Zeitschrift: Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie = Économie et sociologie rurales [1980-2007]

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie

Band: - (2007)

Heft: 1

Artikel: Management klimabedingter Risiken in der Landwirtschaft : zum Anwendungspotenzial von Wetterderivaten

Autor: Musshoff, Oliver / Odening, Martin / Xu, Wei

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-966506

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Management klimabedingter Risiken in der Landwirtschaft - Zum Anwendungspotenzial von Wetterderivaten

Oliver Mußhoff, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, D-06108 Halle (Saale)
Martin Odening und Wei Xu, Humboldt-Universität zu Berlin
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, D-10117 Berlin

Es ist seit langem bekannt, dass das Wetter den Hauptunsicherheitsfaktor in der landwirtschaftlichen Produktion darstellt. Es ist davon auszugehen, dass Schwankungen im Witterungsverlauf infolge des globalen Klimawandels weiter zunehmen werden. In der Vergangenheit haben Landwirte versucht, sich durch den Kauf von Versicherungen gegen wetterbedingte Ertragsschwankungen abzusichern. Ein relativ neues Instrument zur Steuerung des Mengenrisikos stellen sog. „Wetterderivate" dar. Obwohl Wetterderivate gegenüber traditionellen Versicherungen Vorteile aufweisen, ist der Markt für diese Produkte in der Landwirtschaft noch relativ klein. Dies wird u.a. darauf zurückgeführt, dass nicht klar ist, ob und in welchem Umfang Wetterderivate ein nützliches Risikomanagementinstrument in der Landwirtschaft darstellen.

In diesem Beitrag wird am Beispiel eines getreideproduzierenden Betriebes im Nordosten Deutschlands unter Verwendung realer Ertrags- und Wetterdaten mit Hilfe einer stochastischen Simulation die risikomindernde Wirkung quantifiziert, die durch den Einsatz von Niederschlagsoptionen erzielt werden kann. Dabei wird die Hedging-Effektivität durch das Kontraktdesign (Index, Strike-Level, Tick-Size) gesteuert. Das Basisrisiko der Produktion und das geografische Basisrisiko verbleiben jedoch in jedem Fall beim Landwirt. Beide Ursachen des Basisrisikos werden separiert und in ihrer Höhe ausgewiesen. Dies erlaubt Rückschlüsse für die Gestaltung von Wetterderivaten. Somit ist die hier behandelte Fragestellung sowohl für Landwirte als auch für potenzielle Anbieter von Wetterderivaten relevant.

Schlüsselwörter: Wetterderivate, Niederschlagsrisiko, Hedging-Effektivität, Basisrisiko der Produktion, geografisches Basisrisiko

1. Einleitung

Das Wetter stellt einen wichtigen Produktionsfaktor und zugleich eine der größten Risikoquellen in der Landwirtschaft dar. Im besonderen Maße ist die Pflanzenproduktion den Wetterschwankungen ausgesetzt. Es gibt kaum ein Jahr, indem nicht davon berichtet wird, dass Dürreperioden oder extreme Niederschläge in unterschiedlichsten Regionen auf der Welt zu Missernten geführt haben. Die Bedeutung des Wetters ist nicht auf die Pflanzenproduktion begrenzt. Der wirtschaftliche Erfolg in der Tierhaltung, der Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln sowie der Umsatz von Verarbeitern sind ebenfalls witterungsabhängig. Infolge des globalen Klimawandels ist davon auszugehen, dass Schwankungen im Temperaturverlauf und der Niederschlagsmenge zunehmen und damit das Mengenrisiko noch weiter verstärkt wird. Zugleich steigt die Risikoanfälligkeit der Unternehmen bedingt durch die zunehmende Kapitalintensität der Landwirtschaft und dem damit einhergehenden zunehmenden Verschuldungsgrad. Insgesamt wird sich also der Bedarf der Landwirte, sich gegen Wetterrisiken abzusichern, noch weiter erhöhen.

In der Vergangenheit haben Landwirte versucht, sich durch Schaffung von Überkapazitäten, durch Investitionen in Technologien zur Steuerung der Umwelt, durch die Wahl weniger wetterabhängiger Produktionsverfahren, durch die Wahl eines breit diversifizierten Produktionsprogramms oder durch den Kauf von Versicherungen vor negativen ökonomischen Konsequenzen von Wetterereignissen zu schützen. Seit Mitte der 90er Jahre werden Wetterderivate als neues Instrument zur Steuerung des wetterbedingten Mengenrisikos diskutiert (vgl. Schirm 2001; Tigler und Butte 2001; Cao et al. 2003; Jewson et al. 2005). Wetterderivate sind Finanzmarktprodukte, wie z.B. Futures, Optionen oder Swaps, die dem Austausch von Wetterrisiken dienen. Sie beziehen sich auf objektiv messbare Wettervariablen (Temperatur, Niederschlag, Windstärke etc.). Wetterderivate werden bislang vor allem von Energieunternehmen eingesetzt. Außerdem findet der Handel von Wetterderivaten überwiegend am Over-the-Counter (OTC)-Markt statt. Das bedeutet, dass die Vertragsparteien die Kontraktspezifikation bilateral festlegen müssen. Als Vertragspartner für einen Landwirt, der sich gegen zu niedrige Niederschlagsmengen in der Wachstumsphase pflanzlicher Produkte absichern möchte, kommt bspw. die Tourismusindustrie in Betracht, die mit Blick auf den Niederschlag eine entgegengesetzte Risikostruktur aufweist. Wetterderivate bieten aber auch für institutionelle Investoren wie Versicherungen oder Banken attraktive Möglichkeiten zur Diversifizierung eines Portfolios, da die mit dem Wetter verbundenen Risiken

nur relativ schwach mit dem systematischen Risiko einer Volkswirtschaft korreliert sind.

Während traditionelle Versicherungen überwiegend der Abwehr von Schäden aus katastrophenähnlichen Ereignissen (z.B. Hagel) dienen, lassen sich Wetterderivate so gestalten, dass Zahlungen auch bei weniger drastischen Ereignissen (z.B. bei unzureichenden Niederschlägen) ausgelöst werden. Ausserdem muss ein Versicherungsnehmer den entstandenen Schaden nachweisen, um Versicherungsleistungen zu erhalten. Wetterderivate führen im Unterschied dazu in Abhängigkeit vom Wert für objektiv messbare Wettervariablen zu einer mehr oder weniger hohen Auszahlung; sind also nicht wirkungs-, sondern ursachenbezogen. Sie weisen deshalb gegenüber klassischen Versicherungspolicen administrative Vorteile auf. Darüber hinaus sind Wetterderivate im Gegensatz zu Versicherungskontrakten nicht von der Moral-Hazard-Problematik betroffen.

Aber obwohl die Landwirtschaft zu den direkt wetterabhängigen Branchen zählt, obgleich Experten insbesondere aufgrund der genannten Vorteile auf zahlreiche potenzielle Anwendungsbereiche von Wetterderivaten hinweisen (vgl. Turvey 2001; Skees 2002) und trotzdem es auch schon einige viel versprechende Praxiserfahrungen in den USA und Kanada gibt, ist der Markt für Wetterderivate in der Landwirtschaft derzeit noch relativ klein. Dies mag zum Teil darin begründet sein, dass die Landwirte mit dem Umgang von Wetterderivaten noch nicht vertraut sind. Außerdem besteht ein Problem darin, dass unterschiedliche Bewertungsverfahren für Wetterderivate zu unterschiedlichen Preisen führen können. Eine mögliche Folge ist, dass kein eindeutiger Preis gefunden wird, den die Marktteilnehmer als fair erachten. Dem Markt mangelt es dann an Liquidität, womit wiederum die Orientierung für andere potenzielle Marktteilnehmer fehlt. Ein weiteres mögliches Anwendungshemmnis ist in dem als Basisrisiko bezeichneten Restrisiko zu sehen, das bei der Nutzung von Wetterderivaten beim Landwirt verbleibt und darin besteht, dass Ertragsschwankungen nicht genau durch entsprechende Rückflüsse des Wetterderivats kompensiert werden. Ursächlich für das Basisrisiko ist zum einen, dass individuelle Ertragsschwankungen im Allgemeinen nicht perfekt mit der relevanten Wettervariable korreliert sind (Basisrisiko der Produktion). Beispielsweise könnte sich das Wetterderivat auf die Gesamtniederschlagsmenge am Ort der Produktion im Mai beziehen, obgleich z.B. auch die Niederschläge in anderen Zeiträumen, der zeitliche Anfall der Niederschläge und die Temperatur den Ertrag in der Pflanzenproduktion beeinflussen. Zum anderen besteht ein geografisches Basisrisiko. Damit ist in diesem Zusammenhang das nicht versicherbare Risiko gemeint, das sich aus der Differenz des

Wettergeschehens am Referenzpunkt des Derivats und dem Ort der landwirtschaftlichen Produktion ergibt. Während dieser Aspekt bei temperaturbezogenen Instrumenten nicht so bedeutend ist, kann er aufgrund der hohen räumlichen Variabilität von Niederschlägen bei der Wirkungsanalyse von Niederschlagsderivaten nicht vernachlässigt werden.

Mit der Frage, inwieweit Wetterderivate ein brauchbares Risikomanagementinstrument im Agribusiness darstellen, beschäftigt sich eine wachsende Zahl von Veröffentlichungen. Der Fokus der bisherigen Arbeiten liegt zum einen auf theoretischen Fragen der Bepreisung von Wetterderivaten und zum anderen auf der Analyse temperaturbezogener Instrumente (vgl. van Asseldonk 2003; Richards et al. 2004; Manfredo und Richards 2005; Mußhoff et al. 2005; Turvey 2005). Für landwirtschaftliche Anwendungen dürften allerdings niederschlagsbezogene Instrumente eine größere Bedeutung aufweisen. Speziell zur Wirkungsanalyse von Niederschlagsderivaten in der Landwirtschaft liegen aber bislang erst sehr wenige Veröffentlichungen vor (vgl. Turvey 2001; Stoppa und Hess 2003; Berg et al. 2005). Bis heute ist daher nicht klar, ob sich Wetterderivate in der Landwirtschaft durchsetzen werden (Edwards und Simmons 2004).

Ziel dieses Beitrages ist es, am Beispiel der Weizenproduktion im Nordosten Deutschlands anhand eines Mit/Ohne-Derivat-Vergleichs den risikomindernden Effekt des Einsatzes von Niederschlagsoptionen zu verdeutlichen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Quantifizierung des Basisrisikos gelegt, das in die zuvor genannten Komponenten (i) Basisrisiko der Produktion und (ii) geografisches Basisrisiko zerlegt wird. Eine solche Separation des Basisrisikos, die in der Literatur bislang nicht behandelt wurde, liefert wichtige Erkenntnisse für die Gestaltung von Wetterderivaten und deren Einsatzpotenzial in der Landwirtschaft. Somit ist die hier behandelte Fragestellung sowohl für Landwirte als auch für potenzielle Anbieter von Wetterderivaten relevant.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: In Abschnitt 2 wird die Datengrundlage und die methodische Vorgehensweise dargelegt. In Abschnitt 3 erfolgt die Wirkungsanalyse von Niederschlagsoptionen für einen exemplarischen Betrieb in Nordostdeutschland. Der Beitrag endet mit Schlussfolgerungen für die Gestaltung von Wetterderivaten (Abschnitt 4).

2. Datengrundlage und methodische Vorgehensweise

Die Getreideproduktion im Nordosten Deutschlands, speziell in Brandenburg, ist in hohem Maße vom Niederschlagsrisiko betroffen. In den getreideertragsbildenden Monaten April, Mai und Juni sind in Brandenburg - gemessen an der für Berlin-Brandenburg zentral gelegenen Wetterstation Berlin-Tempelhof - in den letzten 20 Jahren zwischen 63,6 und 257,9 mm Niederschlag gefallen (bei einem Mittelwert von 141,3 mm und einer Standardabweichung von 45,6 mm). Die Getreideerträge schwanken ähnlich stark, weil die sandigen Böden nur eine geringe Wasserspeicherkraft besitzen und Möglichkeiten zur künstlichen Beregnung fehlen. In den Dürrejahren 2000 und 2003 wurde angesichts der extremen Ernteausfälle sogar eine staatliche Katastrophenhilfe gewährt, um Betriebe vor der Illiquidität zu bewahren. Da derartige staatliche Hilfsmassnahmen natürlich nicht garantiert sind, ist der Wunsch nach einer routinemäßigen Absicherung wetterbedingter Risiken bei den betroffenen Landwirten ausgeprägt.

Zur einzelbetrieblichen Wirkungsanalyse von Wetterderivaten wird exemplarisch ein etwa 850 ha großer Marktfruchtbetrieb betrachtet, der im Bundesland Brandenburg, genauer gesagt in Ketzin, wirtschaftet. Der Betriebsleiter möchte sich gegen witterungsbedingte Ertragsausfälle in der Weizenproduktion absichern. In Ermangelung einer Wetterstation und eines geeigneten Kontraktpartners wird der Landwirt kaum ein Derivat erwerben können, das sich direkt auf das Wetter „vor Ort“ bezieht. Es wird allerdings angenommen, dass im OTC-Handel Derivate verfügbar sind, die sich auf den Niederschlag beziehen, der an der für Berlin-Brandenburg zentral gelegenen Wetterstation Berlin-Tempelhof gemessen wird. Ketzin ist etwa 39 km westlich von Berlin-Tempelhof gelegen. Damit treten hier beide zuvor bereits angesprochenen Ursachen für das Basisrisiko auf: Zum einen beeinflusst eine Vielzahl von Wettervariablen den Ertrag in der Pflanzenproduktion, während sich der Rückfluss des Derivats bzw. die Versicherungsleistung allein aufgrund des Niederschlags ergibt. Zum anderen ist Ketzin 39 km entfernt von Berlin-Tempelhof gelegen, so dass der Niederschlag an beiden Orten durchaus unterschiedlich hoch ausfallen kann. Selbst wenn also die landwirtschaftliche Produktion nur niederschlagsabhängig wäre, könnten sich aufgrund der räumlichen Entfernung Versicherungsleistung und Ertragsausfall immer noch unterscheiden.

Zur Einschätzung der Hedging-Effektivität von Wetterderivaten muss zunächst eine Wettervariable spezifiziert (Punkt 2.1) und die Produkt-

ionsfunktion geschätzt werden, in der der Wettereinfluss nicht - wie sonst üblich - Teil des Störterms ist, sondern ein nicht kontrollierbarer Produktionsfaktor (Punkt 2.2). Anschließend werden Derivate spezifiziert, die sich auf die Wettervariable in der Produktionsfunktion beziehen (Punkt 2.3). Bevor die Hedging-Effektivität von Wetterderivaten quantifiziert werden kann (Punkt 2.5), müssen die Derivate - die es noch nicht gibt, die es aber geben könnte - bepreist werden (Punkt 2.4). In Abb. 1 sind die einzelnen Elemente einer einzelbetrieblichen Wirkungsanalyse von Wetterderivaten zusammengefasst.

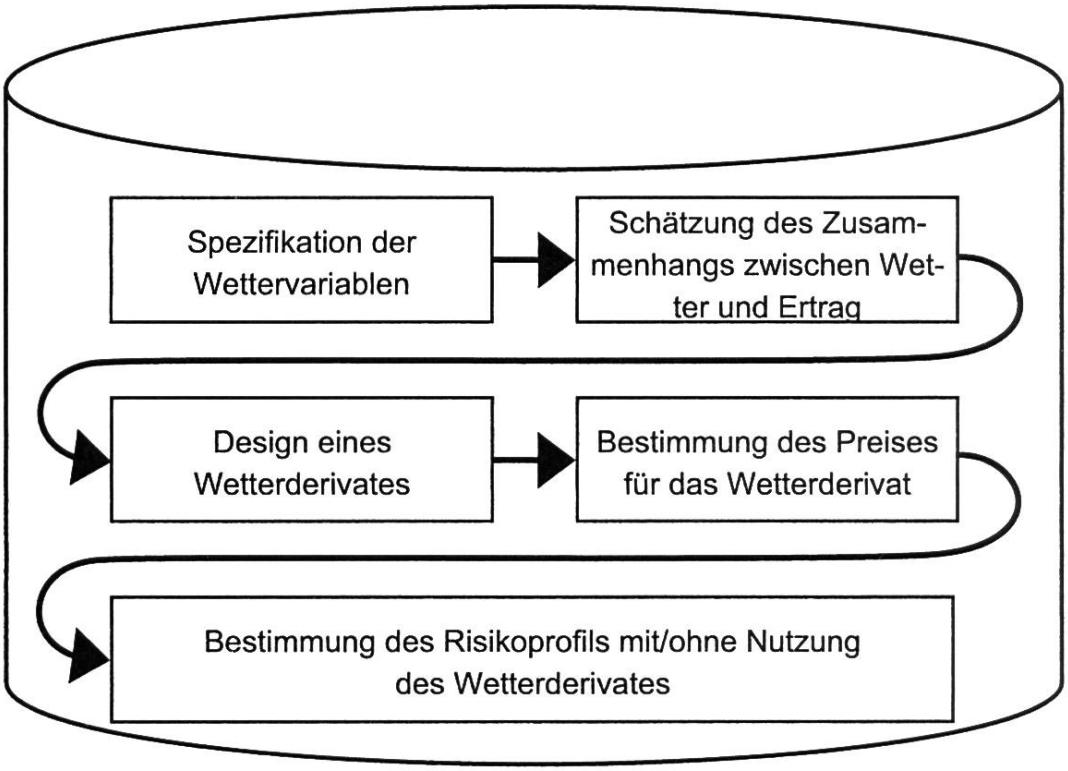

Abb. 1: Elemente einer einzelbetrieblichen Wirkungsanalyse von Wetterderivaten.

2.1 Zur Spezifikation der Wettervariablen

In bislang vorliegenden Veröffentlichungen zu Niederschlagsderivaten wird auf einen Kumulationsindex zurückgegriffen (vgl. Stoppa und Hess 2003; Berg et al. 2005). Der Kumulationsindex I_T^K entspricht der Niederschlagssumme innerhalb eines bestimmten Zeitraums:

$$I_T^K = \sum_{t=1}^{x} y_t \qquad (1)$$

Dabei kennzeichnet y_t den Niederschlag am Tag t und x die Länge der Kumulationsperiode.

Als Alternative wird hier der Defizitindex I_T^D vorgeschlagen, in dem neben der Niederschlagsmenge auch der zeitliche Anfall des Niederschlags zum Ausdruck kommt:[1]

$$I_T^D = \sum_{\tau=1}^{z} \min\left(0, \sum_{t=(\tau-1)\cdot s+1}^{\tau\cdot s} y_t - y^{min}\right) \tag{2}$$

Dieser Index misst die über z Perioden kumulierten Differenzen zwischen der Niederschlagssumme an s Tagen und einem Referenzniveau y^{min}.

2.2 Zur Schätzung der Produktionsfunktion

Für den betrachteten Marktfruchtbetrieb liegen Ertragsdaten für Winterweizen über einen Zeitraum von 1993 bis 2006 vor.[2] Mittels statistischer Tests ist für die Weizenerträge kein signifikanter Trend nachzuweisen. Unter Rückgriff auf Tagesniederschlagsdaten der Messstation in Berlin-Tempelhof werden die in (1) und (2) beschriebenen Niederschlagsindices für die Jahre 1993 ($T-14$) bis 2006 ($T-1$) berechnet. Zur Spezifizierung des Zusammenhangs zwischen dem beobachteten Kumulations- bzw. Defizitindex in Berlin-Tempelhof $\tilde{I}_b$ und dem beobachteten Weizenertrag des Betriebes in Ketzin Q_b erscheint eine linear-limitationale Produktionsfunktion am geeignetsten:[3]

---

[1] In dieser Definition nimmt der Defizitindex negative Werte an. Dies ist zwar ungewöhnlich, in der vorliegenden Anwendung aber zweckmässig, weil dann die Beziehung zwischen Ertrag und Defizitindex der zwischen Ertrag und Kumulationsindex ähnlich ist.

[2] Im Hinblick auf den geringen Datenumfang sei darauf hingewiesen, dass Ertragsdaten für Betriebe in den neuen Bundesländern aus der „Vorwendezeit" und den ersten durch große strukturelle Anpassungen geprägten Jahren der „Nachwendezeit" keine Aussagekraft für die Zukunft besitzen und daher nicht für die Prognose verwendet werden können. Ausserdem ist zu beachten, dass die Erhebung der Ertragsdaten nicht sortenspezifisch erfolgt, obwohl sich bestimmte Weizensorten für niederschlagsärmere Regionen wie Brandenburg besser eignen und dort auch für den Anbau bevorzugt werden.

[3] Alternativ wurden eine quadratische und eine logarithmische Produktionsfunktion geschätzt. Allerdings weist die linear-limitationale Produktionsfunktion für beide Niederschlagsindices die beste Anpassung an die empirischen Daten auf. Zu beachten ist, dass dieses Ergebnis nicht verallgemeinerbar ist. Vedenov und Barnett (2004) zeigen, dass ein geeignetes Ertrags-Niederschlagsmodell fruchtarten- und regionsabhängig ist.

$$\tilde{Q}_b = \begin{cases} a_0 + a_1 \cdot I_b + \varepsilon_b, \text{wenn } I_b < a_2 \\ a_3 + \varepsilon_b, \qquad \text{andernfalls} \end{cases}, \tag{3}$$

mit $b = T-14, T-13, ..., T-1$ und $\varepsilon_b \sim N[0, \sigma_\varepsilon]$

„~" macht deutlich, dass der Ertrag in Ketzin gemeint ist, während sich der Niederschlagsindex auf Wetterdaten in Berlin-Tempelhof bezieht (I_b statt $\tilde{I}_b$). a_0, a_1, a_2, a_3 beschreiben die zu schätzenden Parameter der Produktionsfunktion. Wenn $a_1 > 0$ ist, dann sind bei Werten für den Niederschlagsindex unterhalb von a_2 mm dürrebedingte Ertragsrückgänge zu erwarten. Bei Werten für den Niederschlagsindex oberhalb von a_2 mm entspricht der erwartete Weizenertrag a_3 dt/ha. ε_b kennzeichnet den normalverteilten Störterm mit einer Standardabweichung von σ_ε. Zu beachten ist, dass in diesem Störterm sowohl das Basisrisiko der Produktion als auch das geografische Basisrisiko zum Ausdruck kommen: Zum einen werden im jeweiligen, den Ertrag erklärenden Wetterindex nur die Niederschläge in einer bestimmten Kumulationsperiode berücksichtigt. Zum anderen wird die Produktionsfunktion basierend auf Ertragsdaten am Ort der Produktion und dem Wettergeschehen an der Referenzmessstation bestimmt.

Es bestehen Rückkopplungen zwischen der Schätzung der Produktionsfunktion und der genauen Spezifikation der Niederschlagsindices, denn natürlich werden Wettervariablen gesucht, die mit dem Produktionserfolg möglichst hoch korreliert sind. Mit Hilfe von Variantenrechnungen wird untersucht, für welche Bezugsperiode sich der „beste" Kumulationsindex und für welche Bezugsperiode sich der „beste" Defizitindex ergibt. Dazu wird x sowie z und s systematisch variiert. Die Referenzniederschlagsmenge beim Defizitindex y^{min} wird jeweils so gewählt, dass sich eine maximale Korrelation zwischen den Weizenerträgen und den Werten für den Index ergibt.

In Tab. 1 sind die Parameterschätzwerte und Bestimmtheitsmasse für ausgewählte Produktionsfunktionen dargestellt. Gemessen am Bestimmtheitsmass R^2 ergibt sich für die Kumulationsperiode Juni der „beste" Kumulationsindex und für die Kumulationsperiode April bis Juni der „beste" Defizitindex. Zu beachten ist, dass das Bestimmtheitsmass zwischen dem Weizenertrag und dem besten Defizitindex ($R^2 = 0{,}48$) bedeutend höher ist als zwischen dem Weizenertrag und dem besten Kumulationsindex ($R^2 = 0{,}15$).

Tab. 1: Parameterschätzwerte und Bestimmtheitsmass für die Produktionsfunktion*

	Kumulationsindex				Defizitindex				
Periode	Jan. – Juni	April – Juni	Mai – Juni	**Juni**	Jan. – Juni	April – Juni	**April – Juni**	April – Juni	Juni
x	181	91	61	**30**	–	–	–	–	–
z	–	–	–	–	26	19	**13**	11	4
s	–	–	–	–	7	5	**7**	9	7
y^{min}	–	–	–	–	7.5	2.9	**7.4**	22.1	7.5
a_0	0	0	50.9	**54.9**	88.5	137.9	**107.8**	87.8	81.8
	(0.00)	(0.00)	(4.91)	(8.10)	(6.84)	(13.17)	(8.81)	(4.96)	(15.67)
a_1	0.28	0.58	0.10	**0.14**	0.38	3.73	**1.35**	0.22	1.98
	(5.23)	(7.23)	(1.20)	(1.38)	(2.06)	(6.40)	(3.62)	(1.45)	(3.81)
a_2	233.1	109.6	220.1	**144.3**	-39.8	-19.0	**-29.4**	-53.6	-7.1
a_3	64.6	64.1	73.7	**75.5**	73.4	67.1	**68.0**	76.0	67.7
	(1.11)	(3.88)	(1.37)	(2.68)	(2.08)	(2.38)	(2.15)	(1.91)	(2.80)
σ_ε	10.2	11.0	11.1	**10.9**	9.9	8.7	**8.7**	10.8	9.0
R^2	0.10	0.09	0.13	**0.15**	0.30	0.47	**0.48**	0.17	0.43

* Die t-Werte sind in Klammern angegeben. Der kritische t-Wert beträgt 1,80 bzw. 1,36 bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 bzw. 10 %.

Im Folgenden wird die Spezifikation von Derivaten beschrieben, die sich auf den besten Kumulations- bzw. Defizitindex beziehen.

2.3 Zur Spezifikation der Wetterderivate

Aus der Produktionsfunktion lässt sich die Erlösfunktion ableiten. Da zunächst nur Mengenrisiken betrachtet werden sollen, wird dabei davon ausgegangen, dass der Weizenpreis P durch einen Lieferkontrakt abgesichert ist und 10 €/dt beträgt. Für den besten Kumulationsindex und den besten Defizitindex wird nun jeweils ein Derivat in der Weise konstruiert, dass es erwartete Erlösschwankungen genau durch entsprechende Rückflüsse kompensiert. Bei einer linear-limitationalen Produktionsfunktion ist dies mit Hilfe einer Option möglich. Die Auszahlung einer (europäischen) Put-Option entspricht:

$$F_T = \max\left(S - I_T, 0\right) \cdot V \tag{4}$$

Die Option erbringt am Ende ihrer Laufzeit T eine positive Auszahlung, wenn der Niederschlagsindex I_T unterhalb des Strike-Levels S liegt. Überschreitet der Index den Strike-Level, so ist die Auszahlung Null. Die Tick-Size V monetarisiert die positive Differenz zwischen S und I_T.

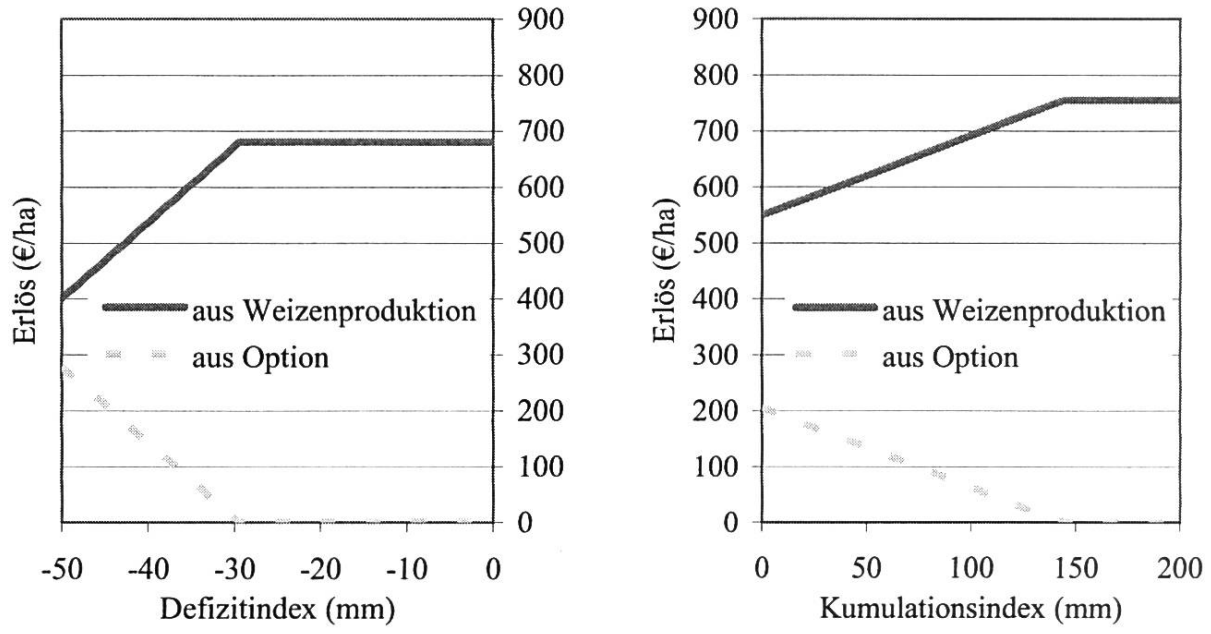

Abb. 2: Erlös aus der Weizenproduktion und Rückfluss der Option in Abhängigkeit vom Kumulationsindex (links) und vom Defizitindex (rechts).

Eine Put-Option bezieht sich auf die kumulierten Tagesniederschlagsmengen I_T^K, die im Juni 2007 an der Messstation Berlin-Tempelhof festgestellt werden. Die zweite Put-Option bezieht sich auf die kumulierten Defizite I_T^D zwischen der an der Wetterstation Berlin-Tempelhof gemessenen 7-Tage-Niederschlagsmenge und 7,4 mm während des Zeitraums April bis Juni 2007. Beide Optionen kann der Landwirt im Juli 2006 erwerben. Um die Auszahlung der Optionen vollkommen spiegelbildlich zu den erwarteten Erlösen aus der Weizenproduktion (pro ha) zu gestalten, müssen Strike-Level und Tick-Size wie folgt gewählt werden: $S = a_2$ und $V = a_1 \cdot P$.[4] Wie in Abb. 2 grafisch veranschaulicht, liefert die Option bei ertragsmindernden Niederschlägen eine Auszahlung. Bei für die Ertragsbildung günstigem Witterungsverlauf erfolgt dagegen keine Auszahlung.

[4] Eine Option kann nicht so gestaltet werden, dass deren Auszahlung perfekt negativ mit den erwarteten Erlösen aus der Produktion korreliert ist, wenn die Produktionsfunktion keine linear-limitationale Funktionsform aufweist. Zur Absicherung des Produktionsrisikos bei einer linearen Produktionsfunktion bietet sich der Einsatz eines Futures an. Bei komplexeren Produktionsfunktionen können mehrere Wetterderivate kombiniert werden. So könnte bei einer quadratischen Produktionsfunktion der Einsatz einer Put- *und* einer Call-Option geeignet sein. Die Put-Option sichert - bildlich gesprochen - das Risiko im linken Bereich der Produktionsfunktion ab, die Call-Option im rechten Bereich.

Die Kontraktspezifikationen für die hier betrachteten Niederschlagsoptionen sind in Tab. 2 zusammengefasst.

Tab. 2: Spezifikation der betrachteten Niederschlagsoptionen

		Option 1	**Option 2**
Niederschlagsindex	Bezeichnung	Kumulationsindex	Defizitindex
	Bezugspunkt	Niederschlagsdaten an der Wetterstation in Berlin-Tempelhof	Niederschlagsdaten an der Wetterstation in Berlin-Tempelhof
	Kumulationsperiode	Juni	April – Juni
	Berechnung	$I_T^K = \sum_{t=1}^{30} y_t$	$I_T^D = \sum_{\tau=1}^{13} \min\left(0, \sum_{t=(\tau-1)\cdot 7+1}^{\tau\cdot 7} y_t - 7.4\right)$
Optionstyp		(europäischer) Put	(europäischer) Put
Strike-Level S		144.3 mm	–29.4 mm
Tick-Size V		1.4 €/Indexpunkt	13.5 €/Indexpunkt
Laufzeit Δt		1 Jahr (01.07.2006 bis 30.06.2007)	1 Jahr (01.07.2006 bis 30.06.2007)
Verfallszeitpunkt T		2007	2007
Auszahlung F_T		$\max\left(144.3 - I_T^K, 0\right)\cdot 1.4$	$\max\left(-29.4 - I_T^D, 0\right)\cdot 13.5$

2.4 Zur Bestimmung des Optionspreises

Will der Landwirt seine Erlöse in der Weizenproduktion durch den Einsatz einer Niederschlagsoption absichern, so muss er zunächst den Optionspreis aufwenden. Da die Optionen nicht öffentlich gehandelt werden, muss zusätzlich deren Preis bestimmt werden. Leider können dazu die in der Finanzoptionspreistheorie entwickelten präferenzunabhängigen Verfahren wegen der Nichthandelbarkeit des einer Niederschlagsoption zugrunde liegenden Niederschlagsindexes nicht ohne weiteres angewendet werden (vgl. Jewson et al. 2005: 28-34; Richards et al. 2004). Um die Schwierigkeiten zu umgehen, die deshalb mit der Bepreisung von Wetterderivaten verbunden sind, wird hier der Preis der beiden Optionen als „faire Prämie“ im versicherungsmathematischen Sinn ermittelt, d.h. der erwartete Gewinn aus dem Optionsgeschäft ist für beide Parteien gerade Null. Da also weder eine Risikoprämie des Anbieters oder Nachfragers noch Transaktionskosten berücksichtigt werden, kann der Optionspreis einfach als mit dem risikolosen Zinssatz r diskontierter Erwartungswert des Rückflusses der Option berechnet werden:

$$F_0 = E(F_T) \cdot \exp(-r \cdot \Delta t) \tag{5}$$

Dabei kennzeichnet Δt die Laufzeit der Option.

Die faire Prämie kann grundsätzlich mittels analytischer Verfahren, historischer Simulation (Burn-Analyse), Index-Value-Simulation oder Daily-Simulation bestimmt werden. Analytische Verfahren erfordern restriktive Annahmen z.B. bzgl. der Verteilung für die Basisvariable (vgl. Mußhoff und Hirschauer 2003). Die mittels historischer Simulation als nicht parametrisches Verfahren bestimmten Optionspreise können sehr ungenau sein, weil bspw. die Länge der Datenreihe zu kurz ist, um die theoretische Verteilung für den Wetterindex gut zu approximieren (Zeng 2000). Bei Anwendung der Daily-Simulation, die auf einem Modell für die Tagesniederschläge basiert, wird die Volatilität des Niederschlags und damit der Optionspreis systematisch unterschätzt (vgl. Dubrovsky et al. 2004; Odening et al. 2007). Deshalb kommt hier die Index-Value-Simulation zur Anwendung.

Dabei wird, ausgehend von Tagesniederschlagsmengen, die in Berlin-Tempelhof zwischen 1948 und 2006 gemessen wurden, für jedes Jahr der jeweilige Wert für den Niederschlagsindex berechnet. Im Ergebnis stehen 59 empirische Beobachtungswerte für den Index zur Verfügung. Mit Hilfe des MS-EXCEL-Add-In BEST-FIT wird getestet, welche Annahme bezüglich der Verteilung des Index zutreffend ist. Gemäß den Standardverfahren Chi-Quadrat-, Kolmogorov-Smirnov- und Anderson-Darling-Test stellt für den Kumulationsindex die Log-Normal-Verteilung und für den Defizitindex die Weibull-Verteilung die beste Anpassung an die empirische Verteilung dar; wobei nur Verteilungen betrachtet wurden, die keinen Vorzeichenwechsel für die Unsicherheitsgröße erlauben. Im Rahmen der Index-Value-Simulation wird aus der geschätzten Verteilung 10 000 Mal ein Wert für den Niederschlagsindex gezogen und jeweils der Rückfluss der Option gemäss (4) bestimmt. Der Mittelwert der mit dem risikolosen Zinssatz in Höhe von 5 % diskontierten Rückflüsse (vgl. (5)) entspricht der fairen Prämie und beläuft sich beim Kumulationsindex auf 108.1 € und beim Defizitindex auf 56.8 €.

2.5 Zur Beurteilung der Hedging-Effektivität

2.5.1 Allgemeine Vorgehensweise

Die risikomindernde Wirkung, die durch den Einsatz von Wetterderivaten erzielbar ist, wird im Allgemeinen durch einen Vergleich der Erlösverteilung mit und ohne Derivat quantifiziert (vgl. z.B. Vedenov und

Barnett 2004). Im Fall ohne Derivat entspricht der auf den Zeitpunkt des Derivaterwerbs bezogene Erlös aus der Weizenproduktion R_0^{ohne} (in €/ha) direkt dem Weizenertrag (in dt/ha) multipliziert mit dem Weizenpreis (in €/dt) und dem Diskontierungsfaktor:

$$R_0^{ohne} = \tilde{Q}_T(I_T) \cdot P \cdot \exp(-r \cdot \Delta t) \tag{6}$$

Im Fall mit Derivat ist der Erlös R_0^{mit} (in €/ha) wie folgt zu berechnen:

$$R_0^{mit} = R_0^{ohne} + F_T(I_T) \cdot \exp(-r \cdot \Delta t) - F_0 \tag{7}$$

Erwirbt der Landwirt pro Hektar Weizenanbaufläche ein Derivat, kommt er nach der Zahlung des Anschaffungspreises F_0 zusätzlich zum Erlös aus der Weizenproduktion R_0^{ohne} in den Genuss des Rückflusses aus dem Derivat F_T, dessen Höhe - genau wie der Produktionserfolg (vgl. (3)) - von der Wettervariablen I_T abhängig ist.

2.5.2 Zur Separation des Basisrisikos

Zur Separation des Basisrisikos und seiner Ursachen werden bei der Einschätzung der risikomindernden Wirkung von Niederschlagsoptionen drei Szenarien betrachtet, wovon zwei Szenarien konstruiert sind, um die Einzeleffekte herauszuarbeiten. Da sich die Option immer auf die Niederschläge an der Referenzwetterstation in Berlin-Tempelhof bezieht, unterscheiden sich die drei Szenarien nicht bezüglich des Optionspreises F_0 und des Rückflusses der Option F_T, sondern nur in der Bestimmung des Produktionserfolgs in T:

- Im ersten hypothetischen Szenario wird angenommen, dass kein Basisrisiko vorliegt. Es wird unterstellt, dass sich der Ort der landwirtschaftlichen Produktion nicht in Ketzin, sondern in unmittelbarer Nähe der Referenzwetterstation in Berlin-Tempelhof befindet (Q_T statt $\tilde{Q}_T$) und der Zusammenhang zwischen Ertrag und Niederschlagsindex nicht durch Zufallseffekte beeinflusst wird ($\varepsilon = 0$). Technisch wird der Weizenertrag in Szenario 1 Q_T^1 direkt aus dem jeweiligen Wert für den Niederschlagsindex in Berlin-Tempelhof abgeleitet:

$$Q_T^1 = \begin{cases} a_0 + a_1 \cdot I_T, \text{wenn } I_T < a_2 \\ a_3, \qquad \text{andernfalls} \end{cases} \tag{8}$$

- Im zweiten hypothetischen Szenario wird berücksichtigt, dass die Weizenproduktion in 39 km Entfernung von der Referenzwetter-

station stattfindet (geografisches Basisrisiko). Es wird aber weiterhin unterstellt, dass der Zusammenhang zwischen Ertrag und Niederschlagsindex am Ort der Produktion rein deterministisch ist ($\varepsilon = 0$). Technisch wird der Weizenertrag in Szenario 2 $\tilde{Q}_T^2$ direkt aus dem jeweiligen Wert für den Niederschlagsindex am Ort der Produktion in Ketzin ($\tilde{I}_T$ statt I_T) berechnet:

$$\tilde{Q}_T^2 = \begin{cases} a_0 + a_1 \cdot \tilde{I}_T \text{, wenn } \tilde{I}_T < a_2 \\ a_3, \qquad \text{andernfalls} \end{cases} \tag{9}$$

Der Wert für den Niederschlagsindex in Ketzin $\tilde{I}_T$ wird unter Berücksichtigung einer noch zu bestimmenden Korrelation aus dem Wert für den Niederschlagsindex in Berlin-Tempelhof I_T abgeleitet (siehe Abschnitt 2.5.3).

- Im dritten Szenario wird sowohl die räumliche Entfernung zwischen der Referenzwetterstation und dem Ort der Produktion als auch der zufallsbehaftete Zusammenhang zwischen Ertrag und Niederschlag berücksichtigt (geografisches Basisrisiko und Basisrisiko der Produktion). Technisch wird der Weizenertrag in Szenario 3 $\tilde{Q}_T^3$ aus dem jeweiligen Wert für den Niederschlagsindex an der Referenzwetterstation Berlin-Tempelhof und unter Berücksichtigung des Störterms der Produktionsfunktion ε_T abgeleitet, in dem beide Basisrisiken zum Ausdruck kommen:

$$\tilde{Q}_T^3 = \begin{cases} a_0 + a_1 \cdot I_T + \varepsilon_T \text{, wenn } I_T < a_2 \\ a_3 + \varepsilon_T, \qquad \text{andernfalls} \end{cases} \tag{10}$$

Zur Bestimmung der Verteilung für die Erlöse ohne Option (vgl. (6)) und mit Option (vgl. (7)) in den drei Szenarien kommt die stochastische Simulation (10 000 Simulationsläufe) zur Anwendung.

2.5.3 Dekorrelationsanalyse

Zur Umsetzung des zweiten Szenarios sind Zusatzüberlegungen erforderlich, die sich auf die Bestimmung der Korrelation zwischen dem Niederschlagsindex am Ort der Produktion und an der Referenzwetterstation beziehen. Dazu werden Daten von 23 Wetterstationen in Berlin und Brandenburg von 1983 bis 2003 genutzt, die sich in einer Entfernung von bis zu 100 km rund um Berlin-Tempelhof befinden und relativ gleichmäßig im Raum verteilt sind. Es werden die Korrelationskoeffi-

zienten $\rho_{i,j}$ zwischen den Werten für den Niederschlagsindex an den Wetterstationen i und j bestimmt. Anschließend werden die Entfernungen $d_{i,j}$ zwischen den einzelnen Wetterstationen ermittelt. Basierend auf 253 Korrelationskoeffizienten und der jeweils dazugehörigen Entfernung kann eine sog. Dekorrelationsfunktion geschätzt werden.

Rubel (1996) schlägt für die Modellierung des raumbezogenen Zusammenhangs von Niederschlägen in Europa folgende nicht-lineare Dekorrelationsfunktion vor:[5]

$$\rho_{i,j} = c_1 \cdot \exp\left(-c_2 \cdot d_{i,j}^{\,c_3}\right) \tag{11}$$

Für den besten Kumulationsindex ergibt sich $c_1 = 0{,}94$, $c_2 = 0{,}0033$, $c_3 = 0{,}88$ und für den besten Defizitindex $c_1 = 0{,}92$, $c_2 = 0{,}0012$, $c_3 = 1{,}11$. Das Bestimmtheitsmass R^2 beträgt beim Kumulationsindex 0,24 und beim Defizitindex 0,48. Das in Abb. 3 dargestellte Scatterdiagramm macht allerdings deutlich, dass der Zusammenhang zwischen Entfernung und Korrelation mit zunehmender Entfernung unschärfer wird. Ausserdem ist ersichtlich, dass die Korrelation zwischen dem Niederschlagsindex an zwei Wetterstationen mit der Entfernung erwartungsgemäss sinkt. Bei einer Entfernung zwischen Berlin-Tempelhof und Ketzin in Höhe von 39 km weist der Kumulationsindex eine Korrelation von 0,87 und der Defizitindex eine Korrelation von 0,86 auf.

[5] Die Dekorrelationsfunktion abstrahiert von der Himmelsrichtung, in der man sich von der Messstation entfernt. Dadurch werden topografische Unterschiede vernachlässigt, die Einfluss auf die Niederschlagsmenge haben können. Diese Annahme wird insbesondere im Gebirge unzutreffend sein. Dagegen kommen in Brandenburg die topografischen Gegebenheiten der Annahme eines lage- und richtungsunabhängigen Zusammenhangs entgegen.

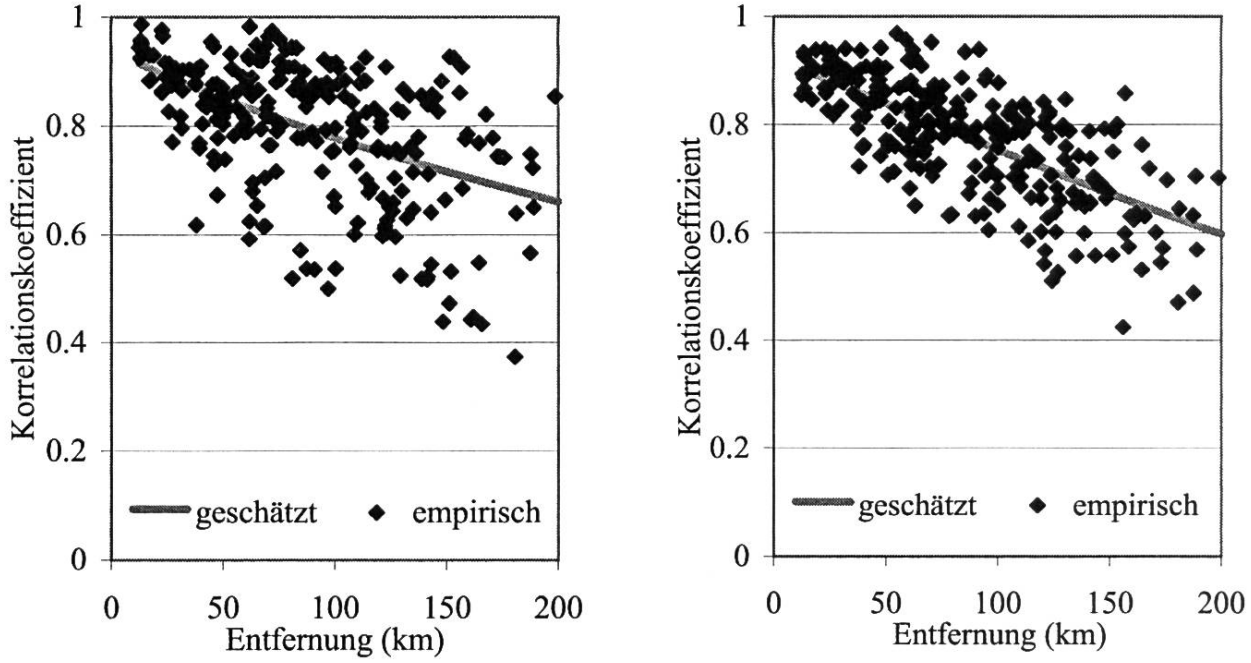

Abb. 3: Dekorrelationsanalyse für den Kumulationsindex (links) und den Defizitindex (rechts).

3. Ergebnisse

In Tab. 3 sind zur Beurteilung der Hedging-Effektivität der beiden oben beschriebenen Niederschlagsoptionen der Erwartungswert, die Standardabweichung sowie ausgewählte Perzentile der Erlösverteilung für alle drei beschriebenen Szenarien angegeben. Dabei wird jeweils die Situation ohne und mit Absicherung durch eine Niederschlagsoption betrachtet. In Abb. 4 sind die Erlösverteilungen für ausgewählte Szenarien grafisch veranschaulicht.

Tab. 3: Kennzahlen der Erlösverteilungen ohne und mit Option (Angaben in €/ha)

			Szenario 1		Szenario 2		Szenario 3	
Basisrisiko der Produktion			ohne		ohne		mit	
geografisches Basisrisiko			ohne		mit		mit	
Niederschlagsoption			ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit
Kumulationsindex	Erwartungswert		620	620	620	620	620	620
	Standardabweichung		49	0	49	27	117	104
	Perzentil	5 %	558	620	558	574	429	446
		10 %	565	620	565	588	471	485
		50 %	608	620	608	620	619	620
		90 %	702	620	702	652	771	755
		95 %	728	620	728	666	815	793
Defizitindex	Erwartungswert		599	599	599	599	599	599
	Standardabweichung		84	0	84	51	119	83
	Perzentil	5 %	417	599	417	509	381	461
		10 %	471	599	471	537	441	492
		50 %	656	599	656	599	610	599
		90 %	656	599	656	661	740	706
		95 %	656	599	656	690	773	737

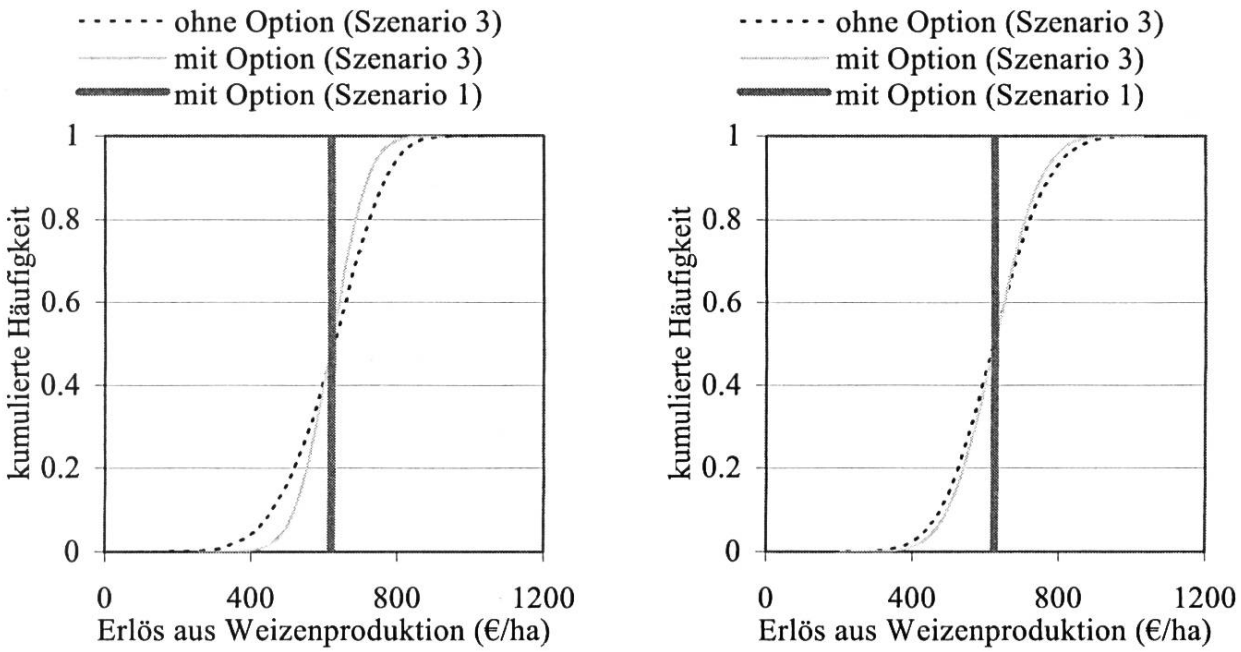

Abb. 4: Erlösverteilungen ohne und mit Absicherung für den Kumulationsindex (links) und den Defizitindex (rechts).

Zunächst fällt auf, dass sich die Erwartungswerte für die Erlöse ohne und mit Option nicht unterscheiden. Dies ist darin begründet, dass der Optionspreis als faire Prämie berechnet wurde, also die Option im Mittel „so viel bringt, wie sie kostet". Mit Blick auf die Hedging-Effektivität einer Option lässt sich Folgendes feststellen:

- Szenario 1: Liegt kein Basisrisiko vor (Ort der Produktion in unmittelbarer Nähe der Referenzwetterstation und Zusammenhang zwischen Ertrag und Index nicht durch Zufallseffekte überlagert), dann kann der Landwirt durch den Erwerb einer Put-Option auf den Kumulations- oder Defizitindex das Erlösrisiko vollständig eliminieren. Dies ist deshalb möglich, weil die Auszahlung der Option perfekt negativ mit den Erlösen aus der Weizenproduktion korreliert ist.

- Szenario 2: Berücksichtigt man allerdings, dass sich der Ort der landwirtschaftlichen Produktion in 39 km Entfernung von der Referenzwetterstation befindet, dann bleibt zwar die Verteilung der Erlöse ohne Option im Vergleich zu Szenario 1 unverändert, weil letztlich dem Niederschlagsindex in Ketzin die gleiche Verteilung zugrunde liegt wie in Berlin-Tempelhof (vgl. Fußnote 5). Trotzdem kann die Standardabweichung der Erlöse durch den Einsatz der Put-Option auf den Kumulationsindex (Defizitindex) nur noch um etwa 45 % (40 %) reduziert werden. Schliesslich können Fälle auftreten, in denen der Landwirt einen Rückfluss aus der Option erzielt, obwohl kein Ertragsausfall zu verzeichnen war (und vice versa), weil sich der Niederschlag in Ketzin von dem in Berlin-Tempelhof unterscheidet. Im Vergleich zu den Ergebnissen von Szenario 1 zeigt sich, dass die risikomindernde Wirkung der Option mit zunehmender Entfernung von der Referenzwetterstation abnimmt.

- Szenario 3: Berücksichtigt man realistischerweise sowohl das geografische Basisrisiko als auch einen zufallsbehafteten Zusammenhang zwischen Ertrag und Niederschlagsindex, dann kann beim Kumulationsindex die Standardabweichung der Erlöse durch den Erwerb der Put-Option nur noch um 10 % reduziert werden. Die Hedging-Effektivität einer Put-Option auf den besten Kumulationsindex erodiert also nahezu vollständig, wenn man das geografische Basisrisiko und das Basisrisiko der Produktion berücksichtigt; und dies, obwohl die Option explizit auf die Erlösfunktion des landwirtschaftlichen Betriebes zugeschnitten wurde. Bei der optimal ausgestalteten Option auf den besten Defizitindex sinkt deren risikomindernde Wirkung zwar auch, wenn das geografische Basisrisiko und das Basisrisiko der Produktion berücksichtigt werden. Aller-

dings gelingt durch den Einsatz der Put-Option auf den Defizitindex noch eine Verminderung der Standabweichung um 30 %. Die höhere Hedging-Effektivität der Niederschlagsoption auf den Defizitindex ist darin begründet, dass der Erklärungsgehalt der Produktionsfunktion für den Weizenertrag in Abhängigkeit vom Defizitindex viel höher ist als beim Kumulationsindex. Die bei beiden Optionen im Vergleich zu Szenario 2 festzustellende Abnahme der Hedging-Effektivität ist auf die zusätzliche Berücksichtigung des Basisrisikos der Produktion zurückzuführen.

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Modellrechnungen haben gezeigt, dass durch den Einsatz von Niederschlagsoptionen ein sehr beachtlicher Absicherungseffekt erzielt werden kann, wenn sich die Referenzwetterstation in unmittelbarer Nähe des Ortes der Produktion befindet und ein sehr enger Zusammenhang zwischen Ertrag und Niederschlagsindex besteht. Allerdings haben die Modellrechnungen auch verdeutlicht, dass das Basisrisiko die Hedging-Effektivität von Niederschlagsoptionen in ausserordentlich starkem Masse beeinflusst. Befindet sich der Ort der landwirtschaftlichen Produktion in auch nur relativ geringer Entfernung zur nächstgelegenen Referenzwetterstation (z.B. 39 km in der hier vorliegenden Anwendung), dann sinkt der Absicherungseffekt schon deutlich. Liegt der Option zudem noch ein Index zugrunde, der nur eine geringe Korrelation zum Ertrag aufweist (wie hier zwischen dem oftmals in der Literatur vorgeschlagenen Kumulationsindex und dem Weizenertrag festgestellt), dann sinkt der Absicherungseffekt noch weiter. Bedenkt man zudem die in diesem Beitrag nicht berücksichtigten Transaktionskosten und eine eventuelle Risikoprämie des Derivatanbieters, dann erscheint der Einsatz von Wetterderivaten als effektives Risikomanagementinstrument in der Getreideproduktion Nordostdeutschlands fraglich. Zu einer abschliessenden Beurteilung des Einsatzpotenzials von Wetterderivaten müsste man allerdings fragen, ob die Risikoprämie des jeweiligen Landwirts eine Deckung der Transaktionskosten und der Risikoprämie des Derivatanbieters erlaubt.

Aus den Feststellungen folgt, dass potenzielle Anbieter von Niederschlagsoptionen ein möglichst dichtes Netz von Wetterstationen als Referenzpunkte zulassen und ein möglichst breit gefächertes Spektrum an unterschiedlich spezifizierten Wetterderivaten anbieten sollten, wenn sie durch eine hohe Hedging-Effektivität eine Vielzahl von Landwirten ansprechen wollten. Natürlich ist kaum vorstellbar, dass für jede Wetter-

station Derivate angeboten werden. Dazu wäre die Nachfrage nach derartigen Produkten sicher zu gering. Ein Kompromiss könnte darin bestehen, das gewogene Mittel aus den Werten eines Niederschlagsindex an mehreren Stationen als Basisvariable zu wählen. Die Empfehlung, unterschiedlich spezifizierte Wetterderivate anzubieten, betrifft zum einen den Derivattyp (vgl. Fussnote 4) und zum anderen die Gestaltung des Indexes, die Höhe der Tick-Size und die Höhe des Strike-Levels. Viele Referenzwetterstationen und in unterschiedlichster Weise ausgestaltete Wetterderivate führen zwar zu einer Zersplitterung der Nachfrage, schaffen bzw. erhöhen c.p. aber das Interesse seitens der Landwirte.

Weiterer Forschungsbedarf besteht bezüglich der wirkungsorientierten Spezifikation der Auszahlungsfunktion einer Option. Die bislang im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Diskussion stehenden kumulierten Niederschläge dürften aus Sicht vieler Produzenten zu wenig zielgerichtet sein. Ein Alternativvorschlag wurde hier in Form eines Defizitindex gemacht. Aus Sicht der Landwirtschaft könnte es aber auch sinnvoll sein, in den der Option zugrunde liegenden Index nicht nur den Niederschlag, sondern auch die Temperatur, die Windstärke etc. einfliessen zu lassen. Damit könnte z.B. dem Umstand Rechnung getragen werden, dass geringe Niederschlagsmengen bei hohen Temperaturen zu höheren Ertragseinbussen führen, als bei niedrigeren Temperaturen. Eine weitere Forschungsaufgabe betrifft die hier bewusst ausgeblendete Frage der Bewertung von Wetterderivaten.

5. Literatur

Berg E., Schmitz B., Starp M., Trenkel H., 2005. Wetterderivate: Ein Instrument im Risikomanagement für die Landwirtschaft? Agrarwirtschaft 54: 158-170.

Cao M., Li A., Wei J., 2003. A New Class of Financial Instruments. Working-Paper, University of Toronto.

Dubrovsky M., Buchtele J., Zalud Z., 2004. High-Frequency and Low-Frequency Variability in Stochastic Daily Weather Generator and its Effect on Agricultural and Hydrologic Modelling. Climatic Change 63: 145-179.

Edwards M.J., Simmons P., 2004. Preliminary Results for the Measurement of Willingness to Pay for Climate Derivatives. Paper presented at the Australian Agricultural and Resource Economics Society Annual Conference, Melbourne, February 11-13.

Jewson S., Brix A., Ziehmann C., 2005. Weather Derivative Valuation. Cambridge: Cambridge University Press.

Manfredo M.R., Richards T.J., 2005. Hedging Yield with Weather Derivatives: A Role for Options. Paper presented at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Rhode Island, July 24-27.

Mußhoff O., Hirschauer N., 2003. Bewertung komplexer Optionen. Heidenau: PD-Verlag.

Mußhoff O., Odening M., Xu W., 2005. Zur Bewertung von Wetterderivaten als innovative Risikomanagementinstrumente in der Landwirtschaft. Agrarwirtschaft 54: 197-209.

Odening M., Mußhoff O., Xu W., 2007. Analysis of Rainfall Derivatives Using Daily Precipitation Models: Opportunities and Pitfalls. Agricultural Finance Review (im Druck).

Richards T.J., Manfredo M.R., Sanders D.R., 2004. Pricing Weather Derivatives. American Journal of Agricultural Economics 86: 1005-1017.

Rubel F., 1996. Scale Dependent Statistical Precipitation Analysis. Proceedings of the International Conference on Water Resource and Environment Research: 317-324.

Schirm A., 2001. Wetterderivate - Einsatzmöglichkeiten und Bewertung. Working-Paper, Graduiertenkolleg: Allokation auf Finanz- und Gütermärkten, Universität Mannheim.

Skees J., 2002. The Potential Role of Weather Markets for U.S. Agriculture. In: Inman, L., Williamson, L., Scorsone, E., Hrsg.. Agricultural Situation and Outlook, Fall 2002: 77-81, Kentucky: University of Kentucky.

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, June 23-26.

Tigler J., Butte T., 2001. Weather Derivatives: A Quantitative Analysis. Research Thesis, Institute of Finance and Banking, Department of Business Administration, Economics and Law, Darmstadt University of Technology.

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

Turvey C.G., 2005. The Pricing of Degree-day Weather Options. Agricultural Finance Review 65: 59-85.

van Asseldonk M.A.P.M., 2003. Insurance against Weather Risk: Use of Heating Degree-days from non-local Stations for Weather Derivatives. Theoretical and Applied Climatology 74: 137-144.

Vedenov D.V., Barnett B.J., 2004. Efficiency of Weather Derivatives as Primary Crop Insurance Instruments. Journal of Agricultural and Resource Economics 29: 387-403.

Zeng L., 2000. Pricing Weather Derivatives. Journal of Risk Finance 1: 72-78.

Anschrift der Verfasser:

PD Dr. Oliver Mußhoff
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
(Professur für Landwirtschaftliche Unternehmensführung)
Ludwig-Wucherer-Str. 2
D-06108 Halle (Saale)

Prof. Dr. Martin Odening
Dipl.-Ing. agr. Wei Xu
Humboldt-Universität zu Berlin
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
(Fachgebiet Allgemeine Betriebslehre des Landbaus)
Luisenstr. 56
D-10117 Berlin

oliver.musshoff@landw.uni-halle.de;
m.odening@agrar.hu-berlin.de;
xu.wei@agrar.hu-berlin.de