

Versicherungen als Risikomanagementinstrumente in der Landwirtschaft – Über staatliche Unterstützung und die Beurteilung satellitenbasierter Indexversicherungen

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Fakultät für Agrarwissenschaften
der Georg-August-Universität Göttingen



vorgelegt von

Johannes Möllmann

geboren in Lüdinghausen

Göttingen, im März 2019

D7

1. Referent: Prof. Dr. Oliver Mußhoff
2. Korreferent: Prof. Dr. Stephan von Cramon-Taubadel
3. Korreferent: Prof. Dr. Martin Qaim

Tag der mündlichen Prüfung: 09. Mai 2019

Inhaltsverzeichnis

I	Einleitung	1
	Literatur	10
II	Status quo des Risikomanagements in der deutschen Landwirtschaft: Besteht Bedarf an einer Einkommensversicherung?.....	16
III	German farmers‘ acceptance of subsidized insurance associated with reduced direct payments.....	18
IV	Comparing the hedging effectiveness of weather derivatives based on remotely sensed vegetation health and meteorological indices	19
V	Do remotely-sensed vegetation health indices explain credit risk in agricultural microfinance?	20
VI	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	22
	Literatur	30
	Publikationsliste	33
	Erklärung über den geleisteten Eigenanteil an der Arbeit	34
	Eidesstattliche Erklärungen.....	36

I Einleitung

„In diesem Jahr handelt es sich um ein Wetterereignis von nationalem Ausmaß.“

Mit diesen Worten beschrieb Bundeslandwirtschaftsministerin Julia Klöckner in einem Statement die Situation in der Landwirtschaft im Jahr 2018. Anhaltende Trockenheit führte in einigen Regionen Deutschlands zu massiven Ertragsrückgängen (BMEL, 2018). Die landwirtschaftliche Produktion wird maßgeblich vom Wetter beeinflusst (Iglesias *et al.*, 2012). Selbst in der gemäßigten Klimazone Mitteleuropas wird infolge des Klimawandels erwartet, dass Wetterrisiken in Zukunft weiter zunehmen werden (Olesen *et al.*, 2011). Mit Bezug auf die Landwirtschaft in der Europäischen Union (EU) haben die Reformen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) zu einer stärkeren Liberalisierung der Agrarmärkte geführt (Tangermann und Cramon-Taubadel, 2013). Die Konsequenz einer gestiegenen Marktorientierung ist ein höheres Preisrisiko, da die Landwirte mit der Volatilität der Weltmarktpreise konfrontiert werden (Chavas, 2011). Produktions- und Preisrisiken sind die Haupttreiber der Volatilität landwirtschaftlicher Einkommen (Barry *et al.*, 2001). Hieraus wird deutlich, dass das Risikomanagement in landwirtschaftlichen Betrieben eine wichtige Aufgabe darstellt.

Das landwirtschaftliche Risikomanagement stellt in der EU auch ein politisches Handlungsfeld dar. Aktuell erhalten Landwirte aus Mitteln der ersten Säule der GAP eine Einkommensunterstützung in Form von flächenabhängigen Direktzahlungen. In der Literatur werden die Direktzahlungen allerdings aufgrund ihrer geringen Präzision kritisiert. Im Hinblick auf die Reform der GAP mit Ende der aktuellen Förderperiode im Jahr 2020 wird vielfach gefordert, die Direktzahlungen zu reduzieren oder schrittweise abzuschaffen (z. B., Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim BMEL, 2018). Die freiwerdenden Mittel könnten für präzisere Risikomanagementinstrumente genutzt werden, die nur diejenigen Landwirte kompensieren, die Einkommensverluste erfahren haben (Veerman *et al.*, 2016; Buckwell *et al.*, 2017; Cramon-Taubadel und Heinemann, 2017; Jambor und Harvey, 2010; Swinnen, 2009; Tangermann, 2011).

Mit der Reform der GAP im Jahr 2013 wurde bereits die Möglichkeit eröffnet auf nationaler Ebene Mittel der zweiten Säule für die Subventionierung von Prämienkosten für Ernte-, Tier- und Pflanzenversicherungen, zur Einrichtung von durch die EU kofinan-

zierten Fonds auf Gegenseitigkeit und das Income Stabilisation Tool (IST), eine Einkommensversicherung, zu verwenden (Europäische Kommission, 2013). Vor allem das IST wurde in der agrarökonomischen Literatur aufgrund seiner Kompatibilität mit der Green-Box der World Trade Organisation intensiv diskutiert (vgl. z.B., Assefa *et al.*, 2012; El Benni *et al.*, 2016; Finger und El Benni, 2014). Das IST basiert auf dem Prinzip eines Fonds auf Gegenseitigkeit. Die Finanzierung von Ausgleichszahlungen erfolgt durch regelmäßige Einzahlungen der Mitglieder des Fonds und wird von der EU finanziell gefördert (Europäische Kommission, 2013). Diese Möglichkeiten werden bislang nur von einigen wenigen Mitgliedsstaaten genutzt (Bardají *et al.*, 2016).

Vor diesem Hintergrund setzt der erste Themenkomplex dieser Dissertation, bestehend aus zwei Beiträgen, im Hinblick auf die Kritik an den Direktzahlungen den Fokus auf die Akzeptanz von Einkommensversicherungsinstrumenten zu deren Subventionierung die Direktzahlungen reduziert werden. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen ist es möglich Handlungsempfehlungen unter anderem für die Politik in Bezug auf die Debatte um die GAP nach 2020 abzuleiten.

Der erste Beitrag in Kapitel II dieser Dissertation („*Status quo des Risikomanagements in der deutschen Landwirtschaft: Besteht Bedarf an einer Einkommensversicherung?*“, erschienen in *Berichte über Landwirtschaft* 96(3) (2018)) untersucht zunächst den Status quo des einzelbetrieblichen Risikomanagements in der deutschen Landwirtschaft. Denn, ob staatliche Unterstützung durch die Subventionierung von Einkommensversicherungsinstrumenten erforderlich ist, hängt auch von der Risikoexposition und den derzeit eingesetzten Risikomanagementinstrumenten ab. Dazu werden in diesem Beitrag folgende Forschungsfragen geklärt:

- Welche Risikoquellen haben die größte Bedeutung in der deutschen Landwirtschaft?
- Wie werden die Schwankungen des landwirtschaftlichen Einkommens eingestuft?
- Welche Risikomanagementinstrumente werden eingesetzt?

Aufgrund der Tatsache, dass das IST als Einkommensversicherung nur die Landwirte kompensiert deren landwirtschaftliches Einkommen deutlich unterhalb des langjährigen Mittels liegen (Europäische Kommission, 2013), stellt das IST ein präziseres Einkommensversicherungsinstrument als die Direktzahlungen dar. Somit entspricht das IST der Forderung nach einem effizienteren Risikomanagementinstrument (vgl. z.B., Cramon-

Taubadel und Heinemann, 2017). Daher ist es ein weiteres Ziel dieses Beitrags folgende Forschungsfrage zu beantworten:

- Würden deutsche Landwirte ein subventioniertes IST akzeptieren, für dessen Subventionierung die Direktzahlungen gekürzt werden?

Das bestehende Risikomanagement in landwirtschaftlichen Betrieben wurde bereits von Scharner *et al.* (2016) untersucht. Allerdings konzentrierten die Autoren sich ausschließlich auf österreichische Milchproduzenten. Eine Studie von Garrido und Szekely (2008) untersuchte die Verwendung von Risikomanagementinstrumenten in Europa, jedoch wurde kein Bezug zur Gestaltung der GAP hergestellt. Deswegen kann dieser Beitrag durch die Verknüpfung der Erhebung des Status quo des Risikomanagements mit der Diskussion über den Einsatz des IST zur agrarökonomischen Literatur beitragen.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde eine Befragung von 133 deutschen Landwirten online durchgeführt. Die Risikoexposition wurde mit Fragen zur Häufigkeit des Auftretens landwirtschaftlich relevanter Risiken, der Höhe der damit verbundenen Erlösverluste und der Höhe der Einkommensschwankungen erhoben. Fragen zum Risikomanagement bezogen sich auf die verwendeten inner- und außerbetrieblichen Risikomanagementinstrumente, die Bedeutung der Direktzahlungen für den landwirtschaftlichen Betrieb und die Akzeptanz des IST. Zusätzlich wurden verschiedene politikbezogene Statements verwendet, um die Einschätzung der Landwirte bzgl. der zukünftigen Gestaltung der GAP zu erfassen. Die Risikoeinstellung der Landwirte wurde mittels einer Selbsteinschätzung nach Dohmen *et al.* (2011) erhoben.

Der in Kapitel III vorgestellte Beitrag („*German farmers' acceptance of subsidized insurance associated with reduced direct payments*“, erschienen in *Agricultural Finance Review*, DOI: 10.1108/AFR-07-2017-0059) knüpft an den ersten Beitrag in Kapitel II an. Der Kern dieses Beitrags ist ebenfalls die Untersuchung der Akzeptanz subventionierter Einkommensversicherungsinstrumente deren Einführung mit einer Kürzung der Direktzahlungen einhergeht. In diesem Beitrag wird allerdings neben einer Einkommensversicherung, die das gesamte landwirtschaftliche Einkommen aller Produktionsaktivitäten versichert, auch eine Mehrgefahren-Erlösversicherung betrachtet. Mehrgefahren-Erlösversicherungen sichern, wie auch Einkommensversicherungen, gegen Preis-

und Ertragsrisiken ab. Allerdings beziehen sich Mehrgefahren-Erlösversicherungen auf den Erlös von nur einer Kultur (Bardají *et al.*, 2016). Subventionierte Mehrgefahren-Erlösversicherungen wurden in den USA schon in den 1980er Jahren eingeführt (Smith und Glauber, 2012). Auch wird in den USA eine subventionierte Einkommensversicherung angeboten, die dem IST ähnelt, aber nicht als Fonds auf Gegenseitigkeit operiert, sondern als klassische Versicherung ausgestaltet ist (Bielza Diaz-Caneja *et al.*, 2009). Aufgrund der Flexibilität die versicherte Kultur von Jahr zu Jahr wechseln zu können, könnte für Landwirte eine Mehrgefahren-Erlösversicherung besonders interessant sein (Mishra und Goodwin, 2003). Hingegen steht die durch eine Einkommensversicherung versicherte Größe, das landwirtschaftliche Einkommen aller Produktionsaktivitäten, in direktem Zusammenhang mit der Profitabilität eines landwirtschaftlichen Unternehmens (Huirne *et al.*, 2007; Meuwissen *et al.*, 2003). Aus diesem Grund könnten Landwirte eine Einkommensversicherung als besonders interessant einschätzen.

Das Ziel dieses Beitrags ist es daher Präferenzen deutscher Landwirte, ausgedrückt durch deren Zahlungsbereitschaft, für subventionierte Einkommensversicherungen und Mehrgefahren-Erlösversicherungen zu untersuchen. Hierbei wird explizit der Einfluss einer Kürzung der Direktzahlungen auf die Zahlungsbereitschaft der Landwirte berücksichtigt. Dieser Beitrag ist der erste, der die Zahlungsbereitschaft deutscher Landwirte für die genannten Einkommensversicherungsinstrumente unter Berücksichtigung einer Reduktion der Direktzahlungen analysiert. Somit soll dieser Beitrag zur agrarökonomischen Forschung und zur Debatte um die GAP nach 2020 durch die Beantwortung folgender Forschungsfragen beitragen:

- Welche Zahlungsbereitschaft haben deutsche Landwirte für eine Mehrgefahren-Erlösversicherung und eine Einkommensversicherung?
- In welchem Umfang beeinflussen die Eigenschaften der Versicherungen und im Speziellen eine Reduktion der Direktzahlungen die Zahlungsbereitschaft deutscher Landwirte für eine Mehrgefahren-Erlösversicherung und eine Einkommensversicherung?
- Welche weiteren Faktoren beeinflussen die Zahlungsbereitschaft deutscher Landwirte für eine Mehrgefahren-Erlösversicherung und eine Einkommensversicherung und in welchem Umfang?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wurde ein Discrete Choice Experiment mit 103 deutschen Landwirten online durchgeführt. Im Discrete Choice Experiment wurden

die teilnehmenden Landwirte mit der hypothetischen Situation konfrontiert, entscheiden zu müssen, ob sie eine Einkommensversicherung, eine Mehrgefahren-Erlösversicherung oder keine der beiden Versicherungen abschließen möchten. Beide Versicherungsalternativen wurden durch folgende Attribute charakterisiert: Versicherungsprämie, Subventionierung der Versicherungsprämie, Deckungshöhe, Kürzung der Direktzahlungen und Form der Implementierung. Insgesamt wurde jeder Teilnehmer mit 12 Entscheidungssituationen konfrontiert. In jeder Entscheidungssituation wurden die Versicherungsalternativen durch variierende Ausprägungen der Attribute unterschiedlich charakterisiert.

Während die oben beschriebenen schadensbasierten Versicherungen, die Einkommensversicherung bzw. das IST und die Mehrgefahren-Erlösversicherung, sowohl das Preis als auch das Ertragsrisiko absichern, beziehen sich Wetterindexversicherungen nur auf das Ertragsrisiko. Allerdings haben Wetterindexversicherungen durch ihre Konzeption Vorteile gegenüber klassischen schadensbasierten Versicherungen. Bei Wetterindexversicherungen erfolgt die Kompensation eines Ertragsausfalls in Abhängigkeit eines objektiv messbaren, häufig meteorologischen Index. Fällt dieser Index unterhalb eines oder überschreitet dieser einen vertraglich festgelegten Wert, kommt es zu einer Auszahlung (Leblois und Quirion, 2013; Turvey, 2001). Dadurch, dass die Zahlungen auf einem objektiv messbaren Index beruhen, sind Wetterindexversicherungen im Gegensatz zu klassischen schadensbasierten Versicherungen nicht von Moral-Hazard und adverser Selektion betroffen (Leblois und Quirion, 2013; Turvey, 2001). Dies führt dazu, dass Wetterindexversicherungen vergleichbar geringe Transaktionskosten aufweisen. Allerdings verbleibt beim Abschluss einer Wetterindexversicherung ein Basisrisiko beim Landwirt, da der Index in der Regel nicht perfekt mit dem Ertrag der versicherten Kultur korreliert (Norton *et al.*, 2012; Skees, 2008; Woodard und Garcia, 2008). Folglich ist es möglich, dass ein versicherter Landwirt im Schadensfall keine Auszahlung durch die Wetterindexversicherung erhält oder vice versa (Skees, 2008; Woodard und Garcia, 2008). Ist eine Wetterindexversicherung also mit einem hohen Basisrisiko verbunden, ist diese Versicherung durch ein geringes Risikoreduzierungspotenzial bzw. eine geringe Hedgingeffektivität charakterisiert. Eine geringe Hedgingeffektivität ist ein wesentlicher Grund für eine geringe Akzeptanz von Wetterindexversicherungen sowohl in entwickelten Ländern (Smith und Glauber, 2012; Smith und Watts, 2012) als auch in weniger entwickelten Ländern (Carter *et al.*, 2017; Platteau *et al.*, 2017).

Vor diesem Hintergrund widmet sich der zweite Themenkomplex dieser Dissertation der Verwendung von satellitenbasierten Vegetationsindices für Wetterindexversicherungen. Hierzu soll zum einen die Frage geklärt werden, ob satellitenbasierte Vegetationsindices zu einer Reduktion des Basisrisikos im Vergleich zu meteorologischen Indices führen können. Zum anderen wird das Potential satellitenbasierter Wetterindexversicherungen als Risikomanagementinstrument zur Absicherung des Kreditrisikos landwirtschaftlicher Kreditportfolios im Kontext eines weniger entwickelten Lands untersucht.

Der in Kapitel IV dargestellte Beitrag („*Comparing the hedging effectiveness of weather derivatives based on remotely-sensed vegetation health indices and meteorological indices*“, erschienen in *Weather, Climate and Society* 11(1): 33-48 (2018)) untersucht die Verwendung der satellitenbasierten Vegetationsindices Vegetation Condition Index (VCI), Temperature Condition Index (TCI) und Vegetation Health Index (VHI) für Wetterindexversicherungen. Dazu werden zum einen die Korrelationen zwischen den Indices und dem Winterweizenertrag auf einzelbetrieblicher Ebene und Landkreisebene in Nordostdeutschland analysiert. Zum anderen werden die Hedgingeffektivitäten der auf Basis des VCI, TCI und VHI konzipierten Wetterindexversicherungen berechnet. Als Benchmarks dienen die in der Literatur häufig verwendeten niederschlags- und temperaturbasierten Wetterindexversicherungen (Leblois und Quirion, 2013; Turvey, 2001). Ein großer Vorteil satellitenbasierter Vegetationsindices ist, dass für deren Berechnung keine Wetterstationen notwendig sind. Die für die Berechnung der Vegetationsindices notwendigen Daten werden per Satellit gemessen und sind nahezu in Echtzeit sowie global verfügbar (Quiring und Ganesh, 2010). Die Hedgingeffektivität meteorologischer Wetterindexversicherungen wird durch die Entfernung zur nächsten Wetterstation beeinflusst. Insbesondere im Fall von Niederschlagsindices nimmt mit zunehmender Entfernung zur nächsten Wetterstation die Hedgingeffektivität ab (Gommes und Göbel, 2013; Norton *et al.*, 2012). In der Literatur zu satellitenbasierten Wetterindexversicherungen wird hauptsächlich der Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) verwendet. Allerdings stellen Turvey und McLaurin (2012) fest, dass der NDVI ohne standortspezifische Anpassung eine geringe Eignung als Index für eine Wetterindexversicherung aufweist.

Die geforderten standortspezifischen Anpassungen werden durch den VCI, TCI und VHI berücksichtigt (Kogan *et al.*, 2015). Durch die Ergebnisse verschiedener Studien wird zudem gezeigt, dass der VCI, TCI und vor allem der VHI, als Mittelwert von VCI und TCI, stark mit Getreideerträgen korrelieren (Dabrowska-Zielinska *et al.*, 2002; Kogan *et al.*, 2015; Kogan *et al.*, 2012; Salazar *et al.*, 2007). Die Unabhängigkeit von Wetterstationen, die globale Verfügbarkeit der Daten und die hohe Korrelation mit Getreideerträgen deuten auf eine möglicherweise höhere Hedgingeffektivität bzw. ein geringes Basisrisiko VCI-, TCI-, und VHI-basierter Wetterindexversicherungen hin. Bis dato existiert nur eine Studie von Bokusheva *et al.* (2016), die den VCI und TCI als Indices für Wetterindexversicherungen in Kasachstan untersuchen. Allerdings berücksichtigen die Autoren in ihrer Studie weder einen Vergleich zu Niederschlags- und Temperaturindices noch den VHI. Auch wurde das Potential des VCI, TCI und VHI für Wetterindexversicherungen noch nicht in einem Land mit der Flächenstruktur, den vielfältigen Fruchtfolgen und dem gemäßigten Klima, wie in Deutschland untersucht. Zusätzlich wurden im vorliegenden Beitrag die Wetterindexversicherungen sowohl auf einzelbetrieblicher Ebene als auch auf Landkreisebene konzipiert. Daher ist es das Ziel dieses Beitrags folgende Forschungsfragen zu beantworten:

- Wie hoch sind die Korrelationen zwischen dem VCI, TCI und VHI und dem Winterweizenertrag auf einzelbetrieblicher und Landkreisebene in Nordostdeutschland?
- Wie unterscheiden sich die VCI-, TCI- und VHI-basierten von den temperatur- und niederschlagsbasierten Wetterindexversicherungen in Bezug auf die Hedgingeffektivität bzw. das verbleibende Basisrisiko auf einzelbetrieblicher und Landkreisebene?

Zur Berechnung des VCI, TCI und VHI wurde der Advanced Very High Resolution Radiometer Datensatz verwendet (NOAA/STAR, 1981). Dieser Datensatz enthält die zur Berechnung notwendigen NDVI und Brightness Temperature Daten mit einer räumlichen Auflösung von 4 km × 4 km. Als Datengrundlage für die niederschlags- und temperaturbasierten Wetterindexversicherungen dienten Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD, 2015). Es lagen Winterweizenerträge von 11 landwirtschaftlichen Betrieben acht zugehörigen Landkreisen für den Zeitraum von 1995-2015 vor. Die Indices wurden für die bewirtschafteten Flächen eines jeden Betriebs und für die landwirtschaftliche Nutzfläche eines jeden Landkreises für den Zeitraum von 1995-2015 berechnet. Zur Bestimmung der Korrelation zwischen Index und Winterweizenertrag

wurden Korrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet. Das Design und die Preissetzung für die Indexversicherungen erfolgte unter Verwendung von Quantilsregressionen (Conradt *et al.*, 2015) und Index Value Simulationen.

Der letzte Beitrag in Kapitel V dieser Dissertation („*Do remotely-sensed vegetation health indices explain credit risk in agricultural microfinance?*“, erschienen als DARE Diskussionspapier Nr. 1902) untersucht das Potential satellitenbasierter Wetterindexversicherungen zur Absicherung des Kreditrisikos des landwirtschaftlichen Kreditportfolios eines kommerziellen Mikrofinanzinstituts. Exemplarisch wird hier die AccèsBanque Madagaskar betrachtet (ABM, 2016). Dazu wird untersucht, ob der VCI, TCI bzw. der VHI einen Teil dieses Kreditrisikos erklären kann. Systemische Wetterrisiken haben vor allem für Kleinbauern in weniger entwickelten Ländern negative Folgen aufgrund fehlender Risikomanagementmöglichkeiten (Barnett *et al.*, 2008). Die daraus resultierenden Einkommensschwankungen der Kleinbauern beeinflussen stark deren Kreditrückzahlungsfähigkeit. Folglich ist die Vergabe von Mikrokrediten an Kleinbauern im Vergleich zu nicht-landwirtschaftlichen Unternehmern häufig mit einem höheren Kreditausfallrisiko für die Mikrofinanzbanken verbunden (Giné und Yang, 2009; Miranda und Gonzalez-Vega, 2010). In der Studienregion wird vor allem Reis angebaut und das landwirtschaftliche Einkommen durch dessen Verkauf erwirtschaftet (Minten *et al.*, 2009). Aus diesem Grund hängt die Rückzahlungsfähigkeit für Kredite, die für die Inputbeschaffung zum Reisanbau aufgenommen werden, stark von der Menge an geerntetem Reis ab. Einen Einfluss von Wetterrisiken auf das Kreditrisiko konnte bereits von Negenborn *et al.* (2018) bestätigt werden. Die Autoren konnten zeigen, dass das Kreditrisiko landwirtschaftlicher Kreditportfolios durch wetterstationsbasierte Niederschlags- und Evapotranspirationsindices erklärt werden kann. Allerdings ist die Wetterstationsdichte besonders in weniger entwickelten Ländern gering ausgeprägt. Auch ist die Verfügbarkeit von Wetterdaten mit langfristigen und kontinuierlichen Zeitreihen häufig nicht gegeben (Meroni *et al.*, 2013). Aufgrund ihrer Unabhängigkeit von Wetterstationen (Quiring und Ganesh, 2010) und ihrer hohen Korrelation unter anderem auch mit Reisertagen (Rahman *et al.*, 2009), sollten der VCI, TCI und VHI besonders gut das Kreditrisiko des untersuchten Mikrofinanzinstituts erklären. Konkret werden vor diesem Hintergrund folgende Forschungsfragen durch diesen Beitrag beantwortet:

- Können der VCI, TCI und VHI neben den Charakteristika der Kredite und Kreditnehmer das Kreditrisiko der AccèsBanque Madagaskar erklären?
- Wie verändert sich der Erklärungsgehalt des VCI, TCI und VHI in Abhängigkeit von der Höhe des Kreditrisikos?

Zur Berechnung des VCI, TCI und VHI wurde die gleiche Datengrundlage wie im vorherigen Beitrag verwendet. Es lag ein Datensatz mit Informationen über die Kreditrückzahlungsfähigkeit der Kreditnehmer in Form von sog. Kreditrisikoindikatoren (Portfolio at Risk) sowie weiteren Kredit- und Kreditnehmercharakteristika für Kredite aus dem Zeitraum von November 2010 bis Februar 2015 für insgesamt 4 Filialen der AccèsBanque Madagaskar vor. Die Indices wurden für die mit Reis bestellten Flächen im Einzugsgebiet einer jeden Filiale berechnet. Zunächst wurde der Zeitraum mit dem höchsten Spearman Korrelationskoeffizienten zwischen den Vegetationsindices und den Kreditrisikoindikatoren bestimmt. Die über diesen Zeitraum aggregierten Vegetationsindices wurden dann neben den Kredit- und Kreditnehmercharakteristika als unabhängige Variablen in einem Sequential Logit Model verwendet, um die abhängige Variable, das Kreditrisiko, zu erklären. Um die Veränderung des Erklärungsgehalts von VCI, TCI und VHI in Abhängigkeit von der Rückzahlungsfähigkeit der Kreditnehmer zu erklären, wurden Quantilsregressionen verwendet.

Literatur

- ABM. (2016). Annual Report. AccèsBanque Madagascar, available at: https://www.accesbanque.mg/wp-content/uploads/2018/01/171123-RA-Acce%CC%80sBanque-2016_Correct.pdf (accessed 17 September 2018).
- Assefa, T.T., Meuwissen, M.P.M. and Asseldonk, M.A. (2012). Mutual insurance companies as a tool for farmer income stabilization: performance and prospects in the CAP, paper presented at the 126th EAAE Seminar 27 June – 29 June, Capri, Italy, available at: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/125991/2/Assefa%20et_al.pdf (accessed 16 January 2018).
- Bardají, I., Garrido, A., Blanco, I., Felis, A., Sumpsi, J.M. and García-Azcárate, T. (2016). Research for Agri Committee–State of Play of Risk Management tools implemented by Member States during the period 2014-2020: National and European Frameworks. DG for Agriculture and Rural Development, European Parliament, Brussels, available at: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/573415/IPOL_STU\(2016\)573415_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/573415/IPOL_STU(2016)573415_EN.pdf) (accessed 16 January 2018).
- Barnett, B.J., Barrett, C.B. and Skees, J.R. (2008). Poverty traps and index-based risk transfer products. *World Development* 36(10): 1766–1785.
- Barry, P.J., Escalante, C.L. and Bard, S.K. (2001). Economic risk and the structural characteristics of farm businesses. *Agricultural Finance Review* 61(1): 74–86.
- Bielza Diaz-Caneja, M., Conte, C.G., Gallego Pinilla, F.J., Strobmair, J., Catenaro, R., Dittman, C. (2009). Risk management and agricultural insurance schemes in Europe. Joint Research Center, European Commission, available at: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/reference-reports/risk-management-and-agricultural-insurance-schemes-europe> (accessed 16 January 2018).
- BMEL. (2018). Bundeslandwirtschaftsministerin Julia Klöckner: „In diesem Jahr handelt es sich um ein Wetterereignis von nationalem Ausmaß“, Pressemitteilung Nr. 102 vom 22.08.18, available at: https://www.bmel.de/SharedDocs/Presse_mitteilungen/2018/102-Bund-Laender-Hilfsprogramm.html (accessed 1 February 2019).
- Bokusheva, R., Kogan, F., Vitkovskaya, I., Conradt, S. and Batyrbayeva, M. (2016). Satellite-based vegetation health indices as a criteria for insuring against drought-related yield losses. *Agricultural and Forest Meteorology* 220: 200–206.
- Buckwell, A., Matthews, A., Baldock, D. and Mathijs, E. (2017). Thining out of the box. Further modernization of the CAP - why, what and how. RISE Foundation

- Brussels, Belgium, available at: http://www.risefoundation.eu/images/files/2017/2017_RISE_CAP_Summary.pdf (accessed 1 February 2019).
- Carter, M., Janvry, A. de, Sadoulet, E. and Sarris, A. (2017). Index insurance for developing country agriculture: A reassessment. *Annual Review of Resource Economics* 9: 421–438.
- Chavas, J.-P. (2011). Agricultural policy in an uncertain world. *European Review of Agricultural Economics* 38(3): 383–407.
- Conradt, S., Finger, R. and Bokusheva, R. (2015). Tailored to the extremes: Quantile regression for index-based insurance contract design. *Agricultural Economics* 46(4): 537–547.
- Cramon-Taubadel, S.v. and Heinemann, F. (2017). flashlight europe 06/2017: The EU's Common Agricultural Policy. Why reform is overdue. available at: <http://www.bertelsmann-stiftung.de/en/-/publications/publication/did/flashlight-europe-062017-the-eus-common-agricultural-policy-why-reform-is-overdue/> (accessed June 2017).
- Dabrowska-Zielinska, K., Kogan, F., Ciolkosz, A., Gruszczynska, M. and Kowalik, W. (2002). Modelling of crop growth conditions and crop yield in Poland using AVHRR-based indices. *International Journal of Remote Sensing* 23(6): 1109–1123.
- Deutscher Wetterdienst. (2015). Time series of precipitation data from 1995-2015.
- Dohmen, T., Falk, A., Huffman, D., Sunde, U., Schupp, J. and Wagner, G.G. (2011). Individual risk attitudes: Measurement, determinants, and behavioral consequences. *Journal of the European Economic Association* 9(3): 522–550.
- Europäische Kommission. (2013). Regulation (EU) No 1305/2013 of the European Parliament and the council of 17 December 2013 on support for rural development by the European Agricultural fund for Rural Development (EAFRD) and repealing Council Regulation (Europäische Kommission) No 1698/2005, available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32013R1305> (accessed 1 February 2019).
- El Benni, N., Finger, R. and Meuwissen, M.P.M. (2016). Potential effects of the income stabilisation tool (IST) in Swiss agriculture. *European Review of Agricultural Economics* 43(3): 475–502.

- Finger, R. and El Benni, N. (2014). A note on the effects of the Income Stabilisation Tool on income inequality in agriculture. *Journal of Agricultural Economics* 65(3): 739–745.
- Garrido, A. and Szekely, C. (2008). Evaluating EU risk management instruments: policy lessons and prospects for the future, in Meuwissen, M.P.M., van Asseldonk, M.A. and Huirne, R.B. (Eds.), *Income stabilisation in European agriculture*, Wageningen Academic Publishers, Netherlands, pp. 79–96.
- Giné, X. and Yang, D. (2009). Insurance, credit, and technology adoption: Field experimental evidence from Malawi. *Journal of Development Economics* 89(1): 1–11.
- Gommes, R. and Göbel, W. (2013). Beyond simple, one-station rainfall indices, in Gommes, R. and Kayitakire, F. (Eds.), *The challenges of index-based insurance for food security in developing countries*, European Commission, pp. 205–221.
- Huirne, R., Meuwissen, M. and Asseldonk, M. (2007). Importance of whole-farm risk management in agriculture. *Handbook of operations research in natural resources*: 3–15.
- Iglesias, A., Garrote, L., Quiroga, S. and Moneo, M. (2012). A regional comparison of the effects of climate change on agricultural crops in Europe. *Climatic change* 112(1): 29–46.
- Jambor, A. and Harvey, D. (2010). Review of the challenges of CAP reform, working paper No. 27, Centre for Rural Economy, Newcastle University, United Kingdom.
- Kogan, F., Guo, W., Strashnaia, A., Kleshchenko, A., Chub, O. and Virchenko, O. (2015). Modelling and prediction of crop losses from NOAA polar-orbiting operational satellites. *Geomatics Natural Hazards & Risk Journal* 7(3): 886–900.
- Kogan, F., Salazar, L. and Roytman, L. (2012). Forecasting crop production using satellite-based vegetation health indices in Kansas, USA. *International Journal of Remote Sensing* 33(9): 2798–2814.
- Leblois, A. and Quirion, P. (2013). Agricultural insurances based on meteorological indices. realizations, methods and research challenges. *Meteorological Applications* 20(1): 1–9.
- Meroni, M., Kayitakire, F. and Brown, M.E. (2013). Remote sensing of vegetation: potential applications for index insurance, in Gommes, R. and Kayitakire, F. (Eds.), *The challenges of index-based insurance for food security in developing countries*, European Commission, pp. 238–245.

- Meuwissen, M.P.M., Huirne, R.B.M. and Skees, J.R. (2003). Income insurance in European agriculture. *EuroChoices* 2(1): 12–17.
- Minten, B., Randrianarison, L. and Swinnen, J.F.M. (2009). Global retail chains and poor farmers: Evidence from Madagascar. *World Development* 37(11): 1728–1741.
- Miranda, M.J. and Gonzalez-Vega, C. (2010). Systemic risk, index insurance, and optimal management of agricultural loan portfolios in developing countries. *American Journal of Agricultural Economics* 93(2): 399–406.
- Mishra, A.K. and Goodwin, B.K. (2003). Adoption of crop versus revenue insurance: a farm-level analysis. *Agricultural Finance Review* 63(2): 143–155.
- Negenborn, F. von, Weber, R. and Musshoff, O. (2018). Explaining weather-related credit risk with evapotranspiration and precipitation indices. *Agricultural Finance Review* 78(2): 246–261.
- NOAA/STAR. (1981). 4 km AVHRR-VHP data in GEO-TIFF format. STAR – global vegetation health products, available at: https://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/vci/VH/vh_ftp.php (accessed 1 December 2016).
- Norton, M.T., Turvey, C. and Osgood, D. (2012). Quantifying spatial basis risk for weather index insurance. *The Journal of Risk Finance* 14(1): 20–34.
- Olesen, J.E., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyra, J. and Micale, F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* 34(2): 96–112.
- Platteau, J.-P., Bock, O. de and Gelade, W. (2017). The Demand for Microinsurance: A Literature Review. *World Development* 94: 139–156.
- Quiring, S.M. and Ganesh, S. (2010). Evaluating the utility of the Vegetation Condition Index (VCI) for monitoring meteorological drought in Texas. *Agricultural and Forest Meteorology* 150(3): 330–339.
- Rahman, A., Roytman, L., Krakauer, N., Nizamuddin, M. and Goldberg, M. (2009). Use of vegetation health data for estimation of Aus rice yield in Bangladesh. *Sensors* 9(4): 2968–2975.
- Salazar, L., Kogan, F. and Roytman, L. (2007). Use of remote sensing data for estimation of winter wheat yield in the United States. *International Journal of Remote Sensing* 28(17): 3795–3811.

- Scharner, M., Pöchtrager, S. and Larcher, M. (2016). Risikoeinstellung und Risikowahrnehmung von Milchproduzenten in Österreich Risk Attitude and Risk Perception of Dairy Farmers in Austria. *German Journal of Agricultural Economics* 65(4): 262-273.
- Skees, J.R. (2008). Challenges for use of index-based weather insurance in lower income countries. *Agricultural Finance Review* 68(1): 197–217.
- Smith, V. and Watts, M. (2012). Index based agricultural insurance in developing countries: Feasibility, scalability and sustainability. World Bank Repl., p. 40, available at: <https://www.agriskmanagementforum.org/sites/agriskmanagementforum.org/files/Documents/vsmith-index-insurance.pdf> (accessed 12 July 2017).
- Smith, V.H. and Glauber, J.W. (2012). Agricultural insurance in developed countries: where have we been and where are we going? *Applied Economic Perspectives and Policy* 34(3): 363–390.
- Swinnen, J. (2009). On the future of direct payments, paper presented at the BEPA workshop February 26, European Commission, Brussels, available at: https://www.researchgate.net/publication/255586720_On_The_Future_of_Direct_Payments (accessed 1 December 2017).
- Tangermann, S. (2011). Direct payments in the CAP post 2013. DG for International Policies, European Parliament, Brussels available at: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2011/438624/IPOLAGRI_NT%282011%29438624_EN.pdf (accessed 1 September 2017).
- Tangermann, S. and v. Cramon-Taubadel, S. (2013). Agricultural policy in the European Union: An overview, working paper No. 1302, Department of Rural and Agricultural Development, Georg-August University, Göttingen, Germany.
- Turvey, C.G. (2001). Weather derivatives for specific event risks in agriculture. *Review of Agricultural Economics* 23(2): 333–351.
- Turvey, C.G. and McLaurin, M.K. (2012). Applicability of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in index-based crop insurance design. *Weather, Climate, and Society* 4(4): 271–284.
- Veerman, C.P.; Valverde Cabero, E., Babuchowski, A., Fresco, L.O., Giesen, H., Iwarson, T., Juhász, A. (2016). Improving Market Outcomes: Enhancing the position of farmers in the supply chain. European Commission, Brussels, available at: <https://ec.europa.eu/agriculture/>

[europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/agri-markets-task-force/improving-markets-outcomes_en.pdf](https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/agri-markets-task-force/improving-markets-outcomes_en.pdf) (accessed 16 January 2018).

Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim BMEL. (2018). Für eine gemeinwohlorientierte Gemeinsame Agrarpolitik der EU nach 2020: Grundsatzfragen und Empfehlungen. Stellungnahme. *Berlin*.

Woodard, J.D. and Garcia, P. (2008). Basis risk and weather hedging effectiveness. *Agricultural Finance Review* 68(1): 99–117.

II Status quo des Risikomanagements in der deutschen Landwirtschaft: Besteht Bedarf an einer Einkommensversicherung?

Autoren: Johannes Möllmann, Marius Michels, Cord von Hobe und Oliver Mußhoff

Erschienen in: Berichte über Landwirtschaft 96(3).

Zusammenfassung

Durch zunehmende Markt- und Klimarisiken steigen die zukünftigen Anforderungen an das landwirtschaftliche Risikomanagement. In der EU erhalten Landwirte staatliche Einkommensunterstützung durch die Direktzahlungen. Allerdings werden diese von verschiedenen Seiten aufgrund ihrer geringen Präzision kritisiert. Das von der Europäischen Kommission vorgeschlagene Income Stabilisation Tool (IST) könnte eine Alternative zu den Direktzahlungen sein. In welchem Umfang staatliche Unterstützung überhaupt erforderlich ist, hängt auch von der Risikoexposition und den derzeit eingesetzten Risikomanagementinstrumenten ab. Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Studie zum einen die Risikoexposition und die eingesetzten Risikomanagementinstrumente deutscher Landwirte. Zum anderen wird die Akzeptanz des IST als Alternative zu den Direktzahlungen analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die überwiegend risikoaversen Landwirte Produktpreisrisiken und Risiken durch Trockenschäden als die relevantesten Quellen von Einkommensschwankungen einstufen. Diese Risiken werden hauptsächlich durch Forward-Kontrakte, Lagerhaltung und finanzielle Reserven abgesichert. Wenige Landwirte verwenden Wareterminkontrakte zur Preisabsicherung oder Versicherungen gegen Trockenschäden. Die Akzeptanz des IST sowie die Höhe der akzeptierten Reduktion der Direktzahlungen ohne Nutzenverlust für die Landwirte im Austausch für das IST fallen gering aus. Daraus folgt nicht, dass der Status quo der Agrarpolitik in Deutschland in Bezug auf das Risikomanagement und die Direktzahlungen keinen Spielraum für eine Weiterentwicklung bietet. Eine mögliche Ansatzstelle der Agrarpolitik in Bezug auf Produktpreisrisiken wäre, das Verständnis und die Nutzung von Wareterminkontrakten zu fördern. In Bezug auf Produktionsrisiken wäre die Förderung der Entwicklung von innovativen Versicherungsprodukten (z. B. satellitenbasierte Wetterindexversicherungen) denkbar. Des Weiteren könnten Versicherungsprä-

II Status quo des Risikomanagements in der deutschen Landwirtschaft: Besteht Bedarf an einer Einkommensversicherung?

mien durch staatliche Unterstützung als Rückversicherer reduziert werden. Aufgrund der hohen Zustimmung zu einer staatlichen Förderung von Umweltleistungen könnte ein Teil der Direktzahlungen länderspezifisch an die Umsetzung von Umweltmaßnahmen gekoppelt werden.

III German farmers' acceptance of subsidized insurance associated with reduced direct payments

Autoren: Johannes Möllmann, Marius Michels und Oliver Mußhoff

Erschienen in: Agricultural Finance Review, DOI: 10.1108/AFR-07-2017-0059.

Abstract

Purpose: The outstanding reform of the Common Agriculture Policy allows for changes regarding its most criticized component, the direct payment scheme. The purpose of this paper is to investigate farmers' acceptance of subsidized whole farm income insurance (WFI) and single-crop, multi-peril revenue insurance (RI) that are associated with a reduction of direct payments.

Design/methodology/approach: By applying a generalized multinomial logit model on data of a discrete choice experiment, German farmers' preferences, expressed as their willingness to pay (WTP), for WFI and RI are revealed.

Findings: The results show a positive WTP for WFI and RI. The average farmer has a higher WTP for WFI than for RI. By increasing the coverage level, the negative influence of a reduction of direct payments on WTP for insurance can be compensated. Individual risk attitude and assessed importance of direct payments for the farm business show a statistically significant influence on the WTP.

Practical implications: The results suggest that, even if direct payments were abolished in order to subsidize WFI or RI, German farmers' WTP for both insurance products would remain positive. However, to finally assess whether subsidizing insurance is the right means of providing public support, it is necessary to assess whether farmers' WTP meets the costs for such an insurance scheme.

Originality/value: To the authors' knowledge, this is the first study investigating German farmers' WTP for WFI and RI using an experimental approach by explicitly considering the partial to complete replacement of direct payments by subsidized insurance.

Keywords: Common Agricultural Policy, Direct Payments, Revenue Insurance, Whole Farm Income Insurance

IV Comparing the hedging effectiveness of weather derivatives based on remotely sensed vegetation health and meteorological indices

Autoren: Johannes Möllmann, Matthias Buchholz und Oliver Mußhoff

Erschienen in: Weather, Climate and Society, 11(1), 33-48.

Abstract

Weather derivatives are considered a promising agricultural risk management tool. Station-based meteorological indices typically provide the data underlying these instruments. However, the main shortcoming of these weather derivatives is an imperfect correlation between the weather index and the yield of the insured crop, called basis risk. This paper considers three available remotely-sensed Vegetation Health (VH) indices, namely the Vegetation Condition Index (VCI), the Temperature Condition Index (TCI) and the Vegetation Health Index (VHI), as indices for weather derivatives in a German case study. We investigated the correlation and period of highest correlation with winter wheat yield. Moreover, we analyzed whether the use of remotely-sensed VH indices for weather derivatives can reduce basis risk and thus improve the performance of weather derivatives. The two commonly-used meteorological indices, precipitation and temperature sums, were employed as benchmarks. Quantile regression and index value simulation were used for the design and pricing of the weather derivatives. The analysis for the selected farms and corresponding counties in north-eastern Germany revealed that, on average, the VHI resulted in the highest correlation with winter wheat yield and that VHI-based weather derivatives were also superior in terms of the hedging effectiveness. The total periods of the highest correlations ranged from the beginning of April to the end of July. VHI- and VCI-based weather derivatives led to statistically significant reductions of basis risk compared to the benchmarks. Our results indicate that the VH-index-based weather derivatives can be useful alternatives to meteorological indices, especially in regions with sparser weather station networks.

Keywords: Agriculture, Insurance, Remote sensing

V Do remotely-sensed vegetation health indices explain credit risk in agricultural microfinance?

Autoren: Johannes Möllmann, Matthias Buchholz, Wienand Kölle und Oliver Mußhoff

Erschienen als: DARE Diskussionspapier Nr. 1902.

Abstract

Farmers' vulnerability to adverse weather events, which are likely to increase in frequency and magnitude due to climate change, is a major impediment to a sufficient credit supply. Smallholder farmers' access to credit is, among other factors, crucial for productivity and output growth. Index insurance could help lenders to compensate for lacking installment payments in years with severe weather conditions and, thus, is considered to accelerate agricultural lending. Using a unique borrower dataset provided by a Microfinance Institution (MFI) in Madagascar, we analyze whether remotely-sensed vegetation health indices can explain the credit risk of the MFI's agricultural loan portfolio. Therefore, we utilize sequential logit models and quantile regressions. More specifically, we consider the remotely-sensed Vegetation Condition Index, Temperature Condition Index and the Vegetation Health Index as independent variables at the individual branch and the aggregated bank level. These indices are available globally and can potentially enhance the effectiveness of index insurance by reducing basis risk, a major drawback of index insurance. Moreover, we consider loan- and socio-demographic variables of the borrowers as additional independent variables. Our results show that the credit risk of the MFI is explained, to a large extent, by the vegetation health indices. Moreover, the results from quantile regressions show that the explanatory power of the vegetation health indices increases with increasing credit risk. Thus, utilizing remotely-sensed vegetation health indices for index insurance designs might be particularly valuable for MFIs to hedge the credit risk of their agricultural loan portfolio. Facing lower default rates, MFIs could reduce interest rates. Remotely-sensed index insurance could therefore enhance access to credit, contributing to sustainable development in the study region.

V Do remotely-sensed vegetation health indices explain credit risk in agricultural microfinance?

Keywords: Remotely-sensed data, Vegetation Health Indices, Credit risk, Microcredit, Index insurance

VI Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Zunehmende Klima- und Marktrisiken stellen hohe Anforderungen an das Risikomanagement landwirtschaftlicher Betriebe. In diesem Zusammenhang betrachtet die vorliegende Dissertation Versicherungen als Risikomanagementinstrumente in zwei Themenkomplexen. Der erste Themenkomplex (Kapitel II und Kapitel III) beleuchtet zum einen den Status quo des Risikomanagements in der deutschen Landwirtschaft. Zum anderen wird die Akzeptanzbereitschaft deutscher Landwirte für eine Kürzung der in der Kritik stehenden, flächengebundenen Direktzahlungen zu Gunsten subventionierter Einkommensversicherungsinstrumente betrachtet. Der zweite Themenkomplex fokussiert auf die Absicherung des Produktionsrisikos durch Wetterindexversicherungen, die sich durch geringere Transaktionskosten von den klassischen, schadensbasierten Versicherungen abheben. Konkret geht es um die Beurteilung der Verwendung satellitenbasierter Vegetationsindices. Hierzu wird in Beitrag drei (Kapitel IV) untersucht, ob die Verwendung satellitenbasierter Vegetationsindices zu einer besseren Hedgingeffektivität im Vergleich zu meteorologischen Indices führt. Der vierte und letzte Beitrag (Kapitel V) beleuchtet das Potential satellitenbasierter Wetterindexversicherungen zur Absicherung des Kreditrisikos im Kontext der Vergabe von Mikrokrediten an Kleinbauern am Beispiel der AccèsBanque Madagaskar. Die Kernergebnisse und die daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen der vier Beiträge werden im Folgenden zusammengefasst. Zusätzlich werden weitere Forschungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Der erste Beitrag untersucht auf Basis einer Befragung deutscher Landwirte deren Risikoexposition sowie die eingesetzten Risikomanagementinstrumente, auch wurde die Akzeptanz einer Reduktion der Direktzahlungen im Austausch für das IST erfragt. Die Ergebnisse zeigen, dass das Produktpreisrisiko und das Risiko von Trockenschäden als die häufigsten Quellen für Einkommensverluste genannt wurden und auch für die höchsten Einkommensverluste zwischen 2007 und 2017 verantwortlich gemacht wurden. Landwirte stuften in einer früheren Befragung zu Produktionsrisiken in der Landwirtschaft von Weber *et al.* (2008) ebenfalls das Auftreten des Risikos von Trockenschäden als sehr häufig ein. Somit können die Ergebnisse der vorliegenden Studie hier bestätigt werden. Des Weiteren, zeigt diese Studie, dass die Schwankungen des landwirtschaftlichen Einkommens im Untersuchungszeitraum mit mehr als 20 % sehr hoch eingestuft wurden. Zur Absicherung des Produktpreises setzten die befragten Landwirte

vornehmlich Forwards und Lagerhaltung ein. Wareterminkontrakte wurden nur von 16 % der Landwirte verwendet, Mehrgefahren- und Wetterindexversicherungen wurden nur von 11 % der befragten Landwirte eingesetzt. Die vornehmlich risikoaversen Landwirte waren geteilter Meinung, ob das bisherige betriebliche Risikomanagement ausreichend ist.

Die Zustimmung zu politik- und unternehmensbezogenen Statements nach Gorton *et al.* (2008) zeigt unter anderem, dass für 51 % der befragten Landwirte Direktzahlungen eine große Bedeutung für das Betriebseinkommen haben, während 40 % eine Einkommensunterstützung in Form von Direktzahlungen oder anderen staatlichen Maßnahmen als notwendig erachten. Während Gorton *et al.* (2008) in Bezug auf diese Statements ähnliche Tendenzen feststellen konnten, finden sich größere Unterschiede in Bezug auf das Statement zu Kompensationszahlungen für die Bereitstellung von Umweltleistungen. In der vorliegenden Studie fällt die Zustimmung mit über 60 % der befragten Landwirte deutlich größer aus. Hinsichtlich der Aufgabebereitschaft von Direktzahlungen im Austausch für das IST zeigen die Ergebnisse, dass diese sehr gering ausfällt und Unsicherheit bezüglich der Nützlichkeit besteht.

Aus den Kernergebnissen dieser Befragung lassen sich Empfehlungen für die Gestaltung der GAP ableiten, die den gemessenen Erwartungen der Landwirte entsprechen. In Bezug auf die hohe Exposition gegenüber Produktpreisrisiken und dem geringen Einsatz von Wareterminkontrakten, wäre es eine Möglichkeit die Informationslage im Hinblick auf weniger verbreitete Risikomanagementinstrumente wie Wareterminkontrakte zu verbessern. Auch wäre es möglich die Informationslage zu Versicherungsmöglichkeiten gegen trockenheitsbedingte Einkommensverluste zu verbessern. In Bezug auf das Risikomanagement werden diese Punkte auch vom Wissenschaftlichen Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim BMEL (2018) empfohlen. Darüber hinaus könnte der Staat als Rückversicherer auftreten, wodurch Risikoaufschläge auf die faire Versicherungsprämie begrenzt werden könnten. Die Notwendigkeit einer staatlichen Unterstützung für die Bereitstellung von Umweltleistungen wurde von der Mehrheit der befragten Landwirte bestätigt. Der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim BMEL (2018) fordert den Abbau von Direktzahlungen, die nicht an gesellschaftliche Ziele gekoppelt sind. Während das IST eine geringe Akzeptanz unter den befragten

Landwirten hervorrief, könnte eine teilweise Koppelung von Direktzahlungen an Umweltmaßnahmen eine höhere Akzeptanz hervorrufen. Inwieweit die vorgeschlagenen Maßnahmen wirksam sind, sollte Bestandteil weiterer Forschungsvorhaben sein.

Der zweite Beitrag dieser Dissertation knüpft thematisch an den ersten an. Im Rahmen eines Discrete Choice Experiments wurde die Zahlungsbereitschaft deutscher Landwirte für eine subventionierte Einkommensversicherung und eine subventionierte Mehrgefahren-Erlösversicherung erhoben. Im Experiment war die Subventionierung beider Versicherungen mit einer Reduktion der betrieblichen Direktzahlungen verbunden. Die Ergebnisse zeigen, dass die befragten Landwirte im Mittel eine positive Zahlungsbereitschaft für beide Versicherungen haben, wobei die Zahlungsbereitschaft für die Einkommensversicherung höher ausfiel. Es konnte allerdings in der Stichprobe eine hohe Heterogenität bzgl. der Präferenzen für beide Versicherungen festgestellt werden. Der gemessene Grad der Risikoaversion der befragten Landwirte wurde verwendet, um einen Teil dieser Heterogenität zu erklären. Je risikoaverser sich der befragte Landwirt eingeschätzt hat, desto höher war dessen Zahlungsbereitschaft für beide Versicherungen. Dies entspricht auch den Ergebnissen in der Literatur (Pérez-Blanco *et al.*, 2014; Shaik *et al.*, 2008).

Eine Erhöhung des Deckungsgrads als Anteil des Erlöses/ Einkommens, der durch die Versicherung abgesichert ist, hat eine deutliche Steigerung der Zahlungsbereitschaft für beide Versicherungen zur Folge. Dieses Ergebnis kann auch durch ähnliche Studien bestätigt werden (Liesivaara und Myyrä, 2014; Pérez-Blanco *et al.*, 2014). Die mit dem Versicherungsabschluss verbundene Reduktion der Direktzahlungen hat einen gegenläufigen Effekt. Mit zunehmender Reduktion der Direktzahlungen sinkt die Zahlungsbereitschaft für beide Versicherungen. Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass selbst bei einer Reduktion der Direktzahlungen um 100 % die Zahlungsbereitschaft für beide Versicherungen positiv bleibt, wenn gleichzeitig der Deckungsgrad um 10 %, von 60 % auf 70 %, erhöht wird. Ein Deckungsgrad von 70 % entspricht den Vorgaben der Europäischen Kommission (Europäischen Kommission, 2013). Allerdings konnte auch hier eine hohe Heterogenität in den Präferenzen festgestellt werden, so dass diese Berechnungen zwar im Mittel gelten, innerhalb der Stichprobe aber stark variieren. Um einen Teil dieser Heterogenität zu erklären wurde die Einschätzung der Bedeutung der Direktzahlungen für den eigenen Betrieb als zusätzliche Variable eingeführt. Hier führte eine höhere

Einstufung zu einer geringeren Zahlungsbereitschaft für beide Versicherungen. Die Form der Bereitstellung konnte als weiterer die Zahlungsbereitschaft beeinflussender Faktor identifiziert werden. Im Experiment konnten beide Versicherungen entweder durch den Staat oder durch Public Private Partnerships bereitgestellt werden. Im Fall von Public Private Partnerships unterstützt der Staat die Bereitstellung von Versicherungen durch private Versicherungsgesellschaften. Während diese Form der Bereitstellung durch die Konkurrenz zu anderen Versicherungsgesellschaften potentiell kosteneffizienter sein kann, ist der Transfer der Subventionszahlungen zum Landwirt durch das „rent-seeking“-Verhalten der Versicherungsgesellschaften ineffizienter (Goodwin und Smith, 2013). Landwirte könnten also Public Private Partnerships ebenfalls als ineffizienter wahrnehmen. Eine Bereitstellung durch Public Private Partnerships beeinflusste die Zahlungsbereitschaft für die Einkommensversicherung negativ. Weiter wird deutlich, dass soziodemographische Variablen die Zahlungsbereitschaft für beide Versicherungen beeinflussen.

Die Zahlungsbereitschaft für subventionierte Einkommensversicherungsinstrumente und deren Beeinflussung durch verschiedene Versicherungsattribute leistet einen wichtigen Beitrag zur Beurteilung dieser als mögliche Risikomanagementinstrumente in der GAP nach 2020. Als wichtige Stellschraube ist die Höhe des Deckungsgrads identifiziert worden, durch dessen Erhöhung sogar der negative Effekt einer Abschaffung der Direktzahlungen überkompensiert werden kann. Vor dem Hintergrund eines sinkenden EU Budgets für die GAP u. a. durch den wahrscheinlichen Austritt Großbritanniens aus der EU, spielen die Kosten für eine Subventionierung neuer Risikomanagementinstrumente eine wichtige Rolle. Die Höhe der Zahlungsbereitschaft beeinflusst diese Kosten maßgeblich (vgl., Smith und Glauber, 2012). Um allerdings feststellen zu können inwiefern die Zahlungsbereitschaft die Kosten decken kann, sind Berechnungen zu Prämienkosten auf Grundlage realer Einkommens- und Ertragszeitreihen notwendig. Des Weiteren könnten zukünftige Studien mögliche Umwelteffekte durch Änderungen des Verhaltens der versicherten Landwirte untersuchen (vgl., Goodwin und Smith, 2013). Auch könnte die Generalisierbarkeit der Ergebnisse durch zusätzliche Studien in anderen Mitgliedsländern der EU erhöht werden. Die Subventionierung von Versicherungsprämien sollte allerdings nicht als Allheilmittel gesehen werden. Staatliche Unterstützung im Risikomanagement kann auch über andere Wege, wie z. B. eine Beteiligung an den

Entwicklungskosten für innovative Versicherungsprodukte (z. B. die im Folgenden diskutierten satellitenbasierten Wetterindexversicherungen) erfolgen.

Trotz der im Vergleich zu klassischen schadensbasierten Versicherungen geringeren Transaktionskosten, bleibt der Einsatz von Wetterindexversicherungen zur Absicherung des Ertragsrisikos vor allem aufgrund des beim Landwirt verbleibenden Basisrisikos gering (Smith und Watts, 2012; Woodard und Garcia, 2008). Vor diesem Hintergrund untersucht der dritte Beitrag inwiefern die Verwendung satellitenbasierter Vegetationsindices zur Reduktion des Basisrisikos beitragen kann. Dazu wurden Indexversicherungen basierend auf den Vegetationsindices VCI, TCI und VHI designed und mit niederschlags- und temperaturbasierten Wetterindexversicherungen als Benchmarks verglichen. Die Ergebnisse einer Analyse der Korrelationen zwischen den Indices und den Winterweizenerträgen von 11 landwirtschaftlichen Betrieben und acht dazugehörigen Landkreisen zeigen, dass der VHI im Mittel am höchsten mit dem Winterweizenertrag korreliert. Dieses Ergebnis wird in ähnlichen Studien, z.B. durch Kogan *et al.* (2016), bestätigt. Die höchsten Korrelationen zwischen den Indices und den Winterweizenerträgen wurden für den Zeitraum zwischen April und Juni festgestellt. Die Wachstumsbedingungen in diesem Zeitraum sind besonders kritisch für die Ertragsgenerierung im Winterweizen (Farooq *et al.*, 2012). VHI-basierte Indexversicherungen wiesen im Mittel für die untersuchten landwirtschaftlichen Betriebe eine statistisch signifikant höhere Hedgingeffektivität als beide Benchmarks auf. Hingegen konnte auf Landkreisebene eine statistisch signifikant höhere Hedgingeffektivität der VHI-basierten Wetterindexversicherungen nur im Vergleich zur den niederschlagsbasierten Benchmarks festgestellt werden. VCI-basierte Wetterindexversicherung führten im Mittel sowohl auf Ebene der landwirtschaftlichen Betriebe als auch auf Landkreisebene zu einer statistisch signifikant höheren Hedgingeffektivität im Vergleich zu den niederschlagsbasierten Benchmarks. Da eine Erhöhung der Hedgingeffektivität einer Reduktion des Basisrisikos entspricht, kann aus den beschriebenen Ergebnissen geschlussfolgert werden, dass im Mittel das Basisrisiko von Wetterindexversicherungen durch die Verwendung des VHI und VCI im Vergleich zu den häufig verwendeten Niederschlags- und Temperaturindices reduziert werden kann. Die vorliegende Studie zeigt aber auch, dass VHI- und VCI-basierte Wetterindexversicherungen nicht für alle landwirtschaftlichen Betriebe und alle Landkreise zu einer Reduktion des Basisrisikos im Vergleich zu den Benchmarks führten. Bei einer räumlichen Auflösung der Satellitendaten von $4 \text{ km} \times 4 \text{ km}$

(NOAA/STAR 1981) beeinflussen die Topographie, die Schlaggröße und Nachbarschläge, die nicht nur Winterweizen bestellt sind, die Präzision mit der die Vegetationsindices die Wachstumsbedingungen des Winterweizens repräsentieren können. Satellitendaten mit einer höheren räumlichen Auflösung könnten hier die Hedgingeffektivität satellitenbasierter Wetterindexversicherungen noch weiter verbessern.

Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen das Potential der Verwendung satellitenbasierter Vegetationsindices, speziell des VHI, für Wetterindexversicherungen. Nicht nur die Reduktion des Basisrisikos im Vergleich zu niederschlags- und temperaturbasierten Wetterindexversicherungen, sondern auch die weltweite Verfügbarkeit der Daten sind bedeutende Vorteile der Satellitendaten. Folgestudien sollten auf eine weitere Erhöhung der Hedgingeffektivität fokussieren. Es könnte z. B. die jährliche Variation im für die Ertragsbildung kritischen Zeitraum durch die Verwendung des NDVI berücksichtigt werden (vgl., Rojas *et al.*, 2011). Zudem wäre die Verwendung höher aufgelöster Satellitendaten, sowie die Berücksichtigung anderer Indices, z. B. des „Fraction of photosynthetically active radiation“ (FAPAR) (vgl., Meroni und Kayitakire, 2013), möglich. Auch könnten Mischindices untersucht werden (vgl., Kogan *et al.*, 2016; Pelka *et al.*, 2015). In Folgestudien könnten auch alternative nicht-lineare Zusammenhänge zwischen Index und Winterweizenertrag untersucht werden. Des Weiteren stellt die tatsächliche Nachfrage nach satellitenbasierten Wetterindexversicherungen einen weiteren wichtigen zukünftigen Forschungsgegenstand dar. Außerdem könnten Folgestudien auf weniger entwickelte Länder fokussieren, da aufgrund eines dort gering ausgeprägten Wetterstationsnetzes (Meroni und Kayitakire, 2013) die Vorteile satellitenbasierter Wetterindexversicherungen noch ausgeprägter sein sollten.

Der vierte und letzte Beitrag dieser Dissertation knüpft hier an, indem untersucht wurde, inwiefern es möglich ist, das Kreditrisiko der an Reisanbauer vergebenen Mikrokredite der AccèsBanque Madagascar (ABM, 2016) mit Hilfe des VCI, TCI und VHI zu erklären. Nicht versicherte Wetterrisiken wurden vor allem in weniger entwickelten Ländern als begrenzender Faktor für die Entwicklung funktionierender Kreditmärkte identifiziert (Barnett *et al.*, 2008; Carter *et al.*, 2011; Farrin und Miranda, 2015; Giné und Yang, 2009). Wetterbedingte Ertragsausfälle führen zu Einkommensschwankungen der Kleinbauern und gefährden folglich deren Kreditrückzahlungsfähigkeit (Binswanger und Rosenzweig, 1986). Die Ergebnisse des vorliegenden Beitrags zeigen, dass die höchste

Korrelation zwischen den Satellitenindices VCI, TCI und VHI und den verwendeten Kreditrisikoindikatoren der an Reisanbauer vergebenen Mikrokredite der AccèsBanque Madagaskar während der für die Reisertragsbildung kritischen Wachstumsphasen, der vegetativen und reproduktiven Phase (Vergara, 1991), zu finden ist. Dieses Ergebnis bestätigt, dass reisertragsbedingte Einkommensschwankungen die Kreditrückzahlungsfähigkeit der Kreditnehmer beeinflussen. Des Weiteren bestätigen die Ergebnisse, dass das Kreditrisiko zu einem großen Teil durch den VCI, TCI und VHI erklärt werden kann. Außerdem zeigen die Ergebnisse von Quantilsregressionen, dass der Erklärungsgehalt der Satellitenindices mit zunehmendem Kreditrisiko steigt.

Vor diesem Hintergrund könnte die Verwendung von Wetterindexversicherungen basierend auf dem VCI, TCI und insbesondere dem VHI in hohem Maße für Mikrofinanzinstitute nützlich sein, um das aus Reisertragsausfällen der Kreditnehmer resultierende Kreditrisiko zu versichern. Eine solche Indexversicherung könnte wie folgt gestaltet sein: Das Mikrofinanzinstitut schließt pauschal Wetterindexversicherungen für jeden Kleinbauern ab. Wenn der zugrundeliegende Satellitenindex unterhalb eines zuvor festgelegten Schwellenwerts fällt, erhält das Mikrofinanzinstitut eine Entschädigungszahlung und die Kreditnehmer werden in gleicher Höhe von ihren Schulden befreit (Shee und Turvey, 2012). Ein geringes Kreditrisiko könnte eine Zinsreduktion zur Folge haben und somit den Zugang zu Krediten seitens der Kleinbauern in weniger entwickelten Ländern erhöhen (Carter *et al.*, 2011; Collier und Skees, 2012; Platteau *et al.*, 2017).

Folgestudien könnten auf das Design und die Umsetzbarkeit solcher kulturspezifischen VCI-, TCI- und VHI-basierten Wetterindexversicherungen fokussieren. Zudem wäre auch hier die Verwendung höher aufgelöster Satellitendaten, sowie die Berücksichtigung anderer Indices, z. B. des „Fraction of photosynthetically active radiation“ (FAPAR) (vgl., Meroni und Kayitakire, 2013), denkbar. Außerdem könnte die Verwendung von Datensätzen mit längerer Zeitreihe zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse beitragen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die vier Beiträge der kumulativen Dissertation neue Erkenntnisse in Bezug auf die Subventionierung schadensbasierter Einkommensversicherungsinstrumente und in Bezug auf die Verwendung satellitenbasierter Indices für Wetterindexversicherungen liefern. Die Ergebnisse der Beiträge sind für einen breiten Adressatenkreis u. a. in der Politik und der Versicherungsbranche interes-

sant. Auch liefern die Ergebnisse der Beiträge Anknüpfungspunkte für zukünftige Forschung. Potential für die Entwicklung innovativer und effizienter Versicherungslösungen besteht vor allem durch neue Datenquellen, die aus der rapiden Weiterentwicklung im Bereich des Precision Farming und der Verfügbarkeit hochauflösender Satellitendaten entstehen können, z.B. durch die Berücksichtigung von schlagspezifischen Erträgen.

Literatur

- ABM. (2016). Annual Report. AccèsBanque Madagascar, available at: https://www.accesbanque.mg/wp-content/uploads/2018/01/171123-RA-Acce%CC%80sBanque-2016_Correct.pdf (accessed 17 September 2018).
- Barnett, B.J., Barrett, C.B. and Skees, J.R. (2008). Poverty traps and index-based risk transfer products. *World Development* 36(10): 1766–1785.
- Binswanger, H.P. and Rosenzweig, M.R. (1986). Behavioural and material determinants of production relations in agriculture. *The Journal of Development Studies* 22(3): 503–539.
- Carter, M.R., Cheng, L. and Sarris, A. (2011). The impact of interlinked index insurance and credit contracts on financial market deepening and small farm productivity, paper presented at the Annual Meeting of the AAEA, July 24 – July 26, Pittsburgh, USA, available at: https://arefiles.ucdavis.edu/uploads/filer_public/2014/03/27/car_cheng_sarris_v11.pdf (accessed 15 December 2018).
- Collier, B. and Skees, J. (2012). Increasing the resilience of financial intermediaries through portfolio-level insurance against natural disasters. *Natural hazards* 64(1): 55–72.
- Europäische Kommission. (2013). Regulation (EU) No 1305/2013 of the European Parliament and the council of 17 December 2013 on support for rural development by the European Agricultural fund for Rural Development (EAFRD) and repealing Council Regulation (EC) No 1698/2005, available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32013R1305> (accessed 17 September 2018).
- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A. and Siddique, K.H. (2012). Drought stress in plants: an overview, in *Plant responses to drought stress*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 1–33.
- Farrin, K. and Miranda, M.J. (2015). A heterogeneous agent model of credit-linked index insurance and farm technology adoption. *Journal of Development Economics* 116: 199–211.
- Giné, X. and Yang, D. (2009). Insurance, credit, and technology adoption: Field experimental evidence from Malawi. *Journal of Development Economics* 89(1): 1–11.
- Goodwin, B.K. and Smith, V.H. (2013). What harm is done by subsidizing crop insurance? *American Journal of Agricultural Economics* 95(2): 489–497.

- Gorton, M., Douarin, E., Davidova, S. and Latruffe, L. (2008). Attitudes to agricultural policy and farming futures in the context of the 2003 CAP reform: A comparison of farmers in selected established and new Member States. *Journal of Rural Studies* 24(3): 322–336.
- Kogan, F., Guo, W., Strashnaia, A., Kleshenko, A., Chub, O. and Virchenko, O. (2016). Modelling and prediction of crop losses from NOAA polar-orbiting operational satellites. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 7(3): 886–900.
- Liesivaara, P. and Myyrä, S. (2014). Willingness to pay for agricultural crop insurance in the northern EU. *Agricultural Finance Review* 74(4): 539–554.
- Meroni, M. and Kayitakire, F. (2013). Remote sensing of vegetation: potential applications for index insurance, in Gommès, R. and Kayitakire, F. (Eds.), *The challenges of index-based insurance for food security in developing countries*, European Commission, pp. 238–245.
- NOAA/STAR. (1981). 4 km AVHRR-VHP data in GEO-TIFF format. STAR – global vegetation health products, available at: <https://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/vci/VH/vhftp.php> (accessed 1 September 2017).
- Pelka, N., Musshoff, O. and Weber, R. (2015). Does weather matter? How rainfall affects credit risk in agricultural microfinance. *Agricultural Finance Review* 75(2): 194–212.
- Pérez-Blanco, C.D., Mysiak, J., Gutiérrez-Martín, C. and SALVO, M.D. (2014). What role for income stabilisation insurance in EU agriculture? The case of the Regione Emilia Romagna in Italy, working paper No. RP0242, CMCC Research Paper, Italy.
- Platteau, J.-P., Bock, O. de and Gelade, W. (2017). The Demand for Microinsurance: A Literature Review. *World Development* 94: 139–156.
- Rojas, O., Vrieling, A. and Rembold, F. (2011). Assessing drought probability for agricultural areas in Africa with coarse resolution remote sensing imagery. *Remote Sensing of Environment* 115(2): 343–352.
- Shaik, S., Coble, K.H., Knight, T.O., Baquet, A.E. and Patrick, G.F. (2008). Crop revenue and yield insurance demand: a subjective probability approach. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 40(3): 757–766.
- Shee, A. and Turvey, C.G. (2012). Collateral-free lending with risk-contingent credit for agricultural development: indemnifying loans against pulse crop price risk in India. *Agricultural economics* 43(5): 561–574.

- Smith, V. and Watts, M. (2012). Index based agricultural insurance in developing countries: Feasibility, scalability and sustainability. World Bank Repl., p. 40, available at: <https://www.agriskmanagementforum.org/sites/agriskmanagementforum.org/files/Documents/vsmith-index-insurance.pdf> (accessed 12 July 2017).
- Smith, V.H. and Glauber, J.W. (2012). Agricultural insurance in developed countries: where have we been and where are we going? *Applied Economic Perspectives and Policy* 34(3): 363–390.
- Vergara, B.S. (1991). Rice plant growth and development, in Bor, S.L. (Ed.), *Rice*, 2nd ed., Springer, pp. 13–22.
- Weber, R., Kraus, T., Mußhoff, O., Odening, M. and Rust, I. (2008). Risikomanagement mit indexbasierten Wetterversicherungen - Bedarfsgerechte Ausgestaltung und Zahlungsbereitschaft, in Edmund Rehwinkel-Stiftung (Ed.), *Risikomanagement in der Landwirtschaft*, pp. 9–52.
- Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim BMEL. (2018). Für eine gemeinwohlorientierte Gemeinsame Agrarpolitik der EU nach 2020: Grundsatzfragen und Empfehlungen. Stellungnahme. *Berlin*.
- Woodard, J.D. and Garcia, P. (2008). Basis risk and weather hedging effectiveness. *Agricultural Finance Review* 68(1): 99–117.

Publikationsliste

Beiträge in referierten wissenschaftlichen Zeitschriften:

- Möllmann, J., Michels, M., von Hobe, C. F., & Mußhoff, O. (2018). Status quo des Risikomanagements in der deutschen Landwirtschaft: Besteht Bedarf an einer Einkommensversicherung? *Berichte über Landwirtschaft-Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 96(3).
- Möllmann, J., Buchholz, M., & Musshoff, O. (2018). Comparing the Hedging Effectiveness of Weather Derivatives Based on Remotely Sensed Vegetation Health Indices and Meteorological Indices. *Weather, Climate, and Society*, 11(1): 33-48.
- Möllmann, J., Michels, M., Musshoff, O. (2019). German farmers' acceptance of subsidized insurance associated with reduced direct payments. *Agricultural Finance Review*, DOI: 10.1108/AFR-07-2017-0059.

Tagungsbeiträge:

- Möllmann, J., Buchholz, M., Mußhoff, O. (2017). Analyzing weather derivatives based on remotely sensed Vegetation Health Indices, Paper presented at the International Agricultural Risk, Finance and Insurance Conference (IARFIC), Paris, France, June 7-9, 2017.
- Möllmann, J., Michels, M., Mußhoff, O. (2018). Subsidized insurance as an alternative to direct payments in Germany, Paper presented at the 28. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie, Wien, Österreich, September 26-28, 2018.
- Möllmann, J., Buchholz, M., & Musshoff, O. (2018). Hedging credit risk of smallholder farmers with remotely-sensed Vegetation Health Indices, Paper presented at the Sustainability and Development Conference, Ann Arbor, Michigan, USA, November 9-11, 2018.

Diskussionspapiere:

- Möllmann, J., Buchholz, M., Kölle, W. & Musshoff, O. (2019). Do remotely-sensed vegetation health indices explain credit risk in agricultural microfinance? Diskussionsbeitrag des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung Nr. 1902, Georg-August Universität Göttingen.

Veröffentlichungen in Tagungsbänden:

- Möllmann, J., Michels, M., Mußhoff, O. (2018). Subsidized insurance as an alternative to direct payments in Germany. In: Hambrusch et al. (Hrsg.). Methoden für eine evidenzbasierte Agrarpolitik – Erfahrungen, Bedarf und Entwicklungen, Tagungsband 2018, Österreichische Gesellschaft für Agrarökonomie, Wien, Österreich.
- Michels, M., Möllmann, J., Mußhoff, O. (2018). Can the Technology Acceptance Model predict Farmers' Intention to use Commodity Futures Contracts? In: Hambrusch et al. (Hrsg.). Methoden für eine evidenzbasierte Agrarpolitik – Erfahrungen, Bedarf und Entwicklungen, Tagungsband 2018, Österreichische Gesellschaft für Agrarökonomie, Wien, Österreich.

Erklärung über den geleisteten Eigenanteil an der Arbeit

Hiermit erkläre ich den geleisteten Anteil an den in die Dissertationsschrift aufgenommenen Beiträgen.

Im ersten Beitrag mit dem Titel „*Status quo des Risikomanagements in der deutschen Landwirtschaft: Besteht Bedarf an einer Einkommensversicherung?*“, der in Zusammenarbeit mit Herrn Marius Michels, Herrn Cord von Hobe und Prof. Dr. Oliver Mußhoff entstanden ist, sind folgende Bereiche von mir übernommen worden: Idee und Konzeption des Experiments mit Beratung durch Herrn Marius Michels, Durchführung des Experiments mit der Unterstützung von Herrn Marius Michels und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff, Durchführung von Berechnungen und Interpretation der Ergebnisse in Zusammenarbeit mit Herrn Marius Michels und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff. Außerdem erfolgte das Verfassen und Überarbeiten des Beitrags mit Beratung von Herrn Cord von Hobe, Herrn Marius Michels und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff.

Im zweiten Beitrag mit dem Titel „*German farmers' acceptance of subsidized insurance associated with reduced direct payments*“, der in Zusammenarbeit mit Herrn Marius Michels und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff entstanden ist, sind folgende Bereiche von mir übernommen worden: Idee und Konzeption des Experiments mit Beratung durch Herrn Marius Michels und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff, Durchführung des Experiments mit der Unterstützung von Herrn Marius Michels und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff, Durchführung von Berechnungen, Interpretation der Ergebnisse, das Verfassen des Beitrags sowie die Überarbeitung mit Beratung durch Herrn Marius Michels und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff.

Im dritten Beitrag mit dem Titel „*Comparing the hedging effectiveness of weather derivatives based on remotely sensed vegetation health and meteorological indices*“, der in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Matthias Buchholz und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff entstanden ist, sind folgende Bereiche von mir übernommen worden: Idee und Konzeption des Beitrags in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Matthias Buchholz, die Durchführung der Berechnungen, die Interpretation der Ergebnisse das Verfassen und Überarbeiten des Beitrags mit Unterstützung durch Herrn Dr. Matthias Buchholz und Beratung durch Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff.

Im vierten Beitrag mit dem Titel „*Do remotely-sensed vegetation health indices explain credit risk in agricultural microfinance?*“, der in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Matthias Buchholz, Herrn Wienand Kölle und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff entstanden ist, sind folgende Bereiche von mir übernommen worden: Idee und Konzeption des Beitrags in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Matthias Buchholz, Durchführung der Berechnungen sowie die Interpretation der Ergebnisse in Zusammenarbeit mit Herrn Wienand Kölle mit Beratung durch Herrn Dr. Matthias Buchholz und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff. Der Beitrag wurde mit Beratung durch Herrn Dr. Matthias Buchholz, Herrn Wienand Kölle und Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff verfasst.

Eidesstattliche Erklärungen

Hiermit erkläre ich eidesstattlich, dass:

1. diese Arbeit weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits anderen Prüfungsbehörden vorgelegen hat.
2. ich mich an keiner anderen Hochschule um einen Doktorgrad beworben habe.

Göttingen, den

.....

(Unterschrift)

Hiermit erkläre ich eidesstattlich, dass diese Dissertation selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt wurde.

Göttingen, den

.....

(Unterschrift)