

Wissenschaftlicher Bericht Nr. 8-2006

## Anpassungsstrategien gegen Trockenheit: Bewertung ökonomisch- finanzieller versus technischer Ansätze des Risikomanagements

Franz Pretenthaler, Sandra Strametz,  
Christoph Töglhofer, Andreas Türk

Oktober 2006



Wegener Center  
[www.wegcenter.at](http://www.wegcenter.at)

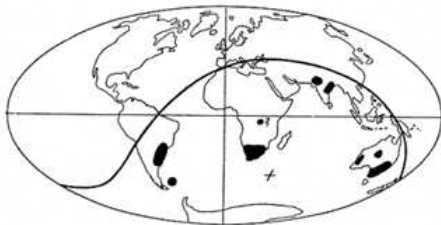


Mit Unterstützung von:



Das **Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel** vereint als interdisziplinäres und international orientiertes Forschungszentrum die Kompetenzen der Karl-Franzens-Universität Graz im Forschungsbereich "Klimawandel, Umweltwandel und Globaler Wandel". Forschungsgruppen und ForscherInnen aus Bereichen wie Geo- und Klimaphysik, Meteorologie, Volkswirtschaftslehre, Geographie und Regionalforschung arbeiten in unmittelbarer Campus-Nähe unter einem Dach zusammen. Gleichzeitig werden mit vielen KooperationspartnerInnen am Standort, in Österreich und international enge Verbindungen gepflegt. Das Forschungsinteresse erstreckt sich dabei von der Beobachtung, Analyse, Modellierung und Vorhersage des Klima- und Umweltwandels über die Klimafolgenforschung bis hin zur Analyse der Rolle des Menschen als Mitverursacher, Mitbetroffener und Mitgestalter dieses Wandels. Das Zentrum für rund 30 ForscherInnen wird vom Geophysiker Gottfried Kirchengast geleitet; führender Partner und stellvertretender Leiter ist Volkswirt Karl Steininger. (genauere Informationen unter [www.wegcenter.at](http://www.wegcenter.at))

Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen eines vom Jubiläumsfonds der österreichischen Nationalbank finanzierten Projekts (Nr. 11185) im Jänner 2006 fertiggestellt. Das einführende Kapitel 1 wurde von Sandra Strametz im Rahmen ihrer Diplomarbeit erarbeitet, welche von der Grazer Wechselseitigen Versicherung gefördert wurde.



**Alfred Wegener** (1880-1930), Namensgeber des Wegener Zentrums und Gründungsinhaber des Geophysik-Lehrstuhls der Universität Graz (1924-1930), war bei seinen Arbeiten zur Geophysik, Meteorologie und Klimatologie ein brillanter, interdisziplinär denkender und arbeitender Wissenschaftler, seiner Zeit weit voraus. Die Art seiner bahnbrechenden Forschungen zur Kontinentaldrift ist großes Vorbild — seine Skizze zu Zusammenhängen der Kontinente aus Spuren einer Eiszeit vor etwa 300 Millionen Jahren als Logo-Vorbild ist daher steter Ansporn für ebenso mutige wissenschaftliche Wege: Wege entstehen, indem wir sie gehen (Leitwort des Wegener Center).

## Wegener Center Verlag • Graz, Austria

© 2006 Alle Rechte vorbehalten.

Auszugsweise Verwendung einzelner Bilder, Tabellen oder Textteile bei klarer und korrekter Zitierung dieses Berichts als Quelle für nicht-kommerzielle Zwecke gestattet. Verlagskontakt bei allen weitergehenden Interessen: [wegcenter@uni-graz.at](mailto:wegcenter@uni-graz.at).

Titelseiten-Bilder:

Niedrigwasser: <http://www.bafg.de/servlet/is/4223/>

Wasserkraftwerk: <http://www.sweden.se>

ISBN 3-9502126-5-5

Oktober 2006

*Kontakt: Franz Pretenthaler  
franz.pretenthaler@joanneum.at*

Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel  
Karl-Franzens-Universität Graz  
Leechgasse 25  
8010 Graz, Austria  
[www.wegcenter.at](http://www.wegcenter.at)

# Anpassung gegen Trockenheit: Bewertung ökonomisch-finanzieller versus technischer Ansätze des Risikomanagements

AutorInnen:

Franz PRETTENTHALER (Projektleitung)

Sandra STRAMETZ

Christoph TÖGLHOFER

Andreas TÜRK





## **1 ENTSCHEIDUNGEN UNTER UNSICHERHEIT – EINE MIKROÖKONOMISCHE EINFÜHRUNG ..... 8**

1.1	DIE BEDEUTUNG DER VERSICHERUNG HINSICHTLICH EXTREMER WETTEREREIGNISSE.....	8
1.2	VERSICHERUNGSNACHFRAGE AUS DER SICHT DER HAUSHALTE.....	11
1.2.1	<i>Risikodefinition</i> .....	11
1.2.2	<i>Quantifizierung von Risiko</i> .....	11
1.2.3	<i>Risikopräferenzen und die Nutzenfunktion</i> .....	12
1.2.4	<i>Versicherungsnachfrage</i> .....	15
1.2.5	<i>Die Wahl der Versicherungsdeckung</i> .....	18
1.3	EINFLUSS VON INFORMATIONASYMMETRIEN AUF DAS MARKTERGEBNIS..	22
1.3.1	<i>Adverse Selektion</i> .....	23
1.3.2	<i>Moral Hazard</i> .....	28

## **2 ANALYSE DES BESTEHENDEN RISIKOTRANSFERMECHANISMUS FÜR LANDWIRTSCHAFTLICHE DÜRRESCHÄDEN IN ÖSTERREICH . 30**

2.1	ÜBERBLICK ÜBER DAS MEHRGEFAHRENVERSICHERUNGSSYSTEM IN ÖSTERREICH .....	30
2.1.1	<i>Versicherungsbedingungen für das Risiko Trockenheit</i> .....	32
2.2	VERSICHERTE FLÄCHEN .....	35
2.2.1	<i>Versicherte Fläche in Österreich</i> .....	36
2.2.2	<i>Versicherte Fläche in der Steiermark</i> .....	37
2.3	DIE ROLLE DES KATASTROPHENFONDS BEI DER BEWÄLTIGUNG VON TROCKENEREIGNISSEN IN ÖSTERREICH .....	39
2.3.1	<i>Verwendung der Fondsmittel</i> .....	40
2.3.2	<i>Reserven des Fonds</i> .....	40
2.4	ÖFFENTLICHE BEIHILFEN UND FÖRDERUNGEN .....	41
2.4.1	<i>Zuschüsse an die landwirtschaftlichen Betriebe</i> .....	41
2.4.2	<i>Subvention der Hagel- und Frostversicherungsprämien</i> .....	42
2.4.3	<i>Öffentliche Beihilfen</i> .....	46
2.5	ANALYSE VON DEFIZITEN DES BESTEHENDEN RISIKOTRANSFERSYSTEMS...	53

## **3 INTERNATIONALE ERFAHRUNGEN IM UMGANG MIT TROCKENEREIGNISSEN IN DER LANDWIRTSCHAFT..... 56**

3.1	USA .....	56
3.1.1	<i>Überblick über das amerikanische Risikotransfersystem</i> .....	56

3.1.2	<i>Lessons learned</i> .....	58
3.2	KANADA.....	61
3.2.1	<i>Übersicht über das kanadische Risikotransfersystem</i> .....	61
3.2.2	<i>Lessons Learned</i> .....	62
3.3	SPANIEN .....	63
2.3.1	<i>Überblick über das spanische Risikotransfersystem</i> .....	63
3.3.1	<i>Lessons Learned</i> .....	64
3.4	ÜBERBLICK ÜBER RISIKOTRANSFERSYSTEME VERSCHIEDENER EU-LÄNDER66	
3.4.1	<i>Luxemburg</i> .....	66
3.4.2	<i>Italien</i> .....	67
3.4.3	<i>Frankreich</i> .....	67
3.4.4	<i>Griechenland</i> .....	68
3.4.5	<i>Deutschland</i> .....	68
3.5	STÄRKEN UND SCHWÄCHEN VERSCHIEDENER BESTEHENDER SYSTEME .....	69
3.5.1	<i>Mehrgefahrenversicherungen</i> .....	69
3.5.2	<i>Einkommensversicherungen</i> .....	71
3.5.3	<i>Indexbezogene Versicherungen</i> .....	72

#### **4 WETTERDERIVATE – EIN ALTERNATIVES INSTRUMENT DES RISIKOMANAGEMENTS..... 74**

4.1	EINLEITUNG.....	74
4.2	HISTORISCHE MARKTENTWICKLUNG.....	75
4.3	HEDGING DURCH TERMINGESCHÄFTE .....	76
4.4	GRUNDSTRUKTUREN VON WETTERDERIVATEN .....	78
4.5	FUNKTIONSWEISE UND DERIVATARTEN .....	79
4.5.1	<i>Wetterderivate als Optionen</i> .....	79
4.5.2	<i>Handelstechniken und Optionskombinationen</i> .....	82
4.6	UNDERLYINGS .....	85
4.6.1	<i>Temperatur</i> .....	86
4.6.2	<i>Niederschlag</i> .....	88
4.7	DIE BEWERTUNG VON WETTERDERIVATEN.....	88
4.7.1	<i>Übersicht über verschiedene Bewertungsverfahren</i> .....	88
4.7.2	<i>Burn Analysis</i> .....	89
4.7.3	<i>Modell von Black Scholes</i> .....	90
4.7.4	<i>Gleichgewichtsmodelle</i> .....	93
4.7.5	<i>Bildung des Erwartungswertes mittels stochastischer Simulation</i> .....	94
4.8	MODELLIERUNG UND SCHÄTZUNG DES WETTERINDEXES .....	94
4.8.1	<i>Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilung zum Verfallszeitpunkt</i> .....	95
4.8.2	<i>Stochastische Modellierung des Wetterindexes</i> .....	95
4.9	WETTERDERIVATE VERSUS VERSICHERUNGEN.....	97
4.10	ANDERE ALTERNATIVE INSTRUMENTE DES WEATHERHEDGINGS .....	97
4.10.1	<i>Wetteranleihen (Weather linked Bonds)</i> .....	98

4.10.2	<i>Embedded Weather Agreements</i> .....	98
4.10.3	<i>Weather linked savings account</i> .....	98
4.11	ERFAHRUNGEN MIT ALTERNATIVEN RISIKOTRANSFERINSTRUMENTEN IN VON TROCKENHEIT BETROFFENEN SEKTOREN .....	99
4.11.1	<i>Energiesektor</i> .....	99
4.11.2	<i>Erfahrungen mit Wetterderivaten und Wetterindexversicherungen in der Landwirtschaft</i> .....	100
4.11.3	<i>Erfahrungen mit Wetterderivaten im Tourismus</i> .....	101
4.12	WETTERDERIVATE ALS OPTION DES RISIKOTRANSFERSYSTEMS FÜR ÖSTERREICHISCHE FIRMEN .....	102
4.12.1	<i>Marktübersicht Österreich</i> .....	102
4.12.2	<i>Faktoren, die die Entwicklung des österreichischen Marktes hemmen sowie Lösungsmöglichkeiten</i> .....	103

## **5 ÖKONOMISCH-QUANTITATIVE BEWERTUNG DES GLOBALEN KLIMAWANDELS AUF LOKALER EBENE (SÜDOSTSTEIERMARK)..... 106**

5.1	VERÄNDERUNG DES NIEDERSCHLAGSREGIMES IN DER SÜDOSTSTEIERMARK .....	106
5.2	AUSWIRKUNGEN VON TROCKENHEIT AUF DIE LANDWIRTSCHAFT .....	106
5.3	AUSWIRKUNGEN VON TROCKENHEIT AUF DEN WASSERVERBRAUCH .....	110
5.4	ÖKONOMISCHE FOLGEN VON TROCKENHEIT IN DER BEISPIELREGION .....	111

## **6 CASE STUDIES ..... 113**

6.1	KORRELATION VON NIEDERSCHLAGS- UND TEMPERATURWERTEN STEIRISCHER MESSSTATIONEN .....	113
6.2	CASE STUDY GRÜNLANDABSICHERUNG .....	115
6.2.1	<i>Angewandte Methodik</i> .....	115
6.2.2	<i>Ermittlung der Wetterabhängigkeit des Ernteertrags</i> .....	118
6.2.3	<i>Konstruktion eines für alle Bezirke gemeinsamen Wetterderivates</i> .....	121
6.2.4	<i>Konstruktion eines Wetterderivats für den Bezirk Fürstenfeld</i> .....	126
6.3	CASE STUDY KLEINWASSERKRAFTDERIVAT.....	130
6.3.1	<i>Niederschlagsderivat (Abflussderivat)</i> .....	131
6.3.2	<i>Durchflussderivat</i> .....	135
6.3.3	<i>Vergleich zwischen Niederschlags- und Durchflussderivat</i> ..	139

## **7 GEGENÜBERSTELLUNG UND BEWERTUNG TECHNISCHER UND ÖKONOMISCH-FINANZIELLER MAßNAHMEN GEGEN TROCKENHEIT ..... 140**

7.1	BESCHREIBUNG UNTERSCHIEDLICHER TECHNISCHER MAßNAHMEN GEGEN TROCKENHEIT .....	140
-----	--	-----

7.1.1	<i>Adaptionsmaßnahmen gegen Trockenheit im Energiesektor</i>	140
7.1.2	<i>Adaptionsmaßnahmen gegen Trockenheit in der Landwirtschaft</i>	141
7.2	GEGENÜBERSTELLUNGEN TECHNISCHER UND ÖKONOMISCH-FINANZIELLER ADAPTIONSTRATEGIEN	144
7.2.1	<i>Alternative oder Ergänzung</i>	144
7.2.2	<i>Alternativenrechnung</i>	145
<b>8</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	<b>150</b>
8.1	OPTIONEN ZUR VERBESSERUNG UND ERGÄNZUNG DES BESTEHENDEN LANDWIRTSCHAFTLICHEN RISIKOTRANSFERSYSTEMS IN ÖSTERREICH	150
8.2	POTENZIAL VON WETTERDERIVATEN ALS INSTRUMENTE ZUR ANPASSUNG AN TROCKENHEIT	151
<b>9</b>	<b>VERZEICHNISSE</b>	<b>153</b>
9.1	TABELLENVERZEICHNIS	153
9.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	154
<b>10</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>156</b>

## **Einleitung**

Angesichts einer vorausgesagten und beobachteten Zunahme von Trockenperioden durch globale Klimaveränderungen und ihrer möglichen jahreszeitlichen Verschiebungen hat die Anpassung an Trockenheit einen hohen Stellenwert in der Klimafolgenforschung. Viele volkswirtschaftlich bedeutende Sektoren sind vom Niederschlag abhängig. Dennoch gehören Wetterrisiken zu den in vielen Unternehmen immer noch unterschätzten Bestandteilen des Risikoportfolios.

Neben technischen Maßnahmen sich an Trockenereignisse anzupassen, gibt es ein immer größeres Spektrum an ökonomisch-finanziellen Möglichkeiten. Im Folgenden sollen ökonomisch-finanzielle Anpassungsoptionen jener Sektoren einer näheren Analyse unterzogen werden, die bisherigen Erkenntnissen zufolge in Österreich von Trockenheit am stärksten betroffen sind. Es sind dies die Landwirtschaft, der Energiesektor, aber auch der für die österreichische Wirtschaft sehr bedeutende Tourismussektor.

Versicherung gegen Trockenheit ist für die österreichische Landwirtschaft seit einigen Jahren im Rahmen des Mehrgefahrenversicherungspakets der Österreichischen Hagelversicherung erhältlich, wobei das System nicht alle Sorten abdeckt und es Hinweise auf systemische Defizite gibt. Im Energie- und Tourismussektor gibt es kaum ökonomische Möglichkeiten sich gegen Niederschlagsmangel abzusichern, alternative Instrumente des Risikotransfers haben hier ein großes Potenzial, was in der vorliegenden Arbeit näher analysiert wird.

Auch werden in dieser Arbeit jene Faktoren identifiziert, die die Entwicklung eines funktionierenden Marktes für Wetterderivate in Österreich hemmen und Lösungsmöglichkeiten vorgeschlagen.

Es werden nicht nur theoretische Einblicke in die Funktionsweise und Anwendungsmöglichkeiten von Wetterderivaten gegeben, sondern auch anhand zweier Beispiele gezeigt, wie die konkrete Implementierung von Wetterderivaten in der von Trockenheit besonders betroffenen Region Südoststeiermark aussehen könnte. Weiters wird der Einsatz von Wetterderivaten technischen Anpassungsoptionen gegenübergestellt und die Vor- und Nachteile der beiden Optionen diskutiert.

Generell soll diese Arbeit die Kapazität des sozioökonomischen Systems in Bezug auf Trockenereignisse analysieren und Wege zeigen, dieses risikoresistenter zu gestalten.

# 1 Entscheidungen unter Unsicherheit – Eine Mikroökonomische Einführung

## 1.1 Die Bedeutung der Versicherung hinsichtlich extremer Wetterereignisse

Unsicherheiten bzw. ein großes Spektrum unterschiedlicher Risiken mit negativen Folgen überschatten stets unser menschliches Dasein (Krankheit, Tod) und bedrohen unser Hab und Gut (Vermögenswerte). Es ist gerade diese Fülle an Bedrohungen, die den Menschen dazu bewegt, eine Versicherung in Anspruch zu nehmen. Auf diese Weise ist es möglich, Unsicherheiten bezüglich künftiger Ereignisse zu vermindern und das Risiko auf das Versicherungsunternehmen (VU) zu überwälzen.

Mit dem wachsenden Reichtum der Industrienationen und der zunehmenden wirtschaftlichen Verflechtung der Staaten auf globaler Ebene, steigt künftig auch die Verletzlichkeit der Volkswirtschaften durch Katastrophenschäden. Diese sind entweder Folge menschlichen Fehlverhaltens (man-made Katastrophen) oder durch die Natur bedingt. Vor allem in den vergangenen Jahren dominierten bei der Anzahl der Ereignisse die atmosphärischen Wetterkatastrophen. Nicht nur in Europa, sondern weltweit sorgten Naturkatastrophen für Aufruhr, da sie hinsichtlich der Schadenhöhe sowie Intensität neue Dimensionen erreicht und zahlreiche Todesopfer gefordert haben. Gemessen an den humanitären und monetären Auswirkungen war das Jahr 2004 das bisher teuerste Naturkatastrophenjahr der Versicherungsgeschichte. Die volkswirtschaftlichen Schäden stiegen auf 145 Mrd. US\$ (2003: 60 Mrd. US\$). Bei den versicherten Schäden wurde ein Anstieg auf 44 Mrd. US\$ (Vorjahr: 15 Mrd. US\$) registriert (Münchener Rück 2005, S.2).

Ein katastrophales extremes Wetterereignis wird in der Literatur unter anderem folgendermaßen definiert: *Ein extremes Wetterereignis spielt sich in der Atmosphäre ab, weicht stark von entsprechenden Durchschnittswerten des betrachteten geographischen Gebietes ab und hat eine statistische Wiederkehrperiode von deutlich über zehn Jahren. Dieses Wetterereignis ist zusätzlich katastrophal, wenn es in seiner sozioökonomischen Dimension außerordentlich ist.* (Steininger et al. 2005, S.21)

Zu den jüngsten und schwerwiegendsten Wetterereignissen in Europa zählen der Dürresommer 2003 in weiten Teilen Europas, die Hochwasserkatastrophe im August 2002 in Deutschland, Tschechien und Österreich, der Lawinenwinter 1998/99 in Österreich und der Wintersturm Lothar 1999 in Frankreich, der Schweiz und Süddeutschland. Tabelle 1 illustriert die teuersten Naturkatastrophen weltweit der letzten 20 Jahre. Betrachtet man den Dekadenvergleich von 1950 bis 2004 in Tabelle 2, so erkennt man einen stark steigenden Trend der volkswirtschaftlichen Schäden und der versicherten Werte. In der letzten Spalte wurden die vergangenen 10 Jahre in Bezug zu den 1960er Jahren gesetzt, um den dramatischen Anstieg hervorzuheben.<sup>1</sup>

**Tabelle 1: Die teuersten Naturkatastrophen zwischen 1987 und 2004 (nach versicherten Schäden). Quelle: SwissRe 2005, S.34**

Jahr	Land, Region	Ereignis	Volkswirt. Schäden Mio.US\$	Versicherte Schäden Mio.US\$
1992	USA, Bahamas	Hurrikan Andrew	26.500	17.000
1994	USA, Bahamas	Erdbeben	44.000	15.300
2004	USA, Karibik	Hurrican Ivan	23.000	11.500
2004	USA, Karibik	Hurrikan Charley	18.000	8.000
1990	F,GB	Wintersturm Daria		6.639
1999	F, CH etc.	Wintersturm Lothar		6.578
2004	Ind., Thail. etc.	Erdbeb., Tsunami i. IO		5.000
1987	Europa	Überschwemmungen, Sturm		4.674
2002	Europa	Überschwemmungen	16.000	3.400
1999	F, E, CH etc.	Wintersturm Martin		2.722
F=Frankreich		GB=Großbritannien	CH=Schweiz	
Ind.=Indonesien		Thail.=Thailand	IO=Indischer Ozean	
E=Spanien				

<sup>1</sup> Die Zahlen in den Tabellen 1 und 2 beschränken sich nicht nur auf rein klimabedingte extreme Wetterkatastrophen, sondern inkludieren auch wetterunabhängige Elementarereignisse wie z.B. Erdbeben und Vulkanausbrüche.

**Tabelle 2: Dekadenvergleich bezüglich der Anzahl der Ereignisse und Schadensausmaß zwischen 1950 und 2004, Schäden in Mrd.US\$ (in Werten von 2004). Quelle: Münchener Rück, 2005**

Dekade	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	1. 10 J.	1.10:60er
Anzahl Ereignisse	20	27	47	63	91	63	2,3
Volkswirtschaftliche Schäden	44,9	80,5	147,6	228	703,6	566,8	7,0
Versicherte Schäden	-	6,5	13,7	28,8	132,2	101,7	15,6

1. 10 J. = letzte 10 Jahre, 1. 10:60er = Koeffizient letzte 10 Jahre/60er

Klimatologen weisen darauf hin, dass aufgrund der globalen Erwärmung mit einer weiteren Zunahme der Häufigkeit und Intensität extremer Wetterereignisse gerechnet werden muss. Die schwierige Herausforderung für unsere Gesellschaft besteht in diesem Kontext darin, diese Risiken auf ein erträgliches Maß zu reduzieren. Dies muss sowohl auf kollektiver Ebene als auch in Eigenverantwortung jedes Wirtschaftsakteurs geschehen. Da die von extremen Wetterereignissen Betroffenen die monetären Auswirkungen meist nicht eigenständig tragen können, gewinnen Risikotransfermechanismen wie vor allem Versicherungen immer größere Bedeutung für die wirtschaftliche Bewältigung der Schäden. Die Aufgaben und Funktionen der Versicherung, welche die wirtschaftliche Effizienz unterstützen, sind im Folgenden aufgelistet (Zweifel und Eisen 2003,5.16):

- Verbesserung der Risikoallokation;
- Schutz bestehender Vermögenswerte;
- Kapitalakkumulation;
- Mobilisierung finanzieller Ressourcen;
- Kontrolle des Unternehmensverhaltens;
- Entlastung des Staates.

In den nachfolgenden Abschnitten wird die Nachfrage der Individuen nach Versicherung aus mikroökonomischer Perspektive analysiert.

## **1.2 Versicherungsnachfrage aus der Sicht der Haushalte**

### **1.2.1 Risikodefinition**

Der Begriff Risiko kann positiv im Sinne von Nutzen bzw. Gewinn aufgefasst werden, häufiger jedoch assoziiert man ihn mit Verlustgefahr bzw. Schaden. Ob nun das eingetretene Ereignis einen Schaden oder einen Nutzen für das betroffene Individuum darstellt, hängt von dessen Wertvorstellungen ab. Diese divergieren erheblich, sodass je nach Risikosituation der Gewinn für den einen, den Verlust für jemand anderen bedeuten kann. Naturbedingte Risiken wie z.B. Krankheit oder Tod sowie Gefahren aus verschiedenen Sachverhalten und Handlungen bedrohen die Vermögenswerte (Gesundheit, Finanzausstattung) eines Individuums, da sie zufällige Wertschwankungen hervorrufen können. (Zweifel und Eisen 2003, S.34)

Um das Risiko quantitativ zu erfassen, betrachtet man alle möglichen Ergebnisse einer bestimmten Handlung und die Wahrscheinlichkeit mit der das jeweilige Ergebnis eintritt. Für die Versicherungsbranche ist vor allem die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Ausmaß der Schäden von großer Relevanz.

### **1.2.2 Quantifizierung von Risiko**

Um die Konsequenzen verschiedener Handlungsalternativen vergleichen zu können, müssen wir das Risiko vorerst quantifizieren. Im Rahmen der Entscheidungstheorie wird die Wahrscheinlichkeit als Instrument zur Evaluierung der unterschiedlichen Konsequenzen von Entscheidungen verwendet (Pindyck und Rubinfeld 2001, S.150). Wir betrachten hierfür alle möglichen Auswirkungen einer bestimmten Handlung oder eines Ereignisses und die Wahrscheinlichkeiten, mit denen diese Konsequenzen eintreffen. Die Wahrscheinlichkeitstheorie besagt, dass die Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und 1 liegt, wobei das Ereignis im Fall von Null nicht realisiert wird und bei 1 mit Sicherheit eintritt. Die Wahrscheinlichkeiten aller möglichen Ereignisse müssen sich zu 1 addieren (Pindyck und Rubinfeld 2001, S.150). Die relativen Häufigkeiten des Auftretens der Umweltzustände geben Auskunft über deren jeweiligen Risikogehalt (Zweifel und Eisen 2003, S.35). In diesem Zusammenhang muss zudem berücksichtigt werden, dass viele dieser relativen Häufigkeiten Schwankungen unterworfen sind, da sich die

Umweltbedingungen mit der Zeit ändern. Ein illustratives Beispiel dafür ist der Klimawandel, der eine höhere Eintrittswahrscheinlichkeit von Naturkatastrophen bedingt. Diese Entwicklung wird auch von zahlreichen Klimaexperten bestätigt. (Zweifel und Eisen 2003, S.36)

Hinsichtlich der Wahrscheinlichkeitsschätzungen differenziert man zwischen *objektiven* und *subjektiven* Wahrscheinlichkeiten. Sind diese objektiv bekannt, so beruhen sie auf der Häufigkeit, mit der die Ereignisse vorkommen, z.B. Lotto oder Roulette. Subjektive Schätzungen hingegen basieren auf vergangenen Erfahrungswerten. Der Glaubwürdigkeitsgrad dieser Wahrscheinlichkeiten variiert jedoch stark, da verschiedene Entscheidungs-träger einem Ereignis unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten zuordnen und folglich verschiedene Entscheidungen treffen. (Zweifel und Eisen 2003, S.36)

### 1.2.3 Risikopräferenzen und die Nutzenfunktion

Die Bereitschaft ein Risiko einzugehen, variiert sehr stark von Individuum zu Individuum. Grundsätzlich unterscheidet man folgende Risikopräferenzen: Risikoaversion, Risikoneutralität und Risikofreude (Pindyck und Rubinfeld 2001, S.157).

Die ökonomische Theorie erachtet *Risikoaversion* als die am häufigsten vorkommende Einstellung der Wirtschaftssubjekte in Bezug auf Risiko - unabhängig von der Höhe deren Einkommen und Vermögen. Dies wird von der Tatsache widerspiegelt, dass viele Menschen nicht nur eine Krankenversicherung besitzen, sondern auch eine Autoversicherung, Unfallversicherung, Lebensversicherung und so weiter. Aus diesem Grund wird diese Art der Risikowahrnehmung im Folgenden genauer behandelt.

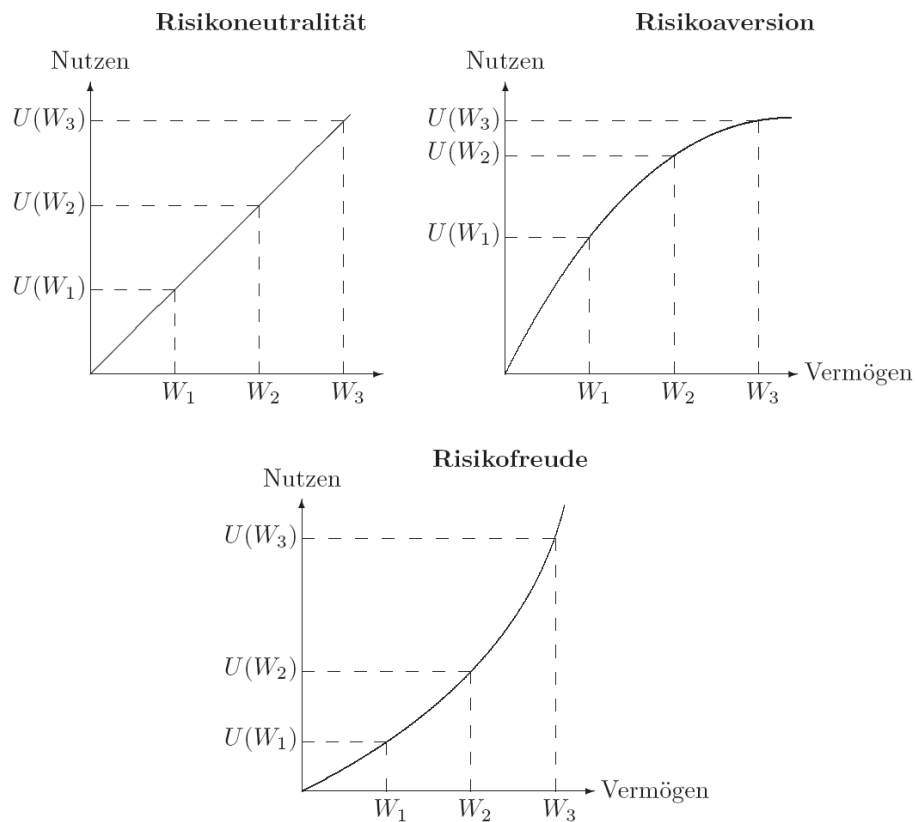
Risikoscheue Individuen bevorzugen bei der Wahl zwischen zwei Handlungsalternativen mit demselben Erwartungswert immer jene, die das sicherste Einkommen gewährleistet (Zweifel und Eisen 2003, S.46). Für die Analyse von Entscheidungen unter Unsicherheit wird das Bernoulli-Prinzip angewendet, mit Hilfe dessen eine Risikonutzenfunktion zur Bewertung der Konsequenzen konstruiert werden kann (Zweifel und Eisen 2003, S.44). Diese Nutzenfunktion  $u()$  bildet die Risikopräferenzen der Entscheidungsträger ab. Risikoaversion wird durch eine (von unten) konkave Nutzenfunktion beschrieben (siehe Abbildung)

Das Entscheidungsproblem kann nun folgendermaßen dargestellt werden: Das Individuum wählt zwischen verschiedenen Alternativen  $a_i$  des Aktionsraumes  $A$ , die in Abhängigkeit des spezifischen Umweltzustandes  $s_j$  zu verschiedenen Ergebnissen  $e_{ij}$  führen. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten  $\pi_j$  der Umweltzustände sind bekannt. Dem Bernoulli-Prinzip entsprechend maximiert man nun den Erwartungswert der Risikonutzenfunktion. Bezogen auf unsere allgemeine Formulierung berechnet man den Erwartungsnutzen (EU) der Aktion  $a_i$  indem man die einzelnen Nutzenwerte mit den Eintrittswahrscheinlichkeiten gewichtet und dann summiert (Arrow 1996, S.105):

$$EU(a_i) = \sum_j \pi_j u(e_{ij})$$

mit  $\pi_j \geq 0$  und  $\sum_j \pi_j = 1$

Um das Entscheidungsproblem unter Risiko zu lösen, ist jene Alternative  $a_1$  zu wählen, die den maximalen Erwartungsnutzen generiert. Diese Funktion des erwarteten Nutzens, die eine additive Form aufweist, wird auch als *von Neumann-Morgenstern Nutzenfunktion* bezeichnet (Varian 1999, S.209). Mit steigendem Vermögen wird die Nutzenfunktion flacher. Daraus folgt, dass die Krümmung der Nutzenfunktion die Risikoeinstellung der Individuen illustriert. Je konkaver also die Nutzenfunktion ist, umso risikoscheuer ist das Individuum. Zudem bedingt die Konkavität der Risikonutzenfunktion, dass im Fall von gleich großen Vermögensveränderungen ein Verlust stärker gewichtet wird als ein Gewinn.



**Abbildung 1: Verschiedene Risikopräferenzen: Risikoneutralität, Risikoaversion und Risikofreude. Darstellung folgt Pindyck und Rubinfeld 2001, S.156**

Ist der Entscheidungsträger *risikofreudig*, so bewertet er das risikobehaftete Einkommen nicht nur bei gleichem, sondern sogar bei niedrigerem Erwartungswert höher als das sichere Einkommen. In diesem Fall ist die Nutzenfunktion konvex (siehe Abbildung 1), d.h. mit wachsendem Vermögen nimmt die Steigung der Funktion zu (Varian 1999, S.213).

*Risikoneutralität* ist durch eine lineare Nutzenfunktion gekennzeichnet (siehe Abbildung 1), da der Entscheidungsträger indifferent ist zwischen dem erwarteten Nutzen des Vermögens und dem Nutzen des Erwartungswertes des Vermögens (Varian 1999, S.213)

### 1.2.4 Versicherungsnachfrage

Menschen erwerben Versicherung, um Einkommensverluste zu kompensieren bzw. vollständig zu verhindern. Dabei hängt der Umfang der Nachfrage nach Versicherungsschutz im Wesentlichen von den Risikopräferenzen ab. Für die bevorstehende Analyse der Nachfrage nach Versicherung, wird das Modell der optimalen Entscheidung unter Risiko anhand eines einfachen Entscheidungsproblems dargestellt, welches sich auf die Thematik des 3. Kapitels bezieht.

Vor der Entwicklung des Modells, soll an dieser Stelle noch einmal kurz wiederholt werden, welche Elemente notwendig sind, damit ein Individuum die alternativen Aktionen unter Verwendung der Erwartungsnutzenregel von Bernoulli evaluieren und schließlich die beste Handlung auswählen kann (Zweifel und Eisen 2003, S.67). Der Entscheidungsträger benötigt eine relativ gute Kenntnis

- in Bezug auf die möglichen Handlungsalternativen,
- hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeiten bestimmter Umweltzustände,
- über eine Konsequenzenfunktion, die den verschiedenen Aktionen in den unterschiedlichen Zuständen bestimmte Ergebnisse zuweist, und
- über eine Risikonutzenfunktion  $u()$ .

#### BEISPIEL

Angenommen das Einkommen eines Landwirtes wird bedroht von dürrebedingten Ernteverlusten. Das Einkommen  $W_0$  betrage 1000 Euro im Umweltzustand ohne Schaden, während nach Eintritt des Schadensereignisses  $S$  im Ausmaß von 300 Euro das Einkommen  $W_S$  auf 700 Euro verringert würde<sup>2</sup>. Der Landwirt weiß, dass mit einer Wahrscheinlichkeit  $\pi$  von 30 % Dürreschäden eintreten. Es sei also  $\pi$  die Wahrscheinlichkeit des Verlusts und  $1 - \pi$  die Wahrscheinlichkeit, dass kein Verlust eintritt. Weiters wird unterstellt, dass es sich um einen risikoaversen Landwirt handelt. Wie in Subkapitel 1.2.3 beschrieben, werden die Präferenzen eines risikoscheuen Individuums anhand einer konkaven Risikonutzenfunktion illustriert (vgl. Abbildung 2). Dabei werden die unterschiedlichen Einkommensniveaus auf der horizontalen Achse abgebildet und die dazugehörigen Nutzen auf der Vertikalen. Der Grenznutzen nimmt mit steigendem Einkommen ab. Abbildung 2 verdeutlicht sehr gut, dass ein

---

<sup>2</sup> Das Einkommen im Schadenszustand berechnet sich aus:  $W_S = W_0 - S$ .

Vermögensverlust ausgehend von wo schwerwiegender bewertet wird, als eine Erhöhung des Einkommens um denselben Betrag. Der Erwartungswert des Einkommens (EW) lässt sich mit Hilfe folgender Gleichung allgemein berechnen (Pindyck und Rubinfeld 2001, S. 151):

$$EW = \pi W_S + (1 - \pi)W_0$$

Auf das vorliegende Beispiel angewendet, ergibt das

$$EW = 0,3 \cdot 700 + 0,7 \cdot 1000 = 910,$$

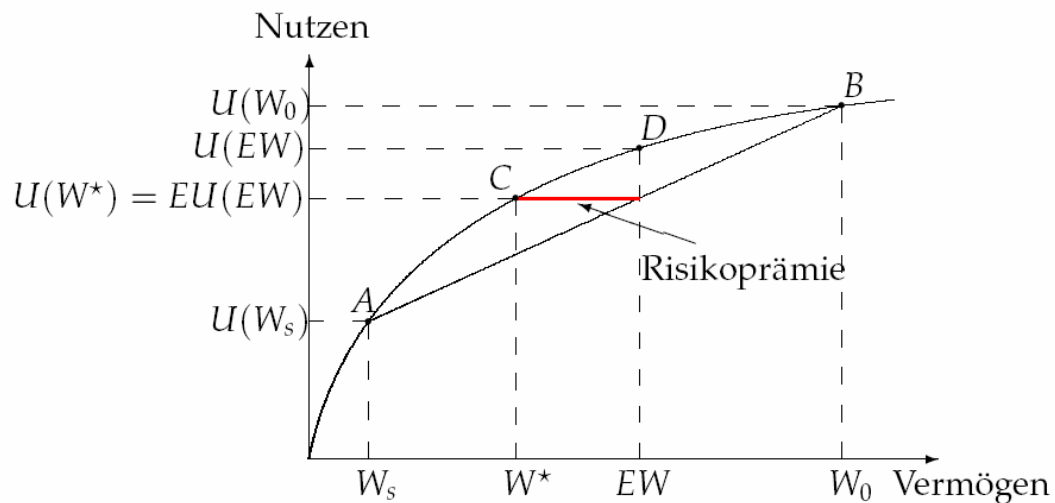
d.h. das erwartete Einkommen des Landwirtes beträgt 910 Euro. Das mögliche ungünstige Ereignis wird in der Graphik von Punkt A reflektiert, das günstige von Punkt B. Der Erwartungsnutzen dieser beiden Nutzenwerte wird beschrieben durch die Gleichung

$$EU(EW) = \pi u(W_S) + (1 - \pi)u(W_0).$$

Wir haben somit eine Linearkombination zwischen den Punkten A und B erhalten, die den Erwartungsnutzen für jede beliebige Wahrscheinlichkeitsverteilung  $(\pi, 1 - \pi)$  abbildet. Der Punkt C in der Abbildung 2 repräsentiert somit den Erwartungsnutzen der betrachteten Lotterie. Durch Einsetzen der Werte für das Einkommen und die Schadenswahrscheinlichkeit erzielt man folgendes Ergebnis:

$$EU(EW) = 0,3u(700) + 0,7u(1000).$$

Da Risikoaversion vorliegt, ist der Nutzen des erwarteten risikobehafteten Einkommens größer als der Erwartungsnutzen dieses Einkommens,  $u(EW) > EU(EW)$ . In der ist diese Bedingung dadurch gekennzeichnet, dass der Punkt D über dem Punkt C liegt. Der Landwirt präferiert den Nutzen der sicheren Alternative bei gleichem Erwartungswert EW.



**Abbildung 2: Versicherungsnachfrage eines risikoaversen Individuums.**  
Darstellung folgt Pindyck und Rubinfeld 2001, S.158

Nun gebe es eine Versicherung, die dem Landwirt Versicherungsschutz gegen Einkommensverluste aufgrund von Dürreschäden anbietet. Gegen die Zahlung einer Prämie kann er Versicherung erwerben. Es stellt sich die Frage, wieviel der Landwirt für ein sicheres Einkommen  $W^*$  bereit wäre zu zahlen.

Die *Risikoprämie* kann als maximale Zahlungsbereitschaft für Sicherheit interpretiert werden (Zweifel und Eisen 2003, S.70). Sie macht das risikoscheue Individuum indifferent zwischen der risikobehafteten und der sicheren Alternative.

Da der Landwirt danach strebt seinen Nutzen zu maximieren und risikoavers ist, wird er sehr wohl bereit sein, einen Teil seines Vermögens aufzugeben, um die riskoreiche Situation zu vermeiden. In seinem Fall wird das sichere Einkommen, auch Sicherheitsäquivalent genannt, trotz geringerem Einkommensbestand durch  $W^*$  charakterisiert, da der Nutzen  $U(W^*)$  gleich groß ist wie der Erwartungsnutzen  $EU(EW)$  des risikobehafteten Einkommens mit Erwartungswert  $EW$ . Aus der Abbildung 2 geht hervor, dass die Zahlungsbereitschaft für Sicherheit dann dem horizontalen Abstand zwischen  $W^*$  und  $EW$  entspricht. Der Landwirt würde demnach jeden Betrag  $p$  bis maximal  $(EW - W^*)$  als Prämie zahlen, um die riskante Lotterie durch eine sichere zu substituieren. Der Vorteil des Versicherungsschutzes besteht folglich darin, dass der Landwirt einen sicheren Geldbetrag in Form der Prämie  $p$  von seinem Anfangsvermögen an das VU zahlt und dafür im Schadensfall zumindest im Erwartungswert besser gestellt ist, als in der Situation  $W_s$  ohne Versicherung.

### 1.2.5 Die Wahl der Versicherungsdeckung

Im folgenden Kapitel wird der Abschluss der Versicherung mit Hilfe der Indifferenzkurvenanalyse beschrieben. Außerdem wird analysiert wie mittels Versicherungen das Einkommen zwischen verschiedenen Zuständen transferiert werden kann.

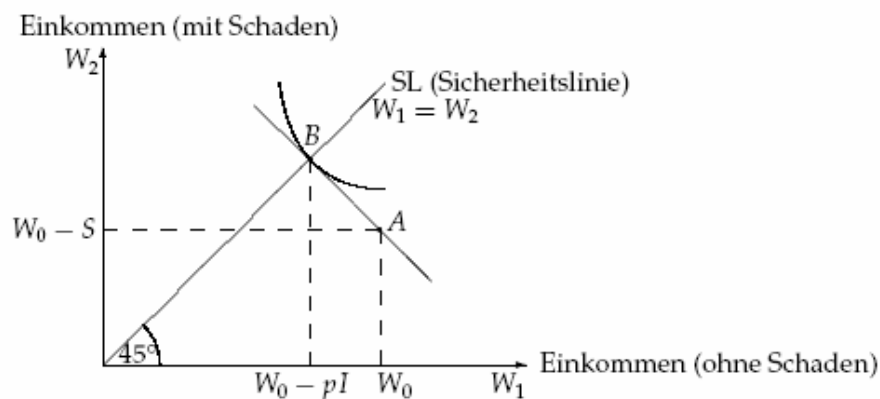
Betrachten wir hierfür noch einmal das Beispiel des Landwirtes, der über ein binäres Risikoprojekt verfügt. Die zwei möglichen Zustände sind, dass Dürreschäden eintreten oder nicht. Punkt *A* in Abbildung 3 sei die Ausgangssituation des Landwirtes mit Anfangsausstattung  $W_0$  ohne Versicherung. Die zustandsabhängigen Einkommen können beschrieben werden durch

$$W_1 = W_0 - pI$$

$$W_2 = W_0 - S - pI + I = W_0 - S + (1 - p)I,$$

wobei  $pI$  die Prämie darstellt, die der Entscheidungsträger für den Versicherungsschutz bezahlen muss, und  $I$  die Versicherungsleistung ist, die er bei Eintritt des Schadens als Entschädigung erhält. Nimmt die Versicherungsleistung  $I$  zu, so wird dadurch das Einkommen in Zustand 1 verringert, weil man dafür dementsprechend mehr zahlen muss und in Zustand 2 erhöht, da die Versicherung die Einkommen zwischen den beiden möglichen Zuständen transferiert. Dies wird ersichtlich, wenn man aus obiger Gleichung  $I$  explizit darstellt und obige Gleichung einsetzt. Das Ergebnis ist folgende Budgetrestriktion:

$$W_2 = W_0 - S + \frac{(1-p)}{p} \cdot (W_0 - W_1).$$



**Abbildung 3: Versicherungsdeckung. Die Darstellung folgt Zweifel und Eisen 2003, S.85**

In Abbildung 3 wird diese dargestellt durch die Verbindungslinie zwischen A und B.  $(1 - p)$  und  $p$  können als Preise interpretiert werden, zu denen man das Einkommen zwischen den Zuständen tauschen kann. Durch Differenzierung obiger Gleichung nach  $W_1$  erhält man den Tradeoff zwischen Einkommen im ersten und im zweiten Zustand mit

Dies entspricht unter Berücksichtigung der Null-Gewinnbedingung der Versicherungsunternehmen der Steigung der Tauschgeraden, auch Versicherungslinie genannt (Gravelle und Rees 2004, S.508). Fügen wir nun die Indifferenzkurven hinzu, die für ein risikoaverses Individuum konvex sind. Aus der Erwartungsnutzenregel kann man die Indifferenzkurve herleiten, indem man das totale Differential bildet und dieses gleich Null setzt. Die Nullbedingung impliziert, dass der Erwartungsnutzen entlang der Indifferenzkurve konstant ist (Zweifel und Eisen 2003, S.83). Die Steigung der Indifferenzkurve lautet dann

Die Steigung ist negativ, da die Wahrscheinlichkeiten und Grenznutzen positiv sind. Aus der Abbildung 3 geht auch hervor, dass der Landwirt entlang der 45°-Linie dasselbe Einkommen besitzt unabhängig davon, welcher Zustand vorherrscht. Die Winkelhalbierende wird daher auch als Sicherheitslinie bezeichnet (Zweifel und Eisen 2003, S.83). Wenn  $W_1 = W_2$  gilt, dann sind auch die Grenznutzen identisch,  $u'(W_1) = u'(W_2)$ , und die Steigung der Indifferenzkurve entlang der Sicherheitslinie wird durch das Verhältnis der beiden Wahrscheinlichkeiten wiedergegeben

$$\frac{dW_2}{dW_1} = -\frac{(1 - \pi)}{\pi}.$$

Angenommen ein VU bietet einen Kontrakt an, bei dem es im Durchschnitt weder einen Gewinn noch einen Verlust macht, da die Prämieinnahmen  $pl$  dem Erwartungswert der Entschädigungsleistungen  $nl$  entsprechen (Zweifel und Eisen 2003, S.84). Ein Versicherungskontrakt mit dieser Eigenschaft besitzt eine *aktuarisch faire Versicherungsprämie*, d.h. er verändert den Erwartungswert des Versicherungskäufers (VK) hinsichtlich seines Einkommens nicht. Folglich gilt  $p = \pi$ , wobei  $\pi$  die faire Prämienrate und  $pl$  die faire Prämie repräsentiert. Das erwartete Einkommen bei Versicherung wird folgendermaßen definiert

$$(1 - \pi)(W_0 - pI) + \pi[W_0 - S + (1 - p)I] = W_0 - \pi S - I(p - \pi).$$

Der Landwirt wird den Umfang des Versicherungsschutzes  $I^*$  so wählen, dass sein erwartetes Einkommen maximiert wird. Es gilt:

$$EU(W, S, p, I) = (1 - \pi)u(W_0 - pI) + \pi u(W_0 - S + I - pI).$$

Das Optimum der Versicherungsdeckung wird wie üblich durch eine Tangentialbedingung charakterisiert. Diese wird in Abbildung 3 durch den Punkt B gekennzeichnet. Das ist jener Ort, wo die Versicherungslinie gerade noch die höchste erreichbare Indifferenzkurve berührt und die Steigungen folglich identisch sind (Gravelle und Rees 2004, 5.509):

$$-\frac{(1 - \pi)u'(W_1)}{\pi u'(W_2)} = -\frac{(1 - p)}{p}.$$

Die rechte Seite der Gleichung repräsentiert die Steigung der Indifferenzkurve, auf der linken Seite kann man die Steigung der Versicherungslinie bei fairer Prämie ablesen. Die Bedingung für die optimale Wahl der Versicherungsdeckung ist demnach, dass die *Grenzrate der Substitution* zwischen den beiden Einkommen in jedem Zustand *gleich dem Preis* ist, zu dem man die Einkommen zwischen den Zuständen transferiert (Zweifel und Eisen 2003, S.86).

Wir wissen, dass die Bedingung in voriger Gleichung nur dann erfüllt ist, wenn sowohl die Grenznutzen als auch die Vermögen gleich sind, sodass wir folgendes Ergebnis ableiten können:

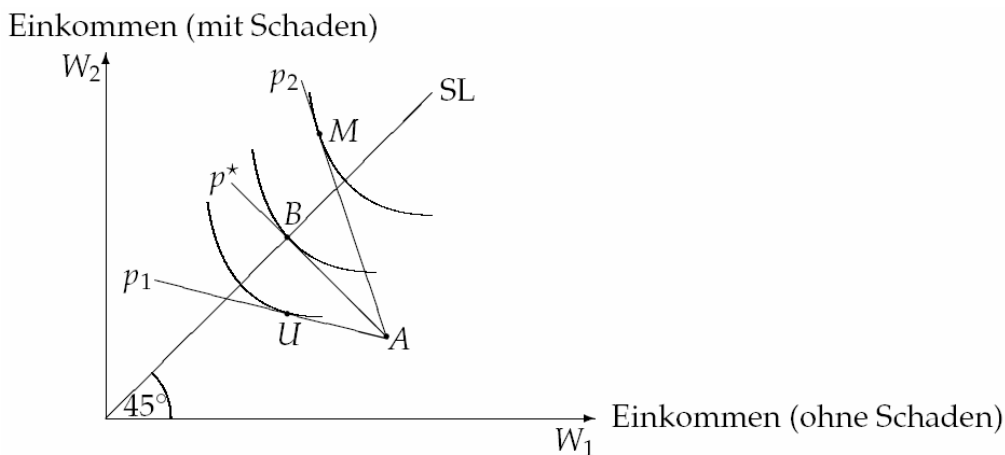
$$I = S.$$

Im Optimum entspricht daher die gewählte Versicherungsdeckung der Schadenhöhe. D.h. Punkt B in der Abbildung 3 kann nur durch Vollversicherung realisiert werden und der Landwirt verfügt in Unabhängigkeit eines

Schadeneintrittes immer über sein Anfangseinkommen  $W_0$  abzüglich der geleisteten Prämienzahlung  $pl$ .

Zusammenfassend können wir also festhalten, dass der risikoaverse Landwirt bei Angebot einer fairen Prämie immer Vollversicherung wählt. Auch wenn die Zahlung der Prämie den Erwartungswert des Einkommens verringert, wird er im Erwartungswert jedenfalls besser gestellt als ohne Versicherungsschutz (Punkt A).

In der Regel verlangen VU jedoch unfaire Prämien,  $p > \pi$ , um Administrationskosten und sonstige Kosten zu decken. Dieser Fall ist graphisch dargestellt in Abbildung 2.4. Wird die Prämie  $p$  erhöht, so verkleinert sich der Ausdruck  $(1 - p)/p$  und die absolute Steigung der Tauschgeraden bzw. Versicherungslinie  $p_1$  verringert sich im Vergleich zu der Versicherungslinie  $p^*$ , die einer aktuarisch fairen Prämie entspricht, sodass es für den VK nicht mehr optimal ist, sich vollversichern zu lassen. Er wird Unterversicherung wählen in Form von einem Selbstbehalt oder Selbstbeteiligung, d.h. die Versicherung kompensiert nur mehr einen Teil seines Schadens (Zweifel und Eisen 2003, S.93). Entscheidet sich der Landwirt für die erste Variante, so wird ein bestimmter Betrag determiniert, den der VK selber tragen muss. Das VU entschädigt somit nur Schäden, die über den Selbstbehalt hinausgehen. Im Falle der Selbstbeteiligung, wird ein Deckungsgrad  $\alpha$  vereinbart und der Landwirt erhält als Entschädigung  $\alpha S$  von jedem Schaden  $S$ , wobei  $0 < \alpha < 1$  gilt (Zweifel und Eisen 2003, S.93). Die graphische Lösung für eine Teilversicherung wäre der Punkt U auf der Versicherungslinie  $p_1$ . In Abhängigkeit der Wahl des Deckungsgrades  $\alpha$  kann jeder Punkt entlang dieser Versicherungslinie realisiert werden.



**Abbildung 4: Versicherungsnachfrage bei unterschiedlich hohen Prämien.**  
Die Darstellung folgt Zweifel und Eisen 2003, S.93

Wie bereits erwähnt, entspricht die Versicherungslinie  $p^*$  einer aktuarisch fairen Prämie, sodass für den VK volle Deckung optimal ist (Punkt  $B$ ). Die Versicherungslinie  $p_2$  illustriert den Fall einer niedrigen Prämie, bei der es sogar vorteilhaft sein kann, Überversicherung zu wählen. Diese Situation wird in der Abbildung 4 durch den Punkt  $M$  dargestellt.

### 1.3 Einfluss von Informationsasymmetrien auf das Marktergebnis

In der bisherigen Analyse der Versicherungsnachfrage wurde stets unterstellt, dass sowohl die VU als auch die VK vollständig über die Eintrittswahrscheinlichkeit der Schäden informiert waren und die Handlungen der Vertragsparteien beobachtet werden konnten. Viel realistischer ist jedoch die Annahme, dass auf Versicherungsmärkten die Nachfrager einen Informationsvorteil hinsichtlich ihres künftigen Verhaltens und ihrer Risikowahrscheinlichkeit haben. Der Risikotyp kann wiederum wesentlich durch das Verhalten der Akteure beeinflusst werden. Der Informationsmangel auf Seiten der VU besteht darin, dass diese nur das Schadenereignis und die Vertragswahl der Konsumenten beobachten können. Sind die Informationsstände der kooperierenden Akteure derart ungleich, so spricht man von *asymmetrischer Informationsverteilung*. (Zweifel und Eisen 2003, S.293f)

Die *Principle-Agent-Theorie* untersucht ebenfalls ökonomische Beziehungen zwischen zwei Vertragsparteien, die durch asymmetrische Information charakterisiert sind.

Grundsätzlich geht es dabei um dasselbe Verhältnis wie zuvor für den Fall der Versicherungsanstalt beschrieben: Ein Auftraggeber (Prinzipal) bzw. das VU überträgt einem Beauftragten (Agent) bzw. dem VK eine Aufgabe, deren Erledigung das Wohlergehen des Auftraggebers beeinflusst. Aufgrund der divergierenden Zielvorstellungen der Beteiligten, der inhärenten asymmetrischen Information über Eigenschaften und Einsatz des VKs sowie aufgrund unterschiedlicher Einstellungen zu Risiko und Unsicherheit ist eine geeignete Vertragsgestaltung für beide Vertragsparteien problematisch. (Laffont und Martimort 2002)

Bei Existenz von asymmetrischer Information kann das erste Wohlfahrtstheorem nicht aufrechterhalten bleiben, sodass kein effizientes Marktergebnis erreicht wird. In Abhängigkeit der jeweiligen Informationsstruktur unterscheidet man zwischen zwei Phänomenen von Marktversagen: *Adverse Selektion* (engl. adverse selection) und *Moralisches Risiko* (engl. moral hazard). (Jehle und Reny 2001, S.329)

In den folgenden Abschnitten wird analysiert, warum es im Rahmen dieser beiden Phänomene kein paretoeffizientes Marktgleichgewicht geben kann.

### 1.3.1 Adverse Selektion

Im Fall von adverser Selektion wirkt sich der Informationsmangel des VUs im Zeitpunkt des Vertragsabschlusses nachteilig für dieses aus (Zweifel und Eisen 2003, S.320). Da dem Versicherer die individuellen Schadenwahrscheinlichkeiten nicht bekannt sind, ist er gezwungen einen Mischvertrag für alle Risikotypen anzubieten. Die Prämie für diesen Mischvertrag wird jedoch auf Basis der durchschnittlichen Risiken der Gesamtbevölkerung ermittelt, sodass dieser Vertrag lediglich für hohe Risiken attraktiv ist. Gute Risiken werden ihre Nachfrage verringern, gänzlich auf Versicherungsschutz verzichten oder zur Konkurrenz wechseln, falls ihnen ein entsprechend besser auf ihren Risikotyp angepasster Vertrag unterbreitet wird. Folglich bildet sich ein Pool schlechter Risiken bei dem VU, das natürlich versuchen wird, Verlusten entgegenzuwirken, indem es die Prämien erhöht. Auf diese Weise gerät der Versicherungsanbieter immer tiefer in einen Teufelskreis, denn höhere Prämien verstärken zusätzlich den Anreiz für gute Risiken abzuwandern. Schlussendlich werden nur mehr die allerschlechtesten Risikotypen übrig bleiben, für die es gerade noch rentabel ist, eine derart hohe Prämie zu bezahlen. Somit wird ersichtlich, dass adverse Selektion zu keiner Paretooptimalen Risikoallokation auf einem privaten Versicherungsmarkt führt (Zweifel und Eisen 2003, S.320). Dieser Sachverhalt wird nun genauer beleuchtet unter Verwendung des Zweizustandsmodells aus dem vorangegangenen Abschnitt.

In Anlehnung an die Analyse von Rothschild und Stiglitz (1976, S.634ff) werden folgende Modellannahmen unterstellt: Es gibt zwei Risikogruppen, von denen eine durch niedrige Schadenwahrscheinlichkeit  $\pi_l$  und die andere durch hohe Schadenwahrscheinlichkeit  $\pi_h$  charakterisiert ist ( $\pi_l < \pi_h$ ). Beide Risikotypen haben eine konkave Nutzenfunktion  $u(\cdot)$ , dasselbe Anfangsvermögen  $W_0$  und erleiden denselben Schaden  $S$ . Die Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens ist für die beiden Gruppen exogen festgelegt und nur den Zugehörigen der Gruppe bekannt. Der Anteil der guten Risiken an der Gesamtbevölkerung wird durch  $\lambda$  symbolisiert, sodass wir für die durchschnittliche Schadenwahrscheinlichkeit

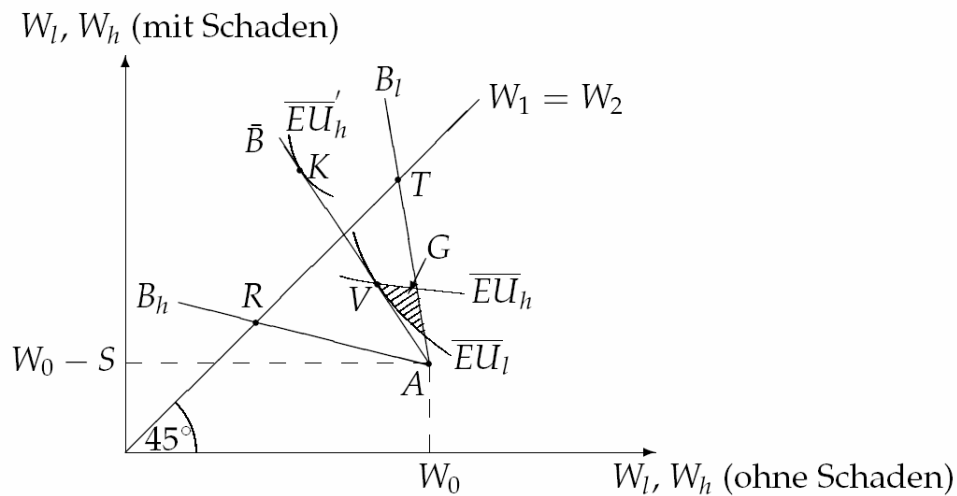
erhalten. Ein Versicherungsvertrag wird definiert durch die Prämie  $p$  und den Umfang an Versicherungsdeckung  $I$ . Außerdem ist der Versicherungsmarkt durch

$$\bar{\pi} = \lambda\pi_l + (1 - \lambda)\pi_h$$

vollkommene Konkurrenz gekennzeichnet, was unter anderem bedeutet, dass die Null-Gewinnbedingung im Gleichgewicht erfüllt sein muss. Auf diesem Markt können nur zwei Gleichgewichtsformen auftreten: Entweder *vereinende Gleichgewichte* (engl. pooling equilibrium), in denen beide Risikogruppen den gleichen Vertrag kaufen oder *trennende Gleichgewichte* (engl. separating equilibrium), die dann vorliegen, wenn unterschiedliche Risikotypen verschiedene Verträge nachfragen. (Rothschild und Stiglitz 1976, S.634)

Betrachten wir vorerst noch einmal kurz die Situation eines Versicherungsmarktes bei vollkommener Information. Können die Individuen gemäß ihrer Risikowahrscheinlichkeit kostenlos unterschieden werden, so offeriert das VU zwei verschiedene Verträge, nämlich  $(p_l, I_l)$  und  $(p_h, I_h)$ , welche den Erwartungsnutzen der Individuen maximieren. Im Paretooptimalen trennenden Gleichgewicht gilt, dass alle Versicherungsnehmer volle Deckung ( $I^*=S$ ) zu fairen Prämien ( $p_i = \pi_i I_i$  mit  $i = l, h$ ) erhalten, wobei das schlechte Risiko eine höhere Prämie entrichten muss.

Wir verändern nun dieses Modell dahingehend, dass die Gruppenzugehörigkeit der Individuen nicht mehr vom VU beobachtet werden kann. Zudem können die VK den Umfang des Versicherungsschutzes nicht mehr eigenständig bestimmen, sondern nur aus einem limitierten Angebot von Preis-Mengen-Kombinationen wählen. Der vereinende Gleichgewichtstyp existiert auf diesem Versicherungsmarkt nicht, da es für jeden Vertrag, der von beiden Risikogruppen gekauft wird, immer einen alternativen Vertrag gibt, der gute Risiken besser stellt, für schlechte Risiken jedoch unattraktiv ist (Rothschild und Stiglitz 1976, S.643) (Gravelle und Rees 2004, S.532). Diese Situation ist in Abbildung 5 dargestellt.



**Abbildung 5: Vereinendes Gleichgewicht auf einem Versicherungsmarkt. Die Darstellung folgt Zweifel und Eisen 2003, S.322**

Der Punkt  $A$  in der Abbildung sei das Ausgangsvermögen aller VK. Die Budgetgerade  $AB_h$  stellt die Menge der versicherungstechnisch äquivalenten Verträge für die schlechten Risiken dar,  $AB_l$  ist die Budgetgerade der guten Risiken und entlang  $AB$  befinden sich die Mischverträge, die vereinende Gleichgewichte realisieren. Das zuvor beschriebene trennende Gleichgewicht im Fall von vollkommener Information wird durch die optimalen Punkte  $R$  für die hohen und  $T$  für die niedrigen Risiken symbolisiert. Aufgrund der höheren Schadenwahrscheinlichkeit verläuft die Indifferenzkurve des schlechten Risikos  $EU_h$  flacher als jene des guten Risikos  $EU_l$ .

Bei Erfüllung der Eigenschaft, dass sich die beiden Indifferenzkurven höchstens einmal schneiden dürfen (engl. single-crossing property), kann der Risikotyp eindeutig bestimmt werden (Jehle und Reny 2001, S.338). Unter Berücksichtigung der Bedingung  $\pi_h > \pi > \pi_l$  wären die besten vereinenden Verträge  $K$  für das schlechte Risiko bzw.  $V$  für das gute Risiko, das bei diesem Vertrag nur teilweise Deckung erwirbt (Gravelle und Rees 2004, S.533). Werden diese beiden Verträge angeboten, so signalisiert jedes Individuum, welches den Vertrag  $K$  mit Überversicherung wählt, dass es eine hohe Risikowahrscheinlichkeit besitzt. Das VU würde einen Verlust machen und verkauft deswegen nur den für schlechte Risiken zugeschnittenen Vertrag  $R$ . Die hohen Risiken bevorzugen aber  $V$  gegenüber  $R$ , sodass nun alle Individuen beider Risikogruppen denselben Versicherungsvertrag  $V$  nachfragen, bei welchem der erwartete Gewinn des Anbieters Null sein muss. Es gilt daher gemäß Gravelle und Rees (2004, S. 534)

Nun folgt jedoch der Beweis dafür, dass es auf einem kompetitiven Versicherungsmarkt keine vereinenden Gleichgewichte gibt (Gravelle und Rees 2004, S.533). Nehmen wir an, ein Konkurrent offeriert den Vertrag G im schattierten Bereich der Abbildung 2.5. Dieser alternative Vertrag liegt unterhalb der Indifferenzkurve der schlechten Risiken, d.h. diese werden ihn nicht kaufen, sondern weiterhin V präferieren. Da G aber oberhalb der Indifferenzkurve der guten Risiken liegt, werden diese nun G gegenüber V bevorzugen. Die guten Risiken erhalten im konkurrierenden Vertrag weniger Deckung zu günstigeren Prämien. Zudem befindet sich G unter der Budgetgeraden der guten Risiken, sodass der Anbieter mit positiven Gewinnen rechnen kann, wenn G nur von Individuen mit niedriger Risikowahrscheinlichkeit gekauft wird. Daraus folgt, dass in einem kompetitiven Versicherungsmarkt der Vertrag G angeboten wird, wodurch die guten Risiken vom vereinenden Versicherungsvertrag V abgeworben werden (Rothschild und Stiglitz 1976, S. 635). Da V nun nur mehr von schlechten Risiken nachgefragt wird, muss der Versicherungsunternehmer im Erwartungswert Verluste in Betracht ziehen. Folglich kann ein vereinender Versicherungsvertrag kein kompetitives Gleichgewicht realisieren. Daher muss es ein trennendes Gleichgewicht mit unterschiedlichen Verträgen für gute und schlechte Risiken geben.

Damit die zwei verschiedenen Risikotypen von sich aus die ihnen angemessenen Verträge wählen, die ihren erwarteten Nutzen maximieren, muss das VU die Verträge so ausgestalten, dass folgende Nebenbedingungen des Optimierungsproblems erfüllt sind (Zweifel und Eisen 2003, S.325):

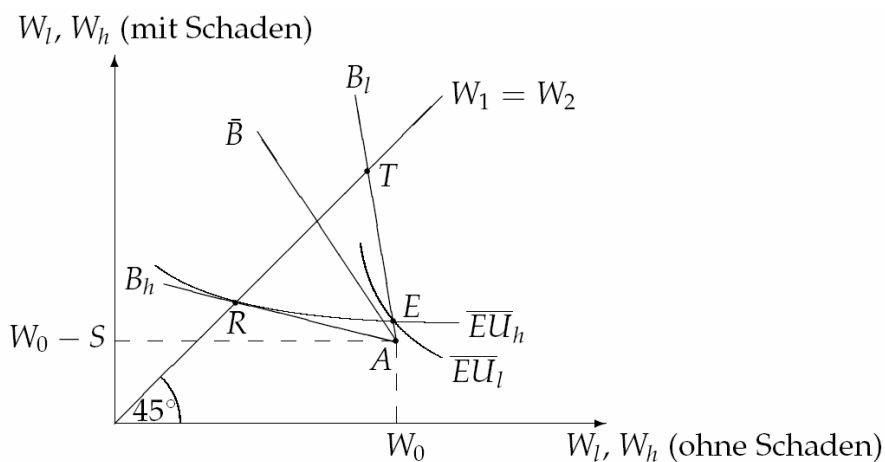
$$\begin{aligned} \pi_h \cdot u(W_0 - S - p_h + I_h) + \pi_l \cdot u(W_0 - p_h) &\geq \\ \pi_h \cdot u(W_0 - S - p_l + I_l) + \pi_l \cdot u(W_0 - p_l) & \end{aligned}$$

$$\pi_h \cdot u(W_0 - S - p_h + I_h) + \pi_l \cdot u(W_0 - p_h) \geq u(W_0 - p_h \cdot S)$$

Die erste Bedingung kann als *Anreizkompatibilitätsbedingung* interpretiert werden (Zweifel und Eisen 2003, S.326) Das bedeutet, der Versicherungsvertrag  $(p_h, I_h)$  muss dem schlechten Risiko mindestens denselben erwarteten Nutzen gewährleisten wie der für die guten Risiken vorgesehene Vertrag  $(p_l, I_l)$  Die hierbei auftretende Schwierigkeit ist es, schlechte Risiken davon abzuhalten, sich als gutes Risiko auszugeben.

Die zweite Bedingung fordert, dass der Erwartungsnutzen der aus dem Erwerb von Versicherung resultiert (siehe linke Seite der Ungleichung) mindestens so groß sein muss, wie der sichere Nutzen, wenn das Individuum sich nicht versichert und den Schaden mit der Eintritts Wahrscheinlichkeit  $\pi_h S$  selber trägt (Zweifel und Eisen 2003, S.326). Berücksichtigt man zusätzlich die Erfüllung der Null-

Gewinnbedingung und, dass daher jeder Vertrag zu einer fairen Prämie angeboten wird, so ergibt sich der beste trennende Vertrag für das hohe Risiko im Punkt R (siehe Abbildung 2.6). Dieser Vertrag besitzt die Eigenschaft der vollen Risikoabdeckung, sodass die schlechten Risiken die gleiche Allokation erreichen wie bei vollständiger Information. Der beste trennende Vertrag für das gute Risiko, der gerade nicht mehr attraktiv ist für das hohe Risiko, wird von Punkt E abgebildet. In E schneidet die Indifferenzkurve der hohen Risiken durch Punkt R die Budgetgerade der niedrigen Risiken  $AB_1$ . Das gute Risiko erwirbt somit einen Teil Versicherungsvertrag zu einer günstigeren Prämie. Zusätzliche Deckung für die guten Risiken ist nicht möglich, da ein Vertrag entlang  $AB_1$  über dem Punkt E auch die schlechten Risiken anlocken würde.



**Abbildung 6: Trennendes Gleichgewicht auf dem Versicherungsmarkt. Die Darstellung folgt Zweifel und Eisen 2003, S.327**

Aus Abbildung 6 lässt sich ein negativer externer Effekt für die guten Risiken ablesen (Zweifel und Eisen 2003, S.326). Aufgrund des Unwissens über die Risikogruppenzugehörigkeit seitens der VU ist das gute Risiko in Punkt E hinsichtlich des erreichbaren Nutzenniveaus eindeutig schlechter gestellt als im trennenden Gleichgewicht T bei vollkommener Information. Das schlechte Risiko hingegen, erreicht in beiden Gleichgewichten dieselbe Allokation (Punkt R, Indifferenzkurve  $AB_h$ ).

Die Vertragskonstellation (R, E) stellt das einzig mögliche Gleichgewicht des betrachteten Versicherungsmarktes dar. Ob (R, E) jedoch tatsächlich eine Gleichgewichtslösung für den kompetitiven Versicherungsmarkt bedeutet, hängt vom Anteil der guten Risiken A in der Versicherungspopulation ab (Rothschild und Stiglitz 1976, S.637). Ist dieser Anteil dementsprechend hoch, sodass die Budgetgerade  $AB$  steiler wird und die durch E verlaufende Indifferenzkurve der guten Risiken schneidet, so würde dieser Mischvertrag von beiden Risikogruppen

gegenüber R und E präferiert werden. Es wurde jedoch bereits gezeigt, dass ein vereinendes Gleichgewicht nicht bestehen kann.

Wir können daraus die Schlussfolgerung ziehen, dass auf einem kompetitiven Versicherungsmarkt bei adverser Selektion nur dann ein trennendes Gleichgewicht existiert, wenn der Anteil der guten Risiken hinreichend gering ist, ansonsten gibt es kein Gleichgewicht. Im Vergleich zum Marktergebnis bei vollkommener Information, ist die hier erhaltene Marktallokation Paretoineffizient. (Rothschild und Stiglitz 1976, S.637)

### 1.3.2 Moral Hazard

Moralisches Risiko (engl. moral hazard oder hidden action) ist ebenfalls ein Spezialfall von asymmetrischer Information im Kontext sozialer Interaktion. Dieses Problem ist dadurch charakterisiert, dass der Abschluss eines Versicherungsvertrags Anpassung im Verhalten des VKs induziert (Zweifel und Eisen 2003, S.295). Die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Höhe des Schadens hängen maßgeblich vom Verhalten des VKs ab. Der Umfang der Anstrengungen zur Schadenvermeidung kann vom VU (in den meisten Fällen) nicht beobachtet werden. Der daraus erwachsende Informationsnachteil manifestiert sich erst nach dem Bestehen des Vertrags (Zweifel und Eisen 2003, S.294).

Anstrengungen zur Schadenvermeidung verursachen Kosten für den VK. Durch die Ausgestaltung dementsprechender Anreizsysteme (Versicherungs-polizzen) seitens der VU können jedoch Anreize für mehr Sorgfalt gesetzt werden. Bei der Kalkulation der Prämien muss das VU daher eine mögliche Verhaltensänderung der Konsumenten berücksichtigen. Besteht kein Versicherungsschutz, so haben die Wirtschaftssubjekte den Anreiz die maximal möglichen Anstrengungen zu erbringen, um keinen Schaden zu erleiden. Da in diesem Fall das Individuum selbst die vollen Kosten des Schadens trägt, wird es so viel Sorgfalt leisten bis der Grenznutzen der Vermeidungsanstrengungen gleich deren Grenzkosten ist (Varian 1999, S.623). Existieren Versicherungsmöglichkeiten, so können die Kosten des Schadens auf das VU überwältigt werden. Der VK hat trotz Entrichtung der Prämie einen geringeren Vermögensverlust als in der vorhergehenden Situation, da der Schaden von der Versicherung teilweise bis sogar vollständig ausgeglichen wird. Der Extremfall der vollständigen Deckung führt sogar dazu, dass Versicherungsnehmer jeglichen Anreiz zur Sorgfalt verlieren (Varian 1999, S.623). Das äußert sich beispielsweise darin, dass ein Autobesitzer mit Vollkaskoversicherung nicht mehr so vorsichtig fährt wie ohne jene Versicherung.

Wenn die Anstrengungen des VKs vom VU beobachtet werden können (vollständige Information), so richtet sich die Höhe der Prämie nach dem Ausmaß

der Sorgfalt. Das VU löst sein Gewinn-Maximierungsproblem, indem es einen Vertrag und den Umfang der präventiven Anstrengungen wählt, sodass der erwartete Gewinn maximiert wird. Die dabei zu berücksichtigende Nebenbedingung verlangt, dass dieser Vertrag für den Konsumenten zumindest den Nutzen generiert, der seinem Reservationsnutzen entspricht. In diesem Fall wird der Konsument die Versicherung abschließen und die gewünschte Sorgfalt erbringen. Bei gegebenem Umfang der Anstrengungen, erhält der Konsument somit bei jedem Gewinn maximierenden Vertrag vollständigen Versicherungsschutz, sodass sich hier eine Pareto-effiziente Marktlösung ergibt. (Jehle und Reny 2001, S.364)

In diesem Zusammenhang lässt sich folgender Trade-off beobachten, da nicht alle relevanten Handlungen der Individuen verifizierbar sind: Volle Versicherungsdeckung impliziert mangelnde Sorgfalt, weil die Konsumenten nicht die monetären Konsequenzen ihrer Handlungen tragen und zu wenig Versicherung bedeutet für die Individuen mehr Risiko (Jehle und Reny 2001, S.365).

Im Fall von asymmetrischer Information kann das VU die vom VK erbrachte Prävention nicht beobachten, was sich dementsprechend in der Prämienkalkulation niederschlägt. Zunehmende Versicherungsdeckung untergräbt die Bereitschaft zu präventiven Anstrengungen, sodass die Prämie nicht mehr marginal fair sein kann (Zweifel und Eisen 2003, S.302). Der Zuschlag zur Prämie, der in der Regel mit dem Umfang der Versicherungsdeckung progressiv ansteigt, wirkt dem Anreiz zu moralischem Risiko entgegen. Das VU muss den Versicherungsvertrag daher derart ausgestalten, dass der Konsument freiwillig die vom VU erwünschten Anstrengungen erbringt. In den meisten Fällen ist dazu ein Selbstbehalt in der Versicherungspolize vorgesehen, d.h. der VK muss bei jeder Inanspruchnahme der Versicherung einen gewissen im Vertrag festgelegten Anteil des Schadens selber tragen. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die Versicherungsnehmer immer einen Anreiz zur Schadenvermeidung haben. Das Paradoxe am hier erhaltenen Marktgleichgewicht besteht darin, dass eigentlich jeder Konsument mehr Versicherungsschutz erwerben möchte, die VU die Nachfrage jedoch nicht decken, da die VK ihre präventiven Anstrengungen mit wachsendem Versicherungsschutz reduzieren würden (Varian 1999, S.624). Es kann also festgehalten werden, dass trotz Moral Hazard bei unvollständiger Information ein Gleichgewicht erzielt werden kann, dieses jedoch keine Pareto-optimale Marktallokation darstellt (Jehle und Reny 2001, S.369).

Riskante Handlungen, die die Schadenwahrscheinlichkeit erhöhen, sind aufgrund von Versicherungsdaten empirisch schwer zu quantifizieren. Ein Grund dafür ist, dass das VU den Schadeneintritt nicht unmittelbar beobachten kann, sondern nur dann davon erfährt, wenn der VK sich dazu entschließt, den Schaden bekannt zu geben. Bei dieser Entscheidung spielen wiederum Kosten-Nutzen-Abwägungen eine wichtige Rolle. (Zweifel und Eisen 2003, S.309)

## **2 Analyse des bestehenden Risikotransfermechanismus für landwirtschaftliche Dürreschäden in Österreich**

### **2.1 *Überblick über das Mehrgefahrenversicherungssystem in Österreich***

Da die Häufigkeit und das Schadensausmaß von Naturkatastrophen bedingt durch den Klimawandel auch in Österreich permanent zunehmen, gewinnt das Thema Risiko- und Krisenmanagement in der Landwirtschaft erhebliche Bedeutung. Das Einkommen eines Landwirtes ist zu 80% von atmosphärischen Extremereignissen wie Trockenperioden, Hochwasser oder Stürmen verbunden mit Hagel abhängig (vgl. Pototschnig, 2002). Die gesamte Ernte kann dadurch innerhalb kürzester Zeit vernichtet werden und somit den Landwirt in seiner Existenz bedrohen. Um witterungsbedingte Ertragsausfälle in der Pflanzenproduktion, insbesondere im Ackerbau und Grünland, monetär zu kompensieren, benötigt der Landwirt daher umfassenden und flächendeckenden Versicherungsschutz. Ein agrarpolitisches Instrument hierfür stellt die so genannte Mehrgefahrenversicherung dar.

Im europäischen Vergleich verfügt Österreich gemeinsam mit Spanien über die umfangreichste Absicherung im Rahmen der Mehrgefahrenversicherung und ist somit Vorreiter mit seinem Modell. Die Erfahrungen anderer Länder (z.B. den USA), demonstrieren, dass Mehrgefahrenversicherungen jedoch nur dann realisierbar sind, wenn großzügige staatliche Unterstützung gewährleistet wird (vgl. Kapitel 2). Das dem österreichischen Konzept zugrunde liegende Organisationsprinzip stellt eine Risikopartnerschaft zwischen Staat, Versicherung und Landwirten dar.

Die Österreichische Hagelversicherungsanstalt (ÖHV) bietet als einziges Versicherungsunternehmen Österreichs erweiterten Deckungsumfang über das Hagelrisiko hinaus an. Sie wurde am 19. Dezember 1946 aus den damals bestehenden Hagelversicherungssparten zahlreicher anderer Versicherungsunternehmen als Versicherungsverein auf Gegenseitigkeit gegründet. Dabei wurde in einem

Organisationsvertrag festgelegt, dass der Außendienst dieser Versicherungsunternehmen, trotz Aufgabe ihrer Hagelkonzession während des Bestehens der ÖHV, weiterhin für den Verkauf und die Betreuung von Verträgen der ÖHV zuständig ist. Aufgrund von Hagelkatastrophen wurde nach einigen Hilfsaktionen der öffentlichen Hand 1955 das Hagelversicherungsförderungsgesetz beschlossen, das eine Prämienverbilligung durch den Zuschuss aus Bundes- und Landesmitteln einzelner Bundesländer von jeweils maximal 25% vorsah. Die Förderung aus Bundesmitteln war jedoch von der Gewährung der Landesmittel in gleicher Höhe abhängig. Damit wollte man einerseits bei den Landwirten verstärkt Anreize zur Partizipation setzen und andererseits die Verpflichtung des Staates zu Hilfsaktionen minimieren. Seit der erneuten gesetzlich verankerten Hagelversicherungsförderung von 1995, subventionieren Bund und Länder die Hälfte der Hagelversicherungsprämien mit einem begrenzten Anteil in der Höhe von 25% und seit 1998 auch die Hälfte des Prämienaufkommens für Frost. Die Förderungsabwicklung wird von der ÖHV übernommen (vgl. Pototschnig, 2002).

Die Landwirte erhalten durch dieses System Kalkulationssicherheit, indem sie davon ausgehen können, dass die Mehrgefahrenversicherung aufgrund der staatlichen Partizipation auch Großschadengeschehen bewältigen kann – und das aufgrund der staatlichen Mitfinanzierung zu weitgehend konstanten Prämien.

Da das Versicherungsangebot die Bedürfnisse von mehr als 50% der Landwirte jedoch nicht deckte und sich die Zahl an Wetterextremereignissen erhöhte, wurde die Nachfrage nach einer umfassenderen Agrarversicherung immer größer. 1995 wurde schließlich die erste Mehrgefahrenversicherung (MGV) in Österreich eingeführt, die neben Hagel auch andere Elementarrisiken wie Frost, Überschwemmung und Trockenheit umfasste, allerdings nur für gewisse Ackerkulturen. Der Versicherungsschutz wurde seither permanent auf zusätzliche Fruchtarten und Wetterrisiken erweitert. Eine der wichtigsten Ausweitungen wurde im Jahr 2000 vorgenommen, als man die Trockenschäden bei Getreide und Ölkürbis in die MGV aufnahm.

Im Rahmen der “AGRAR Universal” Versicherung können Landwirte nun sämtliche Ackerkulturen zusätzlich zu Hagel gegen zehn weitere Risiken für das gesamte Jahr absichern (siehe Tabelle 1). Dazu gehören Trockenheit, Sturm, Frost, Überschwemmung, Verschlammung, Auswuchs, Verwehung, Dauerregen bei Ernte, Schneckenfraß und Krähenfraß. Seit 2002 besteht auch eine Mehrgefahrenversicherung für Grünland, die über den Hagelschutz der AGRAR Pauschal hinaus auch das Risiko Überschwemmung einschließt. Wein ist gegen Hagel und Frost versicherbar (vgl. Pototschnig, 2002).

Zur Erreichung einer hohen Beteiligungsquote einerseits und zur Vermeidung von Antiselektion andererseits (Landwirte sollen nicht nur die besonders gefährdeten

Standorte versichern), kann der Versicherungsschutz gegen die Gefahren der AGRAR Universal lediglich im Rahmen des Gesamtpaketes erworben werden. Jeder Versicherungsnehmer ist durch die Paketlösung von mindestens einer Naturgefahr potentiell betroffen. Von einer Fruchtart muss immer der gesamte Anbau eines Betriebes versichert werden, d.h. es besteht Totalversicherungspflicht (vgl. Pototschnig, 2002).

Die Rückversicherung erfolgt ausschließlich über das private Rückversicherungsgeschäft. Die ÖHV ist im Rahmen von rund 40 Rückversicherungsverträgen weltweit versichert. Es handelt sich dabei um klassische "Jahres über Schaden Verträge", d.h. die ÖHV definiert eine gewisse Schadensquote, ab der die Rückversicherung wirksam wird (persönliche Auskunft von Herrn Kern, ÖHV 2005).

Bezüglich Trockenheit findet man in den ergänzenden Bedingungen für die Versicherung von Hagel- und anderen Elementarschäden "AGRAR Universal" folgende Punkte (gültig ab 1. Jänner 2005, ÖHV 2005):

### 2.1.1 **Versicherungsbedingungen für das Risiko Trockenheit**

- **Umfang des Versicherungsschutzes** (EB, Artikel 1, Punkt 2)

Die Landwirte können sämtliche Getreidesorten (Weizen, Gerste, Roggen, Hafer, Triticale, Dinkel, Mengengetreide) außer Einkorn und Emmerweizen, Mais (Körner- und Silomais), Kartoffeln, Ölkürbis, Sojabohnen, Sonnenblumen und Körnererbsen gegen Schäden hervorgerufen durch Trockenheit im Erstanbau versichern. Für Zuckerrüben und Grünland sowie die Bereiche Wein und Obst gibt es keinen Versicherungsschutz gegen Dürre.

**Tabelle 3: Versicherte Risiken 2005 bei Ackerflächen in der AGRAR Universal.**  
**Quelle: ÖHV 2005**

Gruppen	Fruchtarten	Hagel	Trockenheit	Frost	Überschwemmung	Verschlämmung	Auswuchs	Dauerregen bei Ernte	Verwehung	Schneckenfraß	Krähenfraß	Sturm
Getreide	Weich- und Hartweizen*, Gerste, Hafer, Roggen*, Dinkel, Triticale*, Menggetreide	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	
	Einkorn, Emmerweizen	x		x	x	x	x		x	x	x	
Mais	Körner- und Silomais	x	x	x	x	x		X	x	x	x	x
Hackfrüchte	Kartoffel	x	x	x	x	x		X	x	x		
	Futtermübe, Kren	x		x	x	x			x	x		
	Zuckerrübe	x		x	x	x						
Weintrauben	Weintrauben	x										
Ölkürbis	Ölkürbis	x	x	x	x	x			x	x	x	
Öl-, Eiweiß- und Energiepflanzen	Sojabohne	x	x	x	x	x		X	x	x		
	Sonnenblume, Körnererbse	x	x	x	x	x			x	x		
	Körnerraps, Ackerbohne, Ackerlupine, Öllein, Faserlein	x		x	x	x			x	x		
Andere Alternativpflanzen	Hirse, Heil- und Gewürzpflanzen, Öldistel, Kümmel, Senfsamen, Hanf, Amarant, Quinoa, Grassamen, Kleesamen	x		x	x	x			x	x		
	Mohnsamen	X		X	X	x	°		x	x		

*x standardmäßig in der AGRAR Universal*

*° optional zur AGRAR Pauschal und AGRAR Universal*

Die ÖHV ersetzt Schäden, die aufgrund mangelnden Niederschlages in der Zeit von 1. April bis 31. August mit Trockenperioden von mindestens 30 aufeinander folgenden niederschlagsfreien Tagen entstanden sind. Mangelnder Niederschlag wird definiert als die kritische Abweichung vom langjährigen Durchschnitt innerhalb des zuvor genannten Zeitraumes, wobei das Vegetationsstadium jeder Fruchtart

berücksichtigt werden muss. Daten über die Niederschlagsmengen bezieht die ÖHV von den Hydrographischen Ämtern der Landesregierungen und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Aus diesen Aufzeichnungen werden mögliche Niederschlagsdefizite errechnet. Sind die Schäden auf nicht ordnungsgemäße Bewirtschaftung wie z. B. nicht richtig gewählte Saattiefe, nicht zeitgerechte Aussaat, falsche Wahl des Saatgutes, mangelnde Bodenbearbeitung, unsachgemäße Pflege des Bestandes und fehlender Aufgang zurückzuführen oder ist der Schaden bodenbedingt, dann erfolgt keine Entschädigungsleistung vom Versicherer.

- **Entschädigung** (EB, Artikel 7)

In der Entschädigungstabelle für die AGRAR Universal werden die jährlich vom Versicherer determinierten Entschädigungssätze ausgewiesen. Hinsichtlich Frost, Überschwemmung, Verwehung und tierische Schädlinge werden die Wiederanbaukosten ersetzt. Bei Trockenheit jedoch (sowie bei Sturm, Auswuchs und Dauerregen bei Ernte) kommt es zu einer Entschädigungsleistung gemäß der Tabelle, wenn die Ertragsgrenze der betreffenden Fruchtart bezogen auf das gesamte Grundstück nicht erreicht wird. Für den Ölkürbis, beispielsweise, wird für die Unterschreitung der Ertragsgrenze von 300 kg/ha eine Entschädigung in der Höhe von 330 Euro/ha ausbezahlt. Sind auf dem betroffenen Grundstück in derselben Versicherungsperiode bereits ersatzpflichtige Schäden aufgrund von Frost, Überschwemmung, Verwehung oder tierischen Schädlingen entstanden, erhält man keine Entschädigungsleistung mehr. Es gibt bei diesem Versicherungsprodukt keinen Selbstbehalt.

Im Rahmen der Ackerpauschalversicherung (Hagelversicherung) muss jedoch ein Schaden von mindestens 8% der Versicherungssumme durch Hagel entstanden sein, damit überhaupt eine Entschädigung geleistet wird. Der Selbstbehalt dabei beträgt immer 4%.

- **Prämie** (EB, Artikel 9)

Die Prämie ermittelt man grundsätzlich, indem man die Versicherungssumme mit dem Tarifsatz multipliziert. Der Tarifsatz wiederum ist gefahrenzonendifferenziert, d.h. in Abhängigkeit von der regionalen Gefährdung durch die einzelnen Risiken und der Empfindlichkeit der zu versichernden Fruchtart liegt er zwischen 1% und 5% des durchschnittlichen Rohertrages. Für jede Ortsgemeinde wird also eine eigene

Prämie je Hektar Acker- und Grünlandfläche unter Berücksichtigung ihres durchschnittlichen zehnjährigen Schadensverlaufes festgelegt. Ein Betrieb, der in trockenheits- oder auswinterungsgefährdeten Lagen seine Ernte versichern will, muss daher einen dementsprechend höheren Beitrag leisten als ein Betrieb aus einer Region mit ausgeglichenen Klimabedingungen. Die Tarifsätze sind in den letzten 10 Jahren weitgehend stabil geblieben und wurden nur in einzelnen Ortsgemeinden leicht angehoben (persönliche Auskunft von Frühwirt A., ÖHV 2005).

Außerdem gilt für die Prämienkalkulation das Vorausbonussystem gemäß den Allgemeinen Bedingungen für die Hagelversicherung. Hat der Versicherungsnehmer während der Versicherungsperiode keinen Schaden erlitten, so gewährt ihm die ÖHV einen Bonus von 10% auf die Jahresprämie, der sich für jedes weitere unmittelbar folgende schadensfreie Jahr um 10% erhöht (d.h. im 2. schadensfreien Jahr sind es 20% und ab dem 3. schadensfreien Jahr 30% der Jahresprämie). Wenn jedoch eine Entschädigung ausbezahlt werden muss, dann wird der Bonus der jeweiligen Versicherungsperiode von der Entschädigungsleistung abgezogen.

- **Versicherungssumme** (AGB, Artikel 24)

Jedes Jahr erstellt die ÖHV die so genannte "Hektarwert-Tabelle", aus der man die Versicherungssumme pro Hektar ablesen kann. Durch Multiplikation dieser Hektarwerte mit der Fläche des betroffenen Grundstückes erhält man die Versicherungssumme.

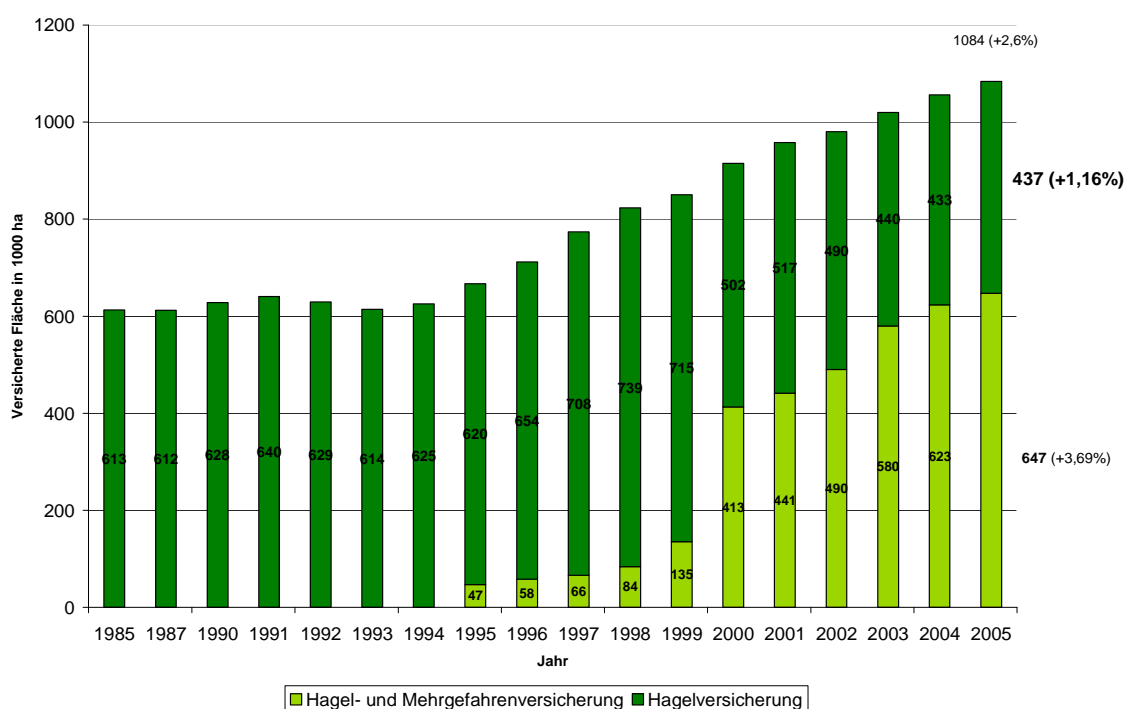
## **2.2 Versicherte Flächen**

Der seit der Einführung der Mehrgefahrenversicherung 1995 stark steigende Trend der versicherten Flächen (vgl. Abbildung 7) verdeutlicht, dass ein großer Bedarf an einer umfassenden Ernteversicherung bei den Landwirten vorhanden ist. Die Tatsache, dass immer mehr Landwirte Risikomanagement im Sinne von Risikovermeidung und Privatvorsorge betreiben, ist nicht nur auf die staatlich gestützte Prämienförderung zurückzuführen, sondern sicherlich auch auf die permanente Zunahme von Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen aufgrund von wetterextremen Ereignissen und die ständige Erweiterung des Versicherungsangebotes.

## 2.2.1 Versicherte Fläche in Österreich

Der sprunghafte Anstieg der mehrgefahrenversicherten Flächen von 1999 auf 2000 beispielsweise resultiert aus der Erweiterung der Mehrgefahrenversicherung um Trockenschäden an den Kulturen Getreide und Ölkürbis im Jahr 2000. Insgesamt lässt sich ein starker Zusammenhang zwischen den zunehmenden Dürreperioden, die vor allem in den Jahren 2000, 2001 und 2003 verheerende Schäden verursachten (siehe dazu nächstes Kapitel) und dem kontinuierlichen mehrgefahrenversicherten Flächenzuwachs in Österreich seit 1995 erkennen.

Im Jahr 2004 waren bereits 78% der Ackerfläche hagelversichert, was einem Absolutwert von 1,06 Millionen Hektar entspricht. Davon waren ca. 56% bzw. 623000 Hektar auch mehrgefahrenversichert (vgl. ÖHV, 2005).



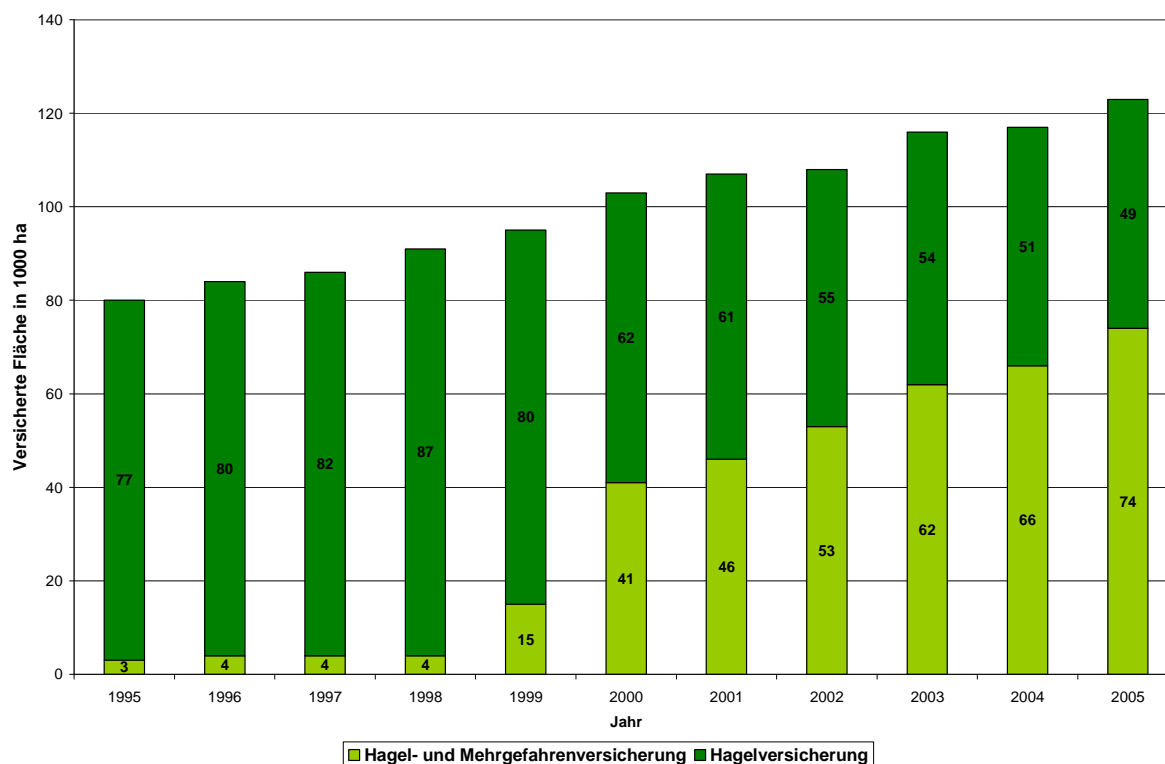
**Abbildung 7: Versicherte Fläche Österreichs von 1985 bis 2005 in 1000 Hektar. Quelle: ÖHV 2005**

Die in der Grafik ausgewiesenen Zahlen für das Jahr 2005 basieren auf Hochrechnungen der ÖHV. Aufgrund dieser positiven Entwicklung der versicherten Fläche wird grundsätzlich eine breitere Risikostreuung erzielt und die Auswirkungen

von Wetterextremen können besser abgedeckt werden (vgl. Mayer et al., 2003). Die Zahlen zeigen, dass die ÖHV der größte Naturkatastrophenversicherer im Agrarsektor ist.

## 2.2.2 Versicherte Fläche in der Steiermark

Generell zeigt sich auch in der Steiermark ein deutlicher Trend zur Mehrgefahrenversicherung. Mehrgefahrenversicherte Flächen haben seit 1995 stärker zugenommen als die ausschließlich hagelversicherten Flächen.

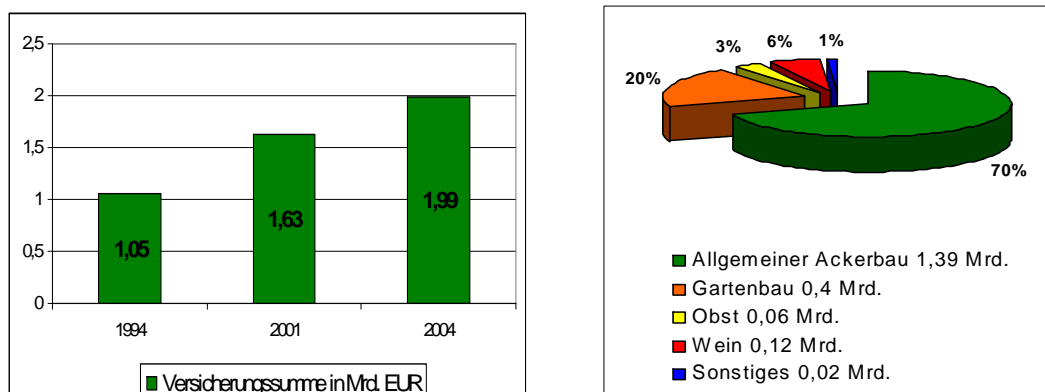


**Abbildung 8: Versicherte Fläche der Steiermark von 1995 bis 2005 in 1000 Hektar. Quelle: Steiermärkische Landesregierung 2005**

Abbildung 8 stellt die Entwicklung der hagel- und mehrgefahrenversicherten Flächen in der Steiermark dar, die sehr ähnlich der zuvor geschilderten österreichweiten Flächenzunahme verlief. Unter Berücksichtigung der vorläufig geschätzten Zahlen für das Jahr 2005, demonstriert die Grafik, dass derzeit mehr als 120.000 Hektar der steirischen Ackerflächen hagelversichert sind, wovon in etwa 74.000 Hektar auf mehrgefahrenversicherte Flächen entfallen. Damit sind ca. 85% der Ackerflächen

gegen Hagel abgesichert und mehr als 60% (plus 10% im Vergleich zum Vorjahr) sind darüber hinaus zusätzlich gegen andere Wetterextremereignisse wie Dürre und Sturm geschützt.

In der Steiermark hat in den Jahren von 1999 auf 2000 ein besonders großer Zuwachs an mehrgefahrenversicherten Flächen stattgefunden, der, wie bereits erwähnt, in der Ausweitung der Dürreversicherung auf Getreide und Ölkürbisse begründet liegt. Der seit 1999 besonders rasche Zuwachs an mehrgefahrenversicherten Flächen in der Steiermark lässt darauf schließen, dass dieser in engem Zusammenhang mit den erheblichen Dürreschäden der letzten fünf Jahre steht, von denen in erster Linie oststeirische Landwirte betroffen waren.



**Abbildung 9 (links): Entwicklung der Versicherungssumme von 1994 bis 2004**

**Abbildung 10 (rechts): Versicherte Werte 2004 (1,99 Mrd. Euro). Eigene Schätzung auf Basis von Pototschnig 2002 bis 2004 in Mrd. Euro. Quelle: Pototschnig 2002**

Die Versicherungssumme stieg bis 2004 auf 1,99 Milliarden Euro an (siehe Abbildung 9), wobei der Ackerbau mit 1,39 Milliarden Euro bzw. 70% (siehe Abbildung 10) den größten Anteil ausmacht.

Die anteiligen Versicherungswerte für die verschiedenen landwirtschaftlichen Bereiche sind in den vergangenen Jahren annähernd gleich geblieben und wurden in Abbildung 4 auf Basis dieser Werte für das Jahr 2004 geschätzt (vgl. Pototschnig, 2002). Daher sind geringfügige Abweichungen von 1% bis 5% durchaus möglich. Abbildung 5 illustriert, dass sich die Versicherungssumme in Österreich innerhalb der letzten 10 Jahre fast verdoppelt hat.

Die gestiegenen Entschädigungszahlungen österreichweit sind einerseits auf die zunehmenden versicherten Flächen zurückzuführen, andererseits aber gewiss auch auf die immer häufiger auftretenden Extremwetterereignisse wie vor allem Hagel und Dürre.

### **2.3 Die Rolle des Katastrophenfonds bei der Bewältigung von Trockenereignissen in Österreich**

Der Österreichische Katastrophenfonds wurde 1966 vom Bund mit der Absicht gegründet, Katastrophenschäden durch die Finanzierung von Präventivmaßnahmen mit Hilfe staatlicher Unterstützung entgegenzuwirken bzw. diese zu beseitigen. Nach einigen Novellierungen und Erweiterungen, wurde das derzeit gültige Katastrophenfondsgesetz 1996 beschlossen (vgl. KatFG, 1996).

Die Fondsmittel werden aus bestimmten Anteilen des Aufkommens von Lohn- und Einkommensteuer sowie Körperschaftsteuer und Kapitalertragsteuer gebildet, deren exakte Höhe im jeweilig geltenden Finanzausgleichsgesetz verankert ist. In den Finanzausgleichsgesetzen werden die Prozentsätze hinsichtlich der vorherrschenden Konjunkturlage adaptiert. Vom Aufkommen der Jahre 2003 und 2004, beispielsweise, wurden je 1,1% an den Katastrophenfonds abgeführt (vgl. Pretenthaler et al., 2004).

Die öffentliche Schadenskompensation durch Katastrophenfondsmittel kann als Pflichtversicherung betrachtet werden, die über das Steuersystem jeden Haushalt mit ca. 7 Euro und jedes Unternehmen mit ca. 30 Euro jährlich belastet (vgl. Pretenthaler et al., 2004). Somit werden ungefähr 80% der Einnahmen des Fonds von den Haushalten und ca. 20% von den Unternehmen getragen. Im Gegensatz zur Zahlung einer Versicherungsprämie, besteht in diesem Fall jedoch kein Rechtsanspruch auf eine Schadensabgeltung nach Eintritt einer Naturkatastrophe im Sinne des Katastrophenfondsgesetzes.

In den Jahren von 1991 bis 2004 lagen die Einnahmen zwischen 270 und 337 Millionen Euro und blieben somit weitgehend konstant (vgl. Katastrophenfondsbericht 02/03). Der Aufteilungsschlüssel zwischen Bund und Ländern für die staatlichen Unterstützungszahlungen nach Naturkatastrophen beträgt 60 zu 40.

### **2.3.1 Verwendung der Fondsmittel**

Die Verwendungsmöglichkeiten der Fondsmittel werden explizit in § 3 KatFG 1996 erläutert. Generell wird der weitaus größte Teil der zweckgebundenen Katastrophenfondsmittel für Vorbeugemaßnahmen wie Lawinen- und Wildbachverbauungen sowie für die Beseitigung von außergewöhnlichen Schäden, die durch Hochwasser, Erdbeben, Vermurungen, Lawinen, Erdbeben, Schneedruck, Orkan, Bergsturz und Hagel im Vermögen der Gebietskörperschaften (Bund, Länder, Gemeinden) eingetreten sind, verwendet. Weiters übernimmt der Katastrophenfonds auch Schäden im Vermögen physischer und juristischer Personen. Hagelschäden an landwirtschaftlichen Kulturen werden jedoch nicht ersetzt, da diese versicherungsfähig sind. Für die Prämienförderung von Hagel- und Frostversicherungen und für staatliche Beihilfen bei Ernteverlusten wird ein vergleichsweise kleiner Teil aufgewendet (vgl. Katastrophenfondsbericht 02/03).

### **2.3.2 Reserven des Fonds**

Gemäß § 5 des KatFG 1996 muss aus den Mitteln, die im Verlauf des Jahres nicht in Anspruch genommen werden, eine Rücklage gebildet werden. Diese setzt sich aus den übrig gebliebenen Rücklagemitteln des Vorjahres und den jährlich entstehenden Reserven inklusive anfallender Nettozinsen zusammen.

Seit 1995 sind die Reserven des Fonds mit 29 Millionen Euro gesetzlich limitiert. Jene Mittel, die diese Obergrenze überschreiten, können abgeschöpft und für Verwendungszwecke im Sinne von § 38 Abs. 1 Bundeshaushaltsgesetz, BGBl. Nr. 213/1986 herangezogen werden, wie das in der Vergangenheit auch praktiziert wurde. Aufgrund dieser Regelung waren im Jahr 2002 erstmals nicht genügend Reserven vorhanden, um die durch das Hochwasser entstandenen Schäden abzugelten. Folglich mussten mittels eigener gesetzlicher Grundlage 500 Millionen Euro für Kompensationen aus dem Budget gewidmet werden.

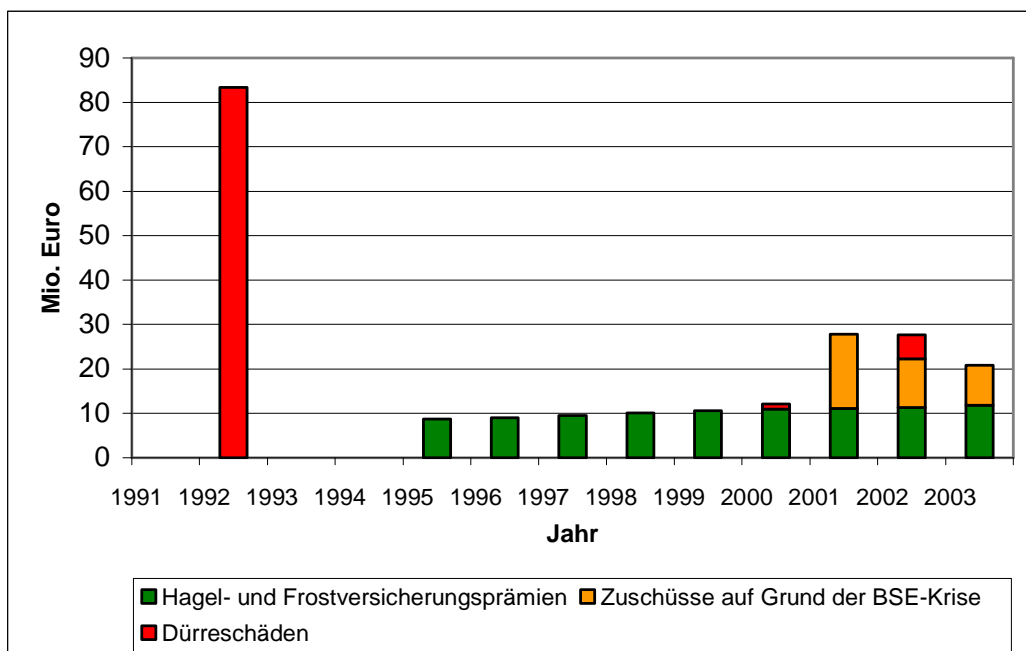
Die Reservemittel sind laut Gesetz für die Beseitigung von Schäden hervorgerufen durch Naturkatastrophen gemäß §3 KatFG und die Subventionierung der Hagel- und Frostversicherungsprämien vorgesehen. Darüber hinaus wurden die Reserven mittels Sonderrichtlinien auch für Zuschüsse aufgrund von Dürreschäden oder der BSE-Krise verwendet.

Im Folgenden wird auf die Unterstützungszahlungen an die Landwirtschaft detaillierter eingegangen.

## 2.4 Öffentliche Beihilfen und Förderungen

### 2.4.1 Zuschüsse an die landwirtschaftlichen Betriebe

Abbildung 11 gibt einen Überblick über die Entwicklung der staatlichen Unterstützungsleistungen für den Bereich Landwirtschaft, die im Zeitraum von 1991 bis 2003 getätigt wurden. Es ist deutlich zu erkennen, dass diese Ausgaben beträchtliche Schwankungen aufweisen und nicht jedes Jahr an die Landwirtschaft geflossen sind.



**Abbildung 11: Unterstützungszahlungen an die Landwirtschaft in Mio. Euro**  
Quelle: Katastrophenfondsbericht 02/03

Die Fondsmittel wurden zur Förderung der Hagel- und Frostversicherungsprämien, für Zuschüsse aufgrund der BSE-Krise und Dürreschäden gewährt.

## 2.4.2 Subvention der Hagel- und Frostversicherungsprämien

Der Katastrophenfonds leistet aufgrund seiner Zuschussleistungen an die Hagel- und Frostversicherung gemäß §§ 1 und 2 des Hagelversicherungs-Förderungsgesetzes einen wesentlichen Beitrag zur Kostenentlastung der österreichischen Landwirte und ist somit von großer Bedeutung für das österreichische Agrarversicherungssystem. Seit 1995 sind diese Zahlungen im KatFG festgelegt und erfolgen direkt an die Hagelversicherungsanstalt. Die Höhe des Bundeszuschusses zur Verbilligung der Hagel- und Frostversicherungsprämien ist mit maximal 25% begrenzt und wird nur gewährt, sofern das jeweilige Bundesland eine Förderung in gleicher Höhe ausbezahlt. Folglich wird das Ausmaß der von den Landwirten zu leistenden Prämie in der Regel zu 50% staatlich subventioniert. Für Hagel- und Frostschäden sind Entschädigungsleistungen aus dem Katastrophenfonds daher nicht mehr möglich.

Die Prämienförderungen basieren auf Schätzungen der Hagelversicherungsanstalt im jeweils laufenden Jahr, wobei die Zahlung für die Frostversicherungsprämien im Mai und jene für die Hagelversicherungsprämien im November erfolgt. Es kann daher nach Vorliegen des Rechnungsabschlusses der ÖHV zu Rücküberweisungen von Guthaben an den Katastrophenfonds kommen. In den Jahren von 1997 bis 2003 leistete die ÖHV jährlich derartige Transferzahlungen an den Katastrophenfonds, die erheblich zwischen 12.000 Euro (1997) und 1,5 Millionen Euro (1999) schwankten (Katastrophenfondsbericht 02/03).

Die Prämienentlastung der bäuerlichen Betriebe durch Bund und Länder ist sehr positiv zu bewerten, da dies bei den Landwirten den Anreiz verstärkt, sich gegen Ertragsausfälle versichern zu lassen. Somit stellt der Einsatz öffentlicher Mittel für Prämiensubventionen ein wichtiges agrarpolitisches Instrument zur Förderung des Risikomanagements der Landwirte dar. Die Unterstützungsleistungen bringen den Vorteil mit sich, dass der Staat im Falle von Naturkatastrophen eigentlich keine Direktleistungen mehr gewähren müsste, wo Versicherungsschutz besteht. Wie in Abbildung 11 ersichtlich ist, bewegten sich die staatlichen Unterstützungsleistungen in den vergangenen zehn Jahren bei rund 10 Millionen Euro. Sie weisen einen leicht steigenden Trend auf (vgl. Tabelle 5), der annahmegemäß auf die ständige Zunahme der versicherten Flächen zurückzuführen ist.

Tabelle 4 spiegelt die Entwicklung des Anteils der Zuschüsse zu den Hagel- und Frostversicherungsprämien an den gesamten Ausgaben des Katastrophenfonds für die Periode von 1995 bis 2003 wieder. Dieser Anteil ist im Vergleich zu 2001 um rund zwei Prozentpunkte gefallen, da sich die gesamten Fondsausgaben von 2002 und 2003 aufgrund des Hochwassers fast verdoppelt haben, während die Ausgaben für die Versicherungsprämien nur leicht gestiegen sind. Betrachtet man den prozentuellen Anteil der Prämienunterstützungen an den Gesamtausgaben des Katastrophenfonds, so ist deutlich zu erkennen, dass dieser im Gegensatz zu anderen

Ausgabebereichen wie z.B. Präventionsmaßnahmen für Hochwasserschäden vergleichsweise gering ist.

**Tabelle 4: Anteil der Ausgaben zur Förderung der Hagel- und Frostversicherungsprämien an den Gesamtausgaben des Katastrophenfonds in Euro. Quelle: Katastrophenfondsbericht 02/03**

Jahr	Gesamtausgaben des Katf in €	Zuschuss zu Hagel- & Frostversicherungsprämien in €	Anteil in %
1995	244.512.865	8.706.634	3,56
1996	225.402.722	9.027.058	4,00
1997	260.193.369	9.506.697	3,65
1998	245.454.429	10.112.618	4,12
1999	253.861.903	10.540.272	4,15
2000	277.801.743	10.979.775	3,95
2001	253.945.163	11.151.356	4,39
2002	422.542.817	11.356.465	2,69
2003	477.342.744	11.852.100	2,48

Die Höhe der Katastrophenfondsmittel, die seit 2000 an die einzelnen Bundesländer zur Förderung der Hagel- und Frostversicherungsprämien ausbezahlt wurden, ist zum Vergleich in Tabelle 5 ausgewiesen.

**Tabelle 5: Subventionen der Hagel- und Frostversicherungsprämien auf Landesebene in Tausend Euro für den Zeitraum 2000 bis 2004. Quelle: Bundesministerium für Finanzen 2005**

<b>Bundesländer</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Burgenland	1.453	1.526	1.600	1.600	1.600
Kärnten	548	516	560	560	588
Niederösterreich	3.546	3.586	3.904	3.904	3.980
Oberösterreich	1.421	1.524	1.600	1.600	1.625
Salzburg	94	110	137	137	137
Steiermark	<b>3.612</b>	<b>3.583</b>	<b>3.715</b>	<b>3.715</b>	<b>3.715</b>
Tirol	160	168	191	191	191
Vorarlberg	36	36	40	40	43
Wien	109	102	105	105	105
<b>Summe</b>	<b>10.979</b>	<b>11.151</b>	<b>11.852</b>	<b>11.852</b>	<b>11.984</b>

**Tabelle 6: Bundesmittelanteil für Steiermark an den gesamten Bundesmitteln zur Prämienförderung und Gesamtfördersumme der Steiermark in Euro. Quelle: BM für Finanzen, Steiermärkische Landesregierung 2005**

<b>Jahr</b>	<b>Bundesmittel gesamt für Hagel&amp;Frost in €</b>	<b>Bundesmittel- anteil für Stmk zur Prämien- förderung in €</b>	<b>Anteil in %</b>	<b>Steirische Landesmittel zur Prämien- förderung in €</b>	<b>Summe Bundes-&amp; Landesmittel zur Prämienför- derung in €</b>
1995	8.706.634	2.786.123	32	3.034.000	<b>5.820.123</b>
1996	9.027.058	2.888.658	32	3.389.000	<b>6.277.658</b>
1997	9.506.697	3.042.143	32	3.103.000	<b>6.145.143</b>
1998	10.112.618	3.236.037	32	3.543.000	<b>6.779.037</b>
1999	10.540.272	3.372.887	32	3.543.000	<b>6.915.887</b>
2000	10.979.775	3.612.000	33	3.634.000	<b>7.246.000</b>
2001	11.151.356	3.590.000	32	3.634.000	<b>7.224.000</b>
2002	11.356.465	3.715.000	33	3.634.000	<b>7.349.000</b>
2003	11.852.100	3.715.000	31	2.831.000	<b>6.546.000</b>
2004	11.983.700	3.715.000	31	3.650.000	<b>7.365.000</b>

Die Steiermark erhielt in den vergangenen drei Jahren nach Niederösterreich mit rund 3,7 Millionen Euro die zweithöchsten Bundesmittel aus dem Katastrophenfonds. Tabelle 6 illustriert, dass ein Drittel der Bundeszahlungen zur Prämienförderung der Hagelversicherung für die Prämienverbilligung der steirischen Landwirte aufgewendet wird. Dieser steirische Anteil an den gesamten Bundesmitteln, die zur Prämiensubvention zur Verfügung stehen, verhielt sich über die vergangenen zehn Jahre quasi konstant.

Die von Bund und vom Land Steiermark geleisteten Unterstützungszahlungen für die Hagel- und Frostversicherungsprämien betragen im Jahr 2004 insgesamt mehr als 7,3 Millionen Euro (siehe Tabelle 6). Daher beläuft sich das gesamte Prämienaufkommen der Steiermark auf rund 14,6 Millionen Euro für dieses Jahr.

Diese Tatsache lässt darauf schließen, dass die Steiermark hinsichtlich der versicherten Fläche österreichweit zu den Vorreitern zählt bzw. dass sie einen überproportionalen Anteil an mehrgefahrenversicherten Flächen aufweist.

**Tabelle 7: Anteil der Zuschüsse zu den Hagel- und Frostversicherungsprämien an den Gesamtausgaben der Steiermärkischen Landesregierung. Quelle: Steiermärkische Landesregierung 2005, Grüner Bericht Steiermark 2002/2003**

Jahr	Gesamtausgaben Stmk laut Landesrechnungs- abschluss in €	Zuschuss zu Hagel- & Frost- versicherungs- prämien in €	Anteil in %
1995	3.177.000.000	3.034.000	0,10
1996	3.354.000.000	3.389.000	0,10
1997	3.288.014.376	3.103.000	0,09
1998	3.619.111.678	3.543.000	0,10
1999	3.743.920.803	3.543.000	0,09
2000	3.846.387.109	3.634.000	0,09
2001	4.146.215.540	3.634.000	0,09
2002	4.700.235.474	3.634.000	0,08
2003	4.467.676.386	2.831.000	0,06
2004	3.915.996.184	3.650.000	0,09

In Tabelle 7 werden die Landesmittel zur Förderung der Hagel- und Frostversicherungsprämien in der Steiermark den Gesamtausgaben der steirischen Landesregierung gemäß Landesrechnungsabschluss gegenübergestellt. Die steirischen Landeszuschüsse zu den Hagel- und Frostversicherungsprämien beanspruchen mit rund 0,1% einen sehr geringen Anteil an den Gesamtausgaben. Eine starke Belastung des Landesagrarbudgets durch die Prämienförderungen steht daher außer Frage.

### **2.4.3 Öffentliche Beihilfen**

Neben dem Mehrgefahrenversicherungssystem werden in Österreich zusätzlich staatliche Beihilfen bei außergewöhnlichen Schadensereignissen, die durch den Versicherungsschutz nicht oder nicht ausreichend gedeckt sind, gewährt.

Gemäß KatFG werden Hagel-, Nässe-, Dürre-, Frost- und Abschweemschäden an landwirtschaftlichen Kulturen nicht berücksichtigt, da diese widrigen Witterungsverhältnisse nicht als Naturkatastrophe im Sinne von Artikel 87 Absatz 2 Buchstabe b) EG-Vertrag gelten. Fondsmittel für die Entschädigung landwirtschaftlicher Dürreschäden sind daher nicht als permanenter Ausgabeposten eingerichtet. Dennoch werden Ad-hoc-Zahlungen aus den Reserven des Katastrophenfonds zum Ausgleich dürrebedingter Verluste in der Landwirtschaft geleistet, wenn folgende Bedingung gemäß Ziffer 11.3.1 des Gemeinschaftsrahmens bezüglich der Schadenshöhe erfüllt ist. Da die zuvor genannten Witterungsverhältnisse Schäden an landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Betriebsmitteln verursachen können, werden diese unter der Voraussetzung, dass der Schaden einen Schwellenwert von mindestens 30% bezogen auf die durchschnittliche Bruttogesamtmenge der Erzeugung überschreitet, von der Europäischen Kommission als Naturkatastrophe anerkannt. Die Bruttoerzeugung eines normalen Jahres wird grundsätzlich anhand der durchschnittlichen Bruttoerzeugung der drei vorangegangenen Jahre ermittelt. Dabei werden jedoch jene Jahre, in denen ein Ausgleich für Dürreschäden gezahlt wurde, in der Berechnung der Ertrags- und Einkommensverluste nicht berücksichtigt. Generell sind sogar Beihilfen von bis zu 100% der eingetretenen Schäden zulässig. Die tatsächlichen Zahlungen erfolgen je nach Maßgabe der öffentlichen Mittel, wobei im Gegensatz zur Versicherung kein Rechtsanspruch darauf besteht.

Seit 1991 wurden aufgrund von Sonderbestimmungen bei drei Anlässen Ausgleichszahlungen für Dürreschäden aus dem Katastrophenfonds gewährt (siehe Abbildung 11). Die außergewöhnlich hohen Ausgaben in der Höhe von rund 83,4 Millionen Euro für das Jahr 1992 stechen in der Grafik besonders hervor. In diesem Jahr wurden zum ersten Mal Katastrophenfondsmittel für die Beseitigung von Dürreschäden im Vermögen physischer und juristischer Personen zur Verfügung

gestellt. Die enormen Unterstützungsleistungen sind darauf zurückzuführen, dass zu jenem Zeitpunkt noch keine Versicherungsmöglichkeiten gegen dürrebedingte Ertragsausfälle existierten und der Katastrophenfonds daher eingreifen musste.

Das Jahr 2002 weist Reservemittel in der Höhe von ca. 5,45 Millionen Euro auf, die ausschließlich zur Entschädigung der im Jahr 2001 entstandenen Dürreschäden an Grünland und Feldfutter freigegeben wurden. 2003 leistete der Bund erneut Unterstützungszahlungen an die Landwirtschaft für den Zukauf von Raufutter und Raufutterersatzprodukten, die im Zusammenhang mit außergewöhnlichen Dürreschäden an Grünland und Feldfutterfläche im Jahr 2003 notwendig geworden waren. Dafür standen 3 Millionen Euro zur Verfügung (KatFG 1996).

Ein zusätzlicher außerplanmäßiger Ausgabenbereich, der in Abbildung 11 aufscheint, sind die Zuschüsse für Aufwendungen, die im Rahmen der BSE-Krise entstanden sind. Dafür wurden 2001 16,5 Millionen, 2002 11 Millionen und 2003 9 Millionen Euro aufgewendet (Katastrophenfondsbericht 02/03).

In weiterer Folge wird anhand der Steiermark, die in der Vergangenheit zu den am stärksten geschädigten Regionen Österreichs zählte, die Bedeutung staatlicher Beihilfen auf lokaler Ebene für das dürreextremste Schadensjahr 2003 analysiert.

Die enorme Sommertrockenheit 2003 zog massive Ertragsausfälle für die steirischen Landwirte nach sich, die teilweise sogar Betriebsverluste von mehr als 40% in Kauf nehmen mussten (persönliche Auskunft von Mayer A., Landwirtschaftskammer Steiermark, 2005). Insgesamt verzeichnete die Steiermark in der pflanzlichen Produktion wirtschaftliche Ausfälle von mehr als 80 Millionen Euro. Da hinsichtlich dieser Ertragseinbußen vor allem nicht versicherbare Ackerkulturen von den Dürreschäden betroffen waren, erhielten die Landwirte Ad-hoc-Beihilfen aus öffentlichen Mitteln zum Ausgleich der im Rahmen der Dürreschäden 2003 erforderlichen Zusatzaufwendungen.

Neben den Sonderförderungen des Bundes, die mittels Einzelfallgesetz erlassen werden müssen und sogar der Zustimmung der Europäischen Kommission bedürfen, obliegt die Katastrophenhilfe den einzelnen Bundesländern. Diese können jeweils individuelle Beihilfen freigeben, die vollständig aus eigenen Landesmitteln finanziert werden.

In Tabelle 8 sind alle Förderungen aufgelistet, die den landwirtschaftlichen Betrieben der Steiermark im Zusammenhang mit den Dürreschäden 2003 gewährt wurden: Maßnahmen zur Existenzsicherung, Zuschüsse für den Zukauf von Ersatzfuttermitteln, Notstandsbeihilfe und die Förderungsaktion für "Grünlandeinsaaten nach Engerlingsschäden". Während die ersten beiden Ad-hoc Zahlungen teilweise durch Katastrophenfondsmittel gestützt wurden, stellen die zwei

letzten Förderungen aus dem steirischen Agrarbudget finanzierte Landesmaßnahmen dar. Die Steiermark erhielt im Zuge dieser vier Dürreaktionen insgesamt mehr als 780.000 Euro an Reservemitteln aus dem Katastrophenfonds, während rund 3,36 Millionen Euro an Landesmitteln beigesteuert wurden. Es ist deutlich erkennbar, dass das Land die vierfachen Unterstützungsleistungen im Vergleich zum Bund zur Verfügung stellte.

**Tabelle 8: Förderungen in der Steiermark im Rahmen der landwirtschaftlichen Dürreschäden 2003. Quelle: Steiermärkische Landesregierung 2005**

Richtlinie	vom	Mittelbereitstellung				Förderfälle
		Bundesmittel		Landesmittel		
		Betrag in €	Anteil in %	Betrag in €	Anteil in %	
Maßnahmen zur Existenzsicherung für durch Dürre 2003 geschädigte landw. Betriebe (Zinszuschüsse für Betriebsmitteldarlehen)	19.12.2003	136.175	50	136.175	50	452
Abfederung der Zusatzaufwendungen für Ersatzfuttermittel in von der Dürre 2003 besonders betroffenen Betrieben mit Futterflächen	05.09.2003	646.254	26	1.839.041	74	5.514
Nostandsbeihilfenaktion für landw. Betriebe für die Kulturen Saatmais, Beerenobst, Kern- und Steinobst, Holunder, Käferbohnen und Kren (interne Durchführungsbestimmung)	29.10.2003	0	0	1.177.200	100	580
Förderaktion "Grünlandeinsaat nach Engerlingschäden 2003"	09.03.2004	0	0	205.872	100	1.099
<b>Summe</b>		<b>782.430</b>		<b>3.358.289</b>		<b>7.645</b>

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen inhaltlich kurz erläutert und die geleisteten Transferzahlungen im Rahmen dieser einer genauen Analyse unterworfen.

- Betriebsmittelkreditaktion 2003

Aufgrund der finanziellen Notlage zahlreicher Landwirte wurde von BM DI Josef Pröll eine Sonderrichtlinie für Maßnahmen zur Existenzsicherung für durch Dürre 2003 geschädigte Betriebe ins Leben gerufen. Diese Förderaktion soll die Liquidität geschädigter Betriebe bei anstehenden Betriebsmittelkäufen wie Pflanzenschutzmittel, Düngemittel, Futtermittel, Saatgut etc. gewährleisten. Als Ausgleich wird ein Zinszuschuss im Ausmaß von 3,5% in Form einer einmaligen Zuschussleistung auf Basis des Barwertes zu aufgenommenen Darlehen für den Ankauf von landwirtschaftlichen Betriebsmitteln gewährt. Die Anträge bearbeitete die Förderabwicklungsstelle 10A der Landesregierung.

Insgesamt wurden in der Steiermark 452 Antragsteller mit einem gesamten Zinszuschuss für Betriebsmittelkredite in der Höhe von 272.351 Euro gefördert (siehe Tabelle 9). Die Finanzierung erfolgte zu gleichen Teilen durch Bund und Land, wobei die Landesausgaben dem Haushaltsbudget 2004 zuzurechnen sind. Der Bezirk Radkersburg erhielt mit rund 97.000 Euro die höchste Fördersumme, gefolgt von den Bezirken Leibnitz, Murau, Hartberg und Feldbach.

- Futtermittelaktion

Die Sommertrockenheit 2003 hat vor allem in der Grünlandwirtschaft massive Schäden verursacht, sodass in der Steiermark Mindererträge von knapp 60 Millionen Euro verzeichnet wurden. Auf Grundlage einer Sonderrichtlinie des Bundes wurden zur Abfederung der Zusatzaufwendungen für Ersatzfuttermittel in von der Dürre besonders betroffenen Betrieben mit Futterflächen Ankaufszuschüsse gewährt. Der einmalige Förderungszuschuss wurde für den Zukauf von Raufutter, Raufutterersatzprodukten, Trockenschnitten, Pressschnitten und Corn Gluten Feed (Maisnebenprodukt bei der Stärkegewinnung) geleistet. Die Voraussetzung für den Erhalt einer Förderung bedingte, dass der Betrieb mindestens 0,5 Raufutterverzehende Großvieheinheiten (RGVE) je Hektar anrechenbarer Futterfläche besaß. Die anrechenbare Futterfläche resultiert aus den Angaben der Flächennutzungsliste des Mehrfachantrages 2003. Der Zukauf der Futtermittel muss während des Zeitraumes von 1. Mai bis 31. Dezember erfolgt sein. In diesem Fall betrug die Mindestförderung pro Betrieb 150 Euro, der Maximalzuschuss hingegen 3000 Euro. Im Rahmen der Förderaktion konnten maximal 150 Euro pro Hektar anrechenbarer Futterfläche ausbezahlt werden.

Für alle Bundesländer standen je zur Hälfte aus Bundes- und Landesmitteln insgesamt 6 Millionen Euro für die Unterstützung dieser Futterzukaufsaktion zur Verfügung. In der Steiermark wurde ein einmaliger Zuschuss von knapp 3,7 Millionen Euro beantragt, der auch den Landesanteil von 50% inkludiert. Da die beantragten Fördermittel jedoch um das Dreifache höher lagen als die vorhandenen Fördergelder, kürzte der Bund seinen Anteil, sodass sich die gesamte Fördersumme um ein Drittel auf 2,49 Millionen Euro verringerte. Das Land Steiermark hingegen leistete seinen Anteil von 50% des ursprünglichen Betrages, sodass unter Berücksichtigung der tatsächlich ausbezahlten Fördersumme der Aufteilungsschlüssel zwischen Bund und Land 26% zu 74% betrug (siehe Tabelle 9).

Insgesamt wurden 5.514 landwirtschaftliche Betriebe gefördert. Tabelle 9 veranschaulicht, wie diese Gesamtzahl über die einzelnen Bezirke verteilt ist und in welche Bezirke die meisten Unterstützungen flossen. Den höchsten Förderbetrag erhielt Hartberg mit 334.485 Euro, während Weiz die höchste Anzahl an Förderfällen aufwies (792).

**Tabelle 9: Auszahlungen auf Bezirksebene im Rahmen der vier dürrebedingten Förderungen in der Steiermark. Quelle: Steiermärkische Landesregierung 2005**

Bezirke	Betriebsmittelkredit		Futtermittelaktion		Notstandsbeihilfe		Grünlandeinsaaten			Summe Zuschüsse	Summe Anträge
	Zuschuss in €	Anträge	Zuschuss in €	Anträge	Zuschuss in €	Anträge	Zuschuss in €	Anträge	Fläche in ha		
Graz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bruck	4.275	6	51.692	126	0	0	7.057	32	141	<b>63.023</b>	164
Deutschlandsbg	10.440	28	143.042	446	62.230	30	19.244	100	385	<b>234.956</b>	604
Feldbach	22.771	33	114.157	329	180.670	116	1.611	8	32	<b>319.209</b>	486
Fürstenfeld	6.442	12	15.893	39	45.620	23	0	0	0	<b>67.955</b>	74
Graz-Umgebung	2.884	7	251.680	588	65.600	34	13.336	73	267	<b>333.500</b>	702
Hartberg	22.829	45	334.485	706	111.550	48	4.401	26	88	<b>473.265</b>	825
Judenburg	5.441	9	284.506	428	0	0	31.237	167	625	<b>321.184</b>	604
Köflach	961	2	199.856	297	0	0	13.121	97	262	<b>213.937</b>	396
Leibnitz	45.562	74	83.343	238	24.430	15	2.221	10	44	<b>155.556</b>	337
Leoben	2.005	3	148.058	212	0	0	0	0	0	<b>150.064</b>	215
Liezen	1.116	2	25.335	48	0	0	5.393	26	108	<b>31.844</b>	76
Lannach	0	0	0	0	0	0	5.862	39	117	<b>5.862</b>	39
Mürzzuschlag	0	0	32.360	110	0	0	3.205	19	64	<b>35.565</b>	129
Murau	37.571	59	258.302	565	0	0	47.659	244	953	<b>343.532</b>	868
Radkersburg	96.776	152	21.862	74	175.820	90	458	3	9	<b>294.917</b>	319
Voitsberg	1.374	4	221.213	516	17.050	8	31.424	130	629	<b>271.061</b>	658
Weiz	11.904	16	299.512	792	494.230	216	19.645	125	393	<b>825.291</b>	1.149
<b>Summe</b>	<b>272.351</b>	<b>452</b>	<b>2.485.296</b>	<b>5.514</b>	<b>1.177.200</b>	<b>580</b>	<b>205.874</b>	<b>1.099</b>	<b>4.117</b>	<b>4.140.720</b>	<b>7.645</b>

- Notstandsbeihilfe

Neben Grünland haben aber auch viele andere Kulturen stark unter der Trockenheit gelitten. Anlassbezogen wurde 2003 daher die Richtlinie für die Gewährung von Beihilfen für unverschuldet in Not geratene land- und forstwirtschaftliche Betriebe erlassen, die den Zweck verfolgte, weit über den Durchschnitt hinausgehende Schäden durch nichtversicherbare Naturereignisse auszugleichen. Der eingetretene Schaden durfte nicht durch Versicherungen oder sonstige Unterstützungen gemäß Katastrophenfondsgesetz gedeckt sein. Diese Beihilfe wurde gänzlich aus Landesmitteln finanziert und entschädigte Kulturen wie Beeren-, Kern- und Steinobst, Saatmais, Kren, Käferbohnen sowie Holunder. Dabei waren Landwirte mit einem Ertragsausfall der genannten Kulturen von mindestens 50% antragsberechtigt. Die geschädigten landwirtschaftlichen Betriebe konnten einmal im Jahr eine Unterstützung von maximal 3.600 Euro erhalten. Dieser Höchstbetrag durfte in besonders tragischen Fällen um bis zu 50% überschritten werden.

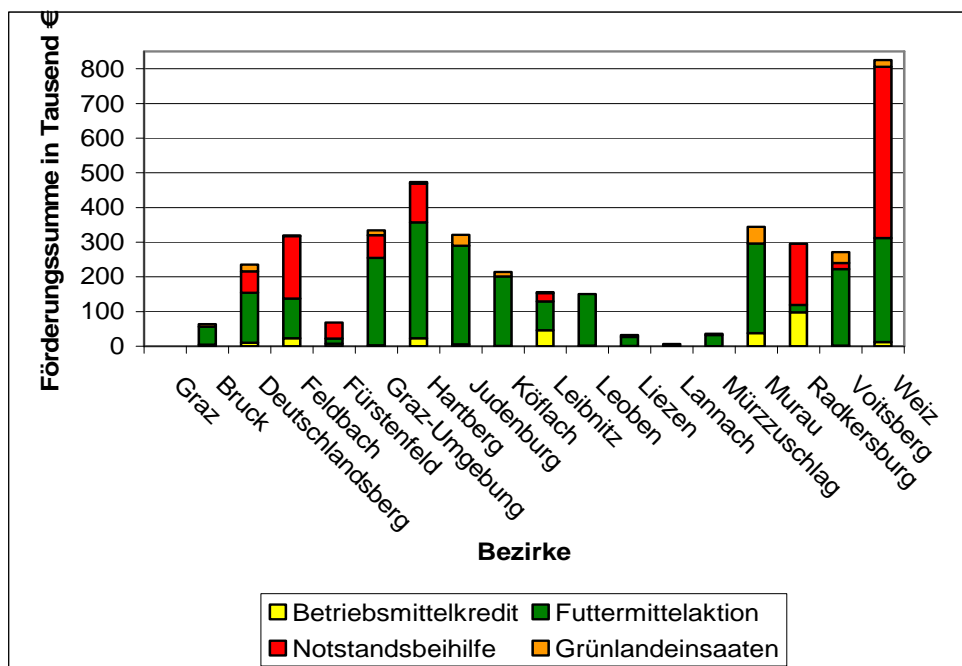
Die Abwicklungsstelle der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 10A, zahlte an 580 Förderfälle einen Gesamtbetrag von rund 1,18 Millionen Euro aus. Diese Fördersumme wurde fast zur Gänze aus dem Agrarbudget 2004 finanziert und nur zu einem kleinen Teil aus dem Agrarbudget 2003 der Steiermärkischen Landesregierung. Tabelle 9 illustriert, dass die mit Abstand höchste Beihilfe an den Bezirk Weiz erging, nämlich 494.000 Euro, gefolgt von Feldbach mit ca. 181.000 und Radkersburg mit ca. 176.000 Euro.

- Förderung von Grünlandeinsaat nach Engerlingschäden 2003

In Zusammenhang mit den hohen Temperaturen des Dürresommers 2003 stand auch das massenhafte Vorkommen des Junikäfers, der die Grünlandwirtschaft ebenfalls stark in Mitleidenschaft gezogen hat. Die Engerlinge dieses Käfers haben die Grasnarbe von insgesamt 2800 Hektar Grünlandfläche in der Steiermark zerstört, die dann wieder mit Gräsern und Kräutern nachgesät werden mussten (persönliche Auskunft Mayer A., Landwirtschaftskammer Steiermark 2005). Aus diesem Grund wurde in der Steiermark die Maßnahme zur Förderung von Grünlandeinsaat nach Engerlingschäden ergriffen, welche den Ankauf von Saatgut und die Neueinsaat von Dauergrünland durch Landesbeihilfen unterstützte. Im Rahmen dieser Förderaktion erhielten die Landwirte 50 Euro pro Hektar Neueinsaat unter der Bedingung, dass ihre landwirtschaftliche Grünlandfläche außergewöhnlich stark geschädigt bzw.

zerstört worden war. Die Förderungsabwicklung wurde von der Geschäftsstelle des Landesverbandes für Maschinenringe durchgeführt.

Insgesamt wurde eine Fördersumme in der Höhe von knapp 206.000 Euro an 1.099 landwirtschaftliche Betriebe ausbezahlt (vgl. Tabelle 9), wobei die Bezirke Murau, Voitsberg und Judenburg die höchsten Entschädigungszahlungen erhielten.



**Abbildung 12: Öffentliche Beihilfen 2003 auf Bezirksebene in der Steiermark in Tausend Euro. Quelle: Steiermärkische Landesregierung 2005**

Abbildung 12 vermittelt eine zusammenfassende Übersicht in Bezug auf die Höhe der einzelnen Beihilfen, die im Jahr 2003 an alle Bezirke der Steiermark ergingen. Hierbei wurde nicht zwischen Landes- und Bundesmitteln unterschieden. Aus der grafischen Darstellung geht deutlich hervor, dass das Ausmaß der erhaltenen Fördersummen auf Bezirksebene sehr ungleich über das gesamte Bundesland verteilt ist. Eine Ausgabenspitze ist besonders auffallend. Die mit Abstand höchsten Zuschussleistungen wurden an den Bezirk Weiz ausbezahlt, der im Rahmen aller vier Beihilfen einen gesamten Förderungsbetrag in der Höhe von mehr als 825.000 Euro (siehe Tabelle 9) erhielt. An zweiter Stelle reiht sich Hartberg mit über 470.000 Euro. Da die oststeirischen Bezirke steiermarkweit die höchsten Ad-hoc-Zahlungen erhielten, ist dies ein Indiz dafür, dass diese Region aufgrund ihrer geografischen Exposition sehr dürrgefährdet ist und dort annahmegemäß der größte Bedarf an Versicherungsschutz gegen Dürre besteht.

Berücksichtigt man alle vier staatlichen Förderungen, so wurden insgesamt mehr als 4 Millionen Euro Beihilfen aufgrund dürrebedingter Schäden an 7.645 förderwürdige Betriebe ausbezahlt. Wie in Tabelle 8 ersichtlich ist, übernahm der Bund von diesen 4 Millionen Euro lediglich 782.430 Euro, was ca. 20% entspricht, während der Rest vom Land Steiermark finanziert wurde.

Es muss zudem angemerkt werden, dass im Zuge der Förderanträge für diese vier staatlichen Maßnahmen zur Beseitigung von Dürreschäden nicht erhoben wurde, wie hoch der Anteil der gegen Dürre versicherten Landwirte unter den geförderten Betrieben war. Außerdem schloss die Gewährung einer staatlichen Beihilfe nicht den Anspruch auf Erhalt einer weiteren aus, so dass durchaus die Möglichkeit besteht, dass gewisse landwirtschaftliche Betriebe in den Genuss von bis zu vier Unterstützungszahlungen kamen (persönliche Auskunft Mayer A., Landwirtschaftskammer Steiermark, 2005). Der Bezug anderer staatlicher Beihilfen wurde jedoch bei der Antragstellung nicht erfragt.

Grundsätzlich kann man vor allem die beiden Hilfsmaßnahmen zum finanziellen Ausgleich von dürrebedingten Schäden in der Grünlandwirtschaft dadurch rechtfertigen, dass es in diesem Bereich noch keinen Versicherungsschutz gegen Dürre gibt. Andererseits wirken die staatlichen Ad-hoc-Beihilfen kontraproduktiv hinsichtlich des Versicherungsgedankens. Es wird sich also kein Versicherungsmarkt für Grünland etablieren, solange für diesen Bereich Unterstützungszahlungen aus öffentlichen Mitteln gewährt werden.

## **2.5 Analyse von Defiziten des bestehenden Risikotransfersystems**

Österreich nimmt mit seinem landwirtschaftlichen Mehrgefahrenversicherungssystem im internationalen Vergleich eine Vorreiterrolle ein. Während in der Mehrheit der Staaten landwirtschaftliche Schäden in erster Linie durch staatliche ad hoc Hilfen ex post kompensiert werden, setzt das österreichische System als ex-ante Risikotransfersystem mit risikodifferenzierten Prämien die entsprechenden Anreize zu Risikovermeidung und gibt den Landwirten Planungssicherheit. Durch die Bündelung mehrerer Naturgefahren in einem Paket kommt es zu einem großen Risikokollektiv. Trotz dieser positiven Aspekte hat die Analyse des Systems einige Defizite und Verbesserungsmöglichkeiten aufgezeigt, die im Folgenden näher erläutert werden sollen.

- **Angebotslücken**

Die Untersuchung des österreichischen Mehrgefahrenversicherungssystems brachte hinsichtlich der Dürreversicherung einige Bereiche zum Vorschein, die Angebotslücken aufweisen. Davon sind vor allem die Kulturen Grünland, Saat-, Grün- und Zuckermais sowie Obst betroffen. Diese können im Rahmen der Mehrgefahrenversicherung nicht gegen Trockenheit versichert werden. Die fehlende Versicherungsmöglichkeit gegen Dürreschäden für den Bereich Grünland stellt ein besonderes Problemfeld für die österreichischen Landwirte dar. In erster Linie betrifft dieses Defizit Betriebe in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark, da diese Regionen in Relation zur gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche über die höchsten Anteile an Grünlandflächen verfügen. In der Steiermark beispielsweise werden gemäß der Agrarstrukturerhebung von 1999 rund 380.000 Hektar als Grünland bewirtschaftet. Dies entspricht zwei Drittel der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (knapp 500.000 Hektar) der Steiermark (Statistik Austria 2005). Betrachtet man also die Höhe der potenziell betroffenen Grünlandflächen und die Schadenszahlen der vergangenen vier Jahre in diesem Bereich, so wird deutlich, dass seitens der Landwirte der Bedarf an einer Versicherungsmöglichkeit stark zugenommen hat. Allein im Jahr 2003 betrug die dürrebedingten Ertragsausfälle in der Grünlandwirtschaft der Steiermark 76% (ca. 60 Millionen Euro) der gesamten landwirtschaftlichen Dürreschäden.

- **Staatliche Ad-Hoc Hilfen**

In den beobachteten dürrebedingten Schadensfällen der letzten vier Jahre wurden stets staatliche Ad-hoc-Zahlungen zum Ausgleich der teilweise schwer geschädigten landwirtschaftlichen Betriebe gewährt. Diese Beihilfen wurden mit Hilfe von Katastrophenfonds- und Landesmitteln finanziert, wobei die Länder in Summe einen viel höheren Beitrag zur Schadensabgeltung leisteten. Ad Hoc-Hilfen wurden jedoch nur für nicht-versicherbare Schäden wie Grünland ausbezahlt.

Staatliche Ad-hoc-Beihilfen sind jedoch nicht als Dauerlösung für landwirtschaftliche Betriebe geeignet, da die Höhe derselben unsicher ist und kein Rechtsanspruch auf deren Erhalt besteht. Hinzu kommt als zusätzlicher negativer Effekt, dass staatliche Beihilfen die Etablierung eines Versicherungsmarktes für Grünland hemmen.

In Bezug auf die anderen genannten Kulturen können, abgesehen davon, dass dort Dürreschäden weniger relevant sind, aus versicherungstechnischer Perspektive die gleichen Argumente vorgebracht werden. Aus diesem Grund werden diese im vorliegenden Beitrag nicht zusätzlich behandelt. Zudem erscheint der

Handlungsbedarf im Grünlandbereich angesichts der massiven dürrebedingten Mindererträge der vergangenen Jahre im Vergleich zu den eher geringen Schäden an Obst und Saatmais am notwendigsten.

Es wäre daher von großer Bedeutung, die staatlichen Eingriffe zur Entschädigung von Dürreschäden an Grünland stark einzuschränken bzw. gänzlich zu unterlassen und ein ex-ante Risikotransfersystem in diesem Bereich zu implementieren.

- **Moral Hazard**

In allen internationalen Mehrgefahrenversicherungssystemen kommt es mehr oder weniger stark zu Moral Hazard. Das österreichische Risikotransfersystem versucht Moral Hazard durch risikogerechte Prämien und Selbstbehalte zu vermindern. Dennoch ist anzunehmen, dass Moral Hazard auch für das österreichische System ein Problem darstellt, wenngleich es innerhalb dieser Studie nicht möglich war, Moral Hazard zu quantifizieren.

## **3 Internationale Erfahrungen im Umgang mit Trockenereignissen in der Landwirtschaft**

Im Folgenden sollen internationale Erfahrungen mit Trockenheit in der Landwirtschaft beschrieben werden, um ein besseres Verständnis für Probleme, die sich mit dem österreichischen Risikotransfersystem ergeben können, zu erhalten und Verbesserungsvorschläge für dieses zu erarbeiten.

### **3.1 USA**

#### **3.1.1 Überblick über das amerikanische Risikotransfersystem**

Ernteversicherung wird in den U.S.A schon seit den 30iger-Jahren angeboten. Bis 1980 war das staatliche Engagement jedoch sehr gering, Ernteversicherungen waren nicht überall erhältlich und die Versicherungsrate sehr niedrig. Landwirtschaftliche Schäden aus Naturgefahren wurden in erster Linie durch staatliche Soforthilfen kompensiert.

1980 wurde im Rahmen des „Federal Crop Insurance Improvement Act“ ein landesweites Programm, das „Federal Crop Insurance Programme“ (FCIP), eingerichtet, um staatliche Ad-hoc Hilfen zu ersetzen (vgl. Glauber, 2004). Die Federal Crop Insurance Corporation (FCIC) ist eine Public-Private-Partnership, wobei die im Landwirtschaftsministerium angesiedelte Risk Management Agency (RMA) die FCIP-Produkte entwickelt und die Prämien festsetzt. Für den Verkauf und die Schadensabwicklung sind ausschließlich private Versicherungen zuständig. Die Versicherungsprämien sowie das Risiko werden zwischen Staat und privaten Versicherungen aufgeteilt. Die RMA subventioniert die Prämien, bietet den privaten Versicherungen Rückversicherung an und entschädigt sie für administrative und operationelle Kosten (vgl. Barnett et al., 1999). Das Zusammenspiel zwischen privaten Versicherungen und dem Staat wird durch das „Standard Reinsurance Agreement (SRA)“ geregelt.

Im Rahmen des FCIP wird eine Mehrgefahrenversicherung angeboten, die „Multi-Peril Crop Insurance“ (MPCI), im Rahmen derer fast alle gängigen Getreidesorten

gegen die meisten Naturgefahren wie Hagel, Trockenheit, Sturm und Feuchtigkeit versichert werden können. Bisher von den privaten Versicherungen nicht versicherbare Risiken wurden nun in das Programm inkludiert.

Die MPCII basiert auf vergangenen Ertragsdaten der Erzeuger, der Actual Production History (APH), wobei je nach Datenverfügbarkeit der Durchschnitt der letzten vier bis zehn Jahre herangezogen wird (vgl. Barnett et al., 1999).

Im Rahmen der MPCII werden drei verschiedene Ertragsversicherungspakete angeboten:

Unter der Catastrophic Risk Protection (CAT) können die Produzenten ein Minimum an Deckung erwerben. CAT deckt Verluste von 50% der APH bei 55% des erwarteten Marktpreises. Bei einem Totalverlust würde der Landwirt also 27% der erwarteten Einnahmen ersetzt bekommen. Die CAT-Prämien werden vom Staat bezahlt, der Produzent muss nur die Verwaltungskosten von derzeit 60\$ pro Getreidesorte zahlen. Produzenten können aber auch mittels der Buy-up Coverage eine höhere Deckung als unter der CAT erwerben. In 5% Schritten kann hier bis zu 85% der erwarteten Ernte bei 100% des erwarteten Marktpreises gedeckt werden (vgl. Barnett et al., 1999).

Weiters kann im Rahmen des Group Risk Plan eine Versicherung, auf Basis des durchschnittlichen Ertrages der Region, statt auf dem Ertrag des einzelnen Produzenten, erworben werden.

Unter dem Group Risk Plan kann eine Deckung von bis zu 90% des Durchschnittsertrages der Region erworben werden (Skees, 2001). Diese indexbezogene Versicherungsform bedeutet weniger administrativen Aufwand, da keine individuelle Schadensfeststellung nötig ist und ist daher billiger. Gleichzeitig werden Moral Hazard und Adverse Selektion vermindert. Attraktiv für den Produzenten ist diese Versicherungsform jedoch nur dann, wenn der Ertrag des einzelnen Produzenten stark mit dem Ertrag der Region korreliert. Der Group Risk Plan ist noch nicht sehr verbreitet, nur etwa 1% der Policen im Jahr 2001 fielen auf den GRP (RMA, 2002c).

Neben diesen ertragsbasierenden Programmen werden in den USA seit der Kürzungen der Agrarsubventionierungen im Rahmen des „Agricultural Improvement Act 1996“ verstärkt Einkommensversicherungsprogramme angeboten.

Die „Income Protection“ beispielsweise wird von der Federal Crop Insurance Corporation (FCIC) in einigen Bundesstaaten seit 1996 angeboten. Sie bietet eine Einkommensgarantie und kommt dann zum Tragen, wenn das Produkt aus der zu

erwartenden Ernte des Produzenten und dem zu erwarteten Preis unter ein festgelegtes Niveau fällt. Bis zu 75% des erwarteten Einkommens kann damit gedeckt werden. Die „Group Risk Income Protection“ fügt eine Einkommenskomponente zum Group Risk Plan hinzu. Sie ist für Mais und Sojabohnen in einigen Bundesstaaten erhältlich. Auch von den privaten Versicherungen werden in den letzten Jahren Einkommensversicherungspakete für jene Sorten, die von der Mehrgefahrenversicherung nicht gedeckt sind, meist auf regionaler Ebene, angeboten (vgl. EC - DG AGRI, 2001).

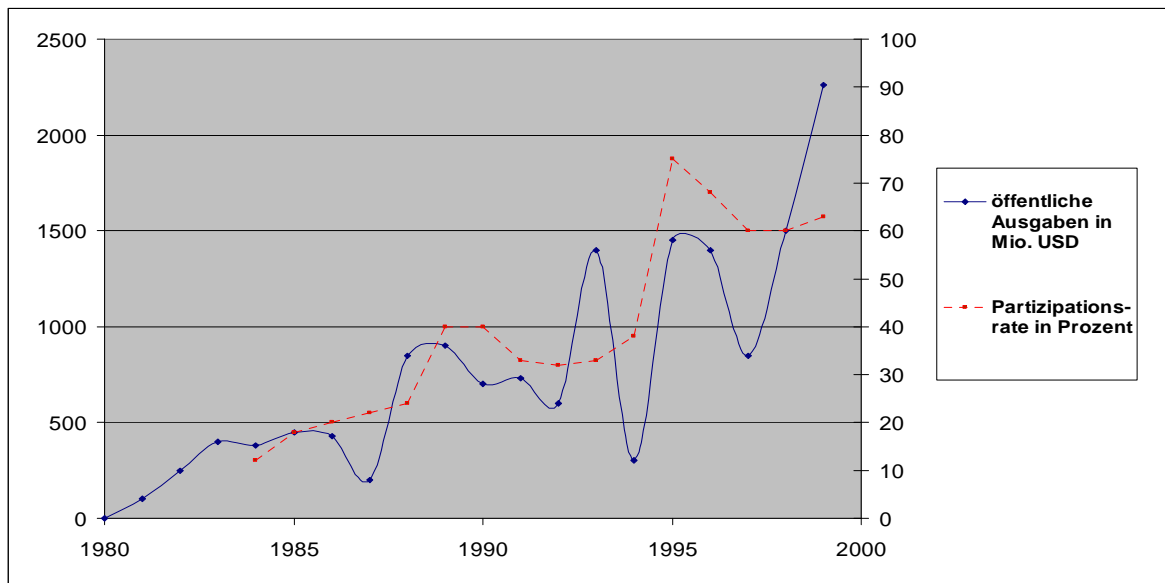
### **3.1.2 Lessons learned**

Im Folgenden soll auf die Erfahrungen mit dem amerikanischen Risikotransfersystem näher eingegangen werden. Insgesamt werden die Erfahrungen von den meisten Autoren als negativ bewertet. Kritisiert wird, dass es teuer, ineffizient und zu komplex ist (vgl. Skees, 2001; Wenner et al., 2003).

Die größten Problemfelder des Systems sind Antiselektion, Moral Hazard, die hohen staatlichen Prämiensubventionierungen und das Zusammenspiel zwischen Staat und den privaten Versicherungen.

#### **Antiselektion**

Eines der größten Probleme in den ersten Jahren nach der Einführung der Mehrgefahrenversicherung war die niedrige Partizipationsrate. Versichern ließen sich überwiegend Produzenten in Hochrisikogebieten, es kam also zu Antiselektion. 1980 wurde das Ziel gesetzt, mindestens 50% der versicherbaren Flächen zu versichern. 1988 waren jedoch nur 25% versichert. Im Rahmen des Crop Insurance Reform Acts 1994 wurde eine Pflichtversicherung für die Basisdeckung CAT eingeführt, um Antiselektion zu verhindern, diese wurde aber bereits 1996 wieder abgeschafft. Jedoch müssen nun Produzenten, die einmal staatliche Beihilfen erhielten, sich in Zukunft versichern lassen (vgl. RMA, 2004). Erst durch mehrfache Anhebung der Prämiensubventionierung konnte einerseits die Partizipationsrate auf derzeit 80% angehoben werden und andererseits erreichte man, dass Produzenten mehr als nur die Basisdeckung erwerben. Durch die hohe Partizipationsrate wurden Antiselektionsprobleme vermindert, jedoch führte die inzwischen sehr hohe Bandbreite an Versicherungsoptionen und Deckungsgraden zu Antiselektion innerhalb des Programms (Glauber, 2004).



**Abbildung 13: Öffentliche Ausgaben für Ernteversicherung in den USA**

Abbildung 13 zeigt das massive Ansteigen der öffentlichen Ausgaben für das amerikanische Risikotransfersystem in den letzten 20 Jahren. Sie hatten zum Ziel, die Versicherungsrate zu erhöhen (Quelle: Skees, 2001).

### Public-Private Partnership

Eine weitere Quelle für Antiselektionsprobleme ist das Ausmaß der Risikoteilung zwischen Staat und privaten Versicherungen im Rahmen des jährlich vereinbarten Standard Reinsurance Agreement (SRA). Die Idee der Risikoteilung war es, private Versicherungen durch die Beteiligung an den Gewinnen zur Teilnahme am FCIP zu ermutigen und dadurch eine schnelle Expansion des Programms zu erreichen. Da die staatliche RMA die Prämien festlegt und private Versicherungen keine Möglichkeit hatten in Hochrisikozonen die Prämien dem Risiko anzupassen, übernahmen sie anfangs nur einen kleinen Teil des Underwriting Risikos (vgl. Glauber 2004).

Seit 1992 haben private Versicherungen die Möglichkeit akquiriertes Geschäft in drei verschiedene staatliche Rückversicherungspools mit unterschiedlichen Retentionsraten einzubringen. Unter dem „Commercial Fund“ beispielsweise können Versicherungen bis zu 100% der Prämien einbehalten und übernehmen einen großen Teil des Risikos, im „Assigned Risk Fund“ übertragen Versicherungen 80% der Prämien dem Staat und übernehmen nur einen kleinen Teil des Risikos. Diese Bandbreite der Gewinn- und Risikoteilung mit dem Staat hat dazu geführt, dass

Versicherungsunternehmen überwiegend schlechte Risiken dem Staat übertragen und gute Risiken selbst übernehmen (vgl. Glauber 2004; Gardner 2003).

Durch verstärkte Teilnahme von Produzenten mit schlechten Risiken und Antiselektionsproblemen zwischen Staat und privaten Versicherern, war das System lange Zeit nicht aktuarisch ausgeglichen. In den letzten Jahren jedoch lag der Loss-Ratio nahe bei eins. Im selben Zeitraum, in dem das System defizitär war, kam es bei den Versicherungen jedoch zu großen Gewinnen (vgl. Glauber, 2004).

### **Moral Hazard**

Moral Hazard stellt für das amerikanische Risikotransfersystem ein weiteres großes Problem dar und führte zu hohen Prämienraten (vgl. Skees ,2001; Quiggin J., 1993; Goodwin 2000). Durch zu niedrige Selbstbehalte und zu geringe Prämiendifferenzierung konnte dieses nie in den Griff bekommen werden. Anstrengungen, Moral Hazard zu vermindern, konzentrierten sich in den USA weniger auf eine verbesserte Ausgestaltung der Versicherungsverträge, sondern mehr auf das Monitoring der Produzenten (vgl. Glauber, 2004). Der vor einigen Jahren eingeführte Group Risk Plan, als indexbezogenen Versicherungsform der Moral Hazard vermindert, ist derzeit nur in einigen wenigen Bundesstaaten für eine kleine Auswahl an Sorten verfügbar.

Was die Partizipationsrate betrifft, konnte diese nur durch inzwischen sehr hohe Prämiensubventionierungen angehoben werden. Mitgrund für diesen langsamen Anstieg sind neben Antiselektionsproblemen auch staatliche Soforthilfen, die durch die Einführung des FCIP ersetzt werden sollten, aber bis heute nach Katastrophen gewährt werden. Zwischen 1988 und 2000 wurden jährlich über 1 Milliarde USD an Soforthilfe ausbezahlt (Skees, 2001).

Auf Grund dieser Erfahrungen bezeichnen viele Autoren das amerikanische Riskotransfersystem als suboptimal und empfehlen den verstärkten Einsatz von indexbezogenen Versicherungen sowie von Wetterderivaten (vgl. Skees, 2001; Gardner, 2003).

## 3.2 *Kanada*

### 3.2.1 Übersicht über das kanadische Risikotransfersystem

In Kanada gibt es drei verschiedene Programme zur Absicherung von landwirtschaftlichen Ernte- und Einkommenseinbußen: Eine Ernte-Mehrgefahrenversicherung (Crop Insurance Programme), sowie zwei Erlös-Versicherungen, den „Net-Income-Stabilisation-Account“ (NISA) und das „Canadian Farm Income Program“ (CFIP). In den letzten Jahren nehmen Erlösversicherungen im Rahmen des kanadischen Risikotransfersystems einen immer größeren Stellenwert ein.

**Das Crop Insurance Programme (CI)** existiert bereits seit 1939. Es handelt sich um ein freiwilliges System, das landwirtschaftliche Schäden aus Trockenheit, Überschwemmungen, Hagel, Frost, Feuchtigkeit und Insekten absichert (Agriculture and Agri Food Canada, 2005).

Versicherung ist in Form einer Erntegarantie erhältlich, basierend auf der Produktions-geschichte des Landwirtes. Wenn der Ertrag unter ein festgelegtes Niveau fällt, wird der Landwirt entschädigt. Die maximale Entschädigung liegt bei 80%, für risikoarme Produkte bei 90%. Den Deckungsgrad können Landwirte frei wählen (Agriculture and Agri Food Canada, 2005).

Das CI wird sowohl vom Staat als auch den Provinzen getragen, wobei die Provinzen im vom Staat vorgegeben Rahmen, großen Spielraum haben. Die Schadensabwicklung erfolgt über private Versicherungsunternehmen. Staat und Provinzen zahlen je 25% der Prämien und je 50% der administrativen Kosten, insgesamt etwa 200 Millionen Dollar pro Jahr. Die einzelnen Provinzen haben die Möglichkeit sich beim Staat rückversichern zu lassen.

Im Jahre 1999 waren etwa 50% aller Produzenten und 55% aller Äcker in Kanada unter dem Crop Insurance Programm versichert (vgl. EC - DG AGRI, 2001).

#### **Net Income Stabilisation Account (NISA)**

Das Einkommensstabilisierungsprogramm NISA wurde 1991 begründet und hat zum Ziel, Produzenten langfristige Einkommensstabilität zu gewähren. Produzenten übertragen jährlich bis zu 3% ihres Einkommens auf ein NISA Konto, das mittels staatlicher Gelder ergänzt wird. In schwächeren Einkommensjahren (unterhalb einer

festgelegten Schwelle) können die Produzenten aus ihrem Konto Ausgleichszahlungen beziehen. NISA ist in allen 10 kanadischen Provinzen erhältlich. Jeder Produzent, der eine Einkommenssteuer abgibt, kann an dem Programm teilnehmen. Im Jahre 1999 nahmen 60% der Produzenten am NISA Programm teil (vgl. Agriculture and Agri Food Canada, 2001, EC - DG AGRI, 2001).

### **Canadian Farm Income Program (CFIP)**

Das CFIP baut auf dem 1998 eingeführten AIDA-Programm auf. Es ist eine vom Staat und den Provinzen gemeinsam getragene Initiative, welche Landwirte, die nach unvorhersehbaren Naturereignissen besonders große Einkommenseinbußen erleiden, absichert. 60% der Kosten des Programms übernimmt der Staat, 40% die Provinzen (Agriculture and Agri Food Canada, 2000). Der staatliche Anteil ist auf 175.000 kan. Dollar begrenzt. Landwirte erhalten Zahlungen aus dem CFIP-Programm, unabhängig, ob sie am CI- oder NISA-Programm teilnehmen.

Das CFIP Programm basiert auf dem "whole-farm approach", das Einkommen des gesamten Betriebes wird versichert, alle Erzeugnisse sind dabei gedeckt. Wenn der Ertrag einer Sorte in einem Jahr geringer als im Schnitt ist, kann er durch einen höheren Ertrag einer anderen Sorte ausgeglichen werden. Eine Auszahlung erfolgt, wenn das Einkommen des Betriebes unter 70% des Drei-Jahres Schnittes fällt. Dadurch entstehen für die Produzenten positive Produktionsanreize, da sie Interesse haben eine Verschlechterung ihres Referenzeinkommens bei zukünftigen Katastrophen zu vermeiden. Zur Bestimmung des relevanten Einkommens werden die Steuererklärungen des Betriebes herangezogen.

### **3.2.2 Lessons Learned**

Das kanadische Crop Insurance Programm ist mit denselben Problemen konfrontiert, wie Mehrgefahrenversicherungssysteme in anderen Ländern: Adverse Selection und Moral Hazard. Die Partizipationsrate liegt mit 50% im Mittelfeld. Die Gewährung von staatlichen Ad -hoc Hilfen hat einer Erhöhung der Versicherungsrate entgegengewirkt.

Im Folgenden soll kurz auf die Erfahrungen mit den kanadischen Einkommensversicherungsprogrammen eingegangen werden, da sie das kanadische Risikotransfersystem immer stärker bestimmen.

Das Einkommensstabilisierungsprogramm NISA konnte eine sehr hohe Partizipationsrate von 60% erreichen. In der Katastrophenperiode 1998-1999 musste man aber feststellen, dass nur sehr wenige Produzenten von ihrem NISA-Konto Geld abhoben und stattdessen auf staatliche Hilfszahlungen vertrauten. NISA konnte seiner Aufgabe als einkommensstabilisierendes Instrument daher nur bedingt wahrnehmen.

Das CFIP Programm – eigentlich sein Vorläufer AIDA - wurde als Reaktion auf die landwirtschaftliche Einkommenskrise nach Kürzungen der Agrarsubventionen Mitte der neunziger Jahre eingeführt. Es ist Teil eines Paradigmenwechsels in der kanadischen Agrarpolitik hin zu verstärkter Einkommensstützung. Erfahrungen mit diesem Programm haben gezeigt, dass der Verwaltungsaufwand sehr hoch ist, der auch durch die umfassende Aufzeichnung des individuellen betrieblichen Einkommens bedingt ist.

Die Ausgaben für das kanadische Risikotransfersystem sind in den letzten Jahren stark angestiegen, im Jahre 2003 betragen sie fast zwei Milliarden kan. Dollar (Agriculture and Agri Food Canada). Kritiker argumentieren, dass die Einkommensstabilisierungsprogramme verstärkt dazu dienen, die kanadische Landwirtschaft zu subventionieren.

### **3.3 Spanien**

#### **2.3.1 Überblick über das spanische Risikotransfersystem**

Das derzeitige spanische Risikotransfersystem wurde 1978 eingerichtet und beruht auf einer Public-Private-Partnership. Bis dahin wurden nur versicherbare Risiken von privaten Versicherungen übernommen. Nicht versicherbare Schäden wurden vom Staat kompensiert. Das spanische Risikotransfersystem übernimmt nun alle für den Produzenten nicht kontrollierbaren landwirtschaftlichen Risiken, wobei die Policen staatlich subventioniert werden. Die Teilnahme an dem System ist freiwillig. Das spanische System bietet drei verschiedene Typen von Policen an: Policen, die nur ein Risiko absichern, Policen, die mehrere Risiken decken und Policen, die alle landwirtschaftlichen Risiken versichern. Die meisten Policen sind vom Mehrgefahrentyp, wobei auch nicht-klimabedingte Gefahren, wie Feuer, enthalten sind.

Das Versicherungssystem basiert auf einer Ertragsversicherung, seit 2000 kann jedoch für einige Sorten auch eine Kombination aus Ertrags- und Erlösversicherung erworben werden (vgl. Burgaz, 2000). Policen können sowohl von einzelnen Produzenten als auch von Gruppen von Produzenten abgeschlossen werden (vgl. EC - DG AGRI, 2001)

Die Prämien des spanischen Systems werden für alle Risiken zu 55% subventioniert, wobei der Staat zwischen 40% und 45% der Zuschüsse zahlt, der Rest wird von den Regional-regierungen aufgebracht.

Administriert wird das System von der Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA), in der alle Interessensgruppen des spanische Risikotransfersystems vertreten sind. Von der ENESA wird u. a. das Ausmaß der Prämien subvention festgelegt. Die sechzig privaten Versicherungen sind in einem Mitversicherungspool zusammengeschlossen, der vom spanischen Verband für Argarversicherer, dem Agroseguro, verwaltet wird.

Im Rahmen des Pools teilen die Versicherungsunternehmen das unterzeichnete Risiko mit allen Mitgliedern abhängig von ihrer Partizipationsrate. Agroseguro übernimmt im Auftrag seiner Mitglieder die operativen Aufgaben des spanischen Risikotransfersystems, wie die Festlegung der Prämien und die Schadensabwicklung (vgl. Defra, 2001). Die von Agroseguro festgelegten Prämien sind sowohl regional als auch nach Risikoexposition differenziert. Die Selbstbehalte betragen je nach Gefahrentyp zwischen 10% und 30%. Der Vertrieb der Versicherungspolicen erfolgt über die Mitglieder des Pools.

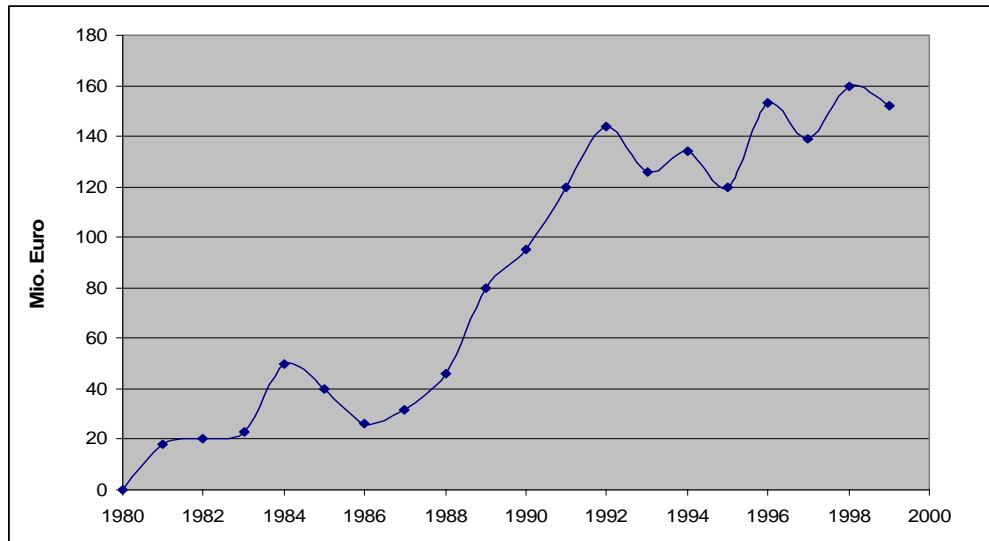
Als Rückversicherer fungiert der staatliche Consorcio de Compensacion de Seguros (CCS).

Der Consorcio ist ein unabhängiges öffentlich-rechtliches Unternehmen, das dem Wirtschafts- und Finanzministerium unterstellt ist. Rückversicherung beim CCS ist obligatorisch (vgl. EC - DG AGRI, 2001).

### **3.3.1 Lessons Learned**

Als positiv zu bewerten ist das von der ENESA gut koordinierte Zusammenspiel aller Stakeholder, verbunden mit einer ständigen Weiterentwicklung des Systems. Ein weiteres positives Element des spanischen Risikotransfersystems sind risikogerechten Prämien, die zu einer Verringerung des Moral Hazard Problems beitragen.

Eines der größten Defizite ist die immer noch relativ geringe Partizipationsrate trotz ständiger Erhöhung der Subventionen. Im Jahr 2000 nahmen nur etwa 42% der spanischen Produzenten am Versicherungssystem teil (vgl. Wenner et al., 2003). Der Anteil der staatlichen Subventionen an den Prämien beläuft sich derzeit auf etwa 41%, bei neuen Mehrgefahrenpolicen sogar auf 45%.



**Abbildung 14: Staatliche Subventionen für das spanische Risikotransfersystem**

Abbildung 14 zeigt die immer stärkere Subventionierung der landwirtschaftlichen Versicherungsprämien in Spanien in den letzten 20 Jahren (Quelle: Agroseguro, 1999).

Ein weiteres Problem besteht darin, dass das spanische System noch immer nicht aktuarisch ausgeglichen ist: Die Schadenauszahlungen sind immer noch deutlich größer als die eingenommenen Prämien, im Jahre 1999 betrug der Loss-Ratio 139% (vgl. EC - DG AGRI, 2001).

Insgesamt wird das System von den meisten Autoren als positiv eingeschätzt. Eines der Hauptziele, den Staat vor unkontrollierten Budgetbelastungen zu schützen, wurde erreicht, Schadenskompensationen an Nichtversicherte werden seit Beginn des Systems weitgehend vermieden (vgl. Wenner et al., 2003).

### **3.4 Überblick über Risikotransfersysteme verschiedener EU-Länder**

In der EU werden bereits in mehreren Ländern Versicherungssysteme angeboten, die einen erweiterten Deckungsumfang über das Hagelrisiko hinaus einschließen. Dazu gehören neben Österreich auch Spanien, Portugal, Griechenland und Italien. Im Rahmen einer Public-Private-Partnership subventioniert der Staat in diesen Ländern die Prämien mit einem Anteil zwischen 20 und 80%. In den meisten anderen EU-Ländern erfolgt die Schadenskompensation nach Trockenereignissen hauptsächlich durch staatliche Soforthilfen. In manchen dieser Länder, wie in den Niederlanden oder Deutschland, wird auf Grund der hohen Schäden der vergangenen Jahre die Einführung einer Mehrgefahrenversicherung überlegt.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für staatliche Beitragszuschüsse zu Mehrgefahrenversicherungen in der EU bietet der Artikel 87 Abs. 2b bzw. 3b EG-Vertrag (Vereinigte Hagel, 2004). Danach können seitens des Staates für Naturkatastrophen wie Erdbeben, Lawinen, Erdbeben und Überschwemmungen Zuschüsse bis zu 80%, für widrige Witterungsverhältnisse wie Frost, Hagel, Eis, Regen, Dürre sowie auch Pflanzenkrankheiten und Tierseuchen Zuschüsse bis zu 50% des Versicherungsbeitrages gewährt werden (Vereinigte Hagel, 2004).

Die Subventionierung von Mehrgefahrenversicherungen ist WTO-konform. Im Rahmen der Uruguay-Runde, die 1994 abgeschlossen wurde, haben die Staaten der WTO landwirtschaftliche Versicherungen als Instrument der Risikovorsorge ausdrücklich erwähnt und staatliche Beihilfen in diesem Bereich für „Green-Box-fähig“ angesehen.

#### **3.4.1 Luxemburg**

In Luxemburg wird seit November 2003 eine Mehrgefahrenversicherung mit staatlichen Prämienzuschüssen von bis zu 50% angeboten. Versichert werden können dabei die Ackerkulturen Getreide, Raps, Mais, Kartoffeln und Rüben. Gedeckt werden sieben Risiken: Hagel, starker Regen, Frost, Staunässe, Trockenheit, Auswinterung und Auswuchs. 50% der Versicherungsprämie trägt der Staat, im Budget 2004 sind dafür 252.000 Euro vorgesehen. Derzeit ist jedoch nur etwa ein Zehntel der Ackerfläche derart versichert (vgl. Vereinigte Hagel, 2004).

### 3.4.2 Italien

In Italien gibt es zwei Instrumente, die bei Trockenereignissen finanzielle Hilfe bieten: Die mit staatlichen Zuschüssen gestützte Hagel- und Zusatzversicherung und die direkte staatliche Soforthilfe für Regionen und Sorten, für die keine Versicherung erhältlich ist.

Beide Instrumente werden aus dem nationalen Solidaritätsfonds für die Landwirtschaft finanziert, wobei etwa 60% in die Ad-hoc Hilfe und 40% in die Subventionierung der Hagel- und Zusatzversicherung fließen. Betreffend die staatlich gestützte Zusatzversicherung wird nur eine kleine Bandbreite von Naturgefahren versichert (Frost und Trockenheit sind inkludiert). Die staatliche Prämiensubventionierung beträgt bis zu 50%. Das italienische System ist derzeit unter Reform (vgl. Defra, 2001).

### 3.4.3 Frankreich

In Frankreich werden Hagel- oder Zusatzversicherungen nicht vom Staat subventioniert.

Schäden aus außergewöhnlichen Trockenereignissen werden in Frankreich jedoch im Rahmen des Cat. Nat. Systems abgesichert. Das Cat. Nat ist ein gemischtes System, das sowohl die Privatversicherer als auch den Staat miteinbezieht (vgl. Kerjan, 2001).

Zu den vom Cat. Nat System versicherten, als so genannten „Catastrophes Naturelles“ bezeichneten Ereignissen, zählen Dürren, Erdbeben, Überschwemmungen, Lawinen, Flutwellen und Erdrutsche. Ausgehend davon, dass eine Versicherungspflicht für Schäden aus Feuer bzw. sonstigen Schäden an Eigentum, Schäden an Kraftfahrzeugen und Gewinnausfällen bereits existierte, wurden diese Versicherungsverträge nun automatisch um eine Versicherung gegen Naturkatastrophen erweitert. In Einklang mit dem Nationalen Solidaritätsprinzip zahlt jeder Bürger oder Firma dieselbe zusätzliche Prämie, unabhängig von der Risiko-Exposition. Die Prämie wird mittels Verordnung durch das Finanzministerium festgelegt und ist ein Prozentsatz der Sachversicherungsprämie.

Die Versicherer sind in diesem System verpflichtet, Versicherung gegen Naturkatastrophen anzubieten, können sich aber bei der staatlichen Rückversicherungsanstalt „Caisse Centrale des Reassurance“ (CCR) rückversichern lassen. Die CCR wird durch eine unbegrenzte Staatsgarantie unterstützt. Die CCR

bietet den Erstversicherungen einerseits eine proportionale Quoten-Rückversicherung und andererseits eine Stopp-Loss-Rückversicherung an, wobei die Stopp-Loss-Rückversicherung nur bei gleichzeitiger Quoten-Rückversicherung möglich ist.

Eine detaillierte Darstellung des Cat. Nat. Systems findet sich in Prettenthaler et al., (2004), Nationale Risikotransfersysteme im Vergleich.

#### **3.4.4 Griechenland**

In Griechenland existiert seit 1988 eine Pflichtversicherung getragen von einem staatlichen Versicherungsträger. Sie deckt neben Hagel- auch Sturm-, Dürre-, Frost- und Überschwemmungsschäden an landwirtschaftlichen Kulturen. Der Staat beteiligt sich im Regelfall mit einem Anteil von 50% am Prämienaufkommen. Risiken, die nicht von der staatlichen Versicherung gedeckt sind, werden zeitweise von privaten Versicherungen übernommen (vgl. Vereinigte Hagel, 2004).

#### **3.4.5 Deutschland**

In Deutschland werden landwirtschaftliche Schäden wie Hagel oder Frost von privaten Versicherungsunternehmen gedeckt, staatliche Prämiensubventionierungen gibt es keine. Ein Rückblick auf die Periode 1991 bis 2003 zeigt, dass Extreme wie Auswinterung, Spätfrost, Hagel, Trockenheit, Starkregen und Hochwasser einen Gesamtschaden von 6,45 Mrd. € an landwirtschaftlichen Kulturen verursacht haben. Durchschnittlich resultiert daraus eine Schadensumme von 496 Mio. € pro Jahr; nur 105 Mio. € oder ein Fünftel davon ist durch Hagelpdicken gedeckt (Vereinigte Hagel, 2004). Der Großteil der landwirtschaftlichen Schadenskompensation erfolgt durch staatliche Soforthilfe.

Um die negativen Effekte staatlicher Soforthilfe zu vermeiden, wurde seitens der deutschen Versicherungswirtschaft in Zusammenarbeit mit dem landwirtschaftlichen Berufsstand im Jahr 2001 ein Konzept für eine Mehrgefahrenversicherung entwickelt. Gemäß dem mit inzwischen allen Hagelversicherern Deutschlands abgestimmten Entwurf zählen zu den versicherbaren Gefahren Hagel, Auswinterung, Frost, Sturm, Starkniederschlag und Trockenheit. Zu den Kulturen, für die eine Haftung im Rahmen einer Mehrgefahrenversicherung übernommen werden könnte, zählen Getreide, Mais, Zucker- und Futterrüben, Öl- und Hülsenfrüchte, Kartoffeln und Wein. Prinzipiell gilt, dass von einer Fruchtart stets der gesamte Anbau des Betriebes versichert werden muss. Dadurch soll vermieden werden, dass Landwirte

nicht nur die besonders gefährdeten Standorte (z. B. Grenzertragsböden) gegen die oben genannten Gefahren versichern (vgl. Vereinigte Hagel, 2004).

Bislang wurde für die Implementierung einer Mehrgefahrenversicherung in Deutschland jedoch noch kein politischer Konsens gefunden.

### **3.5 Stärken und Schwächen verschiedener bestehender Systeme**

Im Folgenden wird auf Basis internationaler Erfahrungen auf die Stärken und Schwächen verschiedener Formen des Risikotransfers von Trockenheit eingegangen. Diskutiert werden dabei Mehrgefahrenversicherungssysteme, Erlösversicherungen und indexbezogene Versicherungen.

#### **3.5.1 Mehrgefahrenversicherungen**

Mehrgefahrenversicherungssysteme wurden in mehreren Ländern als Ersatz für staatliche Soforthilfen eingerichtet. Damit werden nicht nur staatliche Budgets im Katastrophenfall geschont, sondern es können auch durch den ex-ante Risikotransfer Anreize zur Risikoreduktion gesetzt werden. Antiselektionsprobleme, die bei der Versicherung einzelner Risiken oft auftreten, werden in Mehrgefahrenversicherungssystemen durch die Bündelung verschiedener Gefahren vermindert. Da Mehrgefahrenversicherungssysteme von privaten Versicherungen nicht versicherbare Risiken inkludieren, sind sie nur mit staatlichen Prämien-subventionierungen umsetzbar.

Die größten Problemfelder dieser Systeme sind niedrige Partizipationsraten, das Zusammenspiel zwischen Staat und Versicherungen und Moral Hazard. Sie sollen im Folgenden kurz erläutert werden:

##### **Partizipationsraten**

Sowohl das amerikanische als auch das spanische Risikotransfersystem waren lange Zeit von niedrigen Partizipationsraten gekennzeichnet. In den USA waren sehr hohen Prämien-subventionen nötig, um auch Produzenten, in weniger gefährdeten Regionen zur Teilnahme zu bewegen. Die Tatsache, dass verschiedene Staaten, wie die USA aber auch Kanada neben existierenden Versicherungssystemen weiter

staatliche Soforthilfen ausbezahlt, führte zu nur langsam steigenden Versicherungsraten.

Land	Prämienzuschüsse
USA	Bis zu 100%
Kanada	50%
Spanien	45%
Portugal	Bis zu 85%
Österreich	45%
Italien	50%
Griechenland	50%

**Abbildung 15: Staatliche Prämienzuschüsse für Mehrgefahrenversicherungen**

Abbildung 15 verdeutlicht die in manchen Ländern, wie den USA oder Portugal, sehr hohen Prämiensubventionierungen.

### **Moral Hazard**

Alle untersuchten Mehrgefahrenversicherungssysteme haben mehr oder weniger starke Probleme mit Moral Hazard. Daher ist auch anzunehmen, dass das österreichische System davon betroffen ist. Moral Hazard entsteht aus der Informationsasymetrie zwischen Versicherer und Versichertem. In der Landwirtschaft neigt der Produzent, wenn er versichert ist, mehr Risiko in Kauf zu nehmen und sein Anbauverhalten zu ändern. Tendenziell wählt er dann risikoreicherer Sorten bzw. setzt weniger Düngemittel ein.

Moral Hazard Phänomene sind vor allem im amerikanischen Risikotransfersystem ein großes Problem. Durch Moral Hazard bedingte höhere Schäden führten langfristig zu einer Erhöhung der Versicherungsprämien (Glauber, 2004). Der amerikanische Ansatz zu Reduktion von Moral Hazard, dem Monitoring der Produzenten in Hinblick auf die Umsetzung der vereinbarten Risikoreduktionsmaßnahmen, war nur mäßig erfolgreich.

In Spanien konnte man durch entsprechende Gestaltung der Versicherungsverträge, mit risikodifferenzierten Prämien und Selbstbehalten, das Moral Hazard Problem reduzieren.

### **Zusammenspiel zwischen Staat und Versicherungen**

Die bisherigen Erfahrungen mit Versicherungssystemen, die auf einer Public-Private-Partnership beruhen, zeigen, dass es vor allem dort Probleme gibt, wo sich Staat und Versicherungen das Risiko innerhalb einer Bandbreite teilen. Versicherer neigen innerhalb dieser Bandbreite dazu, schlechte Risiken verstärkt dem Staat zu übertragen. In Frankreich konnte dieses Problem erst gelöst werden, nachdem der an den staatlichen Rückversicherer abzutretende Teil der Prämien mit einer fixen Quote festgelegt wurde. In den USA brauchte das FCIP durch diese Antiselektionsphänomene sehr lange, um aktuarisch ausgeglichen zu werden. Im Gegensatz zum FCIP absorbiert der Staat im National Flood Insurance Programme alle eingenommenen Prämien.

Ein weiteres Problem im Rahmen von Public-Private-Partnerships ist die Auslagerung der Schadensregulierung an private Versicherer. Es kommt dadurch tendenziell zu einer Überbewertung der entstandenen Schäden. Auch die Kompensation der Versicherungen für ihre administrativen und operationellen Tätigkeiten führte, wie beispielsweise in den USA, zu Ineffizienzen des Systems. Zwischen 1985 und 1995 nahmen die Versicherungen im Rahmen des amerikanischen CAT Programms fast doppelt so viel ein, wie die geschädigten Landwirte als Kompensationszahlungen erhielten (OIG, 1999).

### **3.5.2 Einkommensversicherungen**

Nach der Liberalisierung der weltweiten Agrarmärkte seit dem Abschluss der WTO/Uruguay Runde im Jahr 1999 und der damit verbundenen erhöhten Preisvariabilität haben vor allem Kanada und die USA den Schwerpunkt ihrer landwirtschaftlichen Versicherungssysteme immer stärker auf Einkommensversicherungen gelegt. Neben der Absicherung der erhöhten Preisvariabilität steht hinter den Einkommensversicherungen auch der Gedanke, dass es eine effizientere Ressourcenallokation ist, Steuergelder in subventionierte Einkommensversicherungsprämien zu zahlen, als die Produzenten direkt zu subventionieren.

Zuerst wurden Versicherungsprodukte implementiert, die den Erlös eines einzelnen Produktes absichern, in den letzten Jahren verstärkt solche, die das Einkommen des ganzen Betriebes decken (vgl. Bileza et al 2004). Ertragsausfälle einer Sorte können

dabei durch einen höheren Ertrag einer anderen Sorte ausgeglichen werden. Erst das Absinken des Erlöses des gesamten Betriebes unter eine festgelegte Schwelle führt zu Entschädigungszahlungen. Empirische Ergebnisse (z.B. Hennessy et al. 1997) zeigen, dass dieser Ansatz zu einer stärkeren Risikoreduktion führt als die Versicherung des Erlöses oder des Ertrages eines einzelnen Produktes.

In Australien wurde 1999 das „Farm Management Deposits Scheme“ eingerichtet, um Einkommensschwankungen auszugleichen. Das Programm sieht vor, dass Produzenten noch nicht versteuertes Einkommen auf ein spezielles Konto übertragen, um es in schwächeren Einkommensjahren zur Verfügung zu haben.

Auch innerhalb der EU, beispielsweise in Spanien, wird die Implementierung von Erlösversicherungen untersucht und diskutiert (vgl. Bileza et al. 2004). In Großbritannien wird ein derartiges Produkt von einem privaten Unternehmen bereits angeboten (Defra, 2001).

Vergleicht man die Erlösversicherung mit traditionellen Ertragsversicherungen, muss festgehalten werden, dass sie genauso an Moral Hazard leiden (pers. Auskunft Turvey C., 2005).

Betreffend Antiselektion ist diese im Vergleich zu Ertragsversicherungen vermindert, da die Zahlungen von Ertrags- und Preisrisiken abhängen und letztere außerhalb der Kontrolle des Produzenten liegen und alle Produzenten gleich treffen.

Aus bisherigen Erfahrungen mit Erlösversicherungen kann der Schluss gezogen werden, dass sie auf Grund der umfassenden Aufzeichnungen der individuellen Einkommen einen hohen Verwaltungsaufwand erfordern (vgl. Meuwissen et al. 1999).

All diese Erfahrungen zeigen, dass es zur Reduzierung der betrieblichen Einkommensschwankungen auf Grund des Moral Hazard Problems sinnvoller ist indexbezogenen Versicherungsformen zu implementieren, was im Folgenden erläutert werden soll.

### **3.5.3 Indexbezogene Versicherungen**

Indexbezogene Versicherungen können auf Basis des Regionalertrages („Area-Yield“- Versicherungen) oder eines Wetterindexes ausgestaltet werden („Wetterindexversicherungen“).

Bei Versicherungen auf Basis des Regionalertrages erfolgt die Absicherung gegenüber dem Durchschnittsertrag einer Region. Eine Zahlung erfolgt, wenn der beobachtete Ertrag der Region unter einen vordefinierten Wert fällt. Solche Systeme gibt es bereits in den USA mit dem Group Risk Plan bzw. dem Group Risk Income Plan, wobei die Verbreitung dieser Programme noch relativ gering ist. Im Jahre 2003 waren etwa 6,3% der versicherbaren Fläche in den USA unter diesen Programmen versichert (Barnett, 2004). In Schweden, in der kanadischen Provinz Quebec und in Indien gibt es auch schon die ersten Programme mit dieser Form der Ernteversicherung.

Versicherungen, die auf einem Wetterindex beruhen, wurden u.a. schon erfolgreich in Kanada implementiert („Forage Rainfall Insurance Program“).

Indexbezogene Versicherungen benötigen keine Daten der individuellen betrieblichen Erträge, sondern nur die historischen Werte des Regionalertrages oder des Wetterindexes. Historische Werte des Regionalertrages sind generell für viel längere Zeitperioden erhältlich als individuelle Ertragsdaten. Sie sind leichter zugänglich, transparent und verifizierbar (Barnett, 2004).

Im Group Risk Plan beispielsweise, werden regionale Ertragsdaten eines Zeitraumes von 45 Jahren herangezogen, im Gegensatz zu den vier bis zehn Jahren der konventionellen Ernteversicherung im Rahmen des FCIP. Eine so große Datenreihe verringert die Wahrscheinlichkeit den tatsächlich Wert über- oder unterzuschätzen.

Typische Probleme konventioneller Ertragsversicherungen, aber auch Erlösversicherungen, wie Moral Hazard, werden bei diesen Versicherungsformen verringert, da es weniger Informationsasymmetrien gibt (vgl. Miranda, 2003). Auf den Index, auf dem der Versicherungsvertrag basiert, hat der Versicherungsnehmer keinen Einfluss. Der Versicherungsnehmer hat auch keinen Informationsvorsprung gegenüber dem Versicherer in Bezug auf die potentielle Realisation des Indexes (vgl. Barnett, 2004).

Ein weiterer Vorteil indexbezogener Versicherungen sind die geringeren Kosten als bei herkömmlichen Versicherungssystemen, da keine individuelle Schadensfeststellung mehr erfolgt (vgl. Wenner et al., 2003). Nachteil dieses Systems ist, dass ein einzelner Produzent einen Schaden erleiden kann, der nicht kompensiert wird, wenn die Korrelation zwischen dem Ertrag und dem Index gering ist. Daher bildet die Versicherung des Regionalertrags nur dann eine attraktive Alternative, wenn es eine hohe Korrelation zwischen Ertrag und dem Index gibt (vgl. Berg, 2003).

## 4 Wetterderivate – Ein alternatives Instrument des Risikomanagements

Nachdem in den Kapiteln 2 und 3 eine Analyse der nationalen und internationalen Risikotransfersysteme erfolgte, sollen in einem weiteren Schritt alternative Methoden des Risikotransfers untersucht werden. In diesem Kapitel werden Wetterderivate näher beleuchtet werden, welche das Potenzial haben Wetterrisiken abzusichern, die bisher durch Versicherungen nicht abdeckbar waren.

### 4.1 Einleitung

*Etwa vier Fünftel der weltweiten Wirtschaftstätigkeit werden direkt oder indirekt von Wettervariabilitäten beeinflusst.<sup>3</sup> Eine stets direkt betroffene sehr wettersensible Branche ist die Landwirtschaft. Bis vor wenigen Jahren gab es noch keine geeigneten Finanzinstrumente, um dieser Herausforderung von unvorhersehbaren Wetterschwankungen zu begegnen. Ende der 90er Jahre wurden in den USA jedoch erstmals Wetterderivate eingeführt, die sich mittlerweile vor allem am nordamerikanischen Finanzmarkt als eines der innovativsten Finanzinstrumente etabliert haben, da sie es Unternehmen ermöglichen, sich gegen wetterbedingte Umsatzschwankungen abzusichern. Finanzderivate stellen für Unternehmen schon lange ein Instrumentarium zur Absicherung von Zins- und Währungsrisiken dar.*

Wetterderivate basieren prinzipiell auf denselben Grundlagen, ergänzen diese Absicherungsmöglichkeiten nun aber, indem sie Volumens- oder Absatzrisiken, die aus ungünstigen Wetterbedingungen resultieren, kompensieren. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Finanzderivaten leiten Wetterderivate ihren Payoff aus der Entwicklung von Wetterparametern wie z.B. Temperatur, Niederschlagsmengen (Regen, Schnee) oder Windgeschwindigkeit ab (Berg et al. 2004, S.2). Für private und institutionelle Anleger, welche als Käufer von Wetterrisiken auftreten, bietet der Wettermarkt ebenfalls Chancen, da Wetterderivate einen wertvollen Beitrag zur Portfoliodiversifikation leisten können.

Wetterderivate gewinnen somit als alternatives Instrument zur wirtschaftlichen Bewältigung von wetterbedingten Schadenbelastungen zunehmend an Bedeutung.

---

<sup>3</sup> Vgl. [www.dbresearch.de](http://www.dbresearch.de), Stand vom 14.12.2005.

Auch in Europa besteht ein erhebliches Nutzungspotenzial für dieses neue Hedgingprodukt. Um die europäische Markterschließung voranzutreiben, müssen jedoch noch einige Steine aus dem Weg geräumt werden.

## **4.2 Historische Marktentwicklung**

Bis 1997 konnten sich Unternehmen gegen Wetterrisiken nur durch klassische Versicherungskontrakte absichern, insofern das Wetterrisiko überhaupt versicherbar war. Mitte 1997 entstand in den USA der Markt für Wetterderivate infolge der Liberalisierung des Energiesektors. Die erste bekannt gewordene Transaktion wurde im September 1997 in den USA zwischen zwei Energieversorgern abgewickelt.<sup>4</sup> Ziel des Derivates war es, durch Temperaturschwankungen induzierte Veränderungen in den Stromabsatzmengen der beiden Energieversorger während der Wintermonate monetär auszugleichen. Darüber hinaus erfolgte 1997 eine generelle Sensibilisierung der Industrie für Wetterrisiken aufgrund der Schäden, die zahlreicher Unternehmen verschiedenster Branchen durch das Wetterphänomen El Nino entstanden (Müller und Grandi 1999, Seite 5.).

In Europa wurden Wetterderivate erstmals 1998 auf dem französischen Markt eingesetzt, als der Energieversorger SOCCRAM sich gegen einen zu warmen Winter absicherte (Müller und Grandi 1999, S.27). In Deutschland hat der erste Wetterkontrakt das Oktoberfest 2000 gegen schlechtes Wetter gehedgt und im März 2000 kam die erste Transaktion unter Beteiligung eines deutschen Energieversorgers zustande (Berg et al. 2004, S.7). Insbesondere von 2000 auf 2001 erlebte der europäische Markt für Wetterderivate ein explosionsartiges Wachstum. Das kontraktierte Volumen stieg um das elffache (Deutsche Bank 2001, S.6). Damit war es jedoch immer noch lediglich halb so groß wie der absolute Zuwachs des Volumens auf dem nordamerikanischen Markt desselben Jahres, der 1,2 Mrd. US\$ betrug (Deutsche Bank 2001, S.6).

Am 22. September 1999 begann an der Chicago Mercantile Exchange (CME) der Börsenhandel mit Wetterderivaten, am 10. Dezember 2001 eröffnete die LIFFE als erster europäischer Handelsplatz (Berg et al. 2004, S.7).

---

<sup>4</sup> Vgl. [www.finanstrainer.com/wetterderivate/forum/eurex\\_wetterderivate.html](http://www.finanstrainer.com/wetterderivate/forum/eurex_wetterderivate.html), Stand vom 13.12.2005.

Im Rahmen einer Studie, die der Weltverband Weather Risk Management Association (WRMA) in Zusammenarbeit mit der Unternehmensberatung PricewaterhouseCoopers durchgeführt hat, zeigte sich, dass der Markt für Wetterderivate seit 1997 rasant expandiert ist. Gemäß den Ergebnissen der Studie wurden zwischen April 2004 und März 2005 weltweit Absicherungsgeschäfte gegen Wetterrisiken im Wert von 8,4 Mrd. US\$ abgeschlossen. Damit verdoppelte sich fast das Geschäftsvolumen mit Wetterderivaten im Vergleich zum Vorjahreszeitraum mit 4,6 Mrd. US\$ (Stell 2005, S.24). Die relevanten Impulse für die weltweite Marktentwicklung von Wetterkontrakten kamen und kommen immer noch von den Energieversorgungsunternehmen, die mittlerweile jedoch nur noch knapp die Hälfte aller Transaktionen ausmachen. Landwirtschaft und Bauindustrie stellen nun die beiden weiteren umsatzstarken Bereiche für Wetterderivate dar. Der Anteil der gesamten Geschäfte mit Wetterderivaten, die in Europa abgeschlossen werden, liegt bei 30 %. Insgesamt erreichte der weltweite Markt mit Wetterderivaten in einer Wachstumsperiode von nur sieben Jahren ein Gesamtvolumen von 20 Mrd. US\$ (Esser 2004).

Mit der fortschreitenden Liberalisierung der europäischen Energiewirtschaft kann auch für Europa eine ähnlich dynamische Entwicklung wie in den USA erwartet werden. Das Potenzial des europäischen Wettermarktes ist derzeit bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Die Voraussetzung für die Erhöhung des Volumens an Wettertransaktionen ist, dass eine verstärkte Sensibilisierung für diesen Bereich stattfindet. D.h. die Bedeutung des Wetters für den Unternehmenserfolg muss stärker ins Bewusstsein rücken. Daneben herrschen weitere Barrieren, wie insbesondere die Verfügbarkeit von Wetterdaten und die damit verbundenen Kosten, die der Entwicklung des Marktes innerhalb Europas bisher Grenzen gesetzt haben (Müller und Grandi 1999, S.28). Weitere Hindernisse werden im Laufe des Kapitels herausgearbeitet und abschließend in einem eigenständigen Abschnitt noch einmal zusammengefasst.

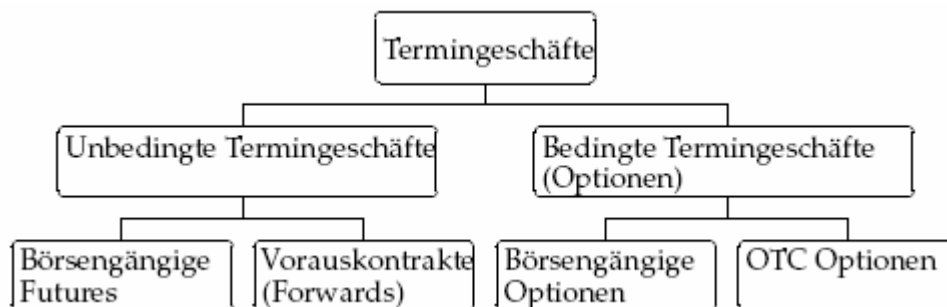
### **4.3 Hedging durch Termingeschäfte**

Der Ausdruck Derivat (oder Derivat) bedeutet Ableitung. Übertragen auf die Finanzwirtschaft, bezeichnet man damit zusammenfassend Finanzinstrumente, deren Basiswert sich aus anderen zugrundeliegenden Variablen ableitet (Hüll 2001, S.1). Die finanzpolitischen Motive für den vielseitigen Einsatz von Derivaten sind Arbitrage, Spekulation und Risikoabsicherung (Zweifel und Eisen 2003, S. 146). In dieser Arbeit wird ausschließlich das zuletzt genannte Motiv untersucht.

Generell zählen Derivate zu den Termingeschäften, die dadurch charakterisiert sind, dass sie erst zu einem späteren Zeitpunkt, aber zu den am Tag des Vertragsabschlusses fixierten Bedingungen (Lieferung, Zahlung) erfüllt werden. Unterschieden wird zwischen unbedingten und bedingten Termingeschäften (siehe Abbildung 16).

Unbedingte Termingeschäfte begründen für beide Vertragspartner eine definitive Pflicht, das Geschäft zu erfüllen, also den Gegenstand zu den festgelegten Bedingungen bezüglich Preis und Fälligkeit zu liefern bzw. abzunehmen. Futures und Swaps sind Beispiele hierfür. Das dabei resultierende spiegelbildliche Gewinn- oder Verlustrisiko wird als symmetrisch bezeichnet.

Bedingte Termingeschäfte räumen hingegen einer Partei das Recht ein, das Geschäft eventuell nicht zu erfüllen, wobei der einseitig Berechtigte als Ausgleich für die unterschiedliche Risikoverteilung eine Prämie zu entrichten hat. Zu dieser Gruppe gehören insbesondere Optionsgeschäfte wie z.B. Collars, Caps und Floors, die sich durch ein asymmetrisches Risikoprofil auszeichnen (Berg et al. 2004,5.3).



**Abbildung 16: : Systematik der Termingeschäfte. Die Darstellung folgt Berg et al. 2004, S.24**

Dieses breite Spektrum derivativer Finanzinstrumente umfasst standardisierte Kontrakte, die ausschließlich an der Börse gehandelt werden und individuell gestaltbare Kontrakte, deren Handel außerhalb der Börse auf dem so genannten Freiverkehrsmarkt (OTC - „Over-the-Counter“) stattfindet (Hüll 2001, S.1). Während die Gestaltung börsegehandelter Kontrakte außerhalb des Einflussbereiches von Käufer und Verkäufer steht, können Eigenschaften von OTC-Geschäften sehr wohl an spezifische Interessen der Kontraktpartner angepasst werden. Gemäß dieser Definition differenziert man in der Kategorie der unbedingten Termingeschäfte zwischen Futures, wenn sie an der Börse gehandelt werden, und Forwards, wenn sie Over-the-Counter abgewickelt werden (siehe Abbildung 16).

Da Wetterderivate hauptsächlich in Form von Optionen am OTC Markt gehandelt werden, wird dieser Art des bedingten Termingeschäftes der Abschnitt 4.5.1 gewidmet.

#### 4.4 Grundstrukturen von Wetterderivaten

Rund drei Viertel aller Wetterderivate werden in Form von Optionen gehandelt, etwa ein Viertel sind Swaps und einige wenige Transaktionen beziehen sich auf die komplexeren Optionskombinationen wie Collars, Straddles, Strangles und andere. Alle genannten Arten von Wetterderivaten zeichnen sich durch sieben gemeinsame Spezifikationsparameter aus<sup>5</sup>:

- **Ort:** In der Regel beziehen sich Wetterderivate auf eine Wettermessstation an einem bestimmten Ort, z. B. den Flughafen Graz.
- **Underlying oder Basisvariable:** Der am häufigsten verwendete Index ist die Temperatur, z.B. in Form von Heizungsgradtagen. Auch Niederschlagsmengen, Windgeschwindigkeiten, Sonnenstunden und andere Wettermerkmale sind möglich.
- **Laufzeit:** Innerhalb dieses Zeitraumes wird der Durchschnitt der Basisvariable gebildet (z.B. monatliche Durchschnittstemperatur). In der Regel beziehen sich Wetterderivate auf Monate oder saisonale Perioden (z.B. Heizperiode von Oktober 2005 bis März 2006). Aus ökonomischer Perspektive macht ein Wetterhedge nur für den kurzfristigen Fall Sinn, da bei langfristiger Vertragsdauer die Gefahr besteht, dass die zu hedgenden Extremwerte durch die Anwendung von Durchschnittsbildungen nivelliert werden.
- **Ausübungspreis oder Strike Level:** Dieser kennzeichnet den Wert des Index, ab dem eine Vertragsseite der anderen finanzielle Ausgleichszahlungen leisten muss.
- **Nominalbetrag oder Tick Size:** Das ist jener Geldbetrag, der je Indexeinheit gezahlt werden muss (z.B. pro Millimeter Niederschlag).
- **Obergrenze (Cap) bzw. Untergrenze (Floor):** Caps und Floors begrenzen die

---

<sup>5</sup> Vgl. [www.finanstrainer.com/wetterderivate/forum/eurex\\_wetter\\_derivate.html](http://www.finanstrainer.com/wetterderivate/forum/eurex_wetter_derivate.html), vom 20.12.2005.

maximale Auszahlung, die sich aus einem Wetterderivat ergeben kann.

- **Prämie:** Bei Optionskontrakten zahlt der Käufer der Option an den Verkäufer eine individuell vereinbarte Prämie. Swaps kommen aufgrund der symmetrischen Zahlungsstruktur in der Regel ohne Prämienzahlungen aus.

## 4.5 Funktionsweise und Derivatarten

### 4.5.1 Wetterderivate als Optionen

Ein Optionsgeschäft berechtigt den Käufer, verpflichtet diesen jedoch nicht, gegen Zahlung einer Prämie (Optionsprämie) ein Basisobjekt zum Basispreis innerhalb einer bestimmten Periode (amerikanische Option) oder zum Laufzeitende (europäische Option) zu kaufen oder zu verkaufen. Dabei wird zwischen den folgenden beiden Grundtypen von Optionen unterschieden. Bei einer *Kaufoption* (Call-Option) erhält der Inhaber das Recht, das Basisobjekt (underlying) zu einem bestimmten Preis (Basispreis, strike price) an einem bestimmten Fälligkeitstermin zu kaufen. Durch eine *Verkaufsoption* (Put-Option) hingegen erwirbt der Käufer das Recht auf den Verkauf des Basisobjekts an einem bestimmten Fälligkeitstermin zu einem festgelegten Preis (Hüll 2001, S.8).

Jeder Optionskontrakt weist zwei Seiten auf: die Kaufposition und die Verkaufposition. Der Verkäufer (Schreiber, short position) der Option verpflichtet sich gegen den Erhalt einer Optionsprämie durch den Käufer (long position) das Basisobjekt zum Basispreis zu liefern. Die Payoffstrukturen sind asymmetrisch, d.h. Gewinn für den Käufer bedeutet Verlust für den Verkäufer und vice versa (Hüll 2001, S.11).

Mit Hilfe einer Call-Option kann sich der Käufer gegen steigende Kurse des Underlyings absichern. Dabei wird es erst zur Ausübung der Option kommen, wenn der Kurswert den Basispreis übersteigt. Im Gegensatz dazu, bietet die Put-Option Schutz vor sinkenden Kursen eines Basisobjekts. Sinkt der Kurswert unter den Basispreis, wird die Option verkauft. Die *Auszahlung* (Payoff) des Optionsgeschäftes resultiert in beiden Fällen aus der Differenz zwischen Marktpreis und Basispreis (Berg et al. 2004, S.4).

Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal zu anderen derivaten Finanzinstrumenten ist, dass Wetterderivaten sehr exotische Underlyings in Form von Wetterdaten wie z.B. Temperatur oder Niederschlag zugrunde liegen, die von

den Güter- und Finanzmärkten vollkommen unabhängig sind. Zur Instrumentalisierung werden die Basisdaten typischerweise als Index konstruiert und notiert, da Indizes eine kontinuierliche Abbildung der Wetterdaten über einen Zeitraum hinweg ermöglichen. Die Wettervariablen sind zwar objektiv quantifizierbar, jedoch nicht handel- oder lagerfähig und stellen somit keine physischen Vermögenswerte dar. Die Vertragserfüllung zwischen Risikoverkäufer (z.B. Landwirt) und Risikokäufer (z.B. Finanzinstitut) erfolgt stets in Geldeinheiten (Berg et al. 2004, S.4).

Kombiniert man die zuvor genannten Optionstypen *Call* und *Put* mit den möglichen Positionen *Lang* bzw. *Short*, so ergeben sich daraus die vier folgenden klassischen Optionspositionen (Hüll 2001, S.12).<sup>6</sup> Abbildung 17 illustriert die Auszahlungsstruktur für diese vier Fälle, wobei  $X$  den Basispreis bzw. Strike Level bezeichnet,  $P$  spiegelt die Optionsprämie wieder und der Wert des Wetterindex  $N$  entspricht analog zu Finanzderivaten dem Kurs des Basisobjekts.

- **Kauf einer Kaufoption (Long Call):**

Hierbei erhält der Käufer das Bezugsrecht einer Basisvariable zum Basispreis zu dem vereinbarten Zeitpunkt. Abbildung 3.2 demonstriert, dass die Gewinnmöglichkeiten unbeschränkt sind, während der Verlust auf die Optionsprämie begrenzt ist. Die Bezeichnung „in the money“ bedeutet, dass der Break-Even-Punkt erreicht ist. D.h. auch die Optionsprämie ist gänzlich durch einen steigenden Kurs des Basiswertes gedeckt. Entspricht der Kurs des Basiswertes dem Ausübungspreis der Option, dann ist die Option „at the money“. Sinkt der Kurs hingegen unter den Basispreis, ist die Option „out of the money“.

- **Verkauf einer Kaufoption (Short Call):**

Der Inhaber der Kaufoption veräußert das Recht einen Basiswert zu einem bestimmten Fälligkeitstermin zu kaufen und erhält dafür die Optionsprämie. Der Gewinn des Verkäufers beschränkt sich auf die Höhe der Optionsprämie. Sein Verlustpotential ist jedoch nach oben offen.

- **Kauf einer Verkaufsoption (Long Put):**

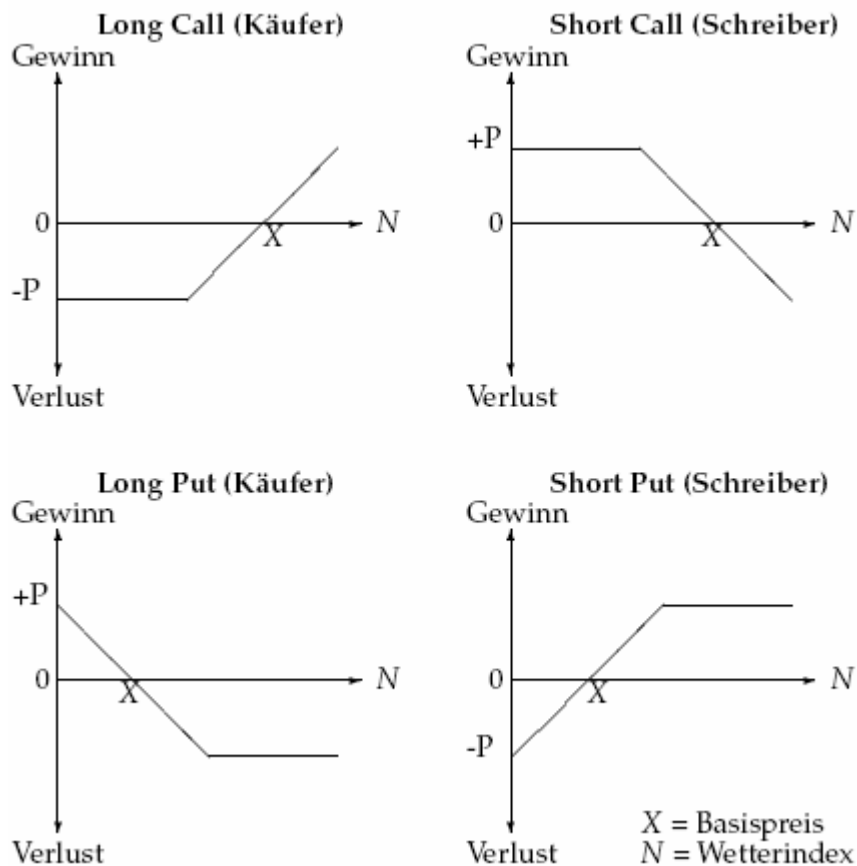
Ein Long Put erlaubt seinem Käufer einen Basiswert zu einem gewissen Zeitpunkt zu dem im Kontrakt festgelegten Preis zu verkaufen. Dabei entspricht der maximale Gewinn dem Basispreis und der Verlust ist höchstens die eingesetzte Prämie.

---

<sup>6</sup> In diesen vier Fällen werden ausschließlich europäische Optionspositionen charakterisiert.

• **Verkauf einer Verkaufsoption (Short Put):**

Der Verkäufer einer Verkaufsoption veräußert das Recht einen Basiswert zu einem bestimmten Fälligkeitsdatum um den vereinbarten Preis zu verkaufen. Er kann dabei einen Gewinn in Höhe der Optionsprämie erwirtschaften, während sich der Verlust aus der Differenz zwischen Basispreis und Optionsprämie ergibt.



**Abbildung 17: Payoffstruktur verschiedener Optionspositionen. Darstellung folgt Hüll 2001, S.13**

Die Höhe des Payoffs leitet sich aus der Differenz zwischen dem Wert des Wetterindizes  $N$  zum Ausübungszeitpunkt und dem Strike Level  $X$  (Ausübungspreis)<sup>7</sup> ab. Diese Differenz wird mit der Tick Size  $S$  multipliziert, welche den Geldbetrag je Indexpunkt darstellt. Davon subtrahiert man schließlich die

<sup>7</sup> Vgl. Abschnitt 4.4

Prämie  $P$ . Somit beträgt beispielsweise der Gewinn (Verlust) für den Käufer (Long Position) einer Call-Option

$$G_C^L(S, N, X) = S \cdot \text{Max}[0, (N - X)] - P.$$

Es wird ersichtlich, dass die Option erst ausgeübt wird, wenn  $N > X$  gilt. Bei  $N < X$  wird das Optionsgeschäft nicht realisiert. Im Fall einer Put-Option ermittelt man den Payoff durch

$$G_P^L(S, N, X) = S \cdot \text{Max}[0, (X - N)] - P.$$

Die Auszahlungsstruktur für den Verkäufer (Short Position) kann formal folgendermaßen dargestellt werden:

$$G_C^S(S, N, X) = -S \cdot \text{Max}[0, (N - X)] + P$$

$$G_P^S(S, N, X) = -S \cdot \text{Max}[0, (X - N)] + P$$

#### 4.5.2 Handelstechniken und Optionskombinationen

Da die Erträge in der Landwirtschaft besonders sensibel auf extreme Wetterereignisse wie z.B. zu hohe Temperaturen oder zu wenig Niederschläge reagieren, eignen sich zur Risikoabsicherung gezielte Kombinationen aus Put- und Call-Optionen, die sich auf dieselbe Basisvariable beziehen. Im Folgenden werden nun Handelsstrategien und die wichtigsten Kombinationsmöglichkeiten (Spread, Straddle, Strangle, Collar) beschrieben.

- **Spreads**

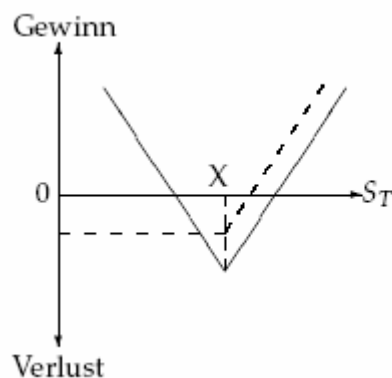
Spreads erfordern eine Position in zwei oder mehr Kaufoptionen beziehungsweise Verkaufsoptionen, wobei man diese kauft und gleichzeitig verkauft. Die Basispreise oder Fälligkeitstermine variieren je nach Art des Spreads. Auf diese Weise wird das Gewinn- und Verlustpotenzial eingegrenzt. Die häufigsten Erscheinungsformen sind der Bull Spread, welcher bei Spekulation auf steigende Preise eingesetzt wird, und der Bear Spread, der bei fallenden Kursen des Basiswertes verwendet wird. Ein Bull Spread kann gebildet werden, indem eine Kaufoption (Verkaufsoption) mit einem niedrigen Basispreis erworben wird und eine Kaufoption (Verkaufsoption) mit einem höheren Basispreis verkauft wird (Hüll 2001, S.268-278).

- **Straddle**

Der Straddle zählt zu den wichtigsten Kombinationsarten von Handelsstrategien mit Optionen. Er zeichnet sich dadurch aus, dass eine Kaufoption (Put) und eine Verkaufsoption (Call) mit identischen Basispreisen  $X$  (Strike Level) und Fälligkeitsterminen gebildet wird. Das daraus resultierende Gewinnmuster wird in Abbildung 18 illustriert. Ein Straddle eignet sich hervorragend zur Absicherung gegen starke Schwankungen des Wetterindizes. Es erfolgt eine Auszahlung, wenn der Wert des Wetterindizes zum Fälligkeitstermin vom Strike Level abweicht. Bei der Berechnung des Payoffs aus einem Straddle multipliziert man den Absolutbetrag der Indexabweichung  $|X - N|$  mit der Tick Size  $S$  und subtrahiert davon die Prämienzahlung  $P$  (Berg et al. 2004, S.6). Es gilt folglich

$$G_{SD}^L(S, N, X) = S \cdot |X - N| - P.$$

Ein Straddle bietet sich hervorragend dafür an, landwirtschaftliche Feldfrüchte gegen Wetterschwankungen abzusichern. Angenommen das Underlying bildet die Entwicklung der Niederschlagsmenge während der Wachstumsperiode einer Feldfrucht ab und der Strike Level  $X$  definiert jene Niederschlagssumme, bei welcher erwartungsgemäß der höchste Umsatz erzielt wird. Bei Abweichungen von  $X$  hingegen, sinken die Erträge. Die Umsatzeinbußen, die aus diesen Abweichungen resultieren, kompensiert der Straddle, da bei niedrigeren Indexwerten Auszahlungen durch die Put-Option erfolgen und bei hohen Indexwerten durch die Call-Option des Kontraktes. Auf diese Weise werden vom Wetter induzierte Schwankungen des landwirtschaftlichen Einkommens vermindert gegen die Zahlung einer Prämie.

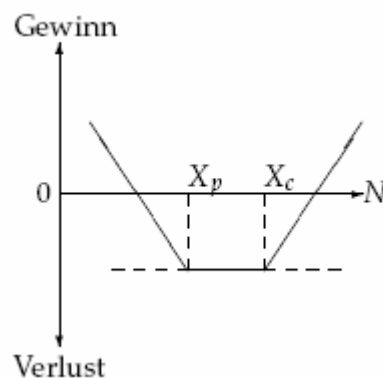


**Abbildung 18: Straddle. Darstellung folgt Hüll 2001, S.279**

- **Strangle**

Auch der Strangle ist eine Kombination aus einer Call- und einer Put-Option mit gleichem Fälligkeitstermin. Im Unterschied zum Straddle sind die Basispreise jedoch verschieden, d.h. der Strike Level der Call-Option  $X_c$  liegt über dem Strike Level der Put-Option  $X_p$  (Hüll 2001, S.281).

Durch diese Kombination entsteht eine interessante Payoffstruktur, welche die Abbildung 19 widerspiegelt. Vergleicht man Abbildung 19 und Abbildung 18, so ist zu erkennen, dass sich der Wetterindex im Fall des Strangles stärker verändern muss als beim Straddle, damit der Händler einen Gewinn erzielen kann. Aus diesem Grund kann der Strangle gezielt dafür verwendet werden, Umsatzrückgänge in der Landwirtschaft, die aus extremen Wetterereignissen wie z.B. sehr starke Trockenheit resultieren, auszugleichen.



**Abbildung 19: Strangle. Darstellung folgt Hüll 2001, S.282**

Aus Abbildung 19 geht hervor, dass keine Auszahlung geleistet wird, wenn der Wetterindexwert zum Fälligkeitstermin zwischen den Basispreisen  $X_p$  und  $X_c$  liegt. Befindet sich der Wert jedoch unter  $X_p$  oder über  $X_c$ , erfolgt eine Auszahlung, deren Höhe sich aus der Multiplikation der Abweichung vom jeweiligen Strike Level mit der Tick Size  $S$  ermitteln lässt. Der Gewinn kann formal folgendermaßen dargestellt werden (Berg et al. 2004, S.6):

$$G_{SG}^L(S, N, X_p, X_c) = S \cdot (\text{Max}[0, X_p - N] + \text{Max}[0, N - X_c]) - P$$

Mit Hilfe eines Strangles kann man vor allem nichtlineare Zusammenhänge zwischen Ertrag und Wetterindex erfassen.

- **Collar**

Bei der Konstruktion eines Collars erfolgt der Kauf einer Put-Option und der Verkauf einer Call-Option mit identischem Strike Level. Der Inhaber des Collars kann dadurch seine Hedgingkosten minimieren. (Müller und Grandi 1999, S.11)

- **Wetterswap**

Swaps können als Portefeuille von Terminkontrakten angesehen werden. Leistung und Gegenleistung werden nicht nur für einen, sondern für mehrere spätere Termine vereinbart. Der klassische Swap ist durch den Austausch von Zahlungsströmen charakterisiert. Im Fall eines Zinsswaps, beispielsweise, werden feste und variable Zinszahlungen getauscht. Ist die Bezugsgröße über oder unter einem vorher definierten Swap-Level, erhält jeweils eine Partei eine Auszahlung. (Zweifel und Eisen 2003, S.147)

Bei einem Wetterswap hängt die Höhe der variablen Zinszahlung von dem Eintritt bestimmter Wetterbedingungen ab. Die Zahlung des Festzinses bleibt hingegen unverändert.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, beide Zahlungsströme an gewisse Wetterereignisse zu knüpfen. Im Gegensatz zur Option besteht bei einem Wetterswap eine beidseitige Zahlungsverpflichtung und es findet keine Prämienzahlung im Vorfeld statt. Bei einer für das Unternehmen negativen Wetterentwicklung erhält der Unternehmer eine Ausgleichszahlung. Entwickelt sich das Wetter für den Geschäftserfolg jedoch positiv, leistet der Unternehmer den Ausgleich. Die Höhe der Zahlung hängt von der Differenz zwischen dem tatsächlichen Wert und dem Ausübungspreis ab. (Müller und Grandi 1999, S.11)

## **4.6 Underlyings**

Wie bereits beschrieben, ist der wesentliche Unterschied zwischen Wetterderivaten und Finanzderivaten, dass das zugrundeliegende Underlying der Wetterderivate nicht handelbar ist. Es basiert auf Wetterparametern wie Temperatur, Niederschlag (Regen- oder Schneehöhe), Sonnenstunden oder Windgeschwindigkeit, die ihrerseits das Handelsvolumen anderer Waren beeinträchtigen. Daher ist die primäre Zielsetzung von Wetterderivaten das Hedging von Volumenrisiken, die aus einer veränderten Nachfrage nach Gütern infolge von unvorhersehbaren Wettervariabilitäten resultieren. Im Folgenden werden die zwei bedeutendsten Basisvariablen herausgegriffen und näher erläutert.

### 4.6.1 Temperatur

Die am häufigsten verwendete Basisvariable von Wetterderivaten sowohl im Over-the-Counter (OTC) als auch im Börsenhandel ist die Temperatur. 2001 lag der Handelsanteil der Temperatur gemessen an der Kontraktzahl bei 89 % und unter Berücksichtigung des kontraktierten Volumens bei 96 %. (Stell 2002, S.14)

Die große Beliebtheit der Temperatur als Variable erklärt sich aus der Entstehungsgeschichte des Marktes für Wetterderivate. Die ersten Kontrakte in den USA und ebenso in Europa wurden zwischen Energieversorgungsunternehmen abgeschlossen, für deren Absatzmengen von Strom, Gas, Fernwärme oder Heizöl und damit des Geschäftserfolgs die Temperaturentwicklung ein wesentlicher Einflussfaktor ist.

In der Regel werden für temperaturabhängige Wetterderivate als Standardmaß so genannte *Degree-Day-Indizes* verwendet (Müller und Grandi 1999, S.11). Dieser Index bildet das Ausmaß ab, in welchem die Temperaturentwicklung an einer bestimmten Wetterstation über einen gegebenen Zeitraum von einem Referenzwert von 65° Fahrenheit (18,33° Celsius) abweicht. Degree-Day-Indizes werden für das Winterhalbjahr vom 1. November bis zum 31. März als *Heating-Degree-Day (HDD)* bezeichnet und geben an, dass die durchschnittliche Tagestemperatur unter dem Referenzwert liegt. Für das Sommerhalbjahr vom 1. April bis zum 31. Oktober werden die Gradtage als *Cooling-Degree-Day (CDD)* bezeichnet, wenn die Durchschnittstemperatur höher als 18° Celsius ist. Die Vergleichstemperatur von 18° Celsius wurde deshalb gewählt, weil viele Haushalte bei Temperaturen unter diesem Wert ihre Heizungen und bei höheren Temperaturen - insbesondere in den USA - ihre Klimaanlage einschalten. Der Energieverbrauch eines Tages steigt somit bei positiven wie negativen Abweichungen von 18° Celsius an.<sup>8</sup>

Die HDD- oder CDD-Werte der einzelnen Tage werden folgendermaßen berechnet (Schirm 2001, S.4):

$$HDD_{y,d} = \max(18 - Y_{y,d}, 0)$$

---

<sup>8</sup> Vgl. Forum:Wetterderivate, [www.finanstrainer.com/index\\_1.html](http://www.finanstrainer.com/index_1.html), Stand vom 22.12.2005.

Der HDD-Wert misst die relative Kälte des jeweiligen Tages, der CDD-Wert hingegen die relative Wärme im Vergleich zur Referenztemperatur von 18° Celsius. Die beiden Werte werden auf ganze Zahlen gerundet.

$$CDD_{y,d} = \max(Y_{y,d} - 18, 0)$$

$Y_{y,d}$  bezeichnet die an der Wetterstation gemessene Tagestemperatur (Durchschnittstemperaturen als arithmetisches Mittel zwischen Tageshöchst- und Tagesniedrigstwert). Der Subskript  $y$  entspricht dem Jahr und  $d$  dem Tag, somit gilt  $d = 1, 2, \dots, 365$ . Zur Vereinfachung der Addition der Indexwerte werden die Subskripte durch den Laufparameter  $t$  substituiert, wobei  $t$  jene Zeitpunkte darstellt, die als Datum durch die Festlegung von  $y$  und  $d$  eindeutig beschrieben werden können.

Die nach der oben beschriebenen Methode ermittelten HDD- bzw. CDD-Werte werden nun über die Laufzeit des Wetterderivates, auch als Akkumulationsperiode bezeichnet, summiert. Der so gebildete Index  $HDD(T_1, T_2)$  bzw.  $CDD(T_1, T_2)$ , beginnend in Zeitpunkt  $T_1$  und in  $T_2$  endend, misst die Abweichung der Durchschnittstemperatur aller Tage der Akkumulationsperiode von 18 Grad Celsius. (Schirm 2001, S.4)

$$HDD(T_1, T_2) = \sum_{t=T_1}^{T_2} \max(18 - Y_{y,d}, 0)$$

$$CDD(T_1, T_2) = \sum_{t=T_1}^{T_2} \max(Y_{y,d} - 18, 0)$$

Bei der Berechnung wird je ein HDD- bzw. CDD-Indexpunkt pro Grad Differenz vergeben. Folglich nimmt der Degree-Index im Falle eines heißen Sommers bzw. eines strengen Winters große Werte an und kann als Basisvariable für ein Derivat herangezogen werden. Während man sich mit Hilfe von HDD-Optionen gegen zu warme Winter absichert, bieten CDD-Optionen Schutz gegen zu kalte Sommer.

Da in Europa das Ausmaß der Verwendung von Klimaanlage bei höheren Temperaturen bei weitem nicht so groß ist wie im Vergleich zu den USA, ist die Wahl der Referenztemperatur von 18° Celsius für europäische Kontrakte nicht sehr sinnvoll. In Europa zeichnet sich nämlich ein wesentlich höherer Energieverbrauch im Bereich niedrigerer Temperaturen ab.

## **4.6.2 Niederschlag**

Niederschlag ist der zweit bedeutendste Wetterparameter als Underlying. Diese Basisvariabel erreichte 2001 gemessen an den Geschäftsabschlüssen im Wetterderivatebereich einen Anteil von 7 % und bezogen auf das Volumen immerhin 2 % (Stell 2002, S.14). Die Ursache für die relativ geringe Verwendung dieses Parameters ist, dass Niederschlagsmengen regional bzw. lokal stark variieren. So ist es durchaus möglich, dass die Ernte eines Bauern vertrocknet und er keine Auszahlung bekommt, da die 50 Kilometer entfernt gelegene Wetterstation, welche in seinem Wetterkontrakt definiert ist, viel höhere Niederschlagsmengen registriert hat, als am Ort der Felder tatsächlich vorgekommen sind. Diese Tatsache erschwert die Ausgestaltung eines Wetterkontraktes erheblich.

## **4.7 Die Bewertung von Wetterderivaten**

### **4.7.1 Übersicht über verschiedene Bewertungsverfahren**

Für die Bewertung von herkömmlichen Optionen hat sich in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von Modellen auf den Finanzmärkten etabliert. Für die Anwendung auf Wetterderivate sind diese in ihren Grundformen jedoch nur eingeschränkt anwendbar. Bis heute hat sich für die Bewertung von Wetterderivaten kein transparentes Standardverfahren herauskristallisiert, was aber für die Liquidität des Wettermarktes von großer Bedeutung wäre. Im Folgenden soll eine Übersicht über die teils sehr unterschiedlichen Bewertungsmethoden, die zur Anwendung kommen, gegeben werden.

Prinzipiell unterscheidet man zwischen versicherungsmathematischen und kapitalmarkt-theoretischen Bewertungsmodellen. Versicherungsmathematische Modelle basieren auf der Entscheidungstheorie. Der Wert eines Kontraktes wird dabei aus der Verteilung der Rückflüsse zu einem bestimmten Zeitpunkt abgeleitet (Mußhoff et al., 2004). Kapitalmarkttheoretische Modelle gehen meist von Gleichgewichtsüberlegungen aus. Dabei müssen in der Regel vollkommene und vollständige Kapitalmärkte unterstellt werden (Mußhoff et al., 2004).

Ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal zwischen den Modellen ist die Frage, ob Arbitragemöglichkeiten zugelassen werden oder nicht. No-Arbitrage-Modelle versuchen Preise für Derivate so zu bestimmen, dass Arbitragefreiheit

gegeben ist (vgl. Schirm, 2001). Das klassische Bewertungsmodell für Optionen, das Black Scholes Modell ist ein kapitalmarktheoretisches No-Arbitrage-Modell.

Man kann Bewertungsverfahren auch dahingehend unterscheiden, ob sie zu geschlossenen analytischen Formen führen oder nicht. Analytische Verfahren sind einfacher anzuwenden, die Annahmen sind jedoch restriktiver, zum Beispiel, dass die Wettervariable einem geometrischen Brownschen Prozess folgt (vgl. Musshoff et al., 2004).

Ist eine analytische Lösung nicht möglich kann die stochastische Simulation zur Anwendung kommen. Sie ist aufwändiger, lässt jedoch auch die Bewertung komplexerer Derivate zu (Mußhoff, 2004).

#### 4.7.2 Burn Analysis

Die Burn Analysis gehört zu den versicherungsmathematischen Methoden und ist die einfachste Methode zur Bewertung von Wetterderivaten. Es werden historische Werte des Indexes herangezogen und berechnet, wie hoch die Aus- und Einzahlungen gewesen wären, wenn der Vertrag in der Laufzeit gekauft oder verkauft worden wäre. Der Mittelwert wird diskontiert und daraus der faire Wert des Kontraktes berechnet (vgl. Dischel, 1999).

$$F_0 = e^{-r} E(D)$$

D ist die Verteilung der Rückflüsse,  $F_0$  ist der Preis des Derivats zum Zeitpunkt 0.

Die Burn Analysis geht davon aus, dass die in der Vergangenheit errechnete Verteilung der Wetterindices auch in der Zukunft Gültigkeit hat, der Preis des Wetterderivates ist somit unabhängig von der aktuellen Ausprägung der Wettervariablen zum Bezugszeitpunkt (vgl. Nelken, 2000). Es handelt sich also um ein statisches Modell, das keinen Trend berücksichtigt.

Das Problem der Burn Analysis ist, dass die Wahl der Länge der Zeitreihe einen großen Einfluss auf das Ergebnis hat. Lange Zeitreihen können wiederauftretende Extremereignisse besser erfassen, kurze Zeitreihen berücksichtigen mehr die aktuellen Trends der Zeitreihe. Abhängig von der gewählten Länge der Zeitreihe kommt es daher zu großen Unterschieden in der Bewertung (vgl. Dischel, 1999; Bhowan, 2003).

Die Burn Analysis wird meist herangezogen, um eine erste grobe Vorstellung vom fairen Wert eines Wetterderivates zu bekommen.

### 4.7.3 Modell von Black Scholes

Mit dem Modell von Black-Scholes gelang es in den siebziger Jahren zum ersten Mal den fairen Wert einer Option zu bestimmen. Inzwischen ist dieses Modell zum Standardmodell zur Bewertung von Optionen geworden.

Das Modell ist dadurch gekennzeichnet, dass zu jedem Zeitpunkt eine risikofreie Kombination aus einer Option und einem variablen Teil einer Aktie gebildet werden kann. Dadurch kann eine präferenzfreie Optionsbewertung ohne Berücksichtigung von Renditeerwartungen und Risikopräferenzen der Investoren erreicht werden (vgl. Hull 2000, Wiegele, 2003).

Die Möglichkeit ein risikofreies Portfolio schaffen zu können ist darin begründet, dass der Optionspreis und der Aktienkurs beide derselben Unsicherheitsquelle unterliegen, nämlich Schwankungen des Aktienkurses. In einer kurzen Zeitperiode ist der Preis einer Kaufoption positiv mit dem Kurs der zugrunde liegenden Aktie korreliert und der Preis einer Verkaufsoption negativ mit dem Kurs der zugrunde liegenden Aktie. Durch ein geeignetes Portfolio der Option und der Aktie kann nun der Gewinn oder der Verlust aus der Optionsposition in beiden Fällen immer durch den Gewinn oder Verlust aus der Aktienposition ausgeglichen werden, sodass der Gesamtwert des Portfolios am Ende einer kurzen Zeitperiode mit Sicherheit bekannt ist (vgl. Hull, 2000, Wiegele, 2003).

Im Black Scholes Modell ist die Position der Aktie und der Option nur für einen sehr kurzen Zeitraum risikofrei. Um risikofrei zu bleiben, muss sie ständig angepasst werden (vgl. Hull, 2000).

Black und Scholes erhielten für ihr Modell 1997 den Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften. Das Black Scholes Modell beruht auf folgenden Annahmen und Restriktionen:

- o Der Aktienkurs folgt einem Random Walk und die Aktien sind mit konstanter Volatilität normalverteilt
- o Leerverkäufe sind unbegrenzt möglich
- o Aktien können in beliebigen Einheiten gehandelt werden
- o Es erfolgt keine Dividendenausschüttung

- o Es gibt keine risikofreien Arbitragemöglichkeiten
- o Der Handel mit Wertpapieren ist kontinuierlich
- o Der risikolose Zins ist konstant und für alle Laufzeiten gleich
- o Es werde nur Europäische Aktien betrachtet

Grundlage des Black Scholes Modells ist ein kontinuierlicher Brownscher Prozess, der das Verhalten des Aktienkurses  $S$  beschreiben soll.

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

Dabei gibt  $\mu$  die erwartete Rendite des Objektes je Zeiteinheit an und  $\sigma$  beschreibt die Volatilität des Aktienkurses. Der erste Teil der Gleichung ( $\mu S dt$ ) beschreibt einen zeitanhängigen Drift, der zweite Teil ( $\sigma S dz$ ) einen stochastischen Prozess, wobei  $dz$  ein Random Walk Prozess ist (vgl. Hull, 2001).

Die nächste Gleichung beschreibt die Wertänderung der Option ( $f$ ), die nur vom Aktienkurs ( $S$ ) und der Zeit ( $t$ ) abhängt (vgl. Hull, 2001).

$$df = \left( \frac{\partial f}{\partial S} \mu S + \frac{df}{dt} + \frac{1}{2} \frac{d^2 f}{dS^2} \sigma^2 S^2 \right) dt + \frac{df}{dS} \sigma S dz$$

Die Wiener Prozesse, die  $f$  und  $S$  zugrunde liegen, sind identisch. Indem man nun ein kontinuierliches Portfolio aus der Option und einer bestimmten Zahl der Aktie bildet, kann der Wiener Prozess eliminiert werden (vgl. Hull, 2001, Wiegele, 2003).

Das entsprechende Portfolio ist:

- 1 : Derivat (Leerverkauf)

+  $\frac{df}{dS}$  : an entsprechenden Aktien (Kaufposition)

Um das Portfolio risikolos zu halten, muss es ständig angepasst werden. Das ständige Anpassen des Portfolios über die Zahl der Aktien wird als Delta Hedging bezeichnet.

Wenn das Portfolio zu jedem Zeitpunkt risikolos ist, muss es mit dem risikolosen Zinssatz verzinst werden. Dieses Gleichgewicht wird mit der der Black-Scholes Differentialgleichung beschrieben:

$$rf = \frac{\partial f}{\partial t} + rS \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \frac{d^2 f}{dS^2} \sigma^2 S^2$$

Unter den Randbedingungen  $f = \max (S-X, 0)$  für einen europäischen Call und  $f = \max (X-S, 0)$  für einen europäischen Put kann diese Gleichung nun analytisch gelöst werden.

Die Black Scholes Preisformeln für die Preise zum Zeitpunkt 0 für eine europäische Kaufoption auf eine dividendenlose Aktie bzw. eine europäische Verkaufsoptionen auf eine dividendenlose Aktie lauten (vgl. Hull, 2001):

$$\text{Call} = S N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2)$$

$$\text{Put} = X e^{-rT} N(-d_2) - S N(-d_1)$$

$$\text{mit } d_1 = \frac{(\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2) T)}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$\text{und } d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

wobei S der Wert des Aktienkurses, T die Zeit bis zur Fälligkeit der Option und X der Strike Price ist.

Viele der Annahmen des Black-Scholes Modells treffen in der Realität nicht zu, dennoch ist es das bisher beste Modell zur Optionspreisbewertung und aus der Finanzwelt nicht mehr wegzudenken.

Es wurde immer wieder versucht das Black-Scholes Modell auch für die Bewertung von Wetterderivaten heranzuziehen, wobei sich folgende Probleme ergeben:

Wetterderivate sind pfadabhängig, das heißt die Payoffs von Wetterderivaten sind von der Entwicklung der Wettervariablen während der gesamten Laufzeit und nicht wie beispielsweise bei Aktienoptionen nur vom Wert des Aktienkurses am Ausübungszeitpunkt abhängig (vgl. Wiegele, 2003).

Ein weiterer Grund für die Nichtanwendbarkeit des Black-Scholes Modells ist, dass Wetterindizes keine handelbaren Underlyings sind. Die Bildung eines

Hedgeportfolios und ein Deltahedging aus einer leerverkauften Option und einer bestimmten Anzahl des Underlyings ist daher nicht möglich (vgl. Schirm, 2001).

Berücksichtigt werden muss auch die Annahme des Black-Scholes Modells, dass das Underlying normalverteilt ist. Bei Wetterdaten muss dies überprüft werden. Bei Temperaturdaten ist dies meist der Fall ist, bei anderen Underlyings, wie Niederschlagsindizes, nicht.

#### 4.7.4 Gleichgewichtsmodelle

Bei No-Arbitrage Modellen ergibt sich generell das Problem der Bestimmung des Marktpreises des Wetterrisikos, da der Erwartungswert für eine risikoneutrale Modellökonomie ermittelt wird. In der realen Ökonomie jedoch verlangen risikoaverse Investoren für die Übernahme des Risikos eine Prämie. Der Marktpreis des Wetterrisikos reflektiert die Bewertung des den Wettervariablen innewohnenden Risikos und stellt das Bindeglied zwischen Modell und Realität dar. Eine Möglichkeit diesen zu bestimmen, besteht darin, auf Preise bereits gehandelter Derivate zurückzugreifen, was in wenig liquiden Märkten schwierig sein kann (vgl. Schirm, 2001).

Manche Bewertungsansätze, wie der von Cao und Wei (1999) versuchen das Problem zu umgehen, indem exogene Annahmen hinsichtlich der Risikoeinstellung und des Verhaltens der Investoren getroffen werden. Der Marktpreis des Wetterrisikos muss dann nicht bekannt sein. Die Risikoeinstellung der Investoren wird durch eine Nutzenfunktion erfasst. Durch die hieraus abzuleitenden Gleichgewichtsbedingungen werden modellendogen Preise für die am Markt gehandelten Finanztitel errechnet. Preise sind daher nicht wie bei No-Arbitrage Modellen die Inputgrößen, sondern das Ergebnis (Schirm, 2001).

Das Wirtschaftssubjekt möchte den erwarteten Nutzen aus dem Einkommen aggregierter Perioden maximieren:

$$E \left[ \sum_{t=0}^{\infty} u(b_t, t) \right] \rightarrow \max$$

$u(b_t, t)$  ist eine konkave, vom Einkommen  $b_t$  abhängige Nutzenfunktion in der Periode  $t$  (vgl. Mußhoff, 2003)

Aus den Optimalitätsbedingungen für das dynamische Optimierungsproblem lässt sich der Preis eines Derivats  $F$  mit einer Auszahlung  $D_\tau$  zum Zeitpunkt  $\tau$  nun durch folgende Gleichung bestimmen (Cao et al.1999):

$$F_0 = E \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial b_\tau} \right) \frac{\partial u}{\partial b_0} D_\tau \right]$$

Der Erwartungswert wird hier anhand der tatsächlichen Wahrscheinlichkeiten gebildet (nicht anhand der risikoneutralen). Anstelle des risikolosen Zinssatzes wird ein stochastischer Diskontierungsfaktor (Ausdruck in innerer Klammer) verwendet (Mußhoff, 2003).

#### 4.7.5 Bildung des Erwartungswertes mittels stochastischer Simulation

Wie bei der Burn Analysis erfolgt hier die Diskontierung des erwarteten Payoffs, wobei die Entwicklung des Wetterindex über die Akkumulationsperiode durch stochastische Simulation ermittelt wird.

$$F_0 = e^{-r\tau} E(D_\tau) = e^{-r\tau} \int D_\tau f(WI) dWI$$

$f(WI)$  steht für die Dichtefunktion des Wetterindex

Der Erwartungswert wird im Rahmen einer Monte Carlo Simulation generiert, wobei eine große Zahl von Temperaturpfaden erzeugt und der dazugehörige Payoff berechnet wird. Danach wird der Mittelwert gebildet und abdiskontiert (vgl. Schirm, 2001).

### 4.8 Modellierung und Schätzung des Wetterindex

Die statistische Modellierung und Schätzung des Wetterindex hat einen entscheidenden Einfluss auf die Bewertung von Wetterderivaten: die wesentliche Bestimmungsgröße für den Wert der Basisvariablen im Ausübungszeitpunkt  $t < T$  ist der Wert der Basisvariablen im Ausübungszeitpunkt  $T$ , da der Payoff an diesen Wert

geknüpft ist. Voraussetzung für die Bewertung von Wetterderivaten ist die Formulierung dieser Stochastik (Schirm, 2001).

Man unterscheidet dabei zwei verschiedene Ansätze, die im Folgenden näher erläutert werden sollen: Die Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Wetterindex zum Verfallszeitpunkt und die stochastische Modellierung seiner zeitlichen Entwicklung.

#### **4.8.1 Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilung zum Verfallszeitpunkt**

Bei diesem Verfahren wird die Stochastik mittels geeigneter Annahmen hinsichtlich der Verteilung der Wettervariablen bei Fälligkeit geschätzt (Schirm, 2001).

Die Verteilung hängt dabei von der Länge der Jahreszeit und der Akkumulationsperiode ab, was bedeutet, dass jede Bewertung unterschiedlicher Transaktionen eine separate Schätzung der Verteilung erfordert (vgl. Mußhoff, 2004).

Man unterscheidet dabei zwischen parametrischen und nichtparametrischen Verfahren. Bei parametrischen Verfahren wird von einer bestimmten Verteilungsform ausgegangen. Für Temperatur nimmt man meist eine Normalverteilung an, für Niederschlag kann aber auch von anderen Verteilungsformen ausgegangen werden. Berg (2003) versucht beispielsweise die Niederschlagssumme von Mai bis September sowohl durch eine Normalverteilung als auch durch eine Dreiecksverteilung auszudrücken.

#### **4.8.2 Stochastische Modellierung des Wetterindex**

Bei Temperaturindizes wird immer mehr dazu übergegangen, die zeitliche Entwicklung des Wetterindex mittels stochastischer Modellierung abzubilden. Der Vorteil liegt darin, dass der stochastische Prozess, wenn er einmal modelliert ist, für verschiedene Laufzeiten zur Anwendung kommen kann. Weiters ist die Schätzgenauigkeit wesentlich höher als bei reinen Verteilungsannahmen, da viel mehr Daten in die Modellierung einfließen (vgl. Brix et al. 2002). Der Nachteil dieses Verfahrens ist ein hoher Aufwand zur Modellierung der zum Teil sehr komplexen Prozesse.

Modelle zur stochastischen Modellierung für Temperatur setzen sich aus einem deterministischen und einem stochastischen Teil zusammen. Der deterministische Teil beschreibt den Trend bzw. den Drift (vgl. Schirm 2001), der stochastische Teil trägt der Tatsache Rechnung, dass die Temperaturentwicklung nicht rein deterministisch ist, sondern von Zufallsprozessen überlagert wird. Meist wird der stochastische Teil mittels eines Wiener Prozesses formuliert.

Die Komponenten eines stochastischen Temperaturmodells bestehen im Normalfall aus (vgl. Alaton et al., 2001; Bhowan, 2003; Musshof, 2003; Schirm, 2001):

- **Saisonalität:** Die Grundlage für den Verlauf der Tagesdurchschnittstemperatur ist eine modifizierte Sinuskurve
- **Autokorrelation:** Die Temperatur eines Tages ist nicht unabhängig von der Temperatur der vorangegangenen Tage zu sehen.
- **Mittelwert Annäherung (Mean Reversion):** Dabei wird berücksichtigt, dass die Temperatur nicht unbeschränkt steigen oder sinken kann, sondern sich dem jahreszeitlichen Mittelwert annähern muss.
- **Varianz:** Temperaturzeitreihen eines jeden Jahres sind stark heteroskedastisch. Die Volatilität der Temperatur ist im Winter signifikant höher als im Sommer. Um dies vereinfacht zu modellieren, kann man stückweise (z.B. monatsweise) konstante Volatilitäten annehmen (vgl. Alaton et al., 2001).

Die Modellierung des Niederschlags als stochastischen Prozess ist noch in den Anfängen begriffen, meist werden hier Verteilungsannahmen getroffen.

Kurz erwähnt werden soll der Ansatz von Moreno (2002). Er schlägt einen zweistufigen Simulationsprozess vor: Zuerst wird die Niederschlagswahrscheinlichkeit simuliert. Diese wird mit einer Binominalverteilung mit zeitabhängigen Wahrscheinlichkeiten approximiert, um der beobachteten Autokorrelation beim Auftreten des Ereignisses „es regnet“ Rechnung zu tragen. Danach erfolgt die Simulation der Niederschlagsintensität mit einer bedingten Wahrscheinlichkeitsverteilung in Abhängigkeit, ob es am Tag davor geregnet hat oder am Tag danach regnen wird.

Die stochastische Modellierung des Niederschlags ist derzeit Gegenstand intensiver Forschung und es ist davon auszugehen, dass sie in Zukunft die Bewertung mit Verteilungsannahmen ersetzen wird.

## **4.9 Wetterderivate versus Versicherungen**

Der wesentlichste Unterschied zwischen einem Wetterderivat und der Versicherung im klassischen Sinn besteht darin, dass keine tatsächlichen Ertragseinbußen eintreten müssen, um eine Kompensationsleistung zu erhalten. Es sind allein die vertraglich fixierten Bedingungen (Kontrakttyp, Referenzzeitraum, Tick Size, Strike Level, Wetterbedingungen) für die Auszahlung ausschlaggebend. Das bedeutet außerdem, dass keine Schadensfeststellung durch Sachverständige stattfinden muss, da der Wetterkontrakt auf der Entwicklung eines Wetterparameters basiert. Im Falle der Versicherung muss der Versicherungsinhaber den erlittenen Schaden erst beweisen bevor er eine Auszahlung erhält. Aus diesem Grund kann durchaus argumentiert werden, dass Wetterderivate eine kostengünstigere Lösung für Anbieter und Nachfrager darstellen.

Ein weiterer Vorteil der Wetterderivate ist, dass man sich auch gegen Umsatzeinbußen, die bereits aus geringen Wetterschwankungen mit höherer Eintrittswahrscheinlichkeit resultieren, absichern kann, während dies bei klassischen Versicherungen nicht möglich ist. Diese werden im Gegensatz dazu für die Absicherung gegen Naturkatastrophen und extreme Wetterereignisse mit seltener Eintrittswahrscheinlichkeit verwendet.

Eine Absicherung durch Wetterderivate muss sich nicht unmittelbar auf die eigene Situation beziehen. D.h. mit einem Wetterderivat kann nicht nur der eigene Absatz geschützt werden, sondern auch Nutzen aus den Konsequenzen bestimmter Wetterbedingungen auf die Situation anderer Marktteilnehmer wie z.B. Konkurrenten gezogen werden. Diese Möglichkeit, die Situation anderer Mitbewerber ins eigene Entscheidungskalkül miteinzubeziehen, besteht bei herkömmlichen Versicherungen nicht.

## **4.10 Andere alternative Instrumente des Weatherhedgings**

Im Folgenden sollen einige andere Instrumente des alternativen Wetterrisikotransfers beschrieben werden, die in letzter Zeit zunehmend an Bedeutung gewinnen.

#### **4.10.1 Wetteranleihen (Weather linked Bonds)**

Bei Wetteranleihen wird die Zins- beziehungsweise Rückzahlung des Nominalbetrages von einem Wetterindex abhängig gemacht. Energieversorger können sich beispielsweise gegen einen zu warmen Winter bzw. zu kalten Sommer schützen. Bei einem zu warmen Winter, können sich die Zinszahlungen um einen bestimmten Betrag reduzieren, bei einer starken Abweichung vom Mittelwert kann auch eine Verringerung der Tilgung im Vertrag vorgesehen sein. Eine derartige Konstruktion kann auch für ein Rückversicherungsunternehmen Bedeutung haben, das eine Absicherung gegen hohe wetterbedingte Schadensersatzansprüche anstrebt (vgl. Müller, Grandi, 2001). In Europa wurden bereits einige Wetteranleihen u.a. von Coriolis Capital implementiert. Auch in Österreich machte ein Energieversorgungsunternehmen vom Instrument der Wetteranleihe auf Basis eines Niederschlagsindex bereits einmal Gebrauch.

#### **4.10.2 Embedded Weather Agreements**

Mit Hilfe dieser Vereinbarungen können Wetterabsicherung und physikalische Energielieferung in einer einzigen Transaktion abgewickelt werden. Die Auszahlung aus dem Wetterhedge ist dabei in den Energiekosten inkludiert. In einem warmen Winter könnte ein Energieversorger von den Kunden einen in Abhängigkeit des Wetterindex höheren Preis verlangen, in kalten Jahren einen geringeren.

#### **4.10.3 Weather linked savings account**

Dieses Produkt wurde erstmals in Europa im Jahr 2004 von der niederländischen Bank ANB AMRO angeboten. Es handelt sich um ein Sparbuch mit wetterabhängigen Zinsen. Das von ANB AMRO angebotene Produkt sichert Unternehmen gegen zu kalte Sommertemperaturen in den Niederlanden ab.

## **4.11 Erfahrungen mit alternativen Risikotransferinstrumenten in von Trockenheit betroffenen Sektoren**

### **4.11.1 Energiesektor**

Im Energiesektor nahm die die Absicherung mittels Wetterderivaten ihren Anfang und ist bereits am weitesten verbreitet. Wetterbedingte Schwankungen von Energieunternehmen können sowohl auf der Absatzseite entstehen als auch im Bereich der Energieproduktion. Sowohl Energieproduzenten als auch Energieverteiler bzw. -händler können sich mit Wetterderivaten gegen wetterbedingte Volumenrisiken absichern. Auch lassen sich Wetterderivate mit am Finanzmarkt üblichen „klassischen Derivaten“ zur Absicherung des Preisrisikos kombinieren, womit sowohl Mengen- als auch Volumenrisiken abgedeckt werden können.

Ein Energieverteiler kann sich beispielsweise mittels Wetterderivat gegen das Risiko eines zu warmen Winters mit Hilfe einer Call-Option bezogen auf einen Temperaturindex oder einer Put-Option auf einen HDD-Index absichern. Analog können Energieerzeuger oder -händler ihr wetterbedingtes Volumenrisiko absichern.

Ein Energieproduzent, der einen Mix aus Wasserkraftwerken und thermischen Kraftwerken besitzt, muss in trockenen Jahren die Produktion verstärkt auf thermische Kraftwerke umstellen oder Energie am Spotmarkt zukaufen, was ihm hohe Kosten verursachen kann.

Energieproduzenten können sich mit einer Put-Option auf die Niederschlagsmenge absichern, aber es ist auch der Fall einer Absicherung mit einem Collar bekannt (vgl. Esser, 2004). Wetterderivate zur Absicherung von Energieproduzenten können aber nicht nur auf den Niederschlag bezogen werden, sondern auch auf den Pegelstand oder Wasserstand in Speicherbecken (Stäheli M., 2005).

Aber auch andere erneuerbare Energieformen wie Windenergie und Photovoltaik stellen interessante Anwendungsgebiete für Wetterderivate dar, da sie alle unmittelbar von meteorologischen Schwankungen betroffen sind. Auch hier gibt es bereits erste erfolgreiche Anwendungsbeispiele in Europa, in Österreich jedoch wurde bisher jedoch noch kein Kontrakt dieser Art abgeschlossen.

Etwa 69% der Anfragen nach Wetterderivaten kommen derzeit aus dem Energiesektor (PWC, 2005). Im Energiesektor liegen die größten Erfahrungswerte

bei der Implementierung von Wetterderivaten vor, die Gestaltung neuer Kontrakte ist in diesem Bereich am einfachsten.

#### **4.11.2 Erfahrungen mit Wetterderivaten und Wetterindexversicherungen in der Landwirtschaft**

Wetterderivate sind in der Landwirtschaft noch nicht soweit verbreitet wie in anderen Sektoren, dennoch gibt es auch hier interessante Ansätze.

Betreffend Wetterindexversicherungen in der Landwirtschaft gibt es schon sehr positive Erfahrungen in den USA mit dem Group Risk Plan (vgl. Kapitel 3.1.1).

In Kanada wurde eines der ersten Projekte zum Einsatz von Wetterderivaten in der Landwirtschaft implementiert: Das „Ontario Forage Programm“, entwickelt von der staatlichen Versicherungsgesellschaft Agricorp, schützt die Landwirte gegen trockenheitsbedingte Einbußen von Grünland. Es basiert auf Daten lokaler Wetterstationen. Zu einer Auszahlung kommt es, wenn der Niederschlag einer Saison weniger als 80% des historischen Mittels beträgt. Regenmessstationen gibt es im betroffenen Gebiet im Schnitt alle 15 Kilometer. Das Schema wurde von den Produzenten gut angenommen und erfreut sich steigender Partizipationsraten. Die Prämien werden in der Höhe von etwa 60% vom Staat subventioniert. Das Programm wurde im Jahre 2003 von einem Pilotprogramm in ein normales Versicherungsprodukt umgewandelt (Agricorp, 2005).

Ähnliche Beispiele für bereits implementierte Grünlandabsicherungen gibt es auch in Argentinien und Mexiko (vgl. Marcel Stäheli, SwissRe, 2005). Auch in Australien und Osteuropa gibt es Überlegungen für eine Grünlandversicherung auf Basis eines Wetterderivats (vgl. Stäheli M., 2005).

Gerade für die landwirtschaftliche Absicherung in Entwicklungsländern, wo bislang keine Versicherung gegen Trockenheit verfügbar ist, könnten Wetterderivate eine interessante Option sein. Die Rabo Bank India entwickelte zwei landwirtschaftliche Wetterderivate für Indien, die nun am Markt eingeführt werden. Das eine Produkt sichert gegen zu viel oder zu wenig Niederschlag während der Monsunzeit ab, das andere gegen Risiken, die durch einen zu frühen oder zu späten Start des Monsuns bedingt sind.

Die Weltbank fördert derzeit die Implementierung dieser Versicherungsform in Marokko (vgl. Stoppa et al., 2003).

Neben der Absicherung gegen Trockenheit gibt es auch betreffend der Absicherung gegen andere Naturgefahren, wie Frost, schon erste Erfahrungen. Ein Derivat, das gegen Frosttage während der Obstblüte absichert, wurde beispielsweise in Südafrika implementiert (vgl. Stäheli M., 2005).

Ein weiteres Anwendungsfeld von Wetterderivaten in der Landwirtschaft ist der Agro-chemische Bereich. Der Einsatz von Düngemitteln beispielsweise ist stark wetterabhängig. Auch in diesem Bereich gibt es bereits die ersten abgeschlossenen Kontrakte (vgl. Stäheli, M., 2005).

Auch in der nahrungsmittelverarbeitenden Industrie, die von den Folgen trockenheitsbedingter Ernteauffälle betroffen sein kann, wurden Wetterderivate schon erfolgreich implementiert.

Etwa sieben Prozent aller Anfragen nach Wetterderivaten kommen derzeit aus dem Agrarsektor (PWC, 2005).

#### **4.11.3 Erfahrungen mit Wetterderivaten im Tourismus**

Der Freizeit- und Tourismussektor ist von einer großen Heterogenität gekennzeichnet. Er zeigt jedoch eine Gemeinsamkeit hinsichtlich der Größe der abzusichernden Einheiten: Fast alle Unternehmen dieses Sektors sind kleine oder mittlere Unternehmen (vgl. Gort, 2003).

Während Wetterderivate im Freizeitsektor schon durchaus verbreitet sind, ist ihre Anwendung im Wintertourismus noch in Entwicklung begriffen. Im Freizeitsektor gibt es eine große Bandbreite an erfolgreichen Anwendungen: Das Hedging eines Golfclubs gegen mehrere Regentage in Folge, die Absicherung von Tennisturnieren gegen Regen oder von Freizeitveranstaltungen, wie den Mörbischer Seefestspielen gegen Regen und Wind, sind nur einige Beispiele.

Im Wintertourismus gibt es derzeit die ersten Versuche Wetterderivate zu implementieren. Sowohl in Nordamerika, in den südfranzösischen Alpen, in der Schweiz aber auch in Österreich (vgl. Hypo Tirol, 2005) wird an entsprechenden Produkten gearbeitet. Das Wetterderivat kann sich dabei auf die Schneehöhe, den Schneefall oder die Durchschnittstemperatur beziehen. Das Derivat könnte als "Call Spread" auf Nicht-Ski-Tage ausgestaltet sein. Ein Nicht-Ski-Tag könnte als ein Tag definiert werden, an dem die tägliche synthetische Schneedeckenhöhe kleiner gleich 30 cm ist (Stäheli M., 2005).

Erfahrungen zeigen, dass es gerade im Wintertourismus bislang schwer war ein entsprechendes Bewusstsein für dieses neue Produkt zu entwickeln.

## **4.12 Wetterderivate als Option des Risikotransfersystems für österreichische Firmen**

### **4.12.1 Marktübersicht Österreich**

In Österreich ist der Markt für Wetterderivate erst in den Anfängen, es gibt aber schon eine ganze Reihe abgeschlossener Kontrakte.

So hat die Salzburg AG elf Kontrakte mit Kleinwasserkraftwerksbetreibern abgeschlossen, um diese gegen das Risiko Trockenheit abzusichern. Auch andere österreichische Energieversorger- bzw. -verteiler, wie die Stewag oder die KELAG wären interessiert, in den Wettermarkt einzusteigen.

Auch einige Banken und Versicherungen in Österreich sind schon am Wettermarkt aktiv. Die Bank Austria Creditanstalt kann bereits einige Vertragsabschlüsse, u. a. in den Bereichen Tourismus, Bauwirtschaft und Nahrungsmittelindustrie verzeichnen. Das Hedging des Risikos übernimmt dabei die Muttergesellschaft, die deutsche HypoVereinsbank.

Die HypoLandesbank Tirol bereitet den Markteinstieg im Bereich Tourismus vor. Dabei sollen auf Temperatur bezogene Wetterderivate für den Tiroler Wintertourismus angeboten werden (vgl. Hypo Tirol, 2005). Auch die Schöllerbank ist prinzipiell daran interessiert, Wetterderivate anzubieten.

Die Uniqua Versicherung bietet eine Regenausfallsversicherung, über die sich beispielsweise die Mörbischer Seefestspiele absichern. Dabei erfolgt die Auszahlung in Abhängigkeit von der Regenmenge und Windstärke.

Zu den internationalen Anbietern, die bereits auf dem österreichischen Markt tätig sind, gehört Coriolis Capital. Coriolis Capital hat beispielsweise schon einige Wetterkontrakte im österreichischen Energiesektor abgeschlossen und Anfragen aus den Bereichen Tourismus, Bauwirtschaft, Nahrungsmittelindustrie, sowie der Landwirtschaft erhalten. Andere internationale Wetterhedger wie Meryll Lynch oder die SwissRe wären prinzipiell am österreichischen Markt interessiert.

#### **4.12.2 Faktoren, die die Entwicklung des österreichischen Marktes hemmen sowie Lösungsmöglichkeiten**

Am 18.10.2005 wurde vom Projektteam an der Universität Graz ein Workshops durchgeführt. Ziel dieses Workshops war es zu untersuchen, in welchen Sektoren und unter welchen Rahmenbedingungen sich Wetterderivate in Österreich verstärkt nutzen ließen.

Schwerpunkt lag dabei auf den Bereichen Energie und Tourismus. Für wetterabhängige Branchen sollte ein Bewusstsein hinsichtlich des Potenzials dieses neuen Instruments geschaffen und an Hand von bereits erfolgreichen Anwendungsbeispielen verdeutlicht werden. Weiters wurde gemeinsam mit Vertretern aus dem Energie-, dem Landwirtschafts- und dem Tourismussektor sowie Anbietern von Wetterderivaten und Intermediären untersucht, warum sich in Österreich im Gegensatz zu manchen anderen Ländern noch kein funktionierender Markt für diese Produkte entwickeln konnte, wo die größten Markthemmnisse liegen und welche Lösungsmöglichkeiten es für diese gibt.

Der Workshop lieferte eine gute Einsicht in die Problemstellungen wetterabhängiger Unternehmen in Österreich und identifizierte zahlreiche Markthemmnisse. Im Folgenden sollen diese Markthemmnisse und die dazu diskutierten Lösungsmöglichkeiten dargestellt werden:

##### 1. Hoher Preis von Wetterdaten

Der Preis für den Erwerb von Wetterdaten für den kommerziellen Gebrauch ist in Österreich sehr hoch. Längere Datensätze können mehrere tausend Euro kosten. Daher ist es für manche Firmen zu teuer, die eigene Wetterabhängigkeit zu ermitteln und zu prüfen, ob mit Wetterderivaten ein sinnvolles Hedging möglich wäre. In manchen Ländern, wie den USA oder Japan sind Wetterdaten kostenlos erhältlich, was mit ein Grund ist, dass sich dort bereits ein ausgeprägter Wettermarkt entwickelt hat. Aber auch in Deutschland sind Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes DWD seit einiger Zeit kostenlos zugänglich. Von Seiten der Zentralanstalt für Meteorologie kam diesbezüglich das Argument, dass sie seit 1990 im Rahmen der ihr verliehenen Teilrechtsfähigkeit auch privatrechtlich agieren und die Kosten für die Betreuung des Stationsnetzes teilweise selbst übernehmen müssen.

##### **Lösungsmöglichkeiten:**

Im Rahmen eines wissenschaftlichen Forschungsprojektes könnte man die Wetterabhängigkeit einzelner Sektoren ermitteln und erste Voruntersuchungen zum Einsatz von Wetterderivaten machen. Diese könnten Unternehmen als Entscheidungsgrundlage dienen, ob dieses Instrument für sie eine sinnvolle Hedging Option darstellt. Für wissenschaftliche Zwecke stehen Wetterdaten kostenlos zur Verfügung, Voruntersuchungen könnten daher zu geringen Kosten durchgeführt werden.

## 2. Zu kleine Betriebseinheiten

In manchen Bereichen, wie beispielsweise in der Hotelleriebranche oder im Bereich der Windenergie, aber auch in der Landwirtschaft sind die Unternehmenseinheiten teilweise zu klein, um die Transaktionskosten aufbringen zu können bzw. für Anbieter interessant zu sein.

Die SwissRe beispielsweise übernimmt im Normalfall nur versicherte Werte von über 100.000 Euro, bei einfacher Vertragsgestaltung und Pricing im Falle einer guten Datenbasis können auch Werte ab 30.000 Euro übernommen werden (persönliche Auskunft, Marcel Stäheli, SwissRe, 2005).

### **Lösungsmöglichkeiten:**

Es müsste die Möglichkeit des Zusammenschlusses von Risikogemeinschaften derselben Art in Erwägung gezogen werden. Dabei könnten mehrere Unternehmen gemeinsam mit dem Anbieter einen Vertrag abschließen. Ein solcher Vertrag könnte so flexibel sein, dass unterschiedliche Referenzstationen und Strike Levels festgelegt werden.

## 3. Bewusstseinsbildung

Vielfach, vor allem bei kleineren Unternehmen, besteht wenig Bewusstsein für die Wetterabhängigkeit des Unternehmens, des damit verbunden Risikos, aber auch den Möglichkeiten des Wetterhedgings.

### **Lösungsmöglichkeiten:**

Die Vorstellung der Einsatzmöglichkeiten von Instrumenten des Wetterhedgings auf Kongressen des Tourismus-, Landwirtschafts- und Energiesektors könnte helfen. In Japan beispielsweise konnte sich durch entsprechende Bewusstseinsbildung vor allem bei Kleinunternehmen ein ausgeprägter Markt entwickeln.

#### 4. Fehlender Kontakt zwischen Anbietern und End-Usern

Es hat sich gezeigt, dass es durchaus schon ein Angebot an Wetterderivaten in Österreich gibt, sich jedoch für Anbieter der Zugang zu potentiellen End-Usern als sehr schwierig erweist.

##### **Lösungsmöglichkeiten:**

Eine Informationsplattform zwischen Anbietern und potentiellen Nachfragern, beispielsweise in Form eines Newsletters oder einer mailing-list, könnte zu einer Marktbelebung führen.

#### 5. Vermarktung

Das Produkt Wetterderivat ist im Bereich des Marketings oft ein Problem, weiters sind die Produkte teilweise zu komplex, um von möglichen End-Usern angenommen zu werden.

##### **Lösungsmöglichkeiten:**

Wetterderivate könnten als Wetterversicherungen oder Wetterlösungen vermarktet werden. Es besteht weiters ein Bedarf an der Entwicklung von neuen und einfacheren Produkten.

#### 6. Klimatologische Zusammenhänge

Die Grundlage der Erstellung von Wetterderivaten, die Erforschung klimatologischer Zusammenhänge hinkt in manchen Bereichen der Nachfrage hinterher. Es gibt beispielsweise einen Klimaatlas Steiermark, aber keinen von Kärnten. Auch werden bei der Erhebung des Wetterrisikos durch den Klimawandel hervorgerufene Temperatur- und Niederschlagsveränderungen zu wenig einbezogen, was das Risiko beim Abschluss von Derivaten erhöht.

##### **Lösungsmöglichkeiten:**

Es besteht der Bedarf einer verstärkten anwendungsorientierten Klimaforschung.

## **5 Ökonomisch-quantitative Bewertung des globalen Klimawandels auf lokaler Ebene (Südoststeiermark)**

Im Folgenden sollen Daten, die Trockenheitsphänomene widerspiegeln, analysiert werden, um eine erste ökonomisch-quantitative Bewertung des Klimawandels auf lokaler Ebene durchführen zu können. Zuerst werden die Niederschlagsverhältnisse in der Beispielregion Südoststeiermark, auf die später besonders Bezug genommen wird, beleuchtet. Danach wird gezeigt, wie sehr sich Trockenphänomene auf verschiedene Sektoren der Region und auf den Wasserverbrauch auswirken, und welche langfristigen ökonomischen Konsequenzen dies haben könnte.

### **5.1 *Veränderung des Niederschlagsregimes in der Südoststeiermark***

Während für Österreich kein genereller Niederschlagstrend erkennbar ist, so gibt es in der Südoststeiermark mit Ausnahme des Berglandes einen klaren Trend einer Abnahme der Niederschlagsmenge. Besonders stark ist dieser Trend im oststeirischen Riedland. An der Station St. Johann b. Herberstein beispielsweise fielen zwischen 1991 und 2003 durchschnittlich um 6% weniger Niederschlag als in der Periode 1961-1990 (vgl. Joanneum Research, 2005). Eine Analyse der mittleren Monatssummen südoststeirischer Stationen zeigte, dass die Niederschläge von Jänner bis Juli/August tendenziell unter dem langjährigen Mittel lagen, wobei diese Defizite vor allem im Bergland durch höher Niederschläge im Herbst ausgeglichen wurden. Während der Vegetationsphase kam es also überall zu einer Niederschlagsabnahme (vgl. Joanneum Research, 2005).

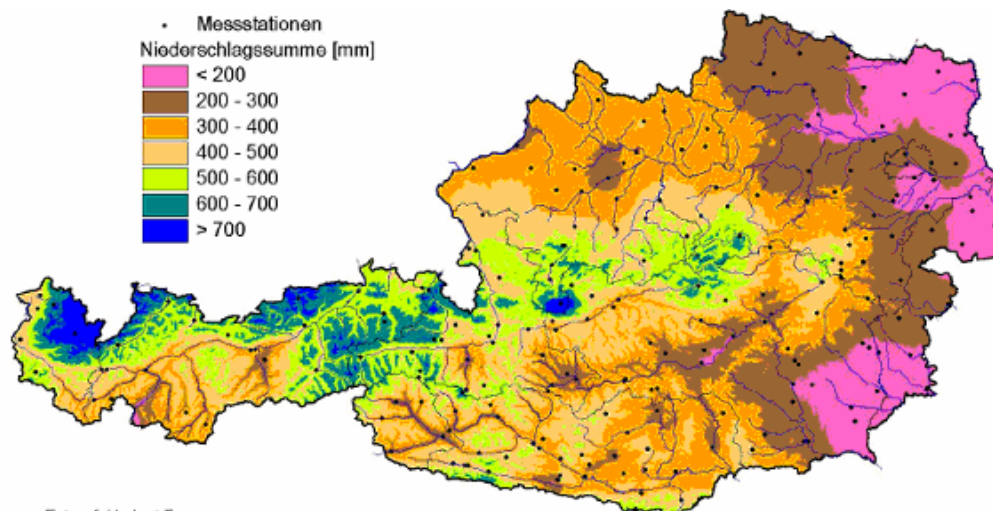
### **5.2 *Auswirkungen von Trockenheit auf die Landwirtschaft***

Im Folgenden sollen Schadensdaten für das Extremschadensjahr 2003 hinsichtlich Trockenheit auf Bundes- und Steiermarkebene erste quantitative Hinweise auf den Klimawandel auf lokaler Ebene geben und zeigen, in welchen Regionen besonders hoher Anpassungsbedarf an Trockenheit besteht.

- **Schadensbilanz für Österreich im Jahre 2003**

Der Ertrag landwirtschaftlicher Kulturen wurde im Jahr 2003 durch eine Vielzahl von Naturkatastrophen stark beeinträchtigt. Diese Ereignisse reichten von Frostschäden zu

Beginn des Jahres gefolgt von einer sehr langen Hagelsaison über den Zeitraum Ende April bis Ende August bis hin zu den katastrophalen Auswirkungen der ungewöhnlichen Sommerdürre sowie vereinzelt Sturmschäden.



**Abbildung 20: Niederschlagssumme vom 1. Jänner bis 28. August 2003.**  
**Quelle: Formayer, Frischauf 2004**

Die wochenlange Hitzewelle in Verbindung mit anhaltender Trockenheit verursachte Ertragsausfälle bei Ackerfrüchten von bis zu 70% vor allem im Burgenland, Niederösterreich, Steiermark und Kärnten (vgl. ÖHV, 2005). Davon waren in erster Linie die Kulturen Getreide, Mais und Sonnenblumen betroffen. In der Grünlandwirtschaft kam es zu Ausfällen von ca. 200 Millionen Euro (vgl. Formayer et al., 2004). Dürre gefährdet schon seit dem Jahr 2000 mindestens 60% der Ernte, aber da die Produktionsgebiete Österreichs sehr unterschiedlich gestaltet sind, konnten Ertragsrückgänge bisher durch Mehrerträge anderer Bundesländer kompensiert werden, so dass die Futter- und Lebensmittelversorgung in Summe immer gewährleistet war (vgl. Mayer et. al, 2003).

Abbildung 20 illustriert deutlich, dass große Teile Österreichs bis zum 29. August durchschnittlich nur 150 mm Niederschläge und teilweise weniger verzeichneten, was im langjährigen Durchschnitt einem Niederschlagsdefizit von etwa 50%

entspricht (vgl. Formayer et al., 2004). Auf diese Trockenperiode folgten schließlich unwetterartige Starkniederschläge. Die Jahresniederschlagsmenge hat sich zwar nicht reduziert, jedoch war die überaus schlechte Verteilung der Niederschläge zusammen mit anderen Extremereignissen ausschlaggebend für die massiven landwirtschaftlichen Schäden. Insgesamt wurden in Österreich in diesem Extremjahr 40 Tropentage mit einer Temperatur von mehr als 30 Grad Celsius gemessen. Generell weisen die Sommertemperaturen von Wien seit 1775 eine Normalverteilung auf, wobei jedoch vier Sommer signifikant davon abweichen: 1811, 1992, 1994 und 2003. Von diesen vier Ausreißern in einer Zeitreihe von über 200 Jahren, liegen drei in den letzten 15 Jahren, was sehr stark auf eine bereits einsetzende Klimaänderung hindeutet (vgl. Formayer et al., 2004).

Die ÖHV registrierte 35.567 Schadensmeldungen, von denen 13.223 auf Hagel und 7.456 auf Trockenheit zurückzuführen sind (vgl. ÖHV, 2005). Insgesamt wurden in Österreich Entschädigungen in der Höhe von 43,38 Millionen Euro für Schadensfälle im direkten Geschäft geleistet, was einer Steigerung von ca. 21% im Vergleich zum Vorjahr entspricht (vgl. Hoenle, 2004).

**Tabelle 10: Endergebnis Dürreschäden Steiermark 2003 (ohne Alm- und Teichwirtschaft). Schadenshöhe im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt. Schaden in 1000 Euro. Quelle: Mayer 2005**

Endergebnis Dürreschäden Steiermark (ohne Alm- und Teichwirtschaft)  
Schadenshöhe im Vgl. zu langjährigem Durchschnitt  
**Schaden in 1000 €**

Bezirke	Summe	Grünland	Mais	Kürbis	Holunder	Äpfel	sonst. Obst	Saatmais	Feld- gemüse	Sonst. Kulturen
Mürzzuschlag	2.156	2.156	0	0	0	0	0	0	0	0
Liezen	3.696	3.696	0	0	0	0	0	0	0	0
Leoben	2.089	2.025	64	0	0	0	0	0	0	0
Bruck	1.893	1.848	45	0	0	0	0	0	0	0
Judenburg	4.425	4.235	189	0	0	0	0	0	0	0
Knittelfeld	2.738	2.618	120	0	0	0	0	0	0	0
Murau	6.776	6.776	0	0	0	0	0	0	0	0
Feldbach	4.204	1.540	1.280	0	144	64	64	0	704	408
Fürstenfeld	2.397	554	1.440	51	189	94	64	0	5	0
Hartberg	10.938	6.468	3.200	32	61	112	240	0	10	816
Radkersburg	4.549	1.540	2.480	88	134	16	2	0	288	0
Weiz	11.415	8.470	920	21	660	400	576	0	0	368
Deutschlandsberg	4.353	4.235	14	0	26	6	70	0	0	0
Graz-Umgebung	6.072	4.740	778	96	13	14	63	0	97	271
Leibnitz	3.320	1.463	1.760	88	0	9	0	0	0	0
Voitsberg	7.549	7.469	80	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ges. Steiermark</b>	<b>78.570</b>	<b>59.833</b>	<b>12.370</b>	<b>376</b>	<b>1.227</b>	<b>715</b>	<b>1079</b>	<b>1.700</b>	<b>1104</b>	<b>1863</b>
Ges. Obersteiermark	23.772	23.354	418	0	0	0	0	0	0	0

Schlussfolgerungen:

Es zeigt sich, dass vor allem die Produktionsgebiete des Voralpengebietes, des Alpenvorlandes sowie des östlichen und südöstlichen Flach- und Hügellandes, wie der Südoststeiermark, besonders von Trockenperioden gefährdet sind. Diese Gebiete beanspruchen zwar einen kleinen Anteil am gesamten Bundesgebiet, weisen aber eine hohe landwirtschaftliche Produktion auf.

### **5.3 Auswirkungen von Trockenheit auf den Wasserverbrauch**

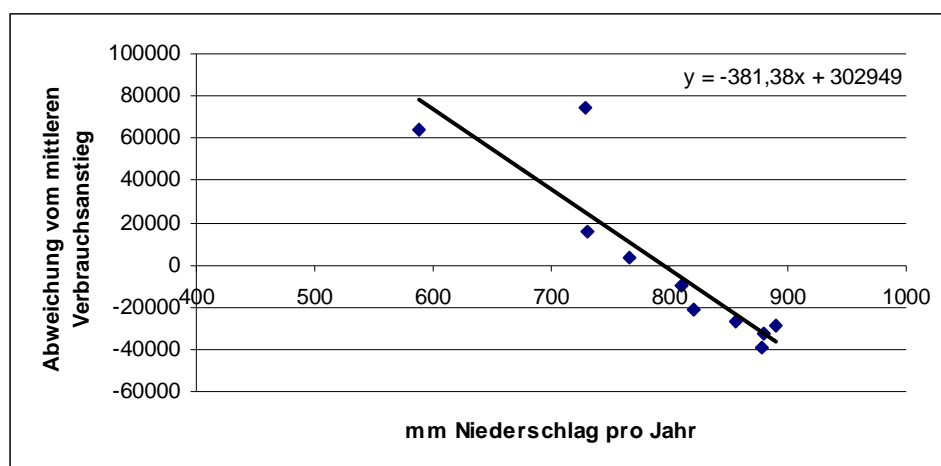
Im Folgenden soll für die Beispielregion Südoststeiermark der Zusammenhang zwischen Trockenheit und Wasserverbrauch ermittelt werden. Dabei wird Korrelation zwischen verkaufter Wassermenge des Wasserverbandes Grenzland Südost (GSO) und den Niederschlägen zwischen 1992 und 2002 errechnet.

Zwei Probleme ergeben sich dabei jedoch:

- 1) Die Verkaufsmenge steigt im Zeitraum stark an (von 700 000 auf 1800 000 m<sup>3</sup>).
- 2) einige Gemeinden begannen erst in diesem Zeitintervall von der GSO Wasser zu beziehen.

Die Datenmenge wurde daher auf die Kerngemeinden reduziert (jene Gemeinden, wo der GSO bereits seit 1992 liefert). Der Anschluss anderer Gemeinden ist meist ein längerfristiger Prozess und nicht unmittelbar mit der Niederschlagsmenge verbunden, während in Kerngemeinden, in denen der Anschluss bereits vorhanden ist, Wasser unmittelbar in Trockenzeiten verstärkt nachgefragt wird. Weiters wurde der Verbrauchsanstieg (Verkaufssteigerung 6,9% pro Jahr) mittels der Methode der kleinsten Quadrate eliminiert und der Jahresniederschlagsmenge (Mittelwert der im Gebiet liegenden Stationen Riegersburg, Rohrbach a. d. Raab, Fehring und Gleisdorf) gegenübergestellt.

Dabei ergibt sich, dass in Jahren mit höherer Niederschlagsmenge die Verkaufssteigerung deutlich geringer ausfällt, als in Jahren mit geringem Niederschlag. Der Korrelationsgrad zwischen der Jahresniederschlagsmenge und der Verkaufssteigerung beträgt -0,89.



**Abbildung 21: Zusammenhang Jahresniederschlag und Absatz des Wasserverbandes GSO**

**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt, dass 100 mm weniger Niederschlag einen Mehrverkauf des Wasserverbandes GSO von ca. 38000 m<sup>3</sup> bedeutet. Die Ergebnisse müssen aber vor dem Hintergrund einer sehr kurzen Datenreihe betrachtet werden.

#### Schlussfolgerungen:

Zwischen 1992 und 2002 zeigt sich ein starker Zusammenhang zwischen Wasserverkauf und Niederschlagsmengen. Es ist davon auszugehen, dass bei einer weiteren Zunahme an Trockenereignissen in der Südoststeiermark die technische Kapazität des derzeitigen Versorgungssystems an ihre Grenzen stoßen kann.

## **5.4 Ökonomische Folgen von Trockenheit in der Beispielregion**

Nicht nur die Landwirtschaft, sondern eine Reihe anderer für die Region Südoststeiermark ökonomisch bedeutsamer Sektoren, sind stark wasserintensiv und daher bezüglich zunehmender Trockenheitsphänomenen vulnerabel. Besonders zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang der Beherbergungssektor mit rund 8000 Beschäftigten, aber auch der Bausektor (vgl. Joanneum Research, 2005).

Insgesamt erwirtschaften wasserintensive Branchen in der Südoststeiermark einen Produktionswert von 2.7 Mrd € pro Jahr bzw. eine Bruttowertschöpfung von rund 1 Mrd € (vgl. Joanneum Research, 2005). Entsprechend groß sind daher die

ökonomischen Nachteile für die zukünftige Entwicklung der Region, falls der Wasserbedarf nicht gewährleistet werden kann. Dies soll im Folgenden verdeutlicht werden.

Das Vorhandensein einer problemlosen Wasserversorgung ist ein wichtiger Standortfaktor, der für wasserintensive Branchen entscheidend ist für Betriebsansiedelungen und Investitionsentscheidungen. Engpässe in der Wasserversorgung könnten für die Region zu schwerwiegenden ökonomischen Nachteilen führen.

Kann beispielsweise die Wasserversorgung für zusätzliche Outputeinheiten für die nächsten 10-20 Jahre nicht sichergestellt werden, würden etwa 4000-6000 kumulierte Beschäftigungschancen verloren gehen (vgl. Joanneum Research, 2005).

Anpassung an den durch sozioökonomische Faktoren bedingten steigenden Wasserverbrauch, aber auch an die durch die globale Klimaänderung bedingte Zunahme an Trockenperioden, ist in der Beispielregion daher besonders dringlich.

Als technische Anpassungsmaßnahmen sind eine überregionale Transportleitung bzw. ein Lückenschluss im regionalen Versorgungsnetz in Planung. Auf neue Formen ökonomischer Anpassungsstrategien in der Südoststeiermark soll im nächsten Kapitel eingegangen werden.

## 6 Case Studies

Im Folgenden werden zwei Case Studies für die Südoststeiermark erarbeitet. Die Region wurde deshalb gewählt, da sie wie im Kapitel 5.1 gezeigt, einen eindeutigen Trend einer Zunahme an Trockenereignissen aufweist und von ihrer Wirtschaftsstruktur her eine besonders große Vulnerabilität in Hinblick auf Dürreperioden und Schwankungen im hydrologischen Kreislauf ausweist.

Die erste Case Study bezieht sich auf die Landwirtschaft, die in der Untersuchungsregion einen hohen Wertschöpfungsanteil aufweist, die zweite auf den Sektor Kleinwasserkraft, der im Zuge der Ökostromförderung stark im Expandieren ist.

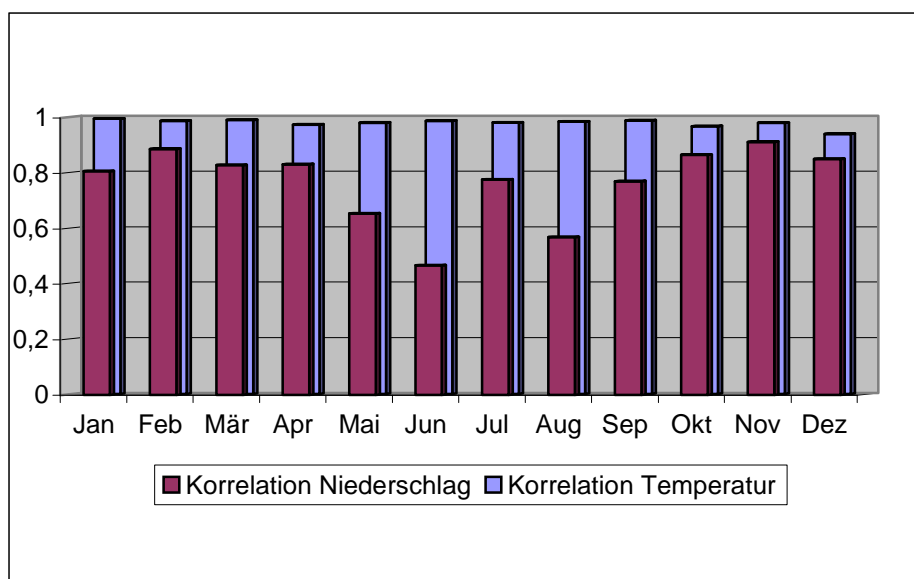
### 6.1 Korrelation von Niederschlags- und Temperaturwerten steirischer Messstationen

Im Folgenden soll untersucht werden, inwieweit die Messstation Graz-Flughafen für die Beispielregion Südoststeiermark zur Implementierung von Wetterderivaten herangezogen werden kann.

**Tabelle 11: Korrelation der Niederschläge Graz- Flughafen mit südoststeirischen Messstationen 1971-2000 auf Monatsbasis**

Messstation	Korrelation
Rohr an der Raab	0,893
Gleisdorf	0,912
Fürstenfeld	0,865
Bad Gleichenberg	0,861
Kirchbach	0,899
Waltra	0,830

Tabelle 11 zeigt die Korrelation der Messstation Graz-Flughafen mit einigen südoststeirischen Stationen. Eine Analyse der Periode 1971-2000 zeigt für südoststeirische Messstationen überall Korrelationen von über 0,8. Unsere Analysen zeigen jedoch, dass diese bei Stationen in der Obersteiermark wie beispielsweise Seckau deutlich geringer sind.



**Abbildung 22: Korrelation von Niederschläge und Temperaturen Graz Uni-Gleichenberg im Jahresverlauf**

Betrachtet man den monatlichen Verlauf der Korrelationen der Niederschläge, zeigt sich dass es große Schwankungen gibt. In den Monaten Mai bis September ist die Korrelation deutlich unter 0,8. Die Messstation Graz-Universität kann daher in diesen Monaten nicht als Referenzstation für Wetterderivate in der Oststeiermark herangezogen werden. Analysen mit anderen Messstationen in der Oststeiermark zeigen das gleiche Bild.

Obwohl die Südoststeiermark aus meteorologischer Hinsicht relativ homogen ist, muss beim Einsatz von Wetterderivaten in dieser Region daher auf lokale Messstationen Bezug genommen werden.

Zu ganz anderen Ergebnissen kommt man bei der Temperatur. Die Korrelation der Temperaturen Graz-Universität mit Bad Gleichenberg im Jahresverlauf ist das ganze Jahr deutlich über 0,9. Zu denselben Ergebnissen kommt man bei Analysen mit anderen Wetterstationen in der Oststeiermark. Die Station Graz-Universität kann daher als Referenz für temperaturbasierende Wetterderivate zumindest in der

Beispielregion herangezogen werden. Bei obersteirischen Messstationen, wie beispielsweise Seckau, können die Werte für einzelne Monate unter 0,9 sinken.

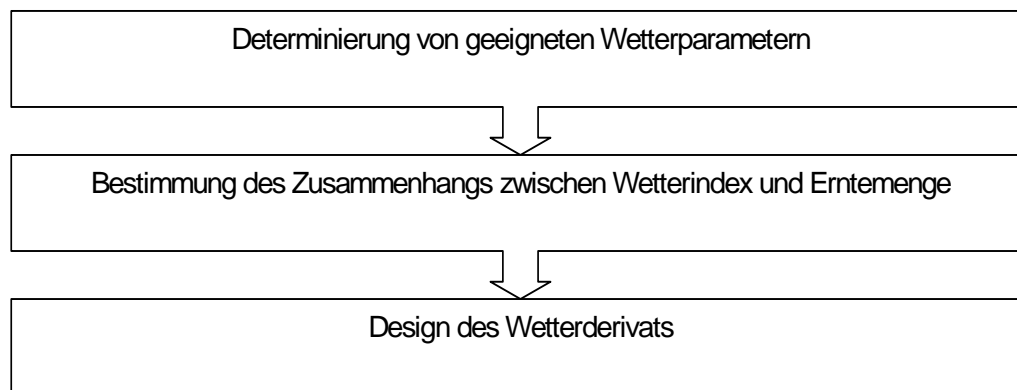
## **6.2 Case Study Grünlandabsicherung**

Aufgrund der Tatsache, dass Grünland im Rahmen der Mehrgefahrenversicherung zurzeit nicht gegen das Risiko Trockenheit versicherbar ist, die fehlende Versicherungsmöglichkeit gegen Dürreschäden von Grünland für die österreichischen Landwirte jedoch ein großes Problem darstellt, soll für diesen Bereich die Absicherung mit Hilfe eines Wetterderivates untersucht werden. Die Voraussetzung für die Konstruktion eines Wetterderivates, die starke Abhängigkeit des Ertrages vom Wetterindex (in diesem Fall von der Niederschlagsmenge und von der Temperatur) ist bei Grünland gegeben.

Die folgende Case Study soll unterschiedliche Möglichkeiten aufzeigen, welche für die Implementierung von Wetterderivaten bei Grünland bestehen. Einerseits werden verschiedene Regionen herangezogen (es wird sowohl ein gemeinsames Derivat für alle Bezirke als auch ein Derivat auf Bezirksebene erstellt). andererseits sollen auch die Auswirkungen von Variationen der Wetterparameter (Niederschlag vs. Wetterindex) sowie unterschiedlicher Untersuchungszeiträume und Verteilungsannahmen gegenübergestellt werden.

### **6.2.1 Angewandte Methodik**

Im Folgenden soll die Methodik, die zu Erstellung der Wetterderivate angewendet wurde, näher erläutert werden.



**Abbildung 23: Vorgehensweise bei der Erstellung des Wetterderivats**

Entsprechend Abbildung 23 wurde in einem ersten Schritt ermittelt, ob es Wetterparameter gibt, die einen signifikanten Einfluss auf die Erntemenge haben, und ob eine Kombination mehrerer Parameter die Schwankungen der Ernteerträge besser erklären kann. Um die Ernteerträge verschiedener Jahre vergleichen zu können, wurde weiters überprüft, ob wetterunabhängige Faktoren, wie beispielsweise Produktivitätssteigerungen, in diesen Daten enthalten sind.

Im zweiten Schritt wurde dann versucht mit den ausgewählten Parametern Niederschlagsmenge und Temperaturmittel in der für Grünland ertragsrelevanten Periode Februar-September einen Wetterindex zu bilden. Sowohl die Niederschlagsmengen als auch der Wetterindex wurden mit dem Ernteertrag korreliert.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit den Zusammenhang zwischen Wetterindex und den Ernteerträgen mit einer einfachen Regressionsanalyse darzustellen oder bei Einbeziehung mehrerer Faktoren eine Produktionsfunktion zu schätzen. Die Durchführung einer Regressionsanalyse erschien sinnvoller, weil auf Bezirksebene aggregiert neben den meteorologischen Daten keine anderen Produktionsfaktoren zur Verfügung standen.

Dabei wurde die Wetterabhängigkeit des Ernteertrages mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate zunächst als lineare Funktionen berechnet. Da sich bis zu einer bestimmten Niederschlagsmenge die Erntemenge erhöhte, darüber nicht mehr, erschien es allerdings nötig, zwei lineare Teilfunktionen zu bilden, um den Zusammenhang ausreichend gut darstellen zu können.

Für alle diese vier Möglichkeiten (Niederschlagsderivat und Wetterindexderivat jeweils mit 1 bzw. 2 linearen Funktionen gerechnet) wurde ein Derivat auf Basis einer Put-Option konstruiert. Dabei wurde jeweils eine Laufzeit von 8 Monaten (Februar-September) angenommen, wobei als Bezugspunkt der 1. Jänner festgelegt wurde. Die Bewertung der Derivate erfolgte jeweils mit Hilfe der bereits in Kapitel 4.7.2 diskutierten Burn Analysis, welche aufgrund der einfachen Methodik gut geeignet ist mehrere Varianten durchzurechnen.

Bei der Berechnung der Prämie wurde Risikoneutralität angenommen. Die Prämie wurde mit den im Untersuchungszeitraum tatsächlich eingetretenen meteorologischen Werten berechnet, der Erwartungswert der Auszahlungen über die relevante Periode wurde mit einem angenommenen risikolosen Zinssatz von 5% diskontiert (vgl. Berg, 2003).

Für den Bezirk Fürstenfeld wurde zusätzlich exemplarisch aufgezeigt, wie sich Änderungen im Untersuchungszeitraum bzw. verschiedene Verteilungsannahmen auf die Höhe der Prämie auswirken.

Das Strike-Level kann grundsätzlich vom Anbieter und Verkäufer flexibel vereinbart werden, je nachdem, ob nur eine Abdeckung von extremen Wetterereignissen erwünscht ist oder ein vollständiger Transfer des Wetterrisikos erfolgen soll. Bei den hier erstellten Derivaten wurde es bei jenem Wetterindex angenommen, bei dem unterhalb eine eindeutigen Abnahme der Ernteerträge erfolgt, während diese oberhalb relativ konstant bleiben.

Um die Ertragsverluste abzudecken, wurde versucht für die Tick Size den aktuellen Preis für Grünland zu wählen. Dabei bestand jedoch das Problem, dass es keinen einheitlichen Handelsplatz für Grünland gibt. Außerdem variieren die Preise sehr stark, weil einerseits Grünland in unterschiedlicher Form (Heu, Siloballen) und Qualität gehandelt wird und andererseits hohe saisonale und regionale Unterschiede bestehen. Weil aber mit Wetterderivaten prinzipiell nur Volumenrisiken und keine Preisrisiken abgedeckt werden sollen, spielt diese preisliche Bewertung nur eine untergeordnete Rolle. Nachdem der Preis des Gutes bereits bei der Prämienfestlegung bestimmt werden muss, steigen proportional zum Preis auch die Prämie sowie der Erwartungswert der Derivatsauszahlung. In unserem Fall erfolgte die monetäre Bewertung mit dem aktuellen Handelspreis für Siloballen in der Oststeiermark von 3,57 € pro Dezitonne (persönlich Auskunft, Herr Mag. Schöttel vom Marktreferat der steiermärkischen Landesregierung).

## 6.2.2 Ermittlung der Wetterabhängigkeit des Ernteertrags

Das ertragsmindernde Phänomen Dürre kann grundsätzlich durch die Variabilität der Parameter Niederschlag und Temperatur entstehen, weshalb die Jahreshektarerträge von vier steirischen Bezirken den Niederschlagsdaten sowie den Temperaturdaten gegenübergestellt wurden.

Die Datenbasis der Analysen sind Hektarerträge für Wiesen, die von der Statistik Austria auf Bezirks- und Bundeslandebene ausgewiesen werden. Die jährliche Aufzeichnung der Bezirksdaten erfolgt allerdings erst seit 1997, zuvor wurde nur alle 5 Jahre aufgezeichnet.

Dennoch erscheint für einen Vergleich von Ernteerträge und Niederschlagsmengen eine Verwendung der Bezirksdaten notwendig, da die Niederschlagsmengen der einzelnen Bezirke nur schwach miteinander korrelieren (vgl. Kapitel 6.1). Dementsprechend wurden für mehrmähdige Wiesen neben den durchschnittlichen steirischen Hektarerträgen auch die in insgesamt 10 Jahren (1990, 1995, 1997-2004) aufgezeichneten Hektarerträge für die vier Bezirke Feldbach, Weiz, Radkersburg und Graz-Umgebung verwendet und den in den Bezirken gemessenen Niederschlägen gegenübergestellt.

Wenn Temperaturen verwendet wurden, wurden für alle Berechnungen die Werte der Station Graz-Universität verwendet, da diese sehr stark mit allen Stationen der Oststeiermark korrelieren, der Korrelationsgrad liegt über 0,99.

Die Ernteerträge der einzelnen Jahre wurden nicht trendbereinigt, wie das beispielsweise bei Erntedaten von Äpfeln, Mais etc. üblich ist, um die meteorologischen Einflüsse von Produktivitätssteigerungen zu trennen. Während bei den meisten landwirtschaftlichen Produkten durch Verbesserungen in der Produktionsweise die Hektarerträge in den letzten 15 Jahren weiter gesteigert wurden, sind bei der Bearbeitung von Grünland keine wesentlichen Änderungen erfolgt.

Im konkreten Fall würde eine Trendbereinigung aufgrund der relativ kurzen Periode 1990-2004 und der Dürrejahre 2001-2003 eine wesentliche Bereinigung meteorologischer Schwankungen mit sich bringen. So würde im Zeitraum 1990 bis 2004 sogar ein negativer Trend eliminiert werden.

**Tabelle 12 : Korrelationen zwischen Wiesenertrag und Niederschlagsmenge/Temperatur**

	Niederschlagsmenge					Temperatur				
	Weiz	Radkersburg	Fürstenfeld	Graz-Umgebung	Steiermark	Weiz	Radkersburg	Fürstenfeld	Graz-Umgebung	Steiermark
Februar	0,55	0,13	0,10	0,21	0,45	0,35	0,59	0,31	0,31	0,38
März	0,11	0,42	0,16	0,49	0,14	-0,49	-0,35	-0,28	-0,51	-0,5
April	0,11	-0,15	-0,10	0,15	0,12	-0,22	0,04	-0,4	0,32	-0,05
Mai	0,40	0,29	0,50	0,3	0,44	-0,81	-0,77	-0,64	-0,90	-0,87
Juni	0,77	0,85	0,69	0,61	0,74	-0,68	-0,80	-0,73	-0,66	-0,74
Juli	0,77	0,38	0,66	0,51	0,22	-0,47	-0,74	-0,57	-0,52	-0,56
August	0,33	-0,11	0,06	0,01	0,31	-0,89	-0,84	-0,85	-0,72	-0,9
September	0,10	-0,04	-0,25	0,09	0,06	-0,15	0,02	0,08	0,21	0-06
<b>Feb-Sep</b>	<b>0,80</b>	<b>0,70</b>	<b>0,71</b>	<b>0,72</b>	<b>0,75</b>	<b>-0,85</b>	<b>-0,75</b>	<b>-0,85</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,81</b>

Tabelle 12 zeigt den Zusammenhang zwischen den Jahreshektarerträgen für mehrmähdige Wiesen und den jeweiligen Monatsniederschlägen bzw. Temperaturmittel sowie den kumulierten Niederschlägen bzw. Temperaturmittel für die relevante Periode Februar bis September. Bei der Korrelation der Hektarerträge auf Bundeslandebene mit den Niederschlagsmengen muss jedoch beachtet werden, dass diese aufgrund des Vergleichs mit nur einer Niederschlagsstation (Gleisdorf) wenig Aussagekraft hat.

Es besteht also eine durchwegs positive Korrelation zwischen der Erntemenge und den Monatsniederschlägen, besonders in den Monaten Juni und Juli. Die Temperatur hingegen korreliert grundsätzlich negativ mit der Erntemenge, besonders in den wärmsten Monaten Mai bis August, während dies nicht für die Monate Februar und September zutrifft. Folglich muss auch zwischen der Temperatur und dem Niederschlag eine Korrelation bestehen, die für den Gesamtzeitraum Februar – September je nach Messstation zwischen -0,48 und -0,64 beträgt.

Daher wurde untersucht, inwieweit ein noch besserer Zusammenhang mit der Erntemenge erzielt werden kann, wenn sowohl Niederschlag als auch Temperaturendaten mit der Erntemenge korreliert werden. Für diesen Zweck wurde ein gemeinsamer Index entwickelt, der die Werte für die einzelnen Jahre standardisiert.

Dazu wurden für Temperatur und Niederschlag die Mittelwerte  $\eta$  und Standardabweichungen  $\sigma$  gebildet und mit den positiven Abweichungen der Niederschläge und den negativen Abweichungen der Temperatur für die einzelnen Jahre folgender Index gebildet:

$$\text{Index}_{(P,T)} = 0,5(P - \eta_P)/\sigma_P + 0,5(\eta_T - T)/\sigma_T$$

**Tabelle 13: Korrelation zwischen Erntemenge und Wetterindex**

	Weiz	Radkersburg	Fürstenfeld	Graz-Umgebung	Steiermark
<b>Index <math>_{(P,T)}</math></b>	<b>0,93</b>	<b>0,94</b>	<b>0,84</b>	<b>0,78</b>	<b>0,91</b>
<i>Niederschlag P</i>	<i>0,80</i>	<i>0,70</i>	<i>0,71</i>	<i>0,72</i>	<i>0,75</i>
<i>Temperatur T</i>	<i>-0,85</i>	<i>-0,75</i>	<i>-0,85</i>	<i>-0,66</i>	<i>-0,81</i>

Tabelle 13 zeigt die Korrelation dieses Indexes für Niederschlag und Temperatur mit den Erntemengen der einzelnen untersuchten Bezirke im Vergleich mit den jeweils gesondert ermittelten Korrelationen für Niederschlag und Temperatur.

In allen untersuchten Bezirken bis auf Fürstenfeld weist der kombinierte Index deutlich höhere Korrelationen mit den Erntemengen auf. In weiterer Folge soll daher versucht werden neben Wetterderivaten, die nur den Parameter Niederschlag berücksichtigen, auch Wetterderivate mit diesem kombinierten Index zu konstruieren.

### 6.2.3 Konstruktion eines für alle Bezirke gemeinsamen Wetterderivates

Zunächst wurde ein für alle Bezirke der Oststeiermark einheitliches Derivat konstruiert. Das bedeutet, dass zwar die Niederschlagsmengen der jeweils einzelnen Bezirke, nicht jedoch die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen in den einzelnen Bezirken berücksichtigt werden. Ein Vorteil dieser Variante liegt darin, dass für den gegebenen Zeitraum eine größere Datenmenge vorliegt und somit Einzelereignisse die Funktion, die den Zusammenhang zwischen Ertragsmengen und Wetterparametern wiedergibt, nicht so stark beeinflussen können. In der Praxis würde die Nichteinbeziehung der verschiedenen Klimaverhältnisse jedoch den Nachteil haben, dass Derivatbesitzer in trockeneren Bezirken höhere Auszahlungen erhalten als Derivatbesitzer in niederschlagsreicheren Regionen.

#### a) Derivat auf Basis des Niederschlags

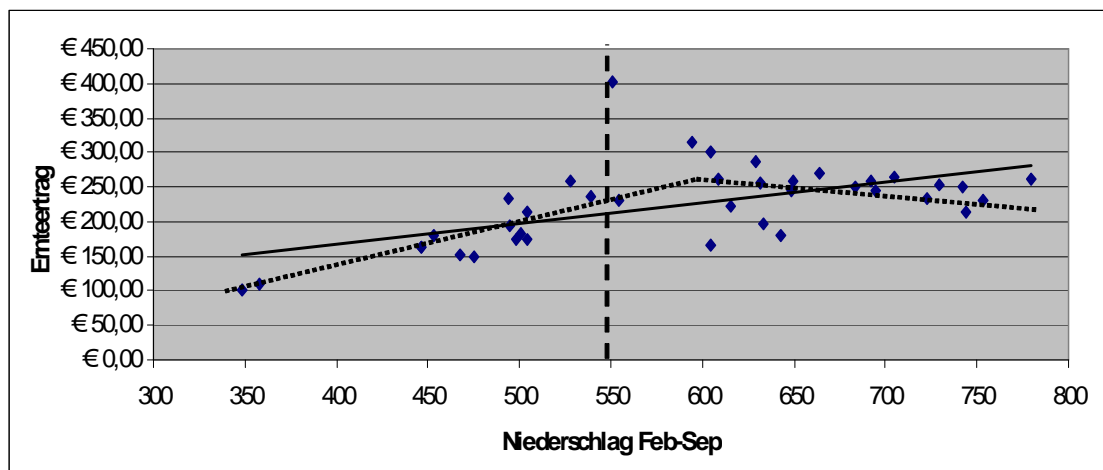
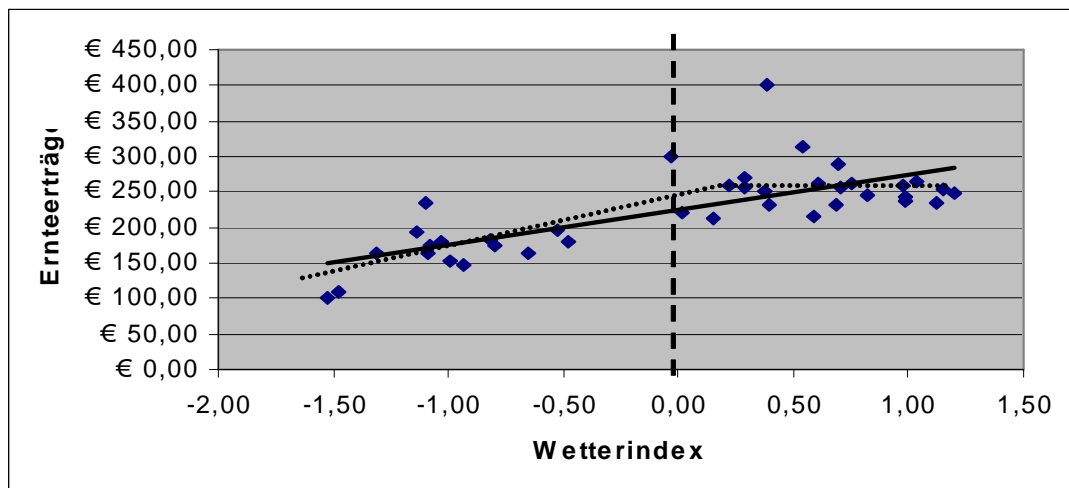


Abbildung 24: Korrelation zwischen Niederschlag und Ernteertrag

Abbildung 24 zeigt den Zusammenhang zwischen Niederschlag und dem Ernteertrag bei Grünland. Offensichtlich wirken sich geringe Niederschlagsmengen negativ auf den Ernteertrag aus. Mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate wurde zuerst eine lineare Funktion (durchgehende Linie) zur Darstellung dieses Zusammenhangs berechnet. Es scheint jedoch eine bestimmte Niederschlagsmenge zu geben, bei der die Erntemenge nicht weiter anwächst, beziehungsweise sogar wieder leicht abnimmt.

Aus diesem Grund wurde versucht, den Zusammenhang mit zwei linearen Teilfunktionen (gestrichelte Linie) darzustellen, wobei der erste Teil wiederum mit der Methode der kleinsten Quadrate errechnet wurde und der zweite Teil, der für die Berechnung der Auszahlung nicht wesentlich ist, geschätzt wurde.

**b) Derivat auf Basis des kombinierten Indexes (P,T)**



**Abbildung 25: Korrelation zwischen Wetterindex und Ernteertrag**

Auch bei Miteinbeziehung der Temperatur ergibt sich ein sehr ähnliches Bild. Wie in Abbildung 25 erkennbar, sind die Ernteerträge bei einem negativen Wetterindex stets geringer (bis auf zwei Ausnahmen) als bei einem positiven Wetterindex. Wiederum scheint jedoch ab einem bestimmten Wert des Wetterindex kein Zusammenhang zwischen Wetterindex und Erntemenge zu bestehen, weshalb auch hier versucht wurde, den Zusammenhang in zwei Funktionen zu unterteilen (gestrichelte Linie).

Durch Anwendung der bereits oben beschriebenen Methodik wurden folgende Werte ermittelt:

**Tabelle 14: Basisdaten der Derivatsvarianten**

	Ohne Derivat	Niederschlags derivat (1 Funktion)	Niederschlags derivat (2 Funktionen)	Wetterindex- derivat (1 Funktion)	Wetterindex- derivat (2 Funktionen)
1. Funktion		$0,298P + 48,73$	$0,5367P - 83,7$	$48,71I + 224$	$82,87I + 257,9$
Strike Level		$P = 550$	$P = 550$	$I = 0$	$I = 0$
Korrelationsgrad mit Erntemenge		0,57	0,70	0,73	0,70
Faire Prämie		€ 8,70	€ 15,67	€ 17,39	€ 31,92
Geringster Erlös	€ 101,86	€ 153,25	€ 149,05	€ 153,18	€ 181,18
Mittelwert 1-19 <sup>9</sup>	€ 181,34	€ 189,92	€ 196,79	€ 197,65	€ 211,26
Mittelwert 20-39	€ 268,91	€ 260,56	€ 253,86	€ 251,60	€ 237,14
Standard- abweichung 1-19	37,31	25,24	22,33	24,76	28,17
Standard- abweichung	57,87	47,77	42,05	41,74	35,51

<sup>9</sup> \*1-19: Jene Erträge, die unter dem Median liegen (unterdurchschnittliche Erträge)  
20-39: Jene Erträge, die über dem Median liegen (überdurchschnittliche Erträge)

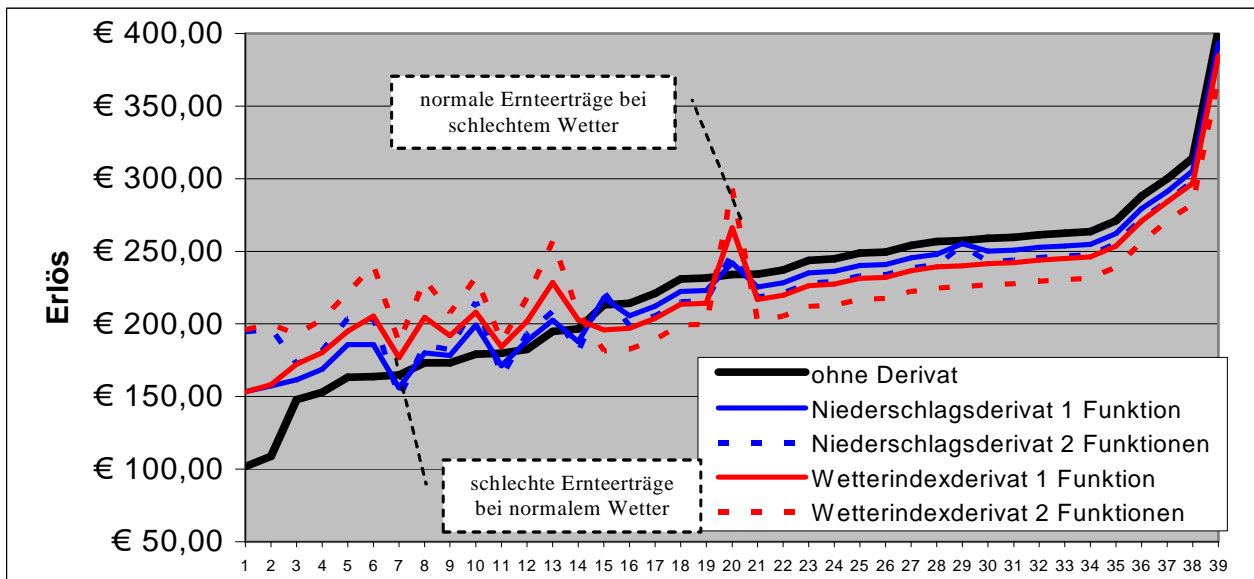


Abbildung 26: Direkter Vergleich der Derivatsvarianten

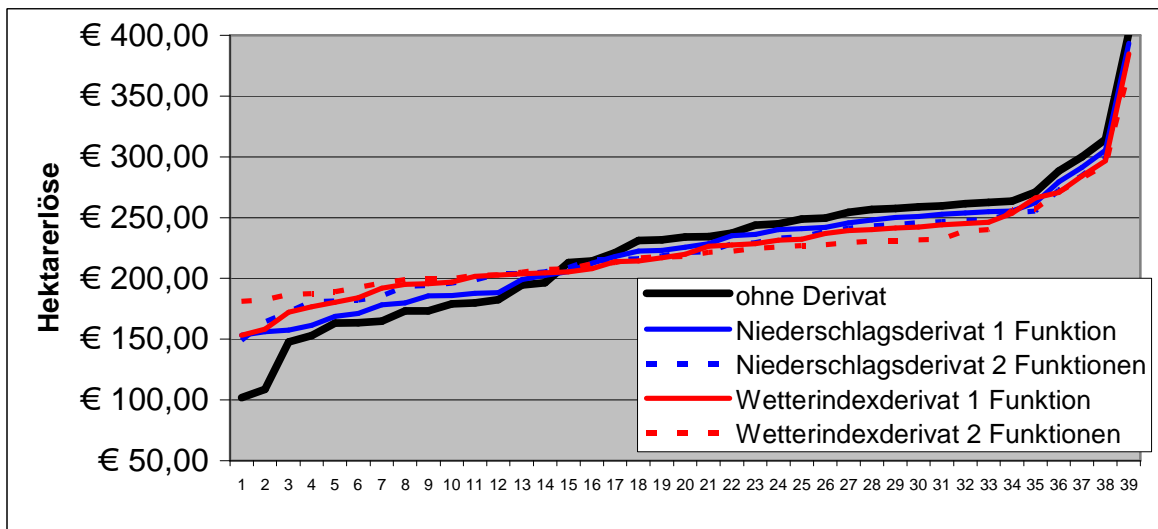


Abbildung 27: Verteilung der Erlöse der Derivatsvarianten

Schlussfolgerungen:

Grundsätzlich sind alle Derivate in der Lage in sehr schlechten Ertragsjahren einen gewissen finanziellen Ausgleich der Ertragseinbußen zu gewähren. Die Höhe der Auszahlungen variieren jedoch beträchtlich aufgrund der unterschiedlichen

Annahmen und besonders aufgrund des Korrelationsgrads zwischen Ernteerträge und Wetterparameter, der durch die Erstellung eines für alle Bezirke einheitlichen Derivates relativ gering ist ( $\sim 0,7$ ). Vor allem jene Derivate, bei denen die Funktion stärker ansteigt, weisen höhere Variationen auf, da deren Funktion sensibler auf Änderungen der Wetterparameter reagiert.

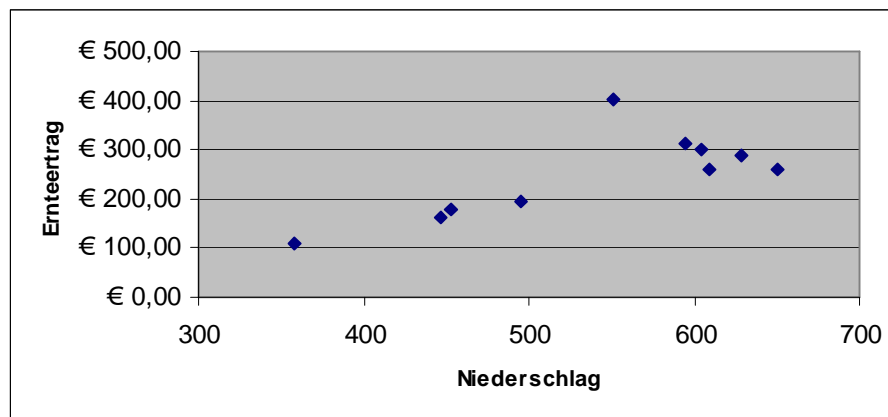
Die Steigung der Funktion spielt neben der Höhe des Strike Levels allerdings auch bei der Berechnung der Prämie eine Rolle. So variierte die Prämie zwischen 8,7 Euro für das Niederschlagsderivat mit linearer Funktion (geringe Steigung; Strike Level wurde bei 36% der Daten unterschritten) und 31,9 Euro für das Wetterindexderivat mit zwei linearen Teilfunktionen (hohe Steigung; Strike Level wurde bei 44% der Daten unterschritten). Letzteres ist aber auch von einem im Vergleich zu den anderen Varianten hohem Erlös im schlechtesten Jahr (181 Euro) und der geringste Varianz zwischen den einzelnen Hektarerlösen gekennzeichnet.

Bei dem Wetterindexderivat mit zwei linearen Funktionen ist die Auszahlung stärker als bei den anderen Derivaten vom schlechten Wetter abhängig. Konkret würde bei den zwei geringsten Ernteerträgen die Auszahlung aus dem Wetterderivat sogar höher sein als der tatsächliche Ernteertrag.

Abschließend soll aber darauf hingewiesen werden, dass die, hier durch die gemeinsame Betrachtung aller untersuchten Bezirke in einem Derivat relativ geringen Korrelationsgrade, die untere Grenze darstellen, um das angestrebte Ziel der Reduktion von Wetterrisiken sinnvoll zu verfolgen, ohne dass dabei invers das Basisrisiko steigt.

#### **6.2.4 Konstruktion eines Wetterderivats für den Bezirk Fürstenfeld**

Im Gegensatz vom für alle Bezirke gemeinsamen Derivat besteht bei der Konstruktion eines Derivats auf Bezirksebene der Vorteil, dass eine einheitliche Datenbasis vorliegt, d. h. dass die meteorologischen Daten von einer Station stammen und die Ernteerträge stets von den selben Betrieben ermittelt werden. Wie in der folgenden Graphik ersichtlich, stellte sich allerdings heraus, dass eine derartige Datenbasis, bei der nur von 10 Jahren die Ernteerträge bekannt sind, zu klein ist, um ein Derivat mit zwei Teilfunktionen zu basteln, die den tatsächlichen Zusammenhang zwischen Ernteertrag und Wetterindex widerspiegelt:



**Abbildung 28: Datenbasis für den Bezirk Fürstentfeld**

Zwar ist zu erkennen, dass in den vier Jahren mit weniger Niederschlag deutlich geringere Ernteerträge erzielt wurden, aufgrund der geringen Datenmenge könnte aber jeder dazu kommende Datenpunkt die Lage und Steigung der Regressionsgeraden deutlich verändern. Nimmt man zum Beispiel die vier Jahre mit weniger Niederschlag her, würde der Korrelationsgrad 0,99 betragen, es ist jedoch ungewiss, ob die Ernteerträge eines fünften niederschlagsarmen Jahres mit dieser Regressionsgeraden tatsächlich beschrieben werden können.

Eine Möglichkeit, die Unsicherheiten, die durch eine derart geringe Datenmenge bestehen, zu beheben, bestünde darin, die mit diesen wenigen Daten ermittelte Regressionsgerade zumindest mit den Daten umliegender Bezirke zu vergleichen. Liegen die Steigungen der Regressionsgeraden dieser Bezirke etwa im selben Bereich, ließe sich daraus schließen, dass es sich beim errechneten Zusammenhang um keinen Zufall handelt. Es soll in diesem Rahmen jedoch nicht weiter darauf eingegangen werden.

### **Variationen bei der Prämienberechnung**

Zwar ist die obige Datenmenge nicht geeignet, die Ausgangsbasis für zukünftige Grünlandderivate im Bezirk Fürstentfeld zu sein, dennoch kann aufgezeigt werden, auf welche Weise die Prämien berechnet werden können.

Grundsätzlich besteht bei der Burn Analysis neben der Tatsache, dass das Derivat während der Laufzeit nur schwer handelbar ist, das Problem, dass bei einer zu kurzen Datenreihe die Approximation der Verteilung nicht möglich ist und bei längeren Datenreihen eventuelle Trends nicht berücksichtigt werden (vgl. Nelken 2000). Es soll daher versucht werden eine kurze Datenreihe (10 Jahre) und eine längere

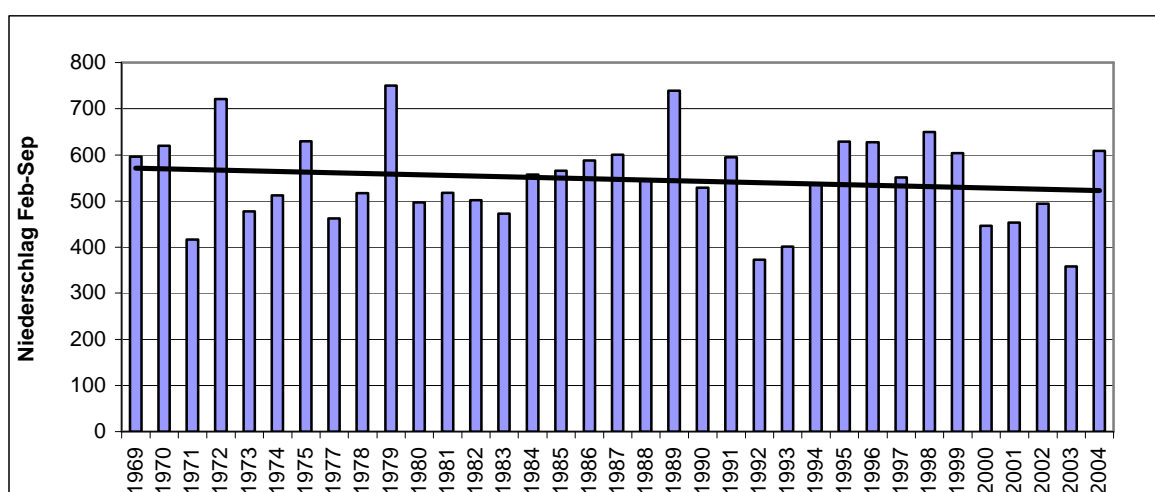
Datenreihe (35 Jahre) jeweils, wie von Berg (2003) vorgeschlagen, durch eine Normalverteilung zu approximieren bzw. die Prämie durch die tatsächlich eingetretene Verteilung zu berechnen.

Um die Höhe der Prämie zu berechnen, wurde der Zusammenhang zwischen Erntemenge und Niederschlag wiederum mit zwei Teilfunktionen ausgedrückt und es ergibt sich für den Bezirk Fürstfeld die Teilfunktion  $E = 0,6433P - 120,3$ . Das Strike Level wurde wieder mit  $P=550$  angenommenen. Dabei ergaben sich folgende Prämien:

**Tabelle 15: Prämie, bei unterschiedlichen Verteilungsannahmen und Zeitintervallen**

	Wetterdaten der 10 relevanten Jahre (1990; 1995; 1997-2004)	Wetterdaten 1969 - 2004
mit Normalverteilung	<b>€ 27,60</b>	<b>€ 24,89</b>
ohne Normalverteilung	<b>€ 28,25</b>	<b>€ 25,01</b>

Dieser Vergleich zeigt deutlich, dass mit der Verwendung unterschiedlich langer Zeitreihen die Höhe der Prämie wesentlich variiert, während die Annahme einer Normalverteilung besonders bei längeren Zeitreihen nur einen geringen Einfluss hat. Immerhin würde die Prämie bei Verwendung der 10-Jahres-Reihe um 13% höher sein als bei der 35-Jahres Reihe. Dies legt die Vermutung nahe, dass dieser Unterschied durch klimatische Trends erklärbar ist. Daher soll versucht werden für die Datenreihe eine Trendberechnung durchzuführen:

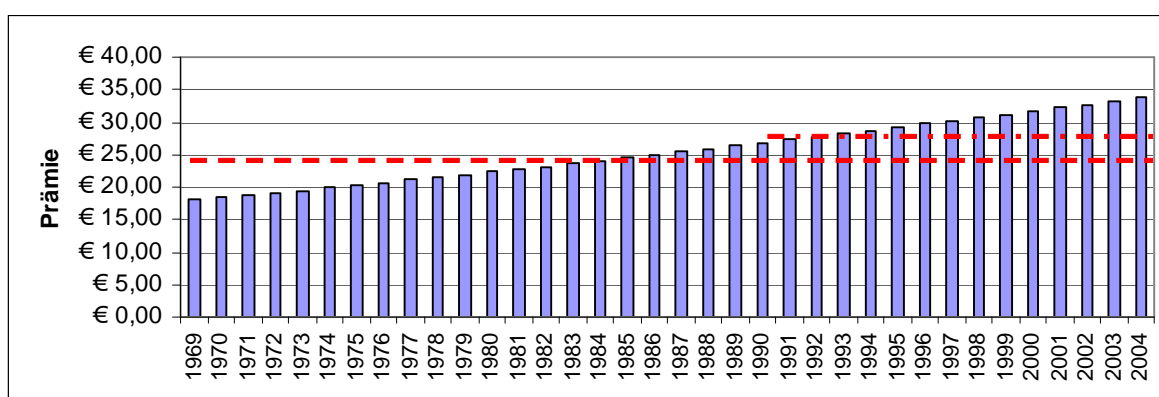


**Abbildung 29: Niederschlagstrend Station Fürstenfeld**

Abbildung 29 zeigt die an der Station Fürstenfeld von Februar bis September gemessenen Niederschlagsmengen der letzten 35 Jahre, wobei der lineare Trend auf einen Rückgang von 1,42 mm pro Jahr hinweist. Obwohl bei meteorologischen Trends besonders für diesen kurzen Zeitraum Vorsicht geboten ist, weisen dennoch einige Faktoren darauf hin, dass es sich hierbei um keinen Ausreißer, sondern um einen längerfristigen Trend handelt. Einerseits beträgt die in Bad Gleichenberg in den Jahren 1879-1999 gemessene Niederschlagsabnahme für die Monate Februar bis September durchschnittlich 0,88 mm pro Jahr, was insgesamt eine Abnahme von ca. 110 mm bedeutet, andererseits wird dieser fallende Trend auch durch die von Joanneum Research (vgl. Joanneum 2005) für das Intervall 1900-2002 durchgeführte Berechnungen für die Stationen Sinabelkirchen und St. Johann bei Herberstein bestätigt.

Aus diesem Grund wurde versucht diesen Trend in die Prämienberechnung einzuarbeiten. Dabei wurden die Niederschlagsdaten 1969-2004 wiederum durch eine Normalverteilung approximiert, dieses mal aber für jedes einzelne Jahr der Mittelwert aus der in Abbildung 29 dargestellten Trendgeraden ermittelt. Die Standardabweichung wurde als konstant angenommen, weil eine Analyse der Niederschlagsdaten von Bad Gleichenberg und Fürstenfeld bei dieser keine signifikanten Veränderungen auswies.

Durch den fallenden Trend bei den Niederschlägen bei konstantem Strike Level von 550 mm erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit der Unterschreitung des Strike Levels von 41% im Jahr 1969 auf 62% im Jahr 2004, folglich resultiert daraus auch ein deutlicher Anstieg der hypothetischen Prämie.



**Abbildung 30: Entwicklung der Prämie bei Derivat mit Trendmittenbeziehung**

Es zeigt sich, dass bei einer Einbeziehung des Klimatrends in die Burn-Analysis wesentlich höhere Prämien als bei einer Nichtbeachtung dieser Trends ermittelt werden. Konkret würde die Prämie für 2005 um 38% höher liegen, allerdings besteht wiederum die Unsicherheit, ob eine Abnahme der Niederschläge auch weiterhin mit dieser Intensität erfolgt (-1,42 mm/Jahr) oder ob dieser Trend durch die niederschlagsarme Periode 2000 – 2003 zu stark ausgefallen ist. Selbst wenn man jedoch nur mit dem 120-Jahres-Trend von Bad Gleichenberg rechnet (-0,88 mm/Jahr), würde die Prämie immer noch 23% höher sein als ohne Trendeinbeziehung.

Alternativ könnte anstatt der Prämie der Strike Level an den klimatischen Trend angepasst werden, in diesem Fall also jeweils um 1,42 mm pro Jahr gesenkt werden, während die Prämie konstant bliebe. Damit würde sich jedoch auch die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass wetterbedingte Ertragseinbussen nicht kompensiert werden.

Allgemein ist zu bemerken, dass durch diese Vorgehensweise zwar auf einen der Hauptkritikpunkte an der Burn-Analysis reagiert wird, allerdings zeigen die Ergebnisse umso deutlicher, dass die Berechnung der Prämie nicht ausschließlich mit der Burn-Analysis durchgeführt werden sollte. Aber auch bei allen anderen Methoden sind die Qualität der Modellierung der Niederschläge und die Miteinbeziehung von klimatischen Trends von entscheidender Bedeutung.

### **6.3 Case Study Kleinwasserkraftderivat**

Im Folgenden soll ein Beispielsderivat im Bereich Kleinwasserkraft konstruiert werden. In einem ersten Schritt werden die unterschiedlichen Datenbasen (Niederschlagsmessungen vs. Durchflussmessungen) verglichen und die jeweiligen Ursachen für Abweichungen zwischen meteorologischen Daten und Kraftwerksleistung analysiert bzw. wenn möglich die Abweichungen durch Verbesserungen im Modell verringert.

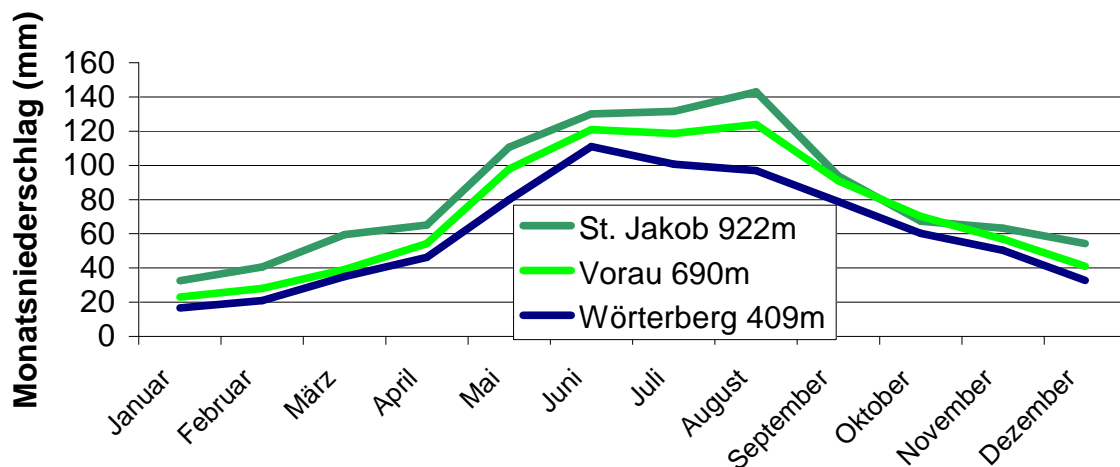
Als Datenbasis wurden die Monatserträge eines Kleinwasserkraftwerks an der Lafnitz für die Jahre 1986 bis 2003 verwendet und den Niederschlagsmessungen der im Flusseinzugsgebiet liegenden Stationen St. Jakob, Vörs und Wörtherberg bzw. den Durchflussmessungen an der Station Wörth a. d. Lafnitz gegenübergestellt. Die Jahresproduktion des Kraftwerks schwankte im Untersuchungszeitraum zwischen 280 000 und 940 000 KWh. Auf Grund dieser erheblichen Ertragsschwankungen scheint der Einsatz eines Derivats sinnvoll.

### 6.3.1 Niederschlagsderivat (Abflussderivat)

Bei der Konstruktion eines solchen Derivates sind die im Einzugsgebiet gemessenen Niederschlagsmengen ausschlaggebend für die Höhe der Auszahlung. Folgende Faktoren wirken sich dabei negativ auf die Korrelation zwischen Niederschlag und Kraftwerksleistung aus:

Punktuelle Messungen:

Die Messungen erfolgen an einigen wenigen Stationen, die aber nur bedingt repräsentativ für das Einzugsgebiet sind. So korrelierten im konkreten Fall die Jahresniederschlagsmengen von St. Jakob und Vorau nur mit 0,77 (Entfernung: 12 Kilometer) und die von St. Jakob und Wörterberg mit 0,46 (Entfernung: 40 Kilometer). Von diesen Messungen wird aber auf die Niederschläge in einem 440 km<sup>2</sup> großen Gebiet geschlossen, wobei der höchste Punkt auf 1254 m Seehöhe liegt, das Kraftwerk selbst auf 290 m. Folgende Abbildung zeigt die unterschiedlichen Niederschlagsregime der verwendeten Stationen:



**Abbildung 31: Mittlere Monatsniederschlagssummen 1986- 2003 (Quelle: Hydrografischer Dienst)**

Verzögerungen:

Vom Niederschlag kann nicht unmittelbar auf die für die Elektrizitätserzeugung zur Verfügung stehenden Wassermengmenge geschlossen werden.

Verschiedene Böden, Bodennutzungsweisen und Gesteine verzögern unterschiedlich stark die Wirksamkeit des Niederschlags. Auch führen Variationen in der Niederschlagsintensität zu unterschiedlichen Verzögerungen.

#### Verdunstung:

Diese hängt im Wesentlichen vom Bewuchs, von den meteorologischen Bedingungen, vom Boden, von der Tages- und Jahreszeit sowie der Höhenlage ab. Durch diese Variation schwankt auch die für die Elektrizitätsproduktion zur Verfügung stehende Menge, während dies bei Verwendung von Niederschlagsmessungen nicht berücksichtigt wird. So fallen im Untersuchungsgebiet zwischen Mai und August durchschnittlich 53% des Jahresniederschlags, während im selben Zeitraum nur 38% des Jahresertrags erzielt werden.

#### Maximalleistung des Kraftwerks:

Während bei sehr starken Niederschlägen eine hohe Elektrizitätsproduktion erwartet wird, können Wassermengen ab einer gewissen Menge nicht mehr zur Elektrizitätserzeugung verwendet werden, was sich beispielsweise in Hochwasserjahren wie 2002 negativ auf die Wirkungsweise des Derivats auswirkt.

Es soll nun untersucht werden, ob und in welchem Maß diese Störeinflüsse verringert werden können, um die Korrelation zwischen Niederschlag und Kraftwerksleistung zu erhöhen, und wie groß der Aufwand für eine Miteinbeziehung dieser ist.

#### a) Miteinbeziehung aller Niederschlagsstationen im Einzugsgebiet

In der Praxis ist es meist üblich, bei Niederschlagsderivaten von nur einer Referenzstation auszugehen und zwar von jener, die die höchste Korrelation zum Kraftwerksertrag aufweist. Nun soll versucht werden, die Wetterdaten mehrerer Stationen im Einzugsgebiet entsprechend zu gewichten und zu kombinieren, um die im Einzugsgebiet gefallenen tatsächlichen Niederschläge besser anzunähern. Dabei wurden mit den Niederschlags- und Temperaturwerten der mittlere Abfluss (Abfluss = Niederschlag – Verdunstung) errechnet und mit dem Einzugsgebiet der Messstationen multipliziert, wobei die Zuordnung der Einzugsgebiete aufgrund der bekannten Größe der Flusseinzugsgebiete nur annähernd und nicht nach

topographischen Kriterien erfolgte. Die Berechnung der Verdunstung wird später noch erläutert.

**Tabelle 16: Gewichtung der Messstationen**

Flusslauf	Einzugsgebiet	Station	mittlerer Abfluss	Gewichtung
Ursprung-Rohrbach	271,1 km <sup>2</sup>	Vorau	428 mm	<b>33%</b>
		St. Jakob	539 mm	<b>41%</b>
Rohrbach-Wörth	171,3 km <sup>2</sup>	Wörtherberg	268 mm	<b>26%</b>
insgesamt	442,4 km <sup>2</sup>			<b>100%</b>

Dabei ergeben sich folgende Korrelationen zwischen dem Kraftwerksertrag und den Stationsdaten:

Vorau	0,64
St. Jakob	0,74
Wörtherberg	0,51
<b>gewichtet</b>	<b>0,77</b>

Es zeigt sich, dass im konkreten Fall die Miteinbeziehung aller Stationen im Einzugsgebiet einen etwas höheren Korrelationsgrad als bei Einzelbetrachtung der am besten geeigneten Station St. Jakob bringt. In der Praxis wäre diese Vorgangsweise aber nur dann sinnvoll, wenn die zusätzlichen Stationsdaten ohnedies zur Verfügung stehen, und nicht erst zugekauft werden müssen.

b) Verzögerung um ein Monat

Bei Kleinwasserkraftwerksderivaten werden die Jahresniederschläge als Basis für die Jahresproduktion des Kraftwerks verwendet. Ob also während des Jahres gefallene Niederschläge im selben Monat oder erst in einem Folgemonat zur Stromproduktion herangezogen werden, spielt dabei keine Rolle, es sei denn, sie wirken sich erst auf das Folgejahr aus. Da die Dezemberrniederschläge für alle Messstationen deutlich besser mit der Jännerproduktion korrelieren, scheint es also vorteilhaft, die Niederschläge der Periode Dezember-November für Jahresderivate zu verwenden. Bei der Miteinbeziehung aller drei Messstationen analog zu a) würde beispielsweise die Korrelation ohne Verzögerung nur 0,71 (statt 0,77) betragen.

c) Miteinbeziehung der Verdunstung

Zwar hängt die tatsächliche Gebietsverdunstung von wesentlich mehr Faktoren als von meteorologischen Bedingungen ab, dennoch kann mit Hilfe der Verdunstungsformel von TURC zumindest der Effekt miteinbezogen werden, dass bei höheren Niederschlagsmengen und Temperaturen auch mehr Verdunstung entsteht, und diese für die Elektrizitätserzeugung nicht zur Verfügung steht. Folgende Tabelle zeigt, wie sich die Miteinbeziehung der Verdunstung auf den Korrelationsgrad auswirkt:

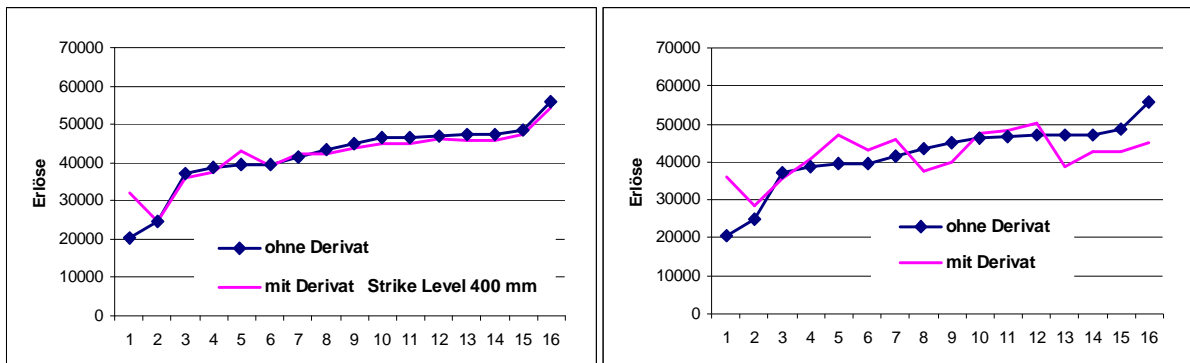
**Tabelle 17: Korrelation mit/ ohne Berücksichtigung der Verdunstung**

	ohne Verdunstung	mit Verdunstung
Korrelation mit Durchflussmessung	0,78	0,85
Korrelation mit Kraftwerksertrag	0,74	0,76

Es erscheint sinnvoll die Verdunstung zu berücksichtigen, allerdings ist wiederum fraglich, ob ein Mehraufwand zur Datenbeschaffung gerechtfertigt ist.

**Konstruktion eines Derivats**

Es soll nun anhand der Daten für die Jahre 1986 bis 2002 gezeigt werden, wie sich die Implementierung eines Derivats auf das Beispielskraftwerk auswirken würde. Die Vorgehensweise erfolgte analog zu der beim Grünlandderivat beschriebenen Methodik, wobei ein linearer Zusammenhang zwischen berechnetem Abfluss und Produktion verwendet wurde. Die folgende Abbildung zeigt einen Vergleich der Produktionserlöse eines durch ein Strike Level von 400 mm Abfluss begrenztes Derivat bzw. eines auf vollständigen Risikoausgleich maximiertes Derivat (also ohne Strike Level) zu den Erlösen ohne Derivat:



**Abbildung 32: Derivate mit 400mm Strike Level/ bzw. ohne Obergrenze**

Es zeigt sich sehr deutlich, dass bei beiden Variationen zwar für das erlöschwächste Jahr ein Ausgleich erfolgt, jedoch im zweitschwächsten Jahr das Derivat nur ungenügend zum Einsatz kommt. Der Grund dafür liegt in der Diskrepanz zwischen den tatsächlichen Produktionserlösen (40% unter dem Durchschnitt der Jahre 1986-2002) und den für das Derivat relevanten Abflusses (nur 11% unter dem Durchschnitt der Jahre 1986-2002). Ansonsten zeigt sich für das Derivat ohne Strike Level, dass zwar eine Reduktion des Risikos erfolgt, jedoch niemals eine völlige Eliminierung dieses Risikos erfolgen kann. Dies wäre nur hypothetisch der Fall, wenn eine 100-prozentige Korrelation zwischen Abfluss und Produktionserlösen bestehen würde. Dementsprechend wäre der Gesamterlös aus Produktion und Derivat, d.h. die violette Linie im rechten Diagramm, konstant.

### 6.3.2 Durchflussderivat

Neben Niederschlagsderivaten gibt es auch die Möglichkeit Durchflussmessungen als Underlying für ein Kraftwerksderivat zu verwenden. Der Vorteil dabei liegt darin, dass nicht nur punktuelle Niederschlagsmessungen verwendet werden, sondern die Summe des Abflusses aus dem Einzugsgebiet. Allerdings gibt es bei dieser Methode einige kritische Faktoren, die sich negativ auf die Korrelation zwischen Niederschlag und Kraftwerksleistung auswirken:

#### Entfernung Messstelle-Kraftwerk:

Das Einzugsgebiet, welches dazwischen liegt, wird dabei nicht berücksichtigt. Wie sehr sich dieser Unterschied auswirkt, hängt also davon ab, wie groß dieses nicht berücksichtigte Gebiet im Verhältnis zum Gesamteinzugsgebiet ist und wie sehr das

Niederschlagsregime variiert. Wenn wie beim untersuchten Gebiet keine Nebenflüsse auf dieser Distanz einmünden, so wird dieser Effekt eher gering ausfallen.

#### Messfehler:

Wie genau die Messungen erfolgen und inwieweit Störfaktoren wie z.B. eine Eisbedeckung miteinbezogen werden, hängt sehr stark von der Messmethode ab. So erfolgte die Messung bei der für dieses Beispiel best gelegenen Messstation (6 km vom Kraftwerk entfernt) beispielsweise mit einem Lattenpegel, bei dem nur einmal täglich der Pegelstand abgelesen wird.

#### Maximalleistung des Kraftwerks:

Wie auch beim Niederschlagsderivat vermindert die Maximalleistung des jeweiligen Kraftwerks die Korrelation zwischen Durchflussmessung und Elektrizitätserzeugung. Um diesen Zusammenhang zu eliminieren, wäre es möglich, eine Obergrenze festzulegen, so dass beispielsweise Pegelstände ab einer gewissen Höhe nicht mehr zusätzlich in den Wetterindex einbezogen werden, da davon ausgegangen wird, dass ab dieser Grenze die Elektrizitätserzeugung nicht mehr steigt.

Ein weiteres Problemfeld bei der Verwendung von Durchflussmessungen, das allerdings bei einer Betrachtung von Durchfluss und Ertrag nicht erkennbar ist, stellt die Tatsache dar, dass im Gegensatz zu Niederschlagsmessungen direkte menschliche Eingriffe, wie zum Beispiel Entnahmen zur Bewässerung und Trinkwassergewinnung bereits in den Durchflussmessungen enthalten sein können. Je nach Größenordnung können Schwankungen dieser Eingriffe, die in der Regel im Voraus nicht abgeschätzt werden können, Risiken für den Anbieter der Wetterderivate darstellen.

In der Folge soll anhand des gewählten Beispielkraftwerks verglichen werden, ob es vorteilhafter ist, das Derivat auf Monatsbasis oder Jahresbasis zu erstellen, das heißt zu analysieren, ob die Monats- oder Jahressummen des Durchflusses den Monats- oder Jahreserträgen gegenübergestellt werden sollen.

Die monetäre Bewertung der erzeugten Elektrizitätsmenge erfolgte mit dem derzeit gültigen Einspeistarif für revitalisierte Kleinkraftwerke. Eine Verwendung der in den jeweiligen Jahren gültigen Einspeistarife würde für eine Betrachtung des

Zusammenhangs von Durchfluss und Produktion nicht geeignet sein. Schließlich sollen und können Wetterderivate Mengen- und nicht Preisrisiken vermindern.

#### a) Derivat auf Monatsbasis

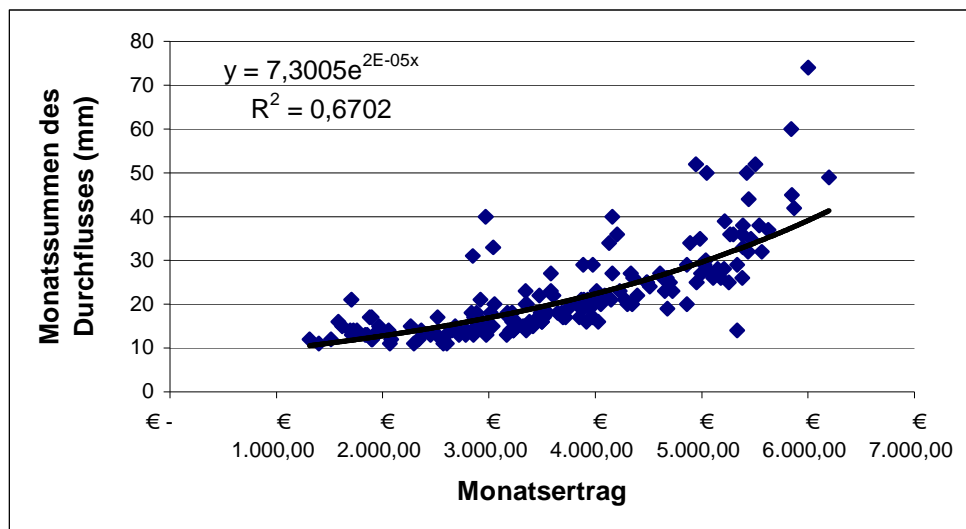
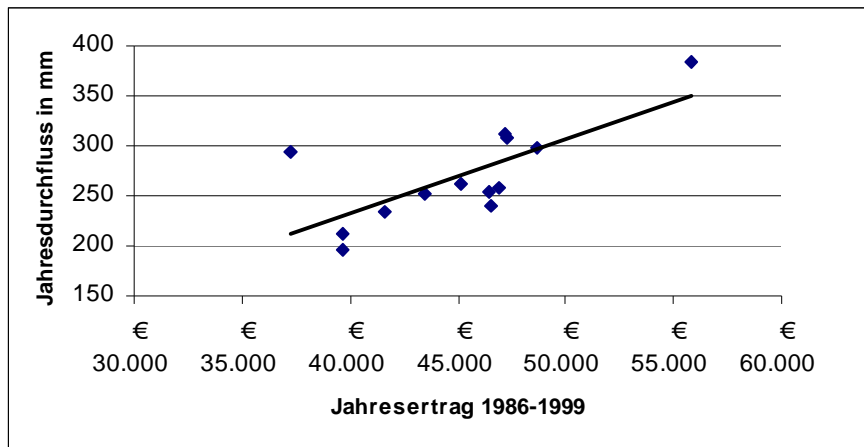


Abbildung 33: Korrelation zwischen Monatsertrag und Monatsdurchfluss

Es zeigt sich, dass die erzeugte Elektrizität nicht proportional zum Durchfluss ansteigt. Die Verwendung einer Exponentialfunktion eignet sich zur Darstellung dieses Zusammenhangs am Besten. Will man diese Exponentialfunktion allerdings direkt in das Derivat einfließen lassen, d. h. die Auszahlungen werden auf Monatsbasis berechnet, so muss die Exponentialfunktion in eine Linearfunktion transformiert werden. Dabei ergibt sich immerhin eine Korrelation zwischen Monatsdurchfluss und Monatsertrag von 0,82. Das bedeutet aber wiederum, dass auch bei Verwendung von Durchflussmessungen Abweichungen entstehen.

#### b) Derivat auf Jahresbasis

Kumuliert man den Monatsdurchfluss sowie die Produktionserträge auf Jahresebene, so ergibt sich ein anderes Bild:



**Abbildung 34: Korrelation zwischen Jahresertrag und Jahresdurchfluss**

Auf Jahresbasis scheint die Darstellung des Zusammenhangs mit einer Linearfunktion angemessen, wobei das Jahr 1986 besonders stark auffällt, weil in diesem Jahr bei durchschnittlichem Durchfluss die geringsten Jahreserträge erzielt wurden (die niederschlagsarmen Jahre 2001 und 2003 wurden nicht einbezogen, weil ab 2000 die Durchflussdaten für die verwendete Station nicht zur Verfügung standen). Ob die Ursachen für diese außergewöhnliche Abweichung meteorologischer (starke Schneefälle) oder technischer Natur (Abschaltungen) sind, konnte nicht ermittelt werden. Deshalb sollen die folgenden Ergebnisse mit und ohne dieses Jahr dargestellt werden.

Es soll mittels Standardabweichung verglichen werden, wie sehr die Jahreserträge bei den verschiedenen Varianten schwanken. Dabei erfolgte die Berechnung beim Derivat auf Monatsbasis ausgehend von der unter a) angeführten Exponentialfunktion und bei b) ausgehend von der unter b) angeführten Linearfunktion. Es wurde die gleiche Methodik wie beim Niederschlagsderivat ohne Strike Level verwendet.

**Tabelle 18: Standardabweichung der Jahreserträge mit/ohne Derivat**

	1986-1999	1987-1999
ohne Derivat	4823 €	4402 €
a) mit Derivat auf Monatsbasis	3381 €	1901 €
b) mit Derivat auf Jahresbasis	3297 €	1711 €

Es zeigt sich, dass der Unterschied zwischen den beiden Varianten minimal ist und die Berechnung auf Monatsbasis mit Transformation der Exponentialfunktion keine besseren Ergebnisse mit sich bringt. Eine Einbeziehung der Jahre 2000-2003 würde zumindest ohne Derivat die Standardabweichung auf jeden Fall höher ausfallen lassen.

Generell kann der Schluss gezogen werden, dass die Schwankung der Erträge mit Wetterderivaten auf jeden Fall verringert werden kann, jedoch auf keinen Fall eine gänzliche Risikoeliminierung möglich ist.

### 6.3.3 Vergleich zwischen Niederschlags- und Durchflussderivat

Abschließend soll untersucht werden, ob für das Beispielskraftwerk Durchfluss- oder Niederschlagsmessungen das besser geeignete Underlying sind. Dazu erfolgt für die Periode 1987-1999 (Periode für die alle Daten gesichert zur Verfügung stehen) ein Vergleich der Korrelationen und der Standardabweichungen:

**Tabelle 19: Vergleich zwischen Niederschlags- und Durchflussderivat**

	Korrelation mit Produktion	Standardabweichung d. Erträge
<i>ohne Derivat</i>		4402 €
Niederschlagsderivat	0,73	3029 €
Durchflussderivat	0,93	1711 €

Im konkreten Fall sprechen sowohl der höhere Korrelationsgrad, sowie die niedrigere Standardabweichung für den Einsatz von Durchflussmessungen. Auch wurden für die Berechnungen im Zuge des Durchflussderivats nur Daten einer einzigen Messstation verwendet, während für das Niederschlagsderivat Daten von drei Niederschlagsstationen sowie einer Temperaturstation verwendet wurden.

Allerdings ist Vorsicht geboten bezüglich der Allgemeingültigkeit der gewonnenen Erkenntnisse: Für dieses Kraftwerk mit den spezifischen Bedingungen wie Einzugsgebiet, Lage der Messstationen, und den gegebenen meteorologischen Verhältnissen, scheint aufgrund des untersuchten Zeitraums eine Verwendung von Durchflussmessungen geeigneter. Für andere Kraftwerke sollte die Wahl des Underlyings gesondert aufgrund einer Analyse der entsprechenden örtlichen Bedingungen erfolgen.

## **7 Gegenüberstellung und Bewertung technischer und ökonomisch-finanzieller Maßnahmen gegen Trockenheit**

### **7.1 *Beschreibung unterschiedlicher technischer Maßnahmen gegen Trockenheit***

Der Schwerpunkt in den ersten Kapiteln dieses Berichts lag bei ökonomischen Adaptionstrategien gegen Trockenheit. In diesem Kapitel soll ergänzend ein kurzer Überblick über mögliche technische Adaptionstrategien in den einzelnen Sektoren gegeben werden.

#### **7.1.1 Adaptionenmaßnahmen gegen Trockenheit im Energiesektor**

Den Energiesektor betreffen Trockenperioden hauptsächlich durch geringere Elektrizitätsproduktion bei Wasserkraftwerken und mangelnde Wasserverfügbarkeit bei der Kühlung von kalorischen Kraftwerken. Dabei müssen jedoch außergewöhnliche Trockenperioden von normalen saisonalen Schwankungen unterschieden werden, wie zum Beispiel der üblicherweise geringeren Wasserverfügbarkeit in Wintermonaten.

Während bei Wasserkraftwerken eine Adaption mit technischen Maßnahmen kaum möglich erscheint, besteht bei kalorischen Kraftwerken durchaus die Möglichkeit einer Adaption an vermehrte Trockenperioden. Schließlich hängt der Wasserbedarf stark von der Art der Kühlung ab. So wird bei Kreislaufkühlungen im Vergleich zu Durchfluss- und Ablaufkühlungen dem Fluss nur ein Bruchteil an Kühlwasser entnommen. Andererseits sind Kreislaufkühlungen technisch komplexer und kostspieliger (sofern kein Abnehmer für die Wärme vorhanden ist) und es verringert sich der technische Wirkungsgrad.

### 7.1.2 Adaptionenmaßnahmen gegen Trockenheit in der Landwirtschaft

Das Phänomen Trockenheit in der Landwirtschaft muss nicht notwendigerweise mit dem Auftreten von Trockenheit im meteorologischen oder hydrologischen Sinn übereinstimmen (vgl. Kundzewicz et al. 2002). Ob sich eine niederschlagsarme Periode negativ auf die Ernte auswirkt, hängt auch von der Intensität und Abflusswirksamkeit der Niederschläge, der Verdunstung, der Bodenart, Bodenspeicherkapazität, Bodenfeuchte und Wurzeltiefe der angebauten Kulturen ab. Dementsprechend finden sich in der Literatur verschiedenste Maßnahmen, um in der landwirtschaftlichen Produktion die Resistenz gegen Trockenheit durch Beeinflussung einer oder mehrerer dieser Faktoren zu verbessern.

#### Bewässerung

Grundsätzlich stellt Bewässerung die naheliegendste Maßnahme zur Bekämpfung von Trockenheit dar. Allerdings steht dieser eine Reihe von Problemen gegenüber, wie ökonomische Aspekte, Verfügbarkeitsbeschränkungen, Nutzungskonflikte.

Bei Maßnahmen zur Bekämpfung von Trockenheit kann zwischen Supply- und Demand-Management unterschieden werden, wobei in letzter Zeit dem Demand Management immer mehr Bedeutung zukommt (Kundzewicz et al. 2002).

**Tabelle 20: Maßnahmen zur Bekämpfung von Trockenheit (Quelle: Kundzewicz et al. 2002).**

<b>Supply Management:</b>	<b>Demand Management</b>
externer Bezug	bessere Landnutzung
Flüsse/Seen	„watershed management“
verstärkte Speicherung	Regen- u. Abflusswassersammlung
verstärkte Grundwasserentnahme	Recycling von Wasser
	Erstellen von Wasserallokationsplänen

Beispielhaft soll für die Region Ost- u. Südsteiermark gezeigt werden, welche der erwähnten Maßnahmen umgesetzt werden können: Dabei werden die Potenzialeinschätzungen der Studie „Wasser für die Landwirtschaft – Bestandsaufnahme und Bedarfsermittlung“ (Kaiser et al. 2004) entnommen.

**Tabelle 21: Mögliche Maßnahmen in der Süd- und Oststeiermark**

<b>Supply-Management</b>	<b>Erschließung zusätzlicher Ressourcen</b>
Entnahme aus Flüssen/Seen	Mit Ausnahme der Mur ist eine Direktentnahme aus Fließgewässern für Bewässerungszwecke aufgrund bereits bestehender Nutzungsrechte ausgeschlossen
verstärkte Speicherung	Diese Möglichkeit besteht bei Sammlung der Niederschläge und eventuell Einleitung aus Oberflächengewässern
Grundwasserentnahme	Mit wenigen Ausnahmen werden die bestehenden Anlagen bereits nahe der Grenze ihrer Ergiebigkeiten genutzt
externer Bezug	Bau einer Transportleitung zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung ist bereits im Gange, explizite Nutzung für Landwirtschaft jedoch nicht angedacht.
<b>Demand-Management</b>	<b>Mögliche Maßnahmen</b>
	Reduzierung und Rückbau versiegelter Flächen
	Dezentrale Versickerung von Regenwasser
	Umweltschonende Wirtschaftsweisen in der Landwirtschaft (ackerbaulich-biologische bzw. kulturtechnische Maßnahmen)
	Verschließen von Tiefendrainagen
	Rückbau von stark regulierten Gewässern
	Anhebung der Gewässersohle bei eingetieften Gewässern
	Revitalisierungen und Anbindungen von Altarmen und Auen

Es zeigt sich also, dass nur begrenzte Möglichkeiten zum Einsatz von zusätzlicher Bewässerung in der Landwirtschaft zur Verfügung stehen. Allerdings müssen dabei auch die Kosten betrachtet werden. So werden zum Beispiel die Herstellungskosten für eine Speicheranlage mit 7000 € pro zu bewässerndem Hektar geschätzt. Auch beim Benutzen der Transportleitung treten, z.B. aufgrund der relativ großen Höhenunterschiede beachtliche Energiekosten auf.

### **Beschattung**

Generell gibt es wenige Hinweise in der Literatur zu diesem Thema. Mehrmals wurde jedoch am Rande anderer Problemstellungen auf die möglichen positiven Folgen einer Beschattung verwiesen. Durch Beschattung wird die Verdunstung verringert und dementsprechend steigt die Niederschlagsverfügbarkeit der Pflanzen. Dieser Effekt kann auch auftreten, wenn zusätzliche Hecken den Bodenwind reduzieren und dies wiederum zu weniger Verdunstung führt. Mehr Beschattung kann aber auch, zum Beispiel bei Mais, erreicht werden, indem eine Verringerung der Reihen u. Pflanzabstände erfolgt.

### **Sortenwahl**

Tritt vermehrt Trockenheit auf, gibt es bei vielen Kulturpflanzen die Möglichkeit dürreresistentere Sorten zu wählen. Allerdings bedeutet eine höhere Dürreresistenz meist, dass in Normaljahren aufgrund der Beschaffenheit der Pflanzen geringere Erträge erzielt werden. Das heißt es besteht hier für den Landwirt ein trade off zwischen mehr Ertrag in Normaljahren und mehr Ertrag in Dürre Jahren. Ist ein Landwirt allerdings mit einer klassischen Versicherung gegen Trockenheit abgesichert, liegt es nahe, ertragsstarke Sorten ohne Berücksichtigung der Dürreanfälligkeit zu wählen. Im Gegensatz dazu besteht diese Art von Moral Hazard beim Einsatz von Wetterderivaten nicht.

Einerseits können neue Sorten durch Züchtung generiert werden. Bei dieser werden Sorten unter anderem für gewisse klimatische Verhältnisse optimiert, wobei jedoch im Gegensatz zur Gentechnik nur sorteneigene Gene verwendet werden.

Andererseits kann auch mit Hilfe der Gentechnik eine Erhöhung der Dürreresistenz erreicht werden. Dies wird auch von Befürwortern als einer der größten Vorteile dieser Technologie angepriesen (vgl. Stockholm International Water Institute, 2004). Auf eine nähere Diskussion dieser umstrittenen Option soll jedoch an dieser Stelle verzichtet werden.

## **Organischer Landbau**

Organischer Landbau hat grundsätzlich das Potenzial die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Dürreschäden zu verringern, nicht nur weil grundsätzlich extensiver gewirtschaftet wird, sondern auch weil dabei der Anteil an organischem Material im Boden höher ist.

Der Anteil des organischen Materials beeinflusst wiederum das Wasserspeichervermögen des Bodens und die Böden sind weniger dürreanfällig (vgl. Sullivan, 2002 und Pimentel et al., 2005).

Dem ist jedoch entgegenzuhalten, dass bei organischem Landbau, wenn Dürreereignisse erst einmal aufgetreten sind, sich die Regeneration der Böden schwieriger gestaltet, da eine rasche Aufbesserung des Nährstoffgehalts mittels Mineraldünger nicht möglich ist (Mayer et al. 2005).

Es kann also gesagt werden, dass Dürreereignisse bei organischem Landbau allgemein seltener auftreten, jedoch die Folgen von Dürreereignissen schwerer zu beseitigen sind.

## **7.2 Gegenüberstellungen technischer und ökonomisch-finanzieller Adaptionstrategien**

In diesem Kapitel wird auf die Frage eingegangen, ob ökonomische Absicherungen wie Wetterderivate oder Versicherungen technische Maßnahmen ersetzen oder ergänzen sollen, und inwieweit die Alternativen direkt verglichen werden können. Dabei müssen neben den zukünftigen Zinssätzen und Ernteerträgen auch Wetterentwicklungen abgeschätzt werden. Dieses äußerst schwierige Entscheidungsproblem soll anhand eines Vergleiches zwischen einem Wetterderivat und einer Bewässerungsanlage gezeigt werden.

### **7.2.1 Alternative oder Ergänzung**

Grundsätzlich soll mit Wetterderivaten das Ziel verfolgt werden, das Betriebsergebnis verschiedener Perioden zu stabilisieren, indem das Wetterrisiko verringert wird. Für diese Verringerung des Risikos wird eine Verringerung des mittleren Betriebsergebnisses in Kauf genommen. Dieser Effekt kann aber durch

andere Zusatznutzen, wie etwa steuerliche Vorteile, verringerte Fremdkapitalzinsen durch größere Planungssicherheit etc., aufgehoben werden.

Mit der Investition in eine Bewässerungsanlage wird das gleiche Ziel verfolgt, eine Erhöhung der Erträge in Trockenzeiten und unter Umständen auch in Normalperioden zu erreichen.

Wird eine Bewässerungsanlage gekauft, hat die Anwendung eines Derivates gegen Trockenheit wenig Sinn. Derivate könnten höchstens zur Absicherung von extremer Trockenheit (wenn nicht einmal Wasser zur Bewässerung zur Verfügung steht) oder von Wetterereignissen, die durch eine Bewässerungsanlage nicht beeinflusst werden (z.B. Frost) verwendet werden. Grundsätzlich stellt sich aber bei der Bekämpfung von Trockenschäden die Frage: Wetterderivat oder Bewässerungsanlage.

### 7.2.2 Alternativenrechnung

Im Folgenden soll versucht werden den Kauf einer Bewässerungsanlage mit der Implementierung eines Wetterderivats im Grünlandbereich zu vergleichen.

Eine Kapitalwertermittlung scheint für diesen Vergleich nicht ausreichend, da auch eine Stabilisierung des Cashflows in den einzelnen Jahren erreicht werden soll. Eine Stabilisierung des Cashflows hängt aber wiederum davon ab, inwieweit das Wetterrisiko durch die jeweiligen Alternativen reduziert wird:

**Tabelle 22: Einflussfaktoren auf die Reduktion des Trockenheitsrisikos**

WETTERDERIVAT	BEWÄSSERUNGSANLAGE
Korrelation zwischen Ernteertrag und Niederschlag an der Basisstation	Tatsächliche Wasserverfügbarkeit bei Trockenheit
Höhe des Strike Levels	Technische Zuverlässigkeit der Anlage

Nur wenn die erwartete Reduktion des Trockenheitsrisikos bei beiden Alternativen in etwa als gleich hoch angesehen wird, ist eine Kapitalwertermittlung zulässig. Ansonsten sollte ein Abwiegen der Prioritäten Kapitalwertmaximierung und Risikoreduktion erfolgen.

Aber selbst bei vollkommener Klarheit über das Ausmaß der Risikoreduktion bei den beiden Alternativen treten bei Entscheidung mittels Kapitalwertkriterium zahlreiche Problemfelder auf. Anhand einer einfachen Formel zur Kapitalwertbestimmung (vgl. Fischer, 2002) soll gezeigt werden, welche Probleme bei einem Vergleich zwischen Wetterderivat und Bewässerungsanlage entstehen:

$$K_0 = -A_0 + Y_0 + \sum_{t=1}^T \frac{C_t - Z_t - Y_t}{(1 + k_E^{vorSt})^t} + \frac{R_t}{(1 + k_E^{vorSt})^T}$$

Abgesehen davon, dass in diesem Kontext aus Gründen der Einfachheit Fragen der Steuer- und Inflationseinbeziehung ausgeklammert werden, bestehen dennoch Probleme bei einem direkten Vergleich.

**Tabelle 23: Parameter für die Kapitalwertberechnung**

	<b>Wetterderivate</b>	<b>Bewässerungsanlage</b>
$A_0$		Investition in die Anlage
$Y_0$		Höhe des Kredits
$C_t$	Derivatserlöse- Derivatsprämie	Zusatzerlöse – laufende Kosten
$Z_t$		Zinszahlung
$Y_t$		Tilgungszahlung
$k_E^{vorSt}$	Alternativrenditezinssatz	Alternativrenditezinssatz
$R_t$		Restwert der Anlage nach Nutzung
$T$		Nutzungsdauer der Anlage

Während  $A_0$ ,  $R_t$ ,  $Y_0$ ,  $Y_t$ ,  $Z_t$  und  $T$  mit etwas Aufwand durchaus ermittelbar sind, wenn auch hierbei Unsicherheiten bestehen, gestaltet sich die Annahme von  $k_E^{vorSt}$  und  $C_t$  äußerst schwierig. Die Annahme eines bestimmten Alternativrenditezinssatzes

$k_E^{\text{vorSt}}$  für 10, 15 oder 20 Jahre bestimmt die Entscheidung maßgeblich. So wird diese bei höherem  $k_E^{\text{vorSt}}$  eher zugunsten der Implementierung von Derivaten ausfallen, weil dabei keine langfristigen Investitionen getätigt werden. Besonders kritisch ist jedoch die Annahme der erwarteten Cashflows, denn hierbei müssen folgende grundlegenden Entscheidungen miteinbezogen werden:

- Mit welcher Häufigkeit und welcher Stärke treten Dürreereignisse auf? Genügt eine Fortschreibung vergangener Daten oder muss mit häufigerem Auftreten gerechnet werden?
- Wie hoch sind die Zusatzerträge, die bei Einsatz einer Bewässerungsanlage entstehen, sowohl in Dürrejahren, als auch in Normaljahren? Wie hoch sind analog dazu die laufenden Kosten, wie Wasserbezug, Wartungskosten, Energiekosten etc.?
- Gibt es im Laufe der Nutzungsdauer der Bewässerungsanlage neue technologische Fortschritte z. B. neue Sorten, die den Nutzen der Bewässerungsanlage verringern?
- Wie hoch ist der Erwartungswert der Auszahlung aus dem Derivat bei gegebener Prämie?

Auch wenn man aus Vergleichsgründen Wetterderivate als Investitionsprojekte mit einer Prämienzahlung am Beginn eines Zeitraumes und einem wetterabhängigen Erlös am Ende des Zeitraums betrachtet, so ist die angenommene jährliche Reinvestition während der Nutzungsdauer der Bewässerungsanlage problematisch. Hier zeigt sich ein wesentlicher Vorteil von Derivaten. Während die Entscheidung über eine Investition in eine Bewässerungsanlage für einen längeren Zeitraum getroffen wird, kann der Einsatz eines Derivats in jedem Jahr neu entschieden werden und so auf die vorher genannten Unsicherheiten reagiert werden.

Das heißt aber auch, dass bei der Verwendung von ökonomischen Instrumenten jederzeit die Möglichkeit besteht, auf technische Maßnahmen zu wechseln oder auf eine zukünftige Absicherung gänzlich zu verzichten, während der Einsatz von Bewässerungsanlagen einen solchen Wechsel nicht zulässt.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass bei einer Entscheidung Derivat vs. Bewässerungsanlage folgende drei Kriterien berücksichtigt werden müssen:

- (1) Reduktion des Trockenheitsrisikos ausgehend von einer Null-Variante (Inaktivität)
- (2) Rentabilität der Alternative
- (3) Zeitlicher Horizont der Alternativenentscheidung

## **Beispiel**

Im Folgenden sollen diese drei Kriterien an Hand einer konkreten Beispielrechnung erläutert werden. Für 10 Hektar Grünland wird der Kauf einer Bewässerungsanlage der Implementierung eines Derivats gegenübergestellt. Grünland wird auf Grund der Datenverfügbarkeit herangezogen, obwohl klar ist, dass Bewässerung bei anderen Sorten häufiger zum Einsatz kommt. Es handelt sich hier nur um eine beispielhafte Rechnung bei der einige Annahmen getroffen werden müssen.

### Reduktion des Trockenheitsrisikos

Zuerst wird untersucht, wie sehr die jeweilige Maßnahme das Trockenheitsrisiko verringert. Als kritisches Level des Ertrags, ab dem es zu Einkommenseinbußen kommt, wird die Höhe des in Kapitel 6.2.3 für Grünland festgelegten Strike Levels angenommen. Es wird nun untersucht, wie sehr dieses bei der jeweiligen Maßnahme im Durchschnitt unterschritten wird.

Ausgehend von den Daten aus Kapitel 6.2.3 wird dieses bei Inaktivität um durchschnittlich 524 Euro pro Jahr unterschritten. Bei der Implementierung eines Wetterderivats wird das Strike Level nur um durchschnittlich 219 Euro pro Jahr unterschritten, das heißt also es erfolgt eine Reduktion des Risikos um 59% gegenüber der Nullvariante.

Für die Bewässerungsanlage wird angenommen, dass der Ertrag unter dem Strike Level zu 90% ausgeglichen werden kann (dieser Wert ist abhängig von der Wasserverfügbarkeit und technischen Voraussetzungen der Anlage), das würde also heißen das Strike Level würde um durchschnittlich 52 Euro pro Jahr unterschritten.

### Rentabilität

Die Rentabilität beider Varianten wird mit obiger Kapitalwertformel berechnet. Es wird angenommen, dass die Nutzungsdauer der Bewässerungsanlage 15 Jahre beträgt, der Zinssatz 5%, die Investition eigenfinanziert ist und die Investitionskosten für die Anlage 15 000 Euro betragen.

Beim Wetterderivat wird davon ausgegangen, dass man im Jahresschnitt 98 Prozent der gezahlten Prämie durch Derivatsauszahlungen wieder zurückerhält, außerdem 8 Monate Differenz zwischen Prämieinzahlung und Derivatsauszahlung liegen.

Berechnet man diese Differenz für die Länge der Nutzungsdauer, ergibt sich für das Derivat ein negativer Kapitalwert von -171 Euro.

Für die Bewässerungsanlage wird angenommen, dass die Erträge unter dem Strike Level zu 90% vermieden werden können. Der Erwartungswert des Cash Flow liegt bei + 479 Euro. Als Kapitalwert ergibt sich dabei -10100 Euro. Aus dem Kapitalwertkriterium folgt also eindeutig, dass eine Investition in die Bewässerungsanlage bei Verfügbarkeit eines Wetterderivates nicht sinnvoll ist.

#### Zeitlicher Horizont der Alternativenentscheidung

Der zeitliche Horizont der Alternativenentscheidung spricht wie schon erörtert für die Implementierung eines Derivats, weil jedes Jahr von neuem eine Entscheidung getroffen werden kann, ob und in welchem Maße das Risiko abgesichert werden soll.

**Tabelle 24: Entscheidungsbasis für das Beispiel Grünland**

Kriterium	Indikator	Derivat	Bewässerung	Präferenz
(1) Reduktion des Trockenheitsrisikos	Unterschreiten des Strike Levels	219 €	52 €	Bewässerung
(2) Rentabilität	Kapitalwert	-171 €	- 10100 €	Derivat
(3) Zeitlicher Horizont	Nutzungsdauer	1 Jahr	15 Jahre	Derivat

#### Schlussfolgerungen

Aufgrund des stark negativen Kapitalwerts der Bewässerungsanlage würde in diesem Fall immer zu Ungunsten einer Investition in eine Bewässerungsanlage entschieden werden. Eine eindeutige Präferenz für den Kauf einer Bewässerungsanlage ergibt sich nur für das Kriterium der Reduktion des Trockenheitsrisikos. Was die Rentabilität und den zeitlichen Horizont betrifft ist der Einsatz eines Wetterderivates sinnvoller. Allgemein kann gesagt werden, dass eine derartige Entscheidung unter Berücksichtigung aller genannten Kriterien erfolgen sollte. Würde man nur ein Kriterium, wie zum Beispiel den Grad der Risikoreduktion verwenden, kann das zu Fehlentscheidungen führen.

## **8 Schlussfolgerungen**

### **8.1 Optionen zur Verbesserung und Ergänzung des bestehenden landwirtschaftlichen Risikotransfersystems in Österreich**

Österreich gehört zu jenen Ländern, in denen landwirtschaftliche Dürreschäden für die meisten betroffenen Sorten im Rahmen eines Mehrgefahrenversicherungssystems versicherbar sind. Dennoch sollen hier einige Empfehlungen gegeben werden, das System zu verbessern.

Betreffend der in Kapitel 2.5 besprochenen Angebotslücken ist die fehlende Versicherungsmöglichkeit gegen Dürreschäden für den Bereich Grünland sicherlich ein vorrangiges Problem für die österreichische Landwirtschaft.

Die Ausgestaltung einer Grünlandversicherung gegen Dürre ähnlich der bereits existierenden Ernteversicherungen in Österreich dürfte sich grundsätzlich als sehr schwierig erweisen. Grünlandschäden treten stets sehr großflächig auf, so dass die in der Vergangenheit jährlich entstandenen Schäden in Österreich das derzeitige Prämienaufkommen überstiegen hätten. Eine Grünlandversicherung könnte somit nur schwer im Rahmen eines Mehrgefahrenpaketes angeboten werden.

Eine separate Grünlandversicherung könnte nur mit hohen Prämien ermöglicht werden. Adverse Selektion wäre die Folge. Das bedeutet, dass es für schlechte Risiken rentabel wäre, sich zu diesen hohen Prämien versichern zu lassen, während die guten Risiken hingegen schlechter gestellt und vom Markt gedrängt würden, weil die verlangte Prämie zu teuer für ihre Risikokategorie ist. Folglich käme es zu einer Kumulierung schlechter Risiken. Selbst wenn die Prämien zur Hälfte aus öffentlichen Mitteln subventioniert würden, ist es fraglich, ob auf diese Weise risikogerechte und vor allem sozial verträgliche Prämien erzielt werden könnten.

Daher schlagen wir die Absicherung von Grünlandschäden mit Hilfe einer auf einen Wetterindex basierenden Versicherung vor. Eine solche Absicherung wäre wesentlich billiger als eine herkömmliche Versicherung, da keine individuelle Schadensfeststellung erfolgt. Billigere Prämien reduzieren Adverse Selektion. Gleichzeitig wird durch Eliminierung von Moral Hazard, das Schadensausmaß verringert. Weiters würde der Landwirt Planungssicherheit erhalten. Staatliche Ad-

hoc Zahlungen, wie sie derzeit bei Dürreschäden im Grünlandbereich erfolgen, müssten nach der Implementierung eines Versicherungssystems wegfallen, um keine negativen Anreize, sich versichern zu lassen, zu setzen.

Wenn man sich die internationalen Erfahrungen mit Mehrgefahrenversicherungen ansieht, zeigt sich, dass Moral Hazard in den meisten Ländern ein großes Problem darstellt. Es ist anzunehmen, dass dies auch im österreichischen Mehrgefahrenversicherungssystem der Fall ist. Indexbezogene landwirtschaftliche Versicherungsformen, wie sie in den USA und Kanada bereits implementiert wurden, könnten auch für das österreichische Mehrgefahrenversicherungspaket eine sinnvolle Lösung sein.

## **8.2 Potenzial von Wetterderivaten als Instrumente zur Anpassung an Trockenheit**

Da laut Klimaexperten die Häufigkeit und Intensität von Trockenperioden in Zukunft steigen wird, sollten Anpassungsstrategien sobald wie möglich entwickelt werden. Gerade Österreich hat einen besonders hohen Anpassungsbedarf an Trockenheit. Das Land bezieht einen Großteil seiner Energie aus Wasserkraftwerken und der Ausbau vor allem von Kleinwasserkraftwerken wird stark gefördert. Auch die von Niederschlag stark abhängigen Sektoren Landwirtschaft und Tourismus sind für die österreichische Wirtschaft von großer Bedeutung.

Technische Anpassungsstrategien gegen Trockenheit sind begrenzt. So wurden in dieser Studie die Grenzen zusätzlicher Bewässerungsmöglichkeiten in der von Trockenheit besonders betroffenen Beispielregion Südoststeiermark aufgezeigt. Aber auch andere technische Anpassungsstrategien, wie verbesserte Sortenwahl oder Beschattung, reichen nicht aus, um das sozioökonomische System auch in Zukunft gegen Trockenheit risikoresistent genug zu gestalten.

Demgegenüber können ökonomisch– finanzielle Anpassungsstrategien gegen Trockenheit in wettersensitiven Sektoren, wie der Einsatz von Wetterderivaten, eine sinnvolle Alternative darstellen, wenn dafür geeignet Rahmenbedingungen, wie ein funktionierender Markt für solche Instrumente, geschaffen werden.

Wie in dieser Arbeit gezeigt wird, gibt es zahlreiche Faktoren, die eine stärkere Marktentwicklung in Österreich hemmen, dazu gehört der hohe Preis für den Kauf von Wetterdaten für kommerzielle Zwecke, ein verstärktes Bewusstsein für die Wetterabhängigkeit vor allem in kleinen Unternehmen und der oftmals fehlende Zugang potentieller Anbieter zu potentiellen End-Usern.

Gegenüber traditionellen Versicherungsformen, wie Ertrags- oder Einkommensversicherungen, zeigen Wetterderivate den Vorteil von geringeren Transaktionskosten und der Vermeidung von Moral Hazard. Gleichzeitig können sie durch Risikotransfer in die globalen Kapitalmärkte auch bislang nicht versicherbare Risiken abdecken.

Allerdings gibt es, wie bei den technischen Anpassungsstrategien, auch bei ökonomisch- finanziellen Anpassungsstrategien Restriktionen: Dort, wo kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Ernteerträgen und einem Wetterparameter hergestellt werden kann, ist ihr Einsatz nicht sinnvoll.

Da es nie eine perfekte Korrelation zwischen dem zur Absicherung herangezogenen Wetterindex und dem Erlös geben wird, liegt die Stärke von Wetterderivaten in der Reduktion der Schwankungsbreite des Betriebserfolges, eine vollständige Risikoeliminierung kann dabei nicht erfolgen.

Ein Vergleich der Implementierung eines Wetterderivats mit dem Einsatz einer Bewässerungsanlage zur Anpassung gegen Trockenheit im Grünlandbereich zeigt, dass nicht nur die ökonomische Rentabilität einer Alternative berücksichtigt werden sollte, sondern auch das Ausmaß, in welchem das Trockenheitsrisiko und dementsprechend die niederschlagsbedingten Ertragsschwankungen des Betriebserfolges verringert werden. In unserem Beispiel würde durch den Einsatz einer Bewässerungsanlage eine höhere Risikoreduktion erreicht werden, der Einsatz eines Derivats jedoch würde mehr Flexibilität ermöglichen, da jedes Jahr neu entschieden werden kann, ob das Risiko abgesichert werden soll, auf Veränderungen des Risikos kann somit besser reagiert werden.

Diese Arbeit kommt daher zum Schluss, dass dort, wo sowohl technische als auch ökonomisch-finanzielle Anpassungsoptionen gegen Trockenheit vorhanden sind, je nach Problemstellung überprüft werden muss, welches Instrument besser geeignet ist.

In vielen Fällen sind jedoch nicht beide Optionen verfügbar. Dort, wo technische Maßnahmen nicht vorhanden sind oder an ihre Grenzen stoßen, erscheint der Einsatz von Wetterderivaten in vielen Fällen als geeignetes Instrument sich an die Auswirkungen der Klimaveränderung anzupassen. Ihre Anwendungsmöglichkeiten und Wirkungsweise bedürfen jedoch noch weiterer intensiver Forschung.

## 9 Verzeichnisse

### 9.1 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Die teuersten Naturkatastrophen zwischen 1987 und 2004 (nach versicherten Schäden). Quelle: SwissRe 2005, S.34 9
- Tabelle 2: Dekadenvergleich bezüglich der Anzahl der Ereignisse und Schadensausmaß zwischen 1950 und 2004, Schäden in Mrd.US\$ (in Werten von 2004). Quelle: Münchener Rück, 2005 10
- Tabelle 3: Versicherte Risiken 2005 bei Ackerflächen in der AGRAR Universal. Quelle: ÖHV 2005 33
- Tabelle 4: Anteil der Ausgaben zur Förderung der Hagel- und Frostversicherungsprämien an den Gesamtausgaben des Katastrophenfonds in Euro. Quelle: Katastrophenfondsbericht 02/03 43
- Tabelle 5: Subventionen der Hagel- und Frostversicherungsprämien auf Landesebene in Tausend Euro für den Zeitraum 2000 bis 2004. Quelle: Bundesministerium für Finanzen 2005 44
- Tabelle 6: Bundesmittelanteil für Steiermark an den gesamten Bundesmitteln zur Prämienförderung und Gesamtfördersumme der Steiermark in Euro. Quelle: BM für Finanzen, Steiermärkische Landesregierung 2005 44
- Tabelle 7: Anteil der Zuschüsse zu den Hagel- und Frostversicherungsprämien an den Gesamtausgaben der Steiermärkischen Landesregierung. Quelle: Steiermärkische Landesregierung 2005, Grüner Bericht Steiermark 2002/2003 45
- Tabelle 8: Förderungen in der Steiermark im Rahmen der landwirtschaftlichen Dürreschäden 2003. Quelle: Steiermärkische Landesregierung 2005 48
- Tabelle 9: Auszahlungen auf Bezirksebene im Rahmen der vier dürrebedingten Förderungen in der Steiermark. Quelle: Steiermärkische Landesregierung 2005 50
- Tabelle 10: Endergebnis Dürreschäden Steiermark 2003 (ohne Alm- und Teichwirtschaft). Schadenshöhe im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt. Schaden in 1000 Euro. Quelle: Mayer 2005 109

---

Tabelle 11: Korrelation der Niederschläge Graz- Flughafen mit südost-steirischen Messstationen 1971-2000 auf Monatsbasis	113
Tabelle 12 : Korrelationen zwischen Wiesenertrag und Niederschlagsmenge/Temperatur	119
Tabelle 13: Korrelation zwischen Erntemenge und Wetterindex	120
Tabelle 14: Basisdaten der Derivatsvarianten	124
Tabelle 15: Prämie, bei unterschiedlichen Verteilungsannahmen und Zeitintervallen	128
Tabelle 16: Gewichtung der Messstationen	133
Tabelle 17: Korrelation mit/ ohne Berücksichtigung der Verdunstung	134
Tabelle 18: Standardabweichung der Jahreserträge mit/ohne Derivat	138
Tabelle 19: Vergleich zwischen Niederschlags- und Durchflussderivat	139
Tabelle 20: Maßnahmen zur Bekämpfung von Trockenheit (Quelle: Kundzewicz et al. 2002).	141
Tabelle 21: Mögliche Maßnahmen in der Süd- und Oststeiermark	142
Tabelle 22: Einflussfaktoren auf die Reduktion des Trockenheitsrisikos	145
Tabelle 23: Parameter für die Kapitalwertberechnung	146
Tabelle 24: Entscheidungsbasis für das Beispiel Grünland	149

## **9.2 Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Verschiedene Risikopräferenzen: Risikoneutralität, Risikoaversion und Risikofreude. Darstellung folgt Pindyck und Rubinfeld 2001, S.156	14
Abbildung 2: Versicherungsnachfrage eines risikoaversen Individuums. Darstellung folgt Pindyck und Rubinfeld 2001, S.158	17
Abbildung 3: Versicherungsdeckung. Die Darstellung folgt Zweifel und Eisen 2003, S.85	19
Abbildung 4: Versicherungsnachfrage bei unterschiedlich hohen Prämien. Die Darstellung folgt Zweifel und Eisen 2003, S.93	22
Abbildung 5: Vereinendes Gleichgewicht auf einem Versicherungsmarkt. Die Darstellung folgt Zweifel und Eisen 2003, S.322	25
Abbildung 6: Trennendes Gleichgewicht auf dem Versicherungsmarkt. Die Darstellung folgt Zweifel und Eisen 2003, S.327	27

- Abbildung 7: Versicherte Fläche Österreichs von 1985 bis 2005 in 1000 Hektar.  
Quelle: ÖHV 2005 36
- Abbildung 8: Versicherte Fläche der Steiermark von 1995 bis 2005 in 1000 Hektar.  
Quelle: Steiermärkische Landesregierung 2005 37
- Abbildung 9 (links): Entwicklung der Versicherungssumme von 1994 b 38
- Abbildung 10 (rechts): Versicherte Werte 2004 (1,99 Mrd. Euro). Eigene Schätzung auf Basis von Pototschnig 2002 bis 2004 in Mrd. Euro. Quelle: Pototschnig 2002 38
- Abbildung 11: Unterstützungszahlungen an die Landwirtschaft in Mio. Euro Quelle: Katastrophenfondsbericht 02/03 41
- Abbildung 12: Öffentliche Beihilfen 2003 auf Bezirksebene in der Steiermark in Tausend Euro. Quelle: Steiermärkische Landesregierung 2005 52
- Abbildung 13: Öffentliche Ausgaben für Ernteversicherung in den USA 59
- Abbildung 14: Staatliche Subventionen für das spanische Risikotransfersystem 65
- Abbildung 15: Staatliche Prämienzuschüsse für Mehrgefahren-versicherungen 70
- Abbildung 20: Niederschlagssumme vom 1. Jänner bis 28. August 2003. Quelle: Formayer, Frischauf 2004 107
- Abbildung 21: Zusammenhang Jahresniederschlag und Absatz des Wasserverbandes GSO 111
- Abbildung 22: Korrelation von Niederschläge und Temperaturen Graz Uni-Gleichenberg im Jahresverlauf 114
- Abbildung 23: Vorgehensweise bei der Erstellung des Wetterderivats 116
- Abbildung 24: Korrelation zwischen Niederschlag und Ernteertrag 121
- Abbildung 25: Korrelation zwischen Wetterindex und Ernteertrag 123
- Abbildung 26: Direkter Vergleich der Derivatsvarianten 125
- Abbildung 27: Verteilung der Erlöse der Derivatsvarianten 125
- Abbildung 28: Datenbasis für den Bezirk Fürstenfeld 127
- Abbildung 29: Niederschlagstrend Station Fürstenfeld 129
- Abbildung 30: Entwicklung der Prämie bei Derivat mit Trendmittenbeziehung 129
- Abbildung 31: Mittlere Monatsniederschlagssummen 1986- 2003 (Quelle: Hydrografischer Dienst) 131
- Abbildung 32: Derivate mit 400mm Strike Level/ bzw. ohne Obergrenze 135
- Abbildung 33: Korrelation zwischen Monatsertrag und Monatsdurchfluss 137
- Abbildung 34: Korrelation zwischen Jahresertrag und Jahresdurchfluss 138

---

## 10 Literatur

- Agricorp Canada (2005), 2005 Forage Rainfall Plan. <http://www.agricorp.com> (Stand: 14.6.2005)
- Agriculture and Agri Food Canada (2000), About the Canadian Agricultural Income Stabilization (CAIS) Program.
- Alaton P., Djehiche B. et al. (2002), On Modelling and Pricing Weather Derivatives. *Applied Mathematical Finance*, 2002, Vol. 9, issue 1, pp 1-20 <http://www.math.kth.se/matstat/fofu/reports/weather.pdf> (Stand: 11.7.2005)
- Arrow, K. J. (1996). The theory of risk-bearing: Small and great risks. *Journal of Risk and Uncertainty*, 12:103-111.
- Barnet B. et al. (1999), Crop Insurance in the Midsouth. Department of Agricultural Economics Mississippi State University
- Berg E. et al. (2004), Wetterderivate: Ein Instrument im Risikomanagement für die Landwirtschaft? Eingereicht zur Veröffentlichung in „Agrarwirtschaft“
- Bhowan A. (2003), Temperature Derivatives. University of the Witwatersrand.
- Bielza M., Garrido A., Sumpsi J. M. (2004), Revenue Insurance as an income stabilization policy: an application to the Spanish olive oil sector. *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, Nr. 70.
- Black, F und M. Scholes (1973), The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy* 81, pp 637-655.
- Bundesministerium für Finanzen (2003), Katastrophenfondsbericht 02/03. Wien.
- Bundesministerium für Finanzen (2005) persönliche Auskunft von Samuel D., Abteilung II/3, Wien.
- Burgaz F. (2000), Insurance Systems and Risk Management in Spain. OECD worksop on income risk management. Paris 2000.

- 
- Campbell S. and F. Diebold F. (2002), Weather Forecasting for Weather Derivatives. Wharton Financial Institutions Center.
- Cao M. und J. Wei (2000), Equilibrium Valuation of Weather Derivatives. Queen's University Kingston, Ontario and University of Toronto.
- Chevalier P. (2003), Temperaturderivate zur strategischen Absicherung von Beschaffungs- und Absatzrisiken
- Defra (2001), Risk Management in Agriculture, A discussion document prepared by the Economics and Statistics Group of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food
- Deutsche Bank (2003), Weather derivatives heading for sunny times. Deutsche Bank Research.
- Dischel R. (2002), Climate Risk and the Weather Market: Financial Risk Management with Weather Hedges. Weather Market Observer
- Dutton J. (2003), Opportunities and priorities in a new era for weather and climate services. Bull. Amer. Meteor. Soc., 83, 1303-1311.
- European Commission Agriculture Directorate-General (EC-DG Agri) (2001), Risk management tools for EU agriculture with a special focus on insurance.
- Fischer E., (2002), Finanzwirtschaft für Anfänger, 3. Aufl., Oldenbourg, München-Wien.
- Formayer, H. und C. Frischauf (2004), Extremereignisse und Klimawandel in Österreich aus der Sicht der Forschung. Institut für Meteorologie der BOKU Wien, im Auftrag des WWF Österreich.
- Foster, K. (2000), Weather Risk in Europe; Optimistic forecast. Weather Risk, Special Report 2000, hrsg. von Energy & Power Risk Management and Risk Magazine, pp 9-10.
- Gardner L. (2003), New Options for Managing Agricultural Weather Risk. CPCU Journal, Aug 2003, Vol. 56, Issue 8.
- Geman, H. (1999), Insurance and weather derivatives – From exotic options to exotic underlyings. Risk Books, London.

- 
- Glauber J. (2004), Crop insurance reconsidered. *American Journal of Agricultural Economics*, 2004, Vol. 86, issue 5, pp 1179-1195.
- Goodwin B. (2001), Problems with market insurance in agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 83, issue 3, August 2001, pp 643-649.
- Gort C. (2003), Der Markt für Wetterderivate in Europa. Lizentiatsarbeit an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern.
- Gravelle, H. und Rees, R. (2004). *Microeconomics*. Pearson Education Limited, England, 3. Auflage.
- Grüner Bericht Steiermark 2002/2003: Bericht über die Lage der Land- und Forstwirtschaft in der Steiermark. Steiermärkische Landesregierung (Hrsg.), Graz.
- Harwood J. et al. (2000), From Risk pooling to Safety Nets: Crop and Revenue insurance in the United States. OECD workshop on income risk management. Paris, 2000.
- Hazard and Adverse Selection. *Australian Journal of Agricultural Economics* 37(2), pp 95–113.
- Hennessy, D. et al. (1997), “Budgetary and Producer Welfare Effects of Revenue Insurance.” *American Journal of Agricultural Economics* 79(3) (August): 1024-34.
- Hoenle R. (2004), <http://www.landwirt.com/article/articleprint/813/-1/2/>, (Stand: 15.4.2005)
- Hull J. (2001), *Futures and Other Derivatives* (4th edition), Prentice Hall.
- Hypo Tirol (2005), Risikoabsicherung durch das Angebot eines Finanzdienstleisters.
- Hypovereinsbank (2003), Wetterabsicherung. [http://www.hypovereinsbank.de/media/pdf/fk\\_fima\\_wett\\_Wetterderivate.pdf](http://www.hypovereinsbank.de/media/pdf/fk_fima_wett_Wetterderivate.pdf) (Stand: 6.3.2005)
- Jehle, G. A. und Reny P. J. (2001). *Advanced Microeconomic Theory*. Boston: Addison-Wesley, 2. Auflage.
- Joanneum Research (2005), Synthesebericht Wasserbedarf Oststeiermark. Institut für Technologie und Regionalpolitik

- 
- Kaiser und Hanusch (2004), Wasser für die Landwirtschaft – Bestandsaufnahme und Bedarfsermittlung. Bericht an die Steiermärkische Landesregierung Abt. 19a.
- Katastrophenfondsberichte 1991-2003. Bundesministerium für Finanzen. Wien.
- Kundzewicz Z., Budhakooncharoen S., Bronstert A., Hoff H., Lettenmaier D., Menzel L., Schulze R. (2002), Coping with variability and change: Floods and droughts. *Natural Resource Forum* 26 (2002) 263-274.
- Laffont, J.-J. und Martimort, D. (2002). *The Theory of Incentives. The Principal-Agent Model*. Princeton und Oxford: Princeton University Press.
- Mahul, O. und D. Vermersch (2000), Hedging Crop Risk with Yield Insurance Futures and Options. *European Review of Agricultural Economics* 27(2): pp109-126
- Mayer A., Stroblmaier J., Tusini E. (2003), Land- und Forstwirtschaft: Bedrohung oder Umstellung. in: Steininger K., Steinreiber C., Ritz C. *Extreme Wetterereignisse und ihre wirtschaftlichen Folgen*.
- Mayer, A. (2005). Abteilung Pflanzenbau, Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark. Graz.
- McWilliams D. (2004), The Impact of Weather Risk on the European Economy - A Special Report. Presentation at the WRMA European Annual meeting, November 2004.
- Meuwissen M., Huirne R. and J. Skees (1999), Income insurance in European agriculture, in: *European Economy, Reports and Studies*, European Commission, Directorate-general for economic and financial affairs.
- Miranda M. und D. Vedenov (2001), Innovation in Agricultural and Natural Disaster Insurance. *American Journal of Agricultural Economics* 83(3) (August): pp 650-655.
- Moreno M. (2003), Rain Risk. Speedwell Weather Derivatives.
- Müller A. und Grandi M. (2001), Wetterderivate zur Absicherung von Wetterrisiken, Münchner Rück.  
[http://www.munichre.com/publications/ART\\_Wetterderivate\\_de.pdf](http://www.munichre.com/publications/ART_Wetterderivate_de.pdf) (Stand: 10.7.2005)

- 
- Münchener Rück (2001), Risikotransfer in den Kapitalmarkt: Nutzung der Kapitalmärkte für das Management von Versicherungsrisiken
- Nelken I. (2002), Weather Derivatives- Pricing and Hedging. Working Paper, Weather Risk Advisory.
- Odening M., Mußhoff O. et. al., 2004: Zur Bewertung von Wetterderivaten als innovative Risikomanagementinstrumente in der Landwirtschaft. Humboldt-Universität zu Berlin.
- OECD (2000), Approaches to income risk management in OECD countries, Paris
- ÖHV, Österreichische Hagelversicherungsanstalt (2005). [www.hagel.at](http://www.hagel.at), Stand von Juli 2005. Wien.
- ÖHV-Österreichische Hagelversicherung (2005) [www.hagel.at](http://www.hagel.at), (Stand: Juli 2005)
- OIG (United States Department of Agriculture, Office of Inspector General) (1999a),
- Pimentel D., Hepperly P., Hanson J., Douds D., Seidel R. (2005) Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. *BioScience* 55 Vol 7 (2005) 573-582
- Pindyck, R. S. und Rubinfeld, D. L. (2001). *Microeconomics*, Kapitel 5. Prentice-Hall International, London, 5. Auflage.
- Pototschnig, R. (2002). *Risk-Management für die Landwirtschaft. Realisierung eines Projektes*. Österreichische Hagelversicherung (Hrsg.), Wien.
- Prettenthaler F. und N. Vettters (2004), Nationale Risikotransfersysteme im Vergleich InTeReg Working Paper Nr. 17-2004.
- Prettenthaler, F., Hyll W., Türk A., Vettters N. (2004). *Analyse der Hochwasserereignisse vom August 2002 -Flood Risk, Teilprojekt 5 - Erfahrungen mit dem Österreichischen Katastrophenfonds im Rahmen des Hochwassers August 2002*. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Lebensministerium (Hrsg.), Wien.
- Price Waterhouse Coopers (PWC) (2005), Industry Survey Results 2004-2005.
- Quiggin J. (1993), Crop Insurance and Crop Production : An Empirical Study of Moral

- 
- Report to the secretary on Federal Crop insurance Reform. No. 05801-2-At (Revised: April 19, 1999), Washington D.C.
- Risk Management Agency (RMA), US Department of Agriculture (2002), Participation Data. [http://www.rma.usda.gov/pubs/rme/fsh\\_4.html](http://www.rma.usda.gov/pubs/rme/fsh_4.html) (Stand: 15.4.2006)
- Rothschild, M. und Stiglitz, J. E. (1976). Equilibrium in competitive insurance markets: An essay on the economics of imperfect information. *Quarterly Journal of Economics*, 80:629-649.
- Schirm A. (2001), Wetterderivate - Einsatzmöglichkeiten und Bewertung. Universität Mannheim.
- Schmitz B. und M. Starp M. (2004), Wetterderivate zur Absicherung des Energiekostenrisikos im Unterglasanbau. [http://www.agrar.hu-berlin.de/GEWISOLA2004/dokumente/volltexte/70\\_w.pdf](http://www.agrar.hu-berlin.de/GEWISOLA2004/dokumente/volltexte/70_w.pdf) (Stand: 31.10.2005)
- Skees J (2001), The potenzial role of weather market for U.S agriculture. The Climate Report, Vol. 2, Nr.4, 2001.
- Skees J. (2000), Agricultural Insurance Programs: Challenged and lessons learned. OECD workshop on income risk management. Paris, 2000.
- Skees J. (2001), The bad harvest. Regulation Magazine, Vol. 24, No. 1. 2001.
- Stäheli M. (2005), Erfolgreiche Anwendungsbeispiele. Referat im Rahmen des Workshops Wetterderivate am 18.10. 2005 an der Universität Graz
- Statistik Austria (2005). Statistisches Jahrbuch 2005. Wien.
- Steiermärkische Landesregierung 2005: persönliche Auskunft von Klug J., Brandstätter J., Fachabteilung 10A – Agrarrecht und ländliche Entwicklung, Graz.
- Steininger, K. W., Steinreiber, C, und Ritz, C. (2005). *Extreme Wetterereignisse und ihre wirtschaftlichen Folgen. Anpassungen, Auswege und politische Forderungen betroffener Wirtschaftsbranchen*. Springer, Berlin Heidelberg.
- Stoppa A. und U. Hess (2003), Design and Use of Weather Derivatives in Agricultural Policies: the Case of Rainfall Index Insurance in Morocco

- Sullivan P. (2002), Drought Resistant Soil. National Sustainable Agricultural Information Service. [www.attra.ncat.org](http://www.attra.ncat.org)
- SwissRe (2003), Alternativer Risikotransfer: eine Bestandsaufnahme
- SwissRe (2005). *Sigma: Natur- und Man-made-Katastrophen im Jahr 2004*. Nummer 1. Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft, Zürich.
- Tigler J. und T. Butte (2001), Weather Derivatives - A Quantitative Analysis. <http://www.weatherderivatives.de/> (Stand: 10.10.2005)
- Turvey C. (1999), Insuring Heat Related Risks in Agriculture with Degree-Day Weather Derivatives. AAEA Annual Conference.
- Varian, H. R. (1999). *Grundzüge der Mikroökonomik*. Oldenbourg, München, Wien, 4. Auflage.
- Vereinigte Hagel (2004), Mehrgefahrenversicherung. <http://www.obstversicherung.de/information/mehргеfahrenversicherung/zuschuesse.html> (Stand: 10.6.2005)
- Wenner M. und Arias D. (2003), Agricultural Insurance in Latin America: Where Are We? Inter American Development Bank.
- Wiegele S. (2003), Exotic Options anhand von Wetterderivaten. Diplomarbeit an der Universität Graz.
- Zweifel, P. und Eisen, R. (2003). *Versicherungsökonomie*. Springer, Berlin Heidelberg, 2. Auflage.



---

*Zum Inhalt:*

In der vorliegenden Arbeit wurden ökonomisch-finanzielle Anpassungsoptionen für jene Sektoren analysiert, die bisherigen Erkenntnissen zufolge in Österreich von Trockenheit am stärksten betroffen sind. Dies sind die Landwirtschaft, der Energiesektor, aber auch der für die österreichische Wirtschaft sehr bedeutende Tourismussektor. In der Landwirtschaft gibt es zwar seit einigen Jahren eine Mehrgefahrenversicherung, diese deckt jedoch nicht alle Sorten ab und es gibt Hinweise auf systemische Defizite. Im Energie- und Tourismussektor gibt es kaum Möglichkeiten sich gegen Niederschlagsmangel mit Hilfe von Versicherungen abzusichern. In der Arbeit wird daher untersucht, ob und wie alternative Instrumente des Risikotransfers („Wetterderivate“) in diesen Sektoren implementiert werden können. Für die Sektoren Energie und Landwirtschaft wurden Case Studies entwickelt und untersucht, wie diese in der in Bezug auf Niederschlagsdefizite besonders vulnerablen Beispielregion Südoststeiermark gestaltet werden können. In weiterer Folge werden ökonomisch-finanzielle Anpassungsoptionen technischen gegenüber gestellt und an Hand eines Beispiels ein möglicher Bewertungsansatz aufgezeigt. Ein weiteres wesentliches Element dieser Arbeit ist die Frage, wie der österreichische Markt für Wetterderivate belebt werden könnte und welche Faktoren dafür entscheidend sind.