AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

GÜLLEFESTSTOFFE ALS INNOVATIVES GÄRSUBSTRAT - WIRD DIE KLUFT IM DIFFUSIONSPROZESS ÜBERSPRUNGEN?

Rhena Kröger
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung
Arbeitsbereich „Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness“
Georg-August-Universität Göttingen
Göttingen

Ludwig Theuvsen
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung
Arbeitsbereich „Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness“
Georg-August-Universität Göttingen
Göttingen

Jan Robert Konerding
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung
Arbeitsbereich „Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness“
Georg-August-Universität Göttingen
Göttingen

Kontaktautor: rhena.kroeger@agr.uni-goettingen.de

GEWISOLA 2015

Schriftlicher Beitrag anlässlich der 55. Jahrestagung der
Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.
„Perspektiven für die Agrar- und Ernährungswirtschaft nach der Liberalisierung“

Gießen, 23.-25. September 2015

Copyright 2015 by authors. All rights reserved. Readers may make verbatim copies of this document for non-commercial purposes by any means, provided that this copyright notice appears on all such copies.

GÜLLEFESTSTOFFE ALS INNOVATIVES GÄRSUBSTRAT - WIRD DIE KLUFT IM DIFFUSIONSPROZESS ÜBERSPRUNGEN?

Zusammenfassung

Zunehmende rechtliche Auflagen, die sinkende Akzeptanz in der Gesellschaft und die Entwicklungen auf den Agrarmärkten haben dazu geführt, dass immer mehr Betreiber von Biogasanlagen auf der Suche nach Gärsubstratalternativen zum Mais sind. Als eine innovative Idee wird dabei die Vergärung von Güllefeststoffen zunehmend intensiver diskutiert. Obwohl die Einsatzmöglichkeiten von Güllefeststoffen schon vielfach analysiert wurden, setzen nur wenige Betriebe dieses Gärsubstrat bislang tatsächlich ein. Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel dieses Beitrags, unterschiedliche Adoptorengruppen, die bei der Annahme von Innovationen von Bedeutung sind, zu identifizieren und sich daraus ergebende Maßnahmen für eine weitere Verbreitung des Verfahrens der Güllefeststoffvergärung abzuleiten. Als theoretische Grundlage wird auf die Diffusionstheorie von ROGERS (1995) zurückgegriffen. Die Ergebnisse zeigen, dass Güllefeststoffe noch am Anfang des Diffusionsprozesses stehen und bisher lediglich auf innovativen, neuen Ideen gegenüber aufgeschlossenen Betrieben zum Einsatz kommen. Wichtige Maßnahmen, die sich aus den empirischen Ergebnissen ableiten lassen, sind die Intensivierung der Kommunikation zwischen Biogasanlagenbetreibern sowie eine Stabilisierung des rechtlichen Rahmens zwecks Gewährleistung einer langfristigen Planungssicherheit für die Anlagenbetreiber.

Keywords

Güllefeststoffe, Innovation, Biogas, Gärsubstrate, Clusteranalyse

1 Einleitung

Die Biogaserzeugung war in den letzten Jahren einer der boomenden Wirtschaftszweige der deutschen Landwirtschaft, da viele Landwirte und Investoren die Biogasproduktion als neue Einkommensquelle entdeckt und in Biogasanlagen investiert haben (SCHÜSSELER, 2008). Die Biogaserzeugung ist durch einen hohen Flächenbedarf zum Anbau der benötigten Substrate charakterisiert. Diese Tatsache führt dazu, dass die Biogaserzeugung immer wieder in die Kritik gerät und sich sowohl auf ökonomischer und politischer als auch gesellschaftlicher Ebene mit neuen Herausforderungen konfrontiert sieht. Während die Biogaserzeugung im Rahmen der Energiewende zu Beginn von der Gesellschaft als sinnvolle Alternative u.a. zur Kernenergie gesehen wurde, geriet sie mit der Zeit zunehmend in die Kritik (GUENTHER-LÜBBERS, 2015). Die wahrgenommene „Vermaisung der Landschaft“, die „Tank-Teller-Diskussion“ oder die erhöhte EEG-Umlage führten zu einer sinkenden Akzeptanz seitens der Gesellschaft (ZSCHACHE et al., 2010; HENKE, 2014). Doch neben diesen gesellschaftlichen Herausforderungen sieht sich die Biogaserzeugung auch immer wieder neuen politischen Vorgaben gegenüber. Insbesondere die Ausgestaltung der GAP 2014-2020, die EEG-Novellierung 2014 und die geänderten Greening-Vorgaben (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2013) geben die Rahmenbedingungen für die Biogaserzeugung derzeit neu vor (GUENTHER-LÜBBERS, 2015). Biogasanlagenbetreiber sind daher immer mehr gezwungen, alternative Gärsubstrate zum Mais einzusetzen. Die Suche nach innovativen Alternativen zum Mais als Gärsubstrat wurde in den vergangenen Jahren intensiviert. Denn Innovationen können Lösungsmöglichkeiten bieten, um die gegebenen Herausforderungen für Anlagenbetreiber zu meistern. Innovationen sind generell Ideen, Verfahren oder Objekte, die als neu wahrgenommen werden (ROGERS, 1995). In jüngster Zeit gab es einige innovative Ideen zu

alternativen Gärsubstraten zum Mais, z.B. in Form der Nutzung der Durchwachsenen Silphie, des Riesenweizengrases oder auch von Güllefeststoffen.

Güllefeststoffen aus der Gülleseparation gilt seit einiger Zeit ein besonderes Interesse. Denn sie nehmen keine landwirtschaftlichen Flächen in Anspruch, stehen daher nicht in Konkurrenz zur Futter- und Nahrungsmittelproduktion, sondern setzen sogar Flächen frei, auf denen bislang andere Substrate, etwa Mais, angebaut wurden, und fallen bei Einsatz entsprechender Separationstechniken in großen Mengen an. Falls die frei werdenden Flächen mit anderen Früchten als Mais bestellt werden, wird zudem dem Monokulturanbau entgegengewirkt. Ferner kann die Vergärung der – im Vergleich zur Gülle deutlich transportwürdigeren – Feststoffe einen Beitrag zur Lösung der Nährstoffprobleme in Regionen mit hoher Viehdichte leisten (KOWALEWSKY, 2009) und endliche oder mit großem Energieeinsatz produzierte Mineraldünger ersetzen. Trotz der vielfältigen Vorteile hat sich die Innovation, Güllefeststoffe in Biogasanlagen zu vergären, bislang in der Praxis noch nicht durchgesetzt. Insoweit ist von der Existenz von Innovationsbarrieren, die der Nutzung dieses Verfahrens entgegenstehen, auszugehen.

Die Innnovationsforschung besitzt für die Landwirtschaft eine besondere Bedeutung, da Innovationen für die Entwicklung und Zukunftsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe unabdingbar sind (FEDER und UMALI, 1993). Aus diesem Grund ist es nicht verwunderlich, dass bereits eine Vielzahl an wissenschaftlichen Studien zum Thema landwirtschaftlicher Innovationen vorliegt. Die Arbeiten lassen sich dabei in zwei Gruppen einteilen (VOSS et al., 2009): Ein Teil der Studien untersucht Einflussgrößen wie die Betriebsgröße und den Arbeitskräfteeinsatz auf die Adoption einer neuen Technologie. Entsprechende Studien, die auch unter dem Begriff der „Farmographics“ (VOSS et al., 2009) zusammengefasst werden, wurden u.a. von EL-OSTA und MOREHART (1999), FERNANDEZ-CORNEJO et al. (1994), FERNANDEZ-CORNEJO und MCBRIDE (2002) und WESTERN (1967) vorgelegt. Ein anderer Teil der Beiträge analysiert den Einfluss des Managementverhaltens und persönlicher Merkmale von Entscheidungsträgern auf die Adoption einer Innovation. EL-OSTA und MOREHART (1999), HIEBERT (1974) sowie FEDER et al. (1985) bspw. analysieren den Einfluss persönlicher Eigenschaften und Kompetenzen. Studien, die sich speziell mit dem Innovationsverhalten in Bezug auf die Biogaserzeugung beschäftigen, stammen von EMMANN et al. (2012) und VOSS et al. (2009). Dabei wird jedoch primär die Innovation der Biogasanlage bzw. der Biogaserzeugung an sich betrachtet, nicht die Nutzung alternativer Gärsubstrate zum Mais.

Vor dem beschriebenen Hintergrund ist es das Ziel der vorliegenden Studie, in einer aus einer Umfrage unter Biogasanlagenbetreibern generierten Stichprobe unterschiedliche Adoptorengruppen, die der Annahme der Innovation ‚Einsatz von Güllefeststoffen‘ unterschiedlich aufgeschlossen gegenüberstehen, sowie Einflussgrößen auf die Akzeptanz von Güllefeststoffen zu identifizieren. Des Weiteren sollen sich daraus ergebende Maßnahmen für die Förderung einer weiteren Verbreitung des Verfahrens abgeleitet werden. Dazu wird zunächst auf die Diffusionsstrategie von ROGERS (1995) eingegangen und es werden die unterschiedlichen Adoptorengruppen und Phasen im Verlaufe eines Diffusionsprozesses betrachtet (Kap. 2). Anschließend werden die Methodik und die Stichprobe beschrieben (Kap. 3) sowie mittels einer Cluster- und einer Regressionsanalyse verschiedene Adoptorengruppen sowie Determinanten der Bereitschaft zum Einsatz von Güllefeststoffen identifiziert (Kap. 4). Anschließend erfolgt die Einordnung der Cluster in den Diffusionsprozess (Kap. 5). Die Studie schließt mit einem Fazit (Kap. 6).

2 Theorie der Marktdurchdringung einer Innovation

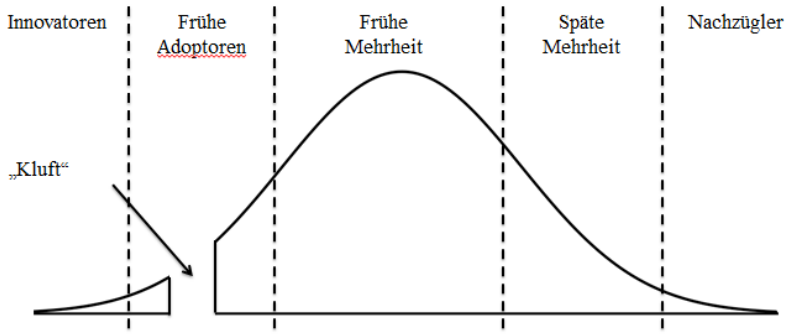
Im Zeitverlauf wurden unterschiedliche Theorien zur Erklärung der Adaption und Diffusion von Innovationen entwickelt (HÄGERSTRAND, 1952; HÄGERSTRAND et al., 1973; WINDHORST,

1983). Die Basis für die weiteren Ausführungen ist die Diffusionstheorie von ROGERS (1995), der mit seinem Werk „Diffusions of Innovations“ einst wichtige Grundlagen zum Verständnis von Adoptions- und Diffusionsprozessen und -strategien legte.

ROGERS (1995: 5) definiert die Diffusion als „the process by which an innovation is communicated through certain channels over time among the members of a social system”. Er unterteilt die Erstanwender in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Adoption einer Innovation in fünf verschiedene Gruppen, deren Verteilung zu einem bestimmten Zeitpunkt einer Normalverteilung folgt: Innovatoren, frühe Adoptoren, frühe Mehrheit, späte Mehrheit und Nachzügler (Abbildung 1). Die Gruppen bestimmen mit ihrer Entscheidung über die Annahme oder Ablehnung einer Innovation über das langfristige Bestehen einer Innovation auf dem Markt und die vollständige Marktdurchdringung. Die verschiedenen Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer sozioökonomischen Eigenschaften, ihrer Persönlichkeit und ihres Kommunikationsverhaltens. Die Gruppe der Innovatoren zeichnet sich im Vergleich zu den anderen Akteuren durch einen höheren Bildungsabschluss, eine bessere finanzielle Situation, eine erhöhte Innovationsbereitschaft und ein überregional funktionierendes Kommunikationssystem aus (ROGERS, 1995). Jede Gruppe lässt sich nach ROGERS (1995) mittels eines Attributes charakterisieren: Innovatoren – risikofreudig, frühe Adoptoren – respektvoll, frühe Mehrheit – reflektierend, späte Mehrheit – skeptisch und Nachzügler – traditionell.

Grundsätzlich lässt sich beobachten, dass nicht jedes innovative Produkt von allen Adoptorengruppen wahrgenommen und genutzt wird und sich somit nicht vollständig auf dem Markt etabliert. Auf dieses Phänomen ging MOORE (2006) genauer ein. Er stellte fest, dass sich zwischen den frühen Adoptoren und der frühen Mehrheit eine Kluft (*Chasm*) befindet, die bei der Markteinführung einer Innovation überwunden werden muss (vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1: Adoptorengruppen im Diffusionsprozess

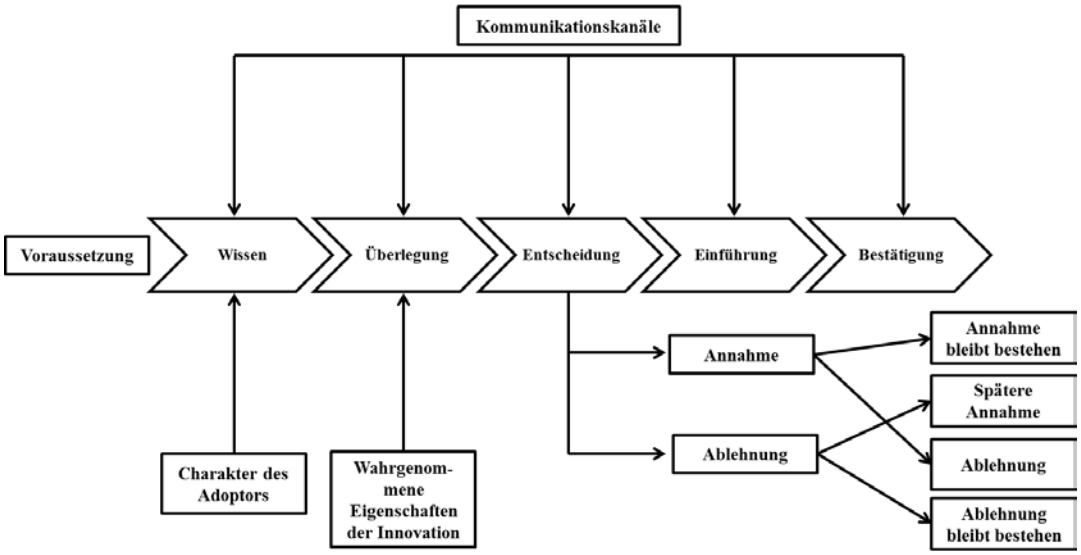


Quelle: Eigene Darstellung nach ROGERS (1995) und MOORE (2006)

Um über die Annahme oder Ablehnung einer Innovation entscheiden zu können, durchläuft jeder potentielle Adoptor einen Entscheidungsprozess (Abbildung 2). Dieser Prozess läuft über einen gewissen Zeitraum ab und lässt sich nach ROGERS (1995) in fünf Phasen einteilen: Wissen, Überlegung, Entscheidung, Einführung und Bestätigung. Der Entscheidungsprozess wird dabei von inneren (Bildungsgrad, sozioökonomische Stellung, Innovationsbereitschaft) und äußeren Faktoren (Normen der Gesellschaft, Produkteigenschaften) beeinflusst. In der ersten Phase „Wissen“ wird die Innovation von den Adoptoren wahrgenommen und sie fangen an, Informationen über diese zu sammeln. Die zweite Phase „Überlegung“ ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Meinungsbildung über die Innovation erfolgt, indem Vor- und Nachteile abgewogen werden. In der dritten Phase wird seitens der Adoptoren eine „Entscheidung“ über die Annahme oder Ablehnung der Innovation getroffen. In der vierten Phase „Einführung“ werden Erfahrungen seitens der Adoptoren mit der Innovation gewonnen, die dann in der fünften Phase „Bestätigung“ zeigen, ob sich die Entscheidung in

Phase 3 als richtig erwiesen hat. Auf dieser Grundlage fällt die Entscheidung für eine dauerhafte Einführung oder Ablehnung der Innovation.

Abbildung 2: Phasen im Entscheidungsprozess



Quelle: Eigene Darstellung nach ROGERS (1995)

3 Methodik und Stichprobenbeschreibung

Grundlage für die folgenden Analysen sind die Ergebnisse einer deutschlandweit durchgeführten Online-Umfrage zur Nutzungsbereitschaft von Feststoffen aus der Gülleseparation als Gärsubstrat in Biogasanlagen. Die quantitative Datenerhebung erfolgte im Frühjahr 2014 mit Hilfe des EFS Surway Global Park. Der Link zur Umfrage wurde auf den Internetseiten verschiedener landwirtschaftlicher Fachmedien sowie über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Hannover, bekannt gemacht. Der standardisierte Fragebogen gliederte sich in vier Teile: betriebliche Fragen, Fragen zum Wissen über die Gülleseparation und Feststoffvergärung, Fragen zur Nutzungsabsicht von Feststoffen sowie soziodemografische Fragen. Die Fragen wurden mittels fünfstufiger Likert-Skalen (1 = stimme voll und ganz zu bis 5 = stimme überhaupt nicht zu) sowie Rangierungsfragen (1 = weniger wichtig bis 9 = sehr wichtig) erfasst. Insgesamt beantworteten 110 Biogasanlagenbetreiber den Fragebogen (nahezu) vollständig. Die Datenauswertung erfolgt mit dem Statistikprogramm IBM SPSS Statistics 22. Neben univariaten Auswertungen erfolgten eine Faktoren und Clusteranalyse zur Identifikation unterschiedlicher Adoptorengruppen. Anschließend wurde eine Regressionsanalyse zur Ermittlung von Einflussfaktoren auf die Nutzungsabsicht von Güllefeststoffen durchgeführt.

Der Großteil der 110 teilnehmenden Biogasanlagenbetreiber stammt aus Niedersachsen (31 %), Bayern (23 %), Nordrhein-Westfalen (11 %) und Baden-Württemberg (11 %). Wie ein Vergleich mit den Daten des FACHVERBAND BIOGAS E.V. (2014) verdeutlich, sind dies die deutschen Bundesländer, in denen die meisten Biogasanlagen stehen.

Das durchschnittliche Alter der Teilnehmer lag zum Zeitpunkt der Befragung bei etwa 38 Jahren. Ein Vergleich der Altersstruktur in der Stichprobe mit der Altersverteilung der Betriebsinhaber, Familienangehörigen und ständigen familienfremden Arbeitskräfte in der Landwirtschaft in Deutschland im Jahr 2013 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2014) zeigt, dass die Altersklassen „unter 25“, „25-34“ und „35-44“ Jahre in der Stichprobe über-, die anderen Altersklassen hingegen unterrepräsentiert sind. Dieses Ergebnis ist primär auf die – aus erhebungsökonomischen Gründen gewählte – Art der Umfrage zurückführen. So nutzen vor allem jüngere Landwirte das Internet zur Informationsbeschaffung, während – wie auch in der

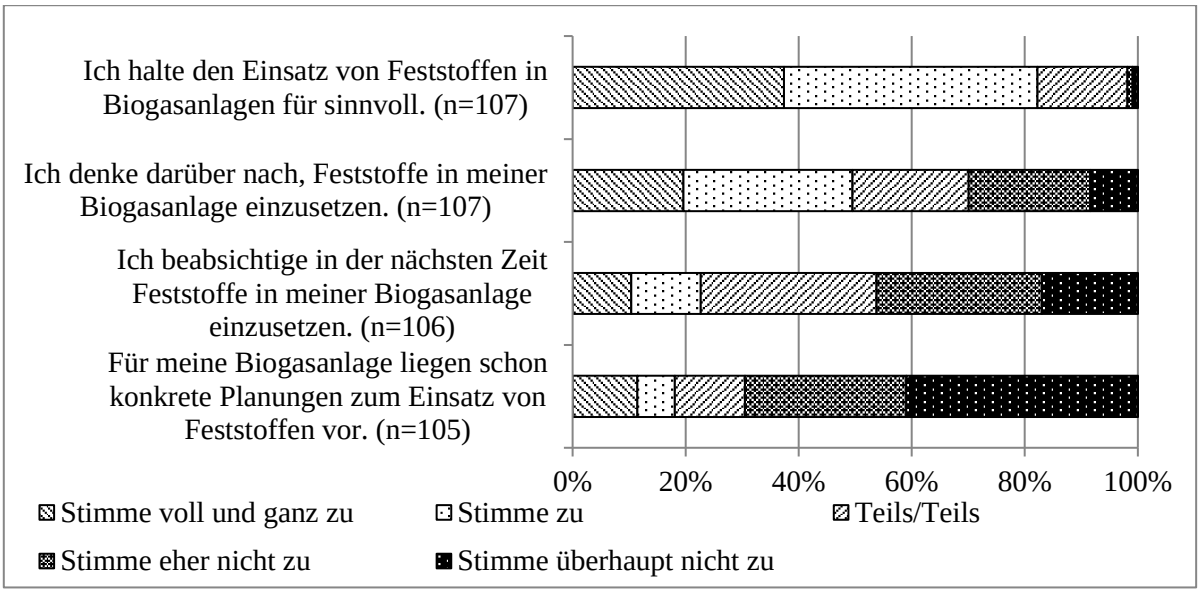
Gesamtbevölkerung (FORSCHUNGSGRUPPE WAHLEN, 2014) – Ältere das Internet seltener in Anspruch nehmen (VENNEMANN und THEUVSEN, 2004).

4 Ergebnisse

4.1 Einschätzung von Güllefeststoffen als Gärsubstrat

Zunächst galt es zu überprüfen, ob den Probanden das Verfahren der Güllefeststoffvergärung überhaupt bekannt ist. Dazu wurden sie zu ihrem Wissensstand zur Güllefeststoffvergärung befragt. Rund 50 % der 101 Probanden, die dazu eine Angabe machten, schätzen ihren Wissensstand diesbezüglich als gut bis sehr gut, 40 % als mittelmäßig und nur 11 % als (sehr) schlecht ein. Aufgrund des guten Wissensstandes ist anzunehmen, dass sich ein Großteil der Probanden schon einmal mit dem Verfahren beschäftigt hat. Daher wurde im nächsten Schritt die Nutzungsabsicht der Probanden zur Güllefeststoffvergärung analysiert. Wie die Ergebnisse der Auswertung zeigen (vgl. Abbildung 3), halten rund 82 % der Probanden die Vergärung von Güllefeststoffen in Biogasanlagen für sinnvoll (Die Zustimmung umfasst die Kategorien „stimme voll und ganz zu“ und „stimme zu“.). Obwohl die Teilnehmer den Feststoffen aus der Gülleseparation zum Zeitpunkt der Befragung nur eine geringe Bedeutung beigemessen haben, dachten bereits 48 % über deren Einsatz in der eigenen Biogasanlage nach. Von den befragten Biogasanlagenbetreibern beabsichtigten 23 %, Feststoffe in nächster Zeit einzusetzen. Konkrete Planungen lagen bereits bei 17 % der Probanden vor. Sofern die Pläne der Anlagenbetreiber umgesetzt werden, ist in Zukunft eine zunehmende Bedeutung der Güllefeststoffvergärung zu erwarten.

Abbildung 3: Einsatz von Güllefeststoffen als Gärsubstrat



Quelle: Eigene Berechnungen

Die Ergebnisse legen die Vermutung nahe, dass sich die Befragungsteilnehmer, die der jeweiligen Aussage voll oder voll und ganz zugestimmt haben, in ihren Eigenschaften unterscheiden. Daher wurde diese Gruppe für die jeweiligen Statements genauer betrachtet und im Hinblick auf Risikobereitschaft, Unternehmertum und Innovationsbereitschaft näher untersucht. Es wurde im Rahmen deskriptiver Auswertungen deutlich, dass Anlagenbetreiber, bei denen bereits konkrete Planungen zur Güllefeststoffvergärung vorliegen, eine höhere Innovationsbereitschaft aufweisen, risikofreudiger sind und ein ausgeprägteres unternehmerisches Denken aufweisen.

4.2 Ergebnisse der Faktorenanalyse

Aufgrund der unterschiedlichen Ausprägungen der Charakteristika Risikobereitschaft, Unternehmertum und Innovationsbereitschaft in der Stichprobe sowie der sinkenden Zustimmung zu den Statements von „Ich halte den Einsatz von Feststoffen in Biogasanlagen für sinnvoll.“ bis „Für meine Biogasanlage liegen schon konkrete Planungen zum Einsatz von Feststoffen vor.“ ist anzunehmen, dass unter den befragten Biogasanlagenbetreibern verschiedene Gruppen zu identifizieren sind, die sich hinsichtlich ihrer Absicht, Güllefeststoffe zu vergären, unterscheiden. Diese Annahme bildete die Grundlage zur Auswahl der verschiedenen Statements, die in eine der nachfolgenden Clusteranalyse vorgeschaltete Faktorenanalyse eingeflossen sind.

Im Rahmen einer explorativen Faktorenanalyse konnten drei Faktoren extrahiert werden (vgl. Tabelle 1). Der Faktor 1 „Innovation, Risiko, Unternehmertum“ (Cα=0,866) beschreibt die Probanden bezüglich ihrer Innovationsbereitschaft, Risikoeinstellung und ihres unternehmerischen Denkens. Im Faktor 2 „Nutzungsabsicht“ (Cα=0,867) werden einige der aus der Abbildung 3 bekannten Statements aufgegriffen. Mit dem Faktor 3 „Wissen über Güllefeststoffe“ (Cα=0,581) wird das Wissen der Probanden über die Eigenschaften von Feststoffen in Biogasanlagen dargestellt. Die drei Faktoren erklären 72,2 % der Gesamtvarianz. Für die Korrelationsmatrix ergab sich ein KMO-Wert (Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium) von 0,800. Nach KAISER und RICE (1974) ist dieser Wert als „gut“ zu bewerten. Die ermittelten Werte für Cronbachs Alpha für die Faktoren erreichen alle den in der Literatur geforderten Mindestwert von 0,5 (NUNNALLY, 1967).

4.3 Ergebnisse der Clusteranalyse

Durch Anwendung der Single-Linkage-Methode wurden zu Beginn der hierarchischen Clusteranalyse vier Ausreißer identifiziert und eliminiert. Durch den Ward-Algorithmus wurde anschließend die optimale Anzahl an Clustern – in diesem Falle drei Stück – identifiziert. Mittels einer einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) wurde ein Mittelwertvergleich sowohl für die aktiven als auch für ausgewählte passive Segmentierungskriterien durchgeführt. Abschließend konnte die Klassifizierungsgenauigkeit der Clusteranalyse durch eine Diskriminanzanalyse zu 98,1 % bestätigt werden. Die Güte der Clusterlösung erfüllt somit die in der Literatur genannten Anforderungen und kann als gut bis sehr gut eingestuft werden (SCHENDERA, 2010). Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Im Cluster 1 „Interessierte Wissende“ sind die Probanden (62 Biogasanlagenbetreiber) einzuordnen, die sich in der Überlegungsphase befinden. Konkrete Planungen zur Güllefeststoffvergärung liegen kaum vor, jedoch denken im Unterschied zum Cluster 2 signifikant mehr Befragte über diese Verfahren nach (58 %; Cluster 2: 4 %; Cluster 3: 78 %). Ebenso ist festzustellen, dass die Suche nach alternativen Gärsubstraten bereits intensiviert wurde. Grundsätzlich zeichnet sich das Cluster 1 durch ein gutes Wissen über die Güllefeststoffvergärung aus. Das Cluster 2 „Desinteressierte“ (26 Probanden) umfasst die Befragungsteilnehmer, die das geringste Interesse an der Güllefeststoffvergärung haben. Der Einsatz von Güllefeststoffen als Gärsubstrat wird zwar von einem Großteil als sinnvoll erachtet (73 %; Cluster 1: 82 %; Cluster 3: 78 %); ein weitergehendes Interesse an der praktischen Umsetzung ist in diesem Cluster jedoch nur in sehr geringem Maße vorhanden. Dies wird daran deutlich, dass das Interesse an der Suche nach Alternativen zum Mais als Gärsubstrat signifikant geringer ist im Vergleich zu den anderen beiden Clustern. Im Vergleich zu Cluster 3 ist dieses Cluster durch eine signifikant geringere Innovationsbereitschaft und Risikofreude gekennzeichnet. Das Cluster 3 „Innovative Entscheider“ ist mit 18 Probanden am kleinsten. Es zeichnet sich dadurch aus, dass die Nutzungsabsicht von Güllefeststoffen als Gärsubstrat im Vergleich zu den anderen Clustern

am höchsten ist. Die Zustimmung zu allen Statements des Faktors 2 ist am deutlichsten und unterscheidet sich signifikant von den anderen Clustern. Bei rund 44 % der Probanden liegen schon konkrete Planungen zur Güllefeststoffvergärung vor (Cluster 1:16 %; Cluster 2: 0 %). Ferner zeichnet sich dieses Cluster durch eine signifikant höhere Innovationsbereitschaft aus. Auch die Bereitschaft, Risiken einzugehen, und die Bereitschaft zur Anpassung an die Marktsituation sind in diesem Cluster am höchsten und unterscheiden sich signifikant von den Clustern 1 und 2. Rund 44 % kennen einen Betrieb, der Güllefeststoffe bereits in seiner Biogasanlage einsetzt (Cluster 1: 29 %; Cluster 2: 19 %). Ergänzend zeigt sich, dass dem Cluster 3 eher die Betriebe mit einer überdurchschnittlichen Leistung der Biogasanlage zuzuordnen sind. Dies bestätigt die Ergebnisse der Studien von EL-OSTA und MOREHART (1999), ROGERS (1995), VOSS et al. (2009) und WAGNER (1999), denen zufolge größere Betriebe neue Technologien schneller annehmen als kleinere landwirtschaftliche Betriebe. Hinsichtlich der Altersstruktur und des Bildungsniveaus lassen sich hingegen keine Unterschiede zu den anderen Clustern feststellen.

Tabelle 1: Ergebnisse der Clusteranalyse

	Interessierte Wissende	**Des-interessierte**	**Innovative Entscheider**	**Gesamt**
Anzahl der Probanden	**62**	**26**	**18**	**106**
Aktive Segmentierungskriterien				
Faktor 1:Innovation, Risiko, Unternehmertum*	**0,57^{b,c}**	**-0,50^{a,c}**	**-1,23^{a,b}**	**0,00**
Ich bin immer auf der Suche nach weiteren Entwicklungsmöglichkeiten für meinen Betrieb.**	1,90^{b,c}	1,31^{a,c}	0,89^{a,b}	1,58
Ich lege Wert darauf, bei Innovationen schnell mit dabei zu sein.**	2,82^{b,c}	2,08^{a,c}	1,00^{a,b}	2,33
Neue Produktionstechniken und Technologien interessieren mich.**	1,90^{b,c}	1,23^{a}	0,89^{a}	1,57
Ich bin bereit Risiken einzugehen, um meinen Betrieb voranzubringen.**	2,42^{b,c}	1,96^{a,c}	1,11^{a,b}	2,08
Ich passe meinen Betrieb den Anforderungen des Marktes an.**	2,06^{c}	1,92^{c}	0,94^{a,b}	1,84
Faktor 2: Nutzungsabsicht*	**-0,24^{y}**	**1,23^{x,z}**	**-0,75^{y}**	**0,03**
Ich beabsichtige in der nächsten Zeit Feststoffe in meiner Biogasanlage einzusetzen.**	3,06^{y,z}	4,46^{x,z}	2,06^{x,y}	3,24
Ich denke darüber nach, Feststoffe in meiner Biogasanlage einzusetzen.**	2,40^{b,c}	4,00^{a,c}	1,56^{a,b}	2,65
Für meine Biogasanlage liegen schon konkrete Planungen zum Einsatz von Feststoffen vor.**	3,59^{y,z}	4,85^{x,z}	2,33^{x,y}	3,68
Faktor 3: Wissen über Güllefeststoffe*	**0,15**	**-0,34**	**0,12**	**0,03**
Mir sind die Eigenschaften von Feststoffen aus der Gülleseparation bekannt.**	2,35	2,19	2,50	2,34
Mir ist bekannt, dass man Feststoffe in der Biogasanlage vergären kann.**	1,89	1,62	1,44	1,75
Passive Segmentierungskriterien				
Ich halte den Einsatz von Feststoffen in Biogasanlagen für sinnvoll.**	0,75	1,06	0,85	0,85
Ich kenne einen Betrieb, der Feststoffe vergärt.**	1,43	1,37	1,71	1,49
Ich bin bereits auf der Suche nach alternativen Gärsubstraten.**	1,16^{y,z}	1,32^{x,z}	0,83^{x,y}	1,31
Alter (Jahre)	38	37	42	38

Leistung Biogasanlage (kW)	445	458	645	482

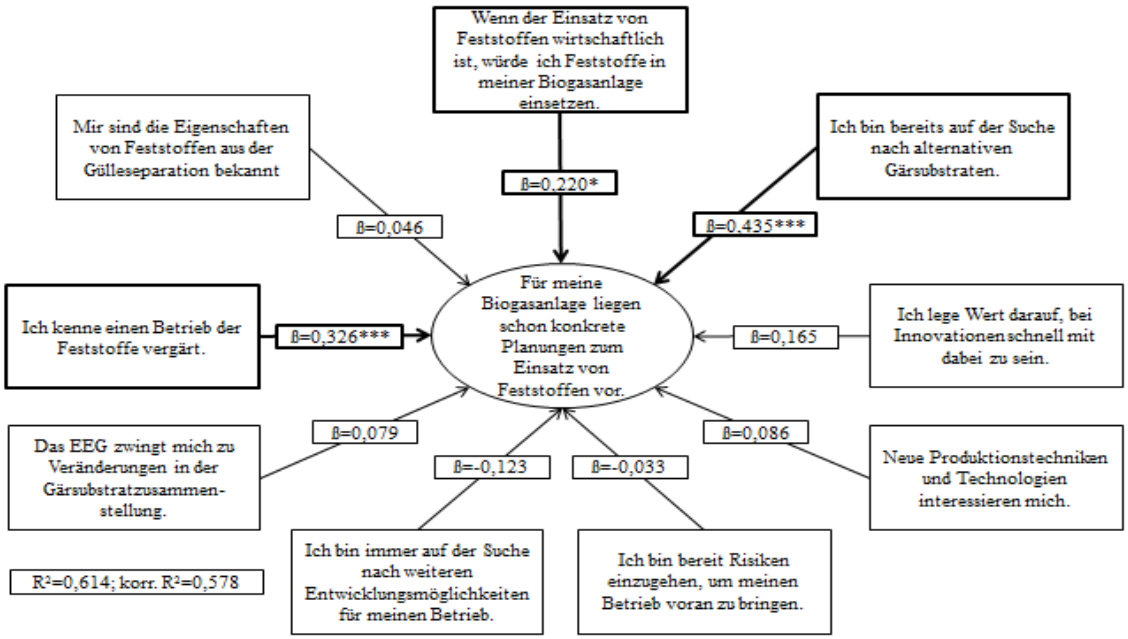
* Faktorladungen; ** Mittelwerte; Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Clustern: a,b,c, bei Varianzungleichheit Post-Hoc-Test T2 nach Tamhane auf dem Signifikanzniveau 0,05; x,y,z bei Varianzgleichheit Post-Hoc-Test nach Bonferroni auf dem Signifikanzniveau 0,05; Quelle: Eigene Berechnungen

4.4 Einflussfaktoren auf die Nutzungsabsicht

Wie bereits aus den Analysen hervorgegangen ist, sind die Innovationsbereitschaft und die Risikoeinstellung der die Biogasanlagen betreibenden Landwirte wichtige Einflussfaktoren auf die Absicht zur Nutzung von Güllefeststoffen als Gärsubstrat. Anzunehmen ist, dass es noch weitere Einflussfaktoren gibt, die einen Einfluss auf die Entscheidung zur Nutzung von Güllefeststoffen haben. Um dies genauer zu analysieren, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt mit dem Ziel, Einflussfaktoren auf die konkrete Planung zum Einsatz von Güllefeststoffen in einer Biogasanlage zu identifizieren.

In die Regressionsanalyse wurden verschiedene Statements einbezogen, die das Wissen über die Güllefeststoffvergärung und den sich daraus ergebenden Nutzen, den wahrgenommenen politischen Druck und die Wirtschaftlichkeit der Güllefeststoffvergärung aus Sicht der Probanden abbilden. Zur Prüfung der Regressionskoeffizienten wurde der Datensatz zunächst auf Heteroskedastizität getestet. Da Letztere nicht ausgeschlossen werden konnte, wurde die Regressionsschätzung mit den heteroskedastierobusten Standardfehlern durchgeführt (HAYES und CAI, 2007). Mit Hilfe des Variance Inflation Factor (VIF) wurden die einbezogenen Statements auf Multikollinearität überprüft (BACKHAUS et al., 2008). Die Analysen zeigen, dass die VIFs der einzelnen Statements sich zwischen 1,175 und 2,135 bewegen und damit den von URBAN und MAYERL (2006) geforderten Toleranzwert von 5,0 nicht überschreiten. Die Hinweise auf Kollinearität sind somit nur gering. In der Abbildung 4 ist das Ergebnis dargestellt. Das Regressionsmodell erklärt rund 61,4 % der Gesamtvarianz. Der Einfluss der einzelnen unabhängigen Determinanten auf die abhängige Variable kann am jeweiligen standardisierten ß-Koeffizienten (Beta) abgelesen werden.

Abbildung 4: Ergebnisse der Regressionsanalyse



n=106; Signifikanzniveau: * p≤0,05; ** p≤0,01; *** p≤0,001

Quelle: Eigene Berechnungen (2015)

Einen signifikant positiven Einfluss auf den Feststoffeinsatz haben die Kenntnis eines Betriebs, der bereits Güllefeststoffe vergärt, sowie die aktive Suche der Anlagenbetreiber

nach alternativen Gärsubstraten. Aufgrund der ebenfalls signifikanten Bedeutung des Wirtschaftlichkeitsaspekts wurden die Teilnehmer an der Umfrage gebeten, ihre Zahlungsbereitschaft für Feststoffe in Abhängigkeit vom Preis für Maissilage anzugeben. Nach Bereinigung der Daten um Ausreißer und einige nicht realitätsnahe Angaben konnten 47 Antworten in die Auswertung einbezogen werden. Es zeigte sich, dass im Mittel die Zahlungsbereitschaft für Güllefeststoffe in etwa ein Drittel des Preises für Maissilage beträgt. Entsprechend nimmt mit steigendem Maispreis die Zahlungsbereitschaft für Feststoffe zu. Zwischen den betrachteten Variablen (Zahlungsbereitschaft für Feststoffe und Maispreis) konnte eine leicht positive Korrelation festgestellt werden (Korrelationskoeffizient = 0,22). Ferner zeigt sich, dass ein Maispreisniveau von etwa 40 €/t Frischmasse eine Art Schwellenwert darstellt, ab dem mehr Anlagenbetreiber eine Zahlungsbereitschaft für Feststoffe entwickeln.

Auffällig ist, dass das Bestreben, den Betrieb weiterzuentwickeln und die Risikofreude des Betriebsleiters einen negativen Einfluss auf Planungen zum Einsatz von Güllefeststoffen haben. Dies könnte sich dadurch erklären lassen, dass die Betriebsleiter, die sich mit Möglichkeiten der Weiterentwicklung ihres Betriebs beschäftigen, die Entwicklung eher nicht im Betriebszweig der Biogaserzeugung vornehmen werden, da insbesondere die sich schnell verändernden politischen Rahmenbedingungen eine steigende, weitere Investitionen in die Biogaserzeugung hemmende Planungsunsicherheit für die Anlagenbetreiber bedeuten.

5 Güllefeststoffe im Diffusionsprozess

Die Güllefeststoffvergärung in der Biogaserzeugung durchläuft wie alle Innovationen einen Diffusionsprozess. Legt man die Theorie von ROGERS (1995) zugrunde, stellt sich die Frage, in welcher Phase der Diffusion sich die Güllefeststoffvergärung derzeit befindet und von welchen Adoptorengruppen diese bereits wahrgenommen wurde. Zur Beantwortung dieser Fragestellung können die Ergebnisse der Clusteranalyse herangezogen werden. Bei entsprechender Interpretation der Segmentierungskriterien ist eine vorsichtige Einordnung der drei identifizierten Cluster („Interessierte Wissende“, „Desinteressierte“, „Innovative Entscheider“) in die von ROGERS (1995) beschriebenen Adoptorengruppen möglich.

Das Cluster 3 „Innovative Entscheider“ ist den Innovatoren zuzuordnen, da es die von ROGERS (1995) beschriebenen Eigenschaften der Risikofreude und Innovationsbereitschaft erfüllt und sich insoweit signifikant von den beiden anderen Clustern unterscheidet. Im Entscheidungsprozess (vgl. Abbildung 2) durchlaufen sie die Phase der „Entscheidung“, sofern Güllefeststoffe noch nicht genutzt werden. Werden Feststoffe bereits in der Biogasanlage eingesetzt, befinden sie sich in der Phase der „Einführung“. Das Cluster 1 „Interessierte Wissende“ entspricht der frühen reflektierenden Mehrheit. Nach MOORE (2006) lassen die Adoptoren der frühen Mehrheit zunächst andere Personen neue Technologien ausprobieren. Sie benötigen zur Entscheidung über Annahme oder Ablehnung einer Innovation Referenzmeinungen, beispielsweise von Berufskollegen aus dem Cluster 3. Im Gegensatz zum Cluster 2 „Desinteressierte“ denken im Cluster 1 bereits mehrere Probanden über die Güllefeststoffvergärung nach; die Nutzungsabsicht ist jedoch noch sehr gering. Sie befinden sich demnach in der Phase der „Überlegung“. Da ein Bedürfnis nach einer umfassenden und reflektierenden Beratung besteht, können fehlende die Meinungsbildung unterstützende Referenzmeinungen ein Grund für die noch geringe Nutzungsabsicht sein. Das Cluster 2 lässt sich der späten Mehrheit zuordnen. ROGERS (1995) beschreibt die Adoptoren dieses Clusters als skeptisch. Sie stehen neuen Technologien misstrauisch gegenüber und benötigen noch viel mehr als die Adoptoren der frühen Mehrheit Unterstützung bei der Annahme neuer Technologien. Die skeptische Haltung der Probanden des Clusters 2 spiegelt sich darin wider, dass sie den Einsatz von Güllefeststoffen in Biogasanlagen zwar für sinnvoll halten, die Bereitschaft, diese in der eigenen Anlage einzusetzen, jedoch gering ist. Sie befinden sich in der „Wissens“-Phase. Daher ist davon auszugehen, dass eine Adoption der

Güllefeststoffe als Gärsubstrat erst stattfinden wird, wenn die Probanden durch Ergebnisse von vielen Berufskollegen von den Vorteilen der Güllefeststoffvergärung überzeugt werden.

Wird der von ROGERS (1995) beschriebene Diffusionsprozess aus Abbildung 1 betrachtet und die Interpretation der Clusterlösung berücksichtigt, so lässt sich die Vermutung aufstellen, dass die Technologie der Güllefeststoffvergärung noch die von MOORE (2006) gekennzeichnete, für den nachhaltigen Erfolg einer Innovation außerordentlich bedeutsame Kluft zwischen den frühen Adoptoren und der frühen Mehrheit zu überspringen hat. Während die Innovatoren (Cluster 3) schon konkrete Planungen dazu erkennen lassen, sind die anderen Adoptorengruppen (Cluster 1 und 3) noch vergleichsweise weit von der tatsächlichen Nutzung von Güllefeststoffen als Gärsubstrat entfernt.

Wie die Ergebnisse der Regressionsanalyse gezeigt haben, ist die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens für die endgültige Marktdurchdringung ein wesentlicher Einflussfaktor. Dies ist vor dem Hintergrund, dass die Substratkosten 50 bis 60 % der jährlichen Gesamtkosten einer Biogasanlage ausmachen, nicht verwunderlich (DÖHLER et al., 2007; SCHÜSSELER, 2008). Dass der Einsatz von Güllefeststoffen in einer Biogasanlage rentabel sein kann, wurde in einer Studie von GUENTHER-LÜBBERS (2015) nachgewiesen. Dabei wurde die Umstellung einer bestehenden Biogasanlage, die nur mit nachwachsenden Rohstoffen beschickt wird, auf den Einsatz von Wirtschaftsdüngern, u.a. Güllefeststoffen, analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Umstellung der Anlage auf die ergänzende Vergärung von Güllefeststoffen unter den in der Studie getroffenen Annahmen durchaus zu einem positiven kalkulatorischen Gewinnbeitrag führen kann. Es wurde aber auch deutlich, dass für das Ergebnis sowohl die Wahl der Separationstechnik als auch die Tierart, von der die Gülle stammt, von Bedeutung sind. So erzielen Dekanter im Vergleich zu Pressschneckenseparatoren eine höhere Nährstoffanreicherung in den Feststoffen. Feststoffe aus der Schweinegülle wiederum weisen einen höheren Energieertrag als Feststoffe aus Rindergülle auf. In diesem Zusammenhang gilt es, die Entwicklung von Separatoren für die Gülleseparation weiter voranzutreiben und das Verfahren zu optimieren. Ziel sollte es vor allem sein, das verhältnismäßig günstige Verfahren der Pressschneckenseparation effizienter zu machen, um höhere Nährstoffabscheidungen zu erreichen und die Kosten der Gülleseparation zu senken.

6 Fazit

Güllefeststoffe als Gärsubstrat sind derzeit noch eine Innovation im Bereich der Biogaserzeugung. Viele Anlagenbetreiber halten die Vergärung von Güllefeststoffen für sinnvoll, doch nur wenige setzen bereits Feststoffe ein. Dabei wird deutlich, dass dies vor allem Anlagenbetreiber sind, die eine hohe Innovationsbereitschaft aufweisen. Diese Gruppe an Anlagenbetreibern ließ sich auch unter den befragten Biogasanlagenbetreibern wiederfinden. Insgesamt konnten im Rahmen der Clusteranalyse drei Cluster identifiziert werden, die sich hinsichtlich ihrer Einstellungen zur Güllefeststoffvergärung unterscheiden. Neben dem Cluster der „Innovativen Entscheider“ zeigt das Cluster der „Interessierten Wissenden“ ein erhöhtes Interesse an der Vergärung von Güllefeststoffen. Das Cluster der „Desinteressierten“ steht der Güllefeststoffvergärung dagegen noch skeptisch gegenüber. Wichtige Einflussfaktoren auf die Entscheidung sind die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens sowie die bereits mit der Feststoffvergärung gesammelten Erfahrungen.

Ob sich Güllefeststoffe langfristig am Markt der Gärsubstrate etablieren und die von MOORE (2006) beschriebene Kluft überspringen können, hängt von einer Vielzahl an Faktoren ab. In größeren Unternehmen wäre es Aufgabe des Innovationsmanagements, die Adoption und Diffusion einer Innovation zu fördern (HAUSCHILDT und SALOMO, 2011). In der Landwirtschaft steht diese Option nicht zur Verfügung. Daher gilt es seitens der Politik und Beratung, diese Promotorenrolle (HAUSCHILDT, 1999) einzunehmen. Ziel der Beratung sollte sein, die Beziehungen zwischen einer Güllefeststoff aufnehmenden Biogasanlage und den

Wirtschaftsdünger abgebenden Veredlungs- oder Futterbaubetrieben aufzubauen und auszugestalten. Denn nur wenn potentielle Nachfrager von der Innovation überzeugt sind und eine Handelsbeziehung zu dem anbietenden Betrieb aufbauen können, ist eine langfristige Kooperation möglich (REISE, 2012). Darüber hinaus spielt im Zuge der Diffusion einer Innovation die Kommunikation insbesondere zwischen den Adoptorengruppen eine wichtige Rolle (HOFBAUER, 2004; REISE, 2012). Entsprechende Kommunikationskanäle sind daher zu etablieren, um – etwa im Rahmen von Arbeitskreisen, Schulungen oder Tagungen – Erfahrungen austauschen zu können. Seitens der Politik sollte das Interesse bestehen, den Anlagenbetreibern möglichst langfristig Rechtssicherheit zu garantieren, damit sie bereit sind, die notwendigen Investitionen für eine Umstellung ihrer Anlagen auf die Güllefeststoffvergärung durchzuführen. In diesem Zusammenhang wäre zu prüfen, ob nicht Biogasanlagenbetreibern, die auf den ökologisch sinnvollen Einsatz von Güllefeststoffen umsteigen, verlängerte Fristen, in denen sie eine garantierte Einspeisevergütung erhalten, gewährt werden kann. Andernfalls ist der Umstieg auf Güllefeststoffe für Anlagen, die bereits seit längerem laufen und daher nur noch für einen deutlich kürzeren als 20 Jahre umfassenden Zeitraum Planungssicherheit hinsichtlich der Vergütung haben, wirtschaftlich uninteressant (GUENTHER-LÜBBERS, 2015).

Literatur

BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W. und R. WEIBER (2008): Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. 12. Auflage. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

DÖHLER, H., HARTMANN, S. und H. ECKL (2007): Kosten der Energiepflanzenbereitstellung. In: Energiepflanzen im Aufwind. Wissenschaftliche Ergebnisse und praktische Erfahrungen zur Produktion von Biogaspflanzen und Feldholz. Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 61. Potsdam-Bornim.

EL-OSTA, H. und M. MOREHART (1999): Technology Adoption Decisions in Dairy Production and the Role of Herd Expansion. In: Agricultural and Resource Economics Review, 28 (2): 84-95.

EMMANN, C. H., ARENS, L., BUDDE, H.-J. und L. THEUVSEN (2012): Individuelle Akzeptanz der Innovation „Biogas“: Eine Kausalanalyse. In: GIL Jahrestagung 2012: 71-74.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2013): GAP-Reform – Erläuterung der wichtigsten Aspekte. In: MEMO/13/937 Stand 25.10.2013. Brüssel.

FACHVERBAND BIOGAS E.V. (2014): Branchenzahlen – Prognose 2014/2015. URL: http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/14-11-25_Biogas%20Branchenzahlen_Prognose_2014-2015.pdf; Abrufdatum: 21.01.2015.

FEDER, G., JUST, R. J. und D. ZILBERMAN (1985): Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. In: Economic Development and Cultural Change, 33 (3): 255-298.

FEDER, G. und D. L. UMALI (1993): The adoption of agricultural innovations – a review. In: Technological Forecasting and Social Change 43: 215-239.

FERNANDEZ-CORNEJO, J., BEACH, E. D. und W.-Y. HUANG (1994): The adoption of IPM techniques by vegetable growers in Florida, Michigan and Texas. In: Journal of Agricultural and Applied Economics 26 (1): 158-172.

FERNANDEZ-CORNEJO, J. und W. D. MCBRIDE (2002): Adoption of Bioengineered Crops. In: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, ECONOMIC RESEARCH SERVICE (Hrsg.): Agricultural Economic Report Number 810.

FORSCHUNGSGRUPPE WAHLEN (2014): Internet-Strukturdaten IV. Quartal 2013. http://www.bvdw.org/medien/forschungsgruppe-wahlen-internet-strukturdaten-iv-quartal-2013?media=5465; Abrufdatum: 10.03.2014.

GUENTHER-LÜBBERS, W. (2015): Analyse ökonomischer Effekte der Bioenergieproduktion. Dissertation an der Georg-August-Universität Göttingen.

HÄGERSTRAND, T. (1952): The propagation of innovation waves. Lund studies in geography – Human Geography (4). Lund.

HÄGERSTRAND, T., PRED, A. und G. HAAG (1973): Innovation diffusion as a spatial process. 2nd improvement. University of Chicago Press, Chicago.

HAUSCHILDT, J. (1999): Promotoren – Champions der Innovation. Gabler, Wiesbaden.

HAUSCHILDT, J. und S. SALOMO (2011): Innovationsmanagement. 5. Auflage. Vahlen, München.

HAYES, A. F., und CAI, L. (2007): Using heteroscedasticity-consistent standard error estimators in OLS regression: An introduction and software implementation. In: Behavior Research Methods, 39: 709-722.

HENKE, S. S. (2014): Social Life Cycle Assessment: Multikriterielle Bewertung erneuerbarer Energien. Cuvillier Verlag, Göttingen.

HIEBERT, L. D. (1974): Risk, Learning, and the Adoption of Fertilizer Responsive Seed Varieties. In: American Journal of Agricultural Economics 56 (4): 764-768.

HOFBAUER, G. (2004): Erfolgsfaktoren bei der Einführung von Innovationen. Arbeitsbericht der Fachhochschule Ingolstadt, Heft Nr. 3. URL: opus4.kobv.de/opus4-haw/files/18/ABWP_03.pdf; Abrufdatum: 05.01.2015.

KAISER, H. F. und J. RICE (1974): Little Jiffy, Mark IV. Educational and Psychological Measurement, 34: 111-117.

KOWALEWSKY, H.-H. (2009): Güllefeststoffe in Biogasanlagen einsetzen – Überprüfung der Separierung und Vergärung. Bericht, unveröffentlicht.

MOORE, G. A. (2006): Crossing the chasm – marketing and selling high-tech products to mainstream customers. 2. Auflage. HarperBusiness, New York.

NUNNALLY, J. C. (1976): Psychometric Theory. McGraw Hill, New York.

REISE, C. (2012): Nachhaltige Nutzung von Erneuerbaren Energien – Unternehmerisches Innovationsverhalten und Vertragsgestaltung. Dissertation an der Georg-August-Universität Göttingen.

ROGERS, E. M. (1995): Diffusion of Innovations. 4. Auflage. The Free Press, New York.

SCHENDERA, C. (2010): Clusteranalyse mit SPSS. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.

SCHÜSSELER, P. (2008): Zielsetzung des Fachgesprächs „Messen, Steuern, Regeln bei der Biogaserzeugung“. In: FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (Hrsg.): Gülzower Fachgespräche - Messen, Steuern, Regeln bei der Biogaserzeugung. Technische Informationsbibliothek u. Universitätsbibliothek; Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Hannover; Gülzow bei Güstrow, Band 27: 8-16.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2014): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei – Arbeitskräfte 2013 – Agrarstrukturerhebung. Fachserie 3, Reihe 2.1.8. Wiesbaden.

URBAN, D. und J. MAYERL (2006): Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung. 2. Auflage. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

VENNEMANN, H. und L. THEUVSEN (2004): Landwirte im Internet: Erwartungen und Nutzungsverhalten. In: SCHIEFER, G., WAGNER, P., MORGENSTERN, M. und U. RICKERT (Hrsg.): Referate der 25. GIL-Jahrestagung in Bonn 2004: 241-244.

VOSS, J., SCHAPER, C., SPILLER, A. und L. THEUVSEN (2009): Innovationsverhalten in der deutschen Landwirtschaft – Empirische Ergebnisse am Beispiel der Biogaserzeugung. In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 44, 2009: 379-391.

WESTERN, J. S. (1967): Innovation in the Yass Valley: A Pilot Survey. In: Review of Marketing and Agricultural Economics 35 (3): 163-177.

WINDHORST, H.-W. (1983): Geographische Innovations- und Diffusionsforschung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

ZSCHACHE, U., V. CRAMON-TAUBADEL, S. und L. THEUVSEN (2010): Öffentliche Deutungen im Bioenergiediskurs. In: Berichte über Landwirtschaft 88 (3): 502-512.