



**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](mailto: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.*

---

Voss, J., Schaper, C., Spiller, A., Theuvsen, L.: Innovationsverhalten in der deutschen Landwirtschaft – Empirische Ergebnisse am Beispiel der Biogasproduktion. In: Berg, E., Hartmann, M., Heckelei, T., Holm-Müller, T., Schiefer, G.: Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 44, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (2009), S. 379-391.

---



## **INNOVATIONSVERHALTEN IN DER DEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFT – EMPIRISCHE ERGEBNISSE AM BEISPIEL DER BIOGASPRODUKTION**

*Julian Voss, Christian Schaper, Achim Spiller und Ludwig Theuvsen\**

### **Zusammenfassung**

In Deutschland genießen die Energie- und Klimapolitik und mit ihr die erneuerbaren Energien bereits seit längerer Zeit eine erhöhte Aufmerksamkeit. Von politischer Seite wurden weitreichende Förderungsmaßnahmen und Anreize zur Investition in erneuerbare Energien geschaffen. Aufgrund der guten produktionstechnischen Voraussetzungen der Landwirtschaft zur Erzeugung von Bioenergie hat dies in den vergangenen Jahren zu einem regelrechten Biogas-Boom auf landwirtschaftlichen Betrieben geführt. Für diese Betriebe bedeutet die Investition in eine Biogasanlage gleichzeitig eine Diversifikation des Tätigkeitsspektrums. Der vorliegende Beitrag untersucht, welche Faktoren (betriebsstrukturelle Merkmale und Einstellungen der Betriebsleiter) diese Diversifikation und somit die Adoption der Innovation „Biogasanlage“ begünstigt haben. Datengrundlage bilden die Ergebnisse einer Befragung von 1.055 Landwirten in Niedersachsen, von denen 97 Betriebe in eine Biogasanlage investiert haben.

### **Keywords**

Biogasanlagen, landwirtschaftliches Innovationsverhalten, Diffusionsforschung

### **1 Einleitung**

In Deutschland genießen die Energie- und Klimapolitik und mit ihr die erneuerbaren Energien bereits seit längerer Zeit eine erhöhte Aufmerksamkeit. Angesichts der für erneuerbare Energien günstigen politischen Weichenstellungen, z. B. in Form des Marktanreizprogramms (MAP) oder des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), tragen erneuerbare Energien in wachsendem Umfang zur Energieversorgung bei (SCHAPER und THEUVSEN, 2008). In diesem Zusammenhang haben sich in den vergangenen Jahren vermehrt landwirtschaftliche Betriebe für Investitionen in erneuerbare Energien – insbesondere Biogasanlagen – entschieden. Die Investitionen in eine Biogasanlage bedeuten für den landwirtschaftlichen Betrieb nicht nur den Einstieg in einen neuen Betriebszweig sondern auch die Erschließung einer neuen Einkommensquelle.

Die Analyse von Diffusionsprozessen hat in den letzten Jahrzehnten in der agrarökonomischen Diskussion eine besondere Aufmerksamkeit erfahren, da solche Prozesse eine wichtige Determinante für das Wachstum und die Zukunftsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe darstellen (FEDER und UMALI, 1993). Wissenschaftliche Arbeiten zu diesem Themenbereich untersuchen dabei, welche Gruppen von Landwirten neue Technologien bzw. Innovationen schneller einsetzen als andere und welche Einflussgrößen die Technologieadoption positiv beeinflussen. Dieser Fragestellung nimmt sich auch der vorliegende Beitrag an und diskutiert auf Basis empirischer Daten, welche Verhaltensweisen bzw. welche betriebsstrukturellen Merkmale Investitionen in Biogasanlagen begünstigen und welche Landwirte sich für den Einstieg in die Bioenergieproduktion entschieden haben.

---

\* Dr. Julian Voss, Christian Schaper, Prof. Dr. Achim Spiller und Prof. Dr. Ludwig Theuvsen, Universität Göttingen, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung; Platz der Göttinger Sieben 5 37073 Göttingen; Email: [jvoss@uni-goettingen.de](mailto:jvoss@uni-goettingen.de)

Ein Überblick zum Stand der Biogaserzeugung in Deutschland sowie eine Literaturanalyse zur landwirtschaftlichen Innovationsforschung geben zunächst eine Einführung in den Untersuchungsgegenstand. Datengrundlage für die Analyse des landwirtschaftlichen Innovationsverhaltens stellen die Ergebnisse einer Befragung von 1.055 Landwirten in Niedersachsen dar, die im Oktober 2007 durchgeführt wurde. Im Rahmen der Befragung konnten 97 Landwirte identifiziert werden, die in der Vergangenheit in eine Biogasanlage investiert haben. Gleichzeitig sprechen sich 775 Betriebsleiter in der Stichprobe gegen eine entsprechende Investition aus. Der Vergleich der betriebsstrukturellen Merkmale, der Risiko- und der Unternehmerorientierung sowie der allgemeinen Innovationsbereitschaft der beiden Gruppen (Investoren und Investitionsablehner) soll dabei aufdecken, welche Betriebscharakteristika und Einstellungen die Investitionsbereitschaft begünstigen.

## **2 Biogaserzeugung in Deutschland**

Für die Landwirtschaft bieten sich aufgrund ihrer produktionstechnischen Voraussetzungen gute Möglichkeiten für den Einstieg in den Bioenergiesektor. Dieser schafft nicht nur eine neue Einkommensquelle auf landwirtschaftlichen Betrieben, sondern erlaubt der Landwirtschaft auch, langfristig einen Beitrag zur allgemeinen Energieversorgung und zur Vermeidung klimawirksamer Treibhausgase zu leisten. Hier liegt ein Ansatzpunkt, die Idee der multifunktionalen und nachhaltigen Landwirtschaft zu verwirklichen (SCHAPER UND THEUVSEN, 2006). Dabei stellt die Investition in eine Biogasanlage für einen landwirtschaftlichen Betrieb – ähnlich wie ein Einstieg in andere Betriebszweige – zunächst eine Diversifikation innerhalb seines landwirtschaftlichen Tätigkeitsspektrums dar (GÖRISCH UND HELM, 2007; INDERHEES, 2007).

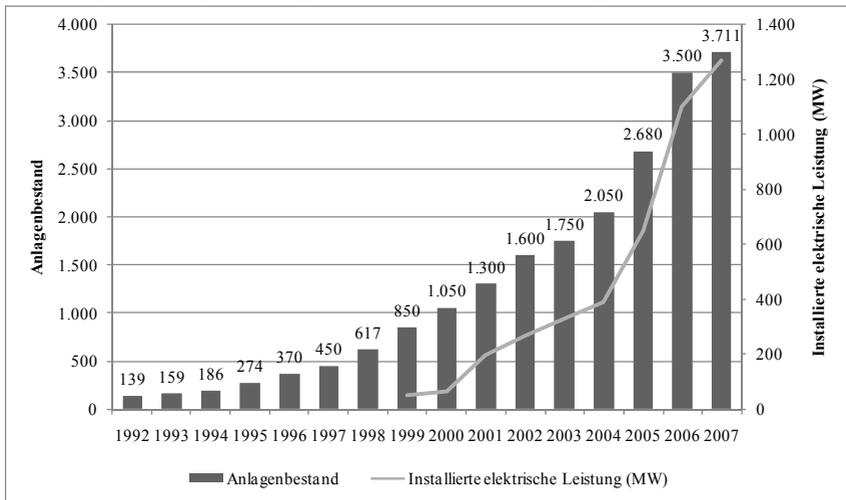
Zentraler Stützpfiler der Erzeugung erneuerbarer Energien in Deutschland ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das am 1. April 2000 das bis dato geltende Stromeinspeisungsgesetz abgelöst hat (BMU, 2004). Kernelemente des am 1. August 2004 novellierten (und gegenwärtig wieder vor einer Novellierung stehenden) EEG sind u. a. der vorrangige Anschluss von Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien an die Stromnetze, die feste Abnahme und Übertragung von Strom der aus diesen Anlagen stammt, sowie eine für die Dauer von in der Regel 20 Jahren nach Energieträgern, Anlagengröße und Installationszeitpunkt differenzierte, an den Kosten orientierte Einspeisevergütung durch die Netzbetreiber (BMU, o. J.). Feste Vergütungen sieht das EEG für die Einspeisung von Strom aus Wasserkraft, Deponiegas, Klär- und Grubengas, Biomasse, Geothermie, Windenergie sowie solarer Strahlungsenergie vor (§§ 6 bis 11 EEG) (SCHAPER UND THEUVSEN, 2008).

Aufgrund der günstigen Rahmenbedingungen zur Erzeugung von Bioenergie in Deutschland ist die Zahl der Biogasanlagen und der installierten elektrischen Leistung seit 1992 kontinuierlich angestiegen (vgl. Abbildung 1). Der eigentliche Biogasanlagen-Boom ist aber vor allem auf den Start des Marktanzreizprogramms (MAP) für erneuerbare Energien und vor allem auf das Inkrafttreten des novellierten EEG im Sommer 2004 zurückzuführen. Seit diesem Zeitpunkt war ein sprunghafter Anstieg sowohl der Zahl der Anlagen als auch der installierten Leistung zu beobachten. So gingen im Jahr 2004 rund 300 neue Anlagen mit einer zusätzlichen elektrischen Leistung von ca. 57 Megawatt (MW) ans Netz. 2005 folgten 630 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 260 MW; 2006 waren es weitere 820 Anlagen mit ca. 450 MW. Im Jahr 2007 ist die Wachstumskurve mit 211 neuen Anlagen und einer zusätzlichen elektrischen Leistung von ca. 171 MW deutlich abgeflacht. Diese Entwicklung, die vor allem landwirtschaftliche Biogasanlagen und mittelständische Anlagenhersteller betrifft, ist in erster Linie auf die gestiegenen Kosten für nachwachsende Rohstoffe zurückzuführen (DA COSTA GOMEZ, 2007).

Ausgehend von etwa 850 in Betrieb befindlichen Biogasanlagen Ende 1999 mit einer installierten elektrischen Leistung von 50 MW<sub>el</sub> hat sich die Anzahl der Anlagen bis Ende

September 2007 auf 3.711 Biogasanlagen mehr als vervierfacht; die installierte Leistung ist um mehr als das 25fache auf 1.271 MW<sub>el</sub> gestiegen. In diesen Anlagen werden etwa 6,4 Mio. MWh Strom produziert. Da in einigen Bundesländern die Biogasanlagen noch nicht systematisch erfasst werden, liegen die tatsächliche Zahl der Biogasanlagen, die Anlagenleistung und die Stromproduktion vermutlich noch etwas höher als von der Statistik ausgewiesen (SCHAPER und THEUVSEN, 2008).

**Abbildung 2: Biogasnutzung in Deutschland – Entwicklung von 1992 - 2007**



Quelle: DA COSTA GOMEZ, 2007

Die meisten Biogasanlagen – ca. 1.400 – wurden im Jahr 2006 in Bayern betrieben. Auf den nächsten Plätzen folgen mit einem deutlichem Abstand Niedersachsen und Baden-Württemberg. Bei der installierten elektrischen Leistung hat Niedersachsen mit etwa 27,4 % die führende Position; die durchschnittliche Anlagengröße beträgt hier 550 kW (DA COSTA GOMEZ, 2007). Weiterhin ist in Niedersachsen in den letzten Jahren auch der größte Anlagenzuwachs zu beobachten gewesen (BMU, 2007).

### 3 Das Innovationsverhalten landwirtschaftlicher Betriebsleiter – Stand der Forschung

Die betriebswirtschaftliche Forschung weist eine Vielzahl von Arbeiten zur Adoptions- und Diffusionsforschung auf; diese Analysen setzen an dem Innovationsobjekt an oder charakterisieren die Innovatoren bzw. die Ablehner (REGIER, 2007). In der Agrarökonomie hat die Innovationsforschung eine besondere Tradition (z. B. WESTERN, 1967, EVENSON et al., 1970, HAYAMI, 1971, PETIT, 1975, FEDER et al., 1985, FEDER und UMALI, 1993). Die – wahrgenommenen bzw. tatsächlichen – Eigenschaften einer Innovation sind wesentliche Erklärungsgrößen bei der Adoptionsentscheidung. Diese Variablen, die ihre Begründung in den Arbeiten zur Akzeptanzforschung von FISHBEIN und AJZEN (1975) finden, gelten gleichermaßen für das landwirtschaftliche Innovationsverhalten (BATZ et al., 1999; REHMAN et al., 2003). ROGERS (1995) systematisiert die wahrgenommenen bzw. tatsächlichen Eigenschaften einer Innovation in fünf Kategorien:

- Relativer Vorteil der Innovation (insbesondere Rentabilität, Anschaffungskosten, Zeitersparnis durch den Einsatz der Innovation, Anwendungsvorteile gegenüber der herkömmlichen Praxis);
- Kompatibilität mit bisher eingesetzten Technologien;
- Komplexität der Innovation (Bedienungsfreundlichkeit, Lernaufwand);
- Erprobbarkeit der neuen Technologie (Möglichkeit des Testeinsatzes bzw. des Experimentierens);
- Beobachtbarkeit / Wahrnehmbarkeit der Technologievorteile (Grad, zu dem die Vorteile der Innovation sichtbar sind).

Die genannten Diffusionskriterien betrachten das Innovationsobjekt. Im Gegensatz dazu richtet sich die vorliegende Studie auf die Eigenschaften der Übernehmer oder Ablehner der Technologieinnovation „Biogasanlage“. In der agrarökonomischen Forschung lassen sich diese Arbeiten wiederum in zwei Gruppen untergliedern. Zum einem werden Einflussgrößen untersucht, die sich mehrheitlich unter dem Begriff „Farmographics“ subsumieren lassen (eine Übersicht geben FERNANDEZ-CORNEJO und MCBRIDE, 2002). Zu diesen Variablen zählen z. B. die Größe des landwirtschaftlichen Betriebs, Betriebsleitercharakteristika, der Arbeitskräfteeinsatz oder der Zugang zu Kapital. Zum anderen wird die Bedeutung von Managementverhaltensweisen – bspw. die allgemeine Innovations- und Risikoorientierung – bei der Annahme neuer Technologien analysiert.

Zu den Farmographics: Eine grundlegende Hypothese hinsichtlich der Technologieadoption ist, dass auf größeren landwirtschaftlichen Unternehmen neue Technologien deutlich schneller genutzt werden als auf kleineren Betrieben. Empirische Belege für diese Annahme liefert ROGERS (1995). Wie kann die Verbindung von Betriebsgröße und Innovationsverhalten erklärt werden? Im Rahmen der Annahme von Innovationen werden zusätzliche Ressourcen in der Kaufvorbereitungsphase (z. B. zur Beschaffung von Informationen über die neue Technologie) sowie der Einführungs- bzw. Erstnutzungsphase benötigt (bspw. Schulungsmaßnahmen). Dabei ist anzunehmen, dass diese erforderlichen Ressourcen (im Sinne von Management- und Personalkapazitäten) mit der Investitionshöhe für eine Technologie zunehmen. Auf kleinen landwirtschaftlichen Betrieben stehen diese notwendigen Ressourcen in einem geringeren Umfang zur Verfügung als auf größeren landwirtschaftlichen Unternehmen. Kleine Betriebe sind bei der Adoption von Innovationen darauf angewiesen, Kapazitäten einzukaufen (bspw. im Rahmen von Beratungsdienstleistungen), um das beschriebene Ressourcendefizit auszugleichen.

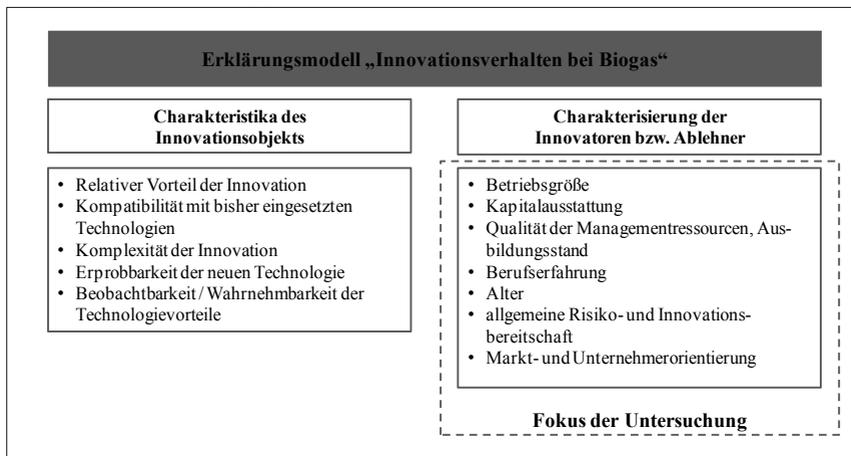
Die Betriebsgröße ist gleichzeitig eng mit anderen Faktoren verknüpft, die die Innovationsneigung bzw. Adoptionsgeschwindigkeit erklären (insbesondere Kapitalausstattung sowie die Qualität der Managementressourcen). Größere Betriebsstrukturen führen zu einer höheren Maschinenauslastung und damit zu einer schnelleren Amortisation der Innovationen (WAGNER, 1999). Zudem ist für jede Investition in neue Technologien Kapital in Form von liquiden Mittel bzw. ein einfacher Zugang zu Fremdkapital notwendig. Folglich können Neuerungen, die eine große Anfangsinvestition verlangen, durch eine unzureichende Kapitalausstattung verhindert werden (EL-OSTA und MOREHART, 1999). Größere landwirtschaftliche Betriebe besitzen in der Regel höhere Vermögenswerte (z. B. Landbesitz) und eine bessere Rentabilität (eine enge Verbindung der Betriebsrentabilität mit der Betriebsgröße zeigt JOCHIMSEN, 2006) als kleinere Betriebe. Somit können sie einfacher aus eigenen Mitteln Innovationen realisieren bzw. über Fremdkapital finanzieren. Aufgrund der erheblichen Komplexität von Biogasanlagen als auch des hohen Finanzbedarfs ist zu vermuten, dass eher größere Betriebe, die über die notwendigen Managementkapazitäten und Finanzierungsmöglichkeiten verfügen, entsprechende Investitionen realisieren können.

Die persönlichen Eigenschaften und Kompetenzen der Human Resources auf landwirtschaftlichen Betrieben stehen ebenfalls in enger Verbindung zum Innovationsverhalten. Diese Hypothese wurde in zahlreichen Studien über Variablen wie beispielsweise Alter, Ausbildungsstand oder Berufserfahrung nachgewiesen (FERNANDEZ-CORNEJO et al., 1994). Eine höhere Berufserfahrung sowie bessere Ausbildung der Entscheider auf landwirtschaftlichen Betrieben vergrößern die Adoptionswahrscheinlichkeit von Innovationen. Dabei ist grundsätzlich davon auszugehen, dass in der Vergangenheit gewachsene landwirtschaftliche Unternehmen (Betriebsgröße, Bestandesgrößen), über eine höhere Quantität und Qualität an Managementkapazitäten und –fähigkeiten verfügen. Eine enge Verknüpfung der Aspekte, Kompetenzen und Fähigkeiten der Human Resources, der Betriebsgröße sowie des Innovationsverhalten ist anzunehmen. Hingegen reduziert ein höheres Alter des Betriebsleiters die Wahrscheinlichkeit der Innovationsannahme. Diesbezüglich besteht ein Widerspruch zu dem Aspekt „Berufserfahrungen“, der sich durch den Planungshorizont erklären lässt. Ältere Betriebsleiter verfügen über einen kürzeren Planungshorizont als jüngere Landwirte. Dieser verkürzte Planungszyklus konkurriert mit der Amortisationszeit von größeren Innovationsinvestitionen, so dass sich ältere Betriebsleiter ggf. gegen die Adoption neuer Technologien entscheiden (FERNANDEZ-CORNEJO und MCBRIDE, 2002; HERTELL, 2004). Inwiefern diese Betriebsleitercharakteristika die Investition in Biogasanlagen erklären können, ist nachfolgend empirisch zu untersuchen.

Zur Bedeutung der Managementverhaltensweisen: Neben den bereits aufgezeigten Forschungsergebnissen weisen weitere Untersuchungen darauf hin, dass der Einsatz technologischer Innovationen in der Landwirtschaft oftmals als sehr riskant eingestuft wird. FEDER et al. (1985) kommen zu dem Schluss, dass diese – häufig übertriebene – Risikowahrnehmung die Adoption von Technologien behindert. Wird eine Innovation im Markt neu eingeführt, so sind sich die potentiellen Anwender im Allgemeinen über die Effizienz und Effektivität unsicher. Risikoaverse Landwirte erreichen erst dann die Adoptionsphase, wenn ihre Unsicherheit und Skepsis bspw. durch Erfahrungen und Meinungen von Berufskollegen gesunken sind (HIEBERT, 1974). Innovatoren bzw. Early Adopters müssen also bereit sein, ein größeres Risiko einzugehen als die Mehrheit landwirtschaftlicher Entscheider. EL-OSTA und MOREHART (1999) kommen in ihrer Forschungsarbeit zu dem Ergebnis, dass insbesondere größere landwirtschaftliche Betriebe unter den früheren Innovatoren zu finden sind. Sie sehen die positive Risikoneigung eng verknüpft mit einem größeren Vermögen sowie einem diversifizierten Portfolio. Dem risikoaversen Verhalten bei der Adoption neuer Technologien kann mit speziellen Mechanismen, so genannten Risikomanagementstrategien (SCHAPER et al., 2008a), Rechnung getragen werden. Hierfür stehen eine Reihe von Instrumenten wie z. B. die Vertragslandwirtschaft, eine verstärkte vertikale Integration oder das Hedging zur Verfügung (ROBISON und BARRY, 1987). In den USA hat beispielsweise die gezielte Anwendung der Vertragslandwirtschaft den Durchdringungsgrad von gentechnisch verändertem Saatgut positiv beeinflusst. Den anwendenden Landwirten wurde jegliches Marktrisiko bei Einsatz von GMO-Saatgut durch dieses Contracting abgenommen. Im hier diskutierten Beispiel tritt durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz und die dadurch langfristig gesicherte Vorzugseinspeisung und feste Vergütung kein Marktrisiko bei der Biogaserzeugung auf. Insofern wird hier dem mit dem Einstieg in die Biogaserzeugung verbundenen hohen finanziellen Risiko größtenteils entgegengewirkt, so dass a priori nicht klar ist, ob der generelle Zusammenhang zwischen Risikoorientierung und Technologieadoption auch für Biogas zutrifft oder ob sich nicht gerade risikoaverse Betriebsleiter für eine Investition unter dem Schutz des EEG entscheiden. Viele Autoren gehen aber angesichts der hohen Investitionen in Biogasanlagen davon aus, dass eine grundsätzliche Risikobereitschaft unabdingbar ist – gerade im Hinblick auf die komplexe Bewertung der Technologievorteile (HÖVELMANN, 2005; HEIBENHUBER und BERENZ, 2005; SCHAPER et al., 2008b)

Der empirische Teil der nachfolgenden Studie greift neben der allgemeinen Risikoorientierung der Betriebsleiter und deren Innovationsbereitschaft sowohl die unternehmerische als auch Marktorientierung als weitere Erklärungsgrößen aus dem Themenbereich „Managementverhaltensweisen“ auf (vgl. Abbildung 2). Die Innovationsgetriebenheit von Landwirten beruht oftmals auf der Fähigkeit, neue Markttrends schneller zu erkennen bzw. den eigenen Betrieb marktorientierter auszurichten. Empirische Belege für diese Vermutung liefern bspw. DIEDEREN et al. (2002).

**Abbildung 2: Erklärungsmodell**



Quelle: eigene Darstellung

## 4. Empirische Ergebnisse

### 4.1 Untersuchungsdesign

Zur Klärung der Forschungsfrage des vorliegenden Beitrags und insbesondere der Bedeutung der in Abschnitt 3 aufgezeigten möglichen Einflussgrößen dient eine Befragung, die originär als Kundensegmentierungsstudie im Oktober 2007 bei einem genossenschaftlichen Agrarhandelsunternehmen in Niedersachsen durchgeführt wurde. Allen Kunden des Unternehmens, die in den letzten drei Jahren Umsätze getätigt hatten, wurde ein schriftlicher Fragebogen zugesandt, der u. a. das Themengebiet Biogas beinhaltete. Für die dargestellte Analyse ergibt sich der Vorteil, dass das kommunizierte Thema der Befragung nicht auf die Erfassung der Einstellung zu Investitionen in Biogas abzielte. Insofern können bei den untersuchten Einstellungsstatements soziale Erwünschtheitseffekte reduziert werden. In die Auswertungen konnten insgesamt 1.055 Antworten einbezogen werden. In der Stichprobe befinden sich 97 Landwirte (9,2 %), die in eine Biogasanlage investiert haben, für 71,6 % der Betriebsleiter steht eine entsprechende Investition nicht zur Diskussion. Die verbleibenden 19,2 % haben sich in der Vergangenheit nicht für einen Einstieg in die Biogasproduktion entschieden, schließen diesen Schritt für die Zukunft jedoch nicht kategorisch aus. Zur nachfolgenden Charakterisierung der Innovatoren (= Biogasanlagenbetreiber) wird diese Gruppe mit der Gruppe der Ablehner verglichen. Dabei sollen zunächst die Stichprobe insgesamt – als auch die beiden Gruppen der Investoren und der Investitionsablehner – anhand betriebsstruktureller Merkmale charakterisiert werden.

## 4.2 Vergleich betriebsstruktureller Merkmale

In dem Datensatz sind Vollerwerbslandwirte (77,4 %) im Vergleich zum Bundesdurchschnitt (44,0 %) deutlich überrepräsentiert. Ein ebenso abweichendes Bild ergibt sich bei der Betriebsformverteilung, da Futterbaubetriebe (5,7 %) deutlich geringer und Ackerbaubetriebe (71,4 %) erheblich häufiger vertreten sind. Selbiges gilt auch für die mittlere Flächenausstattung der Betriebe, die mit 132,9 ha deutlich über Bundesmittel (42,7 ha) liegt. Ebenfalls bemerkenswert ist das Ausbildungsniveau. Beispielsweise haben 20,5 % der Probanden ein landwirtschaftliches Studium abgeschlossen, bundesweit liegt diese Quote unter landwirtschaftlichen Betriebsleitern bei nur 5,6 % (BMELV, 2007). Die Altersstruktur der befragten Landwirte entspricht näherungsweise dem Bundesmittel, die Stichprobe ist insgesamt nicht repräsentativ, sondern charakterisiert größere niedersächsische Betriebe. Für diese ermöglicht der hohe Stichprobenumfang aber signifikante Ergebnisse.

In der Gruppe der Biogasanlagenbetreiber liegt der Anteil der Betriebe, die im Haupterwerb bewirtschaftet werden, bei 92,7 %. Unter den Investitionsablehnern finden sich mit 24,0 % deutlich mehr Nebenerwerbsbetriebe. Hieraus kann einerseits abgeleitet werden, dass sich Nebenerwerbsbetriebe – bspw. aufgrund geringerer finanzieller Ressourcen – eher selten für eine Investition in Biogas entscheiden und andererseits Biogasanlagen von Haupterwerbsbetrieben tatsächlich als zusätzlicher Betriebszweig aufgebaut werden. Die Betriebe, die im Nebenerwerb bewirtschaftet werden und in Biogas investiert haben, betreiben ihre Anlage vornehmlich im Rahmen von Betriebskooperationen. Hinsichtlich der Betriebsformen differiert die prozentuale Verteilung zwischen den Betreibern und Investitionsablehnern nicht merklich. Insgesamt zeigt sich, dass die Biogasbetriebe – u. a. entsprechend des größeren Anteils an Haupterwerbsbetrieben – größere Flächen bewirtschaften.

Bei einem weiteren Gruppenvergleich wird deutlich, dass die Biogasanlagenbetreiber besser ausgebildet sind. Insofern bestätigt sich bei vorliegendem Untersuchungsgegenstand, dass Innovatoren über größere Managementkapazitäten verfügen und demnach komplexe Investitionsvorhaben eher realisieren (DE KOEIJER et al. 2003). Daneben sind die Betreiber von Biogasanlagen mit durchschnittlich 46,4 Jahre etwas jünger als die Investitionsablehner, welche einen Altersschnitt von 48,2 Jahren erreichen. Der Mittelwertvergleich zeigt jedoch keine signifikanten Unterschiede. Darüber hinaus sind innovative Betriebsleiter deutlich engagierter: 57,8 % der Investoren geben an, in einem landwirtschaftlichen Gremium aktiv zu sein. Bei den Investitionsablehnern engagieren sich hingegen nur 42,2 % der Landwirte.

Weitere betriebsstrukturelle Merkmale sind in Tabelle 1 dargestellt. Obgleich die Aussagekraft dieser Statistiken eingeschränkt ist (es handelt sich dabei um Größen, die sich möglicherweise seit der Investitionsentscheidung verändert haben), sollen diese in der weiteren Diskussion nicht unberücksichtigt bleiben. Insgesamt ist die Stichprobe – entsprechend der überdurchschnittlichen Betriebsgrößen – durch einen hohen Arbeitskräfteeinsatz gekennzeichnet. Die befragten Unternehmen wirtschaften im Schnitt mit 1,17 Familien- und 0,54 familienfremden Arbeitskräften. Bei den Betreibern der Biogasanlagen lässt sich – gemäß der größeren Betriebsstrukturen – ein signifikant höherer Arbeitskräfteeinsatz als bei den Ablehnern feststellen. Dieser signifikante Unterschied lässt sich möglicherweise auf den Einsatz familienfremder Arbeitskräfte zurückführen, die mit der Bewirtschaftung der Biogasanlage beauftragt sind.

Der Vergleich der gesamten Flächenausstattungen, der Anbaumfänge nach Fruchtarten und auch der Tierbestände verdeutlicht, dass die Biogasanlagenbetreiber durchweg größere Flächen bewirtschaften bzw. höhere Tierbestände halten. Signifikante Unterschiede finden sich jedoch nur bei der Maisfläche und bei dem Bestand an Milchkühen. Der erstgenannte Unterschied ist dabei selbsterklärend, da Maissilage Hauptbestandteil und in vielen Anlagen

wichtigster Rohstoff für Biogasanlagen ist. Die Gruppendifferenz bei den Milchkühen beruht möglicherweise auf der Tatsache, dass Milchviehbetriebe aufgrund der veränderten Rahmenbedingungen (bspw. drohender Wegfall der Milchquote) einem stärkeren Diversifikationszwang ausgesetzt sind als bspw. reine Ackerbaubetriebe und sich trotz des hohen Anspruchs an die Arbeitskapazität und der konkurrierenden Nutzung von Ackerflächen (Futterzeugung vs. Biomasseerzeugung für Biogasanlagen) für eine Investition in Biogas entscheiden.

**Tabelle 1: Betriebsstrukturelle Merkmale**

	Stichprobe		Ablehner		Betreiber		F-Statistik
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	
<b>Arbeitskräfteeinsatz</b>							
Familien-Arbeitskräfte	1,17 AK	1,42	1,15 AK	1,43	1,37 AK	1,97	1,807
Fremd-Arbeitskräfte	0,54 AK	2,67	0,45 AK	1,75	1,36 AK	6,52	9,307 **
Gesamt-Arbeitskräfte	1,71 AK	3,08	1,60 AK	2,29	2,72 AK	6,93	10,672 ***
<b>durchschnittliche Flächenausstattung</b>							
Ackerland	124,0 ha	197,08	122,1 ha	208,96	155,0 ha	172,90	2,203
Gründland	8,9 ha	32,39	7,9 ha	25,48	13,8 ha	58,04	3,127
LF Gesamt	132,9 ha	207,03	130,0 ha	214,05	168,8 ha	209,39	2,831
<b>Anbauumfang nach Fruchtart</b>							
Getreide	82,3 ha	252,93	77,8 ha	130,54	79,5 ha	86,50	0,016
Raps	14,2 ha	38,12	15,3 ha	42,02	10,4 ha	18,19	1,309
Mais	5,1 ha	25,15	2,1 ha	8,94	30,2 ha	71,64	104,435 ***
Zuckerrüben	17,7 ha	29,22	17,8 ha	31,01	22,0 ha	29,62	1,621
Sonderkulturen	2,6 ha	17,29	2,7 ha	19,32	2,7 ha	11,19	0,001
<b>Tierbestände</b>							
Milchkühe	7,03	31,48	5,37	21,19	15,41	61,38	10,515 ***
Mastrinder	3,30	15,19	3,65	16,17	2,49	12,23	0,463
Mastschweine	49,66	200,47	54,00	213,75	17,30	72,55	2,815
Zuchtsauen	5,26	26,92	5,72	27,66	6,32	35,96	0,038
Geflügel	143,93	2.349,21	71,65	1.314,28	63,03	570,31	0,004

p ≤ 0,001: hoch signifikant\*\*\*; p ≤ 0,01: signifikant\*\*; p ≤ 0,05: schwach signifikant\*

Quelle: eigene Darstellung

### 4.3 Analyse des Managementverhaltens

Unabhängig von allen durch das EEG-Gesetz gesicherten Rückflüssen, sind Investitionen in Biogasanlagen mit hohen finanziellen Risiken verbunden (HEIBENHUBER und BERENZ, 2005; Schaper et al. 2008b). Insofern ist zu vermuten, dass die Betreiber von Biogasanlagen eine deutlich höhere Risikobereitschaft zeigen als die Investitionsablehner. Tabelle 2 zeigt in diesem Zusammenhang die Risikoorientierung zwischen den beiden Gruppen. Dem Statement „Ich bin bereit Risiken einzugehen, um meinen Betrieb voranzubringen“ wird von der Gruppe der „Betreiber“ deutlich zugestimmt ( $\mu=0,61 \mid \sigma=0,87$  auf einer Skala von „-2= trifft gar nicht zu“ bis „2=trifft voll und ganz zu“), während die Ablehner deutlich zurückhaltender antworten ( $\mu=0,25 \mid \sigma=0,90$ ). Selbiges gilt für das Item „Mir ist Sicherheit wichtig, deshalb vermeide ich Risiken“, bei welchem sich zwischen beiden Gruppen signifikante Unterschiede zeigen. Wird die Aussage von den „Biogasanlagenbetreibern“ tendenziell befürwortet ( $\mu=0,29 \mid \sigma=0,82$ ), antworten die „Betreiber“ unentschieden ( $\mu=0,04 \mid \sigma=0,74$ ).

Neben der Risikobereitschaft bildet die allgemeine Innovationsorientierung eine weitere Vergleichsdimension. Bei den Statements zu diesem Themengebiet konnten signifikante Unterschiede zwischen dem Antwortverhalten der beiden Gruppen festgestellt werden (vgl. Tabelle 2). Der Aussage „Ich lege Wert darauf, bei Innovationen schnell dabei zu sein“ wird von den Biogasanlagenbetreibern mehrheitlich zugestimmt ( $\mu=0,35 \mid \sigma=0,71$ ). Die Ablehner legen weniger großen Wert darauf, Innovationen schnell zu adaptieren ( $\mu=0,25 \mid \sigma=1,11$ ). Ein ähnliches Bild zeigt sich bei dem Item „Neue Produktionstechniken und Technologien interessieren mich“. Zwar stimmen auch die „Ablehner“ der Aussage zu ( $\mu=0,99 \mid \sigma=0,62$ ), dennoch sind die „Betreiber“ erwartungsgemäß mehr interessiert ( $\mu=1,18 \mid \sigma=0,50$ ).

In einigen agrarökonomischen Studien wird – neben den in Abschnitt 3 aufgezeigten Variablen – die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien als Indikator zur Messung der Innovationsbereitschaft von Landwirten herangezogen (einen Überblick geben VOSS und SPILLER, 2008). Auch bei vorliegender Untersuchung soll diese Größen näher untersucht werden. Bei den Statements „Der Computer ist für mich ein alltäglicher Begleiter“ und „Ich nutze das Internet häufig für betriebliche Zwecke“ wird deutlich, dass Biogasanlagenbetreiber Iuk-Technologien in ihrem Betrieb deutlich intensiver nutzen als die Gruppe der „Ablehner“ (vgl. Tabelle 2).

**Tabelle 2: Vergleich der Risikoorientierung und Innovationsbereitschaft**

	Stichprobe n=1.055   100,0%		Ablehner n=755   71,6%		Betreiber n=97   9,2%		F-Statistik
	$\mu^1$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	
Ich bin bereit Risiken einzugehen, um meinen Betrieb voranzubringen.	0,34	0,89	0,25	0,90	0,61	0,87	13,286 ***
Mir ist Sicherheit wichtig, deshalb vermeide ich Risiken.	0,23	0,80	0,29	0,82	0,04	0,74	9,809 ***
Ich lege Wert darauf, bei Innovationen schnell mit dabei zu sein.	0,20	0,77	0,14	0,77	0,35	0,71	6,320 *
Neue Produktionstechniken und Technologien interessieren mich.	1,04	0,60	0,99	0,62	1,18	0,50	8,172 **
Der Computer ist für mich ein alltäglicher Begleiter.	0,60	1,16	0,53	1,18	0,80	1,14	4,595 **
Ich nutze das Internet häufig für betriebliche Zwecke.	0,35	1,12	0,25	1,11	0,59	1,11	7,948 **

<sup>1</sup>auf einer Skala von "2 = trifft gar nicht zu" bis "2 = trifft voll und ganz zu" | p ≤ 0,001: hoch signifikant\*\*\*; p ≤ 0,01: signifikant\*\*; p ≤ 0,05: schwach signifikant\*

Quelle: eigene Darstellung

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse, dass sich die Landwirte, die sich frühzeitig für eine Investition in Biogas entschieden haben, über eine deutliche höhere Risiko- und Innovationsorientierung verfügen als die Investitionsablehner. Diese Einstellungen begünstigen demnach die Investitionsbereitschaft.

Für landwirtschaftliche Betriebe bedeutet die Investition in Biogasanlagen eine Diversifikation ihres Tätigkeitsspektrums, die zur Zukunftssicherung sowie zum Wachstum des landwirtschaftlichen Unternehmens beiträgt. Inwiefern die Investoren in Biogasanlagen eine ausgeprägtere Unternehmerorientierung als die Nicht-Investoren aufweisen, soll als weiterer Diskussionsgegenstand behandelt werden. Bei der zugrundeliegenden Befragung decken drei Statements das Themengebiet „Entrepreneurship“ ab (vgl. Tabelle 3). Bei den Aussagen „Ich bin immer auf der Suche nach weiteren Entwicklungsmöglichkeiten für meinen Betrieb“ und „Ich passe meinen Betrieb den Anforderungen des Markts an“ zeigt sich bei den Biogasanlagenbetreibern eine starke Orientierung an Marktentwicklungen und der Wunsch, das weitere Betriebswachstum zu intensivieren. Dieses unternehmerische Verhalten ist bei den Investitionsablehnern weniger eindeutig. Ein hoch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bei dem Item „Wenn der Markt nach neuen Betriebszweigen verlangt, baue ich diese auf“ unterstreicht die Unternehmerorientierung der Investoren, obgleich deren Zustimmung bei der Aussage nicht vollends eindeutig ist.

Die Untersuchungsergebnisse verdeutlichen noch einmal, dass es sich bei den Betreibern von Biogasanlagen – im Gegensatz zu den Investitionsablehnern – um Entrepreneure handelt, die mit ihrem Handeln nach eigener Einschätzung einen größeren betrieblichen Erfolg als die Vergleichsstichprobe erzielen. Dementsprechend tragen die Risikobereitschaft, die Innovationsorientierung und auch die unternehmerische Ausrichtung bei der vorliegenden Stichprobe zu einer höheren Betriebsrentabilität bei.

**Tabelle 3: Statements zum Entrepreneurship**

	Stichprobe		Ablehner		Betreiber		F-Statistik
	n=1.055   100,0%		n=755   71,6%		n=97   9,2%		
	$\mu^1$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	
Ich bin immer auf der Suche nach weiteren Entwicklungsmöglichkeiten für meinen Betrieb.	0,85	0,80	0,78	0,83	1,05	0,65	9,790 **
Ich passe meinen Betrieb den Anforderungen des Markts an.	0,85	0,59	0,82	0,61	0,96	0,48	4,896 **
Wenn der Markt nach neuen Betriebszweigen verlangt, baue ich diese auf.	0,03	0,72	-0,05	0,72	0,22	0,66	11,620 ***
Im Vergleich zu meinen Berufskollegen bin ich ein erfolgreicher Landwirt.	0,51	0,59	0,49	0,58	0,62	0,61	3,999 *

1 auf einer Skala von "2 = trifft gar nicht zu" bis "2 = trifft voll und ganz zu" | p ≤ 0,001: hoch signifikant\*\*\*; p ≤ 0,01: signifikant\*\*; p ≤ 0,05: schwach signifikant\*

Quelle: eigene Darstellung

Als weitere Indikatoren der Marktorientierung dienen die Statements die das Einkaufsverhalten der Landwirte bei Vorleistungen beschreiben (vgl. Tabelle 4). Die Ergebnisse zeigen, dass die „Investoren“ insgesamt findiger und unternehmerischer bei dem Bezug von Betriebsmitteln agieren als die „Ablehner“. Die Biogasanlagenbetreiber lehnen das Statements „Ich bevorzuge es, für bestimmte Betriebsmittel nur einen Lieferanten zu haben“ ( $\mu=-0,40$  |  $\sigma=0,96$ ) klar ab; die Zurückweisung der Aussage ist bei den Ablehnern weniger deutlich ( $\mu=-0,14$  |  $\sigma=1,08$ ). Daneben erreichen die Biogas-Investoren im Vergleich zu den Biogasablehnern eine höhere Zustimmung bei dem Item „Ich vergleiche mehrere Angebote, bevor ich Betriebsmittel beschaffe“ ( $\mu=1,21$  |  $\sigma=0,67$ ). Insgesamt sind die Investoren stärker darauf bedacht, durch die Diversifizierung ihres Einkaufsbudgets und detaillierte Marktuntersuchungen wirtschaftliche Vorteile zu erlangen. Insofern ist es auch wenig erstaunlich, dass die Biogasanlagenbetreiber ein Statement zu etwaigen zeitlichen Wechselbarrieren deutlicher zurückweisen als die Nicht-Betreiber, sich häufiger mit alternativen Beschaffungsquellen auseinandersetzen und das Statement „Es gibt in meiner Region nur wenig Einkaufsalternativen“ stark ablehnen ( $\mu=-0,72$  |  $\sigma=1,00$ ).

**Tabelle 4: Einkaufsverhalten der Gruppen**

	Stichprobe		Ablehner		Betreiber		F-Statistik
	n=1.055   100,0%		n=755   71,6%		n=97   9,2%		
	$\mu^1$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	
Ich bevorzuge es, für bestimmte Betriebsmittel nur einen Lieferanten zu haben.	-0,18	1,06	-0,14	1,08	-0,40	0,96	4,897 *
Ich vergleiche mehrere Angebote bevor ich Betriebsmittel beschaffe.	1,04	0,81	1,02	0,81	1,21	0,67	4,679 *
Ein Wechsel zu einem anderen Anbieter wäre mit einem großen zeitlichen Aufwand verbunden.	-0,65	0,99	-0,61	1,01	-0,84	0,84	4,704 *
Ich setze mich selten damit auseinander, wo ich meine Betriebsmittel alternativ kaufen könnte.	-0,68	0,97	-0,61	0,99	-0,90	0,91	7,242 **
Es gibt in meiner Region nur wenige Einkaufsalternativen.	-0,40	1,02	-0,35	1,01	-0,72	1,00	11,486 ***

1 auf einer Skala von "2 = trifft gar nicht zu" bis "2 = trifft voll und ganz zu" | p ≤ 0,001: hoch signifikant\*\*\*; p ≤ 0,01: signifikant\*\*; p ≤ 0,05: schwach signifikant\*

Quelle: eigene Darstellung

## 5. Fazit

Zur Analyse des landwirtschaftlichen Innovationsverhaltens stellt der vorliegende Beitrag auf Basis einfacher Mittelwert- und Gruppenvergleiche Betreiber von Biogasanlagen und Nicht-Investoren gegenüber. Im Rahmen der Analyse wurden dabei verschiedene Faktoren untersucht, die zur Erklärung des Innovationsverhaltens landwirtschaftlicher Betriebsleiter herangezogen werden können. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass sich vor allem größere Betriebe, die im Haupterwerb von sehr gut ausgebildeten Betriebsleitern mit größeren Managementkapazitäten bewirtschaftet werden, für eine Investition in Biogasanlagen entschieden haben. Somit kann die Aussage getroffen werden, dass zwischen dem Innovationsverhalten und Faktoren wie steigender Betriebsgröße und den Betriebsleiterfähigkeiten eine Verbindung besteht. Damit werden die in Abschnitt 3

aufgezeigten Ergebnisse aus anderen agrarökonomischen Studien weitestgehend bestätigt (ROGERS 1995; WAGNER, 1999; EL-OSTA und MOREHART, 1999; Jochimsen, 2006). Die Variablen „Alter“ und „Betriebslebenszyklus“ müssen jedoch bei der vorliegenden Analyse als Erklärungsgrößen zurückgewiesen werden. Darüber hinaus konnten durch die Mittelwertvergleiche bei den Statementbatterien die allgemeine Innovationsorientierung, die Risikobereitschaft und die Marktorientierung als wichtige Variable für die Betriebszweigdiversifikation identifiziert werden. Dementsprechend sind die Betreiber von Biogasanlagen gegenüber Innovationen sehr aufgeschlossen und zeigen sowohl eine große Risikobereitschaft als auch eine hohe unternehmerische Orientierung. In weiteren Studien sollte untersucht werden, inwieweit das Innovationsverhalten der Biogasanlagenbetreiber durch das EEG und seine Sicherheiten beeinflusst wurde.

Die Studie bietet Landwirten die Möglichkeiten, ihr eigenes Innovationsverhalten kritisch zu überprüfen. Für die Technologieanbieter liefern die Ergebnisse Hinweise zur Marktsegmentierung bzw. für die Identifizierung von Kundengruppen. Dabei zeigen die Studienergebnisse, dass sich die Nutzung von Luk-Technologie als leicht beobachtbares Segmentierungskriterium eignet. Weitere Forschungsarbeiten sollten darauf ausgerichtet sein, das Zusammenspiel der verschiedenen Einflussgrößen auf die Adoption von Innovation in der Landwirtschaft besser zu verstehen, beispielsweise durch pfadanalytische Untersuchungen. Darüber hinaus könnte der Frage nachgegangen werden, ob der für andere Branchen wiederholt belegte Zusammenhang von Innovationsneigung und -fähigkeit und betrieblichem Erfolg (FAGERBERG et al., 2004) auch in der Landwirtschaft gilt.

## Literatur

- BATZ, F., PETERS, K. und W. JANSSEN (1999): The Influence of Technology Characteristics on the Rate and Speed of Adoption; in: *Agricultural Economics*, 21 (2): 121-130.
- BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (o. J.): Die wichtigsten Merkmale des Gesetzes für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare Energien Gesetz) vom 21. Juli 2004. [http://www.bmu.de/files/erneuerbare\\_energien/downloads/-application/pdf/eeg\\_gesetz\\_merkmale.pdf](http://www.bmu.de/files/erneuerbare_energien/downloads/-application/pdf/eeg_gesetz_merkmale.pdf).
- BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2007): Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, Berlin 2007.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV, 2007): Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung, Berlin 2007.
- DA COSTA GOMEZ, C. (2007): Biogasnutzung: Freud der Energie- oder der Landwirtschaft? Vortrag im Rahmen der Göttinger Fachtagung für Milch- und Veredlungswirtschaft. Göttingen, 06.12.2007.
- DE KOEIJER, T. J., G. A. A. WOSSINK, A. B. SMIT, S. R. M. JANSSENS, J. A. RENKEMAC und P. C. STRUIKE (2003): Assessment of the quality of farmers' environmental management and its effects on resource use efficiency: a Dutch case study, in: *Agricultural Systems*, 78 (1): 85-103.
- DIEDEREN, P., H. VAN MEIJL und A. WOLTERS (2002): Innovation and farm performance: The case of Dutch Agriculture, in: Kleinknecht, A. und P. Mohnen (Hrsg.): *Innovation and firm performance: Econometric explorations of survey data*, Palgrave, 2002.
- 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.
- EVENSON, R. E., J. P. HOUCK, V. W. RUTTAN (1970): Technical Change & Agricultural Trade: Three Examples --Sugarcane, Bananas and Rice, in: VERNON, R. (Hrsg.): *The Technology Factor in International Trade*, New York: 415-483.
- FAGERBERG, J., D. C. MOWERY, und R. R. NELSON (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, Oxford.

- FEDER, G. und D. UMALI (1993): The adoption of agricultural innovations: a review, in: *Technological Forecasting and Social Change*, 43 (3/4): 215-239.
- FEDER, G., R. J. JUST und D. ZILBERMAN (1985): Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey; in: *Economic Development and Cultural Change*, 33 (3): 255-298.
- 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*, Washington D. C. 2002.
- FERNANDEZ-CORNEJO, J., E. D. BEACH 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.
- FISHBEIN, M. und I. AJZEN (1975): *Belief, attitude, intention and behavior. An introduction to theory and research*, London 1975.
- GÖRISCH, U. und M. HELM (2007): *Biogasanlagen: Planung, Errichtung und Betrieb von landwirtschaftlichen und industriellen Biogasanlagen*. 2. Auflage, Ulmer, Stuttgart.
- HAYAMI, Y. (1970): Elements of induced innovation: A historical perspective for the green revolution, in: *Explorations in Economic History*, 1971 (8): 445-72.
- HEIBENHUBER, A. und S. BERENZ (2005): Energieproduktion in landwirtschaftlichen Unternehmen – Organisatorische und betriebswirtschaftliche Herausforderungen, in: *Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (Hrsg.): Mehr Markt für Landwirte – Konsequenzen und Strategien*, Frankfurt / Main: 198 – 198.
- HERTELL, F. V. (2004): Strategische Betriebsentwicklung – Erfahrungen und Visionen, in: *Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (Hrsg.): Das neue große Europa: Perspektiven für die Agrarwirtschaft*, Frankfurt / Main 2004, S. 129-138.
- HIEBERT, L. D. (1974): Risk, Learning, and the Adoption of Fertilizer Responsive Seed Varieties, in: *American Journal of Agricultural Economics*, 56 (4): 764-768.
- HÖVELMANN, L. (2005): Unternehmer-Landwirte als Energieproduzenten, in: *Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (Hrsg.): Mehr Markt für Landwirte – Konsequenzen und Strategien*, Frankfurt / Main: 173-178.
- INDERHEES, P. G. (2007): *Strategische Unternehmensführung landwirtschaftlicher Haupterwerbsbetriebe. Eine Untersuchung am Beispiel Nordrhein-Westfalens*. Dissertation Universität Göttingen.
- JOCHIMSEN, H. (2006): Milchviehbetriebe im Agrarpolitischen Bericht 2004/05, in: *top agrar*, 35 (6): 18-22.
- PETIT, M. (1975): Farmers' adoption of technical innovations, in: *European Review of Agricultural Economics*, 3 (2/3): 293-222.
- REGIER, S. (2007): *Markterfolg radikaler Innovationen: Determinanten des Akzeptanzverhaltens*, Wiesbaden.
- REHMAN, T., MCKEMEY, K., GARFORTH, C., HUGGINS, R., YATES, C. M., COOK, R. J., TRANTER, R. B., PARK, J. R. und P. T. DORWARD (2003): *Theory of Reasoned Action and its Integration with Economic Modelling in Linking Farmers' Attitudes and Adoption Behavior*. Konferenzbeitrag zum 14. Kongress der International Farm Management Association in Perth (Australien), 10. – 15. August 2003.
- ROBISON, L. und P. BARRY (1995): *Competitive Firm's Response to Risk*, New York..
- ROGERS, E. (1995): *Diffusion of Innovations*, New York.
- SCHAPER, C. und L. THEUVSEN (2006): *Die Zukunft erneuerbarer Energien: Eine SWOT-Analyse. In: Ländliche Betriebe und Agrarökonomie auf neuen Pfaden. Tagungsband der 16. ÖGA-Jahrestagung*, Wien: 15-16.
- SCHAPER, C. und L. THEUVSEN (2008): Der Markt für Bioenergie, in: *Agrarwirtschaft - Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Marktforschung und Agrarpolitik*, 57 (1): 87-109.
- SCHAPER, C., C. WOCKEN, K. ABELN, B. LASSEN, S. SCHIERENBECK, A. SPILLER und L. THEUVSEN (2008a): *Risikomanagement in Milchviehbetrieben. Eine empirische Analyse vor dem*

- Hintergrund der sich ändernden EU-Milchmarktpolitik; in: Risikomanagement in der Landwirtschaft, Schriftenreihe der Landwirtschaftlichen Rentenbank, Band 23: 135-184.
- SCHAPER, C., C. BEITZEN-HEINEKE und L. THEUVSEN (2008b): Finanzierung landwirtschaftlicher Biogasanlagen: Eine empirische Untersuchung. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie 2008, Rapperswil (im Druck).STATISTISCHES BUNDESAMT (2006): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Ausgewählte Zahlen der Agrarstrukturerhebung, Fachserie 3, Reihe 1, Wiesbaden.
- VOSS, J. und A. SPILLER (2008): Zur Internetnutzung in der deutschen Landwirtschaft – sind Landwirte bereit für das Web 2.0?, im Review.
- WAGNER, P. (1999): Produktionsfunktionen und Precision Farming, in: Brodersen C. und D. Möller (Hrsg.): Zukunftsorientierte Betriebswirtschaft und Informationstechnologien in der Agrarwirtschaft. Gießener Schriften zur Agrar- und Ernährungswirtschaft, H. 29, Frankfurt a. Main: 39-66.
- WESTERN, J. S. (1967): Innovation in the Yass Valley: A Pilot Survey, in: Review of Marketing and Agricultural Economics, 35 (3): 163-177.