

Akzeptanz und Nutzung von Navigationssoftware durch landwirtschaftliche Lohnunternehmen – Eine Anwendung des Technologieakzeptanzmodells

Marius Michels, Paul Johann Weller von Ahlefeld, Oliver Mußhoff

Bisher ist wenig über den Einsatz von Navigationssoftware durch landwirtschaftliche Lohnunternehmen bekannt. Daher wurde, basierend auf einer Online-Umfrage bei 134 deutschen Lohnunternehmen, das Technologieakzeptanzmodell (TAM) erstmals auf die Nutzung von Navigationssoftware angewendet. Das TAM wurde anhand der Software What3Words und mittels Partial Least Squares Strukturgleichungsmodellierung geschätzt. Weiterhin wurden Erkenntnisse über die Zufriedenheit der Lohnunternehmen mit dem Softwareangebot gesammelt. Die Lohnunternehmen zeigen sich nur teilweise zufrieden und wünschen sich, Informationen über Brückenhöhen oder Gewichtsbeschränkungen abrufen zu können. Der Beitrag ist sowohl für Lohnunternehmen als auch für Entwickler von Navigationssoftware interessant. Der Beitrag ist außerdem für Forscher in anderen Teilgebieten der Logistik relevant.

Schlüsselwörter

Landwirtschaftliche Lohnunternehmen, Navigationssoftware, Partial Least Squares Strukturgleichungsmodell, Technologieakzeptanzmodell, What3Words

Lohnunternehmen gelten als landtechnische Dienstleister für Landwirte/-innen. Im Jahr 2016 erwirtschafteten 3.400 Lohnunternehmen in Deutschland mit 18.500 Mitarbeitern und 15.000 Ausleihkräften einen Umsatz von 3,5 Milliarden Euro, wobei 2,3 Milliarden Euro auf den Einsatz für Land- und Forstwirte entfallen sind. Eine Steigerung des Umsatzes auf 3,6 Milliarden Euro wurde für das Jahr 2017 erwartet (DBV 2018). Durch in der Größe wachsende landwirtschaftliche Betriebe ist auch das Investitionsvolumen für schlagkräftigere Maschinen der Betriebe angestiegen, sodass der Einsatz dieser Maschinen zum Teil nur noch überbetrieblich rentabel ist. Weiterhin steigen durch höhere Transportmengen und zunehmende Feld-Betrieb-Entfernungen auch die Anforderungen an eine effiziente Agrarlogistik (MEDERLE et al. 2015, BERNHARDT et al. 2018, GÖTZ et al. 2011), die einen entscheidenden Kostenfaktor im landwirtschaftlichen Unternehmen darstellt (GAESE et al. 2013).

Agrarlogistik unterscheidet sich in wichtigen Punkten von der generellen Transportlogistik. Technologische Entwicklungen in der Transportlogistik für LKWs und PKWs können nicht ohne Probleme auf die Agrarlogistik übertragen werden. In der Transportlogistik sind Start- und Endpunkte fest definiert, während in der Agrarlogistik sich Start- und Endpunkte bewegen können, da zum Beispiel die Erntemaschine sowohl auf dem Feld als auch zwischen den Feldern den Standort wechselt. Zudem müssen die Fahrzeuge in der Lage sein, sowohl auf der Straße als auch auf zum Teil nicht befestigten Wegabschnitten und sogar auf Felder zu fahren. Auch spielen Gewichtsbeschränkungen

und Brückenhöhen eine wichtige Rolle. Das BMVI (2018) sieht die Problematik, dass konventionelle Navigationssysteme die Besonderheiten in den ländlichen Regionen nicht ausreichend berücksichtigen und daher nicht vollends für landwirtschaftliche Zwecke geeignet sind. Jedoch steht sowohl bei der allgemeinen Transport- als auch bei der Agrarlogistik beim Einsatz von Navigationssystemen die Minimierung von Transport-, Transaktions- und Fahrkosten im Mittelpunkt (LAMSAL et al. 2016, HEIZINGER und BERNHARDT 2011, GÖTZ et al. 2014, GÖTZ et al. 2011).

Vorliegende Studien verwendeten vor allem Computersimulationen zur Optimierung der (Agrar-)Logistik (z. B. EBADIAN et al. 2011, AMIAMA et al. 2015, SPRINGAEL et al. 2018). Jedoch haben sich bisher nur wenige Studien mit den direkten Anwendern auseinandergesetzt. PERDANA (2012) konnte zeigen, dass Händler von Agrarprodukten von Softwarelösungen zur Optimierung der Logistik vor allem eine gesteigerte Produktivität und hohe Serviceleistung erwarten. Allerdings wurde bisher nicht untersucht, welche Funktionen explizit in den bestehenden Softwarelösungen vermisst werden bzw. wie zufrieden die Anwender mit dem Angebot an Navigationssoftware sind. Ebenso standen bisher Lohnunternehmen als große Investoren und Anwender dieser Techniken wenig im Fokus der Forschung. Lohnunternehmen gelten allerdings als Treiber und Anwender von (digitalen) technologischen Innovationen. Daher sind Lohnunternehmen und ihre Bedürfnisse als wichtige Komponenten im Entwicklungsprozess zu berücksichtigen (FOUNTAS et al. 2005, KUTTER et al. 2011, REICHARDT et al. 2009).

Die Entscheidung, eine Technologie zu verwenden, kann zum einen durch rein ökonomische Beweggründe erklärt werden. Jedoch zeigte sich zum anderen, dass insbesondere auch Einstellungen und Überzeugungen die Nutzungsentscheidung erklären können (z. B. AUSTIN et al. 1998). Das Technologieakzeptanzmodell (TAM) (DAVIS 1989) gilt dabei als weit verbreitetes Modell zur Erklärung der Akzeptanz und Nutzungsentscheidung für eine Technologie (VERMA und SINHA 2018). Das TAM geht davon aus, dass die Intention zur Nutzung einer Technologie entscheidend von der wahrgenommenen Nützlichkeit (Perceived Usefulness, PU) und der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit (Perceived Ease of Use, PEOU) beeinflusst wird (DAVIS 1989). PU und PEOU sind dabei latente Konstrukte, die über mehrere Indikatoren indirekt gemessen werden. Allerdings wurde das Anwendungsgebiet des TAMs bisher nicht auf die Nutzung von Navigationssoftware im Allgemeinen und durch landwirtschaftliche Lohnunternehmen im Speziellen erweitert.

Das Ziel des Beitrags besteht darin, diese Forschungslücke zu schließen, indem die Akzeptanz und Nutzung von Navigationssoftware durch landwirtschaftliche Lohnunternehmen mithilfe des TAMs untersucht werden. Des Weiteren ist es das Ziel der Studie, die Zufriedenheit mit der angebotenen Navigationssoftware sowie die von Lohnunternehmen gewünschten Erweiterungsmöglichkeiten für die bestehenden Softwarelösungen zu ermitteln. Unser Artikel leistet damit einen Beitrag im Hinblick auf die Verwendung von Navigationssoftware in der Agrarlogistik im Allgemeinen und seitens landwirtschaftlicher Lohnunternehmen im Speziellen. Damit liefert der Beitrag wichtige Erkenntnisse über den Status Quo der Nutzung von Navigationssoftware durch Lohnunternehmen. Des Weiteren erweitert unser Beitrag die Anwendungsmöglichkeiten des TAMs auf die Nutzung von Navigationssoftware. Damit ist der Beitrag über die Agrarlogistik hinaus für weitere Forschungsgebiete in der Logistik von Bedeutung. Als Beispiel für eine Navigationssoftware wurde die Smartphone- und Tablet-App Whats3Word (W3W) gewählt. Die Software W3W ist kostenlos verfügbar und beherrscht das zielgenaue Navigieren zu Feldeinfahrten und Schlägen und kann damit als Stellvertreter für verschiedenste Navigationssoftware für Lohnunternehmen stehen. Grundlage des Beitrags ist eine Online-Befragung von 134 deutschen Lohnunternehmen aus dem Jahr 2018.

Der Rest des Beitrags ist wie folgt gegliedert: Im nächsten Abschnitt werden die Hypothesen für das TAM auf Basis einer Literaturrecherche generiert. Der darauffolgende Abschnitt beschreibt die verwendeten Materialien und Methoden, bevor dann die Ergebnisse erläutert und diskutiert werden. Die Software W3W wird im Abschnitt zu den verwendeten Materialien und Methoden erklärt. Der Beitrag schließt mit den Schlussfolgerungen.

Literatur und Hypothesengenerierung

Navigationssoftware kann Lohnunternehmen dabei helfen, Einsparungen bei Transport-, Transaktions-, und Fahrtkosten zu erzielen. Obwohl bei Innovationen die ökonomischen Motive eines Entscheiders meist die Nutzungsentscheidung beeinflussen, konnte bereits im landwirtschaftlichen Kontext gezeigt werden, dass ökonomische Überlegungen nicht alleine die Nutzung von (technologischen) Innovationen erklären können (MZOUGHJI 2011, VANCLAY und LAWRENCE 1994). Es spielen auch die Einstellungen und Überzeugungen des Entscheiders eine bedeutende Rolle in der Nutzungsentscheidung (AUSTIN et al. 1998). Das TAM basiert auf der Theorie des überlegten Handelns (Theory of Reasoned Action, TRA), welche davon ausgeht, dass die Einstellung eines Individuums eine bedeutende Rolle für das tatsächliche Verhalten spielt (FISHBEIN und AJZEN 1975). Weiterhin ist das TAM als Weiterentwicklung der TRA ein weit verbreitetes Modell für die Untersuchung von Technologienutzungsentscheidungen (VERMA und SINHA 2018; für einen Überblick über die Anwendungsgebiete und die Erweiterung des TAMs siehe auch MARANGUNI und GRANI 2015). Unser TAM für die Nutzung von Navigationssoftware durch landwirtschaftliche Lohnunternehmen ist in Abbildung 1 dargestellt und wird im Folgenden erläutert.

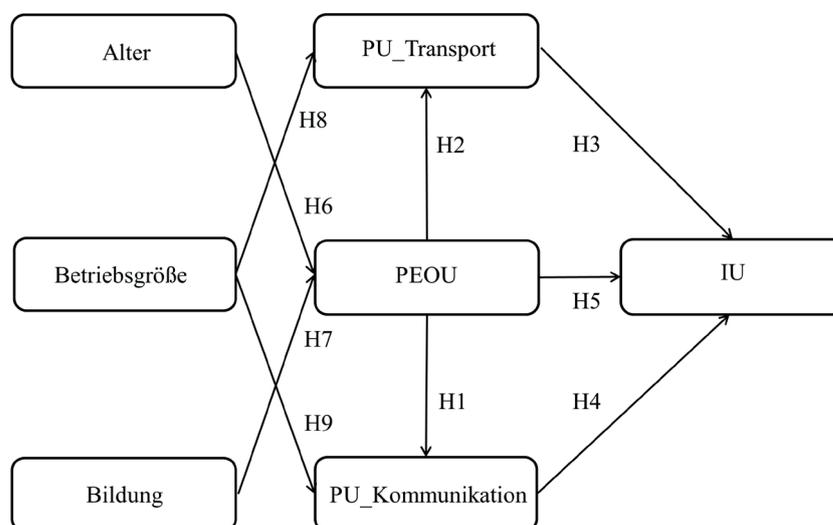


Abbildung 1: Strukturgleichungsmodell und Darstellung der Hypothesen

PEOU = Wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit, PU_Transport = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrtkosten, PU_Kommunikation = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Verbesserung der Kommunikation, IU = Intention zur Nutzung von Navigationssoftware

Das TAM geht davon aus, dass die Intention zur Nutzung von neuen Technologien von zwei Kernkonstrukten (PU und PEOU) abhängig ist. PU definiert, inwieweit ein Individuum eine Technologie für die Erledigung einer Aufgabe als nützlich empfindet. Die Intention zur Nutzung einer Technologie (IU) wird dabei von PU positiv beeinflusst, da, umso höher die PU einer Technologie ist, *ceteris*

paribus, desto höher ist auch die IU. Im TAM ist die IU ein etablierter Prädiktor für die tatsächliche Nutzungsentscheidung (DAVIS 1989). AUBERT et al. (2012) zeigten, dass die Kostenoptimierung in der Landwirtschaft eine bedeutende Rolle spielt. Großer Optimierungsbedarf besteht auch bei den Transportprozessen (LAUER und ZIPF 2010). Eine effektive Logistik kann dazu beitragen, Kraftstoff einzusparen (HEIZINGER et al. 2016). Wachsende Kundenstämme sorgen dafür, dass Lohnunternehmen weite Entfernungen zurücklegen müssen und die Ortskenntnisse somit abnehmen. Somit kann Navigationssoftware durch zielgenaues Navigieren mangelnde Ortskenntnisse ausgleichen und zur Einsparung von Transport-, Transaktions-, und Fahrkosten führen. Vor diesem Hintergrund ist anzunehmen, dass die wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrkosten (PU_Transport) einen positiven Effekt auf die IU hat.

FECKE et al. (2018) zeigten, dass Landwirte erwarten, in Zukunft mehr über Cloud-Dienste/Apps mit Lohnunternehmen zu kommunizieren, um damit die Positionen der Schläge besser übermitteln zu können. Durch eine verbesserte Kommunikation können Prozessabläufe insgesamt optimiert werden (KUMAR und ZAHN 2003). Besitzt eine Navigationssoftware die technischen Möglichkeiten, Zieldaten einfach an Dritte weiterzugeben bzw. Zielkoordinaten von Dritten auf leichte Art und Weise einzulesen, so ist anzunehmen, dass die wahrgenommene Nützlichkeit zur Verbesserung der Kommunikation (PU_Kommunikation) innerhalb des Lohnunternehmens bzw. zwischen Lohnunternehmen und Kunden einen positiven Effekt auf die IU hat.

PEOU beschreibt, inwieweit ein Individuum die Nutzung einer Technologie als leicht anzuwenden empfindet. PEOU hat damit einen positiven Effekt auf die IU, da angenommen wird, dass, *ceteris paribus*, eine leicht zu nutzende Technologie für eine höhere IU sorgt. Weiterhin hat PEOU einen positiven Effekt auf PU, da, *ceteris paribus*, eine Technologie umso nützlicher empfunden wird, je leichter sie anzuwenden ist (DAVIS 1989). Dementsprechend ist zu vermuten, je leichter eine Navigationssoftware zu verwenden ist, desto nützlicher wird sie sowohl für die Einsparung von Transport- und Fahrkosten als auch zur Verbesserung der Kommunikation empfunden, weshalb ein Effekt von PEOU auf PU_Transport und PU_Kommunikation zu erwarten ist.

Folgende Hypothesen (H1 - H5) fassen diese Zusammenhänge zusammen:

- H1: Die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit (PEOU) hat einen positiven Effekt auf die wahrgenommene Nützlichkeit zur Verbesserung der Kommunikation (PU_Kommunikation)
- H2: Die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit (PEOU) hat einen positiven Effekt auf die wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrkosten (PU_Transport)
- H3: Die wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrkosten (PU_Transport) hat einen positiven Effekt auf die Intention zur Nutzung von Navigationssoftware (IU)
- H4: Die wahrgenommene Nützlichkeit zur Verbesserung der Kommunikation (PU_Kommunikation) hat einen positiven Effekt auf die Intention zur Nutzung von Navigationssoftware (IU)
- H5: Die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit (PEOU) hat einen positiven Effekt auf die Intention zur Nutzung von Navigationssoftware (IU)

Neben den Kernkonstrukten PEOU und PU, die auf die IU wirken, kann das TAM um exogene Variablen erweitert werden, die einen Effekt auf PEOU und PU haben können. Einer der Haupteinflüsse auf die Nutzung einer neuen Technologie in der Landwirtschaft ist das Alter des Landwirts (GHADIM und PANNELL 1999). Jüngere Landwirte sind mit digitalen Technologien aufgewachsen und daher vertrauter im Umgang als ältere Landwirte (ROSE et al. 2016). Daher ist auch anzunehmen, dass es jüngeren Lohnunternehmern leichter fällt, mit innovativer Navigationssoftware zu arbeiten. Weiterhin ermöglicht ein höherer Bildungsstand einem Individuum Informationen besser zu verarbeiten und für sich zu nutzen (NELSON und PHELPS 1966). Für die Landwirtschaft zeigte AMPONSAH (1995), dass relativ höher gebildete Landwirte den Umgang mit Computern leichter erlernen konnten und die daraus zu erhaltenen Informationen besser nutzen konnten. Es ist anzunehmen, dass relativ höher gebildete Lohnunternehmer die Bedienung einer Navigationssoftware schneller erlernen können bzw. als leichter empfinden. Es kann daher erwartet werden, dass das Alter und die Bildung einen Effekt auf PEOU haben, was zu folgenden Hypothesen (H6 und H7) führt:

H6: Ein höheres Alter hat einen negativen Effekt auf die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit (PEOU)

H7: Ein höherer Bildungsabschluss hat einen positiven Effekt auf die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit (PEOU)

DABERKOW und MCBRIDE (2003) zeigten, dass die Betriebsgröße einen Effekt auf die Nutzung von Precision-Agriculture-Technologien hat, da größere landwirtschaftliche Betriebe bzw. Lohnunternehmen zum einem zu den Innovatoren in der Landwirtschaft gehören und zum anderen die nötige Investitionskraft besitzen (FOUNTAS et al. 2005, KUTTER et al. 2011). In Bezug auf die Betriebsgröße eines Lohnunternehmens ist anzunehmen, dass mit steigender Kunden- und Mitarbeiterzahl die Ansprüche an das Management ansteigen. Des Weiteren bedeutet eine hohe Anzahl an Kunden auch, dass die Lohnunternehmen längere Strecken zu Schlägen zurücklegen müssen. Können Kunden den Zielschlag auf simple Art und Weise kommunizieren, die Zielkoordinaten leicht in die Navigationssoftware eingepflegt werden und der Zielschlag letztendlich präzise angefahren werden, so ist anzunehmen, dass vor allem größere Lohnunternehmen mit weiten Wegstrecken davon profitieren. Folglich können die Hypothesen (H8 und H9) aufgestellt werden, dass die Betriebsgröße einen positiven Effekt auf PU_Transport und PU_Kommunikation hat:

H8: Die Betriebsgröße hat einen positiven Effekt auf die wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrtkosten (PU_Transport)

H9: Die Betriebsgröße hat einen positiven Effekt die wahrgenommene Nützlichkeit zur Verbesserung der Kommunikation (PU_Kommunikation)

Material und Methoden

Die Online-Umfrage wurde von Juni bis Oktober 2018 bei deutschen landwirtschaftlichen Lohnunternehmen durchgeführt. Die Lohnunternehmen wurden über einen E-Mail-Verteiler des Bundesverband Lohnunternehmen (BLU) e.V. angesprochen. Es konnten 134 vollständig ausgefüllte Fragebögen verwendet werden. Die Umfrage war in drei Teile gegliedert. Als Stellvertreter für eine Navigationssoftware wurde die App Whats3Word (W3W) gewählt, die im ersten Teil der Umfrage den Lohnunternehmen vorgestellt und ausführlich erläutert wurde. Danach wurden die Teilnehmer aufgefordert, ihre Zustimmung zu 14 randomisiert angeordneten Statements auf gleichverteilten 5-stufigen Likert-Skalen (1 = stimme gar nicht zu; 5 = stimme vollkommen zu) anzugeben. Die Statements

für die Entwicklung des TAMs sind in Tabelle 1 dargestellt und an die Formulierungen von DAVIS (1989) sowie VENKATESH und DAVIS (2000) angelehnt, aber auf unser Anwendungsgebiet übertragen. Im zweiten Teil wurden die Lohnunternehmen gebeten, Angaben zu Problemen bei der Ausführung ihrer Tätigkeiten zu machen. Ebenfalls wurden Informationen über die bisher eingesetzte Navigationssoftware und Zufriedenheit mit den angebotenen Softwarelösungen erhoben. Außerdem wurde gefragt, welche Funktionen von Lohnunternehmen in den bestehenden Softwareangeboten vermisst werden. Im dritten Teil wurden die Lohnunternehmen um betriebliche und soziodemographische Informationen gebeten.

Tabelle 1: Darstellung der Statements und die zugehörigen Indikatoren und Konstrukte

Konstrukt	Indikator	Statement
IU		
	iu1	Ich glaube, dass ich Navigationssoftware wie z. B. W3W in Zukunft nutzen werde.
	iu2	Ich könnte mir gut vorstellen, dass ich Navigationssoftware wie z. B. W3W zukünftig in das Unternehmen integriere.
PEOU		
	peou1	Der Umgang mit Navigationssoftware wie z. B. W3W erscheint mir einfach und verständlich.
	peou2	Ich glaube, dass die Nutzung von Navigationssoftware wie z. B. W3W einfach zu erlernen wäre.
	peou3	Navigationssoftware wie z. B. W3W wäre eine einfach zu nutzende Hilfe in der Anfahrtsplanung und Kommunikation.
	peou4	Das Erlernen des Umgangs mit Navigationssoftware wie z. B. W3W würde für mich kein Problem darstellen.
PU_Transport		
	pu_t1	Die Nutzung von Navigationssoftware wie z. B. W3W könnte die Anfahrtsplanung optimieren.
	pu_t2	Die Nutzung von Navigationssoftware wie z. B. W3W könnte unnötige Wege vermeiden.
	pu_t3	Die Nutzung von Navigationssoftware wie z. B. W3W könnte Kosten im Transport durch gezieltere Anfahrten einsparen.
	pu_t4	Die Nutzung von Navigationssoftware wie z. B. W3W könnte die Organisation von Arbeitsvorgängen verbessern.
PU_Kommunikation		
	pu_k1	Die Nutzung von W3W könnte Mitarbeitern helfen, die örtlichen Gegebenheiten schneller kennenzulernen.
	pu_k2	Die Nutzung von W3W könnte die Kommunikation mit den Kunden verbessern.
	pu_k3	Durch W3W könnten schlagspezifische Problemstellen leichter kommuniziert werden.
	pu_k4	Die Nutzung von W3W könnte Missverständnisse in der Kommunikation mit Mitarbeitern vermeiden.

PEOU = Wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit, PU_Transport = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrtkosten, PU_Kommunikation = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Verbesserung der Kommunikation, IU = Intention zur Nutzung von Navigationssoftware

W3W ist ein globales Adresssystem, das die Welt in ein Raster aus 3 x 3 m Quadraten aufteilt und jedem Raster eine eindeutige 3-Wörter-Adresse zugewiesen hat. Die App ist in 26 Sprachen verfügbar. Die App lässt sich auf dem Smartphone oder Tablet installieren und ist kostenlos. Nachdem die 3-Wörter-Adresse auffindig gemacht wurde, verknüpft sich die App automatisch mit z. B. Google Maps und führt den Nutzer genau zum Ziel. Zudem ist das Teilen der W3W-Adressen bzw. -Standorte bequem über Messenger-Dienste möglich (JIANG und STEFANAKIS 2018, WHAT3WORDS 2018). Abbildung 2 zeigt, wie die App eine Adresse darstellt.

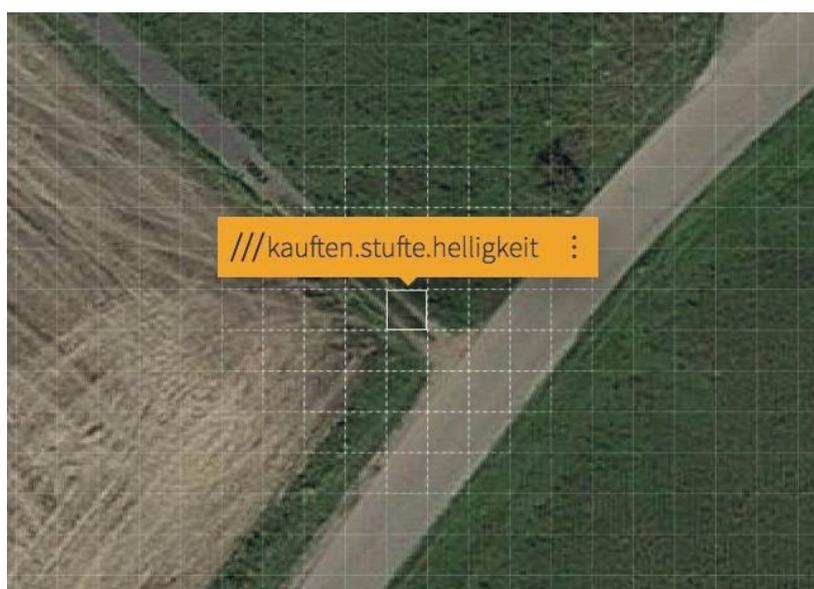


Abbildung 2: Darstellung des Adresssystems über die W3W-App. Die gezeigte Feldeinfahrt besitzt die Adresse „//kaufte.stufte.helligkeit“

Die App wurde in der Umfrage als Stellvertreter für landwirtschaftliche Navigationssoftware gewählt, da sie zum einen kostenlos ist und zum anderen die Kernfunktion landwirtschaftlicher Navigationssoftware, nämlich das präzise Navigieren zu Schlägen bzw. Feldeinfahrten, beherrscht. Weiterhin ist die Funktionsweise leicht zu kommunizieren. Es konnte nicht davon ausgegangen werden, dass alle Lohnunternehmen eine bestimmte Navigationssoftware kennen oder verwenden. Die W3W-App ist relativ neu, sodass angenommen wurde, dass keines der Lohnunternehmen diese App kannte; nur 3 % (5 Lohnunternehmen) in der Stichprobe kannten die App bereits vorab. Somit sollte sichergestellt werden, dass alle Teilnehmer nach der Vorstellung der W3W-App zu Beginn der Umfrage mit dem gleichen Wissensstand die Statements bewerten konnten. Zudem konnten sowohl FECKE et al. (2018) als auch BONKE et al. (2018) zeigen, dass ein Großteil der deutschen Landwirte, die wichtige Kunden für Lohnunternehmen darstellen, ein Smartphone oder Tablet für betriebliche Zwecke verwenden. Weiterhin zeigten FECKE et al. (2018), dass Landwirte erwarten, in Zukunft häufiger über Apps und Cloud-Dienste mit Lohnunternehmen zu kommunizieren. Die Teilnehmer wurden außerdem darüber informiert, dass die Umfrage unabhängig von der Software W3W durchgeführt wurde und damit ergebnisoffen gestaltet war.

Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Studie vorgestellt. Im nächsten Abschnitt werden die deskriptiven Ergebnisse dargestellt. Im darauffolgenden Abschnitt erfolgt die Evaluierung des Technologieakzeptanzmodells.

Deskriptive Statistiken

In Tabelle 2 ist die deskriptive Statistik der Stichprobe aufgeführt. Das durchschnittliche Alter der Teilnehmer der Online-Umfrage beträgt 35 Jahre. Im Mittel haben die Lohnunternehmen 13 Mitarbeiter, 133 Kunden und 11 Zugmaschinen. Der Großteil der Teilnehmer hat mit 26 % einen Universitätsabschluss, gefolgt vom Agrarservicemeister mit 13 % und Fachhochschulabschluss mit 12 %. Ebenfalls haben 20 % der Teilnehmer angegeben, einen sonstigen Bildungsabschluss erlangt zu haben. Weiterhin sind 94 % der Teilnehmer männlich. Bezüglich der Position im Unternehmen geben 52 % der Teilnehmer an, Unternehmensleiter zu sein, und 34 % der Teilnehmer sind im Lohnunternehmen als Angestellte tätig. 54 % der Teilnehmer führen neben der Tätigkeit im Lohnunternehmen außerdem noch einen landwirtschaftlichen Betrieb.

Tabelle 2: Deskriptive Statistik der Ergebnisse der Online-Umfrage bei deutschen Lohnunternehmen (n = 134)

Variable	Beschreibung	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max
Alter	Alter in Jahren	35,00	12,49	19	65
Bildung	1, wenn landwirtschaftliche Berufsausbildung absolviert; sonst 0	0,16	-	0	1
	1, wenn Meistertitel erworben; sonst 0	0,09	-	0	1
	1, wenn Fachhochschulabschluss erworben; sonst 0	0,12	-	0	1
	1, wenn Hochschulabschluss erworben; sonst 0	0,26	-	0	1
	1, wenn Ausbildung zur Fachkraft Agrarservice absolviert; sonst 0	0,04	-	0	1
	1, wenn Agrarservicemeistertitel erworben; sonst 0	0,13	-	0	1
	Sonstiges	0,20	-	0	1
Geschlecht	1, wenn männlich; sonst 0	0,94	-	0	1
Landwirtschaft	1, wenn neben dem Lohnunternehmen noch ein landwirtschaftlicher Betrieb geführt wird; sonst 0	0,54	-	0	1
Kunden	Anzahl Kunden des Lohnunternehmens	132,92	130,97	1	600
Mitarbeiter	Anzahl weiterer Mitarbeiter im Lohnunternehmen	13,34	16,03	0	99
Position	1, wenn Unternehmensleiter; sonst 0	0,52	-	0	1
	1, wenn Angestellter; sonst 0	0,34	-	0	1
	1, wenn Sonstiges; sonst 0	0,14	-	0	1
Zugmaschinen	Anzahl Zugmaschinen im Lohnunternehmen	10,78	8,99	1	50

Die meisten Lohnunternehmen der Online-Umfrage sind für die Erledigung von Erntearbeiten zuständig (91 %). Weiterhin gehören zu den meist genannten Tätigkeitsfeldern die Ausbringung von organischem Dünger (78 %), die Aussaat (72 %) und die Bodenbearbeitung (66 %). Die Ergebnisse sind auch in Abbildung 3 dargestellt.

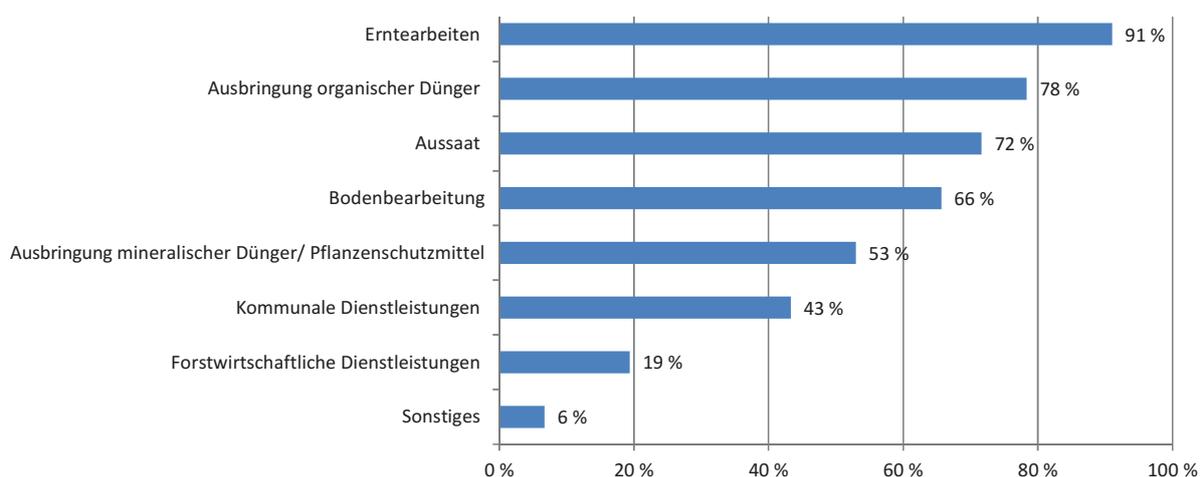


Abbildung 3: Wichtige Tätigkeitsfelder auf Basis der Online-Umfrage bei deutschen Lohnunternehmen (n = 134; Hinweis: Mehrfachantworten waren möglich)

Abbildung 4 gibt einen Überblick über die bisher von den Lohnunternehmen verwendete Navigationssoftware. 87 % der Lohnunternehmen geben an, eine Navigationssoftware zu verwenden. 74 % der Lohnunternehmen verwenden *Google Maps*. Weiterhin geben 19 % der Lohnunternehmen an, *Apple Karten* zu verwenden. Damit zeigt sich, dass bisher vor allem auf kostenlose Software zurückgegriffen wird. Abbildung 5 zeigt zudem, dass die Lohnunternehmen nur teilweise mit den bisherigen Softwareangeboten zufrieden sind (51 %). Insgesamt geben aber 40 % der Lohnunternehmen an, zufrieden mit dem Angebot an Navigationssoftware zu sein (11 % sehr zufrieden; 29 % zufrieden).

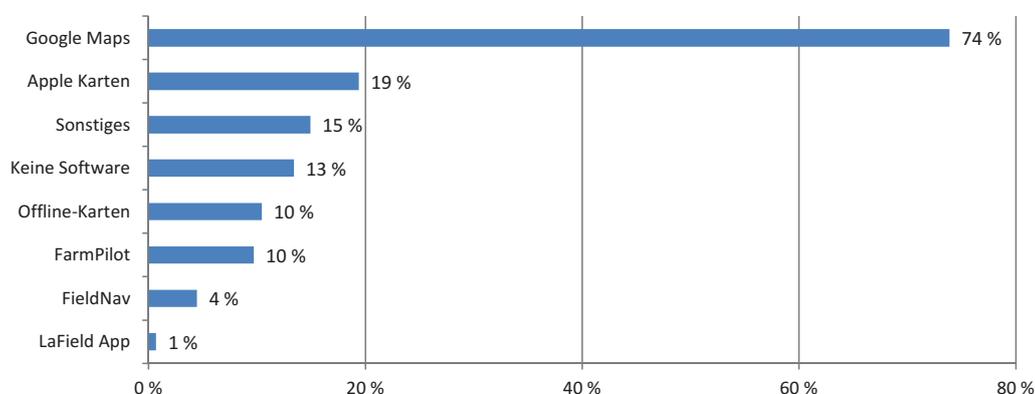


Abbildung 4: Verwendete Navigationssoftware auf Basis der Online-Umfrage bei deutschen Lohnunternehmen (n = 134; Hinweis: Mehrfachantworten waren möglich)

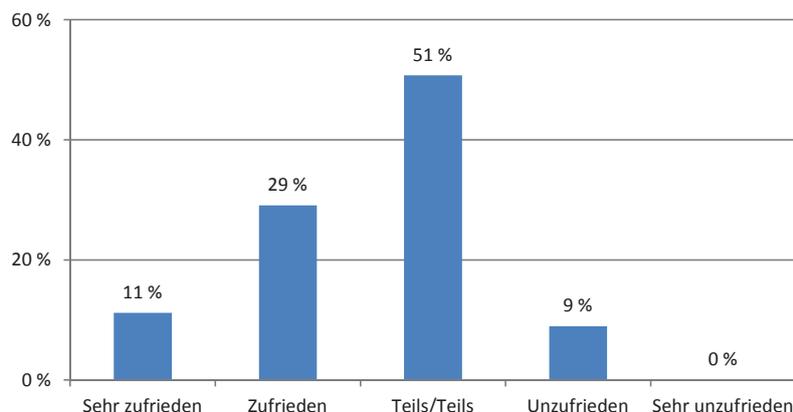


Abbildung 5: Zufriedenheit mit der angebotenen Navigationssoftware auf Basis der Online-Umfrage bei deutschen Lohnunternehmen (n = 134; 5-Punkte Likert-Skala, 1 = sehr zufrieden; 5 = sehr unzufrieden)

Abbildung 6 gibt Auskunft über die Probleme, die bei der Ausübung der Tätigkeiten seitens der Lohnunternehmen aufgetreten sind. Mit jeweils 72 % Nennungen sind am häufigsten das Auffinden des richtigen Schlages sowie längere Anfahrtswege aufgrund mangelnder Ortskenntnisse als Probleme genannt worden. Ebenfalls ist bei 57 % der Lohnunternehmen das Anfahren der richtigen Feldeinfahrt als Problem bei der Ausübung der Lohnarbeiten aufgetreten.

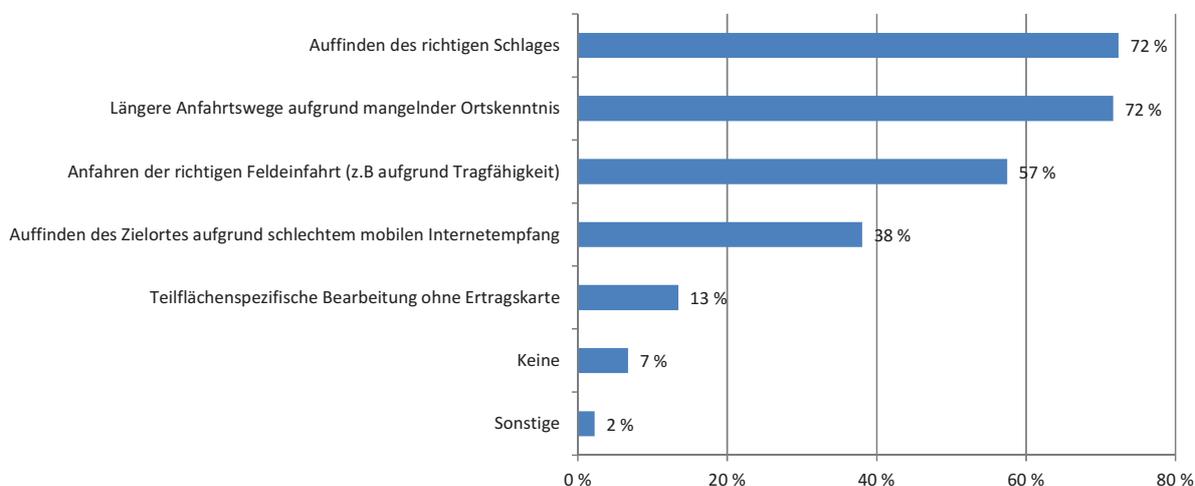


Abbildung 6: Probleme bei der Ausübung von Tätigkeiten auf Basis der Online-Umfrage bei deutschen Lohnunternehmen (n = 134; Hinweis: Mehrfachantworten waren möglich)

In Abbildung 7 sind von Lohnunternehmen gewünschte Features für Navigationssoftware dargestellt. Vor allem wünschen sich die Lohnunternehmen, dass eine Informationsausgabe zu Brückenhöhen (70 %) und Gewichtsbeschränkungen (66 %) in die Software integriert wird. Ebenfalls sehen die Lohnunternehmen einen Bedarf an Informationen über die Straßenbreite (60 %).

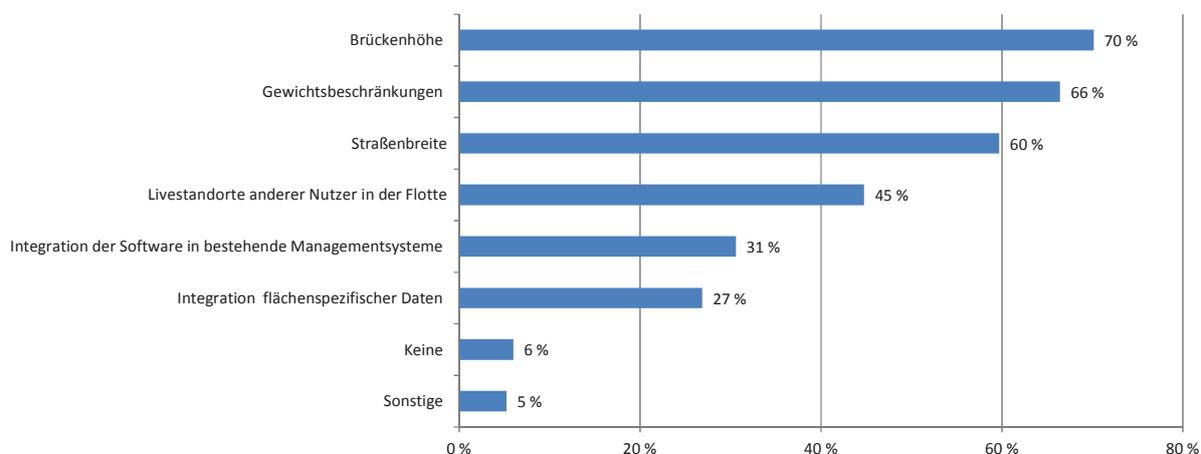


Abbildung 7: Gewünschte Features in Navigationssoftware auf Basis der Online-Umfrage bei deutschen Lohnunternehmen (n = 134; Hinweis: Mehrfachantworten waren möglich)

Evaluierung des Technologieakzeptanzmodells

Für die Schätzung und Evaluierung des TAMs wird die varianzbasierte PLS-Strukturgleichungsmodellierung verwendet. Dieser PLS-Ansatz ist weniger restriktiv bezüglich der Datenstruktur als kovarianzbasierte Ansätze zur Schätzung von Strukturgleichungsmodellen. So benötigt der varianzbasierte PLS-Ansatz keine Normalverteilung der Daten und erlaubt auch die Bildung von Konstrukten mit nur einem oder zwei Indikatoren. Ein PLS-Strukturgleichungsmodell besteht aus einem äußeren und einem inneren Modell, welche simultan geschätzt werden. Das äußere Modell schätzt die Beziehung zwischen den Indikatoren und den Konstrukten, während das innere Modell die Beziehung zwischen den Konstrukten schätzt (HAIR et al. 2016). Alle Indikatoren des TAM (Tabelle 1) werden als reflektive Indikatoren behandelt. Exogene Variablen („Alter“ und „Bildung“), die nur mit einem Item gemessen werden, sind per Definition reflektiv (VENKATESH und BALA 2008). Die Betriebsgröße wird wie bei SCHAAK und MUSSHOF (2018) als formatives Konstrukt geschätzt. Die Bildung des Konstruktes erfolgt dabei über die Angaben bezüglich der Anzahl der Mitarbeiter und Kunden. Das äußere und das innere Modell werden dann mit verschiedenen Gütekriterien bewertet. Die t-Statistiken der Pfadkoeffizienten werden mittels Bootstrapping ermittelt (HAIR et al. 2016). Das Modell wurde mittels *SmartPLS 3* geschätzt (RINGLE et al. 2015).

Im ersten Schritt wird nun die Beziehung zwischen den Indikatoren und den Konstrukten (äußeres Modell) bewertet. Die Ergebnisse dazu sind in den Tabellen 3 und 4 dargestellt. Als Qualitätskriterien werden dabei die Indikatoren „Reliabilität“, „interne Konsistenz“, „Konvergenzvalidität“ und „Diskriminanzvalidität“ anhand der Ladungen, Cronbachs, Dillon-Goldsteins ρ_c , Dijkstra-Henselers ρ_a und der durchschnittlich erfassten Varianz (DEV) überprüft. Die Diskriminanzvalidität wird mittels des Heterotrait-Monotrait-Kriteriums (HTMT-Kriterium) gemessen. Das Mindestniveau für die Ladungen, Cronbachs α , Dillon-Goldsteins ρ_c und Dijkstra-Henselers ρ_a liegt bei 0,7. Die DEV sollte dabei über 0,5 liegen (HAIR et al. 2016). Alle Qualitätskriterien werden durch das geschätzte Modell eingehalten. Die Diskriminanzvalidität gilt als gegeben, wenn die Korrelationen zwischen den Konstrukten unter 0,85 liegt (HAIR et al. 2016), was ebenfalls durch unser geschätztes TAM eingehalten wird. Somit ist die Validität des äußeren Modells gegeben.

Tabelle 3: Evaluierungsergebnisse des äußeren Modells auf Basis der Online-Umfrage bei deutschen Lohnunternehmen (n = 134)

Konstrukt	Indikator	Ladung	Cronbachs α	Dillon-Goldsteins ρ_c	Dijkstra-Henselers ρ_a	DEV
IU			0,841	0,926	0,842	0,863
	iu1	0,930***				
	iu2	0,928***				
PEOU			0,775	0,853	0,782	0,593
	peou1	0,803***				
	peou2	0,786***				
	peou3	0,726***				
	peou4	0,762***				
PU_Transport			0,846	0,896	0,854	0,684
	pu_t1	0,800***				
	pu_t2	0,869***				
	pu_t3	0,821***				
	pu_t4	0,816***				
PU_Kommunikation ¹⁾			0,800	0,882	0,821	0,713
	pu_k2	0,812***				
	pu_k3	0,836***				
	pu_k4	0,885***				
Betriebsgröße			-	-	-	-
	Anzahl Mitarbeiter	0,843**				
	Anzahl Kunden	0,790**				

PEOU = Wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit, PU_Transport = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrtkosten, PU_Kommunikation = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Verbesserung der Kommunikation, IU = Intention zur Nutzung von Navigationssoftware

Mindestniveau für Ladungen > 0,7; Cronbachs α > 0,7; Dillon-Goldsteins ρ_c > 0,7; Dijkstra-Henselers ρ_a > 0,7; DEV > 0,5

* (**, ***) p < 0,1 (p < 0,05, p < 0,01)

¹⁾ Indikator pu_k1 wurde entfernt, da die Ladung unter 0,7 lag.

Tabelle 4: Diskriminanzvalidität des äußeren Modells – Ergebnisse des HTMT-Kriteriums auf Basis der Online-Umfrage bei deutschen Lohnunternehmen (n = 134)

	IU	PEOU	PU_Kommunikation	PU_Transport
IU				
PEOU	0,397			
PU_Kommunikation	0,554	0,603		
PU_Transport	0,637	0,665	0,762	

PEOU = Wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit, PU_Transport = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrtkosten, PU_Kommunikation = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Verbesserung der Kommunikation, IU = Intention zur Nutzung von Navigationssoftware; Kritischer Wert für HTMT-Kriterium < 0,85

Im zweiten Schritt werden die Qualität des Modells (Tabelle 5) und die Pfadkoeffizienten zwischen den Konstrukten sowie die zugehörigen t-Statistiken (Tabelle 6) geschätzt und bewertet. Die erklärte Varianz (R^2) sollte über 0,1 und die Prognoserelevanz des Modells (Q^2) über 0 liegen (HAIR et al. 2016). Das R^2 liegt bei dem Konstrukt IU bei 0,318, was als gut zu bezeichnen ist. Somit erklärt das Modell zirka 32 % der Varianz in IU. Bei den Konstrukten PU_Transport, PU_Kommunikation und PEOU liegt das R^2 bei 0,330, 0,271 bzw. 0,157. Die Werte sind als gut bzw. moderat zu bezeichnen. Die Prognoserelevanz Q^2 aller Konstrukte liegt über 0, wodurch die Prognoserelevanz des Modells gegeben ist (HAIR et al. 2016).

Tabelle 5: Erklärte Varianz (R^2) und Prognoserelevanz (Q^2) des Modells auf Basis der Online-Umfrage bei deutschen Lohnunternehmen (n = 134)

Konstrukt	R^2	Q^2
IU	0,318	0,250
PU_Transport	0,330	0,204
PU_Kommunikation	0,271	0,166
PEOU	0,157	0,089

PEOU = Wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit, PU_Transport = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrtkosten, PU_Kommunikation = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Verbesserung der Kommunikation, IU = Intention zur Nutzung von Navigationssoftware
 Mindestniveau $R^2 > 0,1$ und $Q^2 > 0$

Tabelle 6: Ergebnisse der Hypothesenüberprüfung auf Basis der Online-Umfrage bei deutschen Lohnunternehmen (n = 134)

H_0		Pfadkoeffizienten	t-Statistik ¹⁾	Unterstützung H_0
PEOU→PU_Kommunikation	H1	0,492***	6,666	unterstützt
PEOU→PU_Transport	H2	0,558***	7,420	unterstützt
PU_Transport→IU	H3	0,417***	4,314	unterstützt
PU_Kommunikation→IU	H4	0,193**	2,020	unterstützt
PEOU→IU	H5	0,006	0,071	nicht unterstützt
Alter→PEOU	H6	-0,399***	4,296	unterstützt
Bildung→PEOU ²⁾	H7	-0,011	0,125	nicht unterstützt
Betriebsgröße→PU_Transport	H8	-0,082	0,926	nicht unterstützt
Betriebsgröße→PU_Kommunikation	H9	-0,118	1,383	nicht unterstützt

PEOU = Wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit, PU_Transport = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrtkosten, PU_Kommunikation = Wahrgenommene Nützlichkeit zur Verbesserung der Kommunikation, IU = Intention zur Nutzung von Navigationssoftware

*(**, ***) $p < 0,1$ ($p < 0,05$, $p < 0,01$).

¹⁾ Bootstrap-Ergebnisse (5.000 Sub-Samples).

²⁾ Bildung wurde als Dummy integriert (1 = Teilnehmer besitzt Hochschulabschluss; sonst 0).

Mittels Bootstrapping mit 5.000 Subsamples wird überprüft, ob die geschätzten Pfadkoeffizienten statistisch signifikant von Null verschieden sind. Dazu werden die t-Statistiken geschätzt. Mit den Hypothesen 1 und 2 wird der Effekt der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit auf die wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrtkosten und zur Verbesserung der Kommunikation überprüft. Der Pfadkoeffizient $PEOU \rightarrow PU_Kommunikation$ ist statistisch signifikant von Null verschieden, sodass Hypothese 1 nicht abgelehnt werden kann. Weiterhin besitzt der Pfadkoeffizient für $PEOU \rightarrow PU_Transport$ ein positives Vorzeichen und ist ebenfalls statistisch signifikant von Null verschieden. Somit kann auch Hypothese 2 nicht abgelehnt werden. Die Ergebnisse implizieren, dass je leichter die Verwendung bzw. der Einsatz von Navigationssoftware wahrgenommen wird, desto höher ist auch die wahrgenommene Nützlichkeit der Software. Softwareentwickler sollten den Ergebnissen zufolge darauf achten, dass die Nutzung der Software, und insbesondere die Eingabe und Weitergabe von Zielstandorten, möglichst einfach zu handhaben ist.

Mit Blick auf Hypothese 3 wird überprüft, ob die wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung der Transport- und Fahrtkosten einen positiven Effekt auf die Intention zur Nutzung von Navigationssoftware hat. Der Pfadkoeffizient von $PU_Transport \rightarrow IU$ besitzt ein positives Vorzeichen und ist statistisch signifikant von Null verschieden. Dementsprechend unterstützt unser Modell die Hypothese 3. Das Ergebnis impliziert, dass je höher die wahrgenommene Nützlichkeit der Navigationssoftware zur Reduzierung von Transport- und Fahrtkosten ist, desto höher ist die Intention, die Navigationssoftware zu verwenden. Hypothese 4 kann ebenfalls durch unser Modell nicht abgelehnt werden, da der Pfadkoeffizient $PU_Kommunikation \rightarrow IU$ statistisch signifikant von Null verschieden ist und ein positives Vorzeichen besitzt. Wenn durch die Navigationssoftware die Kommunikation der Standorte für Mitarbeiter oder durch Kunden verbessert werden kann, dann ist auch die Intention seitens der Lohnunternehmen höher, diese Software zu nutzen. Die Ergebnisse sind insbesondere von Bedeutung für das Marketing entsprechender Navigationssoftware.

Der Pfadkoeffizient für $PEOU \rightarrow IU$ ist nicht statistisch signifikant von Null verschieden, sodass die Hypothese 5 nicht bestätigt werden kann. Eine mögliche Erklärung dafür ist die Verwendung von W3W als Stellvertreter für eine landwirtschaftliche Navigationssoftware. Dementsprechend könnte es trotz der Vorabläuterung der W3W App für viele Lohnunternehmen schwer gewesen sein, die Benutzerfreundlichkeit einzuschätzen. Ein anonymer Gutachter lieferte den Hinweis, dass die fehlende statistische Signifikanz auch so erklärt werden könnte, dass die Benutzerfreundlichkeit eines Navigationssystems möglicherweise alleine nicht ausreicht, um eine IU zu erzeugen. Dementsprechend lässt sich vermuten, dass vor allem der Mehrwert in Form der PU eine Rolle spielt. Diese Ergebnisse sind für weitere Teilgebiete der Logistik von Bedeutung, da, trotz der Unterschiede zwischen Transport- und Agrarlogistik, die Minimierung von Transport- und Fahrtkosten bei der Anwendung von Navigationssoftware im Mittelpunkt steht (LAMSAL et al. 2016, HEIZINGER und BERNHARDT 2011, GÖTZ et al. 2014, GÖTZ et al. 2011).

Mit den Hypothesen 6 bis 9 wurde das klassische TAM um betriebliche und soziodemographische Charakteristika erweitert. Das Modell unterstützt die Hypothese 6, da der Pfadkoeffizient $Alter \rightarrow PEOU$ statistisch signifikant von Null verschieden ist und das erwartete negative Vorzeichen besitzt. Aufgrund weniger Erfahrung mit digitalen Technologien ist anzunehmen (GERPOTT et al. 2013, ROSE et al. 2016), dass ältere Lohnunternehmer den Umgang mit einer neuen Navigationssoftware als schwieriger empfinden. Die Ergebnisse implizieren, dass Lohnunternehmen bei der Anschaffung neuer Software darauf achten sollten, dass älteren Mitarbeitern ausreichend Zeit eingeräumt wird

sich mit der neuen Software vertraut zu machen. Anbieter sollten möglicherweise entsprechende Einweisungen beim Kauf mitanbieten, um den Einsatz in den Betrieben zu erleichtern.

Die Hypothesen 7 bis 9 konnten durch das Modell nicht bestätigt werden, da die Pfadkoeffizienten Bildung \rightarrow PEOU, Betriebsgröße \rightarrow PU_Transport und Betriebsgröße \rightarrow PU_Kommunikation nicht statistisch signifikant von Null verschieden sind. Die Bildung hat keinen statistisch signifikanten Effekt auf die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit. Kongruent zu Erklärung der fehlenden Signifikanz des Pfadkoeffizienten PEOU \rightarrow IU ist allerdings zu vermuten, dass trotz der Vorabklärung die Bedienungsfreundlichkeit von W3W als Beispielsoftware nicht richtig eingeschätzt werden konnte. Weiterhin hat die Betriebsgröße keinen statistisch signifikanten Effekt auf die wahrgenommene Nützlichkeit für die Einsparung von Transport- und Fahrtkosten und für die Verbesserung der Kommunikation. Grund dafür könnte sein, dass auch für kleinere Lohnunternehmen mit geringerer Kunden- und/oder Mitarbeiterzahl der Gebrauch entsprechender Navigationssoftware nützlich sein kann, zumal die angebotene Navigationssoftware vielfach kostenlos ist. Dies gilt insbesondere, wenn zum Beispiel eine bestimmte Feldeinfahrt aufgrund der Tragfähigkeit oder Breite genutzt werden soll. Da kleinere Lohnunternehmen eine geringe Investitionskraft aufweisen, aber möglicherweise trotzdem einen Bedarf an Navigationssoftware haben, sollten Entwickler Produkte mit unterschiedlichem Funktionsumfang anbieten, um auch kleinere Lohnunternehmen als Kunden gewinnen zu können.

Schlussfolgerungen

Landwirtschaftliche Lohnunternehmen verzeichneten in den letzten Jahren ein starkes Unternehmenswachstum und eine Vergrößerung des Kundenstamms. Einhergehend damit steigt der Anspruch an das Management und die Agrarlogistik. Verschiedene Softwarelösungen können dabei die Lohnunternehmen insbesondere in der Navigation unterstützen. Jedoch ist bislang wenig über deren Einsatz bekannt. Die Ergebnisse unserer Studie basieren auf einer Online-Umfrage aus dem Jahr 2018 mit 134 Lohnunternehmen. Es konnte gezeigt werden, dass die Lohnunternehmen Probleme mit dem Auffinden des richtigen Schlages und der Schlageinfahrt sehen. Auch längere Anfahrtswege durch mangelnde Ortskenntnisse stellen für die Lohnunternehmen ein Problem dar. Beide Befunde unterstreichen den Bedarf an bedarfsgerechter Navigationssoftware für Lohnunternehmen. Unsere Resultate zeigen allerdings, dass die Lohnunternehmen nur teilweise mit den bestehenden Softwarelösungen zufrieden sind. Ebenfalls wünschen sich die Lohnunternehmen, dass Informationen über Gewichtsbeschränkungen, Brückenhöhen und Straßenbreiten über die Navigationssoftware abgerufen werden können, was bei der Entwicklung zukünftiger Software berücksichtigt werden sollte.

Ein weiteres Augenmerk der Studie lag darauf, ob das TAM auf die Nutzung von Navigationssoftware durch Lohnunternehmen übertragen werden kann. Das Modell wurde mittels PLS-Strukturgleichungsmodellierung geschätzt. Fast alle Hypothesen des TAMs konnten durch das Modell unterstützt werden. Nur die Hypothese, dass die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit einen positiven Effekt auf die Intention zur Nutzung von Navigationssoftware hat, konnte nicht unterstützt werden. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass trotz der vorabgegebenen Erläuterung der W3W Software die Lohnunternehmen die Benutzerfreundlichkeit der Beispielsoftware nicht ausreichend einschätzen konnten. Dadurch, dass die Kernannahmen des TAMs zum Großteil bestätigt werden konnten, sind die Ergebnisse auch über Deutschland hinaus für Länder mit ähnlichen Strukturen im landwirtschaftlichen Dienstleistungssektor von Interesse. Unsere Ergebnisse sind weiterhin für Forscher in anderen Teilgebieten der Logistik interessant, da dies die erste Studie ist, die die Annahmen des TAMs

auf den Einsatz von Navigationssoftware überträgt. Die Ansprüche an eine Navigationssoftware zur Minimierung von Transport- und Fahrtkosten gelten sowohl für die allgemeine Transportlogistik als auch für die Agrarlogistik, was die Generalisierbarkeit der Ergebnisse unterstreicht.

Die Ergebnisse des TAMs implizieren weiterhin, dass je höher die wahrgenommene Nützlichkeit zur Einsparung von Transport- und Fahrtkosten und zur Verbesserung der Kommunikation ist, desto höher ist die Intention, eine Navigationssoftware zu nutzen. Für Entwickler und Anbieter bedeutet dies, dass diese Aspekte insbesondere beim Marketing und bei der Entwicklung berücksichtigt werden sollten. Ebenfalls hat die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit einen positiven Effekt auf die wahrgenommene Nützlichkeit, weswegen bei der Entwicklung entsprechender Software auf die Einfachheit der Bedienung geachtet werden sollte. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass ein höheres Alter des Benutzers einen negativen Effekt auf die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit hat. Lohnunternehmen sollten entsprechend darauf achten, älteren Mitarbeiter genug Zeit zu geben, sich mit der Software vertraut zu machen, damit diese effektiv im Unternehmen genutzt werden kann. Weiterhin sollten Anbieter entsprechende Schulungen oder Einweisungen ins Angebot integrieren. Kein statistisch signifikanter Effekt konnte für die Betriebsgröße gefunden werden, was zeigt, dass das Angebot an Navigationssoftware auch für kleinere Lohnunternehmen von Interesse ist. Dies sollte bei der Angebotserstellung berücksichtigt werden. Unser Beitrag liefert damit wichtige Erkenntnisse für Lohnunternehmen, Entwickler und Anbieter entsprechender Software.

Eine Limitierung unserer Studie liegt darin, dass wir uns hauptsächlich auf die Funktion des zielgenauen Navigierens fokussiert haben. Bestehende Softwarelösungen bieten darüber hinaus noch weitere Managementfunktionen, wie zum Beispiel die Planung und Organisation der Maschinenflotte. Die wahrgenommene Nützlichkeit der Managementfunktionen sollte ebenfalls ermittelt werden, um diese Softwarelösungen kundengerecht weiterentwickeln zu können. Weiterhin könnten Folgestudien, unter Berücksichtigung soziodemographischer und betrieblicher Charakteristika, die Zahlungsbereitschaft für Navigations- und Managementsoftware bzw. einzelne Funktionen dieser Softwarelösungen ermitteln. Der finanzielle Wert, den Entscheidungsunterstützungssysteme bzw. einzelne Funktionen für die Anwender haben, hat eine hohe Bedeutung für die Weiterentwicklung der Softwarelösungen. Ebenfalls wurde nicht das tatsächliche Nutzungsverhalten erfasst, was in Folgestudien unter Verwendung unseres TAMs berücksichtigt werden sollte, um die Generalisierbarkeit des TAMs der Logistikforschung weiter zu untermauern. Im Zuge dessen könnte das TAM um zusätzliche Konstrukte erweitert werden, um Motivation und Interesse seitens der Lohnunternehmen für Navigationssoftware weiterführend zu untersuchen. Ein weiterer Ansatz könnte die Evaluierung der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) sein (VENKATESH et al. 2003).

Literatur

- Amiama, C.; Pereira, J.M.; Castro, A.I.; Bueno, J. (2015): Modelling corn silage harvest logistics for a cost optimization approach. *Computers and Electronics in Agriculture* 118, pp. 56–65, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.08.024>
- Amponsah, W.A. (1995): Computer adoption and use of information services by North Carolina commercial farmers. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 27(2), pp. 565–576, <https://doi.org/10.1017/S1074070800028595>
- Aubert, B.A.; Schroeder, A.; Grimaudo, J. (2012): IT as enabler of sustainable farming. An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. *Decision Support Systems* 54(1), pp. 510–520, <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.07.002>
- Austin, E. J.; Willock, J.; Deary, I. J.; Gibson, G. J.; Dent, J. B.; Edwards-Jones, G.; Morgan, O.; Grieve, R.; Sutherland A. (1998): Empirical models of farmer behaviour using psychological, social and economic variables. Part I. Linear modelling. *Agricultural Systems* 58(2), pp. 203–224, [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(98\)00066-3](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(98)00066-3)
- Bernhardt, H.; Mederle, M.; Treiber, M.; Wörz, S. (2018): Aspects of digization in agricultural logistics in Germany. *Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering* (7), pp. 215–220. <http://landreclamationjournal.usamv.ro/pdf/2018/Art38.pdf>, Zugriff am 07.12.2018
- BMVI (2018): Das Navigationssystem für die Landwirtschaft – AgriNAVI. Bundesministerium für Transport und Infrastruktur. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/navigationssystem-fuer-landwirtschaft-agrnavi.html>, Zugriff am 08.12.2018
- Bonke, V.; Fecke, W.; Michels, M.; Musshoff, O. (2018): Willingness to pay for smartphone apps facilitating sustainable crop protection. *Agronomy for Sustainable Development* 38(51), pp. 1–10, <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0532-4>
- Daberkow, S.G.; McBride, W.D. (2003): Farm and operator characteristics affecting the awareness and adoption of precision agriculture technologies in the US. *Precision Agriculture* 4(2), pp. 163–177, <https://doi.org/10.1023/A:1024557205871>
- Davis, F. D. (1989): Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, pp. 319–340, <https://www.jstor.org/stable/249008>
- DBV (2018): Situationsbericht 2017/18. Deutscher Bauernverband. <https://media.repro-mayr.de/00/709600.pdf>, Zugriff am 08.12.2018
- Ebadian, M.; Sowlati, T.; Sokhansanj, S.; Stumborg, M.; Townley-Smith, L. (2011): A new simulation model for multi-agricultural biomass logistics system in bioenergy production. *Biosystems Engineering* 110(3), pp. 280–290, <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2011.08.008>
- Fecke, W.; Michels, M.; von Hobe, C.-F.; Mußhoff, O. (2018): Wie kommunizieren Landwirte in Zeiten der Digitalisierung? *Berichte über Landwirtschaft-Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 96(2), <http://dx.doi.org/10.12767/buel.v96i2.194>
- Fishbein, M.; Ajzen, I. (1975): *Belief, attitude, intention and behavior. An introduction to theory and research.* Reading, MA: Addison-Wesley
- Fountas, S.; Blackmore, S.; Ess, D.; Hawkins, S.; Blumhoff, G.; Lowenberg-Deboer, J.; Sorensen, C. G. (2005): Farmer experience with precision agriculture in Denmark and the US Eastern Corn Belt. *Precision Agriculture* 6(2), pp. 121–141. <https://doi.org/10.1007/s11119-004-1030-z>
- Gaese, C. F.; Bernhardt, H.; Popp, L.; Wörz, S.; Heizinger, V.; Damme, T.; Eberhardt, J.; Kluge, A. (2013): Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistik-Prozessen. In: Clasen, M.; Kersebaum, K. C.; Meyer-Aurich, A.; Theuvsen, B. (Hrsg.), *Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft – Erhebung – Verarbeitung – Nutzung.* Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., S. 91–94. <https://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings211/91.pdf>
- Ghadim, A.K.A.; Pannell, D.J. (1999): A conceptual framework of adoption of an agricultural innovation. *Agricultural economics* 21(2), pp. 145–154, [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(99\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(99)00023-7)
- Götz, S.; Holzer, J.; Winkler, J.; Bernhardt, H.; Engelhardt, D. (2011): Agrarlogistik-Systemvergleich von Transportkonzepten der Getreidelogistik. *LANDTECHNIK – Agricultural Engineering* 66(5), pp. 381–386, <http://dx.doi.org/10.15150/lt.2011.898>

- Götz, S.; Zimmermann, N.; Engelhardt, D.; Bernhardt, H. (2014): Influencing factors on agricultural transports and their effect on energy consumption and average speed. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, pp. 59–69
- Hair, J. F.; Hult, G. T. M.; Ringle, C.; Sarstedt, M. (2016): *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Thousand Oaks: Sage Publications
- Heizinger, V.; Bernhardt, H. (2011): Algorithmic Efficiency Analysis of Harvest and Transport of Biomass. *Journal of Agricultural Machinery Science* 7(1), pp. 95–99, [http://www.tarmakder.org.tr/images/stories/MAKALELER/2011/2011_vol7\(1\)/2011_vol7\(1\)_95-99.pdf](http://www.tarmakder.org.tr/images/stories/MAKALELER/2011/2011_vol7(1)/2011_vol7(1)_95-99.pdf)
- Heizinger, V.; Mederle, M.; Huber, S.; Bernhardt, H. (2016): Abschätzung des Kraftstoff-Einsparpotentials in der Infield-Logistik bei der Ernte von Biomasse. In: Ruckelshausen, A.; Meyer-Aurich, A.; Rath, T.; Recke, G.; Theuvsen, B. (Hrsg.), *Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft 2016*. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., S. 65–68, <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/769>
- Jiang, W.; Stefanakis, E. (2018): What3Words Geocoding Extensions. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis* 2(1), pp. 1–18, <https://doi.org/10.1007/s41651-018-0014-x>
- Kumar, S.; C. Zahn (2003): Mobile communications: evolution and impact on business operations. In: *Technovation* 23(6), pp. 515–520, [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00120-7](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00120-7)
- Kutter, T.; Tiemann, S.; Siebert, R.; Fountas, S. (2011): The role of communication and co-operation in the adoption of precision farming. *Precision Agriculture* 12(1), pp. 2–17, <https://doi.org/10.1007/s11119-009-9150-0>
- Lamsal, K.; Jones, P. C.; Thomas, B. W. (2016): Harvest logistics in agricultural systems with multiple, independent producers and no on-farm storage. *Computers & Industrial Engineering* 91, pp. 129–138, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.10.018>
- Lauer, J.; Zipf, A. (2010): A workflow for improving the availability of routable data (OSM) for log-istics in agriculture—using data from Telematics-systems and community-based quality management. <http://koenigstuhl.geog.uni-heidelberg.de/publications/2010/Lauer/lauer-zipf-agro-logistics-agile2010.pdf>, Zugriff am 08.12.2018
- Maranguni, N.; Grani, A. (2015): Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society* 14(1), pp. 81–95, <http://dx.doi.org/10.1007/s10209-014-0348-1>
- Mederle, M.; Heizinger, V.; Bernhardt, H. (2015): Analyse von Einflussfaktoren auf Befahrungsstrategien im Feld. In: Ruckelshausen, A.; Schwarz, H.-P.; Theuvsen, B. (Hrsg.), *Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft 2015*. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., S. 113–116, <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2597>
- Mzoughi, N. (2011): Farmers adoption of integrated crop protection and organic farming. Do moral and social concerns matter? *Ecological Economics* 70(8), pp. 536–1545, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.016>
- Nelson, R.R.; Phelps, E.S. (1966): Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American Economic Review* 56, pp. 69–75
- Perdana, Y. R. (2012): Logistics information system for supply chain of agricultural commodity. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 65, pp. 608–613, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.172>
- Reichardt, M.; Jürgens, C.; Klöble, U.; Hüter, J.; Moser, K. (2009): Dissemination of precision farming in Germany. Acceptance, adoption, obstacles, knowledge transfer and training activities. *Precision Agriculture* 10(6), pp. 525–545, <https://doi.org/10.1007/s11119-009-9112-6>
- Ringle, C. M.; Wende, S.; Becker, J.-M. (2015): *SmartPLS 3*. Boenningstedt. SmartPLS GmbH
- Rose, D.C.; Sutherland, W.J.; Parker, C.; Loble, M.; Winter, M.; Morris, C.; Twining, S.; Foulkes, C.; Amano, T.; Dicks, L.V.; (2016): Decision support tools for agriculture: Towards effective design and delivery. *Agricultural Systems* 149, pp. 165–174, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.09.009>
- Schaak, H.; Mußhoff, O. (2018): Understanding the adoption of grazing practices in German dairy farming. *Agricultural Systems* 165, pp. 230–239, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.015>
- Springael, J.; Paternoster, A.; Braet, Jo. (2018): Reducing postharvest losses of apples. Optimal transport routing (while minimizing total costs). *Computers and Electronics in Agriculture* 146, pp. 136–144, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.007>
- Vanclay, F.; Lawrence, G. (1994): Farmer rationality and the adoption of environmentally sound practices; a critique of the assumptions of traditional agricultural extension. *European Journal of Agricultural Education and Extension* 1(1), pp. 59–90, <https://doi.org/10.1080/13892249485300061>

- Venkatesh, V.; Bala, H. (2008): Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences* 39(2), pp. 273–315, <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Venkatesh, V.; Davis, F. D. (2000): A theoretical extension of the technology acceptance model. Four longitudinal field studies. *Management Science* 46(2), pp. 186–204, <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- 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), pp. 425–478, https://www.jstor.org/stable/30036540?q=1#metadata_info_tab_contents
- Verma, P.; Sinha, N. (2018): Integrating perceived economic wellbeing to technology acceptance model. The case of mobile based agricultural extension service. *Technological Forecasting and Social Change* 126, pp. 207–216, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.08.013>
- What3Words (2018): Weltweites Adresssystem. <https://what3words.com/de/>, Zugriff am 07.12.2018

Autoren

M. Sc. Marius Michels

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Arbeitsbereich Landwirtschaftliche Betriebslehre des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August Universität Göttingen, E-Mail: marius.michels@agr.uni-goettingen.de

Paul Johann Weller von Ahlefeld

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Arbeitsbereich Landwirtschaftliche Betriebslehre des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August Universität Göttingen

Prof. Dr. Oliver Mußhoff

Inhaber der Professur Landwirtschaftliche Betriebslehre des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August Universität Göttingen

Danksagungen

Wir danken zwei anonymen Gutachtern für wertvolle Hinweise. Des Weiteren danken wir Wilm Fecke, Vanessa Bonke und Gregor Bensmann für die Unterstützung bei der Konzeption und Durchführung der Studie.