Wetterderivate zur Stabilisierung des Einkommens von Maisproduzenten in der Nordchinesischen Tiefebene – Zur Hedgingeffektivität von Niederschlags-optionen –

Leif Heimfarth und Oliver Mußhoff
Georg-August-Universität Göttingen

Abstract

In diesem Beitrag wird für einen regional typischen maiserzeugenden Durchschnittsbetrieb in der Nordchinesischen Tiefebene die Wirkung eines Wetterderivats in Form einer Niederschlagsoption analysiert. Auf einen Durchschnittsbetrieb wird fokussiert, weil eine Betrachtung von wenigen, spezifischen realen Betrieben aufgrund der überwiegend kleinstrukturierten Landwirtschaft in China und der sehr heterogenen Betriebsstrukturen wenig aussagekräftig wäre. Es zeigt sich, dass verschiedene Niederschlagsoptionen, die sich jeweils auf das Wetter an unterschiedlichen Wetterstationen im Unter-suchungsgebiet beziehen, durchaus zu einer Stabilisierung des landwirtschaftlichen Einkommens auf dem Durchschnittsbetrieb beitragen können.

Key words: China, Wetterrisiko, Einkommensstabilisierung, Maisproduktion, Wetterderivate

JEL Klassifikation: Q12

Leif Heimfarth und Oliver Mußhoff: Wetterderivate zur Stabilisierung des Einkommens von Maisproduzenten in der Nordchinesischen Tiefebene: YSA 2010, 133-156

1. Einleitung

Wetter ist ein sehr bedeutender und zudem nicht kontrollierbarer Risikofaktor in der Landwirtschaft. Im Pflanzenbau sind insbesondere Ertragsschwankungen durch unsichere Niederschläge relevant. Ein typischer Betrieb in der Nordchinesischen Tiefebene (North China Plain; NCP) verfügt durchschnittlich über etwa 0,5 ha Ackerland und ein Haushaltseinkommen von 6000 RMB (ca. 600 Euro) im Jahr. Gerade für kleine Betriebe sind die Möglichkeiten, angemessen auf wetterbedingte Einkommensschwankungen zu reagieren, begrenzt. Hinsichtlich eines innerbetrieblichen Risikomanagements bieten 0,5 ha Betriebsfläche kaum die Möglichkeit, das Anbauprogramm breit zu fächern, um die Abhängigkeit von einzelnen Früchten zu mindern. Außerdem fehlt vielfach die Möglichkeit zur Erschließung nichtlandwirtschaftlicher Einkommensquellen. Es verbleiben demnach nur außerbetriebliche Risikomanagementmaßnahmen wie Versicherungen zur Minderung des Wetterrisikos. Der Einsatz von Versicherungen ist jedoch auch nicht ohne weiteres möglich, weil der Versicherungsapparat der Volksrepublik China (VRC) noch heute unter seinem Zusammenbruch während der Kulturrevolution leidet, wobei seit den 1980ern eine sukzessive Erholung zu verzeichnen ist (Zheng et al., 2009). Die existierenden Agrarversicherungen sind im großen Maße von Subventionierungen durch die Regierung abhängig und nicht angemessen auf die Bedürfnisse von Kleinbauern abgestimmt (GTZ, 2008). Die chinesische Regierung hat daher in den vergangenen Jahren eine Überprüfung speziell der landwirtschaftlichen Versicherungen angeordnet (Turvey et al., 2009). Die Agenda beinhaltet u.a., dass bessere und geeignetere Finanzdienstleistungen im ländlichen Raum zur Verfügung gestellt und die Kosten für deren Anbieter gesenkt werden sollen. Vor diesem Hintergrund können wetterbasierte Risikomanagementinstrumente eine attraktive Möglichkeit darstellen, um die ökonomischen Risiken aus der Wettervariabilität in der chinesischen Landwirtschaft zu begrenzen.

Zur Reduzierung von Wetterrisiken in der Landwirtschaft existieren in den Industrieländern eine Reihe verschiedener schadensbezogener Versicherungsinstrumente. Ebenso gibt es theoretische Überlegungen und erste praktische Anwendungen von Wetterindexversicherungen in Entwicklungs- und Schwellenländern. Potenziell könnten für China einige dieser Möglichkeiten umgesetzt werden (Turvey et al., 2009), jedoch lassen sich nicht alle der bestehenden Versicherungskonzepte

ohne weiteres in eine Region wie die NCP transferieren. Klassische Wetterkatastrophenversicherungen (z.B. Hagelversicherung in Deutschland) oder Ertragsversicherungen (z.B. Multi Peril Crop Insurance in den USA) in den Industrieländern sind häufig mit hohen Transaktionskosten verbunden. Im Besonderen resultieren diese aus einer individuellen Schadensfeststellung auf dem versicherten Betrieb (z.B. Ker und Ergun, 2007; Berg und Schmitz, 2008). Zusätzlich sind diese Versicherungskonzepte mit Moral Hazard und Adverse Selection behaftet. Moral Hazard impliziert, dass ein Landwirt nach Abschluss einer Versicherung versucht, auf die Schadenshöhe Einfluss zu nehmen. Letztlich ist es für ihn ökonomisch nicht sinnvoll, bspw. einem Frostschaden durch Neubestellung des Feldes entgegen zu steuern, wenn er gegen derartige Ertragsausfälle versichert ist. Adverse Selection resultiert aus einer Informationsasymmetrie zwischen Versicherungsgeber und -nehmer. Beispielsweise ist der Landwirt meist deutlich besser über Schadenshöhe und -eintrittswahrscheinlichkeiten der zu versichernden Frucht informiert. Wenn dann die Versicherungsprämie nach einer durchschnittlichen Schadenshöhe festgelegt wird, werden Landwirte, deren individueller Schaden davon abweicht, benachteiligt. Klassische Versicherungskonzepte sind daher mit vergleichsweise hohen Kontrollaufwand und damit hohen Kosten verbunden. Ein Transfer dieser erscheint demnach nur bei hoher Subventionierung möglich.

Seit Mitte der 1990er Jahre werden wetterindexbasierte Versicherungen, sog. Wetterderivate, als weitere Möglichkeiten diskutiert, wetterinduzierte Risiken abzusichern (z.B. Turvey, 2001; Skees, 2001; Xu et al., 2008). Die Versicherungsleistung von Wetterderivaten hängt dabei allein von objektiv messbaren Wetterindices ab (z.B. die Summe des Niederschlags über die Vegetationsperiode). Hierdurch entfällt die individuelle Schadensbewertung auf dem Betrieb. Weiter entfallen Moral Hazard und Adverse Selection, da ein objektiv gemessener Wetterindex nicht durch den Landwirt beeinflusst werden kann. Zum einen können Wetterderivate deshalb günstiger angeboten werden als klassische Versicherungen. Zum andern bringt dies höhere Transparenz. Trotzdem Wetterderivate Vorteile gegenüber klassischen Wetterversicherungen aufweisen, ist ihre Anwendung in der Landwirtschaft bis heute noch sehr begrenzt. Mußhoff und Hirschhauer (2008) vermuten als Grund für die bisher geringe Akzeptanz Basisrisiken, die bei Einsatz von Wetterderivaten beim Landwirt verbleiben. Das Basisrisiko ist ein nicht

versicherbares Restrisiko für den Landwirt, das aus der unterschiedlichen Ausprägung der Wetterverhältnisse an einer Wetterstation und dem landwirtschaftlichen Betrieb resultiert (geografisches Basisrisiko). Außerdem sind individuelle Ertragsausfälle nicht perfekt mit dem Wetterindex korreliert, der die Auszahlung des Wetterderivates determiniert (Basisrisiko der Produktion). Bedingt durch das Basisrisiko kann es in einzelnen Jahren auf einem Betrieb dazu kommen, dass trotz einer Ertragsdepression keine Kompensationszahlungen aus einem Wetterderivat realisiert werden und vice versa (z.B. Woodgard and Garcia, 2007).

Bisher gibt es Pilotprojekte zur Anwendung von Wetterderivaten in der Landwirtschaft in Entwicklungsländern wie Malawi, Indien, Marokko und Äthiopien (vgl. Stoppa und Hess, 2003; Turvey, 2005; Skees und Barnett, 2006; Leblois und Quirion, 2009). Allerdings können die Ergebnisse vorliegender Wirkungsanalysen bedingt durch das regional unterschiedlich wirkende Basisrisiko nicht ohne weiteres auf die NCP übertragen werden (vgl. Mußhoff et al., 2006). Erfolgreiche Anwendungen in Industrieländern sind z.B. temperaturbezogene Derivate für Gewächshausbetreiber in den Niederlanden (vgl. Garrido und Bielza, 2008). Hirschauer und Mußhoff (2008) messen niederschlagsbezogenen Derivaten für die Landwirtschaft eine größere Bedeutung als temperaturbezogenen Derivaten zu, doch finden sich auch hierzu erst wenig Wirkungsanalysen (vgl. Berg et al., 2005). Die Frage, ob Wetterderivate attraktive Instrumente zur Stabilisierung von Einkommen in der Landwirtschaft Chinas darstellen können, ist bislang in der Literatur noch nicht behandelt worden. Turvey et al. (2008) beschreibt, dass zurzeit keine Studien zu Wetterrisiken in der VRC existieren sowie keine Studien für Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft für Wetterversicherungen in China vorliegen.

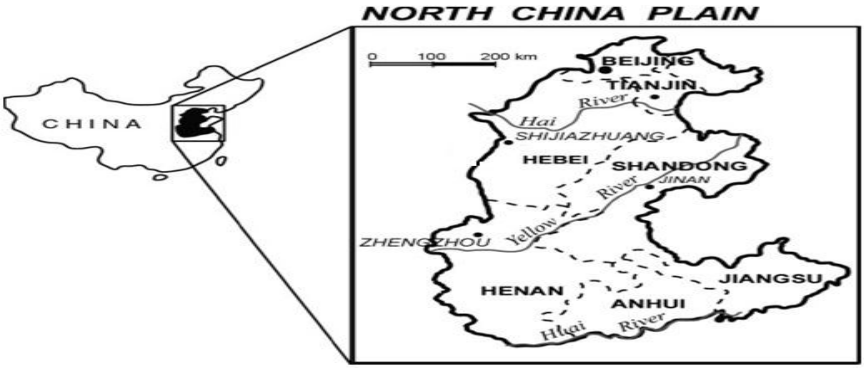
In diesem Beitrag wird deshalb das Anwendungspotenzial von Wetterderivaten für einen maiserzeugenden Durchschnittsbetrieb in der NCP analysiert. Auf einen Durchschnittsbetrieb wird fokussiert, weil eine Betrachtung von wenigen, spezifischen realen Betrieben aufgrund der überwiegend klein strukturierten Landwirtschaft der VRC und der z.T. heterogenen Betriebsstrukturen wenig aussagekräftig wäre. Außerdem liegen auf einzelbetrieblicher Ebene keine Ertragszeitreihen vor, die aber für die Bestimmung der Hedgingeffektivität von Wetterderivaten Vorrausetzung sind. Weiterhin ist kaum anzunehmen, dass die vergleichsweise kleinen Betriebe der VRC direkt Wetterderivate

abschließen. Im Beitrag wird daher angenommen, dass eine administrative Einheit (z.B. eine Provinzregierung) ein Wetterderivat abschließt und die realisierten Auszahlungen auf teilnehmende Betriebe in der Region, z.B. nach Betriebsfläche, verteilt. In einer historischen Simulation wird die mögliche einkommensstabilisierende Wirkung einer niederschlagsbezogenen Put-Option auf dem Durchschnittsbetrieb untersucht. Zur Modellierung des Niederschlagsindex werden verschiedene Wetterstationen in der Untersuchungsregion verwendet. Als Risikomaße werden zum einen eine Reduktion der Standard-abweichung und zum anderen die Veränderung des Value at Risk herangezogen. Die Ergebnisse der Studie sind nicht nur für Landwirte und agrarpolitische Entscheidungsträger von Interesse, sondern auch für Anbieter von Wetterderivaten aus dem Bereich des Finanzsektors, die an der Umsetzung eines ggf. von der Regierung subventionierten Instrumentes beteiligt sein könnten. Auch bietet der Transfer von Wetterrisiken auf den Kapitalmarkt (via Wetterbonds oder Katastrophenbonds) auch Alternativen der Rückfinanzierung für private Versicherungsunternehmen (Odening et al., 2008).

2. Untersuchungsgegenstand und Daten

2.1 Kurzbeschreibung der Untersuchungsregion

Die NCP (Abb. 1) zählt zu den wichtigsten Agrarregionen der VRC speziell beim Anbau von Mais und Weizen. Jährlich wird hier ein Viertel der nationalen Getreideernte produziert und 55% der Maisanbaufläche der VRC konzentrieren sich allein auf die Provinzen Shandong, Hebei und Henan (Schüller, 2004). Im ländlichen Raum beträgt die durchschnittliche Größe eines landwirtschaftlichen Betriebes 0,5 ha, was einen nur sehr geringen Lebensstandard für die Bauern ermöglicht. Die Landwirtschaft ist jedoch für Millionen Bauern in der Region die Haupteinnahmequelle (Bahrning, 2008). Somwaru et al. (2001) zeigt, dass 52% der Arbeitskräfte (AK) auf dem Land in China ausschließlich landwirtschaftlichen Aktivitäten verfolgen und nur 11% der AK Vollzeit nichtlandwirtschaftlich beschäftigt sind (Bahning 2008). Trotz einer hohen Abhängigkeit vom landwirtschaftlichen Einkommen ist der überwiegende Teil der Betriebe nur geringfügig diversifiziert und das Einkommen schwankt mit der Ertragssituation der Feldfrüchte. Flächendeckend sind Mais und Weizen die Hauptfrüchte sowie häufig



Quelle: Verändert nach Kendy et al., 2004

Abbildung 1: Nordchinesische Tiefebene

die einzigen Kulturen, die von einem Betrieb angebaut werden. Mit geringerer Flächenbedeutung werden aber auch Baumwolle und Erdnüsse zur Ergänzung der Fruchtfolge angebaut. Eine ausführliche Beschreibung der Agrarwirtschaft in der NCP findet sich in Bahrning (2008) und Löw (2003).

Im Folgenden wird repräsentativ für die Maisproduktion der NCP nur die Provinz Shandong betrachtet. Neben der hohen Bedeutung von Anbauumfang und Produktion von Mais ist die Provinz Shandong besonders durch ihre zentrale Lage für die Untersuchungen geeignet. Grundlage des Durchschnittsbetriebes bilden Daten des Statistischen Jahrbuches der VRC sowie Daten einer Befragung[1], die in den

[1] Im Rahmen des vom BMBF-geförderten Projektes „Innovative Nitrogen Management Technologies To Improve Agricultural Production An Environmental Protection In Intensive Chinese Agriculture"; Teilprojekt 8 der Universität Göttingen „Reduction Of The Exzessive Mineral Nitrogen Fertilisation In Intensive Chinese Agriculture" wurden in jeweils 12 Dörfern in den Landkreisen Huimin und Shouguang der Provinz Shandong (n=394) mittels sozio-ökonomischen Fragebögen im Jahr 2009 Daten speziell zur Einkommensgenerierung sowie agrarökonomischen Fragestellungen erhoben. Die Daten umfassen weiter die Zahlungsbereitschaft für eine potenzielle Versicherung gegen Ertragsausfälle sowie detailliert die Ursachen und Höhe von Ertragsausfällen in der Maisproduktion.

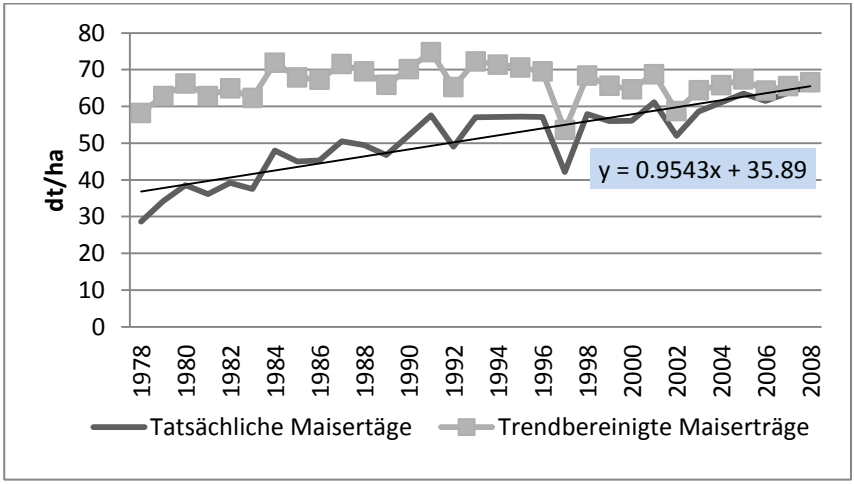
Landkreisen Huimin und Shouguang der Provinz Shandong durchgeführt wurde.

Durchschnittlich setzt sich das Haushaltseinkommen für einen Betrieb im ländlichen Raum Shandongs aus 57% Einkommen aus Pflanzenproduktion, 5% aus Tierproduktion, 32% aus nichtlandwirtschaftlichen Aktivitäten und 6% aus Subventionen und anderen Einkunftsarten zusammen (National Statistical Yearbook of China, 2008). Im Folgenden wird angenommen, dass der Einkommensanteil aus der Maisproduktion auf 3 Mu generiert wird. 3 Mu (0,2 ha) ist die durch die durchgeführte Befragung ermittelte durchschnittliche Feldgröße des größten Schlages eines Betriebes zur Kultivierung der Hauptfrüchte. Für Mais bestehen prinzipiell zwei alternative Fruchtfolgen: Zum einen wird Sommermais Anfang Juni ausgesät und im Oktober geerntet, womit in einem Jahr der Anbau von Weizen und Mais auf derselben Fläche möglich ist (Winterweizen wird im Herbst ausgesät und im Frühjahr geerntet). Zum anderen gibt es den sog. Frühlingsmais, der Ende April bis Anfang Mai ausgesät und ebenfalls im Oktober geerntet wird. Binder et al. (2007) betont, dass aufgrund der auf die Sommermonate konzentrierten Niederschläge in der NCP beim Anbau von Sommermais keine zusätzliche Bewässerung erfolgt. Für Frühlingsmais ist speziell in trockenen Jahren Bewässerung zum Feldaufgang notwendig. Die Ertragsunterschiede fallen jedoch trotz der längeren Vegetationsperiode des Frühlingsmais zu Sommermais nur sehr gering aus.

2.2 Annahmen zum regional typischen Maisproduzenten in Shandong

Wie bereits beschrieben, wird angenommen, dass auf dem Durchschnittsbetrieb das maisabhängige Einkommen (28,5% des Haushaltseinkommens bzw. die Hälfte des Einkommens aus der Pflanzenproduktion) auf einer Fläche von 3 Mu (0,2 ha) generiert wird. Um den Ertragsverlauf der Maisproduktion abzubilden, wird für diesen Beitrag auf die Zeitreihe der Maiserträge auf Provinzebene über einen Zeitraum von 1978-2009 zurückgegriffen (Abb. 2). Es wird angenommen, dass die um einen linearen Trend bereinigten Durchschnittserträge (Abb. 2) nur noch von den Schwankungen des Wetters abhängig sind (vgl. Schmitz, 2007) und die wetterbedingte Volatilität der Maiserträge repräsentieren. Die Trendbereinigung der

Erntemengen reduziert den Einfluss von Faktoren wie bspw. Ertragsteigerungen durch technologischen Fortschritt.



Quelle: eigene Darstellung; China Statistical Yearbook verschiedene Jahrgänge

Abbildung 2: Entwicklung der Maiserträge in der Region

Für die Darstellung der Erlösschwankungen wird in diesem Beitrag ein konstanter Maispreis von 0,12 Euro/kg über den gesamten Beobachtungszeitraum angenommen. Die Volatilität der Erlöse resultiert damit aus den Ertragsschwankungen in Abb. 2. Als durchschnittlicher realisierter Maiserlös ergeben sich 797 Euro/ha (Standardabweichung 52,8; Variationskoeffizient 193,8). Für den Durchschnittsbetrieb ergibt sich ein maisabhängiges Einkommen von 531 RMB/Mu (53 Euro//Mu) bzw. von 160 Euro aus der Maisproduktion auf 0,2 ha.

Für die Darstellung von Einkommensschwankungen weist eine durchschnittliche Ertragszeitreihe den Nachteil auf, dass die Maiserträge auf Provinzebene deutlich geringer schwanken als lokale Erträge auf einzelnen Betrieben in verschieden Landkreisen Shandongs. Dennoch sind beachtliche Schwankungen auf Provinzebene zu verzeichnen. Die Erlösvolatilitäten im Beobachtungszeitraum zeigen, dass in einem der betrachteten Jahre Einbußen größer als 15% und in vier weiteren Jahren Einbußen größer 10% aufgetreten sind.

Tabelle 1: Ertrags- und Einkommensschwankungen in der Maisproduktion

Erzeugerpreis für Mais €/kg (RMB/kg)	0,12 (1,2)	
Ertrag in kg/ha (Erlös in €/ha)	**Min**	5356,16 (642,74)
	Max	7477,74 (897,33)
	Durchschnitt	6640,98 (796,92)
	Standardabweichung	440,33 (52,84)
Ertragsverluste	**Größer 10%**	in 4 von 32 Jahren
	Größer 15%	in 1 von 32 Jahren

Quelle: eigene Berechnungen; Preis vgl. Bahrning, 2008

Die Provinz Shandong ist generell einem hohen Niederschlagsrisiko unterworfen. 70-80% der jährlichen Niederschläge konzentrieren sich auf die Sommermonate, was häufig gefolgt ist von Dürre im Winter und im Frühling. Turvey et al. (2008) beschreibt für mehrere Provinzen in China, dass das Risiko zu geringer Niederschläge im Getreideanbau höher ist als das Risiko zu hoher Niederschläge. Binder et al. (2007) zeigt ferner, dass zu geringe Niederschläge im Frühling sowie in der Maisblüte im Sommer Hauptursache für Ertragsdepressionen im Maisanbau sind.

Zur Identifikation der aus pflanzenbaulicher Sicht hauptausschlaggebenden Monate für Niederschläge wurde eine Korrelationsanalyse zwischen den Maiserträgen und Niederschlagsdaten gemessen an vier verschiedenen Wetterstationen im Untersuchungsgebiet durchgeführt (Tab. 2). Da von konstanten Produktpreisen ausgegangen wird, entspricht der Zusammenhang zwischen Wetter und Ertrag gleichzeitig dem Zusammenhang zwischen Wetter und Einkommen. Die vier Wetterstationen befinden sich in der Provinz Shandong in Jinan, Huimin, Weifang und Chengshantou. Jinan ist die zentral-westlich gelegene Hauptstadt der Provinz, Huimin befindet sich etwa 150 km nord-östlich von Jinan, Chengshantou liegt 250 km östlich von Jinan auf einer Landzunge an der Ostküste der Provinz. Weifang liegt etwa 150 km östlich von Jinan. Die Ergebnisse (Tab. 2) bestätigen die Niederschläge im Juni und Juli als ertragskritisch im Maisanbau.

Tabelle 2: Korrelation zwischen Maisertrag und Niederschlagssummen gemessen an verschiedenen Wetterstationen während des Zeitraums 1978 bis 2009

	Wetterstation			
	Huimin	**Jinan**	**Weifang**	**Chengshantou**
Januar	0,143	0,126	0,063	0,000
Februar	-0,001	-0,021	0,024	-0,046
März	-0,216	-0,198	-0,088	0,041
April	0,134	-0,011	-0,041	0,048
Mai	0,153	-0,155	0,048	0,148
Juni	0,228	0,164	0,356	0,123
Juli	0,575	0,274	0,230	0,342
August	-0,018	0,206	-0,108	-0,219
September	-0,211	-0,044	0,039	0,008
Oktober	0,031	-0,028	0,058	-0,056
November	0,222	0,109	0,057	-0,136
Dezember	-0,002	0,091	-0,036	0,092

Quelle: eigene Berechnungen

2.3 Diskussion des Durchschnittsbetriebes

Eine wachsende Zahl an Veröffentlichungen beschäftigt sich mit Wetterderivaten. In Bezug auf die Wirkungsanalyse von Wetterderivaten in der Landwirtschaft werden dabei überwiegend einzelne Betriebe betrachtet. Der in diesem Beitrag gewählte Ansatz, ein Derivat für einen Durchschnittsbetrieb zu designen, wurde demgegenüber in der Literatur noch nicht diskutiert. Es ist bislang offen, wie das Potential einer Absicherung gegen Wetterrisiken durch Wetterderivate ohne individuelle Betriebsdaten bestimmt werden kann. Die Heterogenität von Einzelbetrieben in der betrachteten Region verdeutlicht diese Problematik.

Beispielsweise variiert der Anteil des landwirtschaftlichen Einkommens auf Betrieben in der durchgeführten Befragung deutlich. Generell haben 95% der befragten Haushalte ein Einkommen aus der

landwirtschaftlichen Produktion. Über die Hälfte der Befragten in der Region hat einen landwirtschaftlichen Einkommensanteil von über 50% und über 20% der befragten Haushalte generieren über 90% ihrer Einkünfte durch die Landwirtschaft. Gegenüber dem angenommenen Durchschnittsbetrieb verdeutlicht dies, dass der wetterabhängige Anteil eines Haushaltseinkommens von durchaus unterschiedlicher, doch meist hoher Relevanz ist. Es ist anzunehmen, dass sich die Höhe des Einkommensanteils auf die Nachfrage sowie die Notwendigkeit für ein Absicherungsinstrument auswirkt.

Ebenso bestehen deutliche Unterschiede im Ertragsniveau in den befragten Landkreisen. Durchschnittlich wurden in der Region im Jahr 2009 etwa 73 dt/ha (Standardabweichung (SD): 19,3) Mais geerntet. Hinsichtlich Ertragsschwankungen wurden für ein schlechtes Jahr im Durchschnitt 54 dt/ha (SD: 14,6) sowie für ein gutes Jahr 81 dt/ha (SD: 12,2) angegeben. Der Landkreis Huimin zeichnet sich eindeutig als schwächerer Standort gegenüber Shouguang aus (durchschnittlicher Ertrag von 66 dt/ha vs. 82 dt/ha). Jedoch variieren die Erträge in Huimin deutlich weniger (SD 11,4 vs. 22,3).

Ferner variieren die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Höhe von Ertragsdepressionen. Für diesen Beitrag wurden die Zusammenhänge zwischen Wetter und Ertrag mittels Korrelationsanalyse geschätzt. Wie viele Landwirte in der Region in welcher Höhe von Ertragseinbußen betroffen waren, bleibt jedoch offen. Konkret gaben 60% der Landwirte in der Befragung an, in den vergangenen 10 Jahren durch Sturm Ertragseinbußen erlitten zu haben. 42% erlitten Ertragseinbußen durch Dürre und 23% durch Hagel, Schnee oder Frost. Zusätzlich waren 17% der Befragten von Ertragseinbußen durch Starkregen betroffen. Im Bezug auf Eintrittswahrscheinlichkeiten litten 3% der Befragten mehrmals im Jahr unter Dürre und 6% mehrmals unter Sturm. Ein Großteil litt zumindest einmal im Jahr unter den aufgeführten Schadereignissen. Bei Auftreten von Dürre verzeichneten 10% der Befragten Ertragseinbußen in Höhe von mehr als 50%. Über 20% erlitten ebenso hohe Ertragseinbußen durch Starkregen. In einzelnen Jahren betragen die Verluste durchaus 100% für beide Wetterereignisse auf einzelnen Betrieben. Für den Durchschnittsbetrieb werden die Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe gegenüber individuellen Risiken auf einem realen Betrieb unterschätzt. Natürlich besteht an dieser Stelle kein Zweifel daran, dass eine individuelle Aufnahme von

Schäden in der Region untragbare Transaktionskosten mit sich bringen würde.

Die aufgeführten Differenzen zwischen einzelnen realen Betrieben verdeutlichen die Bedeutung des geografischen Basisrisikos sowie des Basisrisikos der Produktion. Zur Quantifizierung des Basisrisikos gibt es jedoch bisher nur eine geringe Anzahl von Veröffentlichungen (z.B. Mußhoff et al., 2005; Woodgard and Garcia, 2007). Durch das bestehende Basisrisiko kann es dazu kommen, dass ein Betrieb auch im Fall von Ertragseinbußen in einem Jahr keine Kompensationen aus dem Derivat realisiert oder trotz überdurchschnittlicher Erträge in einem Jahr Auszahlungen aus dem Derivat zustande kommen.

Der Ansatz, einen Durchschnittsbetrieb zur Bewertung eines Derivates zugrundezulegen, impliziert daher nicht, alle individuellen Wetterrisiken eines real existierenden landwirtschaftlichen Betriebes in voller Höhe abzusichern. Vielmehr wird versucht, eine generelle Stabilisierung des Einkommens einer Vielzahl von Betrieben im Einzugsgebiet einer Wetterstation zu erzielen. Der Beitrag ist ein erster Schritt, das Potential eines solchen Derivates abzuschätzen.

3. Wetterderivate zur Stabilisierung des Einkommens

Im Folgenden werden zunächst die Charakteristik sowie die Funktionsweise von Wetterderivaten aufgeführt und dargestellt, wie mit einer Put-Option Auszahlungsströme realisiert werden können, die mit zunehmender Niederschlagsmenge bis zu einem bestimmten Niveau sinken. Anschließend werden die Kontraktparameter der für diesen Beitrag speziell erstellten Wetterderivate zusammengefasst. Im zweiten Teil dieses Kapitels werden die Methoden zur Messung der Risikoreduktion vorgestellt.

3.1 Charakteristik und Funktionsweise von Wetterderivaten

Allgemein wird als Derivat ein Finanzinstrument bezeichnet, dessen eigener Wert sich von einem anderen Wert, der sog. Basisvariablen, ableitet (Hee und Hofmann, 2006). Bei einem *Wetter*derivat ist dieser Wert an die spezielle Entwicklung von Wettervariablen gekoppelt (vgl.

z.B. Turvey, 2005; Garrido und Bielza, 2008). Die Wettervariablen werden in einem zweckmäßig konstruierten Index über einen gegebenen Zeitraum abgebildet und darauf anhand ihrer speziellen Ausprägungen die Auszahlungen von Derivaten geknüpft. Übliche Formen für Derivate sind z.B. Futures, Optionen oder Swaps. Weiterhin existiert eine Reihe weiterer Formen und Kombinationsmöglichkeiten einzelner Derivate zu komplexeren Strukturen. Der Handel kann an den Börsen oder Over the Counter (OTC) erfolgen. Beim Börsenhandel sind die Kontraktparameter standardisiert. Beim OTC-Handel hingegen ist eine individuelle Anpassung möglich (vgl. z.B. Berg et al., 2005; Schirm, 2001).

Mit einer Put-Option wird das Unterschreiten der Basisvariable unter einen definierten Wert des Index (Strike Level) abgesichert. Die Auszahlungen aus einer Put-Option P werden wie folgt berechnet:

$$P = V \cdot max(K - X, 0)$$

Die Berechnung einer Auszahlung (Versicherungsleistung) setzt die Fixierung des Strike Level K voraus, welches den Wert des Index X angibt, von dessen Unterschreitung zum Bewertungsstichtag die Auszahlung abhängt. Zur Berechnung der nicht negativen Versicherungsleistung wird die Differenz zwischen Strike Level und Indexwert (in Indexpunkten) zum Bewertungsstichtag mit der Tick Size V monetarisiert.

Prinzipiell sind der Ausgestaltung von Wetterindices keine Grenzen gesetzt. Es sind Niederschlagsindices, Temperaturindices, Growing-Day-Indices, windbasierte Indices etc. möglich (vgl. z.B. Schmitz, 2007). Eine Kombination von Wettervariablen zu einem Index trägt wohlmöglich zu einer Erhöhung der Hedgingeffektivität eines Derivates bei. Jedoch wird die Kommunikation der Funktionsweise des Index schwieriger.

Im Folgenden wird ein Wetterderivat auf eine Wettervariable betrachtet. Der in diesem Beitrag zugrundegelegte Niederschlagsindex (Cumulative Rainfall Index; CR) bildet die gefallenen Niederschläge im Beobachtungszeitraum für jeweils eine der betrachteten Wetterstationen im Untersuchungsgebiet ab. Die Basisvariable Niederschlag R wird dabei über einen definierten Zeitraum t_A, t_E kumuliert und wie folgt berechnet:

$$X = CR = \sum_{t=t_A}^{t_E} R_t$$

Für die Bewertung des Potenzials zur Stabilisierung der Maiserlöse auf dem Durchschnittsbetrieb wird im Folgenden angenommen, dass OTC eine Put-Option auf den CR Index für die Monate Juni und Juli zur Verfügung steht. Intention ist es, die Erlöseinbußen zu kompensieren, die durch zu geringe Niederschläge in den Monaten Juni und Juli für die Maisproduktion auf dem Durchschnittsbetrieb resultieren.

Als Preis für die Derivate in diesem Beitrag wird eine versicherungsmathematisch faire Prämie angenommen (vgl. Mußhoff und Hirschhauer, 2008). Die faire Prämie impliziert, dass die Kosten für eine Option den im Mittel der Jahre (Beobachtungszeitraum) erwarteten Auszahlungen aus dem Derivat entsprechen. Damit wird angenommen, dass das Derivat einkommensneutral ist. Auf einen Aufschlag des potenziellen Derivatanbieters (beispielsweise zur Deckung von Transaktionskosten oder Risikoübernahme) wird also verzichtet bzw. eine Subventionierung in Höhe des Aufschlages angenommen. Von einer Diskontierung der fairen Prämie über den Beobachtungszeitraum wird abgesehen.

Die Kontraktparameter für die Derivate sind zur besseren Vergleichbarkeit für alle unterlegten Wetterstationen standardisiert (Tab. 2). Als Strike Level dient in allen Fällen der Mittelwert der Niederschlagssummen in den Monaten Juni und Juli über den Zeitraum von 1978 bis 2009. Für die Akkumulationsperiode wird davon ausgegangen, dass ein Unterschreiten des Mittelwertes zu Ertragseinbußen führt. Als Tick Size werden jeweils 0,5 RMB/Indexpunkt angenommen. Für den Käufer der Optionen wird angenommen, dass eine administrative Instanz zum 01. Januar eines Jahres auftritt und 1 Wetterderivat pro 3 Mu (0,2 ha) erwirbt.

Tabelle 2: Kontraktparameter für Wetterderivate

	Wetterstation			
	Huimin	**Jinan**	**Weifang**	**Chengshantou**
Index	Kumulierte Niederschlagsmenge			
Akkumulationsperiode	Juni+Juli			
Strike Level Juni / Juli in mm	74,92 / 169,06	90,23 / 190,86	80,54 / 143,21	79,14 / 162,84
Tick Size RMB/Indexpunkt	0,5			
Faire Prämie in €/ha (RMB/Mu)	9,22 / 16,66 (6,15 / 11,11)	11,46 / 20,43 (7,63 / 13,62)	10,37 / 15,42 (6,91 / 10,28)	11,60 / 18,41 (7,73 / 12,27)

Quelle: eigene Darstellung

3.2 Historische Simulation und verwendete Risikomaße

In diesem Beitrag wird die historische Simulation angewendet, um die Hedgingeffektivität der niederschlagsbezogenen Put-Optionen zu bestimmen. Zur Messung der Erlösstabilisierung werden die Risikomaße Standardabweichung und Value at Risk (VaR) betrachtet.

Die historische Simulation umfasst die rückwirkende Betrachtung der Maiserlösvolatilitäten mit und ohne Derivat. Es soll die Frage beantwortet werden, ob und in welcher Höhe die Nutzung eines Wetterderivates zu einer Stabilisierung der Erlöse hätte beitragen können. Unterstellt wird bei der historischen Simulation, dass alle Risikofaktoren aus der Vergangenheit auch in Zukunft den betrachteten Wert in gleicher Weise beeinflussen werden. Es wird wie folgt vorgegangen:

1) Es wird eine Zeitreihe für die Erlöse aus der Maisproduktion über den Zeitraum von 1978 bis 2009 bestimmt, indem die für den Durchschnittsbetrieb beobachteten Erträge (vgl. Abb. 2) mit einem konstanten Maispreis multipliziert werden.

2) Aus der Erlöszeitreihe wird das Risikoprofil des maisproduzierenden Betriebes ohne Wetterderivat abgeleitet.

3) Es wird eine Zeitreihe für den Wetterindex über den Zeitraum von 1978 bis 2009 bestimmt. Dazu werden die an der jeweiligen Wetterstation während der Akkumulationsperiode beobachteten Niederschlagsmengen aufsummiert.

4) Es wird aus der Wetterindexzeitreihe der Payoff der Option im jeweiligen Jahr abgeleitet.

5) Es wird die Zeitreihe des Maiserlöses und des Payoffs der Option aggregiert.

6) Aus der aggregierten Zeitreihe wird das Risikoprofil des maisproduzierenden Betriebes mit Wetterderivat abgeleitet.

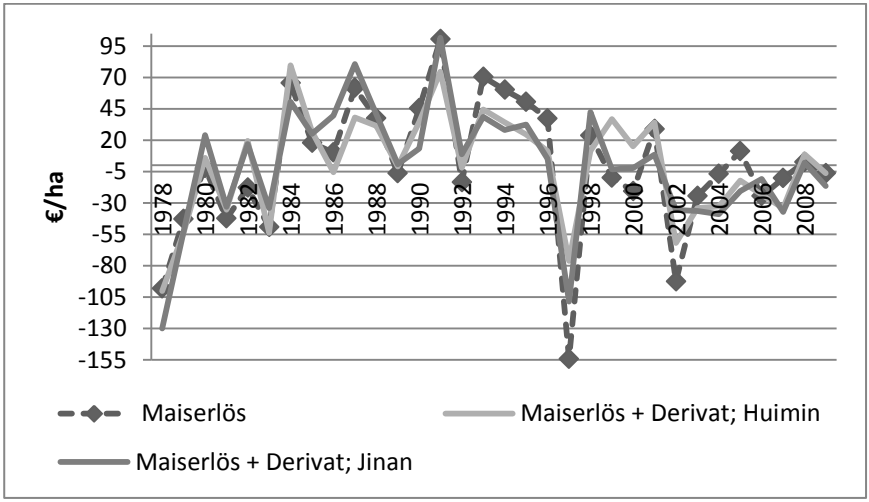
7) Der Vergleich des Risikoprofils des Betriebes mit und ohne Derivat erlaubt Schlussfolgerungen hinsichtlich der Hedgingeffektivität bzw. der risikoreduzierenden Wirkung, die das Derivat im betrachteten Durchschnittsbetrieb besitzt.

Da für die Erlöse eine Normalverteilung nicht abgelehnt werden kann, wird deren potenzielle Stabilisierung durch das Derivat mittels Veränderung der Standardabweichung gemessen, was sich für symmetrische Verteilungen anbietet. Während jedoch die Standardabweichung beide Seiten einer Verteilung beschreibt (positive und negative Abweichungen vom Mittelwert), fokussiert der VaR nur auf die potenziellen negativen Abweichungen vom Erwartungswert. Der VaR ist auch für nicht symmetrische Verteilungen aussagekräftig. Der relative VaR ist ein lageunabhängiges Risikomaß (Jorion, 2000) und hat seinen Ursprung im Finanzsektor zur Bewertung von Marktrisiken. Seit einigen Jahren wird der VaR auch zur Risikomessung in der Landwirtschaft angewandt (z.B. Manfredo und Leuthold, 1998; Odening und Hinrichs, 2003). Für diesen Beitrag wird der 95% VaR verwendet, der den maximalen Verlust pro Jahr beschreibt, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% nicht überschritten wird. Die potenzielle Risikoreduktion wird als Differenz der zwei VaR mit und ohne Derivat für den Durchschnittsbetrieb gemessen.

4. Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen die Auswirkungen eines OTC gehandelten Wetterderivats in Form einer Put-Option auf den CR Index für den durchschnittlichen maiserzeugenden Betrieb in Shandong. Alle Derivate sind einkommensneutral.

Die Erlösstabilisierung ist exemplarisch für die Wetterstationen Jinan und Huimin in Abb. 3 verdeutlicht. In der Abbildung ist zu sehen, dass die Derivate beider Wetterstationen in Jahren, die besonders hohe Ertragsdepressionen aufweisen (z.B. 1997 und 2002), zu einer Reduktion der Volatilität der Maiserlöse beitragen. In einem Jahr mit überdurchschnittlichen Erträgen (z.B. 1994) wird auch deutlich mehr erlöst, wobei bei Einsatz eines Wetterderivates nach Zahlung der fairen Prämie auch diese positive Schwankung verringert wird.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 3: Maiserlöse mit und ohne Derivat

In Tab. 3 ist die Hedgingeffektivität für alle betrachteten Derivate dargestellt. Bei Nutzung der Niederschlagsoption für die Wetterstation Huinin ist die Hedgingeffektivität am ausgeprägtesten: Die Standardabweichung der Maiserlöse kann um 20,80% sowie der VaR um 28,19% (-26,79 Euro/ha; bzw. -17,86 RMB/Mu) reduziert werden.

Auch bei den weiteren betrachteten Wetterstationen wurde jeweils für beide Risikomaße eine Reduktion erzielt. Zu sehen ist weiterhin, dass für die Wetterstationen Jinan und Weifang eine gegenüber Huimin deutlich geringere Reduktion der Standardabweichung und des VaR durch das jeweilige Wetterderivat möglich wurde. Eine Normalverteilung der Erlöse konnte für die untersuchten Ertragszeitdaten - wie bereits beschrieben - nicht abgelehnt werden. Jedoch verdeutlichen die Unterschiede zwischen der Standardabweichung und dem VaR, dass die Verteilung nicht perfekt symmetrisch ist. Die Wetterstation Chengshantou erbrachte die geringste Hedgingeffektivität. Dies kann damit begründet werden, dass sich die Wetterstation auf einer Halbinsel an der Ostküste am Rand der Provinz befindet und klimatisch zumindest zum Teil anderen Bedingungen als die drei weiteren betrachteten Wetterstationen ausgesetzt ist (Seeklima). Speziell die Wetterstation Chengshantou verdeutlicht hier den Einfluss des Standortes einer Referenzwetterstation im Bezug auf die Hedgingeffektivität.

Tabelle 3: Maiserlöse des Durchschnittsbetriebes mit und ohne Derivat auf einen Niederschlagsindex

Wetterstation	**Potenzielle Risikoreduktion**			
	Reduktion der Standardabweichung in % [1)]	**Reduktion des Value at Risk 5% [2)]**		
		€/ha	**%**	**RMB/MU**
Huimin	-20,80	-26,79	-28,19	-17,86
Jinan	-10,30	-17,22	-18,12	-11,48
Weifang	-12,20	-23,85	-25,09	-15,90
Chengshantou	-6,90	-6,63	-6,98	-4,42

1) Standardabweichung der Maiserlöse ohne Derivat 52,84 €/ha, 35,23 RMB/Mu.
2) 95% Value at Risk der Maiserlöse ohne Derivate 95,04 €/ha, 63,36 RMB/Mu.

5. Schlussfolgerung und Ausblick

Dieser Beitrag zeigt erste Ergebnisse zur Bewertung der Hedgingeffektivität von Wetterderivaten, die für einen durchschnittlichen Maiserzeuger in der NCP konzipiert wurden. Auf einen Durchschnitts-betrieb wurde fokussiert, da nicht davon auszugehen ist, dass die überwiegend sehr kleinen Betriebe in der Region eigenständig ein Derivat zur Einkommensstabilisierung im Maisanbau abschließen würden. Ferner verhindern hohe Transaktionskosten sowie fehlende Ertragszeitreihen real existierender Betriebe die betriebsindividuelle Bewertung von Derivaten in der Region. Grundlage der Berechnungen bildet eine Ertragszeitreihe auf Ebene der Provinz Shandong. Es wurde aufgezeigt, dass durch den Einsatz von niederschlagsbezogenen Wetterderivaten zum Teil eine deutliche Reduktion der Erlösvolatilität auf dem Durchschnittsbetrieb erzielt werden kann.

Die im Beitrag erstellten Derivate tragen alle, wenn auch in unterschiedlichem Maße, zu einer Reduktion des Risikos auf dem Durchschnittsbetrieb bei. Die Standardabweichung der Erlöse konnte mit Nutzung eines Derivates um 6,9% (Chengshantou) bis 20,8% (Huimin) reduziert werden. Auch bei einer geringeren Reduktion der Standardabweichung (Weifang, 12,2%) konnte überwiegend eine deutlich größere Reduktion des VaR (Weifang, 25%) erzielt werden. Insgesamt wurde eine Reduktion des VaR zwischen 6,6% (Chengshantou) und 28,9% (Humin) erzielt. Dies deutet darauf hin, dass der Einsatz von Wetterderivaten auch auf einzelbetrieblicher Ebene real existierender Betriebe in der Region Potenzial haben könnte.

Für die überwiegend sehr kleinen Betriebe in der Region können Wetterderivate, die - wie in diesem Beitrag gezeigt - jeweils für ein Einzugsgebiet einer Wetterstation sowie einen Durchschnittsbetrieb designed werden, durchaus ein attraktives Instrument zur Stabilisierung der Erlöse im Maisanbau darstellen. Es besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf. Hierzu gehören Untersuchungen, die einzelbetriebliche Ertragszeitreihen einbeziehen, die direkt im Einzugsgebiet der jeweiligen Wetterstation aufgenommen wurden. Weiterhin könnten eine Kombination von Derivattypen sowie eine Kombination von Wettervariablen zur gleichzeitigen Absicherung einer zu hohen oder zu geringen Ausprägung der Wettervariablen zielführender sein, auch wenn dies die Kommunikation der Funktionsweise der Instrumente erschwert. Weitere Fragen sind zum

einen, ob und wenn ja welche administrative Einheit zum Kauf eines Derivates auftreten könnte sowie der Ablauf eines Verteilungsprozesses von Rückflüssen aus dem Derivat. Zum anderen bleiben allgemeine Fragen dazu offen, welche administrativen Anforderungen an Versicherungsinstrumente in der VRC gestellt werden und mit welchen Problemen diese verbunden sind.

Literatur

Bahrning, R., 2008: Economic Evaluation of Nitrogen Application in the North China Plain. Dissertation, Institute of Farm Management, University of Hohenheim.

Berg, E., Schmitz, B., Strap, M., und Trenkel, H., 2005: Wetterderivate: Ein Instrument im Risikomanagement für die Landwirtschaft? German Journal of Agricultural Economics 54(2): 158-170.

Berg, E., 2002: Das System der Ernte- und Einkommensversicherungen in den USA - Ein Modell für Europa? In: Berichte über Landwirtschaft 80 (1): 94-133.

Berg, E., Schmitz, B., 2008: Weather-Based Instruments in the Context of Whole-Farm Risk Management. Agricultural Finance Review, 68 (1): 119-133.

Binder, J., Graeff, S., Claupein, W., Liu, M., Dai, M., Wang, P., 2007: Abschätzung des Ertragspotentials von Frühjahrs- und Sommermais in der Nordchinesischen Tiefebene. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 19: 90-91.

Botschaft der Volksrepublik China in der Bundesrepublik Deutschland, 2009: Dürre in China durch Niederschläge gemildert. URL: http://www.china-botschaft.de/det/j j/t 537054.htm

Garrido, A., Bielza M., 2008: Income Stabilisation in a Changing Agricultural World: Policy and Tools. Paper presented at the 108th European Association of Agricultural Economists (EAAE) Seminar, February 2008, Warsaw.

GTZ, 2008: Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit Wetterversicherungen; Projektkurzbeschreibung. URL: http://www.gtz.de/de/weltweit/asien-pazifik/china/29599.htm

Handelsministerium der Volksrepublik China, 2008: China will ländlichen Regionen bessere Finanzdienstleistungen anbieten. URL: http://german.mofcom.gov.cn/aarticle/nach richten/200812/20081205931109.html

Hee, C., Hofmann, L., 2006: Wetterderivate: Grundlagen, Exposure, Anwendung und Bewertung. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Ker, A., Ergun, T., 2007: On the Revelation of Private Information in the U.S. Crop Insurance Program. The Journal of Risk and insurance, 74(4): 761-776

Kendy, E., Yongqiang, Z., Changming, L., Jinxia, W., Steenhuis, T., 2004: Groundwater Recharge from Irrigated Cropland in the North China Plain: Case Study of Luancheng County, Hebei Province, 1949–2000. In: Hydrological Processes 18: 2289–2302

Hirschauer, N., Mußhoff, O., 2008: Zu welchem Preis können Versicherer „ineffektive“ Risikomanagementinstrumente anbieten? Zur Analyse der Effizienz von Wetterderivaten. In: German Risk and Insurance Review 4 (1): 1-27.

Hirschauer, N., Mußhoff, O., 2008: Sollte man landwirtschaftliche Ernteversicherungen subventionieren? Gute alte Argumente in einem neuen Streit. In: 48. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues (GeWiSoLa), 24. 26. September 2008, Bonn.

Jorion, P., 2000: Value at Risk. The New Benchmark for Managing Financial Risk: The Benchmark for controlling Market Risk. McGraw-Hill Professional

Leblois, A., Quirion, P., 2009: Agricultural insurances based on weather indexes: realizations, methods and barriers to their development in Western Africa. Paper presented at Third International AMMA Conference, July 2009, Ouagadougou, Burkina Faso.

Löw, D., 2003: Trends in der Landwirtschaft Chinas. URL: http://www.loew.cc/papers/china d/chinad.pdf

National Bureau of Statistics of China, 2009: Chinese Statistical Yearbook 2008. Beijing, China Statistic Press. URL: http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2008/indexeh.htm

Manfredo, M., Leuthold, R. 1998: Agricultural Applications of Value-at-Risk Analysis: University of Illinois, Office for Futures and Options Research, Working Paper No. 98-04

Mußhoff, O., Hirschauer, N., 2008: Sind „ineffektive“ Wetterderivate effiziente Risikomanagementinstrumente? In: Müller, R.A.E.; Sundermeier, H.H.; Theuvsen, L.; Schütze, S.; Morgenstern, M. (Hrsg.): Unternehmens-IT: Führungsinstrument oder Verwaltungsbürde? GI-Edition Lecture Notes in Informatics (LNI) Proceedings, Vol. P 125: 105 108, Bonn: Köllen Druck + Verlag GmbH.

Mußhoff, O., Odening, M., Xu, W., 2006: Absicherung gegen Wetterrisiken in der Landwirtschaft mit Hilfe von Wetterderivaten. In: Darnhofer, I.; Schmid, E.; Palkovics, M.; Varga, G. (Hrsg.): Ländliche Betriebe und Agrarökonomie auf neuen Pfaden. Tagungsband der 16. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie (ÖGA), Band 15: 17-18, Wien: Facultas Verlag.

Mußhoff, O., Odening, M., Xu, W., 2006: Zum Einsatzpotential von Wetterderivaten in der Landwirtschaft – dargestellt am Beispiel einer Niederschlagsoption. URL: http://subsemis .de/LNI/Proceedings/Proceedings78/GI-Proceedings-78-45.pdf

Mußhoff, O., Odening, M., Xu, W., 2005: Zur Reduzierung niederschlagsbedingter Produktionsrisiken mit Wetterderivaten, Workingpaper 73. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fachgebiete der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin. Berlin.

Müller, A., Grandi, M., 2000: Weather Derivatives -A Risk Management Tool for Weather-Sensitive industries? The Geneva Papers on Risk and Insurance, Nr. 2 April 2000, 273-287. URL: http://www.riva-online.de/download/publikationen-AM/mueller-grandi-weat her-derivatives-egeneva-04-2000.pdf.

Odening, M., Hinrichs, J., 2003: Using Extreme Value Theory to Estimate Value-at-Risk. Agricultural Finance Review. 63, (1) 55-73.

Odening, M., Mußhoff, O., Xu, W., 2008: Optimal Design of Weather Bonds. Joint Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association (AAEA) and the American Council on Consumer Interests (ACCI), July, 2008 in Orlando, USA.

Schirm, A., 2001: Wetterderivate; Einsatzmöglichkeiten und Bewertung. In: Research in Capital Markets and Finance 2-2001, Universität Mannheim.

Schmitz, B., 2007: Wetterderivate als Instrument im Risikomanagement landwirtschaftlicher Betriebe. Dissertation. Bonn.

Schüller, M., 2004: Chinas Landwirtschaft. Neue Entwicklungstrends nach dem WTO Beitritt. In: Journal of Current Chinese Affairs, Institute of Asian Studies, GIGA German Institute of Global and Area Studies, Hamburg. URL: http://www.giga-hamburg.De/ openaccess/chinaaktuell/2004_5/giga_cha_2004_5_schueller.pdf

Skees, J. R., und Barnett, B. J., 2006: "Enhancing Micro Finance Using Index-based Risk Transfer Products." Agricultural Finance Review 66: 235–250.

Stoppa, A., Hess, U., 2003: Design and Use of Weather Derivatives in Agricultural Policies: the Case of Rainfall Index Insurance in Morocco. Paper presented at the International Conference "Agricultural Policy Reform and the WTO: Where are we heading", Capri (Italy), June, 2003.

Turvey, C. G., 2001: Weather Derivatives for Specific Event Risks in Agriculture. Review of Agricultural Economics 23(2): 333-351.

Turvey, C. G., Kong, R., Belltaw, B., C., 2009: "Weather Risk and the Viability of Weather Insurance in Western China" Selected Paper annual conference of the American Economics Association, Milwaukee Wisconsin, July 2009, URL: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/49362/2/Weather%20Risk%20in %20China.aaea.Paper.pdf

Woodard, J. D., Garcia, P., 2007: Basis Risk and weather hedging effectiveness. Paper prepared for presentation at the 101st EAAE Seminar 'Management of Climate Risks in Agriculture', July 2007, Berlin, Germany.

Xu, W., Odening, M., Musshoff, O., 2008: Indifference Pricing of Weather Derivatives. American Journal of Agricultural Economics 90(4): 979-993

Kontaktautor:

Leif Heimfarth
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung
Platz der Göttinger Sieben 5
DE-37073 Göttingen

E-Mail: Leif-Erec.Heimfarth@agr.uni-goettingen.de