



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.*

INSEKTEN ALS PROTEINQUELLE IM FUTTERMITTEL VON
SCHWEINEN ODER GEFLÜGEL – EINE
AKZEPTANZANALYSE BEI DEUTSCHEN LANDWIRTEN

Theresa von Jeinsen, Ramona Weinrich und Marie Diekmann

jeinsen@agr.uni-goettingen.de

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Agrarökonomie und
Rurale Entwicklung, Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen



2019

Vortrag anlässlich der 59. Jahrestagung der GEWISOLA
(Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.)
„Landwirtschaft und ländliche Räume im gesellschaftlichen Wandel“
Braunschweig, 25. bis 27. September 2019

INSEKTEN ALS PROTEINQUELLE IM FUTTERMITTEL VON SCHWEINEN ODER GEFLÜGEL – EINE AKZEPTANZANALYSE BEI DEUTSCHEN LANDWIRTEN

Zusammenfassung

Das in Europa herrschende Proteinfizit in der Nutztierfütterung wird gegenwärtig durch Sojaimporte aus Süd- und Nordamerika gedeckt. Diese Importe stehen jedoch aus sozialen, ökologischen und ökonomischen Gründen in der Kritik. Um die Proteinlücke zu schließen, wird verstärkt nach alternativen Eiweißquellen gesucht. Einen innovativen Lösungsansatz stellt die Nutzung von Insekten dar. Ein hoher Proteingehalt bei einer gleichzeitig guten Nährstoffzusammensetzung und die nachhaltige Produktion sind nur einige Vorteile von Insekten, deren Zulassung für die Fütterung von Monogastriern gegenwärtig diskutiert wird. Für die Etablierung innovativer Produktionsfaktoren ist die Akzeptanz entlang der Wertschöpfungskette essentiell. Die vorliegende Studie analysiert die Akzeptanz von Insekten als alternative Proteinquelle im Futtermittel durch geflügel- und schweinehaltende Landwirte (n = 155). Von den befragten Landwirten würden 75 % Insektenprotein einsetzen, wenn es zu einem vertretbaren Preis angeboten würde. Der Einsatz der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology ergab, dass die Leistungserwartung sowie die Befürwortung des sozialen Umfelds die Einstellung der Landwirte gegenüber Insekteneiweiß als Futtermittelkomponente positiv beeinflussen.

Keywords

Alternative Proteinfuttermittel, Akzeptanz, Insekten, Monogastrier, UTAUT

1 Einleitung

Die Weltbevölkerung wird nach Schätzungen der FAO (2017a) bis 2050 auf 10 Mrd. Menschen ansteigen. Der wirtschaftliche Aufschwung in einigen Entwicklungs- und Schwellenländern resultiert in höheren Einkommen, die sich in einer zunehmenden Kaufkraft bemerkbar machen. Der Trend zur Urbanisierung sowie die Orientierung an einem westlichen Lebensstil tragen zusätzlich zur Veränderung der Ernährungsgewohnheiten bei: Die Nachfrage nach tierischen Produkten steigt (VAN HUIS et al., 2013; VERBEKE et al., 2015; GASCO et al., 2018). Gleichzeitig sind die für die Produktion benötigten Ressourcen begrenzt (HECKMANN et al., 2018). Weltweit wurden 2016 knapp 320 Mio. Tonnen Fleisch produziert (AMI, 2017), wobei bis 2050 eine Verdoppelung der globalen jährlichen Fleischproduktion prognostiziert wird (FAO, 2017b). Entsprechend wird auch der Bedarf an Futtermitteln für die Nutztierhaltung zunehmen (VERBEKE et al., 2015). Das Rohprotein stellt hierbei eine wichtige Futtermittelkomponente dar, um hohe Leistungen und eine gute Immunabwehr der Tiere zu gewährleisten (KIRCHGEBNER, 2011). Die europäischen Nutztierhalter sind aufgrund der Unterversorgung mit heimischen Eiweißquellen zur Deckung des Proteinbedarfs auf Sojaimporte aus Süd- und Nordamerika angewiesen. Diese Importe sind jedoch umstritten, wobei negative soziale und ökologische Auswirkungen auf die Anbauregionen, Importabhängigkeiten sowie die Gefährdung durch Verunreinigungen der Futtermittel durch gentechnisch veränderte Produkte häufige Kritikpunkte sind (STOCKINGER und SCHÄTZEL, 2012). Auch die Politik bemängelt die Sojaimporte hinsichtlich der Anfälligkeit des europäischen Nutztiersektors gegenüber Preisschwankungen und Handelsverzerrungen (EP, 2011). Die Bundesregierung reagierte auf den Eiweißmangel mit der Eiweißpflanzenstrategie, um den heimischen Anbau von Eiweißfuttermitteln zu stärken (BMEL, 2017). Doch nicht nur Eiweißpflanzen können zur Schließung der Proteinlücke beitragen; wissenschaftliche Studien verweisen wiederholt auf Insekten als nachhaltige Proteinquelle für die Tierernährung (KHUSRO et al., 2012; VELDKAMP et al., 2012; VAN HUIS et al., 2013; MAKAR et al., 2014; VERBEKE et al., 2015; VELTEN et al., 2018).

Wenngleich die Nutzung von Insekten als Lebens- oder Futtermittel in weiten Teilen der Welt gängige Praxis ist, ist ihr Einsatz in der Nutztierfütterung in Europa weitgehend unüblich (VAN HUIS et al., 2013; LÄHTEENMÄKI-UUTELA et al., 2017). Seit der sogenannten BSE-Krise in den 1990er Jahren ist die Verfütterung von tierischen Produkten an Nutztiere verboten. Die jüngste Zulassung von Insektenmehl als Futtermittel in der Aquakultur oder die Diskussion in der Europäischen Kommission über die Aufhebung des Fütterungsverbots für verarbeitetes Insektenprotein für Schweine und Geflügel (GD SANTÉ, 2017) deuten jedoch auf ein Umdenken hin. Die Aufnahme von Insekten in die aktuelle Novel-Food-Verordnung (EU) 2015/2283 unterstreicht außerdem ihre Bedeutung als Lebensmittel und stellt Weichen für eine mögliche Zulassung als Futtermittel (EU, 2015; HECKMANN et al., 2018).

Um Insekten als innovative Proteinquelle im Nutztierbereich zu etablieren, ist die Akzeptanz durch die tierhaltenden Landwirte essentiell. Die Einstellung der deutschen Landwirte hierzu ist bislang nicht wissenschaftlich untersucht worden. Ziel dieses Beitrages ist es daher, anhand der von VENKATESH et al. (2003) entwickelten Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) die Nutzungsabsicht der Nutztierhalter in Deutschland gegenüber Insekteneiweiß im Futtermittel sowie die Einflussfaktoren hierauf zu untersuchen. Die Analyse der Akzeptanz einer Innovation durch ihre potenziellen Anwender ermöglicht, dessen Diffusionspotenzial abzuschätzen (VENKATESH et al., 2012). Die Ergebnisse lassen somit Rückschlüsse auf die mögliche Bedeutung des Insekteneiweißes in der Nutztierfütterung zu. Im folgenden Kapitel wird zunächst der aktuelle Forschungsstand zum Einsatz von Insekten als alternative Proteinquelle dargestellt, bevor die Konstrukte des UTAUT Modells abgebildet und auf die Forschungsfrage angewandt werden. In Kapitel 3 wird das empirische Vorgehen erläutert, dessen Ergebnisse in Kapitel 4 präsentiert werden. Das fünfte Kapitel schließt den Beitrag mit der Diskussion der Ergebnisse und den abgeleiteten Schlussfolgerungen ab.

2 Stand der Forschung und theoretischer Hintergrund

2.1 Insekten als alternative Proteinquelle

Insekten dienen Vögeln und Schweinen seit jeher als natürliche Nahrungsquelle (DEFOLIART, 1989). In der industrialisierten Landwirtschaft sind Insekten als natürlicher Eiweißlieferant in den Hintergrund gerückt. Das Potential von Insekten als Tierfuttermittel ist jedoch groß (VERBEKE et al., 2015; KHAN, 2018): Sie sollen beispielsweise das Immunsystem von Tieren verbessern, was zur Reduzierung des Antibiotikaeinsatz beitragen kann (GASCO et al., 2018). Insekten haben einen hohen Proteinanteil und sind reich an Nährstoffen, wie Fetten, Mineralien und Vitaminen (KOUŘIMSKÁ und ADÁMKOVÁ, 2016). Der spezifische Nährwert von Insekten als Proteinquelle hängt von der Insektengattung und -art, deren Aufzucht und Fütterung sowie der Verarbeitung ab. Außerdem spielt das Entwicklungsstadium eine Rolle. Lediglich mit Blick auf einige Aminosäuren, z.B. Tryptophan und Lysin, ist die Nährstoffzusammensetzung der Insekten defizitär, so dass eine Ergänzung notwendig ist. Zudem kann das chitinhaltige Exoskelett einiger Insekten ihre Verdaulichkeit herabsetzen. Da es nahezu 2.000 essbare Insektenarten gibt, ist kein allgemeiner Nährwert darstellbar (VAN HUIS et al., 2013; EFSA, 2015). MAKKAR et al. (2014) untersuchen fünf Insektenarten hinsichtlich ihrer Eignung als Ersatz herkömmlicher Proteinfuttermittel: die Larven der Schwarzen Soldatenfliege, die gemeine Stubenfliege, den gelben Mehlwurm, den Grashüpfer und die Seidenraupe. Der Proteinanteil der entfetteten Insektenmehle beträgt 56 bis 83 % der Trockenmasse und übersteigt somit den Eiweißgehalt von Sojaschrot (52 %). Je nach Tierart können die Insektenmehle 25 bis 100 % der klassischen Proteinquellen im Futtermittel ersetzen. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in anderen Studien erzielt (KOUŘIMSKÁ und ADÁMKOVÁ, 2016; FITCHES et al., 2018; KHAN, 2018). Insekten können intakt, als Pulver oder Paste verfüttert werden (VAN HUIS et al., 2013). Ähnlich wie Sojabohnen können sie in eine fettreiche und eine proteinreiche Fraktion zerlegt werden, was ihre Eignung als Futtermittelkomponente verstärkt

(VELDKAMP et al., 2012). Sie zeichnen sich durch eine vergleichsweise hohe Schmackhaftigkeit aus (MAKKAR et al., 2014) und müssen im Gegensatz zu Sojabohnen vor der Verfütterung nicht hitzebehandelt werden. Ohne Hitzebehandlung beeinträchtigen antinutritive Substanzen von Soja dessen Verdaulichkeit (PISTRICH et al., 2014). Neben der positiven nutritiven Zusammensetzung von Insekten wird ihre Produktion aus ökologischer Sicht als nachhaltig eingestuft (VAN HUIS et al., 2013; PINOTTI et al., 2019). Ihr Platzanspruch ist sehr gering und sie benötigen kaum Wasser. Die Futtermittelverwertung ist hoch: aus zwei kg Futter entsteht ein kg Insektenbiomasse. Außerdem weisen sie schnelle Reproduktionsraten auf (MAKKAR et al., 2014; SÁNCHEZ-MUROS et al., 2014). Als Futtermittel bzw. Substrat sind zugelassene Futtermittel und fleischlose Speisereste erlaubt, da Insekten als Nutztiere eingestuft werden (EFSA, 2015). Eine Kultivierung auf biologischen Abfällen führt zu einem geringen ökologischen Fußabdruck, da der organische Abfall reduziert und zu proteinreichen Futtermitteln transformiert wird (VAN HUIS et al., 2013). Aufgrund ihrer vielversprechenden Eigenschaften prognostizieren VELDKAMP et al. (2012) Insekten einen leichten Marktzugang als innovative Proteinquelle in der Nutztierfütterung. Nach einer Studie, die die Akzeptanz von Insekten als Nahrungs- und Futtermittel im belgischen Flandern untersucht, stehen zwei Drittel der Befragten der Nutzung von Insektenprotein positiv gegenüber. Insekten werden demnach als gesünder für die Tiere und nachhaltiger in der Produktion eingeschätzt. Verglichen mit konventionellen Futtermitteln werden mit Insekten jedoch ein höheres mikrobielles Risiko sowie Schwierigkeiten in der Vermarktung verbunden (VERBEKE et al., 2015). Für die deutsche Landwirtschaft liegen bislang keine vergleichbaren Daten vor.

2.2 Unified Theory of Acceptance and Use of Technology

In der Verhaltensforschung wurden in den vergangenen Jahrzehnten verschiedene Modelle zur Analyse der Akzeptanz von Innovationen durch ihre potenziellen Anwender entwickelt (FISHBEIN und AJZEN, 1975; AJZEN, 1985; DAVIS et al., 1989). Die Vielzahl der teilweise konkurrierenden Akzeptanzmodelle veranlasste VENKATESH et al. (2003) zur Entwicklung der UTAUT. Im UTAUT Modell werden acht Akzeptanzmodelle zusammengefasst, deren Zielgrößen die Verhaltensabsicht hinsichtlich einer Innovation sowie deren tatsächliche Nutzung sind. Die Zusammenfassung der Modelle resultiert in vier psychometrischen Konstrukten: Leistungserwartung, Aufwandserwartung, sozialer Einfluss und vereinfachende Bedingungen. Die vier Konstrukte determinieren die tatsächliche Nutzung einer Innovation über die Verhaltensabsicht. Außerdem wurden mit Geschlecht, Alter, Erfahrung und Freiwilligkeit der Nutzung vier Variablen in das Modell integriert, die den Einfluss der Konstrukte moderieren (VENKATESH et al., 2003). Die Eignung des UTAUT Modells zur Akzeptanzmessung wurde seither in zahlreichen Studien bestätigt (LIAO et al., 2004; WORKMAN, 2014). Auch im agrarökonomischen Kontext wurde UTAUT herangezogen, wie beispielsweise zur Akzeptanzmessung computergestützter Managementsysteme in der Schweinehaltung (ARENS et al., 2012) oder interaktiver sozialer Medien durch malaysische Landwirte (MAHAMOOD et al., 2016). Auch das Interesse von Landwirten an innovativen Betriebszweigen, wie dem Anbau von Agroforstsystemen (TROZZO et al., 2014) oder der Teilnahme an einer Community Supported Agriculture (WELLNER und THEUVSEN, 2018) wurden mithilfe des UTAUT Modells untersucht. Für die Untersuchung der Akzeptanz von Insekten als Proteinfuttermittel wurde das UTAUT Modell auf den Untersuchungsgegenstand angepasst (vgl. Abb. 1). Da der Einsatz von Insektenprotein in der Nutztierfütterung bislang unzulässig ist (GD SANTÉ, 2017), entfällt die Beobachtung der tatsächlichen Nutzung. Die Variable der Verhaltensabsicht dient als abhängige Zielvariable. Es werden aussagekräftige Resultate erwartet, da der Verhaltensabsicht eine direkte Auswirkung auf das tatsächliche Verhalten zugesprochen wird (VENKATESH et al., 2003). Mögliche Effekte von moderierenden Variablen werden in dieser Untersuchung nicht betrachtet. Zudem wird das Konstrukt der vereinfachenden Bedingungen nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen werden kann, dass der Einsatz von Insektenprotein kei-

ne anderen technischen Voraussetzungen im Betrieb erfordert als herkömmliche Proteinquellen. Stattdessen soll die mit dem Einsatz von Insektenprotein verbundene Risikoerwartung Berücksichtigung finden. Dass die Risikoerwartung für die Akzeptanz von Insekten als alternative Proteinquelle ein relevantes Entscheidungskriterium ist, wurde bereits von VERBEKE et al. (2015) beobachtet.

Das Konstrukt Leistungserwartung beschreibt den individuellen Nutzen, der von der Umsetzung einer Innovation erwartet wird (VENKATESH et al., 2003). Die Leistungserwartung wird in dieser Studie durch die erwartete Nützlichkeit der Insekten als Futtermittel, die positiven Auswirkungen auf die Tiergesundheit, die Erfüllung der Erwartungen an Futtermittel und einen positiven Einfluss auf die Futtermittelverwertung bestimmt. Weiterhin können Landwirte einen Nutzen aus der – verglichen mit konventionellen Proteinquellen – nachhaltigeren Produktionsweise der Insekten erwarten (BRUNER und HENSEL, 1998; VENKATESH et al., 2003; VERBEKE et al., 2015; GASCO et al., 2018). Mit Blick auf die Leistungserwartung soll folgende Hypothese untersucht werden:

H1: Je höher die Leistungserwartung ist, desto größer ist die Absicht, Insekten einzusetzen.

Die Aufwandserwartung wird definiert als die erwartete Anstrengung, die dem Anwender zur Umsetzung der Innovation abverlangt wird. Es handelt sich um Barrieren, die die Diffusion einer Innovation erschweren können (VENKATESH et al., 2003). So können die zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch vergleichsweise hohen Produktionskosten den Einsatz von Insekteneiweiß hemmen (VAN HUIS et al., 2013). TROZZO et al. (2014) führen darüber hinaus das Planen, Umsetzen und Managen einer Innovation als Aufwand an. Für Insekten als Eiweißfuttermittel lassen sich diese Punkte auf das zeitlich und technisch aufwendigere Mischen der Futtermittel beziehen. Es ergibt sich folgende Hypothese zur Aufwandserwartung:

H2: Je höher die Aufwandserwartung ist, desto geringer ist die Absicht, Insekten einzusetzen.

Unter dem sozialen Einfluss wird im UTAUT Modell die individuelle Wahrnehmung des Einflusses der Meinung des sozialen Umfeldes bezüglich der Nutzung einer Innovation verstanden. Es wird erwartet, dass die individuelle Verhaltensabsicht von der Bewertung einer möglichen Nutzung durch die soziale Bezugsgruppe beeinflusst wird (VENKATESH et al., 2003). Als relevante soziale Bezugsgruppen werden in dieser Untersuchung das betriebliche Umfeld, die landwirtschaftlichen Berufskollegen sowie die Zulieferer und Abnehmer der Produkte verstanden (FIELDING et al., 2008). Die zu prüfende Hypothese lautet:

H3: Je positiver die Einstellung des sozialen Umfelds eingeschätzt wird, desto größer ist die Absicht, Insekten einzusetzen.

Die Umsetzung einer Innovation ist für den Anwender mit Risiken verbunden, die auf Seiten der Entscheider zu Unsicherheiten führen, was als Hemmnis der Innovationsannahme erachtet wird. So ist vor der Umsetzung einer Innovation beispielsweise unklar, welche Erfolge tatsächlich erzielt werden können. Diese Ungewissheit wird in dem Konstrukt der Risikoerwartung berücksichtigt (TROZZO et al. 2014; VENKATESH et al., 2016). In Bezug auf den Insekteneinsatz in Tierfuttermitteln kann das Risiko durch die Insekten selbst entstehen, beispielsweise durch mögliche mikrobielle Belastungen (EFSA, 2015). Weiterhin können technische Risiken auftreten, wie beispielsweise negative Auswirkungen auf die Homogenität des Futters. Schließlich birgt auch eine möglicherweise schlechtere Vermarktungsfähigkeit der Endprodukte Risiken für den Landwirt (VERBEKE et al., 2015). Daher lautet die vierte Hypothese:

H4: Je größer die Risikoerwartung ist, desto geringer ist die Absicht, Insekten einzusetzen.

3. Empirische Methode

Die Nutzungsabsicht der Landwirte, Insekten als Proteinfuttermittel einzusetzen, wird auf Grundlage des UTAUT Modells analysiert. Das ursprüngliche Modell wurde, wie in Abschnitt 2.2 dargelegt, an die spezifischen Anforderungen der Fragestellung angepasst. Die zu

analysierenden Beziehungen (H1 bis H4) werden mit Hilfe eines Strukturmodells (Abb. 1) abgebildet. Dem Strukturmodell liegt ein Messmodell zugrunde, das die einzelnen Konstrukte mithilfe bestimmter Indikatoren messbar macht (HAIR et al., 2016).

Der Datensatz, auf den sich die Analyse stützt, wurde mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens erhoben. Neben soziodemographischen Daten der Befragten wurden die in Tabelle 1 dargestellten Indikatoren abgefragt. Diese wurden in Anlehnung an VENKATESH et al. (2003) konstruiert und auf Grundlage von Expertengesprächen und einer Literaturanalyse an die spezifische Fragestellung angepasst (VERBEKE et al., 2015; LONG et al., 2016; VAN HUIS et al., 2013; TROZZO et al., 2014; HOWLEY et al., 2012). Die Umfrage richtet sich an Landwirte, die Schweine oder Geflügel halten. Die Befragten beantworteten die Statements auf einer siebenstufigen Likert-Skala, die die Antwortoptionen von „Trifft ganz und gar nicht zu“ (1) bis „Trifft voll und ganz zu“ (7) umfasst. Die Befragung begann im November 2016 im Rahmen der EuroTier, einer internationalen Messe für Nutztierhalter. Anschließend wurde bis März 2017 online mit dem Programm Unipark der QuestBack GmbH nacherhoben, sodass schließlich 155 beendete Datensätze von Betriebsleitern und Hofnachfolgern mit Schweine- oder Geflügelhaltung vorlagen.

Tabelle 1: Konstrukte mit zugehörigen Indikatoren

Konstrukt	Indikator
Leistungserwartung (LE)	Insekten als Proteinfuttermittel... ... würde ich nützlich finden. ... würden die Tiergesundheit verbessern. ... würden die Futteraufnahme positiv beeinflussen. ... würden meine Erwartungen an ein Futtermittel sehr gut erfüllen. ... würden gut zu meinem Anspruch an nachhaltiges Wirtschaften passen.
Aufwandserwartung (AE)	Insekten als Proteinfuttermittel... ... sind mit höheren Kosten verbunden. ... bedeuten einen höheren zeitlichen Aufwand. ... erschweren das Mischen von Futtermitteln. ... sind technisch aufwendig.
Sozialer Einfluss (SE)	Befreundete Kollegen befürworten den Einsatz von Insekten als alternative Proteinquelle. Im Betrieb würde die Entscheidung unterstützt werden, Insekten im Futtermittel einzusetzen. Unsere Lieferanten würden die Entscheidung unterstützen, Insekten im Futtermittel einzusetzen. Unsere Abnehmer würden die Entscheidung unterstützen, Insekten im Futtermittel einzusetzen.
Risikoerwartung (RE)	Insekten im Futtermittel beeinflussen die Homogenität der Mischung wahrscheinlich negativ. Die Entscheidung, Insekten im Futtermittel einzusetzen, birgt wahrscheinlich hohe Risiken in Bezug auf das Produkt Insekten. Der Einsatz von Insekten im Futtermittel reduziert wahrscheinlich die Vermarktungsfähigkeit unserer Produkte.

Quelle: Eigene Darstellung

Die Datenanalyse erfolgt mit Hilfe der Programme Microsoft Excel zur Berechnung der deskriptiven Statistik sowie SmartPLS 3.0, das zur Analyse des UTAUT Modells mit der Partial-Least-Square-(PLS)-Methode genutzt wird (RINGLE et al., 2015). Die PLS-Methode wird als besonders geeignet angesehen, da sie auch für kleine Stichproben reliable Ergebnisse liefern kann. Die Auswertung des UTAUT Modells erfolgt in zwei Schritten. Zunächst wird die Güte des Messmodells hinsichtlich seiner Validität und Reliabilität geprüft. Im zweiten Schritt wird das gültige Messmodell den Bootstrapping- und Blindfolding-Verfahren unterzogen, um die Gütekriterien des Strukturmodells zu prüfen (NITZL, 2010; HAIR et al., 2016).

4 Ergebnisse

4.1 Stichprobenbeschreibung

Um die Nutzungsabsicht von Insekten als Futtermittel abzufragen, wurden die Datensätze von 155 deutschen Landwirten, die Geflügel- und Schweine halten, analysiert. Die Befragten sind durchschnittlich 41 Jahre alt und zu 90,3 % männlichen Geschlechts. Von den Befragten sind 73,5 % Betriebsleiter und 26,5 % Betriebsnachfolger. 91 % der Betriebe werden im Haupterwerb bewirtschaftet. Mit 142 Betrieben wird mehrheitlich die konventionelle Bewirtschaftungsform ausgeübt, wobei die Betriebe im Mittel 107 ha landwirtschaftliche Nutzfläche bewirtschaften. Von den Befragten produzieren 93 Betriebe Mastschweine oder Ferkel. Auf 44 Betrieben wird Geflügel gehalten und 18 Betriebe sind sowohl Schweine- als auch Geflügelhalter. Die Schweinemastbetriebe der Stichprobe verfügen im Mittel über 1.435 Plätze und die Ferkelproduzenten halten durchschnittlich 294 Sauen. Der durchschnittliche Eierproduzent der Stichprobe arbeitet mit rund 22.400 Legehennen. Die Ställe der Mastgeflügelhalter haben im Mittel etwa 57.000 Plätze. Rund 75 % der Landwirte geben an, Insekten als Protein-futtermittel einsetzen zu wollen, sofern das Insekteneiweiß zu einem vertretbaren Preis angeboten würde. Entsprechend groß ist das Interesse an Insekten als alternative Proteinquelle, was von rund 77 % der Befragten bekundet wird. Lediglich 10 % finden das Thema uninteressant. Etwa 80 % der Befragten wünschen sich weitere Informationen über Insekten als alternative Proteinquelle.

4.2 Evaluierung des Messmodells

Nach der Berechnung des PLS-Modells erfolgt die Bewertung der Ergebnisse. Zunächst wird die Güte des reflektiven Messmodells hinsichtlich Reliabilität und Validität mittels unterschiedlicher Kriterien geprüft. Die Faktorladung der einzelnen Indikatoren auf die Konstrukte soll 0,7 überschreiten. Zudem dürfen keine Kreuzladungen der Konstrukte auf andere Indikatoren vorliegen (NITZL, 2010; HAIR et al., 2016). Diese Kriterien werden im Messmodell erfüllt. Die Konstruktreliabilität (KR) zeigt auf, mit welcher Güte die Konstrukte durch die zugeordneten Indikatoren erklärt werden. Werte von 0,7 oder größer werden nach FORNELL und LARCKER (1981) als reliabel angenommen. Die interne Konsistenzreliabilität kann außerdem mit dem sensibleren Cronbachs Alpha (CA) bestimmt werden. Die Werte sollten hier über 0,6 liegen (NITZL, 2010; HAIR et al., 2016). Die durchschnittlich erfasste Varianz (DEV) dient der Überprüfung der Konvergenzvalidität und beschreibt den Anteil der Varianz eines Konstrukts, der durch seine Indikatoren erklärt wird. Sie sollte über 0,5 liegen. Zieht man die Wurzel aus der DEV, sollte diese entsprechend des Fornell-Larcker-Kriteriums größer sein als jede Korrelation dieses Konstrukts mit einem anderen Konstrukt (NITZL, 2010; HAIR et al., 2016). Insgesamt zeigt das Messmodell zufriedenstellende Ergebnisse für die Gütekriterien, die in Tabelle 2 abgebildet sind. CA und KR zeigen, dass die Skalen intern konsistent sind und die Items die Konstrukte sehr gut wiedergeben. Die DEV zeigt, dass die zugeordneten Indikatoren einen Großteil der Varianz der Konstrukte aufklären. Das Fornell-Larcker-Kriterium ist ebenfalls erfüllt.

Tabelle 2: Interne Konsistenz und Diskriminanzvalidität

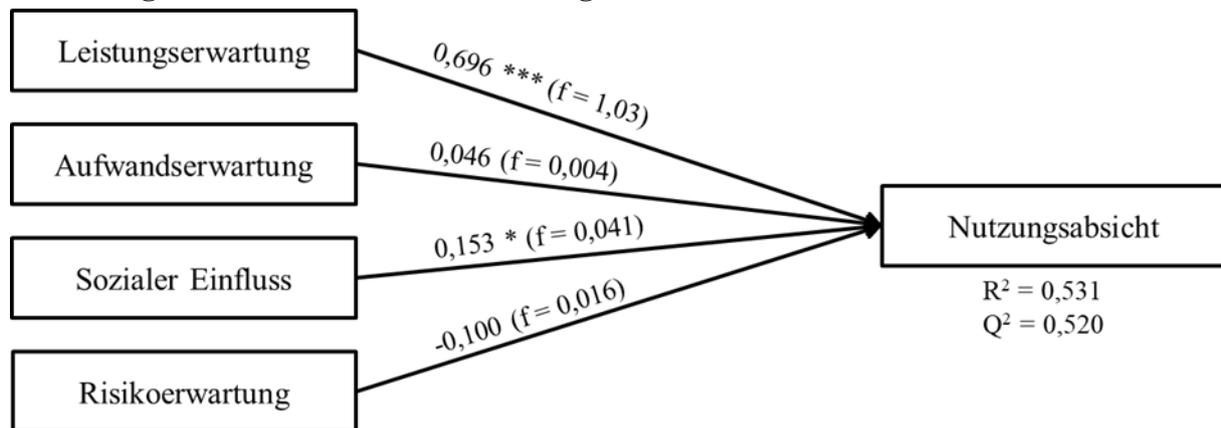
Konstrukt	CA	KR	DEV	LE	AE	SE	RE
Leistungserwartung (LE)	0,91	0,93	0,73	0,85			
Aufwandserwartung (AE)	0,97	0,97	0,89	0,02	0,94		
Sozialer Einfluss (SE)	0,93	0,95	0,83	0,12	0,31	0,91	
Risikoerwartung (RE)	0,95	0,97	0,91	-0,06	0,45	0,41	0,95
Nutzungsabsicht (ABS)	n.a.	n.a.	n.a.	0,72	0,06	0,21	-0,057

Quelle: Eigene Berechnung

4.3 Evaluierung des Strukturmodells

Relevante Gütekriterien zur Evaluierung des Strukturmodells sind das Bestimmtheitsmaß (R^2) der endogenen Variable, die Prognoserelevanz (Q^2) des gesamten Modells sowie die Pfadkoeffizienten und ihre Effektstärke (f) (NITZL, 2010). Am R^2 ist zu erkennen, dass die Streuung der Nutzungsabsicht als endogene Variable zu 53,1 % durch die ihr zugeordneten Konstrukte erklärt wird. Auch wenn ein R^2 von über 0,67 als substantiell, von über 0,33 als mittel und von über 0,19 als schwach eingestuft werden, so ist die Beurteilung vom Forschungskontext abhängig (HAIR et al., 2016). Verglichen mit anderen agrarwissenschaftlichen Studien sind diese Ergebnisse als zufriedenstellend einzuordnen. Die beobachteten R^2 in anderen agrarwissenschaftlichen Akzeptanzanalysen reichen von 12,5 % (ARENS et al., 2011) über 52,7 % (KRÖGER et al., 2016) bis hin zu 63,6 % (WELLNER und THEUVSEN, 2018). Ein weiteres Kriterium der Vorhersagegenauigkeit eines Modells ist das Q^2 nach STONE (1974) und GEISSER (1974), was mit dem Blindfolding-Verfahren ermittelt wird. Die Prognoserelevanz wird ab $Q^2 > 0$ als ausreichend erachtet. Ab einem Wert über 0,02 ist sie als schwach, ab $Q^2 > 0,15$ als mittel und über 0,35 als stark einzustufen (HAIR et al., 2016). Das betrachtete Modell weist mit einem $Q^2 = 0,52$ eine starke Prognoserelevanz auf. Die Resultate des Strukturmodells sind in Abb. 1 dargestellt.

Abbildung 1: Strukturmodell zur Nutzungsabsicht von Insekten als Eiweißfuttermittel



Quelle: Eigene Berechnungen

Die Pfadkoeffizienten zeigen, dass die Leistungserwartung mit 0,696 die Absicht der befragten Landwirte, Insekten zu nutzen, am stärksten beeinflusst. Der Einfluss der anderen drei Konstrukte auf die abhängige Variable ist mit 0,046, 0,153 bzw. -0,100 als schwach einzuordnen. Um die Signifikanz der Wirkungsbeziehungen zu prüfen, wurden die T-Werte mithilfe des Bootstrapping-Verfahrens und 50.000 Resamples ermittelt. Die Signifikanzniveaus betragen „signifikant“ ($t > 1,65 = *$), „hoch signifikant“ ($t > 1,96 = **$) und „höchst signifikant“ ($t > 2,57 = ***$). Die Effektstärke (f) der Pfade wird ab 0,002 als schwach, ab 0,15 als mittel und ab 0,35 als stark bewertet (HAIR et al., 2016). Die Einflüsse der Konstrukte Leistungserwartung und sozialer Einfluss werden als statistisch höchst signifikant bzw. signifikant bewertet. Der Effekt des sozialen Einflusses auf die Nutzungsabsicht ist jedoch als schwach anzusehen, während die Leistungserwartung einen starken Effekt auf die Nutzungsabsicht ausübt. Die Konstrukte der Aufwands- und Risikoerwartung üben keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die endogene Variable aus. Die Ergebnisse zeigen, dass die Hypothesen H1 und H3 angenommen werden können. Für die Hypothesen H2 und H4 konnte auf Grundlage der Daten keine Bestätigung gefunden werden.

5 Diskussion und Fazit

Die Studie verdeutlicht, dass das Interesse der Landwirte an Insekten als alternative Proteinquelle sehr hoch ist. So sind mehr als drei Viertel der Befragten an der Verfütterung von In-

sekteneiweiß interessiert. Sofern Insekteneiweiß zu einem vertretbaren Preis angeboten werden kann, wären 75 % der befragten Landwirte zum Einsatz der alternativen Proteinquelle bereit. Insekteneiweiß als Tierfuttermittel findet unter den deutschen Landwirten somit eine noch stärkere Akzeptanz als sie von VERBEKE et al. (2015) bei Landwirten in Flandern beobachtet wurde. Die Mehrheit der in dieser Studie befragten Landwirte wünscht sich weitere Informationen über Insekten als Eiweißlieferanten. Das angewandte UTAUT Modell erklärt die Nutzungsabsicht der Landwirte zu 53,1 %, wobei die Prognoserelevanz als hoch einzustufen ist. Die Ergebnisse zeigen, dass die Leistungserwartung an Insekteneiweiß sowie die wahrgenommene Einstellung des sozialen Umfeldes die Akzeptanz durch die Landwirte positiv beeinflussen. Für die Konstrukte Aufwandserwartung und Risikoerwartung konnten keine signifikanten Einflüsse beobachtet werden.

Die Bereitschaft der befragten Landwirte, Insekteneiweiß zu verfüttern, wird auf einem statistisch signifikanten Niveau positiv durch den Nutzen beeinflusst, den sie sich von dem Einsatz versprechen (VENKATESH et al., 2003). Hypothese 1 wird daher angenommen. Die befragten Landwirte nehmen Insekten mehrheitlich als nützliches Futtermittel wahr. Allgemein ist das Ziel in der Futtermittelproduktion die rückstandsfreie Erzeugung von gesundheitlich einwandfreien Produkten, die ernährungsphysiologisch wertvoll sind und einen guten Geschmack haben (KIRCHGEBNER, 2011). Fütterungsversuche haben bestätigt, dass die Schmackhaftigkeit der Insektenbestandteile gut ist und dass Insekten Soja in der Nutztierfütterung von Schweinen und Geflügel ersetzen können (MAKKAR et al., 2014; KHAN 2018). Hinsichtlich der Ernährungsphysiologie von Insekten wird die Verdaulichkeit des Proteins als gut eingestuft. Beispielsweise erreicht das Eiweiß der Schwarzen Soldatenfliege in der Schweinefütterung mit einer Verdaulichkeit von 76 % nahezu identische Werte wie Sojamehl (77 %) während die Proteingehalte des entfetteten Insektenmehls diejenigen des Sojaschrots übersteigen (MAKKAR et al., 2014). Die aktuelle Diskussion in der Europäischen Kommission zur Aufhebung des Fütterungsverbots für verarbeitetes Insektenprotein für Schweine und Geflügel (GD SANTÉ, 2017) bedeutet zudem eine Orientierung an den natürlichen Nahrungsgewohnheiten der Tierarten.

Neben der Leistungserwartung übt auch der soziale Einfluss einen – wenngleich schwachen – signifikanten Effekt auf die Akzeptanz des Insekteneiweißes durch die Landwirte aus. Die Hypothese 3 wird demnach angenommen. Die Überzeugung der Landwirte, dass ihr soziales Umfeld den Einsatz von Insektenprotein befürworten würde, beeinflusst demnach ihre Nutzungsabsicht von Insekten als mögliche Futterkomponente positiv. Der signifikante Einfluss des Umfeldes deckt sich mit der Annahme von VENKATESH et al. (2012) und wurde auch in früheren Studien zu Innovationsakzeptanz durch Landwirte beobachtet (FIELDING et al., 2008; WELLNER und THEUVSEN, 2018). Insbesondere in frühen Phasen einer Innovation spielt die Akzeptanz durch die soziale Bezugsgruppe eine wichtige Rolle für die Diffusion. Mit der zunehmenden Etablierung einer Innovation nimmt die Bedeutung des sozialen Einflusses auf die Anwendungsentscheidung ab (VENKATESH et al., 2012). Für die Etablierung des Insekteneiweißes als Futtermittelkomponente ist die Akzeptanz durch die Verbraucher von besonderer Relevanz, da sie sich auf den Absatz der Produkte niederschlägt und somit die Produktionsentscheidung des Landwirtes beeinflussen kann. Dieser Zusammenhang zeigt sich am Beispiel der gentechnisch modifizierten Produkte, die von weiten Teilen der Gesellschaft abgelehnt werden (JANKOWSKI und HÖHLER, 2018) und im Labelling von nicht gentechnisch veränderten Produkten resultierte (VENUS et al., 2018). Beim importierten Sojafuttermittel aus Nord- bzw. Südamerika handelt es sich bei über 80 % um gentechnisch verändertes Material (HEB et al., 2014), wobei dies seitens der europäischen Verbraucher als Risiko empfunden wird. Die Kultivierung von Insekten zur Gewinnung von Eiweißfuttermitteln bietet die Möglichkeit, das benötigte Eiweiß entsprechend europäischer Produktionsrichtlinien zu erzeugen, was einen positiven Effekt auf die Verbrauchereinstellung gegenüber Insekteneiweiß in Futtermitteln haben kann (VERBEKE et al., 2015).

In dem angewandten Modell konnte kein signifikanter Einfluss der Aufwandserwartung auf die Verhaltensabsicht der Landwirte festgestellt werden. Hypothese 2 wird daher nicht angenommen. Die von VENKATESH et al. (2012) beobachtete hemmende Wirkung der Aufwandserwartung auf die Nutzungsabsicht von Technologien in einem frühen Innovationsstadium kann somit in der vorliegenden Studie nicht festgestellt werden. Dies kann damit begründet werden, dass die meisten befragten Landwirte fertige Futtermittelmischungen von den Futtermittelwerken beziehen. Bei einer zentralen Futterzusammenstellung in Mischfutterwerken muss auf die Trennung der Produktionslinien geachtet werden, um die versehentliche Vermischung des Futters für Wiederkäuer mit Insekteneiweiß zu verhindern. Der zusätzliche Aufwand betrifft somit die Futtermittelwerke und nicht den einzelnen Landwirt (VELDKAMP und BOSCH, 2015). Dieser Zusammenhang kann den fehlenden Einfluss der Aufwandserwartung auf die Nutzungsabsicht begründen. Da sich aus Sicht des Landwirtes lediglich die Zusammenstellung der Futterkomponenten ändert, nicht aber der Prozess des Fütterns, geht der Einsatz von Insektenprotein mit geringen Aufwandserwartungen einher.

Auch die Risikoerwartung übt keinen signifikanten Einfluss auf die Einstellung der befragten Landwirte zum Insektenprotein aus und Hypothese 4 kann folglich nicht angenommen werden. Ebenso wie bei der Herstellung anderer Futterkomponenten ist auch bei der Produktion von Insekteneiweiß die gesundheitliche Unbedenklichkeit für Mensch und Tier sicherzustellen. Da die Nährwertangaben, die in verschiedenen, unabhängigen Studien ermittelt wurden, nahezu übereinstimmen, ist davon auszugehen, dass sich die besprochenen Insektenarten für die Gewinnung gleichbleibender Produktqualitäten in großen Einheiten eignen (VELDKAMP und BOSCH, 2015). Eine Pilotstudie, in der das Mehl der Larven der Schwarzen Soldatenfliege an Geflügel verfüttert wurde, zeigte zudem keine wesentlichen Auswirkungen auf das Geflügelfleisch. Lediglich die Geflügelbrust zeigte einen intensiveren Geschmack (ALTMANN et al., 2018)

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen ein großes Potenzial für den Einsatz von Insektenprotein in der Schweine- und Geflügelhaltung aus Sicht der Landwirte. Die Befragten stehen dem Einsatz von Insekten in der Tierfütterung sehr aufgeschlossen gegenüber. Bei der Interpretation der Daten ist jedoch zu beachten, dass aufgrund ihrer fehlenden Repräsentativität keine Rückschlüsse auf die Gesamtheit der deutschen Landwirte gezogen werden kann. Die Bereitstellung alternativer Proteinquellen zur Futtermittelproduktion wird als essentiell für eine zukunftsweisende Aufstellung der Nutztierproduktion angesehen. Insekteneiweiß kann hierzu einen wichtigen Beitrag leisten. Da die gegenwärtige Nachfrage nach Rohprotein in der Nutztierfütterung hoch ist und das Angebot der in Deutschland nachgefragten Qualitäten und Quantitäten ungewiss ist, wird die weitere Untersuchung von Insekteneiweiß als relevant für die Agrarbranche eingestuft. Die Transformation biologischer Abfallprodukte in hochwertiges Proteinfuttermittel unter kontrollierbaren Bedingungen und gemäß europäischer Standards kann die ökologische Nachhaltigkeit der Proteinkomponente im Futtermittel verbessern. Die lokale Erzeugung von Insektenprotein kann positive Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit der Wertschöpfungsketten in der Schweine- und Geflügelhaltung haben, da die Abhängigkeit von Sojaimporten reduziert wird. Um die Wettbewerbsfähigkeit des Insektenmehls gegenüber dem importierten Sojaschrot zu prüfen, besteht weiterer Forschungsbedarf zu den Produktionsprozessen und -kosten des Insekteneiweißes. Es wird erwartet, dass unter optimierten Produktionsbedingungen Insekteneiweiß zu einem geringeren Preis als Sojaschrot angeboten werden kann (KHAN, 2018). Entsprechend hoch ist das Interesse der unterschiedlichen Stakeholder an einer Zulassung von Insekten als Futtermittelkomponente. Die Entwicklung geeigneter Kommunikations- und Informationsstrategien kann schließlich die Akzeptanz durch die Verbraucher begünstigen und Absatzschwierigkeiten vorbeugen.

Literatur

- AJZEN, I. (1985): From intentions to actions: A Theory of Planned Behavior. In: KUHL, J. und J. BECKMANN (Hrsg.): Action control: From cognition to behavior. Springer-Verlag. Berlin: 11-39.
- ALTMANN, B., C. NEUMANN, S. VELTEN, F. LIEBERT und D. MÖRLEIN (2018): Meat quality derived from high inclusion of a micro-alga or insect meal as an alternative protein source in poultry diets: a pilot study. In: Foods 7 (3): 1-15.
- AMI (Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH) (2017): Markt Bilanz Vieh und Fleisch 2017. Medienhaus Plump. Rheinbreitbach.
- ARENS, L., C. PLUMEYER und L. THEUVSEN (2012): Akzeptanz von Informationssystemen durch Schweinemäster: Eine Kausalanalyse. In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. 47: 289-299.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2017): Eiweißpflanzenstrategie. In: http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Ackerbau/_Texte/Eiweisspflanzenstrategie.html.
- BRUNER, G.C. und P.J. HENSEL (1998): Marketing Scales Handbook – A Compilation of Multi-Item Measures, 2. Auflage. American Marketing Association, Chicago.
- DAVIS, F., P. BAGOZZI und P. WARSHAW (1989): User acceptance of computer technology - a comparison of two theoretical models. In: Management Science 35 (8): 982-1003.
- DEFOLIART, D.R. (1989): The Human Use of Insects as Food and as Animal Feed. In: Bulletin of the Entomological Society of America 1 (1): 22-36.
- EFSA (European Food Safety Authority) (2015): Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. In: <https://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/4257>.
- EP (Europäisches Parlament) (2011): Das Proteindefizit in der EU. In: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+TA+P7-TA-2011-0084+0+DOC+PDF+V0//DE>.
- EU (Europäische Union) (2015): Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 über neuartige Lebensmittel. In: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015R2283&from=EN>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2017a): FAO and the SDGs - Indicators: Measuring up to the 2030 Agenda for Sustainable Development. In: <http://www.fao.org/3/a-i6919e.pdf>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2017b): Meat and Meat Products. URL: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/home.html>.
- FIELDING, K.S., D.J. TERRY, B.M. MASSER und M.A. HOGG (2008): Integrating social identity theory and the theory of planned behaviour to explain decisions to engage in sustainable agricultural practices. In: The British Psychological Society 47: 23-48.
- FISHBEIN, M. und I. AJZEN (1975): Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research. Addison-Wesley. Boston.
- FITCHES, E.C., M. DICKINSON, D. DE MARZO, M.E. WAKEFIELD, A.C. CHARLTON und H. HALL (2018): Alternative protein production for animal feed: Musca domestica productivity on poultry litter and nutritional quality of processed larval meals. In: Journal of Insects as Food and Feed. 0 (0): 1-12.
- FORNELL, C. und D.F. LARCKNER (1981): Evaluating structural equations models with unobservable variables and measurement error. Journal of Marketing Research 18 (1): 39-50.
- GASCO, I., M. FINKE und A. VAN HUIS (2018): Can diets containing insects promote animal health? In: Journal of Insects as Food and Feed 4 (1): 1-4.
- GD SANTÉ (Generaldirektion Gesundheit und Lebensmittelsicherheit der Europäischen Kommission) (2017): Strategic Safety Concept for Insects as Feed, updated. In: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/animal-feed_marketing_concept-paper_insects_201703.pdf.

- GEISSER, S. (1974): A Predictive Approach to the Random Effect Model. In: *Biometrika* 61 (1): 101-107.
- HAIR, J., G.T. HULT, C.M. RINGLE. und M. SARSTEDT (2016): *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Sage. Los Angeles.
- HECKMANN, L.-H., J.L. ANDERSEN, J. EILENBERG, J. FYNBO, R. MIKLOS, A.N. JENSEN, J.V. NORGAARD und N. ROOS (2018): A case report on inVALUABLE: insect value chain in a circular bioeconomy. In: *Journal of Insects as Food and Feed* 5 (1): 9-13
- HEß, J., U. BREDE und U. BITTNER (2014): Kontroverse um Soja. In: Projektgruppe SoJa – SoNicht (Hrsg.): *Eiweißquellen auf dem Prüfstand. Dokumentationsband der 22. Witzenhäuser Konferenz 2. bis 6. Dezember*. Kassel university press GmbH. Kassel.
- HOWLEY, P., C.O. DONOGHUE und K. HEANUE (2012): Factors Affecting Farmers' Adoption of Agricultural Innovations: A Panel Data Analysis of the Use of Artificial Insemination among Dairy Farmers in Ireland. In: *Journal of Agricultural Science* 4 (6): 171-179.
- JANKOWSKI, A. und J. HÖHLER (2018): Mind the Gap: Determinanten der Diskrepanz von Verbrauchereinstellung und Kaufverhalten am Beispiel Gentechnikfreier Trinkmilch. In: *Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies* 27 (12): 88-94.
- KHAN, S.H. (2018): Recent advances in role of insects as alternative protein source in poultry nutrition. In: *Journal of Applied Animal Research* 46 (1): 1144-1157.
- KHUSRO, M., N.R. ANDREW und A. NICHOLAS (2012): Insects as poultry feed: A scoping study for poultry production systems in Australia. In: *World's Poultry Science Journal* 68: 435-446.
- KIRCHGEBNER, M. (2011): *Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis*, 13. Auflage. DLG Verlag. Frankfurt am Main.
- KOUŘIMSKÁ, L. und A. ADÁMKOVÁ (2016): Nutritional and sensory quality of edible insects. In: *NFS Journal* 4: 22-26.
- KRÖGER, R., J. KONERDING und L. THEUVSEN (2016): Identifikation von Einflussfaktoren auf die Nutzung von Güllefeststoffen als Gärsubstrat in Biogasanlagen. In: *German Journal of Agricultural Economics* 65 (2): 112-131.
- LÄHTEENMÄKI-UUTELA, A., N. GRMELOVÁ, L. HÉNAULT-ETHIER, M. DESCHAMPS, G.W. VANDENBERG, A. ZHAO, Y. ZHANG, B. YANG und V. NEMANE (2017): Insects as Food and Feed: Laws of the European Union, United States, Canada, Mexico, Australia, and China. In: *European Food and Feed Law Review* 12 (1): 22-36.
- LIAO, Q., J.P. SHIM und X. LUO (2004): Student acceptance of web-based learning environment: An empirical investigation of an undergraduate IS course. In: *Proceedings of the 10th Americas Conference on Information Systems*: 3092-3098.
- LONG, T.B., V. BLOK und I. CONINX (2016): Barriers at the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy. In: *Journal of Cleaner Production* 112 (1): 9-21.
- MAHAMOOD, A.F., R. MOHAMMED, M.K. AHMAD, A.H. RIDZUAN, M.R. HAMZAH, S. ABDULLAH und H.A. SHAFFRIL (2016): Applying Diffusion of Innovation Theory and Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) on Farmers' Use of Communication Technology, in: *Journal of Human Development and Communication* 5: 27-40.
- MAKKAR, H.P.S., G. TRAN, V. HEUZÉ und P. ANKERS (2014): State-of-the-art on use of insects as animal feed. In: *Animal Feed Science and Technology* 197: 1-33.
- NITZL, C. (2010): *Eine anwenderorientierte Einführung in die Partial Least Square (PLS)-Methode*. Universität Hamburg. Arbeitspapier Nr.21. Hamburg. In: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2097324.
- PINOTTI, L., C. GIROMINI, M. OTTOBONI, M. TRETOLA und D. MARCHIS (2019): Review: Insects and former foodstuff for upgrading food waste biomasses/streams to feed ingredients for farm animals. In: *0 (0)*: 1-11.

- PISTRICH, K., S. WENDTNER und H. JANETSCHKE (2014): Versorgung Österreichs mit pflanzlichem Eiweiß – Fokus Sojakomplex. In: Bundesanstalt für Agrarwirtschaft (Hrsg.): Schriftenreihe 107 der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft.
- RINGLE, C.M., S. WENDE und J.M. BECKER (2015): SmartPLS (3) [computer software]. 794 Boeningstedt: SmartPLS GmbH. In: <http://www.smartpls.com>
- SÁNCHEZ-MUROS, M., F.G. BARROSO und F. MANZANO-AGUGLIARO (2014): Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. In: *Journal of Cleaner Production* 65: 16-27.
- STOCKINGER, B. und R. SCHÄTZL (2012): Können wir uns selbst mit Eiweißfuttermitteln versorgen? In: https://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Fachartikel/Fachartikel_Eiwei%C3%9Fversorgung-WEB.pdf.
- STONE, M. (1974): Cross-Validatory Choice and Assessment of Statistical Predictions. In: *Journal of the Royal Society. Series B (Methodological)* 36 (2): 111-147.
- TROZZO, K.E., J.F. MUNSELL und J.L. CHAMBERLAIN (2014): Landowner interest in multifunctional agroforestry riparian buffers. In: *Agroforestry Systems* 88: 619-629.
- VAN HUIS, A., J. VAN ITTERBEECK, H. KLUNDER, E. MERTENS, A. HALLORAN, G. MUIR und P. VANTOMME (2013): Edible Insects: future prospects for food and feed security. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations (Hrsg.)). In: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>.
- VAN RAJI, E.M. und J.J.L. SCHEPERS: (2008): The acceptance and use of a virtual learning environment in China. In: *Computers & Education* 50 (3): 838-852.
- VELDKAMP, T. und G. BOSCH (2015): Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. In: *Animal Frontiers* 5 (2): 45-50.
- VELDKAMP, T., G. van DUINKEREN, A. VAN HUIS, C.M.M. IAKEMOND, E. OTTEVANGER, G. Bosch und M.A.J.S. VAN BOEKEL (2012): Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - a feasibility study. In: Wageningen UR Livestock Research (Hrsg.): Gutachten 638. In: http://www.wageningenur.nl/upload_mm/2/8/0/f26765b9-98b2-49a7-ae43-5251c5b694f6_234247%5B1%5D.
- VELTEN, S., C. NEUMANN, M. BLEYER, E. GRUBER-DUJARDIN, M. HANUSZEWSKA, B. PRZYBYLSKA-GORNOWICZ und F. LIEBERT (2018): Effects of 50 Percent Substitution of Soybean Meal by Alternative Proteins from *Hermetia illucens* or *Spirulina platensis* in Meat-Type Chicken Diets with Graded Amino Acid Supply. In: *Open Journal of Animal Science* 8: 119-136.
- VENKATESH, V., M.G. MORRIS und F.D. DAVIS (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. In: *MIS Quarterly* 27 (3): 425-478.
- VENKATESH, V., J.Y.L. THONG und X. XU (2012): Consumers Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. In: *MIS Quarterly* 36 (1): 157-178.
- VENKATESH, V., J.Y.L. THONG und X. XU (2016): Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: A Synthesis and the Road Ahead. In: *Journal of the Association for Information Systems* 17 (5): 328-376.
- VENUS, T.J., D. Drabik und J. Wesseler (2018): The role of a German multi-stakeholder standard for livestock products derived from non-GMO feed. In: *Food Policy* 78: 58-67.
- VERBEKE, W., T. SPRANGHERS, P. DE CLERCQ, S. DE SMET, B. SAS und M. EECKHOUT (2015): Insects in animal feed: Acceptance and its determinants among farmers, agriculture sector stakeholders and citizens, in: *Animal Feed Science and Technology* 204: 72-87.
- WELLNER, M. und L. THEUVSEN (2018): Community Supported Agriculture – Determinanten der Teilnahmebereitschaft deutscher Landwirte. 58. Gewisola-Jahrestagung, 1214. September 2018. Kiel.
- WORKMAN, M. (2014): New media and the changing face of information technology use: The importance of task pursuit, social influence, and experience. In: *Computers in Human Behavior* 31: 111-117.