



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.*

EMPIRISCHE ANALYSE DER EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE DIGITALISIERUNG DER MILCHVIEHHALTUNG

Carina Grothkopf und Holger Schulze

holger.schulze@fh-kiel.de

Fachhochschule Kiel, Hochschule für Angewandte Wissenschaften,
Fachbereich Agrarwirtschaft, Osterrönfeld



2021

***Vortrag anlässlich der 61. Jahrestagung der GEWISOLA
(Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.)
„Transformationsprozesse im Agrar- und Ernährungssystem:
Herausforderungen für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften,
22. bis 24. September 2021***

Copyright 2021 by authors. All rights reserved. Readers may make verbatim copies of this document for non-commercial purposes by any means, provided that this copyright notice appears on all such copies.

EMPIRISCHE ANALYSE DER EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE DIGITALISIERUNG DER MILCHVIEHHALTUNG

Carina Grothkopf und Holger Schulze¹

Zusammenfassung

Digitalen Technologien bieten für milchviehhaltende Betriebe eine Vielzahl von betrieblichen und tierwohlbezogenen Vorteilen. Trotz des Megatrends „Digitalisierung“ ist die Ausstattung mit digitalen Technologien in den Milchviehbetrieben jedoch sehr unterschiedlich ausgeprägt. Die Intention der Landwirte*innen diese Technologien zu nutzen wird von vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst. Dabei spielen u.a. Faktoren, wie der erwartete Aufwand, die erwarteten Leistungen, das Kosten-Nutzen-Verhältnis, erleichternde Rahmenbedingungen, der soziale Einfluss und Gewohnheiten eine Rolle. Doch welche Einflussfaktoren sind am relevantesten, um die unterschiedliche Ausprägung der Digitalisierung in milchviehhaltenden Betrieben zu erklären?

Um diese Forschungsfrage zu beantworten, wurden im Oktober und November 2020 156 Landwirte*innen in Norddeutschland zur Nutzung von digitalen Technologien befragt. Bei der Stichprobe handelt es sich um größere (Ø 267 Milchkühe) und zukunftsorientiertere Milchviehbetriebe (nur 9,6% der befragten Betriebe laufen aus oder haben sich noch nicht mit der Hofnachfolge auseinandergesetzt). Im vorliegenden Beitrag werden die Faktoren, die die Intention der Landwirte*innen zur Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung beeinflussen, mittels einer Faktoren- und einer linearen multiplen Regressionsanalyse ermittelt. Die „Unified theory of acceptance and use of technology“ von VENKATESH et al. (2012) wurde dabei als Grundlage für das verwendete Forschungsmodell genutzt. Die Ergebnisse zeigen, dass das oberste Ziel der Hersteller sein sollte, leicht bedienbare Technologien mit einem guten Kosten-Nutzen-Verhältnis anzubieten. Darüber hinaus haben, im Gegensatz zu den bisherigen Studien, die Faktoren „Habit“ und „Mastery-approach goals“ einen signifikanten Einfluss auf die Intention der Landwirte. Das Konstrukt „Habit“, also die früheren Erfahrungen und Gewohnheiten in Verbindung mit Technologien für die Milchviehhaltung, hat den größten Einfluss auf die Intention der Landwirte. D.h. Landwirte*innen, für die die Nutzung selbstverständlich geworden ist und ein Betrieb ohne den Einsatz von Technologien unvorstellbar ist, haben eine höhere Intention, die Technologien zu nutzen. Dies verdeutlicht, dass Hersteller Technologien anbieten sollten, die einen praxisorientierten Umgang und gute Erfahrungen mit der Technologie sicherstellen. Zudem hat das angepasste Forschungsmodell einen sehr guten Erklärungsgehalt und kommt dem Wert aus der Originalquelle von VENKATESH et al. (2012) sehr nahe.

Des Weiteren wird deutlich, dass sich die Investitionsabsichten der Betriebe in spezifische Milchviehtechnologien stark unterscheiden. So wird unter anderem ein differenzierter Marktausblick für die Praxis ermöglicht.

Keywords

Milchviehhaltung, Nutzung digitaler Technologien, Adoption, UTAUT2

1 Einleitung

Wird über Trends und Technologien in der Zukunft gesprochen, tritt früher oder später der Begriff „Digitalisierung“ auf. Die Digitalisierung findet seit Jahren weltweit im fortschreitenden Maße in allen Lebensbereichen und nahezu in jeder Branche statt. Ihr werden dabei verschiedene Bereiche zugeordnet: Automation, Robotik, Sensorik, Künstliche Intelligenz, Big Data und anderes mehr (BMEL, 2018).

Mit steigender Nutzung von digitalen Technologien im Agrarsektor verändern sich die

¹ Fachhochschule Kiel, Fachbereich Agrarwirtschaft, Osterrönhof, holger.schulze@fh-kiel.de

Produktionsprozesse und die Anforderungen an den/die Betriebsleiter*in. Auf Milchviehbetrieben stellen Automatische Melksysteme (AMS), Messeinrichtungen zur Milchhaltsstoffbestimmung oder sensorgestützte Aktivitätsmessungen einzeltierspezifische Daten bereit und leisten damit unter anderem einen wesentlichen Beitrag zum Tierwohl (BMEL, 2016).

Die Milchviehhaltung besitzt eine Vorreiterrolle bei der Digitalisierung von Stallanlagen. Es existieren bereits viele einzeltierspezifische Anwendungen, die oftmals in einem Herdenmanagementsystem verarbeitet werden. Automatische Melksysteme (AMS) sind seit ca. 30 Jahren am Markt etabliert und mit vollautonomen Melkkarussellen verschiedener Anbieter hochgradig entwickelt. Neben der täglichen Arbeit rund um das Melken nimmt die Fütterung der Tiere viel Zeit in Anspruch. Somit gibt es auch hier Möglichkeiten, die Fütterung mithilfe von voll- oder teilautomatisierten Fütterungssystemen zeitsparender und flexibler zu gestalten. Bei den Fütterungssystemen ist noch etwas Spielraum für eine weitere Entwicklung. Seit über 10 Jahren befinden sich vollautonome Geräte bei verschiedenen Herstellern in der Entwicklung. Ein kombiniertes Gerät für Futterentnahme, -transport und -vorlage muss bei freier Fahrt auf dem Hof allerdings höchsten Sicherheitsanforderungen genügen. Aus diesem Grund gibt es derzeit in Deutschland noch kein autonom fahrendes Gerät mit den drei genannten Funktionen am Markt (HAIDN, 2018; HARMS, 2017).

Im Bereich der Sensoren gibt es schon viele verschiedene Techniken zur Entscheidungsunterstützung. Besonders die Entwicklung von der Anbinde- bis hin zur Laufstallhaltung hat den Einsatz und die Verbreitung von Einzeltieridentifikationssystemen stetig vorangetrieben. Anfangs wurden die Systeme lediglich bei der einzeltierindividuellen Kraftfutterzuteilung an Abrufstationen und bei der Erfassung der Milchmenge eingesetzt. Die jüngsten Systeme sind hier die Live-Ortungssysteme, um z.B. Melkverweigerer oder zur Besamung anstehende Kühe zu identifizieren (KTBL, 2020; JUNGBLUTH et al., 2017).

Im Zusammenhang mit automatischen Melksystemen werden von den jeweiligen Herstellern zunehmend Sensoren verbaut, die die Milchbeschaffenheit und -qualität erfassen und u.a. ein optimiertes Fruchtbarkeits- und Gesundheitsmanagement ermöglichen. Besonders die Mastitiserkennung steht hier im Vordergrund. Im Allgemeinen ist das Gesundheitsmonitoring auch Ziel vieler Forschungsaktivitäten (JUNGBLUTH et al., 2017).

Im Zuge des bestehenden Transformationsprozesses in der Landwirtschaft, ist es unternehmerisch bedeutend, dem Entwicklungs- und Wachstumsdruck in der Zukunft standzuhalten und in aktuelle, innovative Technologien zu investieren. Mit dieser Entwicklung gehen aber auch neue Herausforderungen bezüglich der Technologienutzung für die Betriebe einher. Ziel der Arbeit ist es, die Barrieren und Einflussfaktoren zur Nutzung der digitalen Technologien für die Milchviehhaltung zu identifizieren. Bisherige Forschungen zur Adoption und Akzeptanz unterschiedlicher Technologien beziehen sich auf andere Bereiche in der Landwirtschaft, wie beispielsweise den Einsatz von Drohnen (MICHELS et al., 2020). Für die deutsche und internationale Milchviehhaltung existieren bisher keine Studien in diesem Forschungsfeld. Zudem wird es um die Frage gehen, welche Technologien aktuell genutzt werden, in welche die Betriebsleiter*innen in Zukunft investieren werden und woran kein Interesse besteht. Darauf aufbauend können Handlungsempfehlungen für die Industrie (u.a. für die Verkaufsförderung oder Produktentwicklungsprozesse) abgeleitet werden.

2 Material und Methoden

2.1 Forschungsmodell

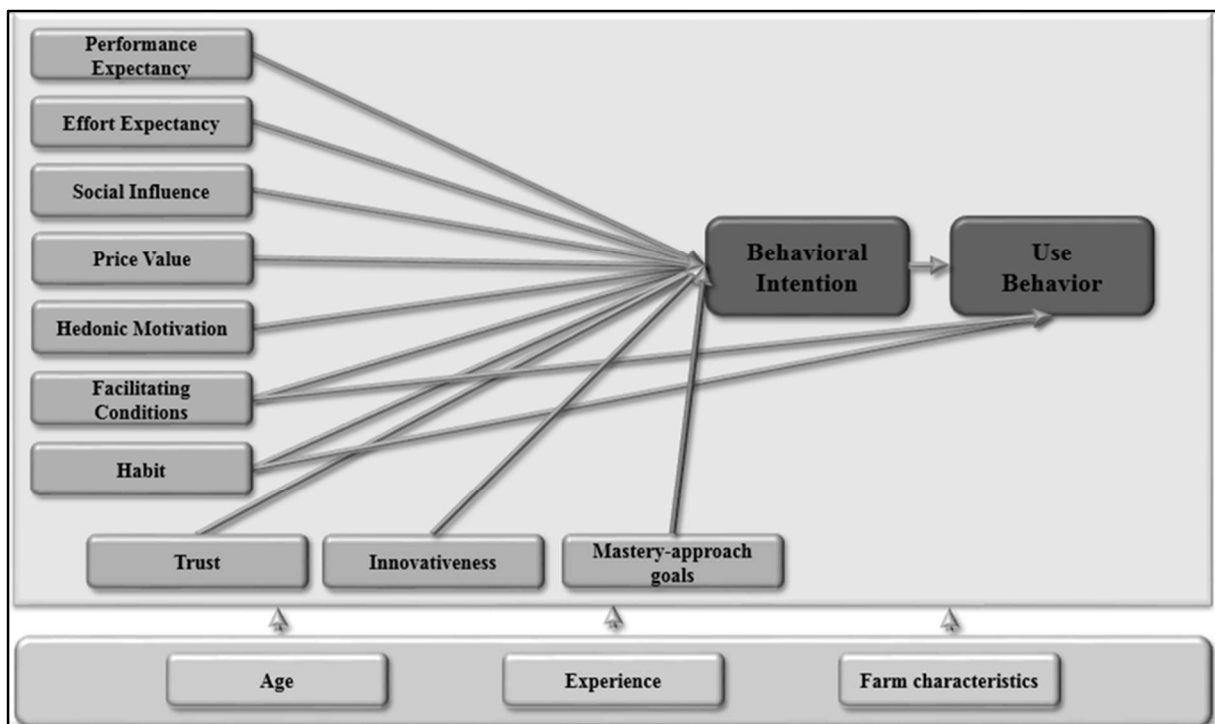
In der Forschung werden viele verschiedene Theorien verwendet, um die Implementierung von neuen Technologien zu analysieren. Dabei ist das „Technology Acceptance Model“ (TAM) von Davis eines der bekanntesten Modelle (DAVIS, 1989). Das TAM stellt eine bekannte und wichtige Modifikation der „Theory of Planned Behavior“ und der „Theory of Reasoned Action“ dar

(FISHBEIN und AJZEN, 1975; AJZEN, 1991). Es zielt darauf ab, die Akzeptanz und Nutzung von Informationssystemen zu erklären und vorherzusagen. Das TAM wurde im Laufe der Zeit mehrmals überarbeitet und letztendlich von VENKATESH et al. (2003) zu der „Unified theory of acceptance and use of technology“ (UTAUT) weiterentwickelt. Die UTAUT unterstellt, dass Verhaltensintentionen und -absichten durch vier Schlüsselkonstrukte bestimmt werden: Performance Expectancy, Effort Expectancy, Social Influence and Facilitating Conditions. Durch die Ergänzung von drei weiteren Konstrukten (Hedonic Motivation, Price Value und Habit) wurde die UTAUT später in die UTAUT2 erweitert. Das UTAUT2-Modell umfasst somit sieben Konstrukte. Es wird zusätzlich angenommen, dass individuelle Unterschiede, wie Alter, Geschlecht und Erfahrung, die Auswirkungen der oben genannten Konstrukte auf die Verhaltensabsicht und den Technologieeinsatz beeinflussen (VENKATESH et al., 2012).

Die Theorie wurde anschließend nochmals weiterentwickelt und um verschiedene Konstrukte (z.B. Voluntariness of Use) ergänzt oder gekürzt (MARUPING et al., 2016).

Für die vorliegende Befragung wurden die von VENKATESH et al. (2003, 2012) vorgeschlagenen Items an den landwirtschaftlichen Kontext angepasst und die Konstrukte Trust, Innovativeness und Mastery-approach goals einbezogen. Dieser Erweiterung liegen verschiedene Studien aus der Landwirtschaft (BEZA et al., 2018; ROSE et al., 2016) und aus der Branche der Online-Dienstleistungen (CHO, 2006) zugrunde. In der folgenden Abbildung ist das verwendete Forschungsmodell dargestellt.

Abbildung 1: Forschungsmodell



Quelle: Eigene Darstellung

Das Konstrukt Performance Expectancy beschreibt dabei das Ausmaß der Benutzervorteile, die der Einsatz einer Technologie erbringt (VENKATESH et al., 2012). Im Originalmodell stellte VENKATESH et al. (2003) fest, dass die Leistungserwartung der stärkste Faktor für die Intention zur Nutzung ist. Die Effort Expectancy ist der Grad der Leichtigkeit, der mit der Nutzung der Technologie durch die Landwirte verbunden ist. Der Social Influence gibt das Ausmaß an, in dem die Landwirte wahrnehmen, dass wichtige Personen im Umfeld (z.B. Berufskollegen oder Mitarbeiter) der Meinung sind, dass sie eine bestimmte Technologie einsetzen sollten. Das Konstrukt Facilitating Conditions bezieht sich auf die Vorstellung der Landwirte, inwieweit die technische Infrastruktur vorhanden ist, die ihnen dabei hilft, die Technologie bei Bedarf zu

nutzen. Hedonic Motivation wird als der Spaß oder die Freude definiert, die aufgrund der Nutzung einer Technologie (z.B. Technologien für die Milchviehhaltung) entsteht. Price Value ist der kognitive Kompromiss zwischen dem wahrgenommenen Nutzen der Technologienutzung und den monetären Kosten der Investition und Nutzung dieser Technologie (das Kosten-Nutzen-Verhältnis). Das Konstrukt Habit spiegelt die vielfältigen Ergebnisse früherer Erfahrungen und Gewohnheiten wider (VENKATESH et al., 2012).

Innovativeness wird als der Grad der Aufgeschlossenheit und Akzeptanz der Landwirte gegenüber neuen Technologien beschrieben. Das Konstrukt Trust spiegelt die Einschätzung der Landwirte bezüglich der Vertrauenswürdigkeit gegenüber den Technologien für die Milchviehhaltung wider. Mit dem Konstrukt Mastery-approach goals wird das Streben nach Verbesserung dargestellt. Neue Technologien werden mit dem Ziel, die landwirtschaftliche Produktion zu verbessern, eingeführt. Infolgedessen werden die Technologien verwendet, um sich neue Fähigkeiten und Kenntnisse anzueignen (BEZA et al., 2018).

Das UTAUT-Modell wurde bereits in vielen Studien angewandt. Diese Forschungen untersuchen ein breites Spektrum von Technologien in verschiedenen Branchen und Ländern. In den aktuelleren Studien fällt auf, dass der beeinflussende Faktor „Technologie-Leistung“ generell einen Einfluss auf das Verhalten der Probanden hat. Auch die betrieblichen Faktoren (z.B. die Betriebsgröße in Hektar) verzeichnen in den neueren Studien aus der Branche der Landwirtschaft durchgängig einen Einfluss (BALOGH et al., 2020; MICHELS et al., 2020; RÜBCKE VON VELTHEIM et al., 2020; SHANG et al., 2020; ABENI et al., 2019; BARNES et al., 2019; BEZA et al., 2018). Allerdings wurden bisher keine empirischen Analysen durchgeführt, welche die Einflussfaktoren der Nutzung der digitalen Technologien für die Milchviehhaltung untersuchen.

2.2 Analyseverfahren

Für den vorliegenden Beitrag wurden im Oktober und November 2020 156 Milchviehhalter anhand eines standardisierten Fragebogens persönlich (64%), telefonisch (26,8%) und online (9,2%) zur Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung befragt. Der persönliche Kontakt war aufgrund der Corona-Pandemie eingeschränkt. Daher wurde auf andere Befragungsmethoden ausgewichen. Die Analyse der Daten zeigte, dass die Erhebungsmethode keinen Einfluss auf die Ergebnisse hat. Neben nominal und ordinal skalierten Fragen zur Erhebung der soziodemografischen Daten wurden die Einstellungen der Befragten mittels fünfstufiger Likert-Skalen von 5 = „stimme voll und ganz zu“ bis 1 = „lehne voll und ganz ab“ abgefragt. Der Entwicklung der einzelnen Items liegt das von VENKATESH et al. (2003, 2012) formulierte und angepasste UTAUT2-Modell (siehe Abbildung 1) zu Grunde.

Die Datenanalysen erfolgten mit Hilfe der Statistik-Programme IBM SPSS Statistics 26 und Microsoft Excel 365. Im ersten Schritt wurde eine deskriptive Analyse der Daten vorgenommen, um einen ersten Überblick über den Datensatz zu erhalten. Des Weiteren wurde eine rotierende Faktorenanalyse durchgeführt, um das Ziel einer Dimensionsreduktion zu erreichen. Als Extraktionsmethode wurde die Maximum Likelihood mit Varimaxrotation gewählt. Zur Qualitätsüberprüfung dienen das Kaiser-Meyer-Olkin Kriterium ($KMO \geq 0,5$), der Bartlett-Test auf Sphärizität sowie eine Reliabilitätsanalyse (Cronbachs Alpha $\alpha \geq 0,5$). Zudem erfolgte ein Ausschluss der Variablen, sobald die Faktorladung (FL) von 0,4 unterschritten wurde (KRÜGER et al. 2016: 84ff).

Im nächsten Schritt wurde überprüft, inwiefern die gebildeten acht Faktoren Einfluss auf das Intentions- und Nutzungsverhalten der befragten Landwirte bezüglich der Technologien für die Milchviehhaltung haben. Mittels einer linearen multiplen Regression wurde neben den Faktoren der Einfluss von weiteren unabhängigen Variablen auf die abhängige Variable (Behavioral Intention) überprüft. Die abhängige Variable „Behavioral Intention“ gibt dabei an, inwieweit eine Intention zur Nutzung der Technologien in Zukunft besteht. Die Prüfung der Gütekriterien der Regressionsanalyse erfolgte anhand der Durbin-Watson-Statistik (zwischen 1-3 (optimal: nahe 2)), des Konditionsindex (<30) und der VIF-Werte (<5) (KELLER, 2016).

3 Ergebnisse der empirischen Studie

3.1 Stichprobenbeschreibung

Die Stichprobe beinhaltet Angaben von 156 landwirtschaftlichen Unternehmen. Es wurden hauptsächlich Betriebsleiter (68,31%) und Hofnachfolger (27,5%) befragt. Die Befragungsteilnehmer sind zwischen 21 und 65 Jahren alt und das durchschnittliche Alter der Probanden beträgt 38,2 Jahre (Median: 37). 66% der Probanden haben eine gesicherte Hofnachfolge. Bei den übrigen 34% handelt es sich allerdings nicht um Betriebsaufgaben. Denn nur 9,6% der befragten Betriebe laufen aus oder haben sich mit der Hofnachfolge noch nicht auseinandergesetzt. 24% geben an, eine ungesicherte Hofnachfolge zu haben. Dies ist unter anderem auf die jungen Betriebsleiter zurückzuführen. Die Betriebsstandorte liegen zum größten Teil in Schleswig-Holstein (67,6%) und Niedersachsen (24,7%). Im Mittel bewirtschaften die befragten Landwirte 256,7 Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche (Median: 170) und halten 267 Milchkühe (inklusive Trockensteher). Der bundesdeutsche Durchschnitt der Betriebsgrößen liegt bei 72 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche und 63 gehaltenen Milchkühen. Dabei ist die Anzahl der gehaltenen Kühe pro Betrieb in Deutschland von einer starken Volatilität geprägt. Die Spannweite reicht von weniger als 10 bis mehr als 1.000 Kühen pro Betrieb (JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT, 2018).

Die Stichprobe ist als nicht repräsentativ für Deutschland oder Schleswig-Holstein zu betrachten, da diese nicht die die strukturellen Unterschiede der milchviehhaltenden Betriebe widerspiegelt. Allerdings repräsentiert die vorliegende Stichprobe größere und zukunftsorientiertere Milchviehbetriebe. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Teilnehmer- und Betriebscharakteristika.

Tabelle 1: Stichprobenbeschreibung

Geschlecht		Betriebsgröße (landwirt. Nutzfläche inkl. Grünland)	
Anteil männliche Teilnehmer	86,6%	≤100 ha	18,6%
Anteil weibliche Teilnehmer	13,4%	101-200 ha	44,9%
Altersklassen		201-300 ha	21,2%
20 bis 29 Jahre	35,3%	≥301 ha	15,4%
30 bis 39 Jahre	19,9%	Anzahl der Milchkühe (inkl. Trockensteher)	
40 bis 49 Jahre	20,5%	≤100 Milchkühe	17,3%
50 bis 59 Jahre	20,5%	101-200 Milchkühe	41,0%
60 bis 69 Jahre	3,8%	201-300 Milchkühe	16,7%
Berufsausbildung		≥301 Milchkühe	25,0%
Landwirtschaftliche Lehre	9,9%	Anzahl Arbeitskräfte (incl. Familien Arbeitskräfte)	
Staatlich geprüfter Agrarbetriebswirt/ Wirtschaftler	47,9%	0,1-1,0 AK	0,6%
Landwirtschaftlicher Meister	18,3%	1,1-2,0 AK	14,7%
Landwirtschaftlicher Hochschulabschluss	22,5%	2,1-3,0 AK	25,6%
Anderer Abschluss	1,4%	3,1-4,0 AK	19,2%
Bundesland		≥4,1 AK	39,7%
Schleswig-Holstein	67,6%	Funktion im Betrieb	
Niedersachsen	24,7%	Betriebsleiter	68,3%
Sonstige	7,7%	Hofnachfolger	27,5%

Quelle: eigene Darstellung

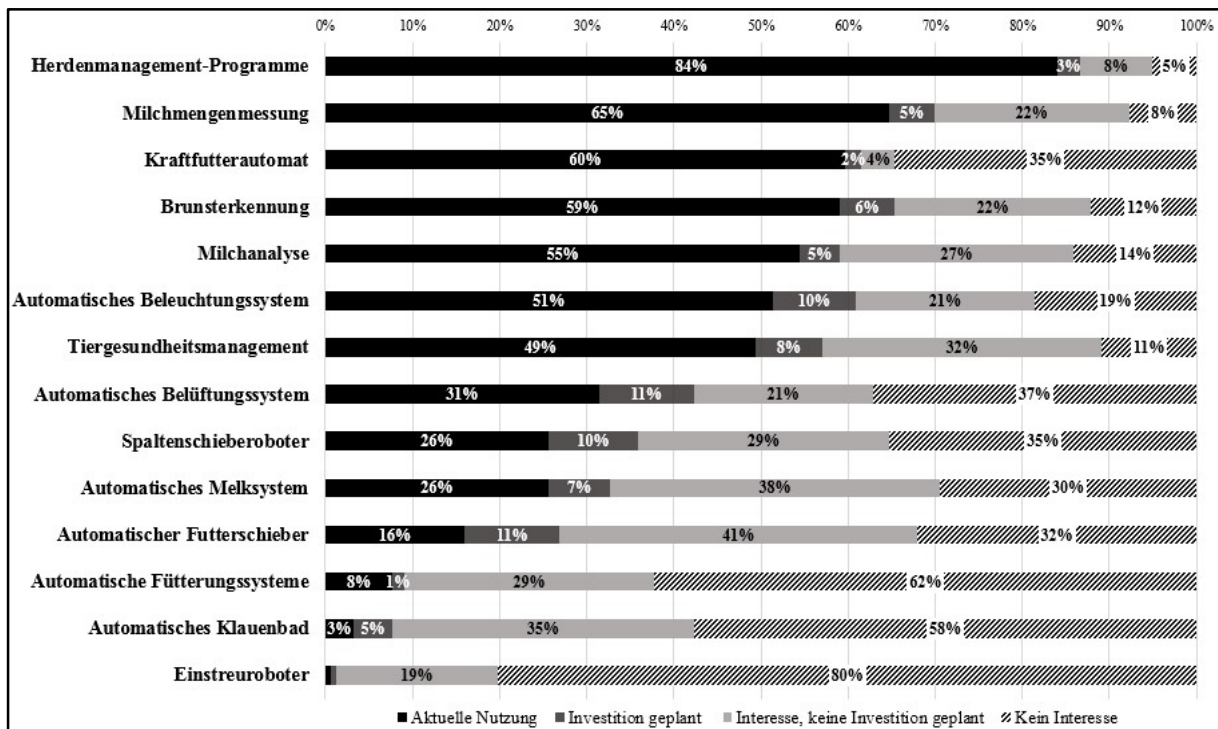
3.2 Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung

Die Technologieabfrage der vorhandenen Technologien für die Milchviehhaltung auf den befragten Betrieben ist für eine bessere Übersicht in der Abbildung 2 nach der Nutzungshäufigkeit geordnet.

Auf rund 84% der landwirtschaftlichen Betriebe werden bereits Herdenmanagement-Programme eingesetzt. Danach folgen die Technologien Milchmengenmessung (65%), Kraftfut-
terautomat (60%) und Brunsterkennung (59%). Es besteht zudem bei über 30% der befragten Betriebe ein hohes Interesse weitere Technologien zu implementieren, wie z.B. automatische Futterschieber, AMS, automatische Klauenbäder und Tiergesundheitsmanagementsysteme.

Das größte Desinteresse besteht an Einstreurobotern und an automatischen Fütterungssystemen. 69% der befragten Landwirte gaben an, dass die hohen Investitionskosten der Hauptgrund sind, warum nicht mehr Technologien angeschafft wurden.

Abbildung 2: Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung (n=156)



Quelle: Eigene Darstellung

3.3 Faktorenanalyse

Tabelle 2 präsentiert die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse. Alle abgeleiteten Variablen aus dem oben genannten UTAUT 2-Modell, die die Einstellung gegenüber den Technologien für die Milchviehhaltung darstellen, wurden in die Analyse eingeschlossen. Nach dem alle Doppelladungen über 0,4 entfernt wurden, konnten aus den 28 Variablen insgesamt acht Faktoren gebildet werden. Die Qualitätskriterien der Faktorenanalyse werden allesamt erfüllt. Das Maß der Stichprobeneignung nach KMO ist mit 0,833 als sehr gut zu bezeichnen. Auch der Bartlett-Test auf Sphärizität ist höchst signifikant. Die erklärte Gesamtvarianz liegt bei 56,323%. Die Cronbach's Alpha Werte ($C\alpha$) der Faktoren betragen zwischen 0,856 und 0,544 und entsprechen damit ausnahmslos dem in der Literatur empfohlenen Mindestwert von 0,5 (BROSIUS, 2011).

In der Faktorenanalyse konnten sieben der zehn Konstrukte aus dem aufgestellten Forschungsmodell (siehe Abbildung 1) gebildet werden. Die Statements zu den Konstrukten Facilitating Conditions, Trust und Hedonic Motivation erbrachten nicht die geforderten Gütekriterien oder besaßen eine zu geringe Faktorladung. Stattdessen konnte der Faktor Technical Affinity (Faktor 4) neu gebildet werden. Dieser Faktor beschreibt die Innovativität, Affinität gegenüber Technologien und das Interesse an Technik. Die anderen Faktoren wurden bereits im Vorfeld erläutert (siehe Kapitel 2.1). Die Einstellung der Landwirte gegenüber den Leistungen der Technologien (Faktor 1) ist als sehr positiv zu betrachten. Bei fünf von sechs Statements wird eine Zustimmung um die 90% verzeichnet. Ebenfalls positiv fällt die Zustimmung bei Aussagen über das Erlernen des Umganges mit den Technologien, dem Verlangen den Umgang zu verstehen und der Selbstverständlichkeit, die Technologien zu nutzen, aus. Die Einstellung gegenüber der Digitalisierung ist als sehr gut zu bezeichnen. Dem Statement: „Ich stehe der Digitalisierung offen gegenüber und sehe etwas Positives in ihr“ stimmen rund 87% der Befragten zu.

Die Zustimmung, dass die Technologien für die Milchviehhaltung ein gutes Preis-Leistungs-verhältnis haben, fällt hingegen am geringsten aus. Des Weiteren beschreibt sich der größte Teil der Befragten als weniger innovativ und experimentierfreudig als andere Landwirte*innen.

Tabelle 2: Ergebnisse der Faktorenanalyse

Variablen	MW (SD)	Zustimmung ^b	FL
Faktor 1: Performance Expectancy (CA=0,856; V=12,12%)^a			
Technologien für die Milchviehhaltung erhöhen meine Produktivität.	4,50 (0,73)	89,10%	0,801
Technologien für die Milchviehhaltung helfen mir dabei, meine Aufgaben im Betrieb schneller zu erledigen.	4,50 (0,68)	90,38%	0,706
Technologien für die Milchviehhaltung verbessern die Qualität der Arbeitsabläufe und dem Management.	4,38 (0,79)	87,83%	0,643
Technologien für die Milchviehhaltung empfinde ich als nützlich für meinen Betrieb.	4,54 (0,70)	93,59%	0,595
Technologien für die Milchviehhaltung erhöhen meine Chance, wichtige betriebliche Ziele zu erreichen.	4,43 (0,75)	87,82%	0,555
Technologien für die Milchviehhaltung sorgen für eine höhere Flexibilität in meinem Betrieb.	4,03 (0,95)	66,03%	0,477
Faktor 2: Habit (CA=0,825; V=9,29 %) ^a			
Die Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung ist für mich selbstverständlich geworden.	4,08 (0,99)	76,28%	0,751
Die Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung ist für mich zur Gewohnheit geworden.	4,12 (1,02)	76,28%	0,736
Ich kann mir meinen Betrieb, ohne Technologien für die Milchviehhaltung zu nutzen, nicht mehr vorstellen.	3,91 (1,14)	71,15%	0,628
Ich bin erfahren in der Nutzung von neuen Technologien in der Milchviehhaltung.	3,36 (1,00)	44,23%	0,516
Faktor 3: Effort Expectancy (CA=0,793; V=8,78%)^a			
Es ist einfach für mich zu erlernen, wie Technologien für die Milchviehhaltung genutzt werden.	3,74 (0,89)	64,74%	0,684
Es fällt mir leicht, fachkundig mit Technologien für die Milchviehhaltung zu werden.	3,76 (0,88)	63,46%	0,677
Ich finde, Technologien für die Milchviehhaltung sind einfach zu bedienen.	3,41 (0,74)	40,38%	0,614
Der Umgang mit Technologien für die Milchviehhaltung ist klar und verständlich.	3,54 (0,83)	49,36%	0,593
Die Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung bringt Spaß.	3,96 (0,80)	71,15%	0,470
Faktor 4: Technical Affinity (CA=0,729; V=6,71%)^a			
Ich bin der Lage, auftretende Fehlermeldungen und technische Probleme auf meinen Geräten einzuordnen und selbst zu beheben.	3,35 (1,00)	44,87%	0,803
Ich bin sehr technikinteressiert.	3,47 (0,97)	46,79%	0,707
Ich bin in meinem sozialen und familiären Umfeld einer der ersten, der neue Produkte ausprobiert.	3,05 (1,06)	32,05%	0,493
Faktor 5: Price Value (CA=0,705; V=5,09%)^a			
Technologien für die Milchviehhaltung haben ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis	3,07 (0,91)	28,85%	0,764
Technologien für die Milchviehhaltung sind preiswert.	2,36 (0,99)	7,05%	0,687
Faktor 6: Mastery-approach goals (CA=0,688; V=4,88%)^a			
Für mich ist es wichtig, den Umgang mit Technologien für die Milchviehhaltung vollständig zu verstehen.	4,36 (0,75)	87,82%	0,574
Ich stehe der Digitalisierung offen gegenüber und sehe etwas Positives in ihr.	4,34 (0,78)	86,54%	0,560
Ich möchte so viel wie möglich über Technologien für die Milchviehhaltung lernen	3,61 (0,90)	57,69%	0,401
Faktor 7: Social Influence (CA=0,608; V=4,83%)^a			
Berufskollegen, deren Meinung ich schätze, bevorzugen die Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung.	3,95 (0,76)	73,72%	0,590
Personen, die in meinem Betrieb mitwirken, denken, dass ich Technologien für die Milchviehhaltung nutzen sollte.	3,77 (1,01)	59,62%	0,566
Berufskollegen, die mir wichtig sind, denken, dass ich Technologien für die Milchviehhaltung nutzen sollte.	3,56 (1,06)	50,64%	0,486
Faktor 8: Innovativeness (CA=0,544; V=4,63%)^a			
Wenn ich von einer neuen Technologie für die Milchviehhaltung höre, würde ich nach Möglichkeiten suchen, damit zu experimentieren.	2,76 (0,99)	23,08%	0,603
Unter meinen Kollegen bin ich normalerweise der erste, der neue Geräte und Technologien ausprobiert.	2,65 (1,05)	19,87%	0,519

MW=Mittelwert; SD=Standardabweichung; FL=Faktorladung; CA=Cronbachs Alpha; V=Anteil an der Gesamtvarianz; ^a= Mittelwerte mit einer Skala von 1 „Lehne voll und ganz ab“ bis 5 „Stimme voll und ganz zu“; ^b=Prozentsumme der Antwortmöglichkeiten Skalenwerte 4 und 5

Quelle: eigene Berechnungen

3.4 Regressionsanalyse

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der linearen multiplen Regressionsanalyse. Als unabhängige Variablen wurden die im vorherigen Kapitel vorgestellten Faktoren sowie betriebsbeschreibende Variablen aufgenommen. Die Regressionsanalyse erfüllt alle im Kapitel 2.2 aufgeführten Gütekriterien. Die Durbin-Watson-Statistik liegt bei 1,993 und ist damit sehr nah am Optimalwert von 2. Der Konditionsindex liegt bei 7,531 und die VIF-Werte unter 1,333. Es wurde zudem eine multiple Regressionsanalyse mit den ausschließlich signifikanten unabhängigen Variablen durchgeführt. Dabei änderten sich die Gütekriterien und die erklärte Gesamtvarianz nur marginal (korr. $R^2=0,737$; Durbin-Watson-Statistik=1,925; Konditionsindex=4,05; VIF-Werte< 1,082).

Tabelle 3: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse – Behavioral Intention

Unabhängige Variablen	Regressionskoeffizient Beta	Signifikanz	Standardfehler	VIF
Performance Expectancy (Faktor 1)	0,217	0,000***	0,29	1,046
Habit (Faktor 2)	0,408	0,000***	0,28	1,030
Effort Expectancy (Faktor 3)	0,113	0,000***	0,28	1,044
Technical Affinity (Faktor 4)	0,007	0,820	0,29	1,082
Price Value (Faktor 5)	0,068	0,021**	0,28	1,057
Mastery-approach goals (Faktor 6)	0,204	0,000***	0,27	1,111
Social Influence (Faktor 7)	0,032	0,238	0,27	1,052
Innovativeness (Faktor 8)	0,043	0,108	0,26	1,034
Anzahl Milchkühe	0,000	0,564	0,000	1,118
Jahre Erfahrung	-0,008	0,008***	0,003	1,212
Neubau in den nächsten 5 Jahren geplant ¹	0,006	0,937	0,071	1,215
Hofnachfolge gesichert ¹	0,065	0,354	0,070	1,111

Abhängige Variable= Behavioral Intention (berechnet aus dem Mittelwert der drei zugehörigen Statements: „Ich werde immer versuchen, Technologien für die Milchviehhaltung täglich in meinem Betriebsalltag zu nutzen“, „Ich plane, Technologien für die Milchviehhaltung weiterhin regelmäßig zu nutzen“ und „Ich beabsichtige, Technologien für die Milchviehhaltung auch in Zukunft weiter zu nutzen“); ¹=Dummy-Variablen; korr. $R^2=0,711$, F-Wert = 26,663, $p = 0,000***$; Signifikanz: $p<0,1^*$, $p<0,05^{**}$, $p<0,01^{***}$, $n=126$

Quelle: Eigene Berechnungen

Die vorliegende Regressionsanalyse ist höchst signifikant und das Modell erklärt 71,1% der Gesamtvarianz. Aufgrund der Höhe des Wertes kann darauf geschlossen werden, dass die untersuchten Faktoren einen großen Anteil der Intention zur Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung erklären.

Von den zwölf Variablen in Tabelle 2 weisen sechs einen signifikanten Einfluss auf die Intention der Landwirte, die Technologien in der Milchviehhaltung zu nutzen, auf (Tabelle 3): Faktor 1: „Performance Expectancy“, Faktor 2: „Habit“, Faktor 3: „Effort Expectancy“, Faktor 5: „Price Value“, Faktor 6: „Mastery-approach goals“ und die „Jahre an Erfahrung in der Milchviehhaltung“. Betriebliche Merkmale haben hingegen keinen Einfluss auf die Intention. Ein positiver Regressionskoeffizient (B) spricht für eine höhere Intention des Landwirts, die Technologien für die Milchviehhaltung zu nutzen. Der wichtigste Faktor dabei ist Faktor 2 „Habit“ mit einem Einfluss von $\text{Exp (B)} = 0,408$. Danach folgen die Faktoren „Performance Expectancy“ ($\text{Exp (B)} = 0,217$), „Mastery-approach goals“ ($\text{Exp (B)} = 0,204$), „Effort Expectancy“ ($\text{Exp (B)} = 0,113$) und „Price Value“ ($\text{Exp (B)} = 0,068$). Die Jahre an Erfahrung, die der Landwirt in der Milchviehhaltung besitzt, haben einen negativen Einfluss auf die Intention zur Nutzung.

Im nächsten Schritt wurde, entsprechend dem Forschungsmodell von VENKATESH et al. (2012), der Einfluss auf das Konstrukt Use Behavior, das tatsächliche Nutzungsverhalten der Technologien, untersucht (siehe Abbildung 1). Als abhängige Variable wurde ein Index gebildet, der erfasst, wie hoch die Anzahl der Technologien auf dem Betrieb ist (siehe Abbildung 2) und wie regelmäßig diese Technologien verwendet werden. Auch dieses statistische Modell ist höchst signifikant. Das Modell erklärt 35,3 % der Gesamtvarianz. Die Durbin-Watson-Statistik liegt

bei 0,827 und unter 1,00. Das Residuendiagramm lässt auf keine Modellverletzungen schließen. Der Konditionsindex liegt bei 24,68 und die VIF-Werte unter 1,937.

Tabelle 4: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse – Use Behavior

Unabhängige Variablen	Regressionskoeffizient Beta	Signifikanz	Standardfehler	VIF
Behavioral Intention	0,378	0,000***	4,139	1,937
Habit (Faktor 2)	0,296	0,003***	2,348	1,806
Anzahl Milchkühe	0,157	0,035**	0,006	1,060
Jahre Erfahrung	0,230	0,004***	0,181	1,170

Abhängige Variable= Use Behavior; korr. $R^2=0,353$, F-Wert = 18,167 $p = 0,000***$; Signifikanz: $p<0,1^*$, $p<0,05^{**}$, $p<0,01^{***}$, $n=127$

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Intention der Landwirte zur Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung (Behavioral Intention) hat den größten Einfluss auf das tatsächliche Nutzungsverhalten. Auch das Konstrukt „Habit“ (Faktor 2) wirkt sich positiv auf die abhängige Variable aus. Zudem haben die Jahre an Erfahrung, die der Landwirt in der Milchviehhaltung besitzt und die Betriebsgröße (Anzahl Milchkühe) in diesem Modell einen signifikant positiven Einfluss auf das Nutzungsverhalten der Landwirte. Da das Konstrukt „Facilitating Conditions“ keinen Faktor in der Faktorenanalyse gebildet hat, wurde der Mittelwert aus den dazugehörigen Statements gebildet und in einer weiteren Regressionsanalyse aufgenommen. Allerdings hat das Konstrukt keinen signifikanten Einfluss auf die Nutzung der Technologien. Daher wird das Ergebnis hier nicht präsentiert.

4 Diskussion und Schlussfolgerungen

Mit der vorliegenden Analyse wurden unter Orientierung am Ansatz von VENKATESH et al. (2012) verschiedene Faktoren analysiert, welche Einfluss auf die Intention der Landwirte zur Nutzung von Technologien für die Milchviehhaltung haben.

Die Regressionsanalyse erklärt insgesamt 71,1% der Gesamtvarianz. Dies zeigt, dass ein großer Anteil der Varianz der Intention von Landwirten, Technologien für die Milchviehhaltung zu nutzen, mit dem vorliegenden Modell erklärt werden kann. Dieser Erklärungsgehalt kommt dem Wert aus der Originalquelle (74%) sehr nahe und bestätigt die Modellpassform. In der Originalquelle weist der Faktor „Performance Expectancy“ den größten signifikanten Einfluss auf die Intention auf, in dieser Studie hat der Faktor den zweitgrößten Einfluss (VENKATESH et al., 2012). Werden ausschließlich die signifikanten Faktoren mit in das Modell aufgenommen, beträgt der Erklärungsgehalt des Modells immer noch 73,7%. Dies verdeutlicht, dass die sechs signifikanten Einflussfaktoren allein einen großen Anteil erklären und die anderen Konstrukte kaum einen Einfluss haben. Dabei haben vor allem die Faktoren „Habit“, „Performance Expectancy“ und „Mastery-approach goals“ den größten Einfluss. Der Einfluss des Faktors „Performance Expectancy“ steht im Einklang mit den Ergebnissen von: BALOGH et al., (2020), MICHELS et al., (2020); RÜBCKE VON VELTHEIM et al., (2020); BEZA et al., (2018). Auch der Einfluss des Faktors „Effort Expectancy“ wurde in bisherigen Studien bestätigt: RÜBCKE VON VELTHEIM et al., (2020); BEZA et al., (2018); LIMA et al., (2018). Die Faktoren „Habit“ und „Mastery-approach goals“ wurden bisher selten bzw. gar nicht als signifikant beeinflussende Faktoren identifiziert.

Das Konstrukt „Habit“, also die früheren Erfahrungen und Gewohnheiten in Verbindung mit Technologien für die Milchviehhaltung, hat den größten Einfluss auf die Intention der Betriebsleiter*innen. Landwirte*innen, für die die Nutzung selbstverständlich geworden ist und ein Betrieb ohne den Einsatz von Technologien unvorstellbar ist, besitzen eine höhere Intention, die Technologien zu nutzen. Dadurch wird deutlich, dass gute Erfahrungen und ein praxisorientierter Umgang mit den Technologien äußerst wichtig sind, da dies die Absichten zur Nutzung

deutlich erhöht. Zudem zeigt es die Notwendigkeit, einer hohen unternehmerischen Bereitschaft, die Technologien in die betrieblichen Prozesse zu etablieren.

Angeichts der Tatsache, dass die „Performance Expectancy“ von Technologien die Verhaltensintention der Landwirte signifikant beeinflusst, müssen Hersteller sicherstellen, dass die Nutzung dieser Technologien für die Milchviehhaltung den Landwirten einen attraktiven Nutzen bietet (u.a. Erhöhung der Produktivität, Verbesserung der Arbeitsabläufe sowie des Managements). Die Ergebnisse der Studie bezüglich der Abfrage, an welchen Technologien Interesse besteht, bestätigen dies ebenfalls. Es besteht ein höheres Interesse an solchen Technologien, die die Prozesse von täglich determinierten Arbeiten automatisieren, wie zum Beispiel ein Automatisches Melksysteme oder Futterschieberroboter. Darüber hinaus haben die Probanden Interesse an Technologien im Bereich der Tiergesundheit. Diese stellt eine wesentliche Erfolgskomponente in der Milchproduktion dar. Mithilfe eines Tiergesundheitsmanagementsystems können Krankheiten schneller erkannt und frühzeitig behandelt werden.

Auch das Konstrukt „Mastery-approach goals“ beeinflusst die Intention zur Nutzung der Technologien signifikant. Dieses Konstrukt stellt das Streben nach Verbesserung dar. Neue Technologien werden mit dem Ziel, die landwirtschaftliche Produktion zu verbessern, eingeführt. Infolgedessen werden die Technologien verwendet, um sich neue Fähigkeiten und Kenntnisse anzueignen. Dem eigenen unternehmerischen Handeln wird somit eine hohe Bedeutung zugeschrieben.

Der Faktor „Effort Expectancy“ weist ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf. Die Intention der Landwirte*innen kann also beeinflusst werden, wenn der Umgang mit der Technologie leicht erscheint oder das Erlernen keine Herausforderung darstellt. Dies stimmt mit der Tatsache überein, dass die Landwirte*innen hauptsächlich durch Ausprobieren den Umgang mit neuen Technologien erlernen. Die Technologien müssen infolgedessen eine möglichst benutzerfreundliche und praxisgerechte Bedienung aufweisen und dabei selbsterklärend angewendet werden können.

Aus der Analyse geht des Weiteren hervor, dass die Intention der Betriebsleiter*innen durch eine höhere Anzahl an Jahren Erfahrung in der Milchviehhaltung signifikant negativ beeinflusst wird. Da die Variable mit dem Alter korreliert hat, ist davon auszugehen, dass ältere Landwirte eine geringere Intention zur Nutzung der Technologien besitzen. Demzufolge sollte sich die Industrie unter anderem auf Junglandwirte*innen und/oder Hofnachfolger*innen konzentrieren, da hier eine höhere Intention zur Nutzung vorliegt. Allerdings sollten auch die älteren Betriebsleiter*innen unterstützt werden, neue Technologien auf ihren Betrieben zu etablieren.

Die Analysen haben zudem gezeigt, dass das Interesse an Technologien und auch die Intention zur Nutzung hoch ist, aber dennoch nicht alle Technologien im selben Maß eingesetzt werden. Der Hauptgrund liegt darin, dass die Investitionskosten von den Landwirten als zu hoch angesehen werden. Infolgedessen und auf Grund der Ergebnisse der Regressionsanalyse sollte das oberste Ziel der Hersteller sein, leicht bedienbare Technologien mit einem vorteilhaften Kosten-Nutzen-Verhältnis auf den Markt zu bringen. Zudem sollten von Seiten der Hersteller Fortbildungen angeboten werden, um somit auf die umfangreichen Vorteile der digitalen Technologien für die Milchviehhaltung aufmerksam zu machen. Beim Auftreten von Fehlern oder Bedienungsschwierigkeiten kann als Unterstützung z.B. durch den Händler eine Fernwartung angeboten werden.

Die Stichprobe der Studie ist mit 156 befragten Milchviehbetrieben als nicht repräsentativ für die Grundgesamtheit der Betriebe in Schleswig-Holstein oder Deutschland einzustufen. Um eine bessere Übertragbarkeit der Ergebnisse zu sichern, sollten zukünftige Forschungsarbeiten weitere Regionen sowie kleinere Betriebe in die Stichprobe aufnehmen.

In der Studie wird deutlich, dass von der „Behavioral Intention“ der Probanden sowie der in dem Model erfassten weiteren Variablen nicht vollständig auf die tatsächliche Nutzung der

Technologien geschlossen werden kann. Daher sollte in zukünftige Studien die Komplexität des tatsächlichen Verhaltens noch weiter untersucht und durch Variablen abgebildet werden.

Literatur

- ABENI, F., PETRERA, F., GALLI, A. (2019): A Survey of Italian Dairy Farmers' Propensity for Precision Livestock Farming Tools. *Animals* 9, Artikelnr.: 202.
- AJZEN, I. (1991): The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behaviour And Human Decision Processes* 50: 179 – 211.
- BROSIUS, F. (2011): SPSS 19. 1. Aufl., Heidelberg, München, Landshut, Frechen, Hamburg. BALOGH, P., BUJDOS, Á., CZIBERE, I., FODOR, L., GABNAI, Z., KOVÁCH, I., NAGY, J., BAI, A. (2020): Main Motivational Factors of Farmers Adopting Precision Farming in Hungary. *Agronomy* 10, Artikelnr.: 610.
- BARNES, A., DE SOTO, I., EORY, V., BECK, B., BALAFOUTIS, A., SANCHEZ, B., VANGEYTE, J., FOUNTAS, S., VAN DER WAL, T., GOMEZ-BARBERO, M. (2019): Influencing factors and incentives on the intention to adopt precision agricultural technologies within arable farming systems. *Environmental Science and Policy* 93: 66–74.
- BEZA, E., REIDSMA, P., POORTVLIET, P. M., BELAY, M. M., BIJEN, B. S., KOOISTRA, L. (2018): Exploring farmers' intentions to adopt mobile Short Message Service (SMS) for citizen science in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture* 151: 295–310.
- BMEL: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2018): Digitalisierung in der Landwirtschaft – Chancen nutzen – Risiken minimieren. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Referat 717, Rochusstraße 1, 53123 Bonn. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/DigitalpolitikLandwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile, 08.12.2020.
- BMEL (2016): Landwirtschaft verstehen – Im Fokus: Chancen der Digitalisierung. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Wilhelmstr. 54, 10117 Berlin. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen-ChancenDigitalisierung.pdf?__blob=publicationFile&v=3, 15.12.2020.
- CHO, V. (2006): A study of the roles of trusts and risks in information-oriented online legal services using an integrated model. *Information & Management* 43: 502–520.
- DAVIS, F. (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13 (3): 319–340.
- FISHBEIN, M., AJZEN, I. (1975): Belief, Attitude, Intention and Behaviour: An introduction to Theory and Research. Reading: MA: Addison-Wesley. <https://people.umass.edu/aizen/f&a1975.html, 09.12.2020>.
- HAIHN, B. (2018): Automatische Fütterung in der Milchviehhaltung – Stand der Technik und Effekte für Tier und Mensch. In: Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). *Milchviehhaltung - Lösungen für die Zukunft*: 21-40.
- HARMS, J. (2017): Automatisches Melken - Erfahrungen, Tipps und Tricks. In: LfL-Information. *Automatisches Melken*: 7-19.
- JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT (2018): Steckbriefe zur Tierhaltung in Deutschland: Milchkühe. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Bundesallee 63, 38116 Braunschweig. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn060515.pdf, 13.12.2020.
- JUNGBLUTH, T., BÜSCHER, W., KRAUSE, M. (2017): Technik Tierhaltung. 2., vollständig überarb. und erw. Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- KELLER, D. (2016): Schritt für Schritt Anleitung. Multiple lineare Regression mit SPSS. <https://statistik-und-beratung.de/wp-content/uploads/2016/01/E-Book-Multiple-Lineare-Regression-mit-SPSSIBM.pdf, 10.12.2020>.
- KRÜGER, C., BORGMANN, L., ANTONIK, T., MEYER, A.-K., DIEBIG, M., KAY, A., SCHWINGER, Y. (2016): Datenauswertung mit SPSS. Lehrstuhl für Personalentwicklung und Veränderungsmanagement, Zentrum für Hochschulbildung, TU Dortmund: Version 1.6 (Sommersemester 2020).

https://www.zhb.tu-dortmund.de/zhb/Row/Medienpool/Downloads/SPSS-Skript-1_6.pdf,
10.12.2020.

- KTBL: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (2020): Tierortungssysteme – heutiger Nutzen und zukünftige Weiterentwicklung. https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Artikel/Tierhaltung/Allgemeines/Tierlokalisierung/Tierlokalisierung.pdf, 12.12.2020.
- LIMA, E., HOPKINS, T., GURNEY, E., SHORTALL, O., LOVATT, F., DAVIES, P., WILLIAMSON, G., KALER, J. (2018): Drivers for precision livestock technology adoption: A study of factors associated with adoption of electronic identification technology by commercial sheep farmers in England and Wales. *PLoS ONE* 13(1): 1–17.
- MARUPING, L. M., BALA, H., VENKATESH, V., BROWN, S. A. (2016): Going Beyond Intention: Integrating Behavioral Expectation Into the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *Journal of the association for information science and technology* 68 (3): 623–637.
- MICHELS, M., VON HOBE, C-F., MÜBHOFF, O. (2020): Understanding the adoption of drones in german agriculture. 60. Jahrestagung der GEWISOLA: Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.: Herausforderungen für die ländliche Entwicklung – Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Perspektiven, Halle (Saale), 23. –25.09.2020.
- ROSE, D. C., SUTHERLAND, W. J., PARKER, C., LOBLEY, M., WINTER, M., MORRIS, C., TWINING, S., FFOULKES, C., AMANO, T., DICKS, L. V. (2016): Decision support tools for agriculture: Towards effective design and delivery. *Agricultural Systems* 149: 165–174.
- RÜBCKE VON VELTHEIM, F., CLAUSEN, F., HEISE, H. (2020): Autonomous field robots in agriculture: A qualitative analysis of user acceptance according to different agricultural machinery companies. 60. Jahrestagung der GEWISOLA: Herausforderungen für die ländliche Entwicklung – Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Perspektiven, Halle (Saale), 23. –25.09.2020.
- SHANG, L., HECKELEI, T., BÖRNER, J., GERULLIS, M. K., RASCH, S. (2020): Adoption and diffusion of digital farming technologies – Integrating farm-level evidence and system-level interaction. 60. Jahrestagung der GEWISOLA: Herausforderungen für die ländliche Entwicklung – Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Perspektiven, Halle (Saale), 23.–25.09.2020.
- VENKATESH, V., MORRIS, M. G., DAVIS, G. B., DAVIS, F. D. (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 27 (3): 425-478.
- VENKATESH, V., THONG, J. Y. L., XU, X. (2012): Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly* 36 (1): 157-178.