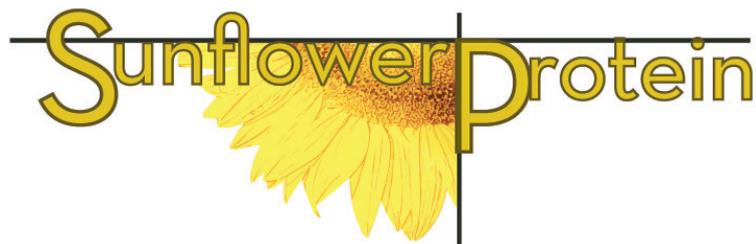




Abschlussbericht zum
Teilprojekt der
Fachhochschule Südwestfalen
zur
**sozioökonomischen Bewertung der nachhaltigen
Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von
Sonnenblumenprodukten**



Bioökonomie International 2013:
Sunflower Protein - Nachhaltiger Anbau und neuartige Verarbeitung
von Sonnenblumenkernen zur gleichzeitigen Gewinnung
von Sonnenblumenöl, Festbrennstoff und eiweißreicher Lebensmittelzutat

Wolfgang Stauss, Projektbearbeitung
Prof. Dr. Marcus Mergenthaler, Projektleitung
Fachbereich Agrarwirtschaft Soest

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Förderkennzeichen: 031A281B
Dezember 2018

ISBN 978-3-940956-77-4

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	II
I. Kurzdarstellung.....	1
Aufgabenstellung.....	1
Voraussetzungen des Vorhabens	1
Planung und Ablauf	2
Wissenschaftlicher und technischer Sachstand, an den angeknüpft wurde	3
Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	3
II. Eingehende Darstellung	4
Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse	4
Ergebnisse der qualitativen Forschung	5
Ergebnisse der linearen Programmierung.....	5
Ergebnisse der Nachhaltigkeitsuntersuchung.....	11
Ergebnisse des Multi-Agenten-Modells	13
Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	14
Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	14
Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	14
Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	14
Veröffentlichungen der Ergebnisse	15
Literaturverzeichnis.....	16
Abb. 1: Brasilianische Ernteflächen von Sonnenblumen in 2014.....	6
Abb. 2: Einfluss des Preisverhältnisses auf die Anbauentscheidung.....	9
Abb. 3: Preisbeziehung von Proteinmehl und Öl bei Sonnenblumen	10
Abb. 4: EVI-Diagramm einer Fläche bei Giruá	12
Tab. 1: Übersicht des Ablaufs im Teilprojekt sozioökonomische Bewertung	2
Tab. 2: Gegenüberstellung der Ziele lt. Arbeitsplan und Ergebnisse des Teilprojekts.....	4
Tab. 3: Charakterisierung der Verarbeitungsstandorte von Sonnenblumen in Brasilien	7
Tab. 4: Übersicht wesentlicher Modellelemente	8
Tab. 5: GRAS-Index der Untersuchungsregionen	11

I. Kurzdarstellung

Aufgabenstellung

Protein ist unverzichtbarer Bestandteil der menschlichen Ernährung (Wu 2013). Die Nutzung von pflanzlichen Proteinquellen nahm in den letzten Jahren stetig zu. Nicht nur aus religiösen oder ethischen Gründen veränderte Ernährungsgewohnheiten spielen hierbei eine Rolle, auch ökologische und gesundheitliche Aspekte werden von Konsumenten genannt (Weigel und Gensberger-Reigl 2017). Alternativen zu Wurst- und Fleischwaren sind im Supermarkt angekommen, hierbei ist die Verbraucherakzeptanz zur Herkunft der Rohstoffe je nach Grund des Fleischverzichts unterschiedlich. Es ist zu erwarten, dass Konsumenten Insektenprotein gegenüber kritisch eingestellt sind, auch wenn die Produktion von Insekten in vielerlei Hinsicht effizienter als die Fleischerzeugung ist (Premalatha et al. 2011). Soja als pflanzlicher Proteinlieferant wiederum hat ernährungsphysiologische Vorteile (Fehily 2016), wird jedoch aufgrund des allergenen Potenzials und der Nutzung von gentechnisch veränderten Sorten in den Hauptanbaugebieten von europäischen Konsumenten ambivalent betrachtet (Waiblinger 2016). Bei der Verwendung von Pflanzenproteinen in Lebensmitteln sind häufig neben den Inhaltsstoffen techno-funktionale Eigenschaften von Interesse, etwa die Löslichkeit, die Schaumbildung und die Emulsionskapazität. Untersuchungen an Sonnenblumenprotein zeigten funktionelle und nutritive Unterschiede gegenüber Soja- oder Erbsenprotein (González-Pérez und Vereijken 2007; Pickardt et al. 2015; Weigel und Gensberger-Reigl 2017). Produkte basierend auf Sonnenblumen genießen eine hohe Verbraucherakzeptanz, Sonnenblumenprotein ist somit für die Lebensmittelindustrie ein vielversprechender Rohstoff (FEI 2009; Hagenkamp et al. 2016).

Im Vorhaben SunflowerProtein befasste sich das Teilprojekt der FH Südwestfalen mit der sozioökonomischen Bewertung der nachhaltigen Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Sonnenblumenprodukten. Hierbei wurde untersucht, welche Randbedingungen erfüllt sein müssen, um die in den Untersuchungsregionen Brasiliens vorhandenen Wertschöpfungsketten von Sonnenblumenprodukten dahingehend zu erweitern, dass neben der bisherigen Erzeugung von Sonnenblumenöl auch Sonnenblumenproteinmehl hergestellt und vermarktet werden kann, sowie Reststoffe einer sinnvollen Verwertung zugeführt werden. Das durch die Projektpartner hergestellte Sonnenblumenproteinmehl sollte in Produkten für die Humanernährung Verwendung finden und so den bislang mit geringer Wertschöpfung verbundenen Einsatz von Presskuchen als Futtermittel perspektivisch ablösen. Zunächst mussten die etablierten Wertschöpfungsketten von Sonnenblumenprodukten beschrieben, im Anschluss Veränderungen geplant und Folgen insbesondere auf die Erzeugerebene der Landwirtschaft sowie die Umwelt abgeschätzt werden.

Voraussetzungen des Vorhabens

Der Fachbereich Agrarwirtschaft der FH Südwestfalen kann aufgrund seiner über 80-jährigen Geschichte auf erfolgreiche Lehre und Forschung verweisen. In Kooperation mit dem interdisziplinär aufgestellten Institut für Green Technology und Ländliche Entwicklung [i.green] wurden bereits zahlreiche Projekte erfolgreich bearbeitet. Im Projekt SunflowerProtein arbeiteten Prof. Dr. Marcus Mergenthaler, Agrarökonomie, und Wolfgang Stauss, Arbeitsgebiet Green Technology, zusammen. Die Projektgruppe wurde ergänzt durch den brasilianischen Doktoranden Lucas Oliveira de Sousa, der Arbeiten in den Untersuchungsregionen Brasiliens vor Ort durchführte. Die Promotion wurde durch brasilianische Mittel finanziert. Die FH Südwestfalen stellte den Arbeitsplatz, unterstützte die Forschungsaktivitäten und betreute die Arbeit inhaltlich. Durchgeführt wurde die Promotion an der Universität Hohenheim.

Die verwandten Methoden der qualitativen Forschung mithilfe von leitfadengestützten Interviews sowie der quantitativen Analysen mittels Linearer Programmierung waren den Projektbeteiligten vertraut und wurden im Rahmen der Bearbeitung weiterentwickelt und angepasst. Im Rahmen der Promotion von Lucas Oliveira de Sousa wurde zudem eine multi-agenten-basierte Modellierung vorgenommen.

Planung und Ablauf

Das Projekt war zunächst für den Zeitraum 01.09.2014 – 31.08.2017 geplant, eine kostenneutrale Verlängerung bis zum 31.03.2018 wurde zwischenzeitlich vereinbart. Die folgende Tab. 1 gibt einen Überblick über die wesentlichen Arbeitsschritte:

Tab. 1: Übersicht des Ablaufs im Teilprojekt sozioökonomische Bewertung

2014	Grundlegende Recherchen zum Aufbau des LP-Modells. Einbeziehung des Doktoranden Lucas Oliveira de Sousa, UFMT Mato Grosso, Brasilien. Vorbereitung der Datensammlung in Brasilien, Absprache mit brasilianischen Partnern. Diskussion des Vorhabens in einem wissenschaftlichen Seminar der FH Südwestfalen.
2015	Vorbereitung und Durchführung des 1. Forschungsaufenthaltes in Mato Grosso, Brasilien. - Betriebsbesichtigungen in der Region Campo Novo do Parecis. - Projekttreffen mit brasilianischen Partnern vor Ort. Auswertung des Forschungsaufenthalts. Festsetzung von drei Untersuchungsregionen in den Bundesstaaten - Mato Grosso, Untersuchungsregion A, - Minas Gerais/Goiás, Untersuchungsregion B und - Rio Grande do Sul, Untersuchungsregion C. Projekttreffen der deutschen Partner am Fraunhofer IVV in Freising mit Verkostung von Produkten aus ersten Vorversuchen. Einbringung der Ergebnisse aus brasilianischen Anbau- und Schälexperimenten in das LP-Modell. Diskussion von Teilaspekten auf NRW-Kraftstofftagung.
2016	Vorbereitung und Durchführung des 2. Forschungsaufenthaltes mit Betriebsbesichtigungen und Interviews in allen drei Untersuchungsregionen. Projekttreffen mit brasilianischen Partnern und potenziellen Investoren in Campinas, Brasilien. Auswertung der qualitativen Interviews. Vorstellung der vorläufigen Befragungsergebnisse. Nutzung des GRAS-Indikators zur Bewertung des Nachhaltigkeitsrisikos im Sonnenblumenanbau der Untersuchungsregionen. Durchführung einer studentischen Arbeit zur Konsumentenwahrnehmung von Sonnenblumeninhaltsstoffen auf Verpackungen von Lebensmitteln.
2017	Weiterentwicklung des LP-Modells. Integration von Sonnenblumenanbau in die Pogrammmwelt MPMAS an der Universität Hohenheim Diskussion von Zwischenergebnissen mit Partnern. Teilnahme am Deutschen Hochschulforum und Präsentation von Ergebnissen. Beitrag zum 11th International European Forum on System Dynamics and Innovation in Food Networks, Igls, Österreich. Beitrag zum XV EAAE Congress 2017, Parma, Italien.
2018	Projektabschlusstreffen mit deutschen Partnern. Veröffentlichung der Ergebnisse.

Die Arbeiten teilten sich in Vor- und Nachbereitungsphasen der Forschungsaufenthalte in den Untersuchungsregionen Brasiliens auf, die Analyse der erhobenen Daten fand in Deutschland statt.

Wissenschaftlicher und technischer Sachstand, an den angeknüpft wurde

Das von der FH Südwestfalen bearbeitete Teilprojekt der sozioökonomischen Bewertung der nachhaltigen Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung Sonnenblumenkernen, Sonnenblumenöl, Festbrennstoff und eiweißreichen Lebensmittelzutaten aus Sonnenblumen griff auf Forschungserfahrungen des Fachbereichs Agrarwirtschaft und des Instituts i.green zurück. Dem Projekt vorausgegangen waren in den Jahren 2010 bis 2013 Forschungsvorhaben zu Konsumentenerwartungen an Lebensmittel in außereuropäischen Märkten, ökonomischen Aspekte der Vermeidung von Klimagasen im Ackerbau, Untersuchungen zu Auswirkungen der Weidehaltung von Milchvieh auf zusätzliches Einkommen der Landwirte, ein Projekt zur Abschätzung der Möglichkeit zur GVO-freien Fütterung in der Legehennenhaltung, ein Verbundvorhaben zur Verbesserung der Tiergesundheit in der NRW-Schweinehaltung sowie ein Projekt bezüglich der Verwendung agrarischer Rohstoffe für die Nutzung als Lebensmittel, Energieträger oder Futtermittel, der sogenannten „Teller, Trog oder Tank-Diskussion“.

Die Methodik der Linearen Programmierung wurde in den Vorjahren in mehreren Projekten zur Abschätzung der Auswirkungen des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) auf landwirtschaftliche Einkommen und zur ökonomischen Bewertung von treibhausgasreduzierten Ackerbaustrategien angewandt.

Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Teilprojekt der FH Südwestfalen wurde in enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern Fraunhofer IVV, Freising, und EPC Engineering Consulting GmbH, Rudolstadt, sowie der Universität Hohenheim im Rahmen einer kooperativen Promotion bearbeitet. Die jeweiligen Zwischenergebnisse wurden mit den weiteren deutschen Partnern, Firmenvertretern von Dr. Oetker, Tate & Lyle, van Hees und Doehler diskutiert. Darüber hinaus wurde mit allen brasilianischen Partnern eng kooperiert, insbesondere mit der Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Der Doktorand Lucas Oliveira de Sousa ist an der UFMT beschäftigt und war für eine kooperative Promotion an der Universität Hohenheim nach Deutschland entsandt, finanziert durch ein brasilianisches Stipendium. Im Rahmen der Arbeiten für das Projekt war er ergänzend als wissenschaftliche Hilfskraft an der FH Südwestfalen tätig und nicht zuletzt wegen seiner portugiesischen Sprachkenntnisse für das Vorhaben unverzichtbar.

Mit der Global Risk Assessment Services GmbH (GRAS), Köln, wurde im Rahmen der Bewertung der Nachhaltigkeitsrisiken des Sonnenblumenanbaus in den Untersuchungsregionen zusammengearbeitet.

II. Eingehende Darstellung

Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse

Die Zuwendung in Höhe von 219.000 € wurde zu 86,8 % für Personalmittel verwendet, 11,2 % entfielen auf Dienstreisen, mit den restlichen 2 % wurden Sachausgaben getätigt. Hinzu kam eine Projektpauschale von 20 % der Zuwendung. Diese Verteilung stimmt mit dem Gesamtfinanzierungsplan überein.

Die erzielten Ergebnisse lassen sich zum einen als Resultate aus der qualitativen Datenerhebung mittels leitfadengestützter Interviews und der darauf aufbauenden Beschreibung der Wertschöpfungsketten in den Untersuchungsregionen darstellen. Zum anderen wurden quantitative Daten zur Erstellung des LP-Modells, eines Multi-Agenten-Modells und zur Bewertung des Nachhaltigkeitsrisikos durch den GRAS-Indikator genutzt.

Die folgende Übersicht Tab. 2 stellt die geplanten Ziele und erreichten Ergebnisse dar.

Tab. 2: Gegenüberstellung der Ziele lt. Arbeitsplan und Ergebnisse des Teilprojekts

Arbeitspaket	Beschreibung im Arbeitsplan	Ergebnis
E1	Sammlung sozioökonomischer Daten, einschließlich Daten zum Anbau, zur Verarbeitung und zum Transport.	Singuläre und kontextualisierte Daten zu vorhandenen Wertschöpfungsketten wurden in Deutschland und Brasilien zwecks Erstellung und Parametrisierung des LP-Modells erhoben und verarbeitet. Die Abbildung der vorgefundenen Wertschöpfungskette wurde erfolgreich durchgeführt, detaillierte Ergebnisse hierzu siehe Abschnitt „Veröffentlichungen“.
E2	Ökologische Bewertung des Saatguts und des Anbaus.	Anbauversuche wurden seitens brasilianischer Partner durchgeführt, die Ergebnisse zur Modellierung verwendet, siehe „Ergebnisse der linearen Programmierung“.
E3	Ökonomische Analyse der Sonnenblumenproteinmehl-Herstellung inkl. der Umweltaspekte der alternativen Entölung.	Das Arbeitspaket wurde durch die Projektpartner Fraunhofer IVV und EPC bearbeitet, Ergebnisse siehe entsprechende Teilprojekte.
E4	Abschätzung des Marktpotenzials und der Kaufbereitschaft für neue Produkte und der Preisreaktionen.	An den Projekttreffen in Deutschland beteiligten sich die Industriepartner Dr. Oetker, Doehler, Tate & Lyle und van Hees. Hierbei wurden stets aktuelle Marktentwicklungen und Zwischenergebnisse diskutiert. Der Abgleich mit den Branchenakteuren ermöglichte so einen kontinuierlichen Abgleich der Modellierungen mit der Marktrealität, siehe „Ergebnisse der linearen Programmierung“.
E5	Bewertung sozioökonomischer Effekte auf Ebene der Landwirte.	Die Effekte auf landwirtschaftlicher Betriebsebene wurden durch das LP-Modell analysiert, die Ergebnisse publiziert, siehe Abschnitt „Veröffentlichungen“.
E6	Sozioökonomische Analyse der (erweiterten) Wertschöpfungskette.	Qualitative Forschungsergebnisse wurden im Rahmen einer kooperativen Promotion mit einem brasilianischen Gastwissenschaftler erarbeitet und bekannt gemacht, siehe Abschnitt „Veröffentlichungen“.
E7	Vergleich Deutschland-Brasilien, Bewertung von Synergien.	Die Ergebnisse der Expertenbefragungen und -workshops mit Marktakteuren in Deutschland und Brasilien, auch im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsrisiken wurden zur Vorbereitung einer Vermarktung von Sonnenblumenproteinmehl verwendet, siehe „Ergebnisse der linearen Programmierung“ und „Ergebnisse der Nachhaltigkeitsuntersuchung“.

Ergebnisse der qualitativen Forschung

Die vorgefundenen Sonnenblumenwertschöpfungsketten Brasiliens sind geprägt von formalen und relationalen Governance-Strukturen, ermöglicht durch Wissensverbreitung in unterschiedlichen Beratungsstrukturen. Verträge, aber auch soziale, auf Vertrauen basierende Netzwerke zwischen den Akteuren sind Voraussetzungen für die Funktion der Wertschöpfungsketten. Bei der Analyse der vorgefundenen Wertschöpfungsketten in den drei Untersuchungsregionen zeigte sich, dass genossenschaftlich organisierte Landwirte durch ihre gemeinsame Teilhabe an Sonnenblumen-Verarbeitungskapazitäten geringeren Risiken hinsichtlich der Rohstoffversorgung und der Stabilität der Kette ausgesetzt sind. Ebenso sehen sich diese Akteure geringeren Transaktionskosten ausgesetzt.

Hingegen müssen Landwirte mit zunehmender Entfernung von den Verarbeitungskapazitäten mit deutlich höheren Transportkosten rechnen, die den Anbau insgesamt weniger wirtschaftlich machen. Wenn die Verarbeitungskapazitäten nicht auf die Produktionsmengen abgestimmt sind, ergeben sich asymmetrische Verhandlungspositionen. Daneben konkurrieren grundsätzlich Sonnenblumen in der zweiten Anbausaison (Soja ist die in allen Untersuchungsregionen dominierende Erstfrucht) mit alternativen Anbaufrüchten wie Mais, Baumwolle und Erdnüssen. Jährlich schwankende Anbauflächen beeinträchtigen die effiziente Funktion der Wertschöpfungskette.

Die Erweiterung der bestehenden Wertschöpfungskette, neben der Verarbeitung zu Öl die Produktion von hochwertigem Proteinmehl für die menschliche Ernährung, könnte dem Sonnenblumenanbau in Brasilien perspektivisch zu höherer Rentabilität verhelfen. Die Analyse der vorgefundenen Strukturen ergab jedoch einige zu beachtende Randbedingungen. Zum einen sind Sonnenblumen bislang vergleichsweise wenig etabliert: Es fehlen züchterisch an die klimatischen Bedingungen angepassten Sorten, infolgedessen es bisher zu starken Ertragsschwankungen kommt. Zum anderen beeinflussen fehlende Erfahrungen im Pflanzenbaumanagement in Verbindung mit wenigen zugelassenen Pflanzenschutzmitteln die Stabilität des Anbaus. Damit sehen sich potenzielle Investoren in die erforderliche Technik zur Proteinmehlherstellung Unsicherheiten der Rohstofflieferung gegenüber. Diesen kann einerseits mit langfristigen Verträgen, andererseits mit Ansätzen zur vertikalen Integration, wie im Untersuchungsgebiet Mato Grosso durch genossenschaftliche Organisation der Sonnenblumenanbauer und gemeinsamen Betrieb der Ölmühle geschehen, begegnet werden.

Die qualitativen Untersuchungen wiesen neben dem Einfluss eher technischer Parameter (Verfügbarkeit von angepassten Sorten, Pflanzenschutzmitteln und Expertise) aber auch auf die Notwendigkeit von geeigneten Akteuren zur Etablierung einer erfolgreichen Wertschöpfungskette hin. So ist die Formierung einer engagierten, gemeinsam agierenden Gruppe von Individuen, idealerweise mit guten Managementkenntnissen und dem Willen zur Zusammenarbeit, ebenso wichtig wie das Vorhandensein eines marktorientierten Initiators mit herausragenden Führungs- und Gründungsqualitäten.

Ergebnisse der linearen Programmierung

Zur Abschätzung der sozioökonomischen Effekte der Produktion von Proteinmehl aus Sonnenblumen wurde ein LP-Modell aufgebaut, das die Struktur eines landwirtschaftlichen Betriebes in Brasilien nachbildete. Wesentliche Eingangsgrößen waren neben der zu bewirtschaftenden Fläche die Auswahl der Hauptfrucht, üblicherweise Sojabohnen oder Mais, sowie einer Folgefrucht als Zweitkultur im selben Anbaujahr. Die Alternativen waren hier Mais, Baumwolle, Erdnüsse und Sonnenblumen. Der zeitliche und maschinelle Aufwand zur Bearbeitung des Bodens, der Saatgutausbringung, des Pflanzenmanagements (Düngung, Pflanzenschutz) und der Ernte wurden mittels Variablen zur Mechanisierung abgebildet. Wo immer möglich, wurde zur Parametrisierung des Modells auf Zahlen

zurückgegriffen, die sich aus den Interviews der Landwirte vor Ort ergaben, verbleibende Datenlücken wurden durch Literaturrecherchen geschlossen. Die Zahlenwerte zur Verarbeitung der Sonnenblumen zu Öl, Proteinmehl und Reststoffen wurde ebenso auf Basis der Arbeiten des Projektpartners EPC ermittelt wie die erforderlichen Investitionen in technische Produktionsanlagen. Die Lage des Betriebes in den drei Untersuchungsregionen wurde durch Einbringung einer Transportvariablen dargestellt: die Entfernungen zu Exporthäfen betragen zwischen 1.750 und 2.200 km, diese Distanzen werden ausschließlich durch Transporte auf der Straße per LKW durchgeführt, die entstehenden direkten Treibhausgasemissionen wurden über die Verbrennung des benötigten Diesels berechnet. Die Forschungsregionen wurden anhand der Anbaudaten auf Basis des Brasilianischen Instituts für Geographie und Statistik, IBGE, ausgewählt. Anhand der Ernteflächen, dargestellt in Abb. 1 konnten drei Regionen für den Schwerpunkt des Anbaus von Sonnenblumen festgelegt werden.

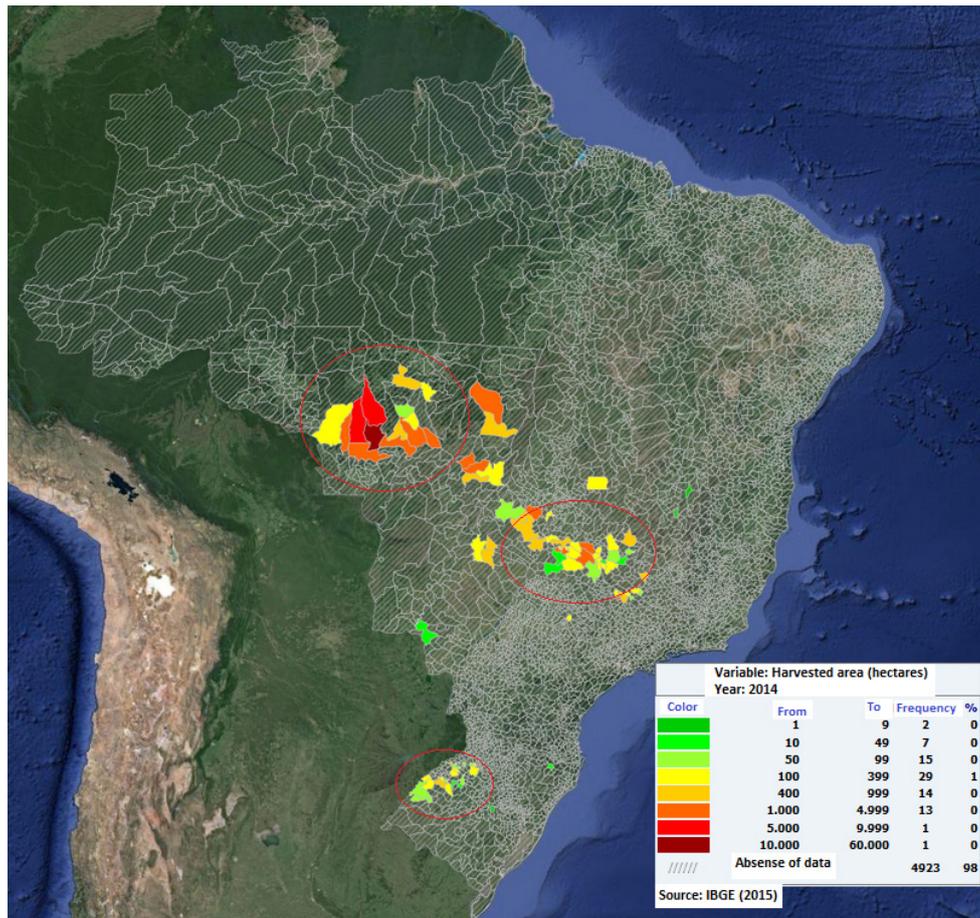


Abb. 1: Brasilianische Ernteflächen von Sonnenblumen in 2014

Auf Basis der Kartendarstellung ließen sich die Regionen um Campo Novo do Parecis, gelegen im westlichen Bundesstaat Mato Grosso (Untersuchungsregion A), Itumbiara, in den zentralen Bundesstaaten Minas Gerais und Goiás (Untersuchungsregion B) und Giruá, im südlich gelegenen Bundesstaat Rio Grande do Sul, angrenzend an Argentinien und Paraguay (Untersuchungsregion C), festlegen. Hierbei dominiert die Untersuchungsregion A, der dort anzutreffende Sonnenblumenanbau auf rund 35.000 ha trug in 2014 zu 44,3 % zum Sonnenblumenanbau Gesamtbrasilien bei.

Die Untersuchungsregionen unterscheiden sich einerseits durch ihre klimatischen Bedingungen, andererseits durch die Struktur der Verarbeitungsbetriebe. So wird in Untersuchungsregion A neben der Ölmühle eines international agierenden Lebensmittelkonzerns eine genossenschaftlich organisierte Ölmühle betrieben, die sich im Besitz von ca. 80 umliegenden Landwirten befindet und von diesen beliefert wird. Anteile an der Ölmühle sichern so den Absatz der angebauten Sonnenblumen. Gleichzeitig tragen die Landwirte die Risiken der Auslastung und Vermarktung.

In Untersuchungsregion B wird die Verarbeitung der Sonnenblumen durch ein von den anbauenden landwirtschaftlichen Betrieben unabhängiges Unternehmen übernommen. Dieses Unternehmen hat sich auf die Herstellung und Vermarktung von Nischenprodukten spezialisiert. So werden etwa Soja-produkte aus gentechnisch unverändertem Anbau vermarktet, eine Seltenheit im brasilianischen Sojamarkt.

Die in Untersuchungsregion C angebauten deutlich geringeren Mengen an Sonnenblumen werden ebenfalls durch ein vom Anbau unabhängigen Unternehmen aufgekauft. Dieses Unternehmen verarbeitet, nicht zuletzt aufgrund der klimatischen Anbaubedingungen im vergleichsweise kühlen Bundesstaat Rio Grande do Sul, vornehmlich Raps. Sonnenblumen ergänzen das Produktportfolio, nehmen bislang aber eine untergeordnete Stellung ein. Die nachfolgende Tab. 3 gibt eine Übersicht. Es wird deutlich, dass die landwirtschaftlichen Strukturen sich deutlich unterscheiden, dabei gehen die Anbauflächen mit der vorherrschenden Farmgröße einher.

Tab. 3: Charakterisierung der Verarbeitungsstandorte von Sonnenblumen in Brasilien

Untersuchungsregion Standort Ölmühle(n)	A Campo Novo do Parecis	B Itumbiara	C Giruá
Anzahl der Verarbeiter	2	1	1
Besitzstruktur	Genossenschaft / internationaler Lebensmittelkonzern	National agierendes Unternehmen	Regionales Unternehmen
Verarbeitete Pflanzen	Sonnenblumen / Sonnenblumen und Soja	Soja, Mais, Sonnenblumen	Raps, Sojabohnen und Sonnenblumen
Verarbeitungskapazität (t/Tag)	600 / 300	380	350
Anbaufläche für Sonnenblumen (in Hektar, Ø 2013-2017)	64.140	19.680	3.180
Vorherrschende Farmgröße	groß	mittel	klein - mittel
Wachstumszeiten	Feb/Mär – Jun/Jul	Feb/Mär – Jun/Jul	Aug/Sep – Dez/Jan

Die Übersicht lehnt sich an Ausarbeitungen des Doktoranden auf Basis der Forschungsaufenthalte in den Untersuchungsregionen an.

Die wesentlichen Elemente des LP-Modells zur sozioökonomischen Bewertung der Sonnenblumenwertschöpfungskette sind Preise und Kosten, sie sind in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4: Übersicht wesentlicher Modellelemente

	Soya	Maize	Cotton	Peanut	Sunflower			
					unprocessed	proteinmeal	oil, unrefined	husks
Yield (t/ha)	2,9	4,5	3,2	2,2	1,4			
Production Costs (R/ha)	2.007	1.303	6.646	2.521	1.131			
Sales Prices								
low price level (R/t)	503	275	1.555	823	579	2.800	1.100	110
high price level (R/t)	905	495	2.799	1.481	1.042	11.408	2.841	200

Die Produktionskosten setzen sich einerseits aus den Kosten des Saatguts, des Düngers und der Pflanzenschutzmittel zusammen. Andererseits wurden im Modell Parameter zu Feldüberfahrten der Maschinen hinterlegt, die je nach angebauter Frucht unterschiedlich ausfallen. So sind etwa für das Pflanzenbaumanagement der Baumwolle neben den deutlich höheren Einkaufspreisen für Pflanzenschutzmittel auch mehr Überfahrten erforderlich. Im Ergebnis liegt die Summe der Arbeitserledigungskosten mehrfach höher als beispielsweise beim Anbau von Erdnüssen. Um die Schwankungen der Verkaufspreise zu berücksichtigen wurden Niedrigpreise in Anlehnung an brasilianische Preisstützungsmechanismen gebildet. Hochpreisphasen auf den Weltmarkt wurden verwendet, um dem Modell entsprechende Verkaufspreise anzubieten.

Die Modellergebnisse zeigten, dass sich die Betriebsergebnisse der Betriebe linear zur bewirtschafteten Fläche erhöhen, hierbei wurden Betriebe zwischen 10 ha (Betriebe dieser Größe finden sich im Süden Brasiliens) und 10.000 ha (vorzufindende Größen einzelner Farmen im Bundesstaat Mato Grosso) angenommen.

Demgegenüber gingen die Betriebsergebnisse linear zurück, wenn die Transportkosten stiegen. Der Transport aus Untersuchungsregion A kann fast ausschließlich per LKW erfolgen. Entsprechend hoch fallen die Kosten für den Transport zu den Exporthäfen an, die zwischen 1.750 km (Binnenhafen Santarém, Amazonas) und 2.200 km (Seehafen Paranaguá, Atlantik) betragen. Die direkten Treibhausgasemissionen betragen pro Tonne Nutzlast 59,7 bzw. 74,5 kg CO₂-Äquivalente für diese Strecken.

Die Transportentfernung zu Exportdestination hatte auch Auswirkungen auf die Anbauentscheidung. Wurde dem Modell der Anbau von Haupt- und Zweitfrucht auf eine Betriebsfläche von 500 ha in Mato Grosso angeboten, so war der Anbau und Export von Sonnenblumen als Zweitfrucht vorteilhafter, wenn der Transport der Ernte zum Port Santos (2.000 km Entfernung) oder nach Santarém erfolgte. Zum Port Paranaguá hingegen lohnte der Export von unverarbeiteten Sonnenblumen nicht mehr: hier war Baumwolle vorteilhafter. Die Auswahl der Anbaualternativen zeigt Abb. 2 am Preisverhältnis von Soja, Mais, Baumwolle und Sonnenblumen.

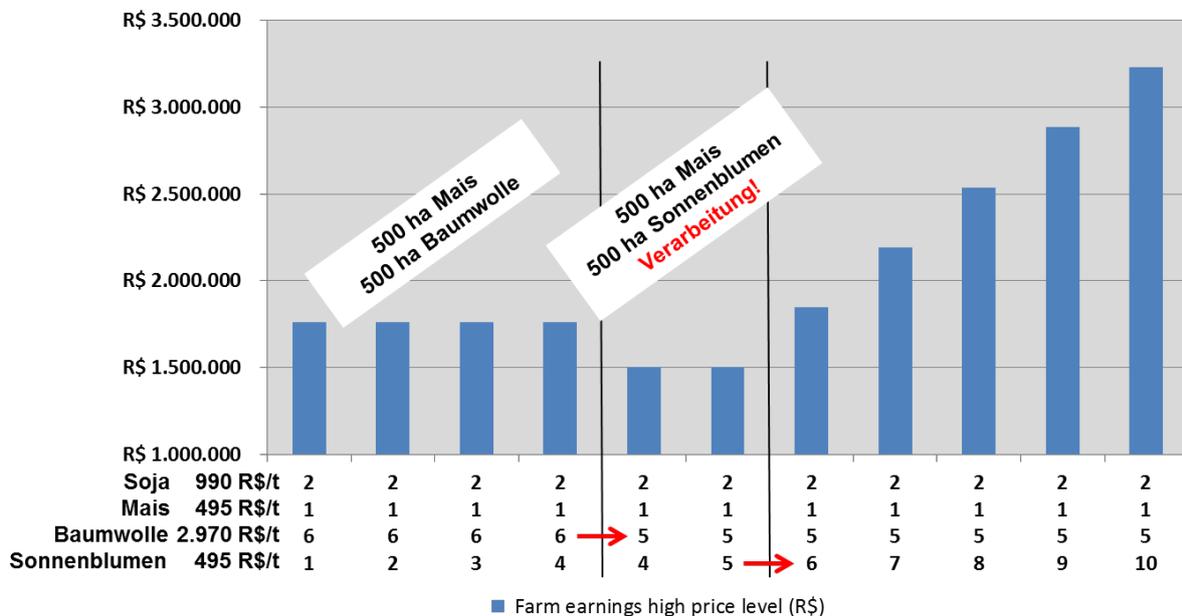


Abb. 2: Einfluss des Preisverhältnisses auf die Anbaumentscheidung

Für diese Modellrechnungen für einen 500 ha-Betrieb (jeweils Haupt- und Zweitfrucht) wurde das Verhältnis der Anbaualternativen zunächst so festgelegt, dass Mais und Sonnenblumen zu gleichen Preisen verkauft werden konnten, Soja zum doppelten Preis und Baumwolle zum 6-fachen Preis pro Tonne Rohware. Das Modell wies den Anbau von Sonnenblumen bis zum 4-fachen des Ausgangspreises als nicht vorteilhaft aus, die Betriebserträge blieben gleich. Nur eine Reduktion des Baumwollpreises ermöglichte den Anbau von Sonnenblumen, und diesen auch nur unter der Annahme einer Verarbeitung der Rohware zu Proteinmehl, Öl und Schalenresten (zur Erzeugung von Wärme verwendbar). Steigende Erlöse der Sonnenblumenprodukte beeinflussten dann allerdings das Betriebsergebnis deutlich positiv.

Eine Betrachtung der Verarbeitungsprodukte und -erlöse zeigte die Kopplung des Preises von Öl und Proteinmehl der Sonnenblume. Dabei wurde dem Modell eine Investition in Verfahrenstechnik am Standort der Ölmühle auf Basis der Daten des Projektpartners EPC ermöglicht. Die werthaltige Komponente ist in bisherigen Wertschöpfungsketten das Öl, die Rückstände der Pressung sind Futtermittel mit hohen Rohfaseranteilen, geringer Transportwürdigkeit und damit geringem Erlöspotential. Durch die Schälung der Sonnenblumenkerne vor dem Pressen und die Entölung des Presskuchens mithilfe des Verfahren vom Projektpartner Fraunhofer IVV gelingt eine Veredelung des Presskuchens dahingehend, dass Proteinmehl für die Verwendung in Lebensmitteln ermöglicht wird. Somit sind Öl und Proteinmehl wertgebende Bestandteile, die in ihrem Marktwert gekoppelt sind. Dabei ermöglicht ein höherer Verkaufspreis des Öls das Angebot von Proteinmehl zu geringeren Preisen bei gleichbleibendem Gesamterlös. Der Erlös bleibt natürlich auch gleich, wenn der Ölpreis geringer ausfällt, das Proteinmehl jedoch zu einem – gekoppelten – höheren Preis verkauft werden kann. Dieser Zusammenhang ist in Abb. 3 dargestellt.

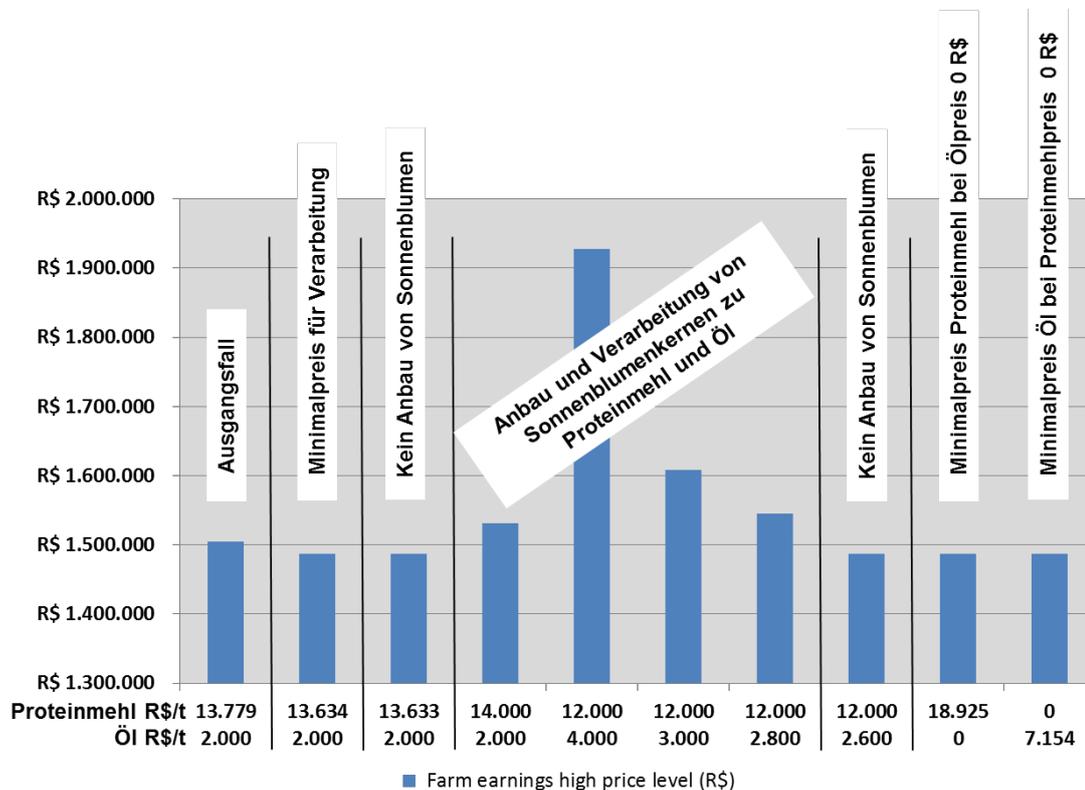


Abb. 3: Preisbeziehung von Proteinmehl und Öl bei Sonnenblumen

Ausgangspunkt ist ein Ölpreis von 2.000 R\$/t und ein Verkaufspreis für das Proteinmehl von 13.779 R\$/t. Bei unverändertem Ölpreis darf der Preis für das Proteinmehl sich auf 13.634 R\$/t reduzieren. Darunter findet kein Anbau von Sonnenblumen mehr statt, das Modell würde eine alternative Anbaufrucht wählen. Variiert man die Verkaufspreise (Im Diagramm die Säulen 4 – 7), so findet ein Anbau und eine Verarbeitung statt, das Betriebsergebnis verändert sich entsprechend. Sinkt der Ölpreis auf 2.600 R\$/t und der des Proteinmehls auf 12.000 R\$/t findet wiederum kein Sonnenblumenanbau mehr statt. Die Extreme werden deutlich, wenn ein Ölpreis von 0 R\$/t angenommen wird: dann muss das Proteinmehl für 18.975 R\$/t verkauft werden, um die Verarbeitung der Rohware rentierlich zu gestalten. Hingegen muss bei einem angenommenen Proteinmehlpriess von 0 R\$/t ein Ölpreis von 7.154 R\$/t erzielt werden: darunter lohnt die Pressung der Sonnenblumen nicht.

Die Verknüpfung dieser Modellergebnisse mit dem auf dem Weltmarkt erzielbaren Preis für Sonnenblumenöl ermöglichte die Ermittlung eines Proteinmehlpriess, für das bislang kein Marktpriess ermittelt wurde. Der 10-Jahres Durchschnitt (2008 – 2017) von Sonnenblumenöl liegt bei 814 €/t. Damit ergibt sich für einen in Campo Novo de Parecis produzierenden Landwirt (mit Beteiligung an der verfahrenstechnisch erweiterten Ölmühle), der zum Exporthafen Santarém liefert ein Mindestpreis für Proteinmehl von 2.597 €/t bzw. 2,60 €/kg. Den in den letzten 12 Monaten gehandelten Ölpreis von 713 €/t berücksichtigend müsste hingegen ein Preis für das Proteinmehl von 2,86 €/kg am Exporthafen gezahlt werden, wenn die Produktion und Verarbeitung an diesem Standort profitabel sein soll.

Diese Preisermittlung wurde mit den Projektpartnern und der Elosun GmbH bei Projektabschluss diskutiert: sie bildet korrekt das Marktumfeld für Proteinmehl aus Sonnenblumen ab.

Ergebnisse der Nachhaltigkeitsuntersuchung

Das Risiko eines nicht-nachhaltigen Anbaus bzw. einer Anbauausweitung in den Untersuchungsregionen wurde mithilfe des GRAS-Indexes ermittelt. GRAS steht für Global Risk Assessment Services und stellt eine Risikoabschätzung zur Nachhaltigkeit des Anbaus von Biomasse dar. Aus öffentlichen Quellen (globale, inter-regionale und nationale Datenbanken) verfügbare Informationen zur Biodiversität, in Biomasse gespeichertem Kohlenstoff, Landnutzungsänderungen (LUC, mithilfe von Satellitenauswertungen ermittelt) und zu sozialen Indizes (nationale Ebene) werden zusammengefasst und gewichtet. Hierbei fließen die Kriterien Biodiversität und LUC zu je 35 % in den Indexwert mit ein, die Kriterien Kohlenstoff und Sozial zu je 15 %. Im Ergebnis können Regionen mit verschiedenen Risikoprofilen für nicht-nachhaltigen Anbau verglichen werden. Auf die Methodik wird detailliert in der im Rahmen des Vorhabens entstandenen Publikation „Nachhaltigkeitsuntersuchungen mittels GRAS-Index am Beispiel der Verarbeitung von Sonnenblumenkernen in Brasilien“ eingegangen (Stauss und Mergenthaler 2017).

Tab. 5: GRAS-Index der Untersuchungsregionen

Gewichtung	Kriterium	Untersuchungsregion A Campo Novo do Parecis	Untersuchungsregion B Itumbiara	Untersuchungsregion C Giruá
35 %	Biodiversität	0,19	0,00	0,01
15 %	Kohlenstoff	0,63	0,03	0,31
35 %	LUC	0,26	0,08	0,13
15 %	Sozial	0,31	0,31	0,30
100 %	GRAS-Index	0,30	0,07	0,14

Im Ergebnis, zusammengefasst in Tab. 5 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, zeigt sich ein mittleres Risiko nicht-nachhaltigen Sonnenblumenanbaus für die Untersuchungsregion A um Campo Novo do Parecis während die Untersuchungsregionen B (Itumbiara) und C (Giruá) ein geringes Risikoprofil aufweisen.

Für die Untersuchungsgebiete um Itumbiara und Giruá (alle Analysen auf Basis eines Radius' von 200 km) ergeben sich insbesondere für das Kriterium Biodiversität sehr geringe und damit unkritische Werte. Errechnet wird dieser Wert als Quotient der Flächen von sogenannten No-Go-Areas und dem Untersuchungsgebiet. No-Go-Areas sind definiert als Gegenden, die als staatliche Schutzgebiete markiert oder von Nicht-Regierungsorganisationen als Gebiete mit bestimmter Bodenbedeckung, z.B. Primärwald, identifiziert sind. Hiervon finden sich 13 im Untersuchungsgebiet von Campo Novo do Parecis mit einem Flächenanteil von insgesamt 19 %.

Die Menge an in Biomasse gespeichertem Kohlenstoff unterscheidet sich in den drei Untersuchungsgebieten wesentlich. Basierend auf global verfügbarem Datenmaterial lässt sich für die Region um Campo Novo do Parecis ein Anteil der Biomasse mit einem hohen Kohlenstoffgehalt (> 65 t/ha, stellenweise bis 250 t/ha) von 63 % ermitteln. Dies liegt an der räumlichen Nähe zu einer der biomasse-reichsten Ökozonen weltweit, dem Amazonas Gebiet. Während um Itumbiara der vorherrschende Kohlenstoffanteil nur bis zu 10 t/ha beträgt, umfasst das Untersuchungsgebiet um Giruá auch Teile von Argentinien und Paraguay. Beide Länder weisen, wahrscheinlich bedingt durch andere Flächennutzungen, Kohlenstoffanteile größer 65 t/ha auf bis zu 69 % der Fläche auf, entsprechend erreicht dieses Kriterium in Giruá einen Wert von 31 %. Verkleinert man den Untersuchungsradius von 200 km auf 50 km, so halbiert sich der Wert für Giruá auf 17 %, in den anderen Regionen bleibt er auf vergleichbarem Niveau.

Bezüglich des Kriteriums Landnutzungsänderungen ist für die beiden südlichen Gebiete ein geringer Wert errechnet worden, dies begründet sich in den bereits seit vielen Jahrzehnten bestehenden

landwirtschaftlichen Aktivitäten in diesen Regionen. Das Untersuchungsgebiet um Campo Novo do Parecis im zentral-westlich gelegenen Bundesstaat Mato Grosso unterscheidet sich hier: landwirtschaftlich erschlossen sind viele Flächen erst seit den 1980er-Jahren.

Einen genaueren Blick auf die Landnutzung verschafft die Auswertung des Enhanced Vegetation Index (EVI). Der Index ermöglicht mit einer Auflösung von 250 x 250 m die Unterscheidung von Flächen mit Bewuchs und Brache. Der Verlauf eines EVI-Diagramms ist in Abb. 4 dargestellt. Auf diese Weise können mittels Koordinaten konkrete Flächen auf Ihre landwirtschaftliche Nutzung hin untersucht werden um Landnutzungsänderungen, beispielsweise eine Rodung von Primärwald, zu erfassen. Die EVI-Auswertung von Sonnenblumenanbauflächen in der Untersuchungsregion C um Giruá ergab keine derartigen Landnutzungsänderungen.

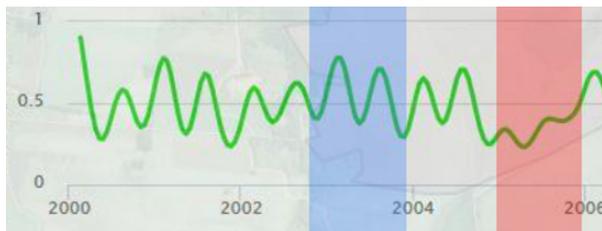


Abb. 4: EVI-Diagramm einer Fläche bei Giruá

Das auf nationalen Zahlen basierende Kriterium Sozial unterscheidet sich unwesentlich in den drei Untersuchungsgebieten, Giruá hat einen geringfügig kleineren Wert, dieser bedingt sich durch den Untersuchungsradius von 200 km: Teile von Argentinien und Paraguay befindet sich im Bewertungsgebiet.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Nutzung des GRAS-Indexes eine Einschätzung zur Nachhaltigkeit des Anbaus von Sonnenblumen in den drei Untersuchungsgebieten Brasiliens ermöglichte. Es zeigte sich, dass die Regionen mit langer Anbautradition kaum anfällig für Nachhaltigkeitsrisiken sind. Die nördlich, nahe dem Amazonasgebiet gelegene Region um Campo Novo de Parecis hingegen wies ein mittleres Risiko auf, nachhaltiger Anbau kann jedoch auch hier realisiert werden. Auditoren für eine Zertifizierung von Sonnenblumenprodukten erhalten mittels der GRAS-Systematik eine erste Abschätzung zur Planung der erforderlichen Prüfungen vor Ort.

Ergebnisse des Multi-Agenten-Modells

In den Untersuchungen im Rahmen der Dissertation von Lucas Oliveira de Sousa wurden die Ergebnisse aus den qualitativen Untersuchungen teilweise formal abgebildet und in ein multi-agenten-basiertes Modell MPMAS überführt und damit einer Simulation für die führende Anbauregion in Mato Grosso zugänglich gemacht. Fragen einer möglichen Ausdehnung der Sonnenblumenanbaufläche in Brasilien, insbesondere im flächenstarken Bundesstaat Mato Grosso mit einer der wichtigsten weltweiten Ackerbauregion für Sojabohnen, wurden dabei vertiefend untersucht. Dabei wurden einzelne Adoptionsentscheidungen von explizit modellierten landwirtschaftlichen Betrieben in einem multi-agenten-basierten Modell unter Berücksichtigung von sozio-ökonomischen, technologischen und biologischen Aspekten im Rahmen von im Bundesstaat typischen Doppel-Anbausystemen simuliert. Besonders hervorzuheben ist dabei die integrierte Modellierung auf Grundlage eines physiologisch-biologisch basierten Feldkulturen-Wachstumsmodells in dem Erträge der Feldkulturen explizit unter Berücksichtigung der lokalen Wachstumsbedingungen und dem Betriebsmitteleinsatz simuliert wurden. Für die erfolgreiche Durchführung dieser integrierten Herangehensweise war eine enge, disziplinübergreifende Zusammenarbeit notwendig. Grundlage des Multi-Agenten-Modells bildet die mathematische Programmierung. Hierbei wurde auf eine bestehende Programm-Umwelt an der Universität Hohenheim zurückgegriffen, die für die eigene Fragestellung entsprechend zusammenstellt, anpasst und parametrisiert wurde. Die Erweiterung erfolgt durch die Aktualisierung der Datenbasis, durch die Einführung von Sonnenblumen als eine bisher nicht berücksichtigte Feldkultur und durch Integration eines vom Grundsatz her bestehenden Interaktionen-Moduls zwischen den Agenten, um dem dynamischen Diffusionsprozess Rechnung zu tragen. Begrenzte Verarbeitungskapazitäten wurden durch entfernungsabhängige Transportkosten modelliert. Die Ergebnisse konzentrieren sich auf die Bereiche der Innovationsdiffusion, den Landnutzungswettbewerb und die maximalen Produktionspotentiale für Sonnenblumen.

Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Es wurden Finanzmittel hauptsächlich für Personal und Reisetätigkeiten verwendet. Nach TV-L, Entgeltgruppe 13, wurden wissenschaftliche Mitarbeiter finanziert, wissenschaftliche Hilfskräfte wurden für Datenauswertungen eingesetzt. Insgesamt entstanden Personalkosten in Höhe von 190.600 €. Aufgrund der Lage der Untersuchungsregionen und längeren Forschungsaufhalten in Brasilien ergaben sich Reisekosten von rund 24.600 €. Ein Unterauftrag mit einem Volumen von 3.570 € wurde an die GRAS GmbH in Köln vergeben.

Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Untersuchungen zur Etablierung der vorhandenen, sich stark voneinander unterscheidenden Wertschöpfungsketten von Sonnenblumen in den drei Hauptanbauregionen Brasiliens erweiterten das Verständnis einer Nutzpflanze, die in Brasilien bislang marginale Bedeutung hat. Durch die Verknüpfung der technologischen Verfahrensentwicklung der Produktion von Proteinmehl aus Sonnenblumen mit der Expertise der Akteure vor Ort ergaben sich neue Perspektiven für die Wertschöpfung der anbauenden Landwirte, aber auch für die Weiterverarbeitung. Die Ergebnisse sind jedoch auch aufgrund der stetigen Rückkopplung der deutschen Partner mit Akteuren der deutschen Lebensmittelindustrie über den brasilianischen Markt hinaus für den verstärkten Einsatz pflanzlicher Proteine in der Humanernährung von Bedeutung, da die zunehmende Verwendung pflanzlichen Proteins anstelle von tierischen Proteinträgern auch vom globalen Markt nachgefragt wird.

Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die Projektergebnisse beförderten die Gründung der Elosun GmbH, die für die Lebensmittelherstellung Proteinmehl aus Sonnenblumen vertreibt. Die verfahrenstechnischen Voraussetzungen hierfür wurden beim Projektpartner Fraunhofer IVV erarbeitet. Das Teilprojekt der FH Südwestfalen lieferte wichtige Beiträge zur Abschätzung des Marktpreises von Proteinmehl aus Sonnenblumen, die Modellergebnisse zur Abbildung der Wertschöpfungskette konnten so die Vermarktung von Sonnenblumenproteinen unterstützen. Die Ergebnisse können zudem genutzt werden, um die Erweiterung von engen Fruchtfolgen Brasiliens durch den Sonnenblumenanbau zu ermöglichen. Die Einführung von Sonnenblumen in die bestehende Programmwelt MPMAS an der Universität Hohenheim trägt zudem dazu bei, umfangreichere Abschätzungen zur Ausweitung klimaschonender Landwirtschaft in Brasilien vorzunehmen.

Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Fortschritte bei anderen als den am Projekt auf deutscher und brasilianischer Seite beteiligten Stellen sind nicht bekannt.

Veröffentlichungen der Ergebnisse

Während des Projektes wurden Zwischenergebnisse in zwei „Notizen aus der Forschung“ (ISSN 2567-0484) des Fachbereichs Agrarwirtschaft der FH Südwestfalen veröffentlicht:

No. 13/2016; Hagenkamp, L.; Stauss, W.; Mergenthaler, M.:

Akzeptanz von Sonnenblumeninhaltsstoffen in Lebensmitteln aus Sicht des Verbrauchers und Wirkung von Verpackungsgestaltung auf die Kaufentscheidung.

No. 33/2017; Stauss, W.; Mergenthaler, M.:

Nachhaltigkeitsuntersuchungen mittels GRAS-Index am Beispiel der Verarbeitung von Sonnenblumenkernen in Brasilien.

Im Rahmen der Promotion des brasilianischen Doktoranden Lucas Oliveira de Sousa entstanden folgende Veröffentlichungen:

Oliveira de Sousa, L.; Vogt, L.; Dias Paes Ferreira, M.; Mergenthaler, M.:

Contracts, social network and knowledge diffusion in Brazilian sunflower agri-food chains for potential supply of innovative food proteins. *Revista de Economia e Agronegócio*. Vol. 16 | N. 1 | 2018. ISSN 2526-5539.

Oliveira de Sousa, L.; Dias Paes Ferreira, M.; Mergenthaler, M.:

Agri-Food Chain Establishment as a Means to Increase Sustainability in Food Systems: Lessons from Sunflower in Brazil. *Sustainability*. Vol. 10 | Issue 7 | 2018. ISSN 2071-1050

Noch unveröffentlicht:

Carauta, M.; Oliveira de Sousa, L.; Hampf, A.; Troost, C.; Libera, A.; Berger, T.:

A bio-economic model-based assessment of sunflower adoption in double-cropping systems in Mato Grosso, Brazil.

Darüber hinaus wurden Poster und Vorträge auf folgenden Tagungen vorgestellt bzw. gehalten:

NRW-Biokraftstofftagung 2015:

Stauss, W.:

SunflowerProtein – Sozioökonomische Bewertung der nachhaltigen Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Sonnenblumenprodukten. 26.11.2015, Bad Sassendorf.

11th International European Forum on System Dynamics and Innovation in Food Networks:

Oliveira de Sousa, L.; Dias Paes Ferreira, M.; Mergenthaler, M.:

The Role of Trust, Knowledge Diffusion and Contracts in Sunflower Production Chains in Brazil. 13. – 17.02.2017, Innsbruck-Igls, Österreich.

2. Deutsches Hochschulforum 2017:

Stauss, W.; Oliveira de Sousa, L.; Mergenthaler, M.:

SunPro – Sozioökonomische Bewertung der nachhaltigen Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Sonnenblumenprodukten. 11.05.2017, Soest.

XV EAAE Congress 2017:

Oliveira de Sousa, L.:

Poster presentation: The emergence process of sunflower agri-food chains in Brazil. 28.08. – 01.09.2017, Parma, Italy.

Literaturverzeichnis

- Fehily, A. M. (2016): Nutrition | Soy-Based Foods. In: Geoffrey W. Smithers (Hg.): Reference module in food science. [Amsterdam]: Elsevier.
- FEI (2009): Herstellung von Sonnenblumen-Proteinpräparaten mit verminderten Polyphenolgehalten aus Ölgewinnungsrückständen zur Anwendung in Lebensmitteln. AiF 14449 N, zuletzt geprüft am 11.04.2018.
- González-Pérez, Sergio; Vereijken, Johan M. (2007): Sunflower proteins. Overview of their physico-chemical, structural and functional properties. In: *J. Sci. Food Agric.* 87 (12), S. 2173–2191. DOI: 10.1002/jsfa.2971.
- Hagenkamp; Stauss; Mergenthaler (2016): Akzeptanz von Sonnenblumeninhaltsstoffen in Lebensmitteln aus Sicht des Verbrauchers und Wirkung von Verpackungsgestaltung auf die Kaufentscheidung. FH Südwestfalen. Soest (Forschungsnotizen des Fachbereichs Agrarwirtschaft, 13).
- Pickardt, Claudia; Eisner, Peter; Kammerer, Dietmar R.; Carle, Reinhold (2015): Pilot plant preparation of light-coloured protein isolates from de-oiled sunflower (*Helianthus annuus* L.) press cake by mild-acidic protein extraction and polyphenol adsorption. In: *Food Hydrocolloids* 44, S. 208–219. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2014.09.020.
- Premalatha, M.; Abbasi, Tasneem; Abbasi, Tabassum; Abbasi, S. A. (2011): Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation. The use of edible insects. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (9), S. 4357–4360. DOI: 10.1016/j.rser.2011.07.115.
- Stauss, Wolfgang; Mergenthaler, Marcus (2017): Nachhaltigkeitsuntersuchungen mittels GRAS-Index am Beispiel der Verarbeitung von Sonnenblumenkernen in Brasilien.
- Waiblinger, Hans-Ulrich (2016): Gentechnik in Lebensmitteln. Ausführlicher Bericht, zuletzt geprüft am 11.04.2018.
- Weigel, Ingrid; Gensberger-Reigl, Sabrina (2017): Proteine nicht tierischer Herkunft als Fleischersatz - eine aktuelle Literaturübersicht. Kulmbach: Adalbert-Raps-Stiftung. Online verfügbar unter http://www.rapsstiftung.de/fileadmin/templates/default/dokumente/Projektbericht_Fleischersatz.pdf.
- Wu, Guoyao (2013): Amino acids. Biochemistry and nutrition. Boca Raton, FL: CRC Press.