

# Ist der Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat für Landwirte eine Alternative? Ein Discrete-Choice-Experiment zur Ausgestaltung von Substrat-Lieferverträgen für Zuckerrüben

## Is the Cultivation of Sugar Beets as a Biogas Substrate an Alternative for Farmers? A Discrete Choice Experiment for the Design of Substrate-supply-contracts for Sugar Beets

Saramena Sauthoff, Friederike Anastassiadis und Oliver Mußhoff  
Georg-August-Universität Göttingen

### Zusammenfassung

*Für eine nachhaltige und gesellschaftlich unterstützte Erzeugung erneuerbarer Energien in Biogasanlagen ist es notwendig, Substrate abseits des Silomais‘ auf deren Tauglichkeit und Akzeptanz hin zu untersuchen. In diesem Zusammenhang gewinnt die Zuckerrübe als Biogassubstrat an Bedeutung. Unseres Wissens sind keine Studien vorhanden, die die Einstellung von Landwirten zur alternativen Verwendung von Zuckerrüben in Biogasanlagen untersuchen. Damit ist auch offen, wie Lieferverträge ausgestaltet sein müssen, damit Landwirte einem Zuckerrübenanbau für die Biogasproduktion zustimmen. Zur Beantwortung dieser Fragestellung haben wir eine Online-Befragung mit 118 deutschen Landwirten durchgeführt, die u.a. ein Discrete-Choice-Experiment beinhaltet hat. Unsere Ergebnisse zeigen, dass Landwirte Substratlieferverträgen für Zuckerrüben eher ablehnend gegenüberstehen. Entscheiden sich Landwirte für einen Liefervertrag über den Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat, präferieren sie eine kurze Vertragslaufzeit und einen geringen Anbauumfang. Eine Frühjahrsrodung wird generell abgelehnt.*

### Schlüsselwörter

*Zuckerrüben; Biogassubstrat-Liefervertrag; Discrete-Choice-Experiment*

### Abstract

*In order to provide a sustainable renewable energy production in biogas plants, it is necessary to examine substrates apart from silage maize on their suitability and acceptance in society. In this context, sugar beets gain more and more importance for the production of biogas. To date, there have not been any studies on the attitude of farmers towards the alternative use of sugar beets in biogas plants. We, therefore, investi-*

*gated how substrate supply contracts should be designed that farmers agree to cultivate sugar beets for biogas. Due to the lack of farm-level data, we conducted an online-survey including a Discrete Choice Experiment with 118 German farmers. Our results show that the participating farmers react with restraint to contract sugar beets for biogas. If farmers opt for a supply contract of beet as biogas substrate, they prefer a short contract period and small-scale cultivation. A spring harvest of sugar beets is generally rejected.*

### Key Words

*sugar beets; substrate-supply-contract; Discrete Choice Experiment*

## 1 Einleitung

Die weltweite Nachfrage nach Energie steigt kontinuierlich. Für den Zeitraum von 2011 bis 2035 wird ein weltweiter Nachfragezuwachs nach Energie von 33 % prognostiziert (IEA, 2013). Gleichzeitig steht die Weltbevölkerung vor den Aufgaben, dem Klimawandel und seinen Folgen entgegen zu treten, fossile Energieträger im Kontext endlicher Ressourcen nachhaltig zu substituieren sowie eine flächendeckende Verfügbarkeit von Energie zu gewährleisten (ØSTERGAARD, 2012; BMELV und BMU, 2010; WEILAND, 2010). In diesem Zusammenhang nehmen die Förderung und der Ausbau erneuerbarer Energien einen zentralen Platz ein. Dennoch bringen einige erneuerbare Energiequellen Probleme mit sich, wie bspw. die lokal eingeschränkte Verfügbarkeit einiger Ausgangsstoffe bzw. Rohstoffe, die begrenzte Möglichkeit der Speicherung der erzeugten Energie sowie Schwankungen in der Energiebereitstellung (ØSTERGAARD, 2012).

Frei von solchen Nachteilen ist die Biogaserzeugung, bei der die Substratzufuhr und somit die Biogasmenge an die Nachfrage angepasst und gespeichert werden können (ØSTERGAARD, 2012; REISE, 2012). Biogas lässt sich in Strom umwandeln und kann ggf. auch zu Biomethan aufgereinigt werden, um somit bspw. als Kraftstoff für Fahrzeuge eingesetzt werden zu können (WEILAND, 2010). Bei der Biogaserzeugung handelt es sich um ein äußerst energieeffizientes und umweltfreundliches Verfahren zur Bioenergiegewinnung (FEHRENBACH et al., 2008). Im Vergleich zur Energiebereitstellung aus fossilen Energieträgern können bei der Verwendung lokal vorhandener Substrate zur Biogaserzeugung Treibhausgase eingespart werden. Gleichzeitig dient das „Abfallprodukt“ der Biogasanlage, der Gärrest, als hochwertiger Pflanzendünger (FNR, 2014; WEILAND, 2010).

Innerhalb der Europäischen Union ist die Biogasproduktion in Deutschland mit nahezu 8 000 Biogasanlagen und einer installierten elektrischen Leistung von etwa 3 800 Megawatt, die ans Stromnetz angeschlossen sind (FNR, 2014; KREUGER et al., 2011), am weitesten fortgeschritten. Diese Entwicklung ist auf das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zurückzuführen, dessen übergeordnetes Ziel eine nachhaltige sowie klima- und umweltverträgliche Stromversorgung auf Basis erneuerbarer Energien ist (BMW, 2014). 54 % des eingesetzten Substrates stammt aus Energiepflanzen, 73 % davon werden durch die Kultur Silomais abgedeckt (FNR, 2014).

Für den weiteren Ausbau der Biogasproduktion ist es entscheidend, dass zum einen ausreichend Substrat zur Verfügung gestellt werden kann, zum anderen aber auch Rückhalt aus der Bevölkerung für diese Form der Energiegewinnung besteht. Es zeigt sich jedoch, dass der vermehrte Silomaisanbau zunehmend kritisch bewertet wird, u.a. auch, weil dieser in manchen Regionen das Landschaftsbild so sehr beherrscht (SCHAFFNER et al., 2011; BREULMANN, 2010), dass sich die Bevölkerung von der „Vermaisung“ der Landschaft bedroht fühlt (BMELV, 2012). Als Reaktion auf den hohen Silomaiseinsatz in Biogasanlagen zulasten der Biodiversität ist das EEG angepasst worden. So dürfen Biogasanlagen, die ab dem 01. Januar 2012 ans Netz gegangen sind, nicht mehr als 60 % der Substratmasse aus Silomais gewinnen (BMU, 2011). In diesem Zusammenhang gewinnt die Zuckerrübe als Biogassubstrat an Bedeutung, da sie aufgrund ihrer Physiologie schnell und beinahe vollständig zu Biogas umgesetzt wird und sich dabei zusätzlich noch ein höherer Bioenergieertrag als der des Silomais erge-

ben kann (BREULMANN, 2010; DEMIREL und SCHERER, 2008).

Gerade in Anbetracht der Zuckermarktreform zum September 2017 ergibt sich mit der Aufhebung der Mengenbeschränkungen sowie der Mindestpreisregelung eine gänzlich neue Marktsituation (BMEL, 2014). Es ist zu erwarten, dass der zukünftige Zuckerrübenanbau in der EU und somit auch in Deutschland von verschiedenen, schwer zu prognostizierenden Faktoren abhängen wird: Hier seien zum einen der weltweit zunehmende Bedarf nach Zucker als Nahrungsmittel sowie die steigende Bioethanolproduktion aus Zuckerrohr genannt, wodurch ein Anstieg der Weltmarktpreise hervorgerufen werden könnte (BMEL, 2014; GOCHT et al., 2012; LATACZ-LOHMANN und PELKA, 2010). Zum anderen ist aber auch eine Substitution des Zuckers in vielen Lebensmitteln durch Süßstoffe oder Isoglucose denkbar (GOCHT et al., 2012). Zudem können niedrige Ölpreise, wie sie seit Mitte des Jahres 2014 beobachtet werden, dazu führen, dass Brasilien als größter Zucker- und Ethanolproduzent die Produktion des Zuckers fördert und somit aufgrund hoher Zuckermengen niedrige Weltmarktpreise für Zucker folgen (vgl. GOCHT et al., 2012; LATACZ-LOHMANN und PELKA, 2010). Es wird deutlich, dass der bisher geschützte europäische Zuckermarkt ab 2017 hohen Preisunsicherheiten ausgesetzt sein wird. Hier bietet der Zuckerrübenanbau für Biogasanlagen mit Lieferverträgen zu festen Preiskonditionen für Landwirte eine alternative Verwendungsmöglichkeit. Letztlich kann durch die über das EEG nach dem Bau einer Biogasanlage auf 20 Jahre garantierten Einspeisevergütungen ein Biogasanlagenbetreiber eine Preissicherheit und somit eine Planungssicherheit an den substratliefernden Landwirt weitergeben. Daraus folgt, dass Landwirte, die sich entscheiden, Zuckerrüben als Biogassubstrat anzubauen, Preisschwankungen am Markt weniger stark ausgesetzt sind. Hier stellt der Liefervertrag die Schnittstelle zwischen Landwirt und Biogasanlagenbetreiber und somit das kritische Glied der Geschäftsbeziehung dar (REISE et al., 2012).

Bis dato liegen keine Untersuchungen zur Einstellung von Landwirten zum Abschluss von Substratlieferverträgen für Zuckerrüben vor. Es existieren jedoch wissenschaftliche Beiträge, die entweder eine alternative Verwendung von Zuckerrüben thematisieren oder aber die Substratversorgung der Biogasanlage zum Schwerpunkt haben (vgl. STARKE und HOFFMANN, 2014; HARTUNG und OHL, 2012; STARKE, 2012; BREULMANN, 2010). MÜBHOFF und HIRSCH-

AUER (2011) analysieren das Entscheidungsverhalten von Landwirten für verschiedene hypothetische Liefervertrags-Optionen von Ethanolrüben. REISE et al. (2012) werten im Rahmen eines Discrete-Choice-Experimentes (DCE) Faktoren aus, die für Landwirte für das Zustandekommen von Substratlieferverträgen mit Biogasanlagenbetreibern ausschlaggebend sind. Dabei werden die Präferenzen der Landwirte für Silomais als Biogassubstrat ermittelt. GOLD (2012) nutzt Tiefeninterviews, um zu beschreiben, welche Faktoren aus Sicht der Biogasanlagenbetreiber erfüllt sein müssen, damit diese eine Vertragsgestaltung positiv bewerten. Zudem gibt es Beiträge, die die Vermutung nahe legen, dass risikoaverse Landwirte oder Landwirte mit überdurchschnittlich großen Betrieben dazu geneigt sind, Lieferverträge schneller zu akzeptieren, um ihre Betriebe gegen Risiken abzusichern (KEY und MACDONALD, 2006; KATCHOVA und MIRANDA, 2004).

Ziel dieses Beitrags ist es, folgende übergeordnete Forschungsfrage zu klären: Wie sollte ein zukünftiger Liefervertrag für Zuckerrüben mit Produktionsziel Biogas aus Sicht landwirtschaftlicher Betriebsleiter ausgestaltet sein, um die Zuckerrübe als Substratalternative zu etablieren? Zur Klärung dieser Forschungsfrage wird der Landwirt im Rahmen eines DCE mit verschiedenen hypothetischen Substratlieferverträgen konfrontiert. So ist es möglich, die Bedeutung einzelner Vertragsbestandteile aufzuzeigen und Empfehlungen für die Ausgestaltung von Substratlieferverträgen für Zuckerrüben auszusprechen. Umgekehrt ist es ebenfalls von großem Interesse, welche Parameter für Landwirte einen Ausschluss der Verwendungsmöglichkeit „Zuckerrüben für Biogasproduktion“ bedingen.

Im nachfolgenden Abschnitt 2 werden der theoretische Hintergrund der Untersuchung erläutert und die Hypothesen abgeleitet. Abschnitt 3 befasst sich mit dem Untersuchungsdesign und der Datengrundlage. Zunächst wird die Fragebogenkonzeption erläutert, anschließend erfolgt eine Beschreibung der Ausgestaltung des DCE. Dieser Abschnitt dient zudem dazu, die teilnehmenden Landwirte zu beschreiben. Abschnitt 4 widmet sich dem Mixed-Logit-Modell, welches zur Auswertung des DCE herangezogen wird. Hierbei wird auf die Modellwahl, das Mixed-Logit-Modell im Allgemeinen sowie dessen konkrete Ausgestaltung in dieser Studie eingegangen. Anschließend werden die Ergebnisse im Besonderen in Abschnitt 5 dargestellt. Der Beitrag endet mit Schlussfolgerungen und einem Ausblick (Abschnitt 6).

## 2 Theoretischer Hintergrund

Für eine optimale Substratversorgung ihrer Biogasanlage schließen Biogasanlagenbetreiber häufig Substratlieferverträge mit Landwirten ab. Diese sind in der Regel sehr verschieden ausgestaltet. Im Folgenden werden Einflussfaktoren betrachtet, die bei der Entscheidung von Landwirten für oder gegen einen Zuckerrüben-Substratliefervertrag eine Rolle spielen könnten.

### Einfluss von Erfahrung

MCFADDEN (1999) entwickelt einen theoretischen Rahmen, anhand dessen sich erklären lässt, welche Parameter auf die Entscheidungsfindung eines Individuums einwirken können. Der Entscheidungsprozess ist demzufolge abhängig von der Auffassungsgabe (Wahrnehmung) und den Vorstellungen (innere Überzeugung), die durch verfügbare Informationen zu dem entscheidungsrelevanten Gut vorliegen. Zusätzlich können weitere Parameter, wie bspw. Präferenzen, einen Entscheidungsvorgang beeinflussen. PENNINGS und LEUTHOLD (2000a) vertiefen MCFADDENS (1999) Ansatz und erklären, dass bei einem Entscheidungsprozess berücksichtigt werden muss, dass Entscheider in der Adoptionsphase eines Vertrags evaluieren, inwiefern ihnen ein Vertrag einen Zusatznutzen bringt oder nicht. In einem weiteren Beitrag gehen PENNINGS und LEUTHOLD (2000b) darauf ein, dass Kenntnisse im Vertragsbereich dazu führen können, dass Verträge eher abgeschlossen werden.

Daraus ergibt sich folgende Hypothese:

*H1* „Erfahrung Substratlieferverträge“: Landwirte, die bereits Erfahrungen mit Lieferverträgen für Biogassubstrat gemacht haben, sind eher dazu bereit, einen Vertrag zur Lieferung von Zuckerrüben als Biogassubstrat abzuschließen.

### Einfluss des Innovationsgrads

Die Verwendung von Zuckerrüben zur Biogasproduktion stellt eine innovative Nutzungsform dieser Kultur dar. Der Begriff „Innovation“ (lat.: innovatio = Neuerung) ist zwar nicht einheitlich definiert, dennoch stimmen die Definitionen in dem Punkt überein, dass etwas nur dann als innovativ gilt, wenn eine tatsächliche Nutzung der Innovation erfolgt (vgl. WEISE, 2007; HAUSCHILDT, 2004). Bedeutende Merkmale einer Innovation stellen u.a. die Neuartigkeit der Nutzung dar, die Unsicherheit aufgrund geringer Erfahrungswerte sowie ein hohes Konfliktpotenzial durch

vorgenommene Veränderungen (GRANIG und PERUSCH, 2012). Bei innovativen Produktionsverfahren bzw. Nutzungsformen einer Kultur kann eine Präferenz von Landwirten für kurze Vertragslaufzeiten festgestellt werden, da sich Landwirte bspw. unsicher bezüglich des zukünftigen Nutzens und der Kosten ihres Vertrages sind (vgl. BROCH und VEDEL, 2012; HUDSON und LUSK, 2004; OVEREND, 1993). Ebenfalls besteht der Wunsch nach einer Möglichkeit, zum Status quo vor Vertragsabschluss zurückzukehren (BROCH und VEDEL, 2012). OVEREND (1993) hält kurzfristige Verträge neben Spotmärkten dann für optimal, wenn bei der Biomasseproduktion zur Energiegewinnung aus Erzeugersicht argumentiert wird. KEY (2005) beschreibt, dass Landwirte dazu neigen, flexible Verträge mit kurzen Vertragslaufzeiten zu bevorzugen. GRANOSZEWSKI und SPILLER (2013) finden heraus, dass der Anbauumfang der Kultur vor allem davon abhängt, wie aufgeschlossen bzw. risikofreudig ein Landwirt der Verwendung von Biomasse zur Energiegewinnung gegenübertritt. Sie stellen fest, dass Landwirte, die Neuem weniger aufgeschlossen sind, geringere Flächen kontraktieren. Da es sich bei der Biogasgewinnung aus Zuckerrüben um eine relativ neue Nutzungsform dieser Kultur handelt, ist davon auszugehen, dass Landwirte zunächst verhalten auf einen Vertragsanbau reagieren, wenn ihnen dieser von einem Biogasanlagenbetreiber angeboten wird.

Hieraus leitet sich Hypothese 2 ab:

*H2 „Innovationsgrad Verwendungszweck Biogas“:* Landwirte werden Lieferverträge mit einer kurzen Vertragslaufzeit sowie einem geringen Flächenbedarf vorziehen.

### Bedeutung von Fruchtfolgerestriktionen

Da Zuckerrüben nicht selbstverträglich sind, ist ein Anbau in Fruchtfolgen erforderlich (KOENNECKE, 1967). Die Zuckerrübe stellt zudem spezifische Ansprüche an die Bodenbeschaffenheit, das Klima und Vorfrüchte (BAEUMER, 1992). Insbesondere auf für Zuckerrüben weniger günstigen Standorten sollte ein maximaler Zuckerrübenanteil von 25 % nicht überschritten werden, sodass eine vierfeldrige Fruchtfolge umgesetzt werden kann. Auf für Zuckerrüben günstigen Standorten kann ein maximal möglicher Zuckerrübenanteil von 33 %, also eine dreifeldrige Fruchtfolge, umgesetzt werden (BAEUMER, 1992). Daraus ergibt sich, dass bei bestehendem Zuckerrübenanbau die mögliche Anbaukapazität aufgrund von Fruchtfolgerestriktionen abnimmt.

Folglich lautet Hypothese 3:

*H3 „Fruchtfolge“:* Landwirte, die schon Zuckerrüben für die klassische Zuckerverwertung anbauen, präferieren aufgrund von Fruchtfolgerestriktionen Lieferverträge mit einem geringen Flächenbedarf stärker als Nicht-Rübenanbauer.

### Einfluss von Opportunitätskosten

REISE et al. (2012) zeigen, dass für Landwirte der Verkaufspreis beim Abschluss von Substratlieferverträgen das wichtigste Kriterium darstellt. Zudem legen ihre Ergebnisse nahe, dass die Attraktivität des Vertrags mit steigenden Verkaufspreisen zunimmt. Es ist jedoch auch anzunehmen, dass Landwirte entsprechend ihrer Opportunitätskosten der für sie relevanten Konkurrenzfrüchte ceteris paribus unterschiedlich hohe Verkaufspreise fordern. Dabei ist zu berücksichtigen, dass mit Quotenzuckerrüben im Marktfruchtbau in den vergangenen fünf Jahren höchste Deckungsbeiträge erreicht worden sind (vgl. LFL, 2014). Landwirte, die bereits Zuckerrüben anbauen und über entsprechend Quote verfügen, werden demnach ihre Rüben zunächst zu diesem Zweck anbauen, da Zuckerrüben als Substrat im Vergleich zur traditionellen Verwertung preislich derzeit nicht konkurrieren können (DNZ, 2013). Ein gezielter Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat ist für Zuckerrüben anbauende Landwirte also vor der Reform der Zuckermarktordnung im Jahr 2017 nur dann eine Option, wenn ihre Fruchtfolge einen weiteren Anbau zulässt und der Deckungsbeitrag über dem Deckungsbeitrag der heranzuziehenden Konkurrenzfrüchte (bspw. Winterraps, Winterweizen, Silomais) liegt (BREULMANN, 2010; LATACZ-LOHMANN und PELKA, 2010).

Hypothese 4 lautet daher:

*H4 „Opportunitätskosten“:* Landwirte präferieren hohe Verkaufspreise. Wie ausgeprägt die Präferenz für hohe Preise ist, hängt auch von den Opportunitätskosten ab, die die Landwirte bei ihrer Entscheidung berücksichtigen.

### Stellenwert des Erntezeitpunkts

MÄRLÄNDER et al. (2010) analysieren die Wirtschaftlichkeit der Zuckerrübe als Biogassubstrat und kommen zu dem Ergebnis, dass die Zuckerrübe nur bei einer „Frischverfütterung“ mit Silomais auf Kostenebene konkurrieren kann. Eine Ernte der Zuckerrüben im Folgefrühjahr wäre hier ein denkbarer Ansatz, um eine Biogasanlage über einen möglichst langen Zeitraum bei möglichst geringen Kosten mit Substrat zu versorgen (MÜHLHAUSEN, 2013; WELLS, 2013;

STARKE, 2012). STARKE (2012) gibt jedoch zu bedenken, dass Zuckerrüben, die Frostperioden im Winter ausgesetzt sind, keine Ernte mehr erlauben. Demgegenüber legt MÜHLHAUSEN (2013) dar, dass Zuckerrüben nach einer Überwinterung weiterhin eine gute Qualität für die Biogaserzeugung aufweisen. Problematisch könnten allerdings die mangelnde Befahrbarkeit des Bodens zum Erntezeitpunkt im Frühjahr sowie eine verringerte Lagerfähigkeit überwinterter Zuckerrüben sein. Beim Anbau von Zuckerrüben, deren Ernte erst nach einer Überwinterung erfolgen soll, ist der Landwirt demzufolge dem Risiko ausgesetzt, dass es zu Beeinträchtigungen in der Erntemenge bzw. zu Ernteaussfällen kommen kann und ihm dadurch ein finanzieller Schaden durch nicht mehr realisierbares Einkommen entsteht (vgl. KEY und MACDONALD, 2006).

Aus den vorliegenden Erkenntnissen leitet sich Hypothese 5 wie folgt ab:

*H5 „Vermeidung Frühjahrsernte“:* Landwirte werden Lieferverträge mit einer vollständigen Rübenernte im Herbst Lieferverträgen vorziehen, die eine Teilernte im Frühjahr vorsehen, da eine Frühjahrsernte zu hohe Ernteaussfallrisiken birgt.

### 3 Untersuchungsdesign und Datengrundlage

Für die Untersuchung der Forschungshypothesen wurde ein Fragebogen entwickelt. Dieser besteht aus vier Teilen: Der erste Teil umfasst allgemeine Fragen zum landwirtschaftlichen Betrieb des Teilnehmers. Im zweiten Teil folgt das DCE zum vertraglichen Anbau von Zuckerrüben zur Biogasgewinnung. Der dritte Teil dient weiterführenden Fragen zum Zuckerrüben- und Maisanbau, in denen der Landwirt aufgefordert wird, seine Meinung darzulegen und einzelne Bewertungen vorzunehmen. Abschließend beantworten die Landwirte soziodemographische Fragen zu ihrer Person (Teil 4). Im Folgenden wird die Ausgestaltung des DCE näher erläutert.

#### Entscheidungssituation

Im DCE wird den Landwirten folgendes Szenario beschrieben (vgl. für die genaue Formulierung im Experiment Anhang 1): Ein Biogasanlagenbetreiber bietet einem Landwirt an, Zuckerrüben als Biogassubstrat abzunehmen. Der Betreiber der Biogasanlage verpflichtet sich gegenüber dem Landwirt, sowohl die Zuckerrübenernte als auch die -abfuhr zu organisieren

und die daraus entstehenden Kosten zu tragen. Zudem erhält der Landwirt den Gärrest aus der Biogasanlage im Verhältnis 1:0,8 zurück. Die Entscheidungssituation umfasst dabei jeweils zwei verschiedene und sich gegenseitig ausschließende Vertragsalternativen. Da diese mit „Vertrag A“ und „Vertrag B“ neutral benannt sind, handelt es sich um generische Alternativen. Eine Status-quo-Alternative („kein Vertrag“) ist ebenfalls in die Entscheidungssituation integriert.

#### Attribute und ihre Ausprägungen

Die zur Auswahl stehenden Vertragsalternativen werden durch die vier Attribute „Vertragslaufzeit“, „Vertragsfläche“, „Verkaufspreis“ und „möglicher Erntezeitpunkt“ beschrieben. Die Ausprägungen der Attribute umfassen gegenwärtige und zukünftig mögliche Werte (ADAMOWICZ et al., 1998: 13; vgl. Tabelle 1). Die Auswahl der Attribute und der zugehörigen Ausprägungen erfolgte in Anlehnung an die aufgestellten Hypothesen. Des Weiteren flossen auch die Ergebnisse einer Literaturrecherche, die Analyse von Praxis- und Musterverträgen sowie die Ergebnisse eines Prätests in die Auswahl ein.

Das Attribut „Vertragslaufzeit“ orientiert sich an ROE et al. (2004). Diese untersuchen die Bereitschaft von Schweinemästern, Lieferverträge abzuschließen, und gehen davon aus, dass lange Vertragslaufzeiten die Attraktivität von Lieferverträgen verringern. Diese Annahme wollen wir auf Substratliefverträge übertragen und bieten dazu den teilnehmenden Landwirten unterschiedlich lange Vertragslaufzeiten an: 1 Jahr, 3 Jahre und 6 Jahre.

Nach GRANOSZEWSKI und SPILLER (2013) stellt ein risikoaverser Landwirt weniger bzw. ein risikofreudiger Landwirt mehr Fläche für eine neue Produktionsrichtung zur Bewirtschaftung bereit. Da es sich bei der Ausgestaltung von Verträgen über die Lieferung von Zuckerrüben zur Biogasgewinnung um einen Themenkomplex handelt, der erst seit kurzem intensiv diskutiert wird und damit innovativ neu ist, bieten wir den Landwirten in unserem Experiment nur geringe Flächenanteile für den Vertragszuckerrübenanbau an: 5 %, 10 % sowie 20 % ihrer Ackerfläche. Durch das Attribut „Vertragsfläche“ werden somit keine festen Größen vorgegeben, sondern es erfolgt eine Orientierung an der tatsächlich bewirtschafteten Ackerfläche.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Es gibt eine wachsende Zahl an Studien, die als Attributausprägungen Relativzahlen verwenden, die sich auf ein individuelles Referenzszenario beziehen (vgl. bspw. HENSHER, 2008; ROSE et al., 2008; TRAIN und WILSON, 2008; HENSHER und SULLIVAN, 2003). Der Vorteil, die

Das Attribut „Verkaufspreis“ leitet sich aus den Preisen für Industrierüben der Zuckerunternehmen ab. Zudem wurden Literatur gesichtet und Expertengespräche mit Landwirten geführt, die bereits Zuckerrüben unter Vertrag für den Verwendungszweck Biogas produzieren. Es ergeben sich daraus folgende Verkaufspreise für unser Experiment: 22 €, 25 € und 29 €. Die Verkaufspreise beziehen sich auf eine Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt.

Der „mögliche Erntezeitpunkt“ setzt sich aus zwei Ernteterminen zusammen: Entweder werden die Rüben wie gewöhnlich im Herbst gerodet oder es wird ein Viertel der Vertragsfläche im Frühjahr geerntet. Der zweite Erntezeitpunkt wird angeboten, da die Zuckerrübe nur begrenzt lagerfähig ist und zudem im Kostenvergleich von Zuckerrüben und Silomais zur Biogasgewinnung deutlich wird, dass eine Frischverfütterung der Zuckerrübe ökonomisch am sinnvollsten ist (STARKE, 2012; MÄRLÄNDER et al., 2010).

## Operationalisierung

Das experimentelle Design des DCE mit zwei generischen Alternativen und drei Attributen mit jeweils drei Ausprägungen sowie einem Attribut mit zwei Ausprägungen ergibt ein volles faktorielles Design von  $((3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2)_{\text{Vertrag A}} \cdot (3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2)_{\text{Vertrag B}}) = 2\,916$  möglichen Entscheidungssituationen bzw. Choice-Sets. Dieses Design ist für einen praktikablen Einsatz zu umfangreich und muss daher reduziert werden. Hierfür wurden in der Vergangenheit standardmäßig orthogonale Designs verwendet (für Folgendes und einen

weiterführenden Einblick in die verschiedenen experimentellen Designs vgl. ROSE und BLIEMER, 2009). Ein Design ist dann orthogonal, wenn die Attributausprägungen nicht miteinander korreliert sind und die verschiedenen Attributausprägungen gleich häufig im Design enthalten sind. So ist gewährleistet, dass alle Parameter unabhängig voneinander geschätzt werden können. Ebenfalls vorteilhaft ist, dass orthogonale Designs einfach zu konstruieren sind. Orthogonalität im Design ist jedoch nicht gleichzusetzen mit Orthogonalität in den Daten. Ist Orthogonalität in den Daten, wie in den meisten Fällen, nicht gegeben, können die Parameter nicht unabhängig voneinander gemessen werden. Diese Eigenschaft des orthogonalen Designs ist in der Praxis, insbesondere bei Verwendung von individuen-spezifischen Variablen in der Modellschätzung, oft nicht erzielbar. Eine Weiterentwicklung des orthogonalen Designansatzes ist das sogenannte „optimal orthogonal in the differences“ (OOD)-Design. Neben der Orthogonalität ist das Ziel dieses Designs, die Differenz zwischen den Ausprägungswerten eines Attributs eines Choice-Sets, welches mehrere Güter oder Handlungsalternativen zur Entscheidung umfasst, zu maximieren (BURGESS und STREET, 2005; STREET et al., 2001). Die Experimentteilnehmer werden so gezwungen, abwägend zwischen den Attributen eines Choice-Sets zu entscheiden. Allerdings ist zu beachten, dass OOD-Designs nur für Experimente mit generischen Attributen sowie Experimente, in denen alle Alternativen dieselbe Anzahl Attribute und alle Attribute dieselbe Anzahl Ausprägungen aufweisen, geeignet sind.

Immer häufiger werden inzwischen effiziente Designs bei DCE genutzt. Effiziente Designs (vgl. BLIEMER et al., 2009; FERRINI und SCARPA, 2007) basieren darauf, dass ex ante Informationen über die Nutzenparameter der Grundgesamtheit bekannt sind. Ihr Ziel ist es, Daten zu generieren, die gewährleisten, dass bei der Modellschätzung die Standardfehler der Nutzenparameter minimiert werden. Gegenüber anderen Designstypen ist von Vorteil, dass dominante Alternativen vermieden werden können. Auch eine Blockbildung, die eine größere Stichprobe und die Annahme identischer Präferenzen zwischen Individuen erfordert, ist im Regelfall nicht notwendig, da nur eine geringe Anzahl von Choice-Sets für die Bildung eines effizienten Designs erforderlich ist. Zudem kann bei der Designbildung berücksichtigt werden, dass die Teilnehmer mehrere Choice-Sets beantworten, folglich also die Auswahlentscheidungen nicht unabhängig voneinander sein werden. Mithilfe von so-

**Tabelle 1. Attribute und Ausprägungen im DCE**

Attribute	Einheit	Ausprägungen
Vertragslaufzeit	Jahre	1; 3; 6
Vertragsfläche	Prozent der betrieblichen Ackerfläche	5; 10; 20
Verkaufspreis	€/Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt	22; 25; 29
Erntezeitpunkt		Herbst; ¼ der Vertragsfläche im Frühjahr

Quelle: eigene Darstellung

Auswahlentscheidung eines Teilnehmers auf ein individuelles Referenzszenario zu beziehen, besteht darin, dass die Attributausprägungen für jedes Individuum realistischer gewählt werden können. Es ist jedoch zu beachten, dass die Modellergebnisse für die Attribute, die sich auf das individuelle Referenzszenario beziehen, auch immer in Bezug auf das individuelle Referenzszenario interpretiert werden müssen (HENSHER et al., 2005: 178-184).

**Tabelle 2. Beispiel Choice-Set**

Vertragsalternative	Vertrag A	Vertrag B	Kein Vertrag
Vertragslaufzeit	3 Jahre	1 Jahr	
Vertragsfläche	10 % und 20 %	2 % der betrieblichen Ackerfläche <sup>a)</sup>	
Verkaufspreis	29 €/t	25 €/t	
Erntezeitpunkt	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis 30.03.) gerodet.	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	
Wie entscheiden Sie sich?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<sup>a)</sup> Für jeden teilnehmenden Landwirt wurde dieser Wert individuell berechnet und im Choice-Set als Hektarwert ausgewiesen.  
Quelle: eigene Darstellung

genannten effizienten Bayesian-Designs (vgl. BLIEMER und ROSE, 2006; SÁNDOR und WEDEL, 2005) wird in der Designbildung auch die mit den Vorabinformationen verbundene Unsicherheit in Form von zugrunde gelegten Zufallsverteilungen für die Vorab-Nutzenparameter einbezogen. Grundsätzlich halten BLIEMER und ROSE (2006) fest, dass effiziente Designs immer dann besser sind, wenn Vorabinformationen über die Nutzenparameter vorliegen, was in der Praxis häufig der Fall ist.

In diesem Beitrag wurde bei der Designbildung als Maß für die Effizienz des Designs der D-Fehler zugrunde gelegt. Nach SCARPA und ROSE (2008) gibt es verschiedene adäquate Maße, die die Effizienz eines Designs beschreiben. Keines davon lässt sich per se eindeutig einem anderen vorziehen. Allerdings geben SCARPA und ROSE (2008) die Empfehlung, den D-Fehler als Effizienzkriterium zu verwenden, wenn das Ziel verfolgt wird, sowohl die Standardfehler als auch die Kovarianzen der geschätzten Nutzenparameter zu minimieren.

Aufgrund der vorangegangenen Überlegungen wurde mithilfe der Software Ngene 1.1.1 (CHOICE-METRICS, 2012) ein D-effizientes Bayesian-Design (D-Fehler von 0,078) erstellt, mit dessen Hilfe ausschließlich Haupteffekte der Attribute geschätzt werden können. Um die hierfür notwendigen Vorabinformationen zu generieren, wurde ein Prätest mit 18 Landwirten durchgeführt. Im Prätest wurde ein „OOD-Design“ verwendet (BLIEMER et al., 2009). Die Anzahl der Choice-Sets, welche den Landwirten im finalen Experiment vorgelegt wurden, konnte so auf 12 reduziert werden. Tabelle 2 zeigt eines dieser Choice-Sets. Eine vollständige Zusammenstellung aller den Landwirten vorgelegten 12 Choice-Sets findet sich in Anhang 1.

## Daten

Das Experiment wurde von Juli bis Dezember 2013 mit deutschen Landwirten durchgeführt und dauerte insgesamt etwa 20 Minuten. Der Fragebogen war für die befragten Landwirte als Online-Umfrage zugänglich. Die Akquise der Landwirte erfolgte über verschiedene Kanäle, hauptsächlich jedoch per E-Mail über das Alumni-Netzwerk der Universität und mithilfe sozialer Netzwerke. Zudem sind die teilnehmenden Landwirte gebeten worden, andere Berufskollegen auf das Experiment aufmerksam zu machen.

Tabelle 3 beinhaltet die deskriptive Statistik der 118 Landwirte, die am Experiment teilgenommen haben. Die befragten Landwirte stellen für die Grundgesamtheit der deutschen Landwirte keine repräsentative Stichprobe dar. Dies zeigt der Vergleich mit Daten der repräsentativen Agrarstrukturerhebung des Statistischen Bundesamtes aus dem Jahr 2013 (BMEL, 2014; STATISTISCHES BUNDESAMT, 2015). So bewirtschafteten 83,9 % der Landwirte unserer Stichprobe ihren Betrieb im Haupterwerb. Im Durchschnitt werden in Deutschland jedoch weniger Betriebe, nämlich 45,0 %, im Haupterwerb geführt (BMEL, 2014). Die Stichprobe besteht zu etwa zwei Dritteln aus Ackerbaubetrieben. Dieser Anteil ist deutlich höher als der bundesdeutsche Anteil von 28,3 % Ackerbaubetrieben (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2015). Die von den Betrieben bewirtschaftete Ackerfläche reicht von 5 ha bis 4 010 ha und beträgt im Mittel 307,8 ha. In Bezug auf den bundesdeutschen Durchschnitt sind die Betriebe der befragten Landwirte überdurchschnittlich groß (BMEL, 2014). Im Mittel erreichen die Betriebe der Stichprobe eine Bodenqualität, die 57,0 Bodenpunkten entspricht. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge liegt bei 685,4 mm. 64,4 % der teilnehmenden Betriebe bauen Zuckerrüben an.

Rückblickend auf die letzten drei Jahre konnten diese Betriebe durchschnittlich 70,5 Tonnen Zuckerrüben pro Hektar ernten. 63,6 % der Betriebe bauen Kulturen zur Biogasproduktion an. 12,6 % aller Befragten bauen Zuckerrüben mit dem Verwendungszweck Biogas an.

Das Durchschnittsalter der Befragten beträgt 39,0 Jahre. 6,8 % der Landwirte sind weiblich. Eine landwirtschaftliche Ausbildung können 84,7 % der Landwirte vorweisen. Die Hälfte der Befragten hat ein landwirtschaftliches Studium abgeschlossen. Der Anteil der befragten Landwirte, die als angehende Hofnachfolger den Betrieb weiterführen werden, beträgt 30,5 %.

In Anlehnung an die Selbsteinschätzung der Risikoeinstellung des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW, 2010) wurden die teilnehmenden Landwirte gebeten, ihre Risikoeinstellung auf einer Skala von 0 (gar nicht risikobereit) bis 10 (sehr risikobereit) einzuschätzen. Im Mittel schätzen sich die Landwirte als leicht risikosuchend ein (6,0 auf der Skala).

Nach ihrer Einstellung zur Biogasgewinnung im Allgemeinen befragt, geben 56,0 % eine positive Einschätzung ab. Das Meinungsbild zur Zukunft der Biogasproduktion aus Zuckerrüben zeigt, dass 70,1 % der befragten Landwirte diese Produktionsrichtung als wichtige Alternative nach einer erneuten Zuckermarktreform im Jahr 2017 ansehen. Zwei Drittel der Land-

**Tabelle 3. Deskriptive Statistik**

Entscheidungssituation		Min	Max
Anzahl nicht beantworteter Choice-Sets von 1.440 Choice-Sets	0		
Anteil der Entscheidungen für Vertrag A oder B (%)	59,6		
<b>Teilnehmercharakteristika</b>			
Durchschnittliches Alter (Jahre)	39,0	19	68
Anteil weiblicher Landwirte (%)	6,8		
Anteil Landwirte mit Hochschulabschluss (%)	51,6		
Anteil Landwirte mit landwirtschaftlicher Ausbildung (%)	84,7		
Anteil angehende Hofnachfolger (%)	30,5		
Durchschnittliche Risikoeinstellung (Selbsteinschätzung) <sup>a)</sup>	6,0	2	10
<b>Betrieb</b>			
Anteil Hauptidealbetriebe (%)	83,9		
Anteil Rübenanbaubetriebe (%)	64,4		
Ø Ackerfläche (ha)	307,8	5	4 010
Ø Grünland (ha) <sup>b)</sup>	46,5	1	600
Ø Jahresniederschlag (mm)	685,4	480	1 000
Ø Bodenpunkte	57,0	22	93
Ø Neupachtpreisniveau (€/ha)	629,3	150	1 450
Ertragsniveau Zuckerrübe im 3-Jahresdurchschnitt (t/ha) <sup>b)</sup>	70,5	40	100
Geschätztes Ertragsniveau Zuckerrübe der Nicht-Rübenanbauer (t/ha) <sup>b)</sup>	57,2	20	85
Anteil Betriebe mit Kulturen für Biogas (%)	63,6		
Anteil Betriebe mit Zuckerrüben für Biogas (%)	12,6		
<b>Teilnehmereinschätzung zu Biogas aus Zuckerrüben</b>			
Landwirte, die allgemein eine positive Einstellung zu Biogas haben (%) <sup>c)</sup>	56,0		
Landwirte, für die Zuckerrüben zur Biogasgewinnung eine wichtige Alternative nach ZMO-Reform 2017 darstellen (%) <sup>c)</sup>	70,1		
Landwirte, für die Zuckerrüben zur Biogasgewinnung eine finanziell interessante Erweiterung ihres Betriebsprogramms darstellen (%) <sup>c)</sup>	66,1		
Landwirte, die in Zuckerrüben zur Biogasgewinnung eine nachhaltige Alternative zum Silomais als Biogassubstrat sehen (%) <sup>c)</sup>	66,9		

<sup>a)</sup> Selbsteinschätzung der individuellen Risikoeinstellung auf einer Skala von 0 (= gar nicht risikobereit) bis 10 (= sehr risikobereit) (DIW, 2010). Die folgenden Paare geben an, welcher Wert sich im Experiment mit welcher Häufigkeit ergeben hat: 0→0; 1→0; 2→1; 3→1; 4→15; 5→24; 6→35; 7→24; 8→12; 9→4; 10→2.

<sup>b)</sup> Nicht alle Fragen wurden von allen Landwirten (N=118) beantwortet. Die Anzahl abgegebener Antworten schwankt zwischen 42 und 118.

<sup>c)</sup> Bewertungsmöglichkeit der Aussagen auf fünfstufiger Likert-Skala: +2;+1→positiv; 0→teils/teils; -1;-2→negativ.

Quelle: eigene Berechnungen

wirte bewerten die Zuckerrübe mit Verwendungszweck Biogas als eine finanziell interessante Erweiterung ihres Betriebsprogramms. 66,9 % der Landwirte schätzen die Zuckerrübe als Biogassubstrat als eine nachhaltige Alternative zu Silomais ein.

## 4 Das Modell

### Modellwahl

Der Random Utility Theory (MCFADDEN, 1974) zufolge lässt sich für jedes Individuum  $n$  und jedes Gut oder jede Handlungsalternative  $i$ , die in der Entscheidungssituation zur Auswahl steht, eine indirekte Nutzenfunktion  $U_{in}$  aufstellen (vgl. für Folgendes LOUVIERE et al., 2000: 37-51):<sup>2</sup>

$$U_{in} = \beta_{kn}'x_{ik} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

Diese indirekte Nutzenfunktion  $U_{in}$  lässt sich durch  $k$  nutzenstiftende Attribute  $x_i$  beschreiben. Nicht beobachtbare individuelle Präferenzen gehen in die unerklärte Komponente  $\varepsilon_{in}$  ein. Als Nutzenmaximierer wählt Individuum  $n$  Alternative  $i$  statt  $j$  aus einer gegebenen Alternativenmenge  $C_n$  aus, wenn gilt:  $U_i > U_j \forall j \in C_n, i \neq j$ .

TRAIN (2009) diskutiert verschiedene Modelle, die zur Analyse von DCE herangezogen werden können. Sie unterscheiden sich dahingehend, dass unterschiedliche Annahmen für die Verteilung der unerklärten Nutzenkomponente  $\varepsilon_{in}$  getroffen werden. Im vorliegenden Beitrag kommt das Mixed-Logit-Modell zum Einsatz, da es gegenüber dem häufig Verwendung findenden Multinomialen Logit-Modell mehrere Vorteile bietet: Zum einen lassen sich Präferenzunterschiede zwischen Individuen modellieren. Zum anderen kann die Paneldaten-Struktur des Datensatzes berücksichtigt werden. Weiterhin ist es im Gegensatz zum Probit-Modell nicht auf die Normalverteilung beschränkt. Allerdings ist zu erwähnen, dass die Berechnung des Mixed-Logit-Modells komplizierter und aufwändiger als die anderer Modelle ist, da die Auswahlwahrscheinlichkeit simuliert werden muss. Mit-

hilfe des Mixed-Logit-Modells können ferner Ursachen für Präferenzheterogenität untersucht werden. Dies ist auch mit dem Latent-Class-Modell möglich (vgl. für die folgende Gegenüberstellung der beiden Modelle GREENE und HENSHER, 2003). Da das Latent-Class-Modell im Gegensatz zum Mixed-Logit-Modell nur semiparametrisch ist, sind im Latent-Class-Modell weniger strikte Verteilungsannahmen notwendig. Außerdem wird im Latent-Class-Modell nicht ex ante festgelegt, mit welchem individuen-spezifischen Merkmal die Präferenzheterogenität für welches Attribut möglicherweise erklärt werden könnte. Das Mixed-Logit-Modell wiederum ist voll parametrisch und damit sehr flexibel. So kann Präferenzheterogenität im Mixed-Logit-Modell in einem großen Bereich abgebildet und untersucht werden. GREENE und HENSHER (2003) weisen darauf hin, dass weder das Mixed-Logit-Modell noch das Latent-Class-Modell eindeutig dem anderen vorzuziehen ist.

### Das Mixed-Logit-Modell – allgemein

Im Mixed-Logit-Modell ist die unerklärte Nutzenkomponente  $\varepsilon_{in}$  unabhängig und identisch etremwertverteilt. Wären die Nutzenparameter  $\beta_{kn}$  bei der Auswahlentscheidung individuell beobachtbar, könnte die bedingte Auswahlwahrscheinlichkeit  $L_{in}$  mithilfe der Maximum-Likelihood-Methode folgendermaßen ermittelt werden:

$$L_{in}(\beta_{kn}) = \frac{\exp(\beta_{kn}'x_{ik})}{\sum_j \exp(\beta_{kn}'x_{ik})} \quad (2)$$

Dies ist jedoch in der Realität nicht der Fall. Folglich werden die Nutzenparameter als stochastische Variablen betrachtet und variieren über Individuen mit einer Dichtefunktion  $f(\beta_{kn}|\mathbf{M})$ , wobei  $\mathbf{M}$  die Momente der Verteilung wiedergibt (HENSHER und GREENE, 2003: 136). Üblicherweise werden Normalverteilungen oder Log-Normalverteilungen angenommen, aber auch Gleichverteilungen oder Dreiecksverteilungen sind anwendbar (LOUVIERE et al., 2000: 199). Die Formel für die unbedingte Auswahlwahrscheinlichkeit  $P_{in}$  im sogenannten Mixed-Logit-Modell lautet daher (vgl. für Folgendes HENSHER und GREENE, 2003: 136-137):

$$P_{in}(\mathbf{M}) = \int_{\beta_{kn}} L_{in}(\beta_{kn}) f(\beta_{kn}|\mathbf{M}) d\beta_{kn} \quad (3)$$

Das Integral der bedingten Auswahlwahrscheinlichkeit über alle Werte für  $\beta_{kn}$  hat keine geschlossene Form, sodass die unbedingte Auswahlwahrscheinlichkeit mittels simulierter Log-Likelihood Funktio-

<sup>2</sup> In zahlreichen Studien wird ein DCE durchgeführt, bei dem nicht die Auswahl zwischen klassischen Konsumgütern, sondern zwischen verschiedenen Handlungsalternativen besteht (vgl. im Bereich der Gesundheitsökonomie bspw. HILL et al. (2012)). Diese Studien haben gemeinsam, dass sie im Theorieteil auf die Random Utility Theory von MCFADDEN (1974) verweisen und die dort üblicherweise gebrauchten Begriffe, wie „Nutzenfunktion“ und „Attribute“, verwenden.

nen für jeden gegebenen Wert von  $M$  angenähert wird. Dabei werden  $R$  Simulationsläufe durchgeführt, in denen  $R$  Realisierungen der Momente der gewählten Verteilungen  $M^R$  aus der Dichtefunktion  $f$  gezogen und die zugehörigen Nutzenparameter  $\beta_{kn}^R$  berechnet werden. Die Erzeugung der dafür notwendigen Quasizufallszahlen erfolgt mittels Halton-Sequenzen.<sup>3</sup> Für jedes  $\beta_{kn}^R$  wird die bedingte Auswahlwahrscheinlichkeit  $L_{in}^R$  berechnet. Die gesuchte simulierte Auswahlwahrscheinlichkeit  $P_{in}$  ergibt sich dann als Durchschnitt aus allen berechneten bedingten Wahrscheinlichkeiten  $L_{in}^R$ .

Um die im Mixed-Logit-Modell abgebildete Präferenzheterogenität zu erklären, ist es unerlässlich, individuenspezifische Merkmale  $s_{dn}$  in die Modellschätzung aufzunehmen (BOXALL und ADAMOWICZ, 2002: 422). Da die  $d$  individuenspezifischen Merkmale  $s_n$  nicht über Alternativen variieren, werden diese durch Interaktionsterme mit den Attributen in das Modell einbezogen (HANLEY et al., 2001: 440). Der Parameter des Interaktionsterms gibt dabei an, um wie viel sich der Nutzenparameter des zugehörigen Attributs verändert, wenn nicht das Referenzindividuum, sondern ein Individuum betrachtet wird, dessen Wert für das betrachtete individuenspezifische Merkmal  $s_{dn}$  ceteris paribus um eine Einheit erhöht ist.

### Das Mixed-Logit-Modell – konkrete Ausgestaltung

In die Modellschätzungen wird eine alternativenspezifische Konstante (ASK) aufgenommen. Hierfür wird eine binärcodierte erklärende Variable konstruiert, die für eine Vertragsalternative den Wert Eins, für die Status-quo-Alternative „keinen Vertrag“ den Wert Null annimmt. Weiterhin fließen die Attribute „Vertragslaufzeit“, „Vertragsfläche“, „Verkaufspreis“ und „Erntezeitpunkt“ in die Modelle ein.

Zur Prüfung der Annahme, dass der Nutzen linear in den Nutzenparametern ist, wird ein Test auf Linearität durchgeführt. Hierzu müssen alle Attribute als Dummyvariablen codiert werden (HENSHER et al., 2005: 344-351). Als Referenz wird jeweils der mittlere der drei Ausprägungswerte gewählt. Für jedes der Attribute werden also zwei dummycodierte Variablen in die Modellschätzung für die Linearitätsprüfung ein-

bezogen – eine codiert den höheren, eine den niedrigeren Ausprägungswert. Die Linearitätsannahme gilt dann als erfüllt, wenn im Linearitätsmodell (vgl. Anhang 2) für beide dummycodierte Variablen eines Attributs signifikante Nutzenparameter, die im gleichen Verhältnis wie die Abstände der Ausprägungswerte zum Referenzwert stehen, geschätzt werden können. Ausgehend vom Referenzwert ist so gewährleistet, dass eine Veränderung des Attributs um eine Einheit – egal in welche Richtung – eine vom Betrag her nicht signifikant unterschiedliche Veränderung der Auswahlwahrscheinlichkeit nach sich zieht. Auf Grundlage der geschätzten Nutzenparameter des Linearitätsmodells (vgl. Anhang 2) wird daher ein Wald-Test auf lineare Restriktionen durchgeführt. Für die Attribute „Vertragslaufzeit“ (p-Wert=0,97), „Vertragsfläche“ (p-Wert=0,48) und „Verkaufspreis“ (p-Wert=0,37) kann die Linearität bestätigt werden. Diese Attribute können demzufolge in der endgültigen Modellschätzung als stetige Variablen geschätzt werden. In einer zweiten Modellschätzung (vgl. Mixed-Logit-Modell „Verkaufspreis“ in Anhang 2) werden die Nutzenparameter der ASK und aller Attribute als stochastische Variablen unter Annahme einer Normalverteilung aufgefasst. Das heißt, dass für jede als stochastisch geschätzte Variable ein Mittelwert des Nutzenparameters sowie eine Standardabweichung des Nutzenparameters geschätzt werden. Ist der Parameter der Standardabweichung signifikant, kann die Schätzung der jeweiligen Variablen als stochastische Variable als gerechtfertigt angesehen werden (HENSHER und GREENE, 2003: 145). Wie das Modell „Verkaufspreis“ in Anhang 2 zeigt, ist der Parameter für die Standardabweichung des Attributs „Verkaufspreis“ nicht signifikant. Daher wird das Attribut „Verkaufspreis“ in allen weiteren Modellschätzungen nicht als stochastische Variable geschätzt. Alle anderen Variablen („ASK“, „Vertragslaufzeit“, „Vertragsfläche“, „Erntezeitpunkt“) weisen signifikante Parameter für die Standardabweichungen auf (vgl. Modell „Verkaufspreis“ in Anhang 2), so dass diese in allen weiteren Modellschätzungen als stochastische Variablen aufgefasst werden.

Um die in Abschnitt 2 aufgestellten Hypothesen überprüfen zu können, müssen außerdem mögliche Präferenzunterschiede zwischen den Gruppen Rübenanbauer/Nicht-Rübenanbauer, Substratlieferant/Nicht-Substratlieferant und Rübenanbauer und/oder Substratlieferant/Weder-Rübenanbauer-noch-Substratlieferant gemessen werden. Hierzu werden zusätzlich zu den oben genannten Attributen die individuenspezifischen Variablen „Rübenanbauer“, „Biogassubstratlief-

<sup>3</sup> Halton-Sequenzen sind Zahlenfolgen, die so erzeugt werden, dass sie das Integrationsvolumen gleichmäßig mit Punkten füllen, ohne dass diese wie in einem regulären Gitter miteinander korreliert sind (BHAT, 2001: 684-685).

**Tabelle 4. Variablen und deren Bezug zu den in Abschnitt 2 aufgestellten Hypothesen**

Variable	Hypothese
ASK <sup>a)</sup> ASK · Rübenanbauer <sup>b)</sup> ASK · Biogassubstratlieferant <sup>c)</sup> ASK · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant <sup>d)</sup>	H1 „Erfahrung Substratliefverträge“
Vertragslaufzeit Vertragslaufzeit · Rübenanbauer <sup>b)</sup> Vertragslaufzeit · Biogassubstratlieferant <sup>c)</sup> Vertragslaufzeit · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant <sup>d)</sup>	H2 „Innovationsgrad Biogasrübe“
Vertragsfläche Vertragsfläche · Rübenanbauer <sup>b)</sup> Vertragsfläche · Biogassubstratlieferant <sup>c)</sup> Vertragsfläche · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant <sup>d)</sup>	H2 „Innovationsgrad Biogasrübe“ und H3 „Fruchtfolge“
Verkaufspreis Verkaufspreis · Rübenanbauer <sup>b)</sup> Verkaufspreis · Biogassubstratlieferant <sup>c)</sup> Verkaufspreis · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant <sup>d)</sup>	H4 „Opportunitätskosten“
Erntezeitpunkt im Frühjahr <sup>e)</sup> Erntezeitpunkt · Rübenanbauer <sup>b)</sup> Erntezeitpunkt · Biogassubstratlieferant <sup>c)</sup> Erntezeitpunkt · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant <sup>d)</sup>	H5 „Vermeidung Frühjahrsernte“

a) Binärcodierte erklärende Variable; Referenz: Status quo Alternative „kein Vertrag zur Bereitstellung von Zuckerrüben als Biogassubstrat“.

b) Binärcodiert; Referenz: Landwirt baut bisher keine Zuckerrüben an (n=42).

c) Binärcodiert; Referenz: Landwirt liefert bisher kein Substrat an eine Biogasanlage (n=43).

d) Binärcodiert; Referenz: Landwirt baut bisher weder Zuckerrüben an, noch liefert er Substrat an eine Biogasanlage (n=15).

e) Binärcodiert; Referenz: 100 % der Fläche wird im Herbst gerodet.

Quelle: eigene Darstellung

ferant“ und „Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant“ als Interaktionsterme mit der ASK und den Attributen berücksichtigt. Zur besseren Übersicht zeigt Tabelle 4 die zu schätzenden Variablen und deren Bezug zu den in Abschnitt 2 aufgestellten Hypothesen.

## 5 Ergebnisse

Die Ergebnisse aller vier geschätzten Modelle sind in Tabelle 5 dargestellt. Die Modellschätzung 1 umfasst lediglich die ASK und die Attribute. Die Modelle 2 („Rübenanbauer“), 3 („Biogassubstratlieferant“) und 4 („Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant“) enthalten zusätzlich individualspezifische Variablen als Interaktionsterme, um mögliche Ursachen für die gefundene Präferenzheterogenität zu untersuchen. Sowohl der simulierte Log-Likelihood-Wert als auch das AIC-Kriterium zeigen an, dass sich die Modellgüte durch die Berücksichtigung von individualspezifischen Variablen als Interaktionsterme im Vergleich

zum einfachen Mixed-Logit-Modell (vgl. Tabelle 5, Modell 1) verbessert.

Im Folgenden werden die in Abschnitt 2 aufgestellten Hypothesen anhand der geschätzten Nutzenparameter der in Abschnitt 4 konkretisierten Mixed-Logit-Modelle (vgl. Tabelle 5) überprüft.

### Einfluss von Erfahrung

Die Ergebnisse aller vier Modelle (vgl. Tabelle 4) zeigen, dass die Landwirte eine generelle, nicht durch die Attribute erklärbare Präferenz für die Beibehaltung des Status quo haben (signifikanter, negativer Nutzenparameter der ASK). Sie sind also eher gegen einen Vertragsabschluss zur Bereitstellung von Zuckerrüben als Biogassubstrat. Außerdem wird deutlich, dass die Abneigung zum Vertragsabschluss bei Rübenanbauern (Modell 2: signifikanter, negativer Parameter des Interaktionsterm „ASK · Rübenanbauer“), bei Biogassubstratlieferanten (Modell 3: signifikanter, negativer Parameter des Interaktionsterm „ASK · Biogassubstratlieferant“) und auch für beide Gruppen zusammen-

genommen (Modell 4: signifikanter, negativer Parameter des Interaktionsterm „ASK · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant“) ausgeprägter ist als bei Nicht-Rübenanbauern bzw. Nicht-Biogassubstratlieferanten bzw. Landwirten, die weder Zuckerrüben anbauen noch Substrat an eine Biogasanlage liefern. Hypothese 1, wonach Landwirte, die bereits Erfahrungen mit Lieferverträgen für Biogassubstrat gemacht haben, eher bereit sind, einen Vertrag zur Lieferung von Zuckerrüben als Biogassubstrat abzuschließen, muss aufgrund der Modellergebnisse abgelehnt werden. Eine Erklärung für die generelle Ablehnung könnte möglicherweise darin liegen, dass nur 56 % der Landwirte in der Umfrage angeben, eine positive Einstellung gegenüber Biogas im Allgemeinen zu haben.

## Einfluss des Innovationsgrads

Je länger ein Vertrag über die Bereitstellung von Zuckerrüben als Biogassubstrat läuft, desto geringer ist ceteris paribus der Nutzen des Landwirts, den er aus dem Vertrag zieht (Modelle 1, 2, 3 und 4: signifikanter, negativer Nutzenparameter des Attributs „Vertragslaufzeit“). Wie bereits in Abschnitt 2 erwähnt, kann eine Präferenz der Landwirte für eine kürzere Vertragslaufzeit daher rühren, dass diese die innovative Verwertungsform der Zuckerrübe erst einmal testen wollen, da wenig Erfahrungswerte mit diesem Verwendungszweck vorliegen und sie deshalb unsicher sind, ob sich eine lange vertragliche Bindung nicht negativ auswirkt (BROCH und VEDEL, 2012; GRANIG

**Tabelle 5. Ergebnisse der Mixed-Logit-Modelle<sup>a)</sup>**

Variable	Modell 1 <sup>b)</sup>	Modell 2 <sup>b)</sup>	Modell 3 <sup>b)</sup>	Modell 4 <sup>b)</sup>
<i>Geschätzte Nutzenparameter</i>				
ASK <sup>c)</sup>	-9,811 *** (0,675)	-7,271 *** (0,976)	-6,99 *** (0,998)	-4,601 ** (1,454)
ASK · Rübenanbauer <sup>d)</sup>		-4,333 ** (1,294)		
ASK · Biogassubstratlieferant <sup>e)</sup>			-4,578 *** (1,274)	
ASK · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant <sup>f)</sup>				-6,267 *** (1,622)
Vertragslaufzeit	-0,234 *** (0,035)	-0,207 *** (0,054)	-0,298 *** (0,058)	-0,323 *** (0,090)
Vertragslaufzeit · Rübenanbauer <sup>d)</sup>		-0,062 (0,071)		
Vertragslaufzeit · Biogassubstratlieferant <sup>e)</sup>			0,106 (0,071)	
Vertragslaufzeit · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant <sup>f)</sup>				0,102 (0,097)
Vertragsfläche	-11,256 *** (1,480)	-5,891 ** (2,111)	-12,540 ** (2,465)	-10,002 * (3,700)
Vertragsfläche · Rübenanbauer <sup>d)</sup>		-9,757 ** (2,893)		
Vertragsfläche · Biogassubstratlieferant <sup>e)</sup>			1,898 (3,018)	
Vertragsfläche · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant <sup>f)</sup>				-1,642 (4,051)
Verkaufspreis	0,482 *** (0,029)	0,373 *** (0,040)	0,377 *** (0,042)	0,283 *** (0,060)
Verkaufspreis · Rübenanbauer <sup>d)</sup>		0,189 ** (0,053)		
Verkaufspreis · Biogassubstratlieferant <sup>e)</sup>			0,172 ** (0,052)	
Verkaufspreis · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant <sup>f)</sup>				0,240 *** (0,066)
Erntezeitpunkt im Frühjahr <sup>g)</sup>	-2,457 *** (0,264)	-2,264 *** (0,411)	-2,573 *** (0,451)	-1,706 ** (0,684)
Erntezeitpunkt · Rübenanbauer <sup>d)</sup>		-0,361 (0,526)		
Erntezeitpunkt · Biogassubstratlieferant <sup>e)</sup>			0,107 (0,514)	
Erntezeitpunkt · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant <sup>f)</sup>				-0,910 (0,737)

**Tabelle 5. Ergebnisse der Mixed-Logit-Modelle (Fortsetzung)**

<i>Geschätzte Standardabweichungen</i>				
ASK <sup>c)</sup>	1,248 *** (0,190)	1,306 *** (0,219)	1,243 *** (0,193)	1,284 *** (0,215)
Vertragslaufzeit	0,219 *** (0,044)	0,227 *** (0,044)	0,216 *** (0,044)	0,213 *** (0,045)
Vertragsfläche	11,111 *** (1,422)	10,761 *** (1,476)	11,229 *** (1,377)	11,156 *** (1,465)
Erntezeitpunkt im Frühjahr <sup>g)</sup>	2,079 *** (0,273)	2,061 *** (0,259)	2,137 *** (0,268)	2,061 *** (0,301)
<i>Parameter zur Modellgüte</i>				
Landwirte/Beobachtungen	118/4.248	118/4.248	118/4.248	118/4.248
Log-Likelihood des Nullmodells	-1.276	-1.257	-1.267	-1.266
Log-Likelihood des Modells	-1.078	-1.067	-1.069	-1.069
AIC	2.174	2.161	2.165	2.166

a) \* p < 0,1; \*\* p < 0,05; \*\*\* p < 0,001; Standardfehler in Klammern; eingerückte Variablen kennzeichnen die Interaktionsterme; 500 Halton-Sequenzen.

b) Das erste Modell stellt das einfache Mixed-Logit-Modell ohne Interaktionen dar. Die anderen Modelle berücksichtigen mögliche Präferenzunterschiede zwischen den folgenden Gruppen: Rübenanbauer/Nicht-Rübenanbauer (Modell 2), Substratlieferant/Nicht-Substratlieferant (Modell 3) und Rübenanbauer und/oder Substratlieferant/Weder-Rübenanbauer-noch-Substratlieferant (Modell 4).

c) Binärcodierte erklärende Variable; Referenz: Status quo Alternative „kein Vertrag zur Bereitstellung von Zuckerrüben als Biogassubstrat“.

d) Binärcodiert; Referenz: Landwirt baut bisher keine Zuckerrüben an (n=42).

e) Binärcodiert; Referenz: Landwirt liefert bisher kein Substrat an eine Biogasanlage (n=43).

f) Binärcodiert; Referenz: Landwirt baut bisher weder Zuckerrüben an, noch liefert er Substrat an eine Biogasanlage (n=15).

g) Binärcodiert; Referenz: 100 % der Fläche wird im Herbst gerodet.

Quelle: eigene Berechnungen mithilfe des Befehls „mixlogit“ (HOLE, 2007) in Stata 12

und PERUSCH, 2012; HUDSON und LUSK, 2004; OVEREND, 1993). Die Interaktionsterme der individuen-spezifischen Variablen mit diesem Attribut sind nicht signifikant. Die gefundene Präferenzheterogenität für das Attribut „Vertragslaufzeit“ kann also nicht damit erklärt werden, dass ein Landwirt Zuckerrüben anbaut oder schon Substrat für eine Biogasanlage liefert. GRANOSZEWSKI und SPILLER (2013) zeigen anhand von Landwirten als Biomasselieferanten, dass Landwirte mit geringerer Wertschätzung ihrer Autonomie tendenziell bereit sind, längere Vertragsbindungen einzugehen. Möglicherweise stellt ein unterschiedlich hohes Autonomiebedürfnis der Landwirte, wie es auch KEY und MACDONALD (2006) sowie HAYENGA et al. (2000) als Erklärung für eine unterschiedliche Vertragsausgestaltung anführen, eine Erklärung für die gefundene Präferenzheterogenität für das Attribut „Vertragslaufzeit“ dar.

Weiterhin weisen alle Modelle einen signifikant negativen Nutzenparameter für das Attribut „Vertragsfläche“ auf. Je größer die prozentuale Fläche für den Vertragsanbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat an der Gesamtfläche des Betriebs ist, desto geringer ist ceteris paribus der Nutzen des Landwirts, den er aus dem Vertrag zieht. Hypothese 2, dass Landwirte Lieferverträge mit kurzen Vertragslaufzeiten und einer

geringen Vertragsfläche Lieferverträgen mit langen Laufzeiten und einer großen Vertragsfläche vorziehen, da es sich bei der Verwertung von Zuckerrüben als Biogassubstrat um eine innovative Nutzungsform handelt, kann daher nicht abgelehnt werden.

### Bedeutung von Fruchtfolgerestriktionen

Die negative Beurteilung des Attributs „Vertragsfläche“ bei Nicht-Rübenanbauern fällt geringer aus als bei Rübenanbauern (Modell 2: signifikanter negativer Parameter des Interaktionsterms „Vertragsfläche · Rübenanbauer“). Es zeigt sich also, wie vermutet, dass Fruchtfolgerestriktionen bei Landwirten, die auch Zuckerrüben für die klassische Verwertung zu Zucker anbauen, eher greifen als bei Nicht-Rübenanbauern. Ein Unterschied in der Beurteilung des Attributs „Vertragsfläche“ lässt sich dagegen zwischen Biogassubstratlieferanten und Nicht-Biogassubstratlieferanten nicht feststellen (Modell 3: nicht signifikanter Interaktionsterm „Vertragsfläche · Biogassubstratlieferant“). Auch im Modell 4 ist der Interaktionsterm „Vertragsfläche · Rübenanbauer und/oder Biogassubstratlieferant“ nicht signifikant. Hypothese 3, dass Rübenanbauer aufgrund von Fruchtfolgerestriktionen eine geringe Vertragsfläche stärker als Nicht-Rübenanbauer präferieren, lässt sich somit nicht ablehnen.

## Einfluss von Opportunitätskosten

Je höher der im Vertrag festgelegte Verkaufspreis für die Tonne Substrat ist, desto höher ist ceteris paribus der Nutzen, den ein Landwirt aus dem Vertrag zieht (Modelle 1, 2, 3 und 4: signifikanter, positiver Nutzenparameter des Attributs „Verkaufspreis“). Dieses Ergebnis ist so erwartet worden und plausibel. Weiterhin zeigt sich, dass Rübenanbauer sowie Biogassubstratlieferanten einen höheren Verkaufspreis stärker präferieren als Nicht-Rübenanbauer bzw. Nicht-Biogassubstratlieferanten (Modelle 2 und 3: signifikanter, positiver Parameter des Interaktionsterms „Verkaufspreis · Rübenanbauer“ und „Verkaufspreis · Biogassubstratlieferant“). Wie schon in Abschnitt 2 beschrieben, konnten Zuckerrüben anbauende Landwirte in den vergangenen fünf Jahren höchste Deckungsbeiträge mit ihren Quotenzuckerrüben erreichen (vgl. LFL, 2014). Zuckerrüben mit Verwendungszweck Biogas können preislich mit dieser Nutzungsform der Zuckerrübe nicht konkurrieren (DNZ, 2013). Auch alternative Ackerfrüchte, wie Weizen oder Raps, weisen in der Regel auf Zuckerrübenstandorten hohe Deckungsbeiträge auf (BRAUN und LORLEBERG, 2008; LATACZ-LOHMANN und MÜLLER-SCHEEBEL, 2006). Die Opportunitätskosten Zuckerrüben anbauender Landwirte sind demnach hoch und können die ausgeprägte Präferenz von Zuckerrüben anbauenden Landwirten für hohe Verkaufspreisen beim Abschluss von Substratlieferverträgen für Zuckerrüben erklären. Hypothese 4, dass einige Landwirte aufgrund von höheren Opportunitätskosten eine stärker ausgeprägte Preispräferenz haben als andere Landwirte, kann somit nicht abgelehnt werden. Bei Biogassubstratlieferanten kann die höhere Preispräferenz nicht eindeutig höheren Opportunitätskosten zugeschrieben werden. Hier könnte möglicherweise auch eine Rolle spielen, dass Landwirte, die bereits Biogassubstratlieferanten sind, bei Preisverhandlungen einen Wissensvorsprung gegenüber Landwirten haben, die sich noch nicht mit dem Anbau von Substraten zur Biogasgewinnung auseinandergesetzt haben (vgl. MARCH, 1994).

## Stellenwert des Erntezeitpunkts

Muss ein Viertel der Zuckerrüben erst im Frühjahr gerodet werden, so sehen dies die Landwirte generell negativ (Modelle 1, 2, 3 und 4: signifikant negativer Nutzenparameter des Attributs „Erntezeitpunkt“). Hypothese 5 kann daher nicht abgelehnt werden. Ob ein Landwirt schon Rüben anbaut oder Substrat an eine Biogasanlage liefert, hat bei der Bewertung des Attributs „Erntezeitpunkt“ keinen Einfluss (Modelle

2, 3 und 4: nicht signifikante Interaktionsterme mit dem Attribut „Erntezeitpunkt“). Da die Frühjahrsernte von Zuckerrüben hohe Ausfallrisiken birgt, könnte die Beurteilung des Attributs „Erntezeitpunkt“ von der Risikoeinstellung eines Landwirts beeinflusst sein. Ein Modell, welches die Risikoeinstellung des Landwirts mit dem Attribut „Erntezeitpunkt“ interagiert, ergibt jedoch keine Signifikanzen (vgl. Anhang 2, Mixed-Logit-Modell „Risiko“). Vermutlich ist eine Frühjahrsrodung von Zuckerrüben aus Sicht der Landwirte generell noch nicht ausgereift.

## 6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Für eine nachhaltige und gesellschaftlich unterstützte Erzeugung erneuerbarer Energien in Biogasanlagen ist es notwendig, Substrate abseits des Silomais‘ auf deren Tauglichkeit und Akzeptanz hin zu untersuchen. Bestehende Studien heben hervor, dass sich die Zuckerrübe sehr gut als Biogassubstrat eignet. Ziel dieses Beitrags ist es, Aussagen darüber treffen zu können, wie die Ausgestaltung bestimmter Vertragsbestandteile von Substratlieferverträgen erfolgen muss, damit Landwirte einem Zuckerrübenanbau für die Biogasproduktion zustimmen. Die Ergebnisse unseres Experiments sind somit sowohl für Biogasanlagenbetreiber als auch für Landwirte, die den Vertragsanbau von Zuckerrüben in Erwägung ziehen, von praktischer Bedeutung.

Wir haben 118 Landwirte befragt, von denen etwa zwei Drittel Zuckerrüben anbauen und ein ähnlich großer Teil Energiepflanzen für die Biogasgewinnung produziert. Obwohl die Mehrheit der befragten Landwirte die Biogasproduktion aus Zuckerrüben als wichtige Alternative nach Auslaufen der Zuckermarktordnung ansieht und sie zudem zukünftig für eine finanziell interessante Erweiterung des traditionellen Zuckerrübenanbaus hält, zeigt sich, dass sowohl Zuckerrübenanbauer als auch Biogassubstratlieferanten einem Substratliefervertrag von Zuckerrüben generell eher ablehnend gegenüberstehen.

In den Erntejahren 2011, 2012 und 2013 konnten Rübenanbauer sowohl von überdurchschnittlich hohen Erntemengen als auch von sehr hohen Auszahlungspreisen für Quoten-, Industrie- und Übrüben profitieren (LIZ, 2014). Daraus lässt sich ableiten, dass sich die Landwirte während der Befragung im Jahr 2013 womöglich noch nicht veranlasst sahen, alternative Verwendungs- und Vermarktungsmöglichkeiten für Zuckerrüben zu erwägen. Es ist auch möglich,

dass die Ablehnung der Zuckerrübenanbauer für einen Vertragsanbau daraus resultiert, dass sie aufgrund von Fruchtfolgerestriktionen keinen weiteren Zuckerrübenanbau anstreben können und deshalb abwarten, wie sich verschiedene Produktionsverfahren innerhalb des Zuckerrübenanbaus bis 2017 entwickeln. Des Weiteren haben Landwirte, die schon Kulturen als Biogassubstrat in ihrem Betrieb anbauen, möglicherweise bereits Lieferverträge abgeschlossen. Weitere Lieferverträge beschneiden ihre unternehmerische Selbstbestimmung unter Umständen in einem Maß, welches mit ihrem Autonomiebedürfnis nicht mehr vereinbar ist (KEY und MACDONALD, 2006).

Obwohl dem Markt der erneuerbaren Energien eine hohe Attraktivität zugeschrieben wird (GRANOSZEWSKI und SPILLER, 2013), scheint sich diese jedoch nur auf etablierte Produktionsverfahren zu beziehen. Die Landwirte zeigen innerhalb des Experiments zwar ein deutliches Interesse an der Zuckerrübe als Biogassubstrat und bewerten sie als gute und nachhaltige Alternative zum Silomais. Da die Nutzung von Zuckerrüben zur Biogasgewinnung bisher jedoch nur in geringem Umfang stattfindet, ist es denkbar, dass Landwirte, die diese Verwertungsform in Erwägung ziehen, diese daher möglicherweise erst einmal „testen“ wollen. So kann die Präferenz für kurze Vertragslaufzeiten und einen geringen Anbauumfang erklärt werden. Das Ziel eines Biogasanlagenbetreibers, die Substratversorgung zu planbaren Kosten möglichst über einen längeren Zeitraum sicherzustellen, steht somit den Interessen der Substrat anbauenden Landwirte zum Zeitpunkt der Befragung entgegen. Bei der Ausgestaltung von Zuckerrüben-Substratlieferverträgen sind längere Vertragslaufzeiten und höhere Anbauumfänge daher wahrscheinlich nur mit Preisaufschlägen zu erzielen. Die höhere Preispräferenz bei Rübenanbauern und Biogassubstratlieferanten gegenüber Landwirten, die bisher weder Zuckerrüben anbauen noch Biogassubstrat liefern, macht den Abschluss eines Vertrags mit längeren Laufzeiten und höheren Anbauumfängen bei Rübenanbauern und Biogassubstratlieferanten derzeit eher unwahrscheinlich. Biogasanlagenbetreiber, die einen Zuckerrüben-Substratliefervertrag anstreben, sollten sich hier an Landwirte wenden, die bisher weder Zuckerrüben anbauen noch Biogassubstrat liefern. In der Frühjahrsrodung sehen die teilnehmenden Landwirte generell ein hohes Risiko, da es bspw. durch Frost zu Ernteaussfällen kommen kann (STARKE, 2012). Sie ist daher vertraglich eher nicht durchsetzbar, auch wenn die Frischrübenverfütterung für Bio-

gasanlagenbetreiber die ökonomisch sinnvollste Lösung darstellt und daher eine Teilernte im Frühjahr theoretisch zu empfehlen ist (MÜHLHAUSEN, 2013).

Zum jetzigen Zeitpunkt kann über die Auswirkungen des Auslaufens der Zuckermarktordnung auf die Attraktivität des klassischen Zuckerrübenanbaus nur spekuliert werden. Deshalb ist es interessant, dieses Experiment zu einem späteren Zeitpunkt zu wiederholen, um so zu untersuchen, ob und wie sich das Entscheidungsverhalten der Landwirte aufgrund der Entwicklungen im Zuckermarkt ändert. Es ist anzunehmen, dass die Nachfrage nach alternativen Verwendungs- und Vermarktungsmöglichkeiten steigt, wenn die Hochpreisphase für Zuckerrüben abnimmt. In einem solchen Folgeexperiment sollte vorab überprüft werden, ob die Landwirte weiterhin einer Frühjahrsrodung der Zuckerrüben sehr ablehnend gegenüber stehen. Ist dies der Fall, sollte die Komplexität des Experiments durch Weglassen dieses Attributs reduziert werden. Außerdem ist über eine Ergänzung der Attribute hinsichtlich möglicher Vertragspartner nachzudenken, da die Wahl des Vertragspartners einen Einfluss auf die Bindungsbereitschaft der Landwirte nehmen kann (REISE et al., 2012). Zusätzlich ist eine Erweiterung des Experiments um Fragekategorien zum Autonomiebedürfnis des Landwirts denkbar, die ein besseres Verständnis der Präferenz für bestimmte Verträge ermöglichen. Ein weiterer Ansatz wäre es zudem, eine regional differenzierte Betrachtung vorzunehmen um nachzuvollziehen, ob die Wettbewerbsfähigkeit der Zuckerrübe gegenüber dem Silomais als Biogassubstrat Einfluss auf die Vertragswahl möglicher Substratlieferverträge hat.

## Literatur

- ADAMOWICZ, W., J.J. LOUVIERE und J. SWAIT (1998): Introduction to attribute-based stated choice methods. Report to NOAA Resource Valuation Branch. Damage Assessment Centre, Edmonton, Canada.
- BAEUMER, K. (1992): Allgemeiner Pflanzenbau. UTB, Stuttgart.
- BHAT, C.R. (2001): Quasi-random maximum simulated likelihood estimation of the mixed multinomial logit model. In: Transportation Research Part B: Methodological 35 (7): 677-693.
- BLIEMER, M.C.J., J.M. ROSE und D.A. HENSHER (2009): Constructing efficient stated choice experiments allowing for differences in error variances across subsets of alternatives. In: Transportation Research Part B: Methodological 43 (1): 19-35.
- BLIEMER, M.C.J. und J.M. ROSE (2006): Designing stated choice experiments: State-of-the art. Proceedings of the

- 11<sup>th</sup> International Conference on Travel Behaviour Research, Kyoto.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2014): Landwirtschaft verstehen. In: [http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?__blob=publicationFile), Abruf: 25.08.2014.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2012): Die Rolle von Biogas und dessen besondere Bedeutung. Rede des Parlamentarischen Staatssekretärs Peter Bleser bei der Jahrestagung BIOGAS des Fachverbandes Biogas. In: [http://www.bmelv.de/SharedDocs/Reden/2012/01-11-BL-Biogas.html;jsessionid=BD1297E01DC8B67D2F28D2088D65A96D.2\\_cid376#doc2555392bodyText5](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Reden/2012/01-11-BL-Biogas.html;jsessionid=BD1297E01DC8B67D2F28D2088D65A96D.2_cid376#doc2555392bodyText5), Abruf: 20.12.2013.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) und BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) (2010): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland. Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung. In: [http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/BiomasseaktionsplanNational.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/BiomasseaktionsplanNational.pdf?__blob=publicationFile), Abruf: 01.12.2013.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) (2011): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG). In: [http://www.bundesanzeiger-verlag.de/fileadmin/BIV-Portal/Dokumente/eeg\\_2012\\_bf.pdf](http://www.bundesanzeiger-verlag.de/fileadmin/BIV-Portal/Dokumente/eeg_2012_bf.pdf), Abruf: 01.12.2013.
- BMWl (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2014): Das Erneuerbare-Energien-Gesetz. In: [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Gesetze/Das\\_EEG/das\\_eeg.html](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Gesetze/Das_EEG/das_eeg.html), Abruf: 02.02.2015.
- BOXALL, P.C. und W.L. ADAMOWICZ (2002): Understanding heterogeneous preferences in random utility models: a latent class approach. In: *Environmental and Resource Economics* 23 (4): 421-446.
- BRAUN, J. und W. LORLEBERG (2008): Ökonomische Aspekte des Einsatzes von Energierüben in Biogasanlagen. Fachtagung „Energierüben – Produktion und Einsatz zur Biogaserzeugung“, 16. Juli 2008, Fachhochschule Südwestfalen, Soest.
- BREULMANN, P. (2010): Wie rechnen sich Alternativen zu Mais? NRW-Energiepflanzentagung „Biogas – Alternativen zu Mais“, 26. Mai 2010, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Bad Sassendorf.
- BROCH, S.W. und S.E. VEDEL (2012): Using Choice Experiments to Investigate the Policy Relevance of Heterogeneity in Farmer Agri-Environmental Contract Preferences. In: *Environmental and Resource Economics* 51 (4): 561-581.
- BURGESS, L. und D.J. STREET (2005): Optimal designs for choice experiments with asymmetric attributes. In: *Journal of Statistical Planning and Inference* 134 (1): 288-301.
- CHOICEMETRICS (2012): Ngene 1.1.1: User manual and reference guide. Choice Metrics Pty Ltd.
- DEMIREL, B. und P. SCHERER (2008): Production of methane from sugar beet silage without manure addition by a single-stage anaerobic digestion process. In: *Biomass and Bioenergy* 32 (3): 203-209.
- DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (2010): Leben in Deutschland: Befragung 2010 zur sozialen Lage der Haushalte. In: [http://www.diw.de/documents/dokumentenarchiv/17/diw\\_01.c.369781.de/soepfrabo\\_personen\\_2010.pdf](http://www.diw.de/documents/dokumentenarchiv/17/diw_01.c.369781.de/soepfrabo_personen_2010.pdf), Abruf: 12.10.2011.
- DNZ (Dachverband Norddeutscher Zuckerrübenanbauer e.V.) (2013): Rübenpreisverhandlungen abgeschlossen. In: [http://www.dnz.de/index.php?eID=tx\\_nawsecuredl&u=0&file=fileadmin/user\\_upload/Redakteur/Dokumente/Pressemitteilungen/2013/PM-Ruebenpreise-2012\\_final.pdf&t=1412252318&hash=176c869fc651083e105d0068cd2f06518a0bf4f7](http://www.dnz.de/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&file=fileadmin/user_upload/Redakteur/Dokumente/Pressemitteilungen/2013/PM-Ruebenpreise-2012_final.pdf&t=1412252318&hash=176c869fc651083e105d0068cd2f06518a0bf4f7), Abruf: 16.06.2014.
- FEHRENBACH, H., J. GIEGRICH, G. REINHARDT, J. SCHMITZ, U. SAYER, M. GRETZ, E. SEIZINGER und K. LANJE (2008): Criteria for a Sustainable Use of Bioenergy on a Global Scale. Environmental Research of the Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Research Report 206 41 112 UBA-FB 001176/E. In: <http://opus.kobv.de/zlb/volltexte/2008/6577/pdf/3514.pdf>, Abruf: 17.04.2014.
- FERRINI, S. und R. SCARPA (2007): Designs with a priori information for nonmarket valuation with choice experiments: A Monte Carlo study. In: *Journal of Environmental Economics and Management* 53 (3): 342-363.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2014): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2014. In: [http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/a/basisdaten\\_9x16\\_2014\\_web\\_v02.pdf](http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/a/basisdaten_9x16_2014_web_v02.pdf), Abruf: 30.03.2014.
- GOLD, S. (2012): Governance for Securing Feedstock Supply of Biogas Plants. In: *Journal on Chain and Network Science* 12 (1): 67-84.
- GOCHT, A., R. ALBRECHT, M. EHRMANN, H. GOEMANN, W. KLEINHANB, R. KLEPPER, VON H.-O. LEDEBUR, F. OFFERMANN, B. OSTERBURG, A. ROTHE, L.A. SCHROEDER und H. WENDT (2012): Gefährdet die vorgeschlagene Zuckermarktreform den Produktionsstandort Deutschland – Eine modellgestützte Analyse. Vortrag anlässlich der 52. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus e.V., 26.-28.09.2012, Universität Hohenheim.
- GRANIG, P. und S. PERUSCH (2012): Innovationsrisikomanagement im Krankenhaus: Identifikation, Bewertung und Strategie. Kapitel 2. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- GRANOSZEWSKI, K. und A. SPILLER (2013): Vertragliche Zusammenarbeit bei der energetischen Biomasselieferung: Einstellungen und Bindungsbereitschaften von deutschen Landwirten. Vortrag anlässlich der 53. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., 25.-27.09.2013, Humboldt-Universität zu Berlin.
- GREENE, W.H. und D.A. HENSHER (2003): A latent class model for discrete choice analysis: contrasts with mixed logit. In: *Transportation Research Part B: Methodological* 37 (8): 681-698.
- HANLEY, N., S. MOURATO und R.E. WRIGHT (2001): Choice modelling approaches: a superior alternative for environmental valuation? In: *Journal of Economic Surveys* 15 (3): 435-462.
- HANLEY, N., S. MOURATO und R.E. WRIGHT (2001): Choice modelling approaches: a superior alternative for

- environmental valuation? In: *Journal of Economic Surveys* 15 (3): 435-462.
- HARTUNG, E. und S. OHL (2012): Fermentation und Biogaserträge von Zuckerrüben. In: *Sugar Industry* 137 (9): 595-600.
- HAUSCHILDT, J. (2004): *Innovationsmanagement*. Verlag Vahlen, München.
- HAYENGA, M., T. SCHROEDER, J. LAWRENCE, D. HAYES, T. VUKINA, C. WARD und W. PURCELL (2000): Meat packer vertical integration and contract linkages in the beef and pork industries: an economic perspective. American Meat Institute, Arlington, VA.
- HENSHER, D.A. (2008): Joint estimation of process and outcome in choice experiments and implications for willingness to pay. In: *Journal of Transport Economics and Policy* 42 (2): 297-322.
- HENSHER, D.A., J.M. ROSE und W.H. GREENE (2005): *Applied choice analysis. A primer*. University Press, Cambridge.
- HENSHER, D.A. und W.H. GREENE (2003): The mixed logit model: the state of practice. In: *Transportation* 30 (2): 133-176.
- HENSHER, D.A. und C. SULLIVAN (2003): Willingness to pay for road curviness and road type. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 8 (2): 139-155.
- HILL, M., J. FISHER, L.S. CHITTY und S. MORRIS (2012): Women's and health professionals' preferences for prenatal tests for Down syndrome: a Discrete Choice Experiment to contrast noninvasive prenatal diagnosis with current invasive tests. In: *Genetics in medicine* 14 (11): 905-913.
- HOLE, A.R. (2007): Fitting mixed logit models using maximum simulated likelihood. In: *The Stata Journal* 7 (3): 388-401.
- HUDSON, D. und J. LUSK (2004): Risk and Transactions Costs in Contracting: Results from a Choice-Based Experiment. In: *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization* 2 (1): 1-19.
- IEA (International Energy Agency) (2013): *World Energy Outlook 2013 Factsheet*. In: [http://www.iea.org/media/files/WEO2013\\_factsheets.pdf](http://www.iea.org/media/files/WEO2013_factsheets.pdf), Abruf: 16.06.2014.
- KATCHOVA, A.L. und M.J. MIRANDA (2004): Two-Step Econometric Estimation of Farm Characteristics Affecting Marketing Contract Decisions. In: *American Journal of Agricultural Economics* 86 (1): 88-102.
- KEY, N. und J. MACDONALD (2006): Agricultural Contracting Trading Autonomy for Risk Reduction. In: *Amber Waves* 4 (1): 26-31.
- KEY, N. (2005): How much do farmers value their independence? In: *Agricultural Economics* 33 (1): 117-126.
- KOENNECKE, G. (1967): *Fruchtfolgen*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- KREUGER, E., I.A. NGES, und L. BJÖRNSSON (2011): Ensiling of crops for biogas production: effects on methane yield and total solids determination. In: *Biotechnology for Biofuels* 2011. In: <http://www.biotechnologyforbiofuels.com/content/4/1/44>, Abruf: 04.04.2013.
- LIZ (Landwirtschaftlicher Informationsdienst Zuckerrübe) (2014): *Rübenpreise, Rübenvergütung ab 2011*. In: <http://www.liz-online.de/themen/betriebswirtschaft/ueber-sicht-der-basispreise-je-ruebenart/ruebenpreise-ab-2011.html>, Abruf: 28.01.2015.
- LOUVIERE, J.J., D.A. HENSHER und J.D. SWAIT (2000): *Stated choice methods: analysis and applications*. University Press, Cambridge.
- LFL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2014): *LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten Zuckerrübe*. In: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/zuckerrueben.html>, Abruf: 25.08.2014.
- LATACZ-LOHMANN, U. und N. PELKA (2010): Wo bleibt die Rübe rentabel? In: *DLG-Mitteilungen* 2010 (4): 34-36.
- LATACZ-LOHMANN, U. und J. MÜLLER-SCHIEBEL (2006): Sind Ethanolrüben konkurrenzfähig? In: *Land & Forst* 21/2006: 12-13.
- MÄRLÄNDER, B., D. AUGUSTIN, E. HARTUNG, C. HOFFMANN, F. SETZER und N. STOCKFISCH (2010): Biomasse-Rüben – Die Zuckerrübe als Biogassubstrat. In: *DLG-Merkblatt* 363: 4-19.
- MARCH, J.G. (1994): *A primer on decision making – how decisions happen*. The Free Press, New York.
- MCFADDEN, D. (1999): Rationality for Economists? In: *Journal of Risk and Uncertainty* 19 (1-3): 73-105.
- (1974): Conditional logit analysis of qualitative behaviour. In: Zarembka, P. (Hrsg.): *Frontiers in econometrics*. Academic Press, New York: 105-142.
- MÜHLHAUSEN, C. (2013): Versuchsgut setzt auf Zuckerrübe. In: *Biogas Journal* 2/2013: 50-53.
- MUBHOFF, O. und N. HIRSCHAUER (2011): Was bestimmt die Akzeptanz der Landwirte für Lieferverträge? – Das Beispiel „Industrierüben“. In: *Sugar Industry* 136 (61): 481-491.
- ØSTERGAARD, P.A. (2012): Comparing electricity, heat and biogas storages' impacts on renewable energy integration. In: *Energy* 37 (1): 255-262.
- OVEREND, R. (1993): *Biomass Power Industry: Assessment of Key Players and Approaches for DOE and Industry Interaction*. Final Report, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO.
- PENNINGS, J.M.E. und R.M. LEUTHOLD (2000a): A Behavioral Approach towards Futures Contract Usage. Office for Future and Options Research (OFOR) Paper Number 00-08. University of Illinois, Urbana, IL, USA.
- (2000b): The Role of Farmers' Behavioral Attitudes and Heterogeneity in Futures Contracts Usage. In: *American Journal of Agricultural Economics* 82 (4): 908-919.
- REISE, C., U. LIEBE und O. MUBHOFF (2012): Design of Substrate Supply Contracts for Biogas Plants. 56<sup>th</sup> AARES Annual Conference, Fremantle, Western Australia, February 7-10, 2012.
- ROE, B.E., T.L. SPORLEDER und B. BELLEVILLE (2004): Hog Producer Preferences for Marketing Contract Attributes. In: *American Journal of Agricultural Economics* 86 (1): 115-123.
- ROSE, J.M. und M.C.J. BLIEMER (2009): Constructing efficient stated choice experimental designs. In: *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal* 29 (5): 587-617.
- ROSE, J.M., M.C.J. BLIEMER, D.A. HENSHER und A.T. COLLINS (2008): Designing efficient stated choice experiments in the presence of reference alternatives. In: *Transportation Research Part B: Methodological* 42 (4): 395-406.

- SANDOR, Z. und M. WEDEL (2005): Heterogeneous conjoint choice designs. In: *Journal of Marketing Research* 42 (2): 210-218.
- SCARPA, R. und J.M. ROSE (2008): Design efficiency for non-market valuation with choice modelling: how to measure it, what to report and why. In: *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 52 (3): 253-282.
- SCHAFFNER, S. G. WOLF und M. KAWASCH (2011): Rüben als Biogassubstrat – Überblick über Verfahrenswege zu Transport, Aufbereitung und Lagerung. In: *Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (Hrsg.): Rüben als Biogassubstrat. 2. Auflage, 17/2013.*
- STARKE, P. und C. HOFFMANN (2014): Dry matter and sugar content as parameters to assess the quality of sugar beet varieties for anaerobic digestion. In: *Sugar Industry* 139 (4): 232-240.
- STARKE, P. (2012): Ertragspotenzial und Anforderungen an die Qualität von Zuckerrüben bei der Vergärung. In: *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 24: 52-55.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2015): Landwirtschaftliche Betriebe mit ausgewählten Merkmalen 2013 nach betriebswirtschaftlicher Ausrichtung. In: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/LandwirtschaftlicheBetriebe/Tabellen/LandwirtschaftlicheBetriebeausgewaehlteMerkmaleNachBetrieblischerAusrichtung.html>, Abruf: 21.01.2015.
- STREET, D.J., D.S. BUNCH und B.J. MOORE (2001): Optimal designs for  $2^k$  paired comparison experiments. In: *Communications in Statistics, Theory and Methods* 30 (10): 2149-2171.
- TRAIN, K.E. (2009): *Discrete choice methods with simulation*. University Press, Cambridge.
- TRAIN, K.E. und W.W. WILSON (2008): Estimation on stated-preference experiments constructed from revealed-preference choices. In: *Transportation Research Part B: Methodological* 42 (3): 191-203.
- WEILAND, P. (2010): Biogas production: current state and perspectives. In: *Applied Microbiology and Biotechnology* 85 (4): 849-860.
- WEISE, J. (2007): *Planung und Steuerung von Innovationsprojekten. Kapitel 2*. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- WELLS, H. (2013): Zuckerrübe sichert Substratverfügbarkeit. In: *Biogas Journal* 2/2013: 42-44.

## Danksagung

Für hilfreiche Kommentare, Anregungen und Kritik danken wir zwei anonymen Gutachtern sowie den Herausgebern des „German Journal of Agricultural Economics“. Den Landwirten danken wir für die Teilnahme an der Befragung. Wir danken dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. für finanzielle Unterstützung im Rahmen des Verbundprojekts „Die Zuckerrübe als Energiepflanze auf hochproduktiven Standorten – eine pflanzenbaulich-ökonomische Systemanalyse“.

Kontaktautorin:

**SARAMENA SAUTHOFF**

Department for Agricultural Economics and Rural Development, Faculty of Agricultural Sciences  
Georg-August-University of Goettingen  
Platz der Goettinger Sieben, 5, 37073 Goettingen  
E-Mail: [saramena.sauthoff@agr.uni-goettingen.de](mailto:saramena.sauthoff@agr.uni-goettingen.de)

## Anhang 1: Teil 2 des Fragebogens

Bitte stellen Sie sich vor, dass ein Biogasanlagenbetreiber **Ihnen** in Ihrer Nähe anbietet, Zuckerrüben als Biogassubstrat abzunehmen. Sie können einen Anbauvertrag mit dem Biogasanlagenbetreiber schließen.

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Vertragsalternativen an. In beiden Verträgen ist er verpflichtet, die Zuckerrübenernte und -abfuhr zu organisieren und die entstehenden Kosten dafür zu tragen. Des Weiteren erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage im Verhältnis 1:0,8 frei Feldkante zurück.

Im Folgenden wird erläutert, in welchen Punkten sich die angebotenen Vertragsalternativen unterscheiden:

### 1. Vertragslaufzeit

Die Laufzeit des Anbauvertrags, den Sie mit dem Biogasanlagenbetreiber schließen, d.h. der Zeitraum, in dem Sie bindend Zuckerrüben für die Biogasanlage Ihres Vertragspartners anbauen müssen, variiert.

## 2. Vertragsfläche

Der Umfang der Fläche, auf der Sie jährlich bindend Zuckerrüben für die Biogasanlage Ihres Vertragspartners anbauen müssen, variiert ebenfalls. Hierbei ist zu beachten, dass Sie nicht verpflichtet werden, eine bestimmte Menge Zuckerrüben zu liefern, sondern nur eine bestimmte jährliche Fläche mit Zuckerrüben für die Biogasanlage zu bestellen.

## 3. Verkaufspreis

Der Preis, den Sie nach Ernte der Zuckerrüben vom Biogasanlagenbetreiber erhalten, bezieht sich auf die gelieferte Menge an Zuckerrüben mit einem Zuckergehalt von 18 %. Weicht der Zuckergehalt von diesem Wert ab, so bezahlt der Biogasanlagenbetreiber unabhängig vom vereinbarten Verkaufspreis einen Zuschlag von 1 Euro pro Tonne und Prozentpunkt Zuckergehalt, der den Richtwert von 18 % übersteigt. Allerdings werden andersherum 1 Euro pro Tonne und Prozentpunkt Zuckergehalt, den dieser unter dem Richtwert von 18 % liegt, vom Verkaufspreis abgezogen.

Beispiel:

Im geschlossenen Anbauvertrag hat sich der Biogasanlagenbetreiber zur Zahlung von 23 €/t Zuckerrüben mit einem Zuckergehalt von 18 % verpflichtet. Haben die von Ihnen angebauten Zuckerrüben einen Zuckergehalt von 18 %, erhalten Sie pro Tonne Zuckerrüben, die auf Ihren Vertragsflächen geerntet werden, 23 €. Liegt der Zuckergehalt dagegen bei 20 % (16 %), erhalten Sie pro Tonne Zuckerrüben, die auf Ihren Vertragsflächen geerntet werden, 25 € (21 €).

## 4. Erntezeitraum

Die vom Biogasanlagenbetreiber angebotenen Vertragsalternativen sehen in der Regel die Ernte der Zuckerrüben im Herbst vor. Der Biogasanlagenbetreiber bietet aber auch Verträge an, in denen festgehalten ist, dass ein Viertel Ihrer Fläche, auf der Sie Zuckerrüben für die Biogasgewinnung anbauen, erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) geerntet wird. Es entstehen keine direkten Kosten. Allerdings sind die späte Feldräumung und das höhere Ausfallrisiko durch Starkfröste zu beachten.

Im Folgenden werden Sie 12 Mal vor die Entscheidung gestellt, ob Sie einen der beiden Verträge, die Ihnen der Biogasanlagenbetreiber anbietet, annehmen. Jedes Mal werden Ihnen andere Vertragsalternativen angeboten. Die Möglichkeit, keinen Vertrag anzunehmen, also keine Zuckerrüben für eine Biogasanlage anzubauen, besteht durchgehend. Bewerten Sie bitte jede Entscheidungssituation unabhängig von der vorherigen.

Wir interessieren uns für Ihre persönliche Einschätzung. Daher gibt es im Experiment keine "falschen" Antworten. Bitte denken Sie auch daran, bei Ihrer Entscheidung die Gegebenheiten Ihres Betriebs zu unterstellen. Nur so treffen Sie realistische Entscheidungen.

[Die folgenden 12 Choice-Sets wurden den Landwirten in randomisierter Reihenfolge vorgelegt, um einen Order-Effekt zu vermeiden.]

Die in den nachfolgenden Choice-Sets beim Attribut „Vertragsfläche“ angegebene Prozentzahl bezieht sich auf die Ackerfläche, über die der Betrieb verfügen kann. Diese Zahl wurde im ersten Teil des Fragebogens abgefragt. Im Experiment wurde nicht die hier angegebene Prozentzahl verwendet, sondern für jeden Landwirt die individuelle Vertragsfläche berechnet und individuell in den Choice-Sets abgebildet.]

### [Choice-Set 1]

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum **Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat** an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für **eine** der unten aufgeführten Alternativen.

	Vertrag A	Vertrag B	Keinen Vertrag
Vertragslaufzeit	3 Jahre	1 Jahr	
Vertragsfläche	10 % der Ackerfläche	20 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	29 €/t	25 €/t	
Erntezeitraum	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**[Choice-Set 2]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum **Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat** an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für **eine** der unten aufgeführten Alternativen.

	Vertrag A	Vertrag B	Keinen Vertrag
Vertragslaufzeit	1 Jahr	6 Jahre	
Vertragsfläche	5 % der Ackerfläche	10 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	25 €/t	29 €/t	
Erntezeitraum	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**[Choice-Set 3]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum **Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat** an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für **eine** der unten aufgeführten Alternativen.

	Vertrag A	Vertrag B	Keinen Vertrag
Vertragslaufzeit	3 Jahre	6 Jahre	
Vertragsfläche	10 % der Ackerfläche	20 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	22 €/t	25 €/t	
Erntezeitraum	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**[Choice-Set 4]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum **Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat** an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für **eine** der unten aufgeführten Alternativen.

	Vertrag A	Vertrag B	Keinen Vertrag
Vertragslaufzeit	6 Jahre	3 Jahre	
Vertragsfläche	20 % der Ackerfläche	5 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	29 €/t	25 €/t	
Erntezeitraum	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**[Choice-Set 5]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für eine der unten aufgeführten Alternativen.

	<b>Vertrag A</b>	<b>Vertrag B</b>	<b>Keinen Vertrag</b>
Vertragslaufzeit	1 Jahr	3 Jahre	
Vertragsfläche	10 % der Ackerfläche	5 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	25 €/t	29 €/t	
Erntezeitraum	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**[Choice-Set 6]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für eine der unten aufgeführten Alternativen.

	<b>Vertrag A</b>	<b>Vertrag B</b>	<b>Keinen Vertrag</b>
Vertragslaufzeit	1 Jahr	6 Jahre	
Vertragsfläche	20 % der Ackerfläche	5 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	29 €/t	29 €/t	
Erntezeitraum	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**[Choice-Set 7]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für eine der unten aufgeführten Alternativen.

	<b>Vertrag A</b>	<b>Vertrag B</b>	<b>Keinen Vertrag</b>
Vertragslaufzeit	1 Jahr	3 Jahre	
Vertragsfläche	5 % der Ackerfläche	10 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	25 €/t	22 €/t	
Erntezeitraum	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**[Choice-Set 8]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für eine der unten aufgeführten Alternativen.

	<b>Vertrag A</b>	<b>Vertrag B</b>	<b>Keinen Vertrag</b>
Vertragslaufzeit	6 Jahre	3 Jahre	
Vertragsfläche	10 % der Ackerfläche	20 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	25 €/t	22 €/t	
Erntezeitraum	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**[Choice-Set 9]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für eine der unten aufgeführten Alternativen.

	<b>Vertrag A</b>	<b>Vertrag B</b>	<b>Keinen Vertrag</b>
Vertragslaufzeit	6 Jahre	1 Jahr	
Vertragsfläche	5 % der Ackerfläche	10 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	25 €/t	29 €/t	
Erntezeitraum	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**[Choice-Set 10]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für eine der unten aufgeführten Alternativen.

	<b>Vertrag A</b>	<b>Vertrag B</b>	<b>Keinen Vertrag</b>
Vertragslaufzeit	3 Jahre	1 Jahr	
Vertragsfläche	20 % der Ackerfläche	10 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	22 €/t	22 €/t	
Erntezeitraum	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**[Choice-Set 11]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für eine der unten aufgeführten Alternativen.

	<b>Vertrag A</b>	<b>Vertrag B</b>	<b>Keinen Vertrag</b>
Vertragslaufzeit	6 Jahre	6 Jahre	
Vertragsfläche	5 % der Ackerfläche	20 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	22 €/t	22 €/t	
Erntezeitraum	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**[Choice-Set 12]**

Der Biogasanlagenbetreiber bietet Ihnen zwei verschiedene Verträge zum Anbau von Zuckerrüben als Biogassubstrat an. Beachten Sie bitte, dass sich der Biogasanlagenbetreiber in beiden Vertragsalternativen verpflichtet, die Ernte und Abfuhr der Zuckerrüben zu organisieren und die Kosten dafür zu tragen. Zudem erhalten Sie den Gärrest aus der Biogasanlage frei Feldkante zurück.

Bitte entscheiden Sie sich für eine der unten aufgeführten Alternativen.

	<b>Vertrag A</b>	<b>Vertrag B</b>	<b>Keinen Vertrag</b>
Vertragslaufzeit	3 Jahre	1 Jahr	
Vertragsfläche	20 % der Ackerfläche	5 % der Ackerfläche	
Verkaufspreis (je Tonne Frischmasse Zuckerrüben mit 18 % Zuckergehalt)	29 €/t	22 €/t	
Erntezeitraum	Die gesamte Vertragsfläche wird im Herbst gerodet.	Ein Viertel der Vertragsfläche wird erst im Frühjahr (bis zum 30.03.) gerodet.	
<b>Bitte entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Alternativen</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Anhang 2: Ergebnisse der Mixed-Logit-Modelle „Linearität“, „Verkaufspreis“ und „Risiko“

Die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Ergebnisse zeigen die Nutzenparameter der Variablen und die geschätzten Parameter der Standardabweichungen für alle Variablen, die als stochastische Variablen geschätzt worden sind.

Das Mixed-Logit-Modell „Linearität“ dient der Überprüfung der Linearitätsannahme. Auf Grundlage der geschätzten Nutzenparameter dieses Modells wird nun ein Wald-Test auf lineare Restriktionen durchgeführt. Für die Attribute „Vertragslaufzeit“ (p-Wert=0,97), „Vertragsfläche“ (p-Wert=0,48) und „Verkaufspreis“ (p-Wert=0,37) kann die Linearität bestätigt werden.

Das Mixed-Logit-Modell „Verkaufspreis“ unterscheidet sich zu dem in Tabelle 5 aufgeführten Mixed-Logit-Modell 1 insofern, als dass auch das Attribut „Verkaufspreis“ als stochastische Variable modelliert worden ist. Da jedoch der geschätzte Parameter für die Standardabweichung des Attributs „Verkaufspreis“ nicht signifikant ist, wird das Attribut „Verkaufspreis“ in allen weiteren Modellen nicht als stochastische Variable geschätzt (Hensher und Greene, 2003: 145).

Im Mixed-Logit-Modell „Risiko“ wird die individuelle Risikoeinstellung eines Landwirts mit dem Attribut „Erntezeitpunkt“ interagiert. Der geschätzte Parameter für diesen Interaktionsterm ist jedoch nicht signifikant.

**Tabelle A2. Ergebnisse der Mixed-Logit-Modelle „Linearität“, „Verkaufspreis“ und „Risiko“**

Variable	Linearität <sup>a)</sup>	Verkaufspreis <sup>a)</sup>	Risiko <sup>a)</sup>
<i>Geschätzte Nutzenparameter</i>			
ASK <sup>b)</sup>	0,199 (0,199)	-9,782 *** (0,674)	-9,808 *** (0,675)
Vertragslaufzeit		-0,236 *** (0,036)	-0,235 *** (0,035)
Vertragslaufzeit - niedrig	0,392 * (0,162)		
Vertragslaufzeit - hoch	-0,575 ** (0,172)		
Vertragsfläche		-11,126 *** (1,440)	-11,286 *** (1,494)
Vertragsfläche - niedrig	0,687 *** (0,158)		
Vertragsfläche - hoch	-1,034 *** (0,214)		
Verkaufspreis		0,483 *** (0,029)	0,482 *** (0,029)
Verkaufspreis - niedrig	-1,909 *** (0,319)		
Verkaufspreis - hoch	2,054 *** (0,232)		
Erntezeitpunkt im Frühjahr <sup>c)</sup>	-2,565 *** (0,231)	-2,247 *** (0,858)	-2,291 ** (0,697)
Erntezeitpunkt · Risikoeinstellung <sup>d)</sup>			-0,044 (0,172)
<i>Geschätzte Standardabweichungen</i>			
ASK <sup>b)</sup>		1,384 *** (0,220)	1,255 *** (0,198)
Vertragslaufzeit		0,225 *** (0,042)	0,218 *** (0,045)
Vertragslaufzeit - niedrig	0,722 *** (0,175)		
Vertragslaufzeit - hoch	0,927 *** (0,240)		
Vertragsfläche		10,697 *** (1,623)	11,067 *** (1,435)
Vertragsfläche - niedrig	0,644 *** (0,144)		
Vertragsfläche - hoch	1,561 *** (0,239)		
Verkaufspreis		0,0009 (0,018)	
Verkaufspreis - niedrig	2,701 *** (0,392)		
Verkaufspreis - hoch	2,244 *** (0,301)		
Erntezeitpunkt im Frühjahr <sup>c)</sup>	1,872 *** (0,186)	2,123 *** (0,276)	2,060 *** (0,282)
<i>Parameter zur Modellgüte</i>			
Landwirte / Beobachtungen	118 / 4248	118 / 4248	118 / 4248
Log-Likelihood des Nullmodells	-1.274,27	-1.275,63	-1.275,59
Log-Likelihood des Modells	-1.058,29	-1.078,78	-1.078,10
AIC	2.146,58	2.177,55	2.176,20

a) \* p < 0,1; \*\* p < 0,05; \*\*\* p < 0,001; Standardfehler in Klammern; eingerückte Variablen kennzeichnen die Interaktionsterme; 500 Halton-Sequenzen.

b) Binärcodierte erklärende Variable; Referenz: Status quo Alternative „kein Vertrag zur Bereitstellung von Zuckerrüben als Biogas-substrat“.

c) Binärcodiert; Referenz: 100 % der Fläche wird im Herbst gerodet.

d) Selbsteinschätzung der individuellen Risikoeinstellung auf einer Skala von 0 (=gar nicht risikobereit) bis 10 (=sehr risikobereit) (vgl. DIW, 2010). Die folgenden Paare geben an, welcher Wert sich im Experiment mit welcher Häufigkeit ergeben hat: 0→0; 1→0; 2→1; 3→1; 4→15; 5→24; 6→35; 7→24; 8→12; 9→4; 10→2.

Quelle: eigene Berechnungen mithilfe des Befehls „mixlogit“ (HOLE, 2007) in Stata 12