.
- ROMEIKE, F. (2005). *Modernes Risikomanagement*. Weinheim, Wiley-VCH.
- ROOSEN, J., HENNESSY, D. (2003). Tests for the Role of Risk Aversion on Input Use. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 85 , S. 30-43.

- RÜCKER, U. (2000). Finite Risk konzepte als Beispiel hybrider Instrumente der Risikofinanzierung. In H. SCHIERENBECK, *Risk Controlling in der Praxis* (S. 365-412). Stuttgart.
- SAAK, A. E. (2004). *Spatial Production Concentration under Yield Risk and Risk Aversion. Working Paper 04-WP 362.*
- SCHIRM, A. (2001). Wetterderivate - Einsatzmöglichkeiten und Bewertung. In *Research in Capital Markets and Finance*. München.
- SCHLIEPER, P. (1997). *Etragsausfallversicherung und Intensität pflanzlicher Produktion*. Wiesbaden, Gabler.
- SCHMITT-LERMANN, H. (1984). *Der Hagel und die Hagelversicherung in der Kulturgeschichte*. München.
- SCHMITZ, B. (2007). *Wetterderivate als Instrument im Risikomanagement landwirtschaftlicher Betriebe. Dissertation*. Bonn.
- SCHWEIZER HAGELVERSICHERUNG (2009). *Produkte: APV+*, Abgerufen am 17. Juli 2009 von <http://www.hagel.ch>
- SINN, H. (1980). *Ökonomische Entscheidungen bei Ungewißheit*. Tübingen.
- SMITH, V. H., GOODWIN, B. K. (1996). Crop Insurance, Moral Hazard, and Agricultural Chemical Use. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 78 , S. 428-438.
- SWISS RE (2002). *Geschäftsbericht 2002*. S. 29. Zürich.
- TAFFERNER, J. (2009). *Vereinigte Hagelversicherung VVaG. Persönliche Mitteilungen*. Gießen.
- TAYLOR, G. C. (2000). *Loss Reserving: An Actuarial Perspective*. Boston.
- TECHNISCHE ZIFFERN DER HAGELVERSICHERUNG (2010). *Institut für Agribusiness*, Abgerufen am 12. Dezember 2010 von <http://www.agribusiness.de>
- TOP AGRAR (1996). *Alles über die Hagelversicherung*.
- ULLRICH, C. G. (2004). Sozialpolitische Gerechtigkeitsprinzipien, empirische Gerechtigkeitsüberzeugungen und die Akzeptanz sozialer Systeme. In S.S.. *et al., Verteilungsprobleme und Gerechtigkeit in modernen Gesellschaften* (S. 69 ff.). Frankfurt.
- UMWELTBUNDESAMT (2007). *Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen. Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG*. Dessau.
- V. FÜRSTENWERTH, F., WEIß, A. (2001). *Versicherungsalphabeth*. Karlsruhe.

- VAN DEN BERG, W. J. (2007). Raindex: Individuelle Regenindex-Deckung für Weideland in Südafrika. In *AIAG Bericht*. Berlin.
- VERCAMMEN, J., VAN KOOTEN, G. C. (1994). Moral Hazard Cycles in Individual-Coverage Crop Insurance. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 75 , S. 250-261.
- VEREINGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (II) (2009). *Wissenswertes*, Abgerufen am 11. Oktober 2009 von <http://www.vereinigte-hagel.de/wissenswertes>
- VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (2004). *10 Jahre Vereinigte Hagel. 180 Jahre Erfahrung*. Gießen.
- VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (2008). *Geschäftsbericht 2008*. Gießen.
- VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2007). *Bildarchiv*. Gießen.
- VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (I) (2009). *Kundeninformation*. Gießen.
- VEREINIGTE HAGELVERSICHERUNG VVAG (II) (2007). *Unternehmensstatistik*. Gießen.
- VERSICHERUNGSKAMMER BAYERN (2009). 125 Jahre Hagelversicherung. *Festschrift der Versicherungskammer Bayern*.
- VON ALTEN, G. (2008). *Das Risikoverhalten von Landwirten - eine Studie am Beispiel der Erntemehrfahrenversicherung*. Dissertation .Göttingen.
- WALTER, J. T. (1998). *Zur Anwendung von Verallgemeinerten Linearen Modellen zu Zwecken der Tarifierung in der Kraftfahrzeug-Haftpflichtversicherung*.
- WEBER, R. *et al.* (2008). Risikomanagement mit indexbasierten Wetterversicherungen - Bedarfsgerechte Ausgestaltung und Zahlungsbereitschaft. In *Risikomanagement in der Landwirtschaft* (S. 9-52). Frankfurt am Main, Schriftenreihe der Landwirtschaftlichen Rentenbank. Band 23.
- WEINBERGER, K. e. (1999). Staatliche Maßnahmen für Ernteverluste bezogen auf die landwirtschaftliche Wertschöpfung (Vergleich EU-USA). In *AIAG Bericht*. S. 3-60. *Maastricht*.
- WILLIAMS, J. R. *et al.* (1993). Crop Insurance and Disaster Assitance Designs for Wheat and Grain Sorghum. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 75 , S. 435-447.
- WOLF, T. (1998). *Ernteversicherungssysteme als Risk-Management Instrument für den Landwirt und ihr Einsatz im Rahmen der US-Agrarpolitik*. Diplomarbeit. München.
- WOLKE, T. (2007). *Risikomanagement*. Wien.

ZÖBISCH, M. (2009). *Solvency II: Risikoadäquanz von Standardmodellen. Eine Analyse aus Sicht eines Schaden-Spezialversicherers*. Karlsruhe.