

Aus dem Institut für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft
Professur für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft
der Justus-Liebig-Universität Gießen

**Beiträge zur ökonomischen Bedeutung der Digitalisierung
in der Agrar- und Ernährungswirtschaft**

INAUGURAL – DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. oec. troph.)
im Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und
Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Svenja Mohr
aus Freiburg im Breisgau

Gießen, 2021

Mit Genehmigung des Fachbereichs Agrarwissenschaften,
Ökotropologie und Umweltmanagement der
Justus-Liebig-Universität Gießen

Prüfungskommission:

1. Gutachter: Prof. Dr. Rainer Kühl
2. Gutachter: Prof. Dr. Joachim Aurbacher

Prüferin: Prof. Dr. Ramona Teuber

Prüfer: Prof. Dr. Ernst-August Nuppenau

Vorsitzender: Prof. Dr. Rod Snowdon

Tag der Disputation: 19.10.2021

Danksagung

Diese Dissertation entstand während meiner Zeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft der Justus-Liebig-Universität Gießen. Ich möchte mich bei allen Menschen, die mich auf diesem Weg unterstützt haben ganz herzlich bedanken.

Besonderer Dank gebührt meinem Doktorvater, Prof. Dr. Rainer Kühl, für seine sehr große Gesprächsbereitschaft, seine zuverlässige Unterstützung und seine ausgezeichnete Betreuung während meiner Promotionszeit. Die konstruktiven und kritischen Diskussionen mit ihm haben mich motiviert, unterschiedlichen Fragestellungen nachzugehen und diese im Rahmen meiner Promotion anhand von verschiedenen empirischen Arbeiten zu untersuchen. Prof. Dr. Rainer Kühl ermöglichte mir die Teilnahme an Konferenzen, Seminaren und Fortbildungen sowie die Mitarbeit an verschiedenen Projekten, wodurch ich mich fachlich und persönlich weiterentwickeln konnte.

Des Weiteren danke ich Herrn Prof. Dr. Aurbacher für seine Bereitschaft, die Zweitbetreuung meiner Dissertation zu übernehmen.

Darüber hinaus möchte ich mich bei meinen (ehemaligen) Institutskolleginnen und -kollegen bedanken. Meine ehemalige Kollegin Dr. Anne Piper hat mich in den ersten Monaten meiner Promotion sehr unterstützt und mir vielfältige Einblicke in die verschiedenen Tätigkeiten am Institut gegeben. Danken möchte ich zudem meiner ehemaligen Kollegin und Ko-Autorin Dr. Julia Höhler für die gute und spannende Zusammenarbeit bei der Umsetzung unserer gemeinsamen Forschungsprojekte. Daria Sänger danke ich für die anregenden Gespräche und die äußerst angenehme Atmosphäre in unserem Büro. Die vielen produktiven Gespräche und angenehmen Mittagspausen mit den bereits genannten Kolleginnen sowie mit Florian Dreyer, Xenia Gatzert, Jörg Müller, Laurin Spahn und Anne Stollenwerk waren mir eine große Hilfe.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Partner und Ko-Autor Janis Cloos für seine liebevolle und inhaltlich wertvolle Unterstützung während meiner Promotion, insbesondere in den vielen Homeoffice-Stunden. Von ganzem Herzen möchte ich mich bei meiner Familie, insbesondere bei meinen Eltern, bedanken, die mich in allen Phasen des Promotionsprojekts liebevoll unterstützt haben. Meinen Freunden danke ich für die vielen motivierenden Worte während meiner Promotionszeit und hierbei insbesondere Merindah Loessl für das Korrekturlesen einiger englischsprachiger Artikel.

Gender-Erklärung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Dissertationsschrift die Sprachform des generischen Maskulinums angewendet. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll und keine Benachteiligung anderweitiger Geschlechter impliziert.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Abgrenzung des Forschungsrahmens.....	7
1.2 Zielsetzung	10
1.3 Aufbau der Dissertationsschrift.....	12
2 Kurzzusammenfassung der Artikel.....	16
2.1 Themenbereich A: Digitalisierung in der lebensmittelbezogenen Konsumforschung	16
2.2 Themenbereich B: Digitalisierung in der Landwirtschaft.....	19
2.3 Methodische und thematische Zusammenhänge der Artikel	24
3 Diskussion und Fazit.....	28
4 Publikationen.....	40
4.1 Themenbereich A: Digitalisierung in der lebensmittelbezogenen Konsumforschung	40
Artikel 1: Exploring persuasion knowledge in food advertising: An empirical analysis.....	41
Artikel 2: Acceptance of data sharing in smartphone apps from key industries of the digital transformation: A representative population survey for Germany.....	75
4.2 Themenbereich B: Digitalisierung in der Landwirtschaft.....	129
Artikel 3: Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: an application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior	130
Artikel 4: Media Coverage of Digitalization in Agriculture – An Analysis of Media Content.....	174
Artikel 5: Determinanten der Standortattraktivität Deutschlands für die Ernährungswirtschaft - Ergebnisse einer Expertenbefragung.....	193
Zusammenfassung.....	214
Summary	215
Literaturverzeichnis.....	216
Anhang	223
A1 Zusammenfassung der analysierten Zeitschriften und des Codeplans in Artikel 4.....	223
A2 Erläuterung der Forschungsmethode Strukturgleichungsanalyse.....	226
A3 Artikel aus dem Konferenztagsband der Gesellschaft für Informatik	231

Artikel 6: Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft. Eine Analyse von Einflussfaktoren auf die Nutzungsintention bei Landwirten	232
Artikel 7: Öffentliche Meinung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft und ihren Auswirkungen	239

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Artikel der Dissertationsschrift	13
Tabelle 2: Darstellung der methodischen und thematischen Zusammenhänge in den jeweiligen Artikeln	25
Tabelle 3: Artikel im Themenbereich A.....	40
Tabelle 4: Artikel im Themenbereich B.....	129
Tabelle 5: Zusammenfassung der analysierten Printmedien (n=88) in Artikel 4.....	223
Tabelle 6: Codeplan – Codes und Beschreibung der Interessensgruppen in Artikel 4	223
Tabelle 7: Codeplan – Kategorien und Anzahl der Codes in Artikel 4.....	225
Tabelle 8: Übersicht der Artikel aus dem Konferenztagungsband der Gesellschaft für Informatik.....	231

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ergebnisse Google Trends Analyse.....	4
Abbildung 2: Darstellung Strukturgleichungsmodell	227

Abkürzungsverzeichnis

BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
DFKI	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
GIL	Gesellschaft für Informatik
KI	Künstliche Intelligenz
PKM	Persuasion Knowledge Model
PLS	Partial-Least-Squares
SMAC-Technologien	Social, Mobile, Analytics und Cloudcomputing- Technologien
TAM	Technologieakzeptanzmodell (Technology Acceptance Model)
TPB	Theorie des geplanten Verhaltens (Theory of Planned Behavior)

1 Einleitung

In nahezu allen Konsumbereichen ist zu beobachten, dass sich Veränderungen durch die Digitalisierung ergeben und die Bedeutung von digitalen Anwendungen zunimmt. Das alltägliche Handeln sowie Entscheidungen von Konsumenten und Unternehmen werden durch digitale Anwendungen geprägt und verändert. Die Potenziale der Digitalisierung ergeben sich maßgeblich durch verschiedene Möglichkeiten bei Ressourceneinsparungen und Produktivitätssteigerungen sowie durch effizientere Produktionsprozesse. Des Weiteren können sich durch digitale Anwendungen, Verbesserungen im Bereich Umweltschutz und Nachhaltigkeit ergeben. Digitale Anwendungen ermöglichen es ferner, Produkte zu individualisieren und diese dadurch zielgerichtet auf die Bedürfnisse der Konsumenten anzupassen. Neben diesen Vorteilen ergeben sich jedoch gleichzeitig Herausforderungen hinsichtlich des Datenschutzes und der Datensicherheit. Unsicherheiten bzw. eine geringe Adaptionsneigung gegenüber neuartigen Geschäftsmodellen, Arbeitsformen und Innovationen sowie bestehende Mängel in der Netzabdeckung sind weitere Herausforderungen, die das Ziel einer erfolgreichen Gestaltung der digitalen Transformation erschweren können.

Diese Dissertationsschrift befasst sich mit Auswirkungen der Digitalisierung auf die Landwirtschafts- und Ernährungsbranche. Zunächst wird in diesem Kapitel der Begriff Digitalisierung definiert und die Bedeutung der Digitalisierung allgemein für Politik, Gesellschaft und Industrieunternehmen herausgestellt.

Eine einheitliche Definition für den Begriff Digitalisierung existiert nicht, weshalb in dieser Dissertationsschrift der Begriff Digitalisierung entsprechend der nachfolgenden Beschreibung verwendet wird. Der Begriff Digitalisierung bezeichnet einen technologieinduzierten Transformationsprozess in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik (Imgrund et al., 2018). Die Digitalisierung führt dazu, dass Arbeitsabläufe automatisiert werden und das Internet als globales Kommunikationsmedium von Unternehmen, Gesellschaft und Politik genutzt wird. Analoge Informationen werden in digitale, also maschinenlesbare, Informationen umgewandelt. Angetrieben wird die Digitalisierung durch sogenannte **S**ocial, **M**obile, **A**nalytics und **C**loudcomputing (SMAC)-Technologien. Zu diesen Technologien zählen soziale Medien (**S**ocial), tragbare Informations- und Kommunikationsendgeräte, wie Smartphones in Verbindung mit Apps¹ (**M**obile), Datenanalyse-Technologien, zur Bearbeitung von Big Data

¹ In diese Dissertationsschrift wird diesbezüglich allgemein von digitalen Anwendungen gesprochen. Wenn mit digitalen Anwendungen Smartphones in Verbindung mit Apps gemeint sind, werden diese im Folgenden als Apps bezeichnet.

Analysen und Business Intelligence Entscheidungsprozessen (Analytics) sowie standort- und geräteunabhängige Netzwerkdienste (Cloudcomputing). Durch die SMAC-Technologien, mit denen eine zunehmende Automatisierung, beispielsweise von Prozessen, eine Vernetzung von Daten sowie die Entwicklung von neuen digitalen Anwendungen² einhergehen, verändern sich Wertschöpfungsprozesse, Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle im beruflichen sowie im privaten Umfeld von Personen (Legner et al., 2017; Wolf & Strohschen, 2018).

Die vielfältigen Veränderungen, welche sich durch den technischen und digitalen Fortschritt in Gesellschaft und Wirtschaft ergeben, führen dazu, dass das Thema Digitalisierung in zunehmendem Maße von der Politik adressiert wird (Legner et al., 2017). So wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) seit 2016 ein jährlich stattfindender Digital-Gipfel ausgerichtet, um die Gestaltung der Digitalisierung bzw. die digitale Transformation von Wirtschaft, Staat und Gesellschaft voranzutreiben. In den letzten Jahren wurden dabei Themen wie digitale Bildung (2016), Digitalisierung im Gesundheitswesen (2017), Künstliche Intelligenz (KI) (2018) und digitale Plattformen (2019) diskutiert. Im Jahr 2020 lag der Fokus mit dem Thema „Digital nachhaltiger leben“ darauf, wie Nachhaltigkeitsziele mit der Entwicklung von neuen Produkten und Geschäftsmodellen vereint werden und bestehende Prozesse durch digitale Technologien optimiert werden können (BMWi, 2021a). Weiterhin fördert die Bundesregierung die Forschung zu KI und hat im Jahr 2018 die „Strategie Künstliche Intelligenz“ beschlossen. Mit der Strategie wird das Ziel verfolgt, Deutschland als einen führenden Standort für die Entwicklung und Anwendung von KI-basierten Technologien zu etablieren und die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu sichern. Des Weiteren wird auf eine verantwortungsvolle und gemeinwohlorientierte Entwicklung und Nutzung von KI abgezielt, bei der ethische, rechtliche, kulturelle und institutionelle Aspekte das Rahmenwerk bilden (Bundesregierung, 2018).

Die gesellschaftlichen Herausforderungen der Digitalisierung werden bereits seit dem Jahr 1999 von der Initiative D21, welche sich aus Vertretern der Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft zusammensetzt, angegangen. Das gemeinnützige Netzwerk zielt darauf ab, Rahmenbedingungen für digitale Innovationen zu schaffen sowie Bedürfnisse, Erwartungen und Kompetenzen bezüglich digitalen Themenfeldern in der Gesellschaft zu identifizieren. Die Digitalisierung wird demnach mit Blick auf die Gesellschaft beobachtet. Die Initiative D21 regt dabei öffentliche Diskussionen zum Thema Digitalisierung an und gestaltet diese mit

² Neben den bereits genannten Anwendungen und Technologien umfasst die Digitalisierung unter anderem auch Robotik, Sensoren, Künstliche Intelligenz, 3D-Druck, Augmented Reality und Blockchain-Technologien (Klerkx et al., 2019).

(Initiative D21 e.V., 2021). Weitere Institutionen wie die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V. (2017) oder die Bertelsmann Stiftung (2021), aber auch Marktforschungsunternehmen wie Splendid Research (2019) und Wirtschaftsprüfungsgesellschaften wie PricewaterhouseCoopers GmbH (2018) untersuchen in Studien Auswirkungen der Digitalisierung auf die Gesellschaft.

Die zunehmende Bedeutung der Digitalisierung in der Gesellschaft zeigt sich ebenfalls bei einer Analyse von Suchbegriffen mit dem Google-Trendindikator. Der Google-Trendindikator gibt an, wie häufig ein bestimmter Suchbegriff von den Internetnutzern eines Landes in der Vergangenheit in die Suchmaschine Google eingegeben wurde und spiegelt daher das Interesse der Gesellschaft an bestimmten Themenfeldern wider. Die Anzahl der Suchbegriffe wird in Relation zu anderen Suchbegriffen im Betrachtungszeitraum angegeben. Demnach kann der Index Werte zwischen 0 und 100 annehmen (Auer, 2021). In Abbildung 1 ist beispielhaft die Anzahl der Eingaben für vier Suchbegriffe zum Thema digitale Transformation im zeitlichen Verlauf für Deutschland ab dem Jahr 2007 dargestellt.³ Anhand der vier Begriffe „Smart Home“, „Digitalisierung“, „Künstliche Intelligenz“ und „Sprachassistent“, zeigt sich ein Anstieg entsprechender Sucheingaben, insbesondere seit dem Jahr 2014. Wie Abbildung 1 zeigt, wurden die Begriffe „Smart Home“ und „Digitalisierung“ im Vergleich zu den Begriffen „Sprachassistent“ und „Künstliche Intelligenz“ besonders häufig gesucht, wobei der Begriff „Smart Home“ innerhalb des gesamten Betrachtungszeitraums und innerhalb der vier Suchbegriffe am häufigsten im Jahr 2019 in die Google Suche eingegeben wurde (Google Trends, 2021).

³ Der Durchbruch von Smartphones begann mit der Markteinführung des ersten Apple iPhones im Jahr 2007 (Boehm, 2018), weshalb der Startzeitpunkt des Beobachtungszeitraums in Abbildung 1 ebenfalls im Jahr 2007 beginnt.

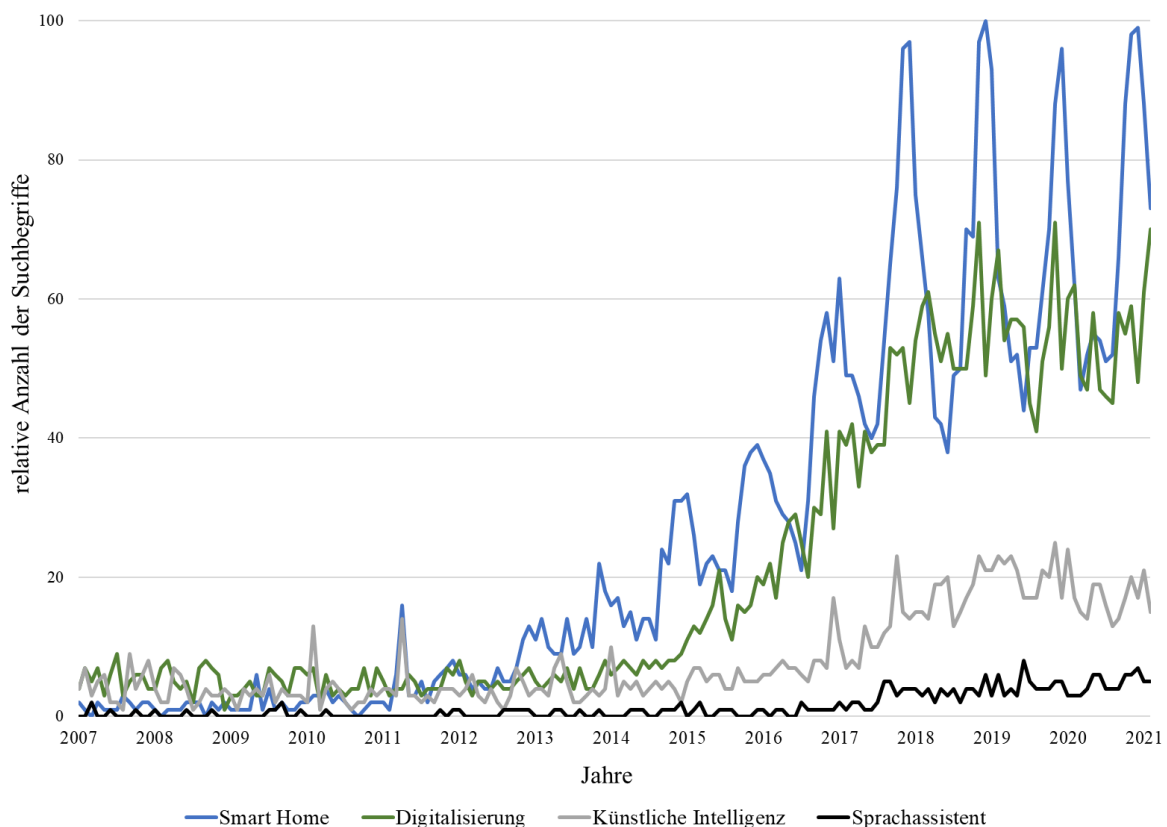


Abbildung 1: Ergebnisse Google Trends Analyse

Quelle: Eigene Darstellung nach Berechnungen von Google Trends (2021)

Auf Unternehmensebene ist die digitale Transformation dadurch charakterisiert, dass Geschäftsmodelle, Strategien, Prozesse, Produkte und Dienstleistungen durch digitale Anwendungen und Technologien verändert werden (Teece & Linden, 2017). Durch den Einsatz digitaler Anwendungen entstehen intelligente Vernetzungen zwischen Maschinen und Produktionsprozessen sowie zwischen Menschen, Maschinen und Produktionsprozessen. Diese immer engere Verzahnung von Produktionsprozessen mit Informations- und Kommunikationstechnologien wird als Industrie 4.0 bezeichnet (BMWi, 2021b).

Durch die Vernetzung, Aufbereitung und Analyse von Daten ergeben sich Potenziale für Unternehmen, beispielsweise hinsichtlich einer effizienteren Steuerung von Wertschöpfungsketten und einer Individualisierung von Produkten (Annosi et al., 2020; Bitkom, 2020). Daten, welche durch verschiedene Prozesse generiert werden, dienen als (Analyse-)Ressource oder sogar als (End-)Produkt für Unternehmen und sind für Entwicklungen von digitalen Innovationen essenziell (Krotova et al., 2019). In einigen Branchen ergeben sich durch die ständige Präsenz von digitalen Technologien Kollaborationen

von Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen, bei denen Forschende und Studierende, als sogenannte „digital natives“ digitale Geschäftsmodelle, Produkte und Dienstleistungen vorantreiben sollen (Legner et al., 2017). Laut einer Studie des Digitalverbands Bitkom nutzten im Jahr 2020 59 Prozent der befragten Unternehmen Anwendungen der Industrie 4.0, während dies im Jahr 2018 auf 49 Prozent der befragten Unternehmen zutraf.⁴ Laut der Studie sahen im Jahr 2020, 93 Prozent der befragten Unternehmen die Industrie 4.0 als Chance für ihr Unternehmen (Bitkom Research, 2020a).

In Deutschland ist der Einsatz von digitalen Technologien über nahezu alle Branchen hinweg zu beobachten. So wird bspw. im Gesundheitswesen seit Januar 2021 die elektronische Patientenakte eingeführt (Bundesministerium für Gesundheit (BMG), 2021). Im Energiesektor müssen bis spätestens zum Jahr 2032 intelligente Strommessgeräte (Smart Meter) in deutschen Haushalten verpflichtend installiert sein (BMWi, 2020). In Privathaushalten ist ebenfalls in zunehmendem Maße zu beobachten, dass verschiedene Geräte mit digitalen Anwendungen vernetzt werden. In einem sogenannten intelligenten Zuhause (Smart Home) können sich unter anderem digitale Sprachassistenten, Staubsaugerroboter, smarte Kühlschränke oder intelligente Beleuchtungs-, Lüftungs-, Heizungs- und Brandmeldesysteme befinden (Wilson et al., 2020). Die Nutzer von Smart Home-Anwendungen geben an, durch die verschiedenen Anwendungen, mehr Komfort, Lebensqualität und Sicherheit zu erfahren sowie ein energieeffizienteres Konsumverhalten an den Tag zu legen (Bitkom Research, 2020b). Am Beispiel von Haushalten sowie der Mobilitäts-, Ernährungs-, und Energiebranche zeigt eine Studie von Wilson et al. (2020), dass durch einen breiten Einsatz von digitalen, innovativen Anwendungen und Dienstleistungen und aus den daraus resultierenden Veränderungen im Konsumverhalten, Emissionsreduzierungen erzielt werden können.

Neben der Vernetzung von verschiedenen intelligenten Anwendungen miteinander, ist auch eine Vernetzung des individuellen Verhaltens mit digitalen Anwendungen möglich. So führen bspw. Smartphones, die als Schnittstellen zu cloudbasierten Diensten dienen, zu einer Transformation in verschiedenen Konsumbereichen (Schuelke-Leech, 2018). Besonders gut veranschaulichen lässt sich dies am Beispiel von verschiedenen Tracking-Apps. Durch Nutzung von Tracking-Apps generieren Verbraucher Daten über ihre Aktivitäten. Diese Apps schaffen einen Datenpool über Lebensgewohnheiten, wie das Essverhalten, sowie die Schlaf- und Bewegungsprofile ihrer Nutzer. Eine für die deutsche Bevölkerung repräsentative Umfrage des Marktforschungsinstituts Splendid Research (2019) zeigt, dass rund ein Drittel der deutschen

⁴ Befragt wurden Unternehmen ab 100 Mitarbeitern (2020: n=552; 2018: n=552).

Bevölkerung Apps oder Wearables⁵ nutzt, um die eigenen sportlichen Aktivitäten, den Gesundheitsstatus und die Ernährung aufzuzeichnen.

Basierend auf den dargestellten Erläuterungen, wird folgende Vorgehensweise für den Aufbau dieser Dissertationsschrift gewählt. In Kapitel 1.1 wird der Forschungsrahmen dieser Dissertationsschrift abgegrenzt. Danach werden in Kapitel 1.2 die Zielsetzung und in Kapitel 1.3 der Aufbau der Dissertationsschrift erläutert. Kapitel 2 enthält Kurzzusammenfassungen der Artikel, welche den Themenbereichen A (Kapitel 2.1) und B (Kapitel 2.2) zugeordnet sind. Zudem werden methodische und thematische Zusammenhänge zwischen den Artikeln in Kapitel 2.3 erläutert. Bevor in Kapitel 4 die einzelnen Publikationen dieser Dissertationsschrift vorgestellt werden, erfolgen in Kapitel 3 Diskussion und Fazit.

⁵ Als Wearables werden internetfähige Kleingeräte wie bspw. Aktivitätstracker, Fitnessarmbänder und Smartwatches bezeichnet, die von ihren Benutzern am Körper getragen werden.

1.1 Abgrenzung des Forschungsrahmens

Wie aus dem Titel dieser Dissertationsschrift hervorgeht, liegt der thematische Schwerpunkt dieser Arbeit auf der Digitalisierung in der Agrar- und Ernährungsbranche. In diesem Kapitel wird der Forschungsrahmen eingegrenzt, indem die Bedeutung der Digitalisierung zuerst für die Ernährungsbranche bzw. die lebensmittelbezogene Konsumforschung und danach für die Landwirtschaftsbranche skizziert wird.

Der Einsatz datenbasierter Informations- und Kommunikationstechnologien wie Scannerkassen, Selbstbedienungskassen, (digitale) Kundenkarten und Apps verändert den (Lebensmittel-) Einzelhandel. Die Verwendung von SMAC-Technologien ermöglicht es, Informationen über Konsumenten zu sammeln und zu speichern. Basierend auf den gespeicherten Daten werden datengesteuerte Methoden wie Algorithmen und KI⁶ von Anbietern zur Datenanalyse genutzt, um bspw. Konsumentenprofile zu erstellen (Roosen & Zachmann, 2012). Zielgruppenspezifische und personalisierte Produkt- und Ernährungsempfehlungen, Angebote, Produktpreise, Dienstleistungen und Werbung können so an Konsumenten offeriert und auf die individuellen Bedürfnisse der Konsumenten abgestimmt werden (Li et al., 2017; Palmeshofer et al., 2017; Poutanen et al., 2017; Verma et al., 2018). Auf Konsumentenseite kann diese zielgenaue Bedürfniserfüllung zu einem Gefühl der höheren Wertschätzung und Zufriedenheit führen (D’Souza & Phelps, 2009). Transaktionskosten, in Form von Such- und Informationskosten, die beispielsweise durch zeitintensive Preisvergleiche oder die Wahl und den Weg zur Einkaufsstätte entstehen (Klein, 2008), können durch den Einsatz digitaler Technologien reduziert werden. Verbraucher geben jedoch auch zunehmend häufiger an, besorgt über die Verbreitung und Nutzung ihrer persönlichen Daten im Internet zu sein (Li et al., 2017). Acquisti et al. (2016) beschreiben die Bereitstellung von persönlichen Daten und den Schutz dieser Daten als zwei interagierende, jedoch oftmals gegensätzliche Eigenschaften. Eine Bereitstellung von persönlichen Daten kann Vorteile, wie Rabatte oder geringere Suchkosten, ermöglichen. Gleichzeitig können sich durch die Datenbereitstellung aber auch negative Konsequenzen, wie bspw. Preisdiskriminierungen oder eine vom Nutzer unerwünschte Weitergabe der Daten an Dritte, ergeben.

Auch die Landwirtschaftsbranche, die laut dem Digitalverband Bitkom (2020) zu den fünf Schlüsselbranchen der digitalen Transformation in Deutschland zählt, verändert sich durch die Digitalisierung. Seit 2018 zählt die Digitalisierung in der Landwirtschaft zu den

⁶ Anwendungen mit KI verfügen über die vier Kernfähigkeiten – wahrnehmen, verstehen, handeln und lernen – und können auch als selbstlernende Systeme bezeichnet werden (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) & Bitkom, 2017).

Schwerpunktt Themen des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), weshalb Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung vom BMEL finanziell unterstützt werden. So werden bspw. seit September 2019 14 Experimentierfelder gefördert, deren Ziel es ist, mit digitalen Anwendungen Umweltschutz, Tierwohl und Biodiversität zu erhöhen (BMEL, 2021a). Seit Januar 2021 werden landwirtschaftliche Betriebe durch das Investitions- und Zukunftsprogramm des Bundes unterstützt, wenn sie in digitale Technologien und Anwendungen investieren, die zu mehr Klima-, Natur-, und Umweltschutz beitragen. Projekte zur Förderung von KI in der Landwirtschaft werden seit Ende 2020 finanziell gefördert (BMEL, 2021b).

Eine digitale Transformation der Landwirtschaftsbranche kann zu einer technischen Optimierung von Produktionssystemen und Wertschöpfungsketten führen (Klerkx et al., 2019). So können aus dem Einsatz digitaler Anwendungen ökonomische und ökologische Vorteile für Landwirte, aber auch für die Gesamtgesellschaft resultieren. Der Ressourceneinsatz kann optimiert werden, indem beispielsweise der Energie, Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz verringert wird. Eine zunehmende Produktivität in den Betrieben, Arbeitszeiteinsparungen und weitere Arbeitserleichterungen sowie Verbesserungen beim Nutztierwohl können ebenfalls erzielt werden (BMEL, 2021c; Walter et al., 2017).

Der Einsatz von digitalen Anwendungen in der Landwirtschaft ermöglicht es Landwirten, Managemententscheidungen nicht nur aufgrund von Standortfaktoren, sondern auch auf der Grundlage von Echtzeitdaten und -prognosen zu treffen (Wolfert et al., 2017). Durch Datenanalysen anhand von KI und Algorithmen bestehen Möglichkeiten, um verschiedene Datenarten wie Wetter-, Standort- oder Preisdaten in Entscheidungsprozesse einzubeziehen oder Entscheidungen gänzlich an intelligente Maschinen zu delegieren. KI-fähige Feldroboter werden bspw. für die mechanische und chemische Unkrautbekämpfung entwickelt. Für eine KI-basierte Unkrautbekämpfung bedeutet dies, dass KI-basierte Anwendungen, wie die genannten Feldroboter, mit Bildern und Daten von Zielobjekten (Unkraut) und Nicht-Zielobjekten (Nutzpflanzen) trainiert werden. KI-basierte Anwendungen lernen dadurch zwischen Unkraut und Nutzpflanzen zu unterscheiden, was es ihnen ermöglicht, Unkraut effizient und autonom zu entfernen (Aubert et al., 2012; Partel et al., 2019). Die Entwicklung von KI-basierten Anwendungen für die Landwirtschaft erfolgt durch Industrieunternehmen, Hochschulen und Universitäten, Startups und weitere Institutionen wie dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI). Anwendungsbeispiele sind die Roboter Maschinen *Xaver* für die Aussaat von Mais (Fendt, 2021), *BoniRob*, ein vom BMEL

gefördertes Verbundprojekt (BMEL, 2018) für die mechanische und Avo für die chemische Unkrautbekämpfung (ecoRobotix AG, 2021). Durch die digitale Transformation der Landwirtschaftsbranche sollen Arbeitsaufgaben, die derzeit von Landwirten mit wenigen großen Maschinen ausgeführt werden, zukünftig durch viele kleine, autonom arbeitende und intelligente Agrarroboter ersetzt werden (BMEL, 2018).

Herausforderungen bestehen jedoch, da es bei Landwirten zu Akzeptanzhemmnissen gegenüber diesen Technologien und Entwicklungen kommen kann. Frühere wissenschaftliche Studien, die die Akzeptanz gegenüber Precision Farming-Technologien⁷ untersuchen, identifizieren verschiedene Akzeptanzhemmnisse. Die Ergebnisse dieser Studien zeigen des Weiteren, dass weniger als ein Drittel der Befragten die jeweiligen Technologien nutzt (Kutter et al., 2011; Paustian & Theuvsen, 2017; Reichardt et al., 2009). Daraus wird ersichtlich, dass eine Verbreitung von Precision Farming-Technologien zur teilflächenspezifischen Bewirtschaftung, die schon seit über 20 Jahren entwickelt werden, nur langsam stattfindet (Annosi et al., 2020; Finger et al. 2019; Mulla & Khosla, 2016). Bereits im Jahr 1990 haben Von Alvensleben und Steffens (1990) festgestellt, dass neben Akzeptanzhemmnissen gegenüber neuen Technologien bei Landwirten, auch in der Bevölkerung Kritik hinsichtlich innovativer landwirtschaftlicher Produktionsverfahren zu vernehmen ist. Laut Pfeiffer et al. (2021) hält diese Kritik bis heute an. Es besteht daher ein Zielkonflikt zwischen den gesellschaftlichen Erwartungen an eine natürliche und nachhaltige Landwirtschaft und den technischen Weiterentwicklungen in der Landwirtschaftsbranche.

⁷ Precision Farming kann als Synonym zu Precision Agriculture verwendet werden und beschreibt laut Internationaler Gesellschaft für Precision Agriculture (2021) eine Managementstrategie, welche die zeitliche und räumliche Variabilität berücksichtigt, um die Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion zu verbessern (Kurzversion). Zu Precision Farming-Technologien zählen beispielsweise automatische Lenksysteme, globale Positionsbestimmungssysteme oder Geoinformationssysteme (Finger et al., 2019).

1.2 Zielsetzung

In Kapitel 1.1 wurde aufgezeigt, dass sich sowohl das lebensmittelbezogene Konsumverhalten als auch die Landwirtschaftsbranche im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung verändern. Aus den aufgeführten technologischen Entwicklungen können sich ökonomische und ökologische Vorteile für verschiedene gesellschaftliche Gruppen sowie für Unternehmen und staatliche Institutionen ergeben. Für Konsumenten besteht ein Zielkonflikt hinsichtlich der persönlichen Datenschutzpräferenzen und den potenziellen Vorteilen, wie bspw. Preisnachlässen, die sich durch eine Datenoffenlegung ergeben können (Acquisti et al., 2016; Kokolakis, 2017). Herausforderungen einer digitalisierten Landwirtschaft bestehen unter anderem hinsichtlich der Anforderungen an den Datenschutz, der fehlenden Akzeptanz bzw. Nutzungsbereitschaft gegenüber digitalen Anwendungen und Technologien, und den gesellschaftlichen Erwartungen an eine digitalisierte Landwirtschaft (Annosi et al., 2020; Blasch et al., 2020; Finger et al., 2019; Gandorfer et al., 2017; Pfeiffer et al., 2021; Walter et al., 2017).

Basierend auf den bereits genannten Potenzialen und Herausforderungen für das lebensmittelbezogene Konsumverhalten und die Landwirtschaftsbranche besteht das übergeordnete Ziel dieser Dissertationsschrift darin, relevante Fragestellungen zu Veränderungen, Auswirkungen sowie Herausforderungen und Chancen der Digitalisierung in der Agrar- und Ernährungsbranche mit verschiedenen wissenschaftlichen Artikeln zu untersuchen. Indem Potenziale und Hemmnisse der Digitalisierung für beide Branchen identifiziert werden, sollen die in der Dissertationsschrift enthaltenen Publikationen dazu beitragen, Strategien und Maßnahmen zu entwickeln, welche eine bessere Umsetzung der Digitalisierung in der deutschen Landwirtschafts- und Ernährungsbranche ermöglichen. Neben diesem übergeordneten Ziel werden mit dieser Dissertationsschrift vier weitere Ziele verfolgt.

- (1) Das erste Ziel besteht darin, die digitale Transformation in der Agrar- und Ernährungsbranche an konkreten Beispielen abzubilden. Hierfür sollen für beide Branchen relevante Anwendungen identifiziert werden sowie Potenziale und Herausforderungen der Digitalisierung hinsichtlich ökonomischer und ökologischer Auswirkungen aufgezeigt und diskutiert werden. Um eine hohe Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, sollen die Untersuchungen mit den entsprechenden Zielgruppen durchgeführt werden.
- (2) Das zweite Ziel besteht darin, für beide Branchen relevante Treiber der Technologieakzeptanz zu identifizieren. Die Akzeptanz gegenüber neuen Technologien ist eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Einführung dieser Technologien.

Konkret sollen Faktoren, wie Einstellungen und Motive, identifiziert und deren Einfluss auf die Akzeptanz gegenüber den für diese Arbeit relevanten Technologien untersucht werden. Um bei der jeweiligen Zielgruppe eine Veränderung der persönlichen Einstellungen hin zur Akzeptanz gegenüber digitalen Anwendungen und Technologien auslösen zu können und adäquate (Nutzungs-)Strategien zu implementieren, ist es für die Anbieter dieser Anwendungen und Technologien wichtig, die Motive und Einstellungen der potenziellen Zielgruppe zu kennen. Darauf aufbauend können zielgruppenspezifische Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz entwickelt und implementiert werden und somit ökonomische und ökologische Potenziale einer digitalisierten Agrar- und Ernährungsbranche ausgeschöpft werden.

- (3) Im Zuge der Digitalisierung gewinnen Themen wie die Datenweitergabe, der Datenschutz und die Datenhoheit an Relevanz, weshalb das dritte Ziel darin besteht, die ökonomische Bedeutung dieser Themen in einer digitalisierten Landwirtschafts- und Ernährungsbranche herauszustellen. Konkret soll untersucht werden, inwieweit Konsumenten bei ihren Entscheidungen zwischen verschiedenen Datenarten und Datenempfängern differenzieren und inwiefern die Bereitschaft zur Datenbereitstellung von persönlichen Faktoren und Einstellungen beeinflusst wird. In der Landwirtschaftsbranche bestehen Herausforderungen bezüglich der Datenhoheit von Landwirten bei betrieblichen (Prozess-)Daten wie bspw. Informationen über den Kauf und die Ausbringung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. So soll für die Landwirtschaftsbranche untersucht werden, inwieweit Eigentumsrechte an betrieblichen Daten eine potenzielle Nutzung von KI-basierten Anwendungen bei Landwirten beeinflussen.
- (4) Das vierte Ziel dieser Dissertationsschrift besteht darin, verschiedene Interessensgruppen hinsichtlich der Digitalisierung in der Agrar- und Ernährungsbranche zu identifizieren. Neben Konsumenten, landwirtschaftlichen Maschinenherstellern und Landwirten soll die Bedeutung von Politik, Verbänden und Wissenschaft in einer digitalisierten Agrar- und Ernährungswirtschaft analysiert werden. Durch die Untersuchung der öffentlichen Meinung zum Thema soll ermöglicht werden, weitere Treiber und Hemmnisse im Hinblick auf eine digitalisierte Landwirtschaft zu identifizieren.

1.3 Aufbau der Dissertationsschrift

Die vorliegende Dissertationsschrift untersucht mittels interdisziplinärer und empirischer Forschungsarbeiten verschiedene Aspekte der Digitalisierung in der Agrar- und Ernährungsbranche. Insgesamt enthält die Dissertationsschrift fünf Artikel in zwei Themenbereichen (siehe Tabelle 1). Der erste Themenbereich, mit der Bezeichnung „Themenbereich A: Digitalisierung in der lebensmittelbezogenen Konsumforschung“, enthält zwei Artikel. Der zweite Themenbereich, mit der Bezeichnung „Themenbereich B: Digitalisierung in der Landwirtschaft“, enthält drei Artikel.

Artikel 1 bis 4 wurden in englischer Sprache und Artikel 5 in deutscher Sprache verfasst. Der räumliche Schwerpunkt aller Analysen liegt auf Deutschland. Die Datenbasis der Analysen bilden die Antworten von Konsumenten (Artikel 2), Studierenden (Artikel 1), Landwirten (Artikel 3) und Angestellten in der Agrar- und Ernährungswirtschaft (Artikel 5) sowie in Artikel 4 mediale Inhalte. Alle Artikel beinhalten einen umfassenden Literaturüberblick, welcher dazu dient, das jeweilige Thema in die aktuelle, wissenschaftliche Literatur einzuordnen und die jeweilige Forschungslücke herauszuarbeiten. Weiterhin enthalten alle Artikel eine empirische Analyse sowie eine Diskussion, welche die Ergebnisse in den aktuellen Forschungskontext einordnet. Abschließend werden in den Artikeln Handlungsableitungen für wissenschaftliche, gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Akteure gegeben.

In der nachfolgenden Tabelle 1 werden die Artikel entsprechend ihrer Reihenfolge in dieser Dissertationsschrift mit Angabe der Autoren, dem Titel, der Zeitschrift, in welcher der jeweilige Artikel angenommen bzw. eingereicht wurde, sowie der Eigenanteil der Promovendin an den Artikeln, dargestellt.

Nr. Autoren	Titel	Zeitschrift	Eigenanteil der Promovandin	
Themenbereich A: Digitalisierung in der lebensmittelbezogenen Konsumforschung				
1	Mohr und Kühl	Exploring persuasion knowledge in food advertising: An empirical analysis	SN Business & Economics (im Erscheinen)	80%
2	Mohr und Cloos	Acceptance of data sharing in smartphone apps from key industries of the digital transformation: A representative population survey for Germany	Technological Forecasting and Social Change (nach Überarbeitung wieder eingereicht) Veröffentlicht als: MAGKS-Diskussionspapier 02-2021	50%
Themenbereich B: Digitalisierung in der Landwirtschaft				
3	Mohr und Kühl	Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: an application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior	Precision Agriculture (veröffentlicht)	80%
4	Mohr und Höhler	Media Coverage of Digitalization in Agriculture – An Analysis of Media Content	Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. (angenommen)	50%
5	Höhler, Mohr und Piper	Determinanten der Standortattraktivität Deutschlands für die Ernährungswirtschaft – Ergebnisse einer Expertenbefragung	German Journal of Agricultural Economics 69 (1): 19-30. (veröffentlicht)	33,3%

Tabelle 1: Artikel der Dissertationsschrift

Quelle: Eigene Darstellung

Der erste Artikel im Themenbereich A trägt den Titel “Exploring persuasion knowledge in food advertising: An empirical analysis” und wurde gemeinsam mit dem Promotionsbetreuer Prof. Dr. Rainer Kühl verfasst. Die Promovendin ist bei diesem Artikel Erstautorin. Der Artikel wurde in der Fachzeitschrift *SN Business & Economics* im Januar 2021 eingereicht und im Juni 2021 zur Veröffentlichung angenommen.

Der zweite Artikel im Themenbereich A trägt den Titel “Acceptance of data sharing in smartphone apps from key industries of the digital transformation: A representative population survey for Germany” und wurde gemeinsam mit Janis Cloos von der Technischen Universität Clausthal verfasst. Der Artikel wurde als Arbeitspapier im Januar 2021 in der MAGKS-Diskussionsreihe⁸ veröffentlicht und in der Fachzeitschrift *Technological Forecasting & Social Change* für das Special Issue *Data Intelligence and Analytics: Understanding the capabilities and potential benefits for business and societal transformation* eingereicht. Nach Überarbeitung wurde der Artikel im Juni 2021 erneut bei der Fachzeitschrift eingereicht.

Im Themenbereich B wurde der erste Artikel mit dem Titel „Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: an application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior” gemeinsam mit Prof. Dr. Rainer Kühl verfasst. Bei diesem Artikel ist die Promovendin Erstautorin. Der Artikel wurde im Mai 2020 in der Fachzeitschrift *Precision Agriculture* eingereicht und im Juni 2021 als „online first article“ veröffentlicht. Eine Kurzform des Artikels (siehe Anhang A3, Artikel 6) mit dem Titel „Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft. Eine Analyse von Einflussfaktoren auf die Nutzungsintention bei Landwirten“ wurde in den Tagungsband Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier der Gesellschaft für Informatik aufgenommen und im Rahmen der 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft am 17. Februar 2020 in Weihenstephan von der Promovendin vorgestellt.

Der zweite Artikel im Themenbereich B mit dem Titel „Media Coverage of Digitalization in Agriculture – An Analysis of Media Content” wurde gemeinsam mit Dr. Julia Höhler verfasst. Der Artikel wurde im März 2021 für die Konferenz der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. eingereicht und im Juni 2021 zur Veröffentlichung angenommen. Der Artikel wird von der Promovendin bei der 61. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. mit dem Thema

⁸ Die Abkürzung MAGKS steht für den Hochschulverbund der folgenden sieben Universitäten: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Justus-Liebig-Universität Gießen, Georg-August-Universität Göttingen, Universität Kassel, Philipps-Universität Marburg und Universität Siegen.

Transformationsprozesse im Agrar- und Ernährungssystem: Herausforderungen für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften im September 2021 präsentiert. Zudem wurde der Artikel bereits am 16. September 2020 im *Journal of Agricultural & Environmental Ethics* eingereicht und befindet sich seitdem in Begutachtung. Eine Kurzform des Artikels (siehe Anhang A3, Artikel 7) mit dem Titel „Öffentliche Meinung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft und ihren Auswirkungen“ wurde in den Tagungsband Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier der Gesellschaft für Informatik aufgenommen und im Rahmen der 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft am 17. Februar 2020 in Weihenstephan von der Promovendin vorgestellt.

Der dritte Artikel in Themenbereich B trägt den Titel „Determinanten der Standortattraktivität Deutschlands für die Ernährungswirtschaft – Ergebnisse einer Expertenbefragung“ und wurde gemeinsam mit Dr. Julia Höhler und mit Dr. Anne Piper verfasst. Der Artikel wurde in deutscher Sprache geschrieben und im Januar 2020 in der Fachzeitschrift *German Journal of Agricultural Economics* veröffentlicht. Zudem wurde dieser Artikel in einer leicht veränderten Form mit dem gleichen Titel in dem 55. Tagungsband (S. 311-321) der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. veröffentlicht.⁹

⁹ In Kapitel 2.2 wird erläutert, weshalb dieser Artikel dem Themenbereich B: Digitalisierung in der Landwirtschaft zugeordnet wird.

2 Kurzzusammenfassung der Artikel

In diesem Kapitel werden die Artikel der Dissertationsschrift vorgestellt und Ergebnisse, die für die anschließende Diskussion in Kapitel 3 relevant sind, aufgezeigt. Kapitel 2.1 enthält die Kurzzusammenfassungen der Artikel des Themenbereichs A. In Kapitel 2.2 werden die Artikel des Themenbereichs B zusammengefasst. Anschließend werden in Kapitel 2.3 die methodischen Überschneidungen zwischen den Artikeln aufgezeigt und die thematischen Zusammenhänge der einzelnen Artikel erläutert.

2.1 Themenbereich A: Digitalisierung in der lebensmittelbezogenen Konsumforschung

Artikel 1 mit dem Titel „Exploring persuasion knowledge in food advertising: An empirical analysis“ untersucht, basierend auf dem Persuasion Knowledge Model (PKM), die Wirkung einer Online-Werbeanzeige für einen Schokoriegel auf Studierende. Demzufolge wird das PKM von Friestad und Wright (1994) auf die Lebensmittelkonsumenten- und Anbieter-Beziehung übertragen. Da das Konsumverhalten bei Lebensmitteln Besonderheiten aufweist, können Forschungsergebnisse zur Werbewirkung aus anderen Konsumbereichen nicht ohne Weiteres auf die Werbewirkung bei Lebensmittelkonsumenten übertragen werden. Konsumententscheidungen bei Lebensmitteln unterscheiden sich von anderen Konsumententscheidungen aufgrund des geringen Involvements von Lebensmittelkonsumenten, dem habitualisierten Einkaufsverhalten sowie aufgrund der geringen finanziellen Risiken bei Fehlkäufen (Grunert, 2006; Neumann, 2009).

Die theoretischen Grundlagen des PKM werden im Artikel anhand der aktuellen Literatur erarbeitet, eingeordnet und für die Konstruktion der Befragung herangezogen. Anhand einer fiktiven Werbeanzeige für einen Schokoriegel wird untersucht, wie sich das Überzeugungswissen (persuasion knowledge) der Befragten auf den Umgang mit bzw. die Ablehnung der Werbeanzeige auswirkt. Laut Friestad und Wright (1994) basiert das Überzeugungswissen von Konsumenten auf fünf Faktoren, die im empirischen Teil des Artikels in einer leicht abgeänderten Form untersucht werden. Methodisch wird gezeigt, wie die verschiedenen Faktoren des Überzeugungswissens simultan untersucht und deren relative Wichtigkeit für die Ablehnung einer Werbeanzeige bestimmt werden können. Hierfür werden neun Hypothesen aufgestellt, die anhand eines Strukturgleichungsmodells überprüft werden. Insgesamt wurden 420 Studierende der Justus-Liebig-Universität mit einem Onlinefragebogen, der über das Hochschulrechenzentrum versendet wurde, in den Jahren 2018 und 2019, befragt. Die Ergebnisse der Hypothesenüberprüfung zeigen, dass die Ablehnung der Werbeanzeige negativ durch die *Wahrnehmung von psychologischen Mediatoren in der Werbeanzeige* sowie

durch die *Wahrnehmung der Angemessenheit der Werbetaktik* und die *Wahrnehmung der Wirksamkeit der Werbetaktik* beeinflusst wird.

Artikel 1 leistet somit einen Beitrag zur Werbewirkungsforschung bei Lebensmittelkonsumenten. Das PKM wird auf einen konkreten Untersuchungsgegenstand übertragen und die Multidimensionalität des Überzeugungswissens wird untersucht. Zudem wird im Artikel ein Fokus auf personalisierte Werbung in der Lebensmittelbranche gelegt, da die Bedeutung dieser Werbemaßnahme durch die Digitalisierung stetig zunimmt.

In Artikel 2 mit dem Titel „Acceptance of data sharing in smartphone apps from key industries of the digital transformation: A representative population survey for Germany“ wird untersucht, inwieweit sich die Akzeptanz der Datenweitergabe in Smartphone-Apps hinsichtlich verschiedener Empfänger und verschiedener Datenarten (Informationsattributen) unterscheidet. Weiterhin wird systematisch, anhand von zwei Versuchsbedingungen, untersucht, ob sich die Datenweitergabe unterscheidet, wenn persönliche (monetäre) Vorteile oder gesellschaftliche (umweltbezogene) Vorteile einer Datenweitergabe beworben werden.

Für die empirische Untersuchung werden fünf hypothetische, aber realitätsnahe Szenarien für Smartphone-Apps aus fünf Schlüsselindustrien der digitalen Transformation ((Lebensmittel)-Einzelhandel, Gesundheit, Ernährung, Mobilität und Energie) erstellt. Der Bezug zum lebensmittelbezogenen Konsumverhalten wird insbesondere in Szenario A und in Szenario C hergestellt. Szenario A handelt von einer fiktiven Smartphone-basierten Kundenkarte beim Lebensmitteleinkauf, die von Supermarktketten zur Verfügung gestellt wird. Szenario C beschreibt eine fiktive Smartphone-App für personalisierte Ernährungsempfehlungen des Bundesgesundheitsministeriums.¹⁰

Für die Analyse wird eine Befragungsmethode von Aphorpe et al. (2018) adaptiert und erweitert. Die Befragten (n=1.013) sind für die deutsche Bevölkerung repräsentativ nach Geschlecht, Alter, Bildungsstand und Bundesland. Der Einfluss demographischer Faktoren wie Alter, Geschlecht und Bildungsstand sowie persönlicher Einstellungen wie Risikobereitschaft, Umweltbewusstsein und Datenschutzpräferenzen auf die Akzeptanz der Datenweitergabe wird anhand einer Regressionsanalyse untersucht. Unterschiede in den Versuchsbedingungen sowie

¹⁰ Szenario B beschreibt einen fiktiven Smartphone-basierten Aktivitätstracker (Fitnessarmband) einer Krankenversicherung. Szenario D beschreibt einen Smartphone-basierten Mobilitätstracker eines Start-ups und Szenario E einen Smart Meter in Verbindung mit einer Smartphone-App eines Energieunternehmens.

zwischen den Datenempfängern und Datenarten werden mittels Wilcoxon Rangsummentests überprüft.

Für die beiden Versuchsbedingungen ergeben sich keine systematischen Unterschiede. So wird entgegen der formulierten Erwartung festgestellt, dass die Bewerbung einer Datenbereitstellung durch gesellschaftliche (umweltbezogene) Vorteile wie bspw. Müllvermeidung, Spende an Aufforstungsprojekte und umweltfreundliche Ernährungsempfehlungen nicht dazu führt, dass die Datenweitergabe signifikant akzeptabler beurteilt wird, als bei persönlichen (monetären) Vorteilen, wie bspw. Bonuszahlungen oder kosten- bzw. zeitsparenden Verhaltensweisen.

Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass signifikante Unterschiede in den Akzeptanzwerten für verschiedene Empfänger und Informationsattribute bestehen. Empfänger, wie *Haushaltsangehörige* oder *Marktforschungsinstitute*, erfahren vergleichsweise hohe Akzeptanzwerte. *Arbeitgeber* zählen zu den Empfängern mit den geringsten Akzeptanzwerten in allen Szenarien. Bei den Informationsattributen werden für den *aktuellen Standort* sowie für das *monatliche Nettoeinkommen* die geringsten Akzeptanzwerte angegeben. Vergleichsweise hohe Akzeptanzwerte werden für die Informationsattribute identifiziert, die eine thematische Nähe zu dem jeweiligen Szenario aufweisen.

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse zeigen, dass sich das Alter der Befragten, ein höherer Bildungsstand und ausgeprägte Datenschutzbedenken signifikant negativ auf die Akzeptanzwerte auswirken. Im Gegensatz dazu sind nachhaltige Konsumeinstellungen, eine höhere Risikobereitschaft und die Zugehörigkeit zum männlichen Geschlecht mit höheren Akzeptanzwerten verbunden.

Artikel 2 widmet sich dem Trade-off, der zwischen den eigenen Datenschutzpräferenzen und den möglichen Vorteilen einer Datenbereitstellung besteht (Acquisti et al., 2016). Methodisch wird ein Ansatz gezeigt, wie die Akzeptanz hinsichtlich der Bereitstellung verschiedener Datenarten, sowie hinsichtlich der Datenweitergabe an verschiedene Empfänger untersucht werden kann. Dieser Ansatz könnte auf andere Branchen übertragen werden, um tiefergehende Einblicke in die Datenbereitstellungsbereitschaft von Personen zu erhalten.

2.2 Themenbereich B: Digitalisierung in der Landwirtschaft

Der Fokus des dritten Artikels „Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: an application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior“ liegt darauf, den Einfluss verhaltensbezogener Faktoren auf die Akzeptanz von KI-basierten Anwendungen bei Landwirten zu untersuchen.

KI gilt für die Landwirtschaft als Schlüsseltechnologie, da erwartet wird, dass der Einsatz von KI-basierten Anwendungen in der Landwirtschaft gegenüber Precision Farming-Technologien¹¹ zu einem noch gezielteren Einsatz von Produktionsmitteln wie beispielsweise Pflanzenschutzmitteln, Wasser und Humankapital führen kann. Der Einsatz von KI-basierten Anwendungen kann somit zur Einsparung von Ressourcen und zu mehr Umweltschutz führen (Kakani et al., 2020; Walter et al., 2017). Frühere Studien zeigen jedoch, dass trotz dieser Vorteile, Akzeptanzhemmnisse bei bereits bestehenden Precision Farming-Technologien bestehen (Blasch et al., 2020) und so das ökonomische und ökologische Potenzial dieser Anwendungen nicht ausgeschöpft werden kann. Daher kann angenommen werden, dass bei Landwirten ebenfalls Akzeptanzhemmnisse gegenüber KI-basierten Anwendungen vorhanden sind. Der dritte Artikel knüpft hier an und untersucht Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von KI-basierten Anwendungen.

Ähnlich wie im ersten Artikel wird mit einem Strukturgleichungsmodell untersucht, welche Faktoren die Akzeptanz von KI-basierten Anwendungen beeinflussen. Hierfür wurden 84 Landwirte befragt. Als theoretische Grundlagen dienen das Technologieakzeptanzmodell (TAM) von Davis (1989) mit den Faktoren *wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit* und *wahrgenommene Nützlichkeit* sowie die Theorie des geplanten Verhaltens (TPB) von Ajzen (1991) mit den Faktoren *wahrgenommene Verhaltenskontrolle*, *persönliche Einstellung* und *wahrgenommene soziale Norm*, die zu einem Modell zusammengefügt werden. Da insbesondere Fragen zum Datenmanagement und zur Datenhoheit eine Schlüsselrolle in einer digitalisierten Landwirtschaft spielen und als zukunftsritisches Thema bei der Entwicklung von neuen Technologien in der Landwirtschaft gelten (Finger et al., 2010; Walter et al., 2017), erfolgt eine Modellerweiterung um die Faktoren *Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten* sowie *persönliche Innovationsfreude*. Insgesamt wird der Einfluss von sieben Faktoren auf die Akzeptanz von KI-basierten Anwendungen in der Landwirtschaft empirisch untersucht.

¹¹ Eine Abgrenzung von Precision Farming-Technologien und KI-basierten Anwendungen für die Landwirtschaft findet sich in Artikel 3.

Die Überprüfung der aufgestellten Hypothesen zeigt, dass in der Studie drei der sieben Haupthypothesen angenommen werden können. Für das TAM zeigt sich, dass nur für den Faktor *wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit* ein statistisch signifikant positiver Einfluss auf die Akzeptanz ermittelt werden kann. Daraus lässt sich ableiten, dass Flexibilität im Bedienprozess sowie eine einfache und störungsfreie Bedienung von KI-basierten Anwendungen Kriterien sind, die entsprechende Anwendungen bei Landwirten benutzerfreundlicher erscheinen lassen. Für den zweiten Faktor des TAM *wahrgenommene Nützlichkeit* kann kein statistisch signifikanter Einfluss auf die Akzeptanz festgestellt werden.

Die Ergebnisse zu den Faktoren der TPB zeigen einen statistisch signifikanten Einfluss des Faktors *wahrgenommene Verhaltenskontrolle* auf die Akzeptanz. Dieser Faktor wird in diesem Zusammenhang als eine Annäherung an die tatsächliche Verhaltenskontrolle betrachtet, da es in empirischen Studien schwierig ist, zu bestimmen, inwieweit eine Person tatsächlich Kontrolle über die Ausführung eines bestimmten Verhaltens hat (Sok et al., 2020). Für die beiden Faktoren *persönliche Einstellung* und *wahrgenommene soziale Norm* kann kein statistisch signifikanter Einfluss festgestellt werden.

Für den modellerweiternden Faktor *persönliche Innovationsfreude* kann ebenfalls kein signifikanter Einfluss auf die Akzeptanz ermittelt werden. Für den Faktor *Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten* kann ein statistisch signifikant positiver Einfluss auf die Akzeptanz von Anwendungen mit KI festgestellt werden.

Die identifizierten Motive und Einflussfaktoren können in der Wissenschaft und Politik sowie von landwirtschaftlichen Maschinenherstellern und Verbänden genutzt werden, um die Digitalisierung und insbesondere die Verbreitung von KI-basierten Anwendungen in der Landwirtschaft voranzutreiben. So können Kriterien, wie die Flexibilität im Bedienprozess sowie eine einfache und problemfreie Bedienung von KI-basierten Anwendungen, von landwirtschaftlichen Maschinenherstellern aufgegriffen werden, um benutzerfreundliche KI-basierte Anwendungen zu entwickeln. Zudem wird in Artikel 3 argumentiert, dass es ein zielführender Ansatz sein könnte, Landwirte in die weiteren Entwicklungen von KI-basierten Anwendungen miteinzubeziehen und die verschiedenen Interessensgruppen über das Potenzial einer digitalisierten Landwirtschaft zu informieren.

Artikel 4 mit dem Titel „Media Coverage of Digitalization in Agriculture – An Analysis of Media Content“ knüpft an Artikel 3 an und untersucht die mediale Berichterstattung über die Digitalisierung in der Landwirtschaft anhand einer qualitativen Inhaltsanalyse. Hierfür wurden

die Inhalte von 88 nationalen Tages- und Wochenzeitungen¹² für den Zeitraum von Januar 2016 bis Dezember 2019 schematisch analysiert und Pro- sowie Contra-Argumente für eine digitalisierte Landwirtschaft identifiziert.¹³

Insgesamt konnten 629 entsprechende Argumente codiert werden. Methodisch orientiert sich die qualitative Inhaltsanalyse am analytischen Rahmen von Grodal et al. (2020). Der achtsstufige Ansatz von Grodal et al. (2020) soll dazu beitragen, den wichtigen aber zugleich undurchsichtigen Prozess der Kategorienentwicklung in qualitativen Inhaltsanalysen so transparent und nachvollziehbar wie möglich zu gestalten.

Das Ergebnis der Analyse zeigt, dass 59,0 Prozent der Argumente der Pro-Kategorie zugeordnet werden können und in den deutschen Leitmedien demnach überwiegend positiv über die Digitalisierung in der Landwirtschaft berichtet wird. Die Bad-News-Hypothese, wonach Medien gezielt über negative Aspekte berichten (McCluskey & Swinnen, 2004), kann daher verworfen werden. Zur Pro-Kategorie zählen Argumente wie *Arbeitserleichterung* und ein *verringertes Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln*. Der Anteil an identifizierten Contra-Argumenten liegt bei 23,4 Prozent. Hierzu zählen unter anderem die Argumente *unzureichende Netzabdeckung* und *Probleme mit dem Datenschutz und der Datensouveränität*. Zusätzlich wird eine dritte Kategorie für neutrale Argumente eingeführt. Diese Neutral-Kategorie umfasst Argumente, die nicht eindeutig der Pro- oder Contra-Kategorie zugeordnet werden können. Beispiele hierfür sind die Argumente, wonach die *Digitalisierung die Landwirtschaft verändert* und, dass *digitale Anwendungen schon von Landwirten genutzt werden*. In einem zweiten Schritt wurden die Überschriften klassifiziert und analysiert. Auch die Überschriften sind mit 40,9 Prozent überwiegend positiv konnotiert. Um ein tiefergehendes Verständnis über die mediale Berichterstattung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft zu schaffen, wurden die identifizierten Argumente in einem dritten Schritt nach sechs Interessensgruppen (Redaktion, Branchenverbände, Politik, Landwirte, Wissenschaft und Landtechnikindustrie) gegliedert. Außer bei der Gruppe der Branchenverbände, wird von allen Gruppen eine statistisch signifikant höhere Anzahl an Pro- gegenüber Contra-Argumenten genannt.

Inhaltlich zeigen die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse, dass die deutschen Leitmedien überwiegend positiv über die Digitalisierung in der Landwirtschaft berichten. Demnach könnte

¹² Stern, Focus, Spiegel, Die Zeit, Die Welt, Bild, Bild am Sonntag, Süddeutsche Zeitung, Frankfurter Allgemeine Zeitung und Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung.

¹³ Eine Übersicht der analysierten Zeitschriften und des Codeplans findet sich in Anhang A1.

die positive Berichterstattung über die Digitalisierung in der Landwirtschaft eine Chance für die Akzeptanz von digitalen Technologien in der deutschen Gesellschaft darstellen. Die identifizierten Argumente der Pro-Kategorie können von Interessensgruppen genutzt werden, um die Vorteile einer digitalisierten Landwirtschaft zielgruppenspezifisch zu kommunizieren und so die Akzeptanz in der Gesellschaft hinsichtlich digitaler Anwendungen in der Landwirtschaft erhöhen. Die Argumente in der Contra-Kategorie können von Politik, Wissenschaft und weiteren Interessengruppen genutzt werden, um die Herausforderungen einer digitalisierten Landwirtschaft konkret zu adressieren und bestehende Hemmnisse zu verringern.

Artikel 5 mit dem Titel „Determinanten der Standortattraktivität Deutschlands für die Ernährungswirtschaft – Ergebnisse einer Expertenbefragung“ untersucht den Einfluss von sieben Faktoren auf die Standortattraktivität Deutschlands. Hierfür wurde im Jahr 2017 eine schriftliche Befragung mit insgesamt 70 Experten aus den Bereichen Molkerei und Milchverarbeitung, Geflügelwirtschaft, Brot, Backwaren und Backmittelindustrie sowie aus der Brauwirtschaft durchgeführt. Wie in Artikel 1 und in Artikel 3 dieser Dissertationsschrift wurden die Befragungsergebnisse mit einem Strukturgleichungsmodell geschätzt und ausgewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Determinante *Wahrnehmung in der Öffentlichkeit*, welche maßgeblich durch die Objektivität der medialen Berichterstattung bestimmt wird, den bedeutendsten Einfluss auf die Standortattraktivität Deutschlands hat. Demnach können mediale Darstellungen, aber auch die Aktivitäten von Nichtregierungsorganisationen und Bürgerinitiativen die Qualität eines Standorts beeinflussen.

Mit der Aufnahme des Artikels in diese Dissertationsschrift wird eher ein methodisches anstatt eines thematischen Ziels verfolgt. Ein direkter Bezug zur Digitalisierung in der Agrar- und Ernährungswirtschaft besteht bei diesem Artikel nicht. Dies ist damit zu begründen, dass Artikel 5 als erster Artikel der Promovendin in Zusammenarbeit mit zwei, bereits promovierten (ehemaligen) Kolleginnen verfasst wurde. Der Artikel ist dennoch Teil dieser Dissertationsschrift, da die gewonnenen Erkenntnisse zum Verfassen der bereits vorgestellten wissenschaftlichen Manuskripte sowie zur Auswertung und Ergebnisinterpretation von Strukturgleichungsanalysen herangezogen wurden.

Obwohl sich der Titel des Artikels auf die Ernährungswirtschaft bezieht, wird dieser in der Dissertationsschrift in den Themenbereich B Digitalisierung in der Landwirtschaft eingegliedert. Der Grund für diese Einordnung liegt darin, dass die befragten Experten neben

der Ernährungswirtschaft auch aus verschiedenen Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion stammen. Zudem beziehen sich die Artikel in Themenbereich A auf das Konsumverhalten, welches in Artikel 5 nicht adressiert wird. Aus diesen Gründen und der thematischen Überschneidung mit den Artikeln 3 und 4 (siehe Kapitel 2.3), bildet Artikel 5 den Abschluss von Themenbereich B.

2.3 Methodische und thematische Zusammenhänge der Artikel

Nachdem die Artikel in den Kapiteln 2.1 und 2.2 zusammengefasst und die relevanten Ergebnisse dargestellt und diskutiert wurden, werden in diesem Kapitel methodische und thematische Zusammenhänge der Artikel erläutert.

Wie in Tabelle 2 dargestellt, bedienen sich die Artikel dieser Dissertationsschrift verschiedener empirischer Erhebungs- und Auswertungsmethoden. In den Artikeln 1, 2, 3 und 5 wurden die Daten durch Befragungen erhoben. Im Artikel 4 erfolgt die Datenerhebung durch eine Textstellenanalyse. Bei den Auswertungsmethoden gibt es ebenfalls Überschneidungen zwischen den Artikeln. In den Artikeln 1, 3 und 5 wird jeweils eine Strukturgleichungsanalyse durchgeführt.¹⁴ Im Artikel 2 werden die Daten mit einer Regressionsanalyse und mit Wilcoxon-Rangsummentests ausgewertet. In Artikel 4 erfolgt die Auswertung der identifizierten Textstellen anhand einer qualitativen Inhaltsanalyse.

Weiterhin bestehen thematische Zusammenhänge sowohl innerhalb der Artikel eines Themenfelds als auch zwischen den Artikeln beider Themenfelder (siehe Tabelle 2). Die erste thematische Überschneidung besteht zwischen den Artikeln 1, 2, 3 und 4. Diese Artikel befassen sich mit der digitalen Transformation in der Agrar- und Ernährungsbranche sowie den daraus resultierenden Herausforderungen im lebensmittelbezogenen Konsumverhalten (A) bzw. in der Landwirtschaft (B). Die digitale Transformation wird in Artikel 1 adressiert, indem Auswirkungen von personalisierten Werbeanzeigen bei Lebensmittel diskutiert werden. In Artikel 2 wird die digitale Transformation des Konsumverhaltens anhand von Smartphone-basierten Apps, in fiktiven, aber realitätsnahen Szenarien, untersucht. In Themenbereich B wird in Artikel 3 die digitale Transformation der Landwirtschaft durch die Fokussierung auf KI-basierte Anwendungen herausgestellt. Artikel 4 zielt darauf ab, Pro- und Contra-Argumente einer digitalisierten Landwirtschaft zu identifizieren.

¹⁴ Eine ausführliche Erläuterung der Methode der Strukturgleichungsanalyse findet sich in Anhang A2. Auf ausführliche Erläuterungen der anderen Auswertungsmethoden wird verzichtet, da diese entweder als ausreichend bekannt vorausgesetzt werden (Regression) oder in dem jeweiligen Beitrag ausführlich erklärt werden (qualitative Inhaltsanalyse).

Artikel		Methodische Zusammenhänge					Thematische Zusammenhänge				
		Erhebungsmethode		Auswertungsmethode							
		Befragung	Textstellen-analyse	Struktur-gleichungs-analyse	Regressions-analyse & Wilcoxon-Rang-summentest	Qualitative Inhalts-analyse	Digitale Trans-formation	Akzeptanz-forschung	Daten-schutz-präferenzen und Datenhoheit	Ökonomische und ökologische Vorteile	Öffentliche Meinung
Themenbereich A	1 Exploring persuasion knowledge in food advertising: An empirical analysis	X		X			X				
	2 Acceptance of data sharing in smartphone apps from key industries of the digital transformation: A representative population survey for Germany	X			X		X	X	X	X	
Themenbereich B	3 Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: an application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior	X		X			X	X	X	X	X
	4 Media Coverage of Digitalization in Agriculture – An Analysis of Media Content		X			X	X		X	X	X
	5 Determinanten der Standort-attraktivität Deutschlands für die Ernährungswirtschaft – Ergebnisse einer Expertenbefragung	X		X							X

Tabelle 2: Darstellung der methodischen und thematischen Zusammenhänge in den jeweiligen Artikeln

Quelle: Eigene Darstellung

Empirische Untersuchungen zur Akzeptanz von digitalen Anwendungen bilden die zweite thematische Überschneidung. So werden in Artikel 2 (Themenbereich A) und in Artikel 3 (Themenbereich B) Einstellungen und Motive hinsichtlich der Akzeptanz gegenüber verschiedenen digitalen Technologien bei unterschiedlichen Zielgruppen identifiziert. In Artikel 2 wird die Akzeptanz hinsichtlich der Datenweitergabe in Smartphone-Apps aus Industrien untersucht, welche in hohem Maße von der digitalen Transformation betroffen sind. Konkret wird überprüft, inwieweit sich die Akzeptanzwerte einer Datenweitergabe für verschiedene Datenempfänger und Datenarten unterscheiden und inwieweit persönliche Merkmale die Akzeptanzbeurteilungen beeinflussen. In Artikel 3 wird der Einfluss von verhaltensbezogenen Faktoren auf die Akzeptanz von KI-basierten Anwendungen bei Landwirten untersucht.

Die dritte thematische Überschneidung besteht zwischen den Artikel 1 bis 4 bezüglich den Themen Datenschutz, Datenbereitstellung und Datenhoheit. In diesen Artikeln werden Privatsphäre-relevante Aspekte wie der Datenschutz und die Datenhoheit untersucht und/oder zukünftige Herausforderungen und Veränderungen, welche mit der nahezu allgegenwärtigen Datensammlung und –analyse einhergehen, diskutiert. In Artikel 2 wird die Datenweitergabe an verschiedene Empfänger sowie die Weitergabe verschiedener Datenarten in konsumnahen Apps in zwei Versuchsbedingungen untersucht. Die Analyse zielt darauf ab, herauszufinden, durch welche Faktoren die Datenweitergabe in Apps beeinflusst wird und ob unterschiedliche Datenarten und -empfänger die Datenweitergabe beeinflussen. In Artikel 3 wird untersucht, ob Erwartungen bezüglich Eigentumsrechten an betrieblichen Daten die Akzeptanz gegenüber KI-basierten Anwendungen bei Landwirten positiv beeinflussen. Die politische und unternehmerische sowie die rechtswissenschaftliche Sichtweise zu Eigentumsrechten an betrieblichen Daten wird herausgearbeitet und im Kontext einer digitalen Landwirtschaft diskutiert. Weiterhin werden mit der Medienanalyse in Artikel 4 datenbezogene Hemmnisse einer digitalisierten Landwirtschaft, wie bspw. die unzureichende Netzabdeckung oder Probleme mit dem Datenschutz und der Datensouveränität, identifiziert.

Die vierte thematische Überschneidung liegt in der Identifizierung und Analyse von ökonomischen und ökologischen Auswirkungen der Digitalisierung auf das lebensmittelbezogene Konsumverhalten und auf die Landwirtschaft. In Themenbereich A wird in Artikel 2 anhand von zwei Versuchsbedingungen untersucht, ob sich die Datenbereitstellungsbereitschaft bei Konsumenten unterscheidet, wenn gesellschaftliche (umweltbezogene) oder persönliche (monetäre) Vorteile einer App-Nutzung beworben werden. Begründet werden diese beiden

Versuchsbedingungen mit realen Beispielen, in denen Lebensmittelunternehmen, aber auch Krankenkassen und andere Institutionen eine Datenbereitstellung oder einen Produktkauf mit umweltschonenden oder finanziellen Vorteilen bewerben. In Artikel 3 (Themenbereich B) werden ökonomische und ökologische Potenziale von KI-basierten Anwendungen herausgestellt. Beispielsweise führt in der Landwirtschaft ein zielgerichteter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, bspw. durch intelligente Feldroboter, zu einem geringeren Eintrag von chemischen Erzeugnissen in Böden und Grundwasser, wodurch sich ökologische Vorteile ergeben. Infolgedessen liegt das ökonomische Potenzial aus Perspektive der Landwirte darin, dass die Kosten für Pflanzenschutzmittel und möglicherweise auch für Arbeitskräfte sinken. In Artikel 4 erfolgt eine Inhaltsanalyse von Zeitschriftenberichten, in der ebenfalls ökonomische und ökologische Potenziale, aber auch Hindernisse einer digitalisierten Landwirtschaft identifiziert werden. Vier der fünf am häufigsten genannten Argumente thematisieren ökologische und ökonomische Potenziale durch digitale Technologien.

Die fünfte thematische Überschneidung besteht aufgrund der Analysen zur öffentlichen Meinung über die Digitalisierung in der Landwirtschaft und bezieht sich somit auf die Artikel 3, 4 und 5 in Themenbereich B. In Artikel 3 wird der Aspekt der öffentlichen Meinung adressiert, indem untersucht wird, inwieweit der Faktor *wahrgenommene soziale Norm* die Akzeptanz von KI-basierten Anwendungen bei Landwirten beeinflusst. In Artikel 4 wird eine Medienanalyse durchgeführt, wodurch Pro- und Contra-Argumente für eine digitalisierte Landwirtschaft identifiziert werden. Mediale Berichterstattungen tragen zur Bildung einer öffentlichen Meinung bei (Kalaitzandonakes et al., 2004) und können gleichzeitig als Spiegelbild der öffentlichen Meinung interpretiert werden (Hodkinson, 2016). In Artikel 5 wird die öffentliche Meinung durch den Faktor *Unterstützung durch die Öffentlichkeit* erfasst und der Einfluss auf die Standortattraktivität Deutschlands ermittelt. Die Messung der Faktoren in den Artikeln 3 und 5 erfolgt anhand von Aussagen zu verschiedenen Interessensgruppen, wie Gesellschaft und Politik sowie zur Aufklärungs- und Unterstützungsfunktion der Medien.

3 Diskussion und Fazit

Diese Dissertationsschrift umfasst fünf Artikel, mit denen Veränderungen, Auswirkungen, Potenziale und Herausforderungen der Digitalisierung in der lebensmittelbezogenen Konsumforschung (Themenbereich A) sowie in der Landwirtschaft (Themenbereich B) untersucht werden. In diesem Kapitel werden zuerst die Ergebnisse des Themenbereichs A und danach die Ergebnisse des Themenbereichs B diskutiert. Abschließend wird ein Ausblick für zukünftige Forschungsarbeiten gegeben, die auf den Artikeln dieser Dissertationsschrift aufbauen können.

Wie bereits in der Einleitung thematisiert wurde, verändert sich die Ernährungsbranche durch digitale Anwendungen. So führt bspw. die Nutzung von Apps und Kundenkarten dazu, dass Anbieter umfassende Datenmengen über das Konsumverhalten generieren und mit KI-basierten Anwendungen auswerten können. Konsumenten können auf diese Weise personalisierte sowie zeitlich und thematisch angepasste Produktempfehlungen, Werbeanzeigen und Rabatte erhalten. Des Weiteren zeichnen viele Konsumenten ihre Aktivitäten, wie die täglich gelaufenen Schritte und ihr Konsumverhalten, wie bspw. die verzehrten Lebensmittel, mit Hilfe von Apps auf. Diese Informationen können dann mit persönlichen Daten, wie bspw. Größe, Gewicht und anderen genetischen Parametern verknüpft werden, um bspw. personalisierte (Ernährungs-)Empfehlungen und Bonuszahlungen durch den jeweiligen App-Anbieter zu erhalten. Durch die Nutzung derartiger Apps wird von einigen Konsumenten eine Optimierung des eigenen Verhaltens hinsichtlich verschiedener Kriterien, wie z.B. einer Reduktion der verzehrten Kalorien oder dem Erreichen von einer Mindestanzahl an gelaufenen Schritten, angestrebt.

Die obigen Ausführungen zeigen, dass eine digitale Transformation im lebensmittelbezogenen Konsumverhalten stattfindet. Artikel 1 und 2 erweitern das Forschungsfeld, indem sie sich damit befassen, wie (personalisierte) Werbeanzeigen bei Lebensmitteln von Konsumenten beurteilt werden und inwieweit Datenschutzpräferenzen in konsumnahen Smartphone-Apps bestehen.

In Artikel 1 werden Faktoren des Überredungswissens identifiziert und deren Einfluss auf die Vermeidung einer Online-Werbeanzeige untersucht. Des Weiteren wird die Bedeutung von personalisierter Lebensmittelwerbung diskutiert und die Vermutung aufgestellt, dass die Ergebnisse zur Werbewirkung bei einer Online-Werbeanzeige auch auf personalisierte Online-Werbeanzeigen übertragen werden könnten. Demzufolge könnten zukünftige Studien den

Einfluss der Faktoren des Überredungswissens auf den Umgang mit Lebensmittelwerbung untersuchen.

In Artikel 2 wird die digitale Transformation im lebensmittelbezogenen Konsumverhalten anhand von verschiedenen fiktiven, aber realitätsnahen Apps erforscht. Konkret werden Datenschutzpräferenzen hinsichtlich verschiedener Empfänger und Datenarten untersucht. Nachfolgend werden die Ergebnisse des ersten Szenarios, in welchem die Akzeptanz der Datenweitergabe mit einer App-basierten Kundenkarte für den Lebensmitteleinkauf untersucht wird, genauer erläutert und diskutiert. Das Szenario ist an das Bonusprogramm *Payback* angelehnt, welches das größte Bonusprogramm Deutschlands darstellt. Kartennutzer können in rund 680 (Online) Shops Bonuspunkte sammeln und neben der physischen *Payback*-Karte auch die *Payback*-App auf ihrem Smartphone nutzen. Als Vorteile der App-Nutzung werden die ständige Verfügbarkeit, zusätzliche Coupons und personalisierte Angebote genannt. In Deutschland nutzen derzeit über 31 Millionen Personen die *Payback*-Karte, wovon 10 Millionen ebenfalls die *Payback*-App aktiv nutzen (Payback, 2021).

Die Ergebnisse in Artikel 2 zeigen, dass im Szenario der App-basierten Kundenkarten für den Lebensmitteleinkauf, die höchsten Akzeptanzwerte für die Empfänger *Haushaltsangehörige* und *Marktforschungsunternehmen* angegeben werden und beide als nahezu gleichermaßen akzeptabel beurteilt werden. Vergleichsweise niedrige Akzeptanzwerte einer Datenweitergabe werden für *Arbeitgeber* sowie für *amerikanische* und *chinesische Lebensmittelhersteller* angegeben. Die Akzeptanzwerte für eine Datenweitergabe an *deutsche Lebensmittelhersteller*, *Ministerien* und *Krankenkassen* liegen im Bereich dazwischen. Eine Erklärung für die vergleichsweise hohen Akzeptanzwerte bei den *Haushaltsangehörigen* und *Marktforschungsunternehmen* ist, dass Informationen, die über im Handel verbreitete Kundenkarten gesammelt werden, unter dem Einverständnis der Kartennutzer für Marktforschungszwecke verwendet werden und die Befragten somit mit *Marktforschungsunternehmen* als Empfänger vertraut sind. Vergleichsweise hohe Akzeptanzwerte bei den *Haushaltsangehörigen* können durch die gemeinsame Nutzung von Räumlichkeiten durch Haushaltsmitglieder sowie durch die gemeinsame Zubereitung bzw. den gemeinsamen Verzehr von Lebensmitteln erklärt werden. Die vergleichsweise geringen Akzeptanzwerte für *Arbeitgeber* lassen sich dadurch erklären, dass gegenüber diesen eine ökonomische Abhängigkeit besteht und eine Datenweitergabe somit schwerwiegende negative Konsequenzen nach sich ziehen kann. Die niedrigen Akzeptanzwerte gegenüber *amerikanischen* und *chinesischen Lebensmittelherstellern* können dadurch erklärt werden, dass zu diesen Empfängern eine vergleichsweise große räumliche und sprachliche

Distanz besteht, welche Rückschlüsse über die Verwendung der weitergegebenen Daten erschwert.

Bei der Akzeptanzbeurteilung nach Datenarten (sog. Informationsattributen) werden die höchsten Akzeptanzwerte gegenüber einer Weitergabe von ernährungsbezogenen Daten wie *Allergien und Lebensmittelunverträglichkeiten* sowie Informationen über den *Ernährungsstil* angegeben. Für die potentielle Weitergabe des *aktuellen Standorts* werden die geringsten Akzeptanzwerte angegeben. Die Akzeptanzwerte für die Informationsattribute *Anzahl gelaufener Schritte* sowie *Gewicht und Größe* liegen dazwischen. Die vergleichsweise hohen Akzeptanzwerte für die Weitergabe von ernährungsbezogenen Daten lassen sich dadurch erklären, dass eine Abfrage und anschließende Verwendung dieser Daten zur Verbesserung der über die App bereitgestellten Produktempfehlungen genutzt werden kann, was jedoch nicht für Daten zum *aktuellen Standort*, zur *Anzahl gelaufener Schritte* und zu *Gewicht und Größe* gilt.

Die Ergebnisse in Artikel 2 zeigen, dass zwischen den verschiedenen Datenempfängern und Datenarten zu differenzieren ist und die Befragten die Akzeptanz einer Datenweitergabe unterschiedlich beurteilen. In Anbetracht der weiten Verbreitung von derartigen Kundenkarten überrascht jedoch, dass selbst gegenüber *Haushaltsangehörigen* und *Marktforschungsunternehmen* weniger als die Hälfte der Befragten eine Datenweitergabe als akzeptabel beurteilt. Studien zeigen jedoch, dass sich die Einstellungen zu Kaufverhalten und Privatsphäre, welche Konsumenten in Umfragen angeben, häufig nicht mit deren realem Verhalten decken (Kokolakis, 2017). Norberg et al. (2007) bezeichnen die Diskrepanz zwischen den persönlichen Datenschutzpräferenzen, die in Umfragen angegeben werden, und der tatsächlichen Datenbereitstellung als Privatsphäre-Paradox. Somit lässt die Forschung zum Privatsphäre-Paradox (siehe Kokolakis, 2007) die Vermutung zu, dass Konsumenten ihre persönlichen Daten mit deutlich weniger Bedenken teilen, als sie dies in der Studie angegeben haben.

Des Weiteren werden in Artikel 2 ökonomische und ökologische Vorteile untersucht, die durch SMAC-Technologien für die Gesellschaft, aber auch für Technologieanwender und andere Interessensgruppen entstehen können. Apps können Unternehmen und anderen Organisationen helfen, Ressourcen effizienter zu nutzen und auf individuelle Kundenbedürfnisse gezielter einzugehen. Apps, ähnlich zu den in Artikel 2 skizzierten, stellen ihren Nutzern häufig Informationen und Angebote bereit, die mit ökonomischen (persönlichen) und ökologischen (umweltbezogenen) Vorteilen verbunden sind. Ökonomische Vorteile können in Form einer besseren individuellen Bedürfnisbefriedigung sowie in Kosten- und Zeiteinsparungen bestehen.

Ökologische (umweltbezogene) Vorteile von Apps können bspw. zu Ressourceneinsparungen bei App-Nutzern und App-Anbietern führen.

In der Ernährungsbranche testet und empfiehlt die vom BMEL und BMG geförderte Initiative *IN FORM*, welche sich für eine gesunde Ernährung und mehr Bewegung einsetzt, auf ihrer Website zahlreiche Apps, die das persönliche Ernährungs- und Bewegungsverhalten optimieren sollen. Durch diese Apps werden die Nutzer vom Einkauf bis zur Ernährungsberatung unterstützt. Einige dieser Apps geben Tipps zum Einkauf, zur Aufbewahrung und zur Verwertung von Lebensmitteln, um dadurch die Lebensmittelverschwendung zu verringern und den Kauf von saisonalen Produkten zu unterstützen. Das Angebot an Bewegungs-Apps reicht vom Schrittzähler bis zu Fitnesskursen mit individueller Betreuung (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2021). Auch Krankenkassen fördern mit Bonusprogrammen die körperliche Aktivität ihrer Versicherten. Aktivitäten wie die gelaufenen Schritte müssen in einigen dieser Bonusprogramme mit Fitnesstrackern oder Smartphones aufgezeichnet werden. Wenn bestimmte Zielwerte erreicht werden, erhalten die Versicherten Bonuszahlungen oder Teilerstattungen, bspw. beim Kauf von Fitnesstrackern oder Smartwatches. Inwieweit die Bonuszahlungen und personalisierten Empfehlungen in diesen und ähnlichen Apps den tatsächlichen Wert der offengelegten Daten widerspiegeln ist jedoch fraglich.

Aufgrund der dargelegten Beispiele und der Tatsache, dass Lebensmittelhersteller Produkte mit ökologischem Handeln bewerben, wird die Akzeptanz der Datenweitergabe in Artikel 2 anhand von zwei Versuchsbedingungen untersucht. Konkret wird untersucht, ob sich die Akzeptanzwerte signifikant unterscheiden, wenn ökonomische Vorteile wie Bonuszahlungen bzw. personalisierte, kostensparende Verhaltensempfehlungen für App-Nutzer oder umweltbezogene Vorteile, wie umweltfreundliche Aktivitäten durch den App-Anbieter bzw. personalisierte, umweltfreundliche Verhaltensempfehlungen für den App-Nutzer beworben werden. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Akzeptanzwerte nicht signifikant unterscheiden. Darüber hinaus lassen sich keine Hinweise dafür finden, dass die Akzeptanzwerte in der einen Versuchsbedingung systematisch höher oder niedriger liegen als in der anderen Versuchsbedingung. Erklärungen für die nicht vorhandenen Effekte zwischen den Versuchsbedingungen können darin liegen, dass sich die betonten Vorteile nicht ausreichend unterscheiden oder die in den Szenarien abgefragten Akzeptanzentscheidungen weniger von den Vorteilen der Datenweitergabe, sondern mehr von den wahrgenommenen Gefahren der Datenweitergabe beeinflusst wurden.

Artikel 1 und 2 dieser Dissertationsschrift untersuchen und diskutieren die digitale Transformation des lebensmittelbezogenen Konsumverhaltens an konkreten Beispielen. Die Bedeutung von personalisierter Werbung sowie von Datenschutzpräferenzen wird in beiden Artikeln herausgestellt. Des Weiteren wird mit dem Szenarien-basierten Ansatz eine Methode vorgestellt, welche es ermöglicht, die Akzeptanz gegenüber neuen Technologien zu untersuchen. Anhand von konkreten realitätsnahen Szenarien wird gezeigt, wie die von Apthorpe et al. (2018) eingeführte Methode erweitert und angepasst werden kann. Wichtige Erkenntnisse für die Forschung zum Konsumentenverhalten, aber auch für Unternehmen sowie für Verbraucherschutzorganisationen und Regulierungsbehörden können durch Anwendung der Methode gewonnen werden. Unternehmen und Institutionen können die Methode nutzen, um Planungsfehler zu vermeiden bzw. zu korrigieren. Dabei muss allerdings kritisch angemerkt werden, dass die Methode nicht das tatsächliche Verhalten der Datenweitergabe untersucht. Dennoch können die ermittelten Unterschiede in den Akzeptanzwerten bei verschiedenen Datenempfängern und Informationsattributen sowie der Einfluss der persönlichen Eigenschaften und der soziodemographischen Merkmale (siehe Kapitel 2.1) auf reale Situation übertragen werden. In realen Kontexten kann bspw. davon ausgegangen werden, dass Daten über den Lebensmitteleinkauf eher mit *Haushaltsangehörigen* als mit *chinesischen Lebensmittelherstellern* geteilt werden.

Neben ökologischen und ökonomischen Vorteilen, die in verschiedenen Konsumbranchen durch SMAC-Technologien, wie bspw. Apps, generiert werden können, ermöglichen es SMAC-Technologien auch in der Landwirtschaftsbranche zu mehr Ökologie und Wertschöpfung beizutragen.

In zahlreichen Regionen der Welt zeigen sich bereits jetzt die negativen Auswirkungen der seit Jahrzehnten andauernden Ausbeutung von natürlichen Ressourcen. Durch die dadurch entstehenden negativen Externalitäten, wie bspw. instabile Ökosysteme, sind die Lebensgrundlagen gegenwärtiger sowie zukünftiger Generationen und anderer Spezies gefährdet (Rockström et al., 2009). Die globalen Umweltveränderungen, wie bspw. stärkere Klima- und Wetterveränderungen, spiegeln sich bereits auf regionaler Ebene wider und stellen die Landwirtschaft vor enorme Herausforderungen. Der Schutz natürlicher Ressourcen, wie Boden und Wasser, sowie ein noch effizienterer Einsatz von Produktionsmitteln, wie Düngemittel und Pflanzenschutzmittel, gewinnen zunehmend an Bedeutung (Finger et al., 2019; Lowenberg-DeBoer et al., 2020). Zudem wird der Landwirtschaft die Aufgabe der

Ernährungssicherung der wachsenden Weltbevölkerung zugeschrieben, welche im Jahr 2050 Prognosen zufolge zehn Milliarden Menschen umfassen wird (Schrijver et al., 2016).

Mögliche Antworten auf die genannten Herausforderungen können verschiedene datengetriebene Technologieentwicklungen geben, die über Precision Farming-Anwendungen hinausreichen (Antle, 2019; Blasch et al., 2020). Diesbezüglich wurde in Artikel 3 herausgestellt, dass KI-basierte Anwendungen, wie bspw. intelligente Feldroboter, im Vergleich zu Precision Farming-Anwendungen eine noch intelligentere und somit eine auf Pflanzen- und Bodentyp individuell ausgerichtete Pflanzenschutz- und Düngemittelausbringung ermöglichen. Durch einen Einsatz von eher kleinen und leichteren Maschinen wird die Bodenverdichtung minimiert. Gleichzeitig greifen die intelligenten Feldroboter nur dort ein, wo ein Einsatz wirklich notwendig ist, was den Ressourceneinsatz verringert. Produktionsfaktoren werden folglich intelligenter und ressourcenschonender eingesetzt, was sich positiv auf die Bodenfruchtbarkeit und die finanziellen Ressourcen der Landwirte auswirkt. Für den in Kapitel 1.1 erwähnten autonomen Feldroboter Avo wird bspw. angegeben, dass die Menge der eingesetzten Pflanzenschutzmittel um mehr als 95 Prozent reduziert werden kann, da der Feldroboter eine zentimetergenaue Erkennung und Besprühung des Unkrauts ermöglicht (ecoRobotix, 2021).

Neben reduzierten Inputkosten können Kosten, welche sich durch negative Umweltexternalitäten, wie bspw. die Freisetzung von Treibhausgasen wie Kohlendioxid (CO₂), ergeben, durch den Einsatz digitaler Anwendungen verringert werden. Eine im März 2021 veröffentlichte Studie zum Thema „Klimaeffekte der Digitalisierung“ die von dem Digitalverband Bitkom¹⁵ in Auftrag gegeben wurde, zeigt, dass bei einer moderaten (beschleunigten) Digitalisierung der Landwirtschaft im Jahr 2030 insgesamt 4 (7) Megatonnen CO₂ gegenüber dem Jahr 2019 eingespart werden können, was insgesamt 7-12 Prozent der erwarteten Emissionen in der Landwirtschaft in 2030 entspricht. Eingerechnet sind dabei die Bodenbewirtschaftung, welche durch intelligente Bodenmanagementsysteme eine präzise Düngemittelausbringung ermöglicht und digitale Tierhaltungssysteme zur Überwachung und Präzisionsfütterung. Allein für die Bodenbewirtschaftung liegt das CO₂-Einsparungspotenzial durch intelligente Bodenmanagementsysteme im Szenario der beschleunigten Digitalisierung bei 4 Megatonnen (Bitkom, 2021). Kritisch ist an dieser Studie allerdings anzumerken, dass nicht definiert wird, was unter einer beschleunigten Digitalisierung verstanden werden kann. In

¹⁵ Die Studie wurde von der Accenture Dienstleistungen GmbH durchgeführt. Die Methode orientierte sich an der weltweiten GeSi-Studie „SMARTer2030“, die Accenture 2015 im Vorfeld der 21. UN-Klimakonferenz in Paris erhoben hat.

der Studie wird die beschleunigte Digitalisierung ganz allgemein als eine Marktdurchdringung von digitalen Technologien beschrieben, die sich an vergleichbaren Ländern orientiert, welche beim Technologieeinsatz derzeit führend sind. Angaben zu Nutzungsraten entsprechender Bodenmanagementsysteme oder Angaben zu Grenzwerten der Düngemittelausbringungsmengen pro Hektar werden nicht gemacht. Als moderate Entwicklung wird die Digitalisierung, so wie sie aktuell in Deutschland stattfindet, beschrieben.

Weitere Herausforderung der digitalen Transformation in der Landwirtschaft bestehen aufgrund von Akzeptanzhemmnissen bei digitalen Technologien. Artikel 3 identifiziert anhand des TAM und der TPB Faktoren und Motive, welche die persönliche Einstellung von Landwirten hin zur Akzeptanz von KI-basierten Anwendungen verändern können. In den Artikeln 3 und 4 werden neben ökonomischen Auswirkungen auch soziale Auswirkungen hinsichtlich der Akzeptanz von digitalen Technologien in einer digitalisierten Landwirtschaft diskutiert, was den Forderungen von Annosi et al. (2020) entspricht. Die Autoren fordern, dass sich Forschungsarbeiten zur Akzeptanz und Nutzung digitaler Technologien in der Landwirtschaftsbranche neben ökonomischen auch mit sozialen Auswirkungen befassen sollen. Demnach sollen sich Vorteile, die durch digitale, nachhaltige Geschäftsmodelle entstehen, nicht nur für Unternehmen, sondern auch für die Gesellschaft ergeben. Als Beispiel nennen die Autoren, dass der Einsatz digitaler Technologien in der Landwirtschaft sowohl zu besseren Luft- und Bodenverhältnissen bei Landwirten führt, als auch zur Verringerung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, wovon die gesamte Gesellschaft profitiert.

Anhand der in Artikel 4 durchgeführten Medienanalyse wurde deutlich, dass die *fehlende Netzabdeckung*, die *Anbietermacht*, *Probleme mit dem Datenschutz und der Datensouveränität*, *fehlende Marktreife* sowie die *hohen Kosten* Hindernisse einer digitalen Transformation in der Landwirtschaftsbranche darstellen. Insbesondere die mangelhafte Netzabdeckung stellt ein Hindernis für eine flächendeckende Anwendung digitaler Systeme im ländlichen Raum dar. Um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Landwirtschaft aufrechtzuerhalten, muss deutschlandweit in eine flächendeckende Netzabdeckung, insbesondere im ländlichen Raum, investiert werden. Laut 5G-Strategie der Bundesregierung soll bis 2025 unter anderem die Mobilfunkkapazität im ländlichen Raum ausgebaut werden (BMEL, 2021b).

Hohe Investitions- und Instandhaltungskosten von digitalen Anwendungen werden als ein weiteres Hemmnis identifiziert und ebenfalls von den befragten Landwirten in Artikel 3 als Akzeptanzhindernis genannt. Möglicherweise könnte dieses Hindernis durch Leihsysteme oder

Maschinenringe¹⁶ sowie durch zielgerichtete staatliche Förderungen von digitalen Technologien verringert werden. Bezüglich der Eigentums- bzw. Betriebsform bei Feldfruchtrobotern finden Spykman et al. (2021b) in einer Befragung mit Landwirten aus Bayern heraus, dass traditionelle Nicht-Kauf-Optionen, wie eine Ausführung der Arbeiten durch Lohnunternehmer sowie Maschinenringe und Maschinengemeinschaften, gegenüber einer Ausführung der Arbeiten durch Maschinenhersteller als Auftragsnehmer bevorzugen.

Probleme mit dem Datenschutz und der Datensicherheit stellen eine weitere Herausforderung der digitalen Transformation in der Landwirtschaft dar und werden in der Medienanalyse in Artikel 4 als Hemmnis identifiziert. In Artikel 3 geht es um Eigentumsrechte an betrieblichen Daten von Landwirten. Zu den Daten des landwirtschaftlichen Betriebes zählen laut BMEL (2021b) bspw. Informationen zum Kauf und zur Verwendung von Betriebsmitteln sowie Prozessdaten zur Ausbringung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln. Mit der Strukturgleichungsanalyse in Artikel 3 wird ein statistisch signifikant positiver Einfluss des Faktors *Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten* auf die Akzeptanz von KI-basierten Anwendungen bei Landwirten festgestellt. Hieraus lässt sich ableiten, dass bei den befragten Landwirten die Intention, digitale Anwendungen zu nutzen, steigen könnte, wenn ihnen Eigentumsrechte an betrieblichen Daten zugesichert werden. Möglicherweise könnten so Bedenken hinsichtlich einer Entstehung von Datenmonopolen oder einer datenbasierten Anbietermacht verringert werden. Aus rechtswissenschaftlicher Sicht ist eine Zuweisung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten jedoch problematisch, da Daten keine privaten Güter sind und somit deren Nutzung weder rivalisierend noch exklusiv ist (Antle, 2019; Martinez, 2018; Zimmer, 2018). Wird dieser Sichtweise gefolgt, bestehen Eigentumsrechte nur bei materiellen Gegenständen, bei denen eine konkurrierende Nutzung nicht möglich ist. Daten sind jedoch maschinenlesbare Informationen, bei denen keine Konfliktsituation besteht, da diese gleichzeitig von mehreren Personen genutzt und vervielfältigt werden können. Laut Zimmer (2018) schließen Eigentumsrechte an Daten, Individuen von der Nutzung dieser aus, was zu einer Verringerung des gesellschaftlichen Wohlstands führt. So lange es diesbezüglich keine eindeutigen Regelungen und Modelle gibt, könnten zunächst jedoch vertragliche Vereinbarungen und freiwillige Selbstverpflichtungen, die beispielsweise in einem Verhaltenskodex geregelt werden, einen definierten Zustand schaffen (Vogel, 2020).

¹⁶ Als Maschinenring wird laut BMEL (2021c: 9) „eine Vereinigung, in der sich landwirtschaftliche Betriebe zusammenschließen, um Land- und Forstmaschinen gemeinsam zu nutzen sowie landwirtschaftliche Arbeitskräfte zu vermitteln“ verstanden.

Weitere datenbezogene Herausforderungen einer digitalisierten Landwirtschaft liegen in der fehlenden Schnittstellenkompatibilität von Daten zwischen Systemen und Maschinen verschiedener Hersteller, was eine Entstehung von Lock-in-Geschäftsmodellen durch Anbieter begünstigen kann.¹⁷ Um dieser Herausforderung entgegenzuwirken und eine herstellerübergreifende Datenintegration zu ermöglichen, entwickelt bspw. das Unternehmen *365FarmNet* eine mobile (privatwirtschaftliche) Plattform, in der landwirtschaftliche Informationen, Softwareanwendungen, Maschinendaten und Agrardienstleistungen verschiedener Anbieter, wie beispielsweise von *Claas*, *BASF* und *Deere & Company* verknüpft werden (*365FarmNet GmbH*, 2021; *Claas KGaA mbH*, 2021). Inwieweit bei dieser Plattform die Datenhoheit der Landwirte gewahrt wird, ist allerdings nicht ersichtlich.

Des Weiteren plant das BMEL (2020) eine (staatliche) Datenplattform als Serviceplattform aufzubauen, auf der zunächst staatliche Agrardaten wie Wetterdaten, Informationen zu Förderrichtlinien, Ansprechpartner und Zulassungsdaten zu Pflanzenschutzmitteln gesammelt und aufbereitet werden.¹⁸ In einem nächsten Schritt soll dann ein Datenaustausch zwischen Produkten, Herstellern und Anwendern stattfinden, bei dem die Datensouveränität und -hoheit der Landwirte gewahrt wird. Hinsichtlich KI-basierten Anwendungen fördert das BMWi (2021c) das Plattformprojekt „Agri-Gaia – ein agrarwirtschaftliches KI-Ökosystem“, mit dem eine sichere und vertrauenswürdige Zusammenarbeit im Datenaustausch sowie in der Datenanalyse und -bereitstellung mittels KI-Methoden ermöglicht werden soll. Auch bei dieser KI-Plattform soll die Datenhoheit der Landwirte gewahrt werden. Die genannten Entwicklungen in der Politik decken sich mit der Forderung von Annosi et al. (2020), wonach politische Entscheidungsträger bei fehlenden Anreizen zur Nutzung digitaler Technologien, Strategien zur Förderung und Finanzierung einer digitalen Landwirtschaft entwickeln und umsetzen sollen.

Eine weitere Herausforderung der digitalen Transformation in der Landwirtschaft besteht in den gesellschaftlichen Erwartungen an eine naturnahe und handwerkliche Landwirtschaft und der gleichzeitig bestehenden Forderung nach mehr Ressourcenschonung und Umweltschutz. Neben der repräsentativen Bevölkerungsbefragung von Pfeiffer et al. (2021) zur gesellschaftlichen Akzeptanz von digitalen Anwendungen in der Landwirtschaft wird von Spykman et al. (2021a) in einer deutschlandweiten Online-Umfrage (n=2.012) festgestellt, dass

¹⁷ Die fehlende Schnittstellenkompatibilität wird ebenfalls im Rahmen der Medienanalyse in Artikel 4 identifiziert und in dem Argument *fehlende Marktreife* zusammengefasst.

¹⁸ Der Abschlussbericht zur Machbarkeitsstudie zu staatlichen digitalen Datenplattformen für die Landwirtschaft wurde im Dezember 2020 vorgestellt.

in der Gesellschaft Skepsis gegenüber autonomer Agrartechnik herrscht. Die Ergebnisse zeigen, dass konventionelle Traktoren gegenüber autonomen Traktoren und Schwarmrobotern bevorzugt werden. Die Autoren identifizieren sowohl Verbrauchersegmente mit einer positiven Einstellung gegenüber autonomer Unkrautregulierung, als auch Verbrauchersegmente mit einer kritischen Einstellung gegenüber autonomer Unkrautregulierungstechnologien und fordern eine Aufklärung dieser zweiten Gruppe, um die Technologieakzeptanz in der Gesellschaft zu erhöhen.

Die Berichterstattung in den deutschen Leitmedien zur Digitalisierung in der Landwirtschaft könnte zu einer Aufklärung der Gesellschaft zum Thema beitragen. Entgegen der Annahme, dass mehrheitlich negativ über die Digitalisierung in der Landwirtschaft berichtet wird, zeigen die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse in Artikel 4, dass positive Argumente einen Anteil von 59,0 Prozent an allen identifizierten Argumenten ausmachen. Daraus lässt sich ableiten, dass die deutschen Leitmedien durch ihre Berichterstattung eine digitalisierte Landwirtschaft fördern, indem sie zu einer höheren Akzeptanz in der Bevölkerung beitragen. Auch ein differenzierter Blick auf die Argumentverteilung bei den identifizierten Interessensgruppen zeigt, dass sowohl Landwirte und Wissenschaftler, als auch die Politik und die landwirtschaftliche Maschinenindustrie statistisch signifikant mehr positive als negative Argumente bezüglich einer digitalisierten Landwirtschaft nennen. Eine Ausnahme stellen die Branchenverbände dar, für die kein statistisch signifikanter Unterschied in der Pro- und Contra-Berichterstattung festgestellt werden kann. Eine Erklärung hierfür kann sein, dass Branchenverbände die Medien als Sprachrohr benutzen, um beispielsweise die Politik auf Missstände und Probleme wie die fehlende Netzabdeckung oder Probleme bei der Datensicherheit und dem Datenschutz hinzuweisen. Insbesondere die positiven Argumente wie *Arbeitserleichterung*, *verringertes Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln* sowie *Umweltschutz und Nachhaltigkeit* können zukünftig von Technologieanwendern, aber auch von anderen Interessensgruppen kommuniziert werden, um die breite Gesellschaft von einem Einsatz digitaler Technologien in der Landwirtschaft zu überzeugen.

Schließlich gilt, nur dann, wenn eine akzeptable und effiziente Verknüpfung von landwirtschaftlichen Daten und Anwendungen gelingt, entsteht durch die Digitalisierung ein Wertschöpfungspotenzial in der Landwirtschaft und Nachhaltigkeits- sowie Effizienzziele können erreicht werden. In der Landwirtschaft wird also nicht nur die Digitalisierung ganz allgemein, sondern ein intelligenter und zielgerichteter Einsatz von SMAC-Technologien über

Schnittstellen hinweg benötigt. Die identifizierten Hemmnisse innerhalb der Branche sollten aufgearbeitet werden und eine Annäherung an die Gesellschaft sollte stattfinden.

Die obige Diskussion zeigt, dass die Beiträge dieser Dissertationsschrift neue Erkenntnisse im Forschungsfeld der Digitalisierung in der Agrar- und Ernährungsbranche liefern. Durch die durchgeführten empirischen Analysen werden tiefergehende Einblicke in zukünftige Anwendungsgebiete und Entwicklungen von digitalen Technologien gewonnen und gleichzeitig werden Auswirkungen auf und für verschiedene Ziel- und Interessengruppen festgestellt und diskutiert. Zukünftige Forschungsarbeiten können auf diesen Ergebnissen aufbauen, was nachfolgend dargelegt wird. Weiterhin können (Teil-) Ergebnisse dieser Dissertationsschrift von Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft genutzt werden, um vorhandene sowie zukünftige Herausforderungen der Digitalisierung anzugehen und Potenziale zu kommunizieren.

Die Wirkung von personalisierter Werbung in Apps, aber auch der Einfluss verschiedener Werbesettings und Werbetaktiken könnte in zukünftigen Studien basierend auf den angewendeten Methoden der beiden Forschungsarbeiten des Themenbereichs A untersucht werden. Vorstellbar sind Akzeptanzuntersuchungen zu personalisierter (Lebensmittel)-Werbung oder eine Erweiterung der PKM-Strukturgleichungsanalyse um personalisierte Werbeanzeigen. Angelehnt an Versuchsbedingung 2 in Artikel 2 könnten zukünftige Forschungsarbeiten untersuchen, wie die Wirksamkeit und Angemessenheit von Werbeanzeigen, die ökologische und gesellschaftliche Vorteile suggerieren, beurteilt und wahrgenommen werden.

Des Weiteren könnte die in Artikel 2 angewendete Szenarien-Methode auf eine ähnliche Untersuchung mit Landwirten übertragen werden. Vorstellbar ist, die Methode zu nutzen, um die Akzeptanz der Datenweitergabe an verschiedene Empfänger von landwirtschaftlichen Daten wie staatliche Institutionen, die (landwirtschaftliche) Maschinenindustrie, Landwirte und weitere Gruppen zu untersuchen. Ebenfalls kann die Akzeptanz bei Landwirten bezüglich einer Weitergabe von verschiedenen betriebspezifischen und persönlichen Daten an einen bestimmten Empfänger untersucht werden. Um möglichst unverzerrte und repräsentative Ergebnisse zu erhalten, würde sich an dieser Stelle eine Rekrutierung der Teilnehmenden durch ein Marktforschungsinstitut anbieten. Die so erzielten Ergebnisse könnten sowohl von der landwirtschaftlichen Maschinenindustrie genutzt werden, um akzeptable und nutzbare Anwendungen und Systeme zu entwickeln, als auch von der Politik, um die notwendigen gesetzlichen Rahmenbedingungen festzulegen.

Zudem könnte der Einfluss des Digitalisierungsgrads einer Gesellschaft oder einer Branche auf die Standortattraktivität Deutschlands untersucht werden. Angelehnt an Artikel 5 könnten branchenspezifische oder branchenübergreifende Analysen durchgeführt werden und so ein Fokus auf die Bedeutung der Digitalisierung für den Agrar- und Lebensmittelstandort Deutschland gelegt werden.

Nachdem die Inhalte und Ergebnisse der in dieser Dissertationsschrift enthaltenen Artikel in den vorangegangenen Kapiteln in das Themenfeld der Digitalisierung in der Agrar- und Ernährungswirtschaft eingeordnet und relevante Ergebnisse zusammengefasst und diskutiert wurden, werden im nachfolgenden Kapitel 4 die einzelnen Artikel vorgestellt. Kapitel 4.1 enthält die Artikel 1 und 2 aus Themenbereich A. In Kapitel 4.2 sind die Artikel 3, 4 und 5 aus Themenbereich B aufgeführt.

4 Publikationen

4.1 Themenbereich A: Digitalisierung in der lebensmittelbezogenen Konsumforschung

Zuerst werden die Artikel vorgestellt, die dem Themenbereich A zugeordnet sind. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Artikelnummer und den Titel. Auf den nachfolgenden Seiten werden die Artikel aufgeführt. Aus Authentizitätsgründen wird der Zitationsstil des veröffentlichten bzw. eingereichten Manuskripts nachfolgend beibehalten.

Artikel	Titel
Artikel 1	Exploring persuasion knowledge in food advertising: An empirical analysis
Artikel 2	Acceptance of data sharing in smartphone apps from key industries of the digital transformation: A representative population survey for Germany

Tabelle 3: Artikel im Themenbereich A

Quelle: Eigene Darstellung.

Artikel 1: Exploring persuasion knowledge in food advertising: An empirical analysis

Svenja Mohr♦ und Rainer Kühl♦

♦Justus Liebig University Giessen, Institute of Farm and Agribusiness Management

Erscheint in:

SN Business & Economics (angenommen am 23. Juni 2021)

Exploring persuasion knowledge in food advertising: An empirical analysis

Abstract

Food purchase decisions are characterized by habitual purchase behavior and low consumer involvement. The main aim of food marketing is to influence food consumers, for example, through advertising. In order to illustrate the interaction between consumers and marketers, Friestad and Wright (1994) developed the Persuasion Knowledge Model. The Persuasion Knowledge Model postulates that consumers' dealing with persuasion attempts depends on three knowledge factors: persuasion, agent, and topic knowledge. In this paper, we apply the Persuasion Knowledge Model to food advertising. Based on an online survey with German students ($n = 420$), a structural equation analysis is used to investigate how persuasion knowledge determinants influence food consumers' avoidance of the persuasion attempt which is presented as a hypothetical but typical food advertisement. Results show that the dependent variable beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt is negatively influenced by consumers' beliefs about psychological mediators in the advertisement and by consumers' beliefs about the appropriateness and effectiveness of the persuasion tactic. The determinant consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics positively influences consumers' avoidance of the persuasion attempt. From these findings, we derive recommendations for food industry advertisers and consumer education.

Keywords: persuasion knowledge · structural equation model · survey · food advertising · consumer behavior

JEL Codes: L66; Q18; D12

Introduction

Consumers are often not aware of food advertising and food purchase decisions are typically habitual. The cognitive effort required to make purchase decisions for food is low among consumers and usually a once learned purchase behavior persists. This is accompanied by a low tendency to use information and small financial risks of a failed food purchase. Decisions at the point of sale are made unconsciously and routinely. Therefore, food products are often classified as products of low involvement (Grunert 2006; Neumann 2009). Food marketing aims to persuade consumers about food products across all media (Ham et al. 2016). In Germany, the food industry is one of the largest advertisers of all industries and advertises its products on all available platforms (Gunter 2016). A comparison of the advertising expenditures of various food groups in Germany shows that the highest spending in 2017 was on sweets (€ 867.8 million), followed by dairy products (€ 324.5 million) (Nielsen and Media

Impact 2018). Due to the low involvement of food consumers in purchase decisions, advertisers try to involve consumers in advertising messages through, e.g., emotional elements and to persuade them to buy their products (Neumann 2009). Advertisers aim to direct consumer preferences to the advertised product and to strengthen brand trust, in particular, for products which are bought habitually (Schweiger and Schrattenecker 2001).

The Persuasion Knowledge Model (PKM) by Friestad and Wright (1994) can be used to examine how consumers deal with advertising by illustrating the interaction between marketers and consumers during a persuasion episode. The underlying assumption of the PKM is that consumers try to maintain control over the persuasion attempt such as advertising messages or sales conversations by using persuasion, topic, and agent knowledge. According to Friestad and Wright (1994), the content and structure of persuasion knowledge is composed of the following five determinants: (1) beliefs about psychological mediators, (2) beliefs about marketers' tactics, (3) beliefs about one's own coping tactics, (4) beliefs about the effectiveness and appropriateness of marketers' tactics, (5) beliefs about marketers' persuasion goals and one's own coping goals. Friestad and Wright (1994, p. 3) indicate that "Consumers' persuasion coping knowledge enables them to recognize, analyze, interpret, evaluate, and remember persuasion attempts [...]". Consumers' topic knowledge is extracted from their product or service experience. Consumers' agent knowledge is derived from their expectations regarding the marketer's image, competencies, and company. Thus, on the consumers' side, the PKM can be used to gain detailed insights into consumer coping behavior. On the marketers' side, i.e. the advertisers, the PKM can provide insights on how to create and develop persuasion attempts to influence consumers' attitudes, decisions, and actions. To achieve this, persuasion, topic, and target knowledge is necessary (Friestad and Wright 1994; Kirmani and Campbell 2004).

The PKM can be applied to various research contexts (Friestad and Wright 1994). However, empirical research on persuasion knowledge and its determinants in food settings is rather rare although food purchase decisions differ from others, and advertising is highly important in the food industry. In the literature, there are experimental studies on persuasion in food advertising conducted with children (e.g., Naderer et al. 2020; Tarabashkina et al. 2016) and college students (Ham et al. 2016). Additionally, Eisend (2015) investigates the role of persuasion knowledge in third-party perceptions in a food advertising setting. However, in PKM studies only one or two factors of the PKM are investigated which indicates that the multidimensionality of the PKM and the various persuasion knowledge determinants are not sufficiently examined. To the best of our knowledge, there are no empirical studies that

simultaneously examine multiple determinants of persuasion knowledge in a food advertising setting.

In this study, we investigate whether and to what extent the different persuasion knowledge determinants influence the beliefs about consumers' avoidance of a food advertising message using an online survey with 420 students. We develop context-specific measurement scales for every determinant of persuasion knowledge. Due to the high advertising expenditures for sweets in Germany and because sweets are often bought habitually and impulsively, we develop an online advertisement for a fictitious chocolate bar as persuasion attempt. To examine the modelled relationships, we use structural equation modeling since structural equation models allow to measure hypothetical constructs, i.e., latent variables that are not directly observable like, e.g., attitudes or beliefs towards an advertising message. The aim of our study is to gain a deeper understanding of persuasion in food advertising focusing on multiple determinants of persuasion knowledge simultaneously.

Our results show that the determinants consumers' beliefs about psychological mediators in the advertisement and consumers' beliefs about the appropriateness of the persuasion tactic as well as consumers' beliefs about the effectiveness of the persuasion tactic have the largest and a statistically significant negative influence on the avoidance of the persuasion attempt. Beliefs about consumers' persuasion coping goals and tactics positively influence the avoidance of the persuasion attempt. In our study, 21.8% of the variance of advertisement avoidance can be explained by the factors investigated.

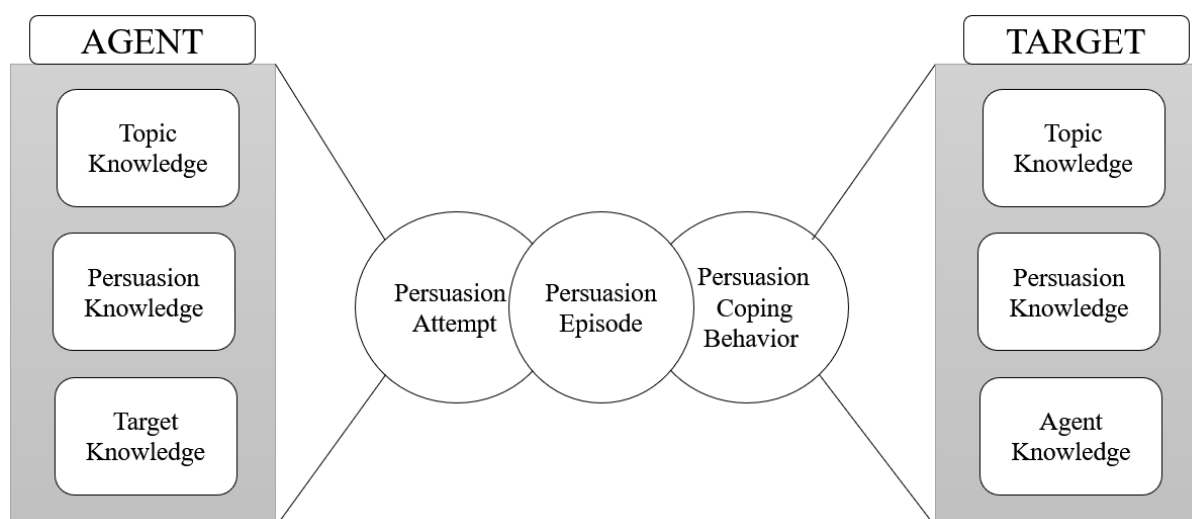
Since Friestad and Wright (1994, p. 25) mentioned that "The questions the PKM raises must be addressed by empirical studies using a variety of methods [...]", our paper contributes with its empirical analysis to the literature on persuasion research by exploring the effects of multiple persuasion knowledge determinants on food advertising avoidance. Our research approach shows how the persuasion knowledge determinants can be integrated into one framework and how their relevance for consumers' interaction with food advertising can be investigated. Ham et al. (2015) indicate that research on coping behavior with persuasion attempts is relevant for companies and consumers as well as for experts, the public, and consumer protection. In line with this, we conclude that the results of our study are of importance for advertisers in the food industry and for consumer education as they provide insights into the design of advertising and consumer protection, e.g., with regard to media use.

This paper is structured as follows: The following section explains the PKM in general and highlights its complexity and conceptual difficulties. We explain the determinants of persuasion knowledge and develop hypotheses. This is followed by the methodology section that includes information on the data collection and participants, the procedure and survey design, and the measures of our study. After verifying the quality criteria of the analysis, and presenting the results in the fourth section, recommendations for food advertisers and consumer education are presented in the fifth section. The last section contains our conclusion, points to limitations, and provides a short outlook for future research.

Theoretical background and hypotheses

Friestad and Wright (1994) develop the PKM to explain the marketers' conception of and the consumers' coping with persuasion attempts like e.g., advertising messages or sales conversations. Thus, the PKM is a framework which addresses both parties of persuasion interactions (see Fig. 1). Marketers, i.e. agents, create and develop persuasion attempts based on the three factors of topic, persuasion, and target knowledge in order to affect consumers' attitudes, decisions, and actions. For consumers, i.e. targets, the PKM provides insights about their coping behavior as they can use their topic, persuasion, and agent knowledge to deal with persuasion attempts. As Figure 1 shows, during a persuasion episode the marketers with their persuasion attempts and the consumers with their coping behaviors come together (Friestad and Wright 1994; Ham et al. 2015; Kirmani and Campbell 2004).

Fig. 1 The Persuasion Knowledge Model according to Friestad and Wright (1994)



On the occasion of the twentieth anniversary of the PKM, Ham et al. (2015) generate a review of research articles of the PKM published between 1994 and 2014. The review article discusses methods and measuring instruments of 89 selected articles. In addition to the broad application

possibilities of the PKM, the review article shows that there is no standard instrument for measuring the PKM factors and the respective determinants. Instead, researchers develop various measurement scales corresponding to the respective research object. The dominant methods identified are experiments and surveys. Furthermore, Ham et al. (2015) show that the majority of studies only examines some factors of the PKM or rather a few determinants of persuasion knowledge. Thus, the multidimensionality of the PKM remains rather unconsidered. In most studies only one or two factors of the PKM are used, predominantly the persuasion knowledge factor, which is measured in different ways. However, focusing on persuasion knowledge is in accordance with the intention of Friestad and Wright (1994) who state that persuasion knowledge is the most important factor for coping with persuasion attempts. In various studies, differences in the measurement of persuasion knowledge can be observed. For example, Boerman et al. (2018) develop a persuasion knowledge scale for sponsored content that uses nine multi-item determinants, such as recognition, understanding, and appropriateness of sponsored and persuasive content. In contrast, Matthes and Naderer (2016) assess the activation of persuasion knowledge as one determinant with five indicators in the context of brand-unspecific product placement disclosures in music videos. The activation of persuasion knowledge is captured using items that measure respondents' awareness of a purposeful integration of product placements into the video. Persuasion knowledge in online behavioral advertising is evaluated as one determinant with six indicators that focuses on respondents' own knowledge of persuasive intentions of online advertising and marketers (Ham et al. 2017). Bearden et al. (2001) use a factor analysis to develop a six-item measurement scale for persuasion knowledge as a dimension of consumer self-confidence. However, as mentioned above, Friestad and Wright (1994) indicate in their initial PKM paper that persuasion knowledge is composed of five determinants that lead consumers' coping behavior when dealing with a persuasion attempt.

The aim of our study is to investigate the multidimensionality of persuasion knowledge and we therefore simultaneously focus on five determinants. Ham et al. (2015) show in their literature review that various determinants of persuasion knowledge have been examined but there is no single scale to capture persuasion knowledge with all its determinants. In addition, they add that "the multi-dimensional nature of the model 'persuasion knowledge' has meant, largely, that researchers must develop their own scales, which fit the particular research context or 'persuasion episode.'" (Ham et al. 2015, p. 19). Since there is not one scale for every individual determinant, we capture previously unmeasured constructs with statement mentioned in the original paper by Friestad and Wright (1994). Pretests show that this approach, however, leads

to model-theoretical and content-related coincidences between Friestad and Wright's (1994) fifth determinant (beliefs about marketers' persuasion goals and one's own coping goals) and their second (beliefs about marketers' tactics) and third (beliefs about one's own coping tactics) determinants. In our study, we refrain from presenting and investigating Friestad and Wright's (1994) fifth determinant since pretests show that the survey is more understandable if we integrate the fifth determinant from Friestad and Wright (1994) into the second and third determinant. Therefore, we integrate the goals and tactics together in one determinant meaning that the marketers' (consumers') goals from Friestad and Wright's (1994) fifth determinant are measured within our second (third) determinant. Furthermore, we divide Friestad and Wright's (1994) fourth determinant (beliefs about the effectiveness and appropriateness of marketers' tactics) into two separate determinants (see in the following (4) and (5)). The rationale for measuring both factors separately is that, to our knowledge, no scale measures the beliefs about the effectiveness and appropriateness together. Instead, the review article by Ham et al. (2015) shows independent scales for measuring appropriateness (see Wei et al. 2008) and effectiveness (see Celsi and Gilly 2009), which justifies our approach. To integrate these scales and to address the coincidences mentioned above, we decide to slightly modify Friestad and Wright's (1994) persuasion knowledge determinants, and to investigate the following determinants:

- (1) Consumers' beliefs about psychological mediators*
- (2) Consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics*
- (3) Consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics*
- (4) Consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic*
- (5) Consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic*

Friestad and Wright (1994) mention that consumers' primary goal of coping with persuasion attempts is to maintain control over the outcome of a persuasion attempt. The authors use the term cope as it "is neutral with respect to the direction of targets' responses" (Friestad and Wright 1994, p. 3). Thus, maintaining control over a persuasion attempt means that consumers can use their persuasion knowledge to avoid (mistrust or disbelief) or to tolerate (trust or belief) persuasion attempts. A wide range of studies addresses the question of avoidance and shows that persuasion knowledge leads consumers to resist persuasion attempts such as advertising messages (e.g., Ahluwalia and Burnkrant 2004; Campbell and Kirmani 2000; Forehand and Grier 2003). In addition, the results of the survey by Ham et al. (2016) on online behavioral advertising show that consumers' coping behavior of advertising avoidance is connected with persuasion knowledge. Therefore, consumers do not believe in marketers' claims (Darke and

Ritchie 2007), or motives (Boush et al. 1994; Forehand and Grier 2003) which is described by Isaac and Grayson (2017) as consumers' skepticism. However, a positive handling of persuasion attempts means that persuasion knowledge leads, for example, to greater credibility such as trust about persuasion attempts. In line with this, Isaac and Grayson (2017) investigate if persuasion knowledge can sometimes lead to positive effects towards a persuasion attempt. Using four studies, the authors indicate that accessing persuasion knowledge by consumers can lead to greater credibility and that consumers perceive credible advertising tactics as beneficial. In their online experiment, Matthes and Naderer (2015) also point out that persuasion knowledge does not always lead to a more negative brand attitude.

Since the literature captures the resistance to a persuasion attempt as the main intention, we define the avoidance of the persuasion attempt as the dependent variable in our study. This is justified by the fact that consumers do not change their behavior or attitudes in favor of the advertised product (Fransen et al. 2015). Thus, consumers are likely to withdraw or even turn entirely away from the advertiser or brand which can range from a change in purchase behavior to a complete avoidance of a product purchase (Campbell and Kirmani 2008). Verlegh et al. (2015) mention that the avoidance of a persuasion attempt can be expressed, e.g., by changing the television channel in advertising blocks or by installing an advertising blocker for surfing on the internet. In a representative population survey conducted in Germany in 2018, the company PricewaterhouseCoopers (PwC) finds that 52% of the participants hide online advertising, at least partially, by using an advertising blocker (PwC 2019).

In the following, we introduce the determinants of persuasion knowledge in more detail and develop hypotheses. To avoid response bias, we do not ask respondents about their own expectations on each persuasion knowledge determinant but about their perceptions of consumers' beliefs about the respective determinant. Thus, we focus on the respondents' perception of consumers' beliefs of each persuasion knowledge determinant rather than on their own knowledge.

(1) Consumers' beliefs about psychological mediators

The first determinant of persuasion knowledge is *consumers' beliefs about psychological mediators* in the advertisement. This factor is perceived as the basis of persuasion knowledge and describes a certain perception, namely that psychological response, such as feelings, wishes, interests, or emotions are transmitted in persuasion attempts (Friestad and Wright 1994). Friestad and Wright (1995) examine the influence of television advertising on

the audience and identify 13 psychological mediators, such as the arousal of emotions, or the development of trust caused by advertising.

For measuring *consumers' beliefs about psychological mediators*, we refer to the 13 psychological mediators mentioned by Friestad and Wright (1994). The later verification of the quality criteria in the results section shows that we retain seven of these indicators in our analysis. Thus, aspects, such as feelings, desires, interests, and emotions that can be perceived by our persuasion attempt are captured (see Appendix, Table 3). We assume that a positive evaluation of *consumers' beliefs about psychological mediators* in our advertising leads to a lower resistance to the advertisement among consumers. Therefore, we expect a negative effect on the advertisement avoidance. The first hypothesis is:

H1: Consumers' beliefs about psychological mediators in the advertisement negatively influence the avoidance of the persuasion attempt.

As the determinant *consumers' beliefs about psychological mediators* is described as the basis of persuasion knowledge, we assume that the other four determinants of persuasion knowledge are positively affected (Friestad and Wright 1994). Therefore, the following hypotheses are:

H1a: Consumers' beliefs about psychological mediators in the advertisement positively influence consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics.

H1b: Consumers' beliefs about psychological mediators in the advertisement positively influence consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics.

H1c: Consumers' beliefs about psychological mediators in the advertisement positively influence consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic.

H1d: Consumers' beliefs about psychological mediators in the advertisement positively influence consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic.

(2) Consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics

The second determinant of persuasion knowledge is *consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics* that measures consumers' perception of how persuasion tactics can affect them (Friestad and Wright 1994; Ham et al. 2015). Persuasion tactics use psychological mediators and can range from attention-getting, scare, and curiosity to the enthusiasm of people for the product and can include, e.g., holistic message themes and specific messages (Friestad and Wright 1994). According to Friestad and Wright (1994, p. 4) "Persuasion tactics are therefore perceived as 'agent action-psychological event' connections". Boush et al. (1994) capture the knowledge about persuasion tactics with adolescents in the context of television advertising. Several questions are asked about tactics in combination with psychological effects of persuasion, such as the use of cartoon characteristics or popular music stars in television advertisements. Xie and Johnson (2015) use a six-item measurement scale developed by Bearden et al. (2001), which is limited to the knowledge about marketers' persuasion tactics, to determine the role of persuasion knowledge in the third person effect (see

Davison 1983). Their results show that consumers with a high level of persuasion knowledge assume that advertising tactics have a stronger effect on others than on themselves. These consumers are also convinced that they are more likely to identify inappropriate advertising tactics compared to consumers with a lower level of persuasion knowledge (Xie and Johnson 2015). In a study on third-party perceptions, Eisend (2015) uses a determinant called “knowledge about persuasion tactics and processes” to measure the entire construct of persuasion knowledge.

This short review shows that in some studies the determinant *consumers’ beliefs about marketers’ persuasion goals and tactics* is used to measure the entire construct of persuasion knowledge. Since we aim to capture multiple determinants of persuasion knowledge, we refer to the theoretical foundations of advertising effects to measure *consumers’ knowledge about marketers’ persuasion goals and tactics*. According to Felser (2015), advertisements present famous people in order to highlight product characteristics. Furthermore, scientific evidence can be used to establish the superiority of the advertised product, and images are presented as they are better memorized than words. Based on these advertising characteristics, we develop a general multi-item scale of marketers’ persuasion goals and tactics to measure the second determinant (see Appendix, Table 3). We ask the participants about their perceptions of how general advertising goals and tactics of marketers can affect consumers. Friestad and Wright (1994) mention that a persuasion tactic is only noticed if the perceived characteristic of a persuasion attempt is causally related to a psychological mediator. This is why we include causal connections between the tactics and psychological mediators in our measurement scale. To derive the hypothesis, we refer on Eisend (2015, p. 59) who points out that “the more consumers believe they know about marketers’ persuasive tactics, the more they believe they know how to behave in markets efficiently and how to control negative influences by advertising.” In line with this quote, the following hypothesis is:

H2: Consumers’ beliefs about marketers’ persuasion goals and tactics positively influence the avoidance of the persuasion attempt.

(3) Consumers’ beliefs about persuasion coping goals and tactics

The third determinant of persuasion knowledge is *consumers’ beliefs about persuasion coping goals and tactics*. Consumers’ persuasion coping skills result from their own persuasion goals, such as self-control and competency regarding persuasion tactics, their coping tactics, and their perceptions of how other consumers can cope with persuasion attempts (Friestad and Wright 1994; Ham et al. 2015). The initiators of the PKM discuss a range of tactical ways on how to cope with persuasion attempts, such as ignoring a persuasion attempt or establishing a long-

term attitude towards the advertiser (Friestad and Wright 1994). Thus, consumers' persuasion coping goals and tactics are related to consumers' self-confidence in their ability to understand and to deal with advertising tactics (Bearden et al. 2001).

In our survey, we measure *consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics* in terms of consumers' self-confidence using items from the initial PKM article by Friestad and Wright (1994) (see Appendix, Table 3). According to the literature discussed above, we assume that a positive evaluation of *consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics* results in advertisement avoidance among consumers. Therefore, the third hypothesis is.

H3: Consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics positively influence the avoidance of the persuasion attempt.

(4) Consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic

The fourth determinant of persuasion knowledge is *consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic*. The appropriateness of persuasion tactics is an important subject in advertising research (West et al. 2019) and according to the PKM theory refers to whether the tactic is morally acceptable for consumers. In an experimental study, Wei et al. (2008) examine the perceived appropriateness of covert marketing tactics with undergraduate students. Therefore, various college radio shows are produced and the appropriateness of product placements in radio advertising is measured. The authors capture the perception of appropriateness based on the perceived fairness and the perceived acceptance of the respective tactic. The appropriateness of a persuasion tactic is also examined by Yoo (2009) as the perceived fairness of search engine ads using three items on appropriateness, payment, and acceptance which are adopted from Campbell's (1995) study of attention-getting tactics in television advertising. Results show that the perception of an appropriate advertisement in the search engine mitigates the negative effect of persuasion knowledge on click-through rates of key word advertisements.

In our study, we examine the determinant *consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic* by referring to the measurement scale of Wei et al. (2008). We modify the indicators about appropriateness and fairness according to the persuasion tactic used in our study (see Appendix, Table 3). In line with related studies (Ham et al. 2015; Wei et al. 2008), we expect that if a perceived persuasion tactic seems appropriate among consumers, the persuasion attempt is evaluated positively. Consequently, a persuasion tactic that is evaluated positively and therefore considered as appropriate does not lead to advertisement avoidance among consumers. Therefore, hypothesis H4 is:

H4: Consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic negatively influence the avoidance of the persuasion attempt.

(5) Consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic

The fifth determinant of persuasion knowledge is *consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactics* which depends on whether advertisers make use of psychological mediators in their persuasion attempts to influence purchase decisions (Friestad and Wright 1994). In their review article, Ham et al. (2015) point out that perceptions of advertising effectiveness are not frequently measured and refer to the study by Celsi and Gilly (2009) to capture this determinant.

In line with this recommendation, we refer to the study by Celsi and Gilly (2009) to measure the determinant *beliefs about the effectiveness of the persuasion tactic*, and transfer their measurement scale to our online food advertising setting (see Appendix, Table 3). Celsi and Gilly (2009) examine how employees evaluate the effectiveness of their company's advertising messages. The authors find out that if employees feel that the company's own advertising messages are effective and in line with their expectations, employees feel connected to their company and the respective advertising message. The persuasion attempt is therefore not avoided but rather tolerated. We follow this line of thought and conclude that the belief and perception about effective elements in an advertising tactic lead to an easier evaluation of the tactic which does not necessarily imply a rejection of the persuasion attempt. Beliefs about an effective advertising tactic can therefore result in a positive evaluation of the persuasion attempt. Therefore, hypothesis H5 is:

H5: Consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic negatively influence the avoidance of the persuasion attempt.

Since we test our hypotheses with a student-based sample and do not expect considerable age variation, we deliberately refrain from formulating a hypothesis on the influence of age on our persuasion knowledge determinants. However, a substantial body of research on persuasion knowledge focuses on the relationship between persuasion knowledge and age (e.g., Balzas et al. 2017; Boush et al. 1994; Waiguny et al. 2014). These scholars find that a better persuasion knowledge exists more likely among older than younger consumers since with growing age, consumers have more shopping experiences and more frequent as well as important purchase decisions are made. In addition, the ability to draw conclusions from marketers' characteristics increases since with increasing age, experiences with marketers are perceived more consciously, and persuasion attempts are questioned and recognized more frequently (Friestad and Wright 1994). However, consumers' knowledge of a persuasion attempt decreases again at a certain age (Kirmani and Campbell 2004). Especially elderly people are considered to be

vulnerable as skills to ensure well-being in persuasive situations diminish and difficulties arise in maintaining their own interests (Valant 2015).

Methodology

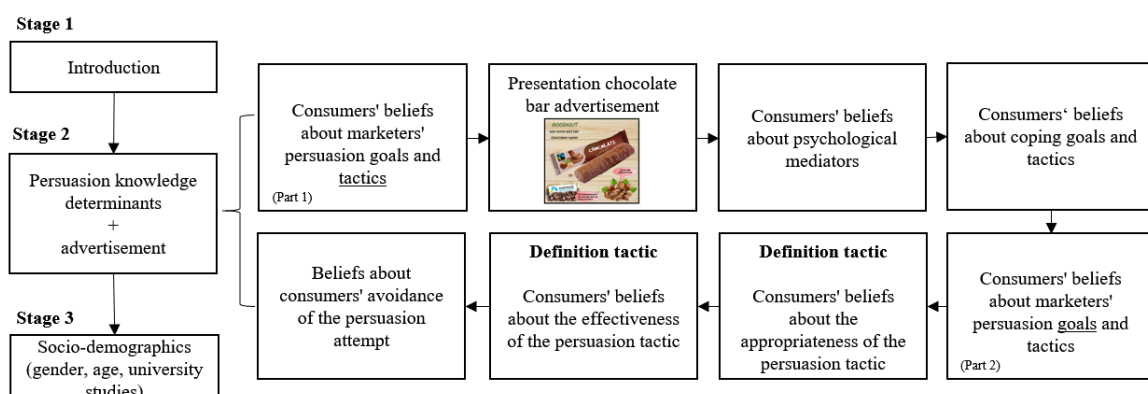
Data collection and participants

In order to test our hypotheses, we created an online survey with the software LimeSurvey. Our survey was conducted in 2018 and 2019 and participants were students of the University of Giessen, Germany. The survey link was sent via the IT service center to all students of the university which means that in each of the two years approximately 28,000 people received the survey link. In both years, the link was online for a total of 20 days. We encouraged the participation in the online survey by a random draw of ten chocolate bar surprise packages valued at 10 euros respectively. In 2018, 300 respondents and in 2019, 317 respondents participated in our survey. The drop-out rate was 31.93% (n=197) and thus a total of 68.07% (n=420) of the participants completed our survey. Participants' age ranged from 18 to 57 years and the average age was 24.23 years (sd=4.74). The share of female participants was 77.62% (n=326). In total, 42.86% (n=180) of the respondents stated that they deal with nutrition issues in their university studies which indicated that they were studying nutritional science or related studies with lectures on nutrition and food.

Procedure and survey design

Before our survey was submitted to the students, we conducted two pre-test rounds. In the first pre-test round, we tested all indicators with five external students to ensure that all indicators were understandable and unambiguous. In a second pre-test with five doctoral students, the entire online survey was checked for response time and for further linguistic and content improvements. As a result, we rephrased some indicators and optimized the advertisement of the chocolate bar. Our survey consisted of three stages, which are presented in Figure 2.

Fig. 2 Survey structure



At the beginning, we announced our study as survey about food advertising. We presented a short introduction to invite and inform participants about the estimated time required and data protection issues. In addition, we informed respondents that there are no right or wrong answers and that all information provided are handled confidentially. In the second stage, we aimed to capture the constructs of persuasion knowledge by using multi-item scales and presented the advertisement of the chocolate bar. First, we asked about the indicators of the second determinant *consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics*. Since we asked indicators [GT1] and [GT2] (see Appendix, Table 3) as general perceptions of advertising tactics and thus independently from our advertisement, these two indicators which focused on marketers' persuasion tactics were presented at first. As a second part of the determinant, the indicators on marketers' persuasion goals [GT3] (R) and [GT4] were queried at a later step (see Fig. 2). The indicators of the remaining determinants were directly related to the food advertisement and therefore presented after the illustration of the persuasion attempt. Since the persuasion attempt was an important stimulus for our survey and we developed a fictitious advertisement of a chocolate bar, we provide a more detailed explanation of its conception in the following.

Since our study focused on food advertising, we chose a chocolate bar as it is assumed to be a low involvement product that is purchased both habitually and impulsively due to the low financial risks and the product's substitutability. Due to these reasons and because of the high advertising expenditures of the sweets industry explained above, we regarded a chocolate bar to be a very suitable product for our analysis. Furthermore, we presented the commercial message in our survey as an online advertisement since the second highest advertising spending of the food industry is on online advertising (Nielsen 2013). Moreover, online advertising is an increasingly important advertising medium for advertisers and consumers. In recent years, especially target group-specific online advertising is gaining relevance. Advertisers use, for example, algorithms and artificial intelligence to transmit personalized information to consumers and place advertising media in line with their current purchase decision phase, their interests, and their preferences. Consumers receive personalized recommendations targeted in terms of time and topic that can be used for their purchase decisions (Acquisti et al. 2016; Li 2019). In line with this, Berkovsky et al. (2012) mentioned that personalized recommendations combined with persuasive contents could change consumer behavior. Kaptein et al. (2012), for example, investigated how personalized persuasive text messages can change study participants' eating habits to reduce snacking.

In our study, we developed the advertisement of the chocolate bar based on the involvement theory in food marketing (Neumann 2009). Neumann (2009) states that a food advertisement should have an activating and emotionalizing effect, create a positive image, and be linked to a more strongly involving element in order to draw consumers' attention to it. To comply with these recommendations, we integrated the two aspects care and hedonism into the advertisement of the chocolate bar (see Fig. 3). The care aspect intended to evoke care motives such as affection or attachment among consumers. The statement "Do something good for [...] the cocoa farmers!" was supposed to stimulate the care motive. The hedonism aspect intended to address consumer motives such as individual enjoyment or self-pampering and was initiated by the statements "Do something good for yourself" as well as by the two slogans "Chocolate taste" and "Extra high share of nuts" representing self-cherishing and individual taste. Pictures of cocoa beans and hazelnuts supported these statements. In our study, the more strongly involving element was the Fair-Trade label, which we also defined as the persuasion tactic. In a short text (see below), we described that the marketer actually aims to increase the sales figures, i.e., the company's revenue, and the marketer's primary goal is not the support of the cocoa farmers, which one would actually expect by using the Fair-Trade label. Since previous studies on advertising and persuasion knowledge used fictitious brands and marketers to avoid influences of previous associations with products, brands or the perceived corporate reputation (Darke et al. 2008; Held et al. 2017), we adapted this procedure and used a fictitious brand called "GOODNUT" without mentioning any marketer (see Fig. 3).

Fig 3 Fictitious online advertisement of the chocolate bar "GOODNUT"



After presenting the fictitious advertisement of the chocolate bar, the following multi-item scales referred directly to this online advertisement (see Fig. 2). In this way, the indicators of the first determinant *consumers' beliefs about psychological mediators*, the third determinant *consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics*, as well as the fourth and fifth determinant *consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic* and *consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic* were evaluated directly after participants had seen the advertisement. On the last two determinants (appropriateness and effectiveness), we presented the following note on the Fair-Trade label as persuasion tactic.

“Tactic: By using the Fair-Trade label on the chocolate bar, the chocolate bar marketer intends to **increase** the **sales figures** of the product and therefore his **revenue**. The primary goal of using the Fair-Trade label is **not the support of cocoa farmers.**”

By presenting the definition, we aimed to ensure an equal perception and interpretation of the persuasion tactic by all participants. This definition was presented shortly before the end of our survey (see Fig. 2) in order to avoid any influence of the persuasion tactic definition on the respondents when answering the other indicators of the persuasion knowledge determinants. In the last step, we assessed our dependent variable *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*. The third stage of our survey included questions on participants' socio-demographics, i.e., questions on gender and age as well as a question regarding a nutritional focus of participants' university studies.

Measures

Our section on the theoretical background of the PKM and the review article by Ham et al. (2015) indicate that there is no standard instrument for measuring persuasion knowledge. Therefore, scholars usually develop context-specific measurement scales or adapt existing scales to their research subject. We adopted this procedure and measured the persuasion knowledge determinants through multi-item scales. Wherever possible, we adapted measurement scales from previous PKM studies (see Appendix, Table 3). Since not all persuasion knowledge determinants were captured with multi-item scales in the literature so far, and some of the scales were not suitable for our research objective, we developed several multi-item scales on our own and modified existing multi-item scales. We used several indicators that represent different aspects and allow an evaluation of each persuasion knowledge determinant.

We measured the dependent variable *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt* using a self-developed measurement scale that reflected aspects of resistance to a product purchase and negative responses to the advertisement. However, only the indicators that were considered as reliable and valid in the later verification of the measurement models were maintained for the empirical analysis and therefore presented in Table 3 (Appendix) and in the results section. In our survey, all indicators were translated into German and were measured with a six-point approval scale from “I don’t agree at all (1)” to “I totally agree (6)”. We used an approval scale without a center to avoid response tendencies towards the middle. To avoid sequence effects, the indicators within the persuasion knowledge determinants were displayed randomly in our survey.

In order to examine the influence of the determinants of persuasion knowledge on the avoidance of the persuasion attempt, we used structural equation modeling enables us to test our hypotheses about the hypothetical constructs which we derived in the previous section. Based on metric data, the missing normal distribution, and the formative measurement models, we used the partial least squares (PLS) approach for the parameter estimation of the structural equation model (Hair et al. 2014). For structural equation modeling, Chin (1998) recommends a sample size at least ten times larger than the number of indicators of the most complex formative construct. In line with this recommendation, the criterion of minimum sample size of our structural equation model is fulfilled.

Structural equation models consist of measurement models and a structural model. Measurement models show relationships between constructs, i.e., between the persuasion knowledge determinants and their indicators whereas the structural model shows the assumed relationships between the constructs. In measurement models, a distinction is made between reflectively and formatively measured models. A reflectively measured model means that the construct causes the measurement of the indicator variables. Thus, covariances between indicators are required. Indicators should be interchangeable and contain a similar topic. Formatively measured models are used when indicators cause the measurement of the construct. For the indicators, there is no need to contain similar topics and covariances between indicators are not required (Hair et al. 2014; Jarvis et al. 2003).

Results

Quality criteria

As a first step, we verify the quality criteria of the measurement models. Table 1 shows that the measures indicator reliability, convergent validity, internal consistency (composite reliability),

Cronbach's alpha as well as the discriminant validity (see Appendix, Table 4) are satisfied for the reflectively measured construct *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*.

Table 1 Results for reflectively measured models

Construct	Indicators	Indicator reliability loadings (≥ 0.7)	Convergent validity AVE (≥ 0.5)	Composite reliability P_c (≥ 0.6)	Cronbach's alpha α (≥ 0.6)
Beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt	[AV1]	0.897	0.798	0.888	0.747
	[AV2]	0.890			

In Table 2, the quality criteria of formatively measured models are evaluated. The variance inflation factor (VIF) of all indicators is less than five indicating that there are no critical levels of collinearity. The weights, which reflect the importance of the individual indicators for the corresponding construct, are > 0.1 and significant except for indicators [PM3] (R), [GT1], and [EF1]. However, all of these indicators achieve significant loadings and are therefore kept in the model.

Table 2 Results for formatively measured models

Construct	Indicators	VIF (< 5)	Weights (> 0.1)	Loadings (> 0.5)
(1) Consumers' beliefs about psychological mediators	[PM1] (R)	1.178	0.202**	0.489***
	[PM2]	1.312	0.193*	0.591***
	[PM3] (R)	1.062	0.090	0.246***
	[PM4]	1.418	0.350**	0.758***
	[PM5]	1.205	0.388***	0.660***
	[PM6]	1.036	0.126*	0.192**
	[PM7]	1.378	0.310***	0.709***
(2) Consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics	[GT1]	1.012	0.117	0.214*
	[GT2]	1.026	0.452***	0.500***
	[GT3] (R)	1.013	0.760***	0.790***
	[GT4]	1.033	0.326**	0.456***
(3) Consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics	[CT1] (R)	1.005	0.421***	0.482***
	[CT2]	1.005	0.878***	0.908***
(4) Consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic	[AP1] (R)	1.010	0.681***	0.600***
	[AP2] (R)	1.010	0.804***	0.735***
(5) Consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic	[EF1]	2.124	0.181	0.748***
	[EF2]	2.015	0.390***	0.803***
	[EF3] (R)	1.111	0.525***	0.627***
	[EF4]	1.061	0.364**	0.545***

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$; (R) = Reversed answers

Next, the quality criteria of the structural model are analyzed. The VIF results of our structural model are less than five indicating that collinearity is not a problem (see Appendix, Table 5). According to Hair et al. (2014), the coefficient of determination (R^2) value is a measure of the

model's predictive accuracy and represents the combined effects of the five (exogenous) constructs on the dependent variable *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*. Results show that in total, 21.8% of the variance in avoidance of the persuasion attempt is explained by the assigned constructs. The effect size (f^2) reflects the influence of an exogenous construct on the dependent variable and differs in its extent (Hair et al. 2014). Threshold values for the f^2 of 0.02, 0.15, and 0.35 indicate whether the exogenous construct has a weak, moderate, or substantial influence on the dependent variable (Chin 1998). Results in Table 5 (Appendix) show that the effect sizes of the exogenous constructs are different. The exogenous determinants *consumers' beliefs about psychological mediators*, *consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic*, and *consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic* have at least a weak influence on the *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*. For the determinants *consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics* and *consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics*, the f^2 - values are below 0.02, which indicates that there are no remarkable influences on the *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*. The Stone-Geissers' Q^2 value, which measures the model's predictive relevance, is higher than zero (Q^2 : 0.154) (Hair et al. 2014). Thus, we conclude that our structural equation model on persuasion knowledge in food advertising represents aspects that cause avoidance. Furthermore, the Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) is 0.054 and therefore less than 0.08 which indicates a good fit of the model according to Henseler et al. (2014). However, we have to mention that researchers should be cautious when using model fit indices in structural equation modeling with PLS as the criteria are not sufficiently validated and established thresholds do not exist which can lead to difficulties in evaluating results (Hair et al. 2017; SmartPLS GmbH 2021). For this reason, we refrain from interpreting further model fit indices.

Hypotheses testing

The hypotheses testing was carried out by using the software SmartPLS 3 (Ringle 2015). In Figure 4, we present the results of the structural equation model by indicating the path coefficients on the respective arrow. The height and significance of path coefficients are reported as results of hypotheses testing. We present effect sizes of the path coefficients in bold if they are significant and thus support our hypotheses. Path coefficients can be interpreted like standard beta coefficients of an ordinary least squares regression and show the relationships between the respective persuasion knowledge determinant and the dependent variable *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*. In general, the higher a path coefficient

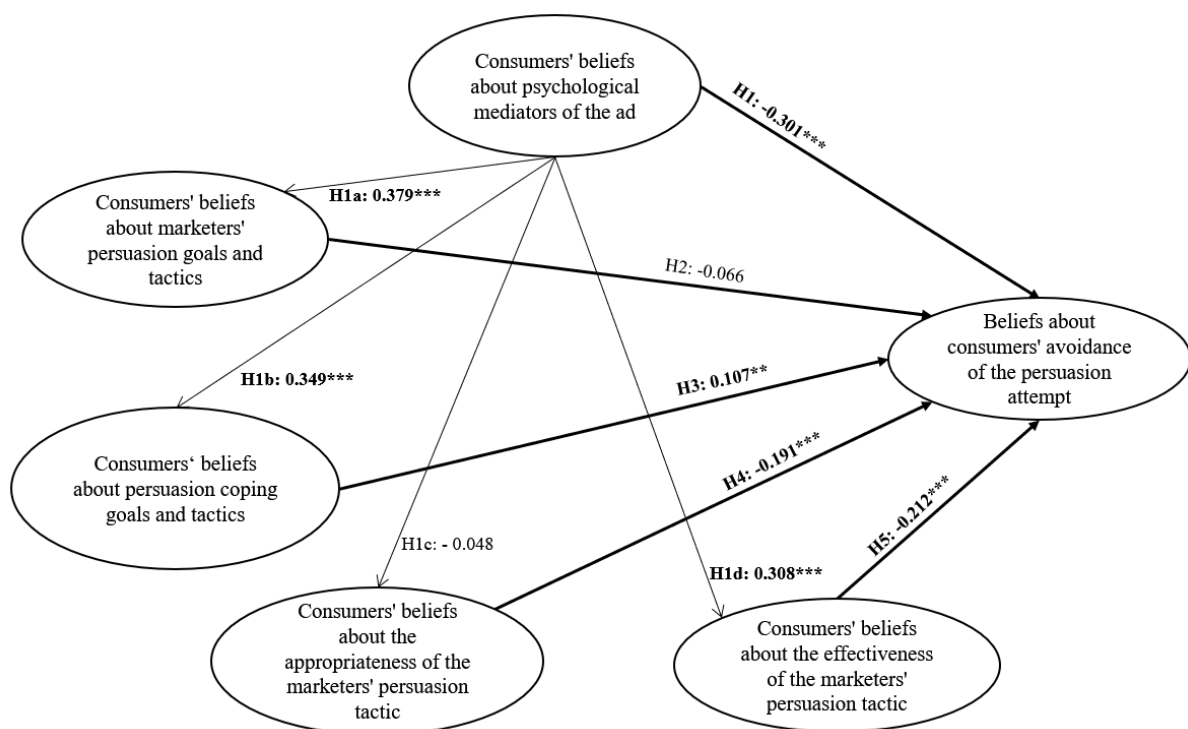
of a determinant, the higher the relative influence of this determinant on the dependent variable. To evaluate the significance of the path coefficients, we apply bootstrapping with 5,000 subsamples (Hair et al. 2014).

The results of hypotheses testing show that hypothesis H1 (-0.301***) is supported meaning that in our study the positive evaluation of *consumers' beliefs about psychological mediators* in the advertisement has a significant negative influence on the *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*. From this result, it can be deduced that a positive evaluation of psychological mediators in the chocolate bar advertisement is more likely leading to tolerance of this advertisement than on its avoidance. Hypothesis H2 (-0.066) is not supported due to the negative sign and the lack of significance of the path coefficient. Thus, in our study the determinant *consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics* does not influence the *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*. Hypothesis H3 (0.107**) is supported meaning that more pronounced *beliefs about consumers' persuasion coping goals and tactics* leads to avoidance of the persuasion attempt. Hypothesis H4 (-0.191***) and hypothesis H5 (-0.212***) are supported implying that *consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic* and *consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic* have a significant negative influence on the *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*. Thus, participants in our study expect that the more effective and appropriate a persuasion tactic is evaluated by consumers, the less likely consumers will avoid it. Consequently, if the persuasion tactic is evaluated to be ineffective and inappropriate, the avoidance of the respective persuasion attempt will increase. The height of the path coefficients shows that the negative effect of evaluating the persuasion tactic effectiveness is greater than the negative effect of evaluating the persuasion tactic appropriateness on the avoidance. The greatest negative influence on the *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt* is identified for the determinant *consumers' beliefs about psychological mediators*. From this, we conclude that participants of our study expect the avoidance to be lower when consumers have higher beliefs about psychological mediators of the advertisement and when consumers evaluate the advertising tactic as appropriate and effective.

According to the PKM theory, the determinant *consumers' beliefs about psychological mediators* forms the basis of the remaining persuasion knowledge determinants. Thus, we test hypotheses H1a- H1d to examine if *consumers' beliefs about psychological mediators* affect the further determinants of persuasion knowledge. Results show that *consumers' beliefs about*

psychological mediators have the greatest positive effect on consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics (H1a: 0.379***) followed by consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics (H1b: 0.349***), and consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic (H1d: 0.308***). The hypothesis on consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic (H1c: -0.048) is not supported because there is no significant and a negative effect. In line with the PKM theory, our results indicate that the determinant consumers' beliefs about psychological mediators can be used as fundament for persuasion knowledge among food consumers.

Fig. 4 Structural equation model and results of hypotheses testing



Note: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

In our structural equation analysis, the coefficient of determination (R^2) shows that 21.8% of the variance of the *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt* is explained by the corresponding determinants. We conclude that this explanation of variance is plausible since the PKM also includes knowledge factors such as agent and topic knowledge whose impacts we do not examine in our analysis. Factors that could influence persuasion avoidance might include consumers' persuasion experience as well as the already mentioned agent and topic knowledge. The theory of consumer behavior also discusses that food consumers have product and brand loyalty and a different involvement in purchase decisions (Grunert 2006; Neumann 2009). We assume that there might also be an influence of these factors.

Discussion and implications

Implications for food advertisers

The design of food advertising messages is influenced by the habitual purchase behavior of food consumers. By using affective elements, advertisers try to increase the emotional involvement of consumers and thereby to influence consumers' purchase behavior in favor of their products (Neumann 2009). Therefore, advertising ideas must be both, original and appropriate (West et al. 2019). Referring to our study, it seems to be important to implement advertising tactics that are perceived as appropriate and effective. Our results show that the evaluation of the effectiveness and appropriateness of the persuasion tactic have a comparatively large impact on whether consumers avoid the chocolate bar advertisement or not. However, it should be noted that in this study the persuasion tactic is associated with the Fair-Trade label which is a quality label for social standards, such as fair working conditions and prohibition of child labor and discrimination (TransFair 2021). Since fair trade products involve a social judgement by consumers, it is possible that the results of this study are not applicable to persuasion tactics without such a label for social standards, and therefore transferring the results to food advertising in general is difficult. For example, Campbell et al. (2015) show that price increases justified by Fair-Trade labels are perceived as fair compared to when price increases are justified by profit maximization. In our study, the persuasion tactic is described as a tactic that primarily aims to increase the marketer's revenue instead of supporting cocoa farmers. However, the participants' perception of the tactic can also be predominantly determined by the fairness characteristics of the label rather than the marketer's intention. From the survey, we cannot infer how the participants perceived the described persuasion tactic and the label displayed in the advertisement. Future studies could examine this question, for example, within the framework of an experiment.

From this study, it can be concluded that in order to maximize food advertisers' revenues, persuasion tactics that are perceived as appropriate, fair, and effective by consumers should be implemented. Conversely, our results indicate that the use of inappropriate and unfair persuasion tactics can lead to a less favorable perception of products, brands, and advertisers by consumers. However, inappropriate persuasion tactics can not only be recognized through consumer perceptions but also through third-party disclosures which can negatively affect a whole branch of industry (Darke et al. 2008; Held et al. 2017). In addition to persuasion tactics in advertisements, Held et al. (2017) also recommend fair and effective persuasion tactics for retail sale strategies.

However, it can be questioned to what extent advertisers in Germany even use inappropriate advertisement tactics. In Germany, there are legal requirements and a voluntary code of conduct for food advertising that prohibit misleading and inadmissible advertising. The code of conduct for food advertising states that advertising activities must be recognizable for consumers. In addition, consumers can also contact the German Advertising Council if they consider advertising messages to be unacceptable (Lebensmittelverband Deutschland e.V. (Food Federation Germany) 2020).

Furthermore, it is expected that the appropriateness and fairness of advertising tactics will also gain relevance in personalized advertising messages (Malheiros et al. 2012). Due to digitalization, data on consumers' purchase behavior, i.e., behavior-related information are available and can be used by advertisers to develop and send their advertising messages to specific target groups. By using technologies such as algorithms and artificial intelligence, personalized advertising messages can be specifically targeted towards consumers in terms of time and topic (Li 2019). Thus, personalized advertising messages result in a decision support for consumers that is adapted to their personal consumption patterns. Advertisers benefit from an increased advertising effect and can reduce scatter losses (Acquisti et al. 2016). However, too intense personalization of advertising messages could limit the sovereignty of food consumers and have a harassing effect. Concerning this, a representative population survey in Germany of the company PwC (2019) determines that online advertising is perceived as very or rather disturbing by 68% of the interviewees.

Another finding of our study is that a positive evaluation of *consumers' beliefs about psychological mediators* in the advertisement negatively influences advertisement avoidance. Thus, using psychological mediators, such as communicating emotions, a feeling of trust or creating a desire in an advertisement can lead to a positive coping behavior among consumers that, in the best case, results in a product purchase. At this point, however, we must note that in our study the determinant *consumers' beliefs about psychological mediators* cannot be considered equivalent to consumers' knowledge about psychological mediators. In our study, we capture the first determinant as the study participants' evaluation of consumers' beliefs about psychological mediators used in our chocolate bar advertisement. Thus, we do not directly assess consumers' knowledge about psychological mediators and its influence on advertisement avoidance which could affect consumers' coping behavior differently.

Implications for consumer education

In addition to recommendations for food advertisers, recommendations for food consumer education can be deduced. The fact that *consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics* have a significant positive but comparatively small impact on the *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt* leads to the question whether there is an increasing need for consumer education regarding coping goals and tactics as well as an information provision on persuasive elements in advertising. We assume, if consumers have a higher level of beliefs about possible persuasion coping goals and tactics when dealing with advertising, they will be able to deal with persuasion attempts consciously and can cope with them more easily. For example, as described in our indicators, consumers could be made aware that they can use advertisements to form long-term opinions about marketers, products, and brands. Moreover, a provision and disclosure of persuasion related information can make consumers more aware of marketers' persuasion intentions and tactics (Campbell et al. 2013). Regarding this, consumers' dealing with personalized advertising messages should also be considered.

In our study, we also find that a greater evaluation of *consumers' beliefs of psychological mediators* in food advertising messages leads to greater *consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics* (see Fig. 4, H1a) and to greater *consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics* (see Fig. 4, H1b). Thus, we assume that educating consumers about psychological effects caused by advertising can be relevant to their coping behavior. For example, consumers could be made aware that advertising tries to create a special mood among them and arouses emotions and trust. A provision of information about marketers' goals and tactics could be useful for consumers as well. Furthermore, in our analysis higher ratings of consumers' beliefs about psychological mediators in the advertisement lead to a more favorable evaluation of persuasion tactic effectiveness (see Fig. 4, H1d). Thus, we expect that consumers' education about psychological mediators may create awareness of persuasion tactics and then lead to a more conscious handling of advertisements, at least among some consumers.

Conclusion, limitations, and outlook

Our study presents how persuasion knowledge determinants can be examined in a food advertisement setting by using a structural equation modeling approach. Our results show that persuasion knowledge determinants influence consumers' dealing with persuasion attempts since four out of five of our main hypotheses are maintained. The determinants *consumers'*

beliefs about psychological mediators, consumers' beliefs about the appropriateness of the persuasion tactic, and consumers' beliefs about the effectiveness of the persuasion tactic negatively influence the *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*. The determinant *consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics* positively influences *beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt*. We find no significant effect for *consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics*.

However, since persuasion knowledge correlates with age and education (e.g., Boush et al. 1994; Kirmani and Campbell 2004), it should be noted that only students participated in our study. With an average age of 24.23 years, our participants are comparatively young and well educated. Therefore, the results of our study cannot be transferred to the entire population in Germany. Furthermore, the descriptive statistics on participants' age show that the median is 23.00 years and 23.71 years for the 5% trimmed mean. Using a boxplot, 19 outliers (age ≥ 34 years) are identified. Based on the descriptive statistics on age, we test for statistically significant differences in the mean values between the groups (group 1: age ≥ 34 , group 2: age ≤ 33) for each indicator using Mann-Whitney U tests. The results show that there are no significant differences in mean values for almost all indicators ($p > 0.05$). The only exception is the indicator [GT2] for which a p-value of 0.042 is determined. Due to the large number of non-significant differences in respondents' answers between the two groups, we conclude that there are no age-related differences in this model. Therefore, we decided against recalculating the SEM for different age groups. In addition, nearly half of the respondents (42.86%) deal with nutrition topics during their university studies. Thus, we cannot exclude that participants in our study are better educated in persuasive food advertising than the average consumer which could lead to biased results. An analysis with a larger target group consisting not only of students and a larger share of male participants could provide further insights for different consumer groups. In addition to the age and education of the study participants, a further limitation of our study is that the draw of chocolate bar surprise packages mainly motivated students with a preference for chocolate to participate. We assume that participants with a self-identified interest in sweets could be more involved in the topic than the average student. It is possible that a survey with another kind of incentive would lead to different results and attract other students to participate.

A further limitation of our study relates to our measurement scales. We dropped some indicators because they did not meet the quality criteria of structural equation modeling. Thus, some of our measurement scales might not fully capture the respective determinant. For example, for our third determinant *consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics*, we

removed indicators about understanding and dealing with the chocolate bar advertisement due to unsatisfactory quality criteria. The same applied to the second determinant *consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics*. We removed persuasion tactic indicators about words, colors, pictures, and sounds in advertising.

An additional uncontrolled factor is the possibility of a response bias due to social desirability. Particularly in surveys on process attributes of food, people tend to provide socially desirable answers (Grohs et al. 2009; Piper and Köhl 2020). As explained in the second section, to avoid response bias due to social desirability, our survey does not directly capture participants' knowledge of each individual persuasion knowledge determinant. Instead, we asked respondents about their expectation of how consumers interact with the advertisement of the chocolate bar. In addition, the instructions of the survey informed respondents that there are no right and wrong answers and that the information provided are handled confidentially. However, a response bias due to social desirability cannot be completely excluded. Future studies could test for biased responses due to social desirability by implementing the control scale SEMAF07. The scale was developed by Grohs et al. (2009) (in German) in order to test for socially desirable response behavior in consumer behavior surveys. By using this scale, the extent of response bias can be determined and therefore, participants with a strong bias can be eliminated for the analysis or the bias effect can be weighted (Mummendey and Grau 2014). Moreover, a future analysis could directly address participants' beliefs which could, however, lead to response bias among them.

Furthermore, we would like to mention the incomplete representation of the PKM in our study. Since our survey participants have no purchase experience with the product, the development of persuasion-independent product and agent knowledge is prevented. In our study, agent and topic knowledge would only result from the advertisement. Therefore, we deliberately refrain from evaluating the influence of agent and topic knowledge on the avoidance of the advertisement. However, in order to examine the impact of agent and topic knowledge on the avoidance of a persuasion attempt, a two-stage analysis would be conceivable. Survey participants can, for instance, receive information about the fictitious product and the fictitious marketer a few days before answering the actual survey. Thus, in the second survey, an advertising-independent product and agent knowledge can be identified and the effects on avoidance of advertising attempts can be examined. In addition, a study with a real product and marketer could provide further insights. By using existing brands and products, the influence of trust aspects and company reputation could also be investigated. This is line with Tutaj and

van Reijmersdal (2012) who conclude from their experimental study on the effects of online advertising and persuasion knowledge on audience reactions that brand awareness and attitude should also be examined in further analysis.

Finally, we present a short outlook on the positive handling of persuasion attempts. The initiators of the PKM point out that consumers do not always resist persuasion attempts since the PKM only suggests that with an increasing persuasion knowledge consumers can better control persuasion attempts (Campbell and Kirmani 2008; Friestad and Wright 1994; Ham et al. 2015). For example, Isaac and Grayson (2017) state that a strong persuasion knowledge can also lead to greater credibility and thus to acceptance of persuasion attempts. Consumers consciously perceive advertising messages with credible advertising tactics as beneficial. With emerging advertising approaches like personalized advertising, it is possible that consumers will even evaluate advertising that is tailored to their own purchase wishes and needs as positive or even profitable. Regarding this, a representative survey for Germany conducted by PwC (2019) finds that about one third of the interviewees like displayed advertising that corresponds to their own interests. However, Ham (2017) examines how consumers cope with online behavioral advertising and shows that participants use persuasion knowledge for their coping behavior of avoidance which is also shown in existing research on persuasion knowledge and covert marketing strategies (e.g., Boerman et al. 2018; Campbell et al. 2013; Wei et al. 2008; Xie et al. 2015). Lastly, it should be noted that persuasion attempts are not limited to advertising in food settings. An implementation of the PKM on a point of sale conversation scenario is also possible. However, it should be kept in mind that sales situations in which a marketer persuades a consumer are rather rare in food settings. Nevertheless, persuasion attempts are possible with promotion and tasting actions of food.

Acknowledgments We thank Merindah Loessl and Janis Cloos for helpful feedback and comments.

References

- Acquisti A, Taylor C, Wagman L (2016) The economics of privacy. *Journal of economic Literature* 54(2): 442-92. <https://doi.org/10.1257/jel.54.2.442>
- Ahluwalia R, Burnkrant, RE (2004) Answering questions about questions: A persuasion knowledge perspective for understanding the effects of rhetorical questions. *Journal of Consumer Research* 31(1):26–42. <https://doi.org/10.1086/383421>
- Balzás K, Bene Á, Hidegkuti I (2017) Vulnerable older consumers: New persuasion knowledge achievement measure. *International Journal of Consumer Studies* 41(6):706–713. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12383>

- Bearden WO, Hardesty DM, Rose RL (2001) Consumer self-confidence: Refinements in conceptualization and measurement. *Journal of Consumer Research* 28(1):121–134. <https://doi.org/10.1086/321951>
- Berkovsky S, Freyne J, Oinas-Kukkonen H (2012) Influencing individually: fusing personalization and persuasion. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems* 2(2):1-8. <https://doi.org/10.1145/2209310.2209312>
- Boerman SC, van Reijmersdal EA, Rozendaal E, Dima AL (2018) Development of the persuasion knowledge scales of sponsored content (PKS-SC). *International Journal of Advertising* 37(5):671-697. <https://doi.org/10.1080/02650487.2018.1470485>
- Boush DM, Friestad M, Rose GM (1994) Adolescent skepticism toward TV advertising and knowledge of advertiser tactics. *Journal of Consumer Research* 21(1):165–175. <https://doi.org/10.1086/209390>
- Campbell CL, Heinrich D, Schoenmüller V (2015) Consumers' reaction to fair trade motivated price increases. *Journal of Retailing and Consumer Services* 24:79-84. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2015.02.005>
- Campbell MC (1995) When attention-getting advertising tactics elicit consumer inferences of manipulative intent: The importance of balancing benefits and investments. *Journal of Consumer Psychology* 4(3):225-254. https://doi.org/10.1207/s15327663jcp0403_02
- Campbell MC, Kirmani A (2008) I know what you're doing and why you're doing it: The use of persuasion knowledge model in consumer research. In: Haugtvedt C, Herr P, Kardes F (ed) *Handbook of Consumer Psychology*, Erlbaum, New York, pp 549-572
- Campbell MC, Kirmani A (2000) Consumers' use of persuasion knowledge: The effects of accessibility and cognitive capacity on perceptions of an influence agent. *Journal of Consumer Research* 27(1):69–83. <https://doi.org/10.1086/314309>
- Campbell MC, Mohr GS, Verlegh PWJ (2013) Can disclosure lead consumers to resist covert persuasion? The important roles of disclosure timing and type of response. *Journal of Consumer Psychology* 23(4):483–495. <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2012.10.012>
- Celsi M, Gilly M (2009) Employees as internal audience: How advertising affects employees' customer focus. *Journal of the Academy of Marketing Science* 38(4):520–529. <https://doi.org/10.1007/s11747-009-0173-x>
- Chin WW (1998) The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern methods for business research*. In: Marcoulides GA (ed) *Modern methods for business research*, Erlbaum, New York, pp 295-336
- Darke PR, Ashworth L, Ritchie RTB (2008) Damage from corrective advertising: Causes and cures. *Journal of Marketing* 72(6):81–97. <https://doi.org/10.1509/jmkg.72.6.081>
- Davison WP (1983) The third person effect in communication. *Public Opinion Quarterly* 47(1):1–15. <https://doi.org/10.1086/268763>
- Eisend M (2015) Persuasion knowledge and third-person perceptions in advertising: The moderating effect of regulatory competence. *International Journal of Advertising* 34(1):54-69. <https://doi.org/10.1080/02650487.2014.993792>
- Felser G (2015) *Werbe- und Konsumentenpsychologie (Advertising and consumer psychology)*. 4th edn. Springer, Berlin, Heidelberg.

- Forehand MR, Grier S (2003) When is honesty the best policy? The effect of stated company intent on consumer skepticism. *Journal of Consumer Psychology* 13(2):349–356. https://doi.org/10.1207/S15327663JCP1303_15
- Fransen ML, Verlegh PWJ, Kirmani A, Smit EG (2015) A typology of consumer strategies for resisting advertising, and a review of mechanisms for countering them. *International Journal of Advertising* 34(1):6–16. <https://doi.org/10.1080/02650487.2014.995284>
- Friestad M, Wright P (1995) Persuasion knowledge: Lay people's and researchers' beliefs about the psychology of advertising. *Journal of Consumer Research* 22(1):62–74. <https://doi.org/10.1086/209435>
- Friestad M, Wright P (1994) The persuasion knowledge model: how people cope with persuasion attempts. *Journal of Consumer Research* 21(1):1–31. <https://doi.org/10.1086/209380>
- Grohs R, Ebster C, Kummer C (2009) „An meinen Fähigkeiten als Liebhaber habe ich schon gezweifelt“_Die Messung sozial erwünschten Antwortverhaltens ("I have already doubted my abilities as a lover" Measuring socially desirable response behavior). *Marketing: Zeitschrift für Forschung und Praxis* 31(2):87-100.
- Grunert KG (2006) Marketing parameters and their influence on consumer food choice. In: Shepherd R, Raats M (ed) *The Psychology of Food Choice*, 3rd edn. CABI, Wallingford pp 161-177
- Gunter B (2016) *Food advertising. Nature, impact and regulation*. Palgrave Macmillan
- Hair JF, Hollingsworth CL, Randolph AB, Chong AYL (2017) An Updated and Expanded Assessment of PLS-SEM in Information Systems Research. *Industrial Management & Data Systems* 117(3):442-458. <https://doi.org/10.1108/IMDS-04-2016-0130>
- Hair JF, Hult GTM, Ringle CM, Sarstedt M (2014) *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Sage Publications, Los Angeles
- Ham CD (2017) Exploring how consumers cope with online behavioral advertising. *International Journal of Advertising* 36(4):632-658. <https://doi.org/10.1080/02650487.2016.1239878>
- Ham CD, Nelson MR, Das S (2015) How to measure persuasion knowledge. *International Journal of Advertising* 34(1):17–53. <https://doi.org/10.1080/02650487.2014.994730>
- Ham CD, Yoon G, Nelson MR (2016) The interplay of persuasion inference and flow experience in an entertaining food advergame. *Journal of Consumer Behaviour* 15(3):239-250. <https://doi.org/10.1002/cb.1564>
- Held J, Stieler M, Germelmann CC, Ashworth L (2017) When brand representatives act as sales associates: Mechanism and effects of native selling and its disclosure. *Marketing ZFP* 39(1):44–57. <https://doi.org/10.15358/0344-1369-2017-1>
- Henseler J, Dijkstra TK, Sarstedt M, Ringle CM, Diamantopoulos A, Straub DW, Ketchen DJ, Hair JF, Hult TM, Calantone RJ (2014) Common beliefs and reality about PLS: Comments on Rönkkö and Evermann (2013). *Organizational research methods* 17(2):182-209. <https://doi.org/10.1177/1094428114526928>

- Isaac MS, Grayson K (2017) Beyond skepticism: Can accessing persuasion knowledge bolster credibility?. *Journal of Consumer Research* 43(6):895-912. <https://doi.org/10.1093/jcr/ucw063>
- Jarvis C, MacKenzie S, Podsakoff, P (2003) A Critical Review of Construct Indicators and Measurement Model Misspecification in Marketing and Consumer Research. *Journal of Consumer Research* 30(2):199–218. <https://doi.org/10.1086/376806>
- Kaptein M, De Ruyter B, Markopoulos P, Aarts E (2012) Adaptive persuasive systems: a study of tailored persuasive text messages to reduce snacking. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems* 2(2):1-25. <https://doi.org/10.1145/2209310.2209313>
- Kirmani A, Campbell MC (2004) Goal seeker and persuasion sentry. How consumer targets respond to interpersonal marketing persuasion. *Journal of Consumer Research* 31(3):573–582. <https://doi.org/10.1086/425092>
- Mummendey HD, Grau I (2014) Die Fragebogen-Methode. Grundlagen und Anwendung in Persönlichkeits-, Einstellungs- und Selbstkonzeptforschung (The questionnaire method. Fundamentals and application in personality, attitude, and self-concept research). 6th edn. Hogrefe, Göttingen.
- Lebensmittelverband Deutschland e.V. (2020) Werbung für Lebensmittel (Advertising for food). Available via <https://www.bll.de/de/lebensmittel/werbung>. (Accessed 09 October 2019)
- Li H (2019) Special section introduction: Artificial intelligence and advertising. *Journal of advertising* 48(4):333-337. <https://doi.org/10.1080/00913367.2019.1654947>
- Malheiros M, Jennett C, Patel S, Brostoff S, Sasse MA (2012) Too close for comfort: A study of the effectiveness and acceptability of rich-media personalized advertising, Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems by Joseph A. Konstan. Austin Texas: SIGCHI: 579-588. <https://doi.org/10.1145/2207676.2207758>
- Matthes J, Naderer B (2016) Product placement disclosures: Exploring the moderating effect of placement frequency on brand responses via persuasion knowledge. *International Journal of Advertising* 35(2):185-199. <https://doi.org/10.1080/02650487.2015.1071947>
- Naderer B, Binder A, Matthes J, Mayrhofer M (2020) Healthy, sweet, brightly colored, and full of vitamins: cognitive and affective persuasive cues of food placements and children's healthy eating behavior. *International Journal of Advertising* 39(7):1012-1030. <https://doi.org/10.1080/02650487.2020.1735140>
- Neumann R (2009) Die Involvementtheorie und ihre Bedeutung für das Lebensmittelmarketing (The involvement theory and its importance for the food marketing). Europäischer Hochschulverlag, Bremen
- Nielsen and Media Impact (2018) Werbeausgaben für Süßwaren in Deutschland bis 2017. Available via <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/197004/umfrage/werbeausgaben-fuer-schokolade-und-zuckerwaren-in-deutschland-seit-2000/>. (Accessed 01 June 2020)
- Nielsen (2013) Werbespendings der Lebensmittelwirtschaft nach Mediengattungen im Jahr 2013. Available via <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/322092/umfrage/werbespendings-der-lebensmittelwirtschaft-nach-mediengattungen/>. (Accessed 18 November 2020)

- Piper A, Kühl R (2020) Verzerrte Studienergebnisse als Grundlage für politische Entscheidungen? Eine Analyse am Beispiel des Nutztierwohls (Biased survey results as basis of political decision making – an analysis using the example of farm animal welfare). *German Journal of Agricultural Economics* 69(1):64-79
- PricewaterhouseCoopers (PwC) (2019) Personalisierte Werbung und E-Privacy 2019 (Personalized advertising and e-privacy 2019). Available via <https://www.pwc.de/de/pressemitteilungen/2019/personalisierte-online-werbung-erreicht-die-nutzer.html>. (Accessed 04 September 2020)
- Ringle CM, Wende S, Becker JM (2015) “SmartPLS 3“ Boenningstedt: SmartPLS GmbH. Available via <http://www.smartpls.com>. (Accessed April 2020)
- Schweiger G, Schrattenecker G (2001) Werbung. Eine Einführung (Advertising. An introduction). Lucius und Lucius, Stuttgart
- SmartPLS GmbH (2021) Model fit. Note of Caution. Available via <https://www.smartpls.com/documentation/algorithms-and-techniques/model-fit>. (Accessed 08 April 2021)
- Tarabashkina L, Quester P, Crouch R (2016) Food advertising, children’s food choices and obesity: Interplay of cognitive defences and product evaluation: An experimental study. *International Journal of Obesity* 40(4):581-586. <https://doi.org/10.1038/ijo.2015.234>
- TransFair (2021) Fairtrade-Standards. Available via <https://www.fairtrade-deutschland.de/was-ist-fairtrade/fairtrade-standards>. (Accessed 26 March 2021)
- Tutaj K, van Reijmersdal EA (2012) Effects of online advertising format and persuasion knowledge on audience reactions. *Journal of Marketing Communications* 18(1):5–18. <https://doi.org/10.1080/13527266.2011.620765>
- Valant J (2015) Consumer protection in the EU: Policy overview. European Union: European Parliamentary Research Service. Available via aei.pitt.edu/96092/1/consumer.1.pdf (Accessed April 2020)
- Verlegh PWJ, Franssen ML, Kirmani A (2015) Persuasion in advertising: When does it work, and when does it not?. *International Journal of Advertising* 34(1):3–5. <https://doi.org/10.1080/02650487.2014.994732>
- Waiguny MKJ, Nelson MR, Terlutter R (2014) The relationship of persuasion knowledge, identification of commercial intent and persuasion outcomes in advergames - the role of media context and presence. *Journal of Consumer Policy* 37(2):257–277. <https://doi.org/10.1007/s10603-013-9227-z>
- Wei ML, Fischer E, Main KJ (2008) An examination of the effects of activating persuasion knowledge on consumer response to brands engaging in covert marketing. *Journal of Public Policy & Marketing* 27(1):34–44. <https://doi.org/10.1509/jppm.27.1.34>
- West D, Koslow S, Kilgour M (2019) Future directions for advertising creativity research. *Journal of Advertising* 48(1):102-114. <https://doi.org/10.1080/00913367.2019.1585307>
- Xie GX, Boush DM, Liu RR (2015) Tactical deception in covert selling: A persuasion knowledge perspective. *Journal of Marketing Communications* 21(3):224-240. <https://doi.org/10.1080/13527266.2012.754369>

- Xie GX, Johnson JMQ (2015) Examining the third-person effect of baseline omission in numerical comparison: The role of consumer persuasion knowledge. *Psychology and Marketing* 32(4):438–449. <https://doi.org/10.1002/mar.20790>
- Yoo CY (2009) The effects of persuasion knowledge on click-through of keyword search ads: Moderating role of search task and perceived fairness. *Journalism & Mass Communication Quarterly* 86(2): 401-418. <https://doi.org/10.1177/107769900908600209>

Appendix

Table 3 Measurement of the persuasion knowledge determinants

Determinant name	Indicator name	Indicator description	Indicators derived from:
Beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt (reflectively measured)	[AV1]	"I think that consumers avoid buying the chocolate bar because of the ad."	Own design
	[AV2]	... turn away from the ad."	
Consumers' beliefs about psychological mediators (formatively measured)		"The advertisement of GOODNUT...	Friestad and Wright (1995)
	[PM1] (R)	... does not communicate emotions (such as joy or fear) among consumers."	
	[PM2]	... connects the chocolate bar with things that one feels strongly about among consumers."	
	[PM3] (R)	... does not improve product understanding among consumers."	
	[PM4]	... creates trust among consumers."	
	[PM5]	... mediates very concrete ideas about the product among consumers."	
		"I think that the advertisement of GOODNUT...	
Consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics (formatively measured)	[PM6]	... leads consumers to develop assumptions about product properties that are not illustrated."	Own design in accordance with arguments by Felser (2015)
	[PM7]	... creates a desire among consumers to buy the advertised product."	
	[GT1]	"In advertisements, celebrities are used to make the advertised product more appealing to consumers."	
	[GT2]	"In advertisements, scientific evidence increases credibility by demonstrating the benefits of a food product among consumers."	
	[GT3] (R)	"Consumers think that the chocolate bar marketer does not want to establish a long-term customer relationship with the advertisement."	
	[GT4]	"I think consumers believe that the chocolate bar marketer can manage third party impressions (e. g., of rival companies or organizations)."	
Consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics (formatively measured)		"I think that consumers ...	Friestad and Wright (1994)
	[CT1] (R)	... often ignore advertising messages with celebrities."	
	[CT2]	... create a long-term opinion about the chocolate bar marketer through the advertisement."	
Consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic (formatively measured)		"I think for consumers ...	Wei et al. (2008)
	[AP1] (R)	... it is inappropriate that the chocolate bar marketer wants to increase his sales with the Fair- Trade label."	
	[AP2] (R)	... it is unfair that the brand GOODNUT has to pay for displaying the Fair-Trade label on the chocolate bar."	
Consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic (reflectively measured)		"I think that ...	Celsi and Gilly (2009)
	[EF1]	... consumers perceive the Fair-Trade label on the chocolate bar as positive."	
	[EF2]	... consumers consider the use of the Fair-Trade label on the chocolate bar as trustworthy."	
	[EF3] (3)	... consumers assume that the ad will not increase sales of the chocolate bar."	
	[EF4]	... consumers think that the ad raises the awareness of the chocolate bar."	

Table 4 Cross loadings of the indicators

Indicator name	Beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt	Consumers' beliefs about psychological mediators	Consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics	Consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics	Consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic	Consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic
[AV1]	0.897	-0.329	-0.189	-0.038	-0.153	-0.288
[AV2]	0.890	-0.285	-0.170	-0.024	-0.220	-0.260
[PM1] (R)	-0.184	0.489	0.165	0.152	-0.108	0.166
[PM2]	-0.142	0.591	0.183	0.257	-0.044	0.240
[PM3] (R)	-0.061	0.246	0.132	0.058	0.003	0.090
[PM4]	-0.322	0.758	0.295	0.207	-0.013	0.224
[PM5]	-0.207	0.660	0.274	0.264	-0.018	0.161
[PM6]	-0.002	0.192	0.095	0.176	-0.021	-0.023
[PM7]	-0.261	0.709	0.247	0.216	-0.014	0.265
[GT1]	-0.014	0.097	0.214	0.084	-0.025	0.105
[GT2]	-0.035	0.224	0.500	0.137	0.022	0.108
[GT3] (R)	-0.235	0.258	0.790	0.143	0.090	0.110
[GT4]	-0.016	0.213	0.456	0.242	-0.006	0.071
[CT1] (R)	-0.092	0.161	0.185	0.482	-0.013	0.117
[CT2]	0.004	0.321	0.207	0.908	-0.129	0.172
[AP1] (R)	-0.115	-0.070	-0.037	-0.083	0.600	0.080
[AP2] (R)	-0.161	-0.001	0.123	-0.078	0.735	0.014
[EF1]	-0.267	0.194	0.108	0.092	0.051	0.749
[EF2]	-0.252	0.241	0.104	0.091	0.010	0.803
[EF3] (R)	-0.242	0.144	0.130	0.197	0.175	0.628
[EF4]	-0.088	0.247	0.117	0.162	-0.046	0.546

Table 5 VIF and f^2 results of the structural model

Indicator name	Consumers' beliefs about psychological mediators		Consumers' beliefs about marketers' persuasion goals and tactics		Consumers' beliefs about persuasion coping goals and tactics		Consumers' beliefs about the appropriateness of the marketers' persuasion tactic		Consumers' beliefs about the effectiveness of the marketers' persuasion tactic.	
Beliefs about consumers' avoidance of the persuasion attempt	VIF:	1.346	VIF:	1.211	VIF:	1.197	VIF:	1.038	VIF:	1.129
	f^2 :	0.086	f^2 :	0.005	f^2 :	0.012	f^2 :	0.045	f^2 :	0.051

Artikel 2: Acceptance of data sharing in smartphone apps from key industries of the digital transformation: A representative population survey for Germany

Svenja Mohr[♦] und Janis Cloos[♦]

[♦]Justus Liebig University Giessen, Institute of Farm and Agribusiness Management

[♦]Clausthal University of Technology, Institute of Management and Economics

Nach Überarbeitung erneut eingereicht bei:

Technological Forecasting and Social Change

Online als Diskussionspapier:

<https://ideas.repec.org/p/mar/magkse/202102.html>

Acceptance of data sharing in smartphone apps from key industries of the digital transformation: A representative population survey for Germany

Abstract

The use of smartphone apps has numerous advantages for app providers and users. However, the users of many smartphone apps are confronted with a trade-off between usage benefits and preferences for personal data protection. We investigate the acceptability of data sharing in different hypothetical scenarios describing five types of these apps from key industries of the digital transformation. In a representative survey for the German population ($N = 1,013$), we examine to what extent the acceptance of data sharing is influenced by potential recipients, collected information attributes, and the promoted benefits of data sharing. We differentiate the promoted benefits in two treatments according to monetary (or personal) and environmental (or public) benefits. Our results show no treatment effects but significant differences in acceptance values for different recipients and information attributes. We further observe that participants with stronger green consumption values, participants with a stronger risk propensity, men, and younger participants show a higher acceptance towards data sharing in the described scenarios.

Keywords

privacy, digitalization, digital transformation, representative survey, data protection, environmental attitudes

JEL Codes O33, Q18, C83, L86, M31, M37

1 Introduction

In the course of the Covid-19 pandemic, governments in various countries have developed digital contact tracing apps. The aim of these apps has been to inform people about possible risk contacts and thus help to slow down the spread of the pandemic. In Germany, large parts of the society have had a positive attitude towards the app. At the same time, intensive debates on various data protection concerns arose even before the apps were launched (Altmann et al., 2020; Amann et al., 2020; Rowe, 2020). The example of the Covid-19 tracing app illustrates important privacy relevant characteristics of apps and at the same time reveals problems that app providers face on a regular basis. Many apps require consumers to disclose personal information to actors of the private or public sector in order to use the apps and the benefits they offer. For the data-providing consumers, there is consequently a trade-off between preferences for their own data protection and the potential benefits of data disclosure

(Acquisti et al., 2020, 2016, 2015; Kokolakis, 2017). For app providers, it is essential to know which features of an app influence users' privacy preferences to what extent. Without such knowledge, users' privacy concerns may not be adequately addressed, and users may be skeptical about using an app or could decide against using an app at all. Since individuals' online privacy preferences are highly heterogeneous (Acquisti et al., 2020, 2016, 2015) and context specific (John et al., 2011) knowledge on specific acceptance drivers is crucial.

Acquisti et al. (2016) describe the disclosure of personal data and the protection of this data as two sides of the same coin. The disclosure of personal data is associated with benefits for the consumers who provide the data, e.g., in the form of financial savings when purchasing products or from bonus payments. By using apps, consumers can reduce search costs during shopping and adapt their consumption behavior in order to match their own preferences. Companies benefit because they can increase their profits by collecting information from their consumers. In this way, companies can efficiently utilize existing consumer potential and save resources, for instance, by avoiding excessive advertising. However, for consumers, the disclosure of personal data can also lead to negative consequences, such as identity theft (Moore et al., 2009), discrimination of various kinds (Cui et al., 2020; Edelman et al., 2017), or a burden through excessive advertising (Johnson, 2013). Companies can also suffer from disadvantages, such as costs resulting from data theft (Hinz et al., 2015), or misuse of data by members of their own company or by members of affiliated companies (Acquisti et al., 2016).

Since the early 2000s, various scientific studies have investigated which factors influence privacy preferences in different contexts (for overviews of these studies see Acquisti et al., 2020, 2016, 2015; Kokolakis, 2017). The results of these studies show, for instance, that the willingness to share data is influenced by the number of potential recipients (Schudy and Utikal, 2017), the content of the data collected (Cloos et al., 2019; Benndorf and Normann, 2018; Schudy and Utikal, 2017), and the survey framing (John et al., 2011). In the context of digital transformation, Apthorpe et al. (2018) use an advanced survey method to examine privacy norms in various smart home settings. The survey method builds on the theory of Contextual Integrity (Nissenbaum, 2009) which states that data protection standards are context-specific and face the generally accepted adequacy of a specific information exchange. Apthorpe et al. (2018) divide the contexts into the parameters sender, receiver, information attribute, transmission attribute or benefit associated with data transmission, and subject, which enables them to combine different information flows. In this way, the authors identify that in certain smart home contexts even the change of a single

parameter can have a significant impact on a data protection standard. For example, participants indicate, on average, considerably higher acceptance values for a fitness tracker sharing data on the heart rate of its owner than sharing data on the eating habits of its owner.

Although knowledge about the acceptance of data sharing in specific digital technologies is important for companies, regulatory authorities, and research, this topic has rarely been investigated in real life settings. Laboratory or field experiments on privacy usually focus on single contexts or on completely artificial situations (see Kokolakis, 2017). While the survey investigation by Apthorpe et al. (2018) explicitly refers to the smart home context, little is known about factors that influence the acceptance of data sharing in the industries most affected by digital transformation. For example, previous research has not addressed the question whether specific external benefits of apps lead to higher acceptance for data sharing. Furthermore, there is comparatively little evidence on how acceptance of data sharing is shaped by various socio-demographic factors and personal attitudes.

This paper investigates the acceptance of data sharing in apps for five key industries of digital transformation. The selected industries are retail, health, nutrition, mobility, and energy. With a representative survey ($N = 1,013$) for the German population we examine in hypothetical but realistic scenarios, how the acceptance of data sharing via apps varies depending on potential recipients (e.g., market research companies, employer, or federal ministries) and information attributes (e.g., live location, nutrition style, or monthly net income). Wright et al. (2014: 325) point out that “...scenarios are a useful instrument to provoke policy-makers and other stakeholders, to including industry, in considering the privacy, ethical, social and other implications of new and emerging technologies.” For each scenario within the survey, we first give a brief and concise explanation of what the app does, who the app provider is, what information attributes must be mandatorily provided in order to use the app, and what benefits the app offers. Then, participants have to assess for further optional data recipients how acceptable it is that the information collected with the app will be shared with these recipients. In the final step, participants have to evaluate for various optional information attributes how acceptable it is that these attributes are collected via the app.

The extent to which green advertising strategies and green consumption values affect the privacy preferences of consumers has not been investigated in the literature so far. We therefore collect acceptance values in two different treatments. The treatments differ according to whether the transmission of data is primarily highlighted by monetary (or personal) or by environmental (or public) benefits. The additional collection of demographic variables and

personal attitudes to privacy, sustainable consumption, and risk allows us to analyze how these factors affect the acceptance of data sharing. Our method is adapted from Apthorpe et al. (2018). However, with the decisive difference that our study covers five different industries, and in this way demonstrates how the method developed by Apthorpe et al. (2018) can be applied in a wide range of other contexts.

Our results show no treatment effects for recipients and information attributes. In all scenarios, average acceptance values for data sharing differ significantly between different recipients and information attributes. Acceptance values are particularly low for recipients and information attributes that have a low thematic fit with the respective scenario and where data sharing can potentially lead to very negative consequences. We further observe that the acceptance towards data sharing is lower for stronger online privacy preferences and higher for a larger risk propensity and for stronger green consumption values.

The findings of our paper can help app providers from various industries to identify and address sensitive privacy areas and thereby successfully realize the potential of their existing and planned apps. Our paper additionally provides important insights for public authorities and consumer protection agencies that can be used to adequately address consumers' privacy protection issues. Our results also provide impulses for further scientific research in the fields of privacy and (managing) digital transformation.

2 Method

2.1 Scenario development

As mentioned above, Apthorpe et al. (2018) identify various Internet of Things (IoT) applications in the context of smart homes as a relevant area for research on privacy standards. Acquisti et al. (2016) find that online advertising, price discrimination in different industries, health care, and finance (lending) are relevant areas where a trade-off between benefits through data provision and privacy preferences exists. Online dating platforms, sharing services such as AirBnB, and recruitment processes are further mentioned as relevant areas.

The hypothetical scenarios in this study refer to industries that are largely affected by the digital transformation. We selected the industries according to the following criteria: First, each industry should have a connection to daily consumption, shopping, or health behavior. In this way, we intended to ensure that the scenarios described did not appear too abstract to our participants and that the majority of participants were at least partially familiar with the content of the scenarios. Second, in each industry, (tracking) apps should already exist or at least be

conceivable. Finally, these apps should bring benefits to customers, but also require sharing personal data. Related literature underlines the increasing importance of smart technologies (e.g., smartphone apps) in our selected industries - retail (e.g., Roy et al., 2017), health (e.g., Tresp et al., 2016), nutrition (e.g., O’Sullivan et al., 2018), mobility (e.g., Del Vecchio et al., 2019), and energy (e.g., Horne et al., 2015). The relevance of the selected industries is further highlighted by the fact that the German digital association Bitkom identifies retail, health, mobility, and energy as key industries of digital transformation (Bitkom, 2020)¹.

In a review paper on scenario planning, Amer et al. (2013) identify internal consistency, plausibility, creativity, and relevance as the most important validation criteria. The scenario development in our study is based on these criteria. In the descriptions of our scenarios, we use a logical and coherent structure in order to achieve a high degree of internal consistency (see Appendix A). As we explain in section 2.1.1, the apps and technologies in our scenarios are derived from existing apps and technologies. To guarantee a high level of plausibility, we made sure that the information flows we describe are conceivable. Relevance is ensured by basing our study design on the current literature on smart technologies, digital transformation, data analytics, and privacy. Creativity is achieved by describing apps with different functionalities from different industries.

Table 1 presents the parameters used in our scenarios. A detailed description of each scenario can be found in Appendix A (Tables 5 to 9). In the following, we provide a rationale for the selected sending device and provider combinations, recipients, information attributes, and transmission benefits.

¹ Bitkom (2020) further includes the agricultural industry. In our study, we integrate the food industry to ensure consumer orientation.

Scenario and Provider	Sending device	Information attributes (mandatory)	Recipients (optional)	Information attributes (optional)	Transmission benefit
A Super-market	Loyalty card with app	Name Adress Date of Birth	Household members ^{A,B,C,D,E} Employer ^{A,B,C,D,E} Federal ministries ^{A,B,D,E}	Live location ^{A,B,C,E} Monthly net income ^{C,D,E}	Product recommendations (T1), Waste avoidance (T2)
B Health insurance company	Tracking bracelet with app	Name Date of birth Gender	Market research companies ^{A,B,C} German food producers ^{A,C} Local and long-distance public transport companies ^{D,E} City or municipality ^{D,E}	Nutrition style ^{A,B} Body weight and height ^{A,B} Food intolerances and allergies ^{A,C} Memberships in a sports club or gym ^{B,C}	Bonus payment (T1), Tree sponsorship (T2)
C Federal ministry of health	Nutrition app	Name Date of birth Gender Body weight and height Nutritional style	Health insurance company ^A American food producers ^A Chinese food producers ^A German sports equipment producers ^B German Society for Nutrition ^C Neighbors ^E	Profession ^{D,E} Number of steps taken ^A Date of birth ^D Driving behavior ^D Use of power sources ^E	Nutritional recommendations: Health-promoting (T1), Env. friendly (T2)
D Technology start-up company	Mobility-tracking app	Name Gender Live location Type of vehicle			Mobility recommendations: Cost- and time saving (T1), Env. friendly (T2)
E Energy provider	Smart meter with app	Name Address Date of birth			Power usage recommendations: Cost reducing (T1), Env. friendly (T2)

Table 1: Description of the individual scenarios in terms of provider, sending device, optional recipients, mandatory and optional information attributes, and transmission benefits.

Note: The superscript letters at recipients (optional) and information attributes (optional) indicate in which scenarios (A to E) the respective recipients or information attributes are included.

2.1.1 Sending device and provider

Based on the above-mentioned literature and further non-scientific reports, we selected five sending device and provider combinations. The criteria for each of these combinations were that they are (1) realistic and relevant for the respective industry and (2) that the devices include a possibility of being connected to an app. In the first sentence of each scenario we explained that the respective app is cost-free. For the choice of providers and recipients, we deliberately selected private companies, public companies, and governmental actors. In line with Apthorpe et al. (2018), we did not mention specific device names in order to avoid associations with existing devices. Our five sending device and provider combinations are:

A. Loyalty card with app from supermarket chains: In the retail industry, single companies or coalitions of companies offer loyalty cards in combination with apps and thereby collect information about the product selection and purchasing behavior of their customers (Wang et al., 2018). Based on this information, customers can receive individualized product recommendations or discounts via these apps (Cortiñas et al., 2008). Both the timing and the topic can be specifically targeted towards customers in order to achieve the

greatest possible effectiveness of the product recommendations and advertisements (Fernández-Rovira et al., 2021; Acquisti et al., 2016). Smart retail technologies can improve customers' shopping experience (Minch, 2015), e.g., through personalization, but at the same time they also raise privacy concerns (Roy et al., 2017). For companies, like supermarket chains, customer-oriented technologies are an essential tool to attract new customers and to stimulate the purchasing behavior of existing customers (Inman and Nikolova, 2017). Loyalty cards are widely used and well-known in German retail. Our retail scenario is very similar to the loyalty program Payback². In Germany, more than 31 million people currently use the Payback card and 10 million of them actively use the Payback app (Payback, 2020). In our retail scenario, the app providers (supermarket chains) are from the private sector.

B. Tracking bracelet with app from a health insurance company: Digitalization affects the healthcare system in various ways (see e.g., Tresp et al., 2016; Agarwal et al., 2010). Fitness tracking apps are not only used to improve the quality and cost of healthcare (Mehta and Pandit, 2018), but are also applied to self-track sport activities and one's personal health (Williamson, 2015). However, in addition to these benefits, sharing personal fitness data and health data can also raise privacy concerns (Vitak et al., 2018) or lead to discrimination among minorities (Joy et al., 2020). German health insurance companies already use data from app-based activity trackers and provide premiums based on this data (Techniker Krankenkasse, 2020). In a representative study for Germany, the market research company Splendid Research (2019) found that 33% (23%) of the German population uses (is interested in) apps or wearables to track personal fitness, health, or nutrition data. 38% of the respondents totally reject the use of these self-measurement systems. The results of the survey further showed that more than half of the participants would share health-related data with health insurance companies in order to obtain discounts. In our scenario, we did not specify whether the health insurance company is a private or statutory health insurance, since in the German multi-payer healthcare system more than 69 million people (> 83% of the German population) are insured by statutory health insurance companies (Bundesministerium für Gesundheit, 2019: 109).

C. Nutrition app from the Federal Ministry of Health: As consumer behavior changes towards self-optimization, there is also a demand for food products that are tailored to individual needs (O'Sullivan et al., 2018; Poutanen et al., 2017). Artificial intelligence and

² Payback is a multinational and multi-industry bonus system with a customer card and the leading bonus program in Germany (Payback, 2020).

smartphone apps enable practical and personalized nutritional recommendations based on genetic and behavioral information such as eating behavior and physical activity. These nutritional recommendations can help, for instance, to prevent obesity or diseases such as diabetes (Chatelan et al., 2019). In the field of nutrition, there are various apps that enable users to count calories, track their purchased food using barcode scanners, or create personalized nutrition plans. Often these apps can also be combined with other fitness apps (for an overview see DiFilippo et al., 2015). In our nutrition scenario, the app provider (Federal Ministry of Health) is a governmental institution.

D. Mobility tracking app from a technology start-up company: Smartphone based tracking in the mobility sector enables to improve urban planning and transport systems and to effectively satisfy people's travel needs (Longhi and Nanni, 2020; Wahlström et al., 2017; Gisdakis et al., 2014; Guido et al., 2012, Mohan et al., 2008). Behavioral changes can be induced by providing consumers with personalized transport solutions. However, mobility tracking requires consumers to disclose sensitive data, such as their live location, which potentially entails privacy concerns (Bucher et al., 2019; Cellina et al., 2019; Del Vecchio et al., 2019; Iqbal and Lim, 2010). Mobility tracking is comparatively less popular in Germany than in other countries. The tracking of car driving behavior to determine user-dependent insurance rates, known as telematics (Longhi and Nanni, 2020; Wahlström et al., 2017), is estimated to be used by less than 1% of all car drivers in Germany.³ In 2016, by contrast, 17% of Italian, 10% of South African, and 6% of US car drivers had already signed up to telematics-based insurance policies.⁴ In our mobility scenario, the app provider is a technology start-up from the private sector.

E. Smart meter with app from an energy provider: A smart meter is an intelligent digital electricity meter that records and stores data on power consumption at any time and can also send the stored data (Zheng et al., 2013). Since energy consumption data is automatically and frequently transmitted to the energy provider, smart meters have the potential to raise privacy concerns (Horne et al., 2015). Greveler et al. (2012) show that high-resolution data on a household's energy consumption enables undesired identification and monitoring of the appliances used in the consumer's home. Since 2020, Germany has an obligation to install smart meters if annual electricity consumption exceeds 6,000 kWh. From the year 2032 onwards, smart meters will be mandatory for all households

³ See (in German) <https://www.capital.de/geld-versicherungen/telematik-tarife-der-versicherer-faehrt-mit>, accessed December 01, 2020.

⁴ See <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/telematics-poised-for-strong-global-growth>, accessed December 01, 2020.

(Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020). Energy providers in Germany are often publicly owned companies. However, due to space reasons we refrained from a more specific description of the company in our scenario.

2.1.2 Recipients and information attributes

For our scenarios, we selected a broad range of different organizations and groups as potential recipients of the collected information. In each scenario, the participants were asked to what extent they find it acceptable that the information collected by the sending device is shared with optional recipients, in addition to the app provider. After that, the participants were asked to what extent they find it acceptable that the app provider requests and collects optional information attributes with the app in addition to the set of information attributes which has to be mandatorily provided when using the app. In each scenario, we described that possible data sharing with optional recipients and the possible request and collection of optional information attributes was clearly stated in the app's general terms and conditions.

We aimed to provide a good balance for the selected recipients and information attributes and therefore always selected recipients and information attributes for which we expected comparatively high and comparatively low acceptance values. In general, we chose recipients and information attributes that, at least in a broad sense, thematically fitted the respective scenario. We aimed to avoid that the scenarios appeared too unrealistic to the participants since this might have resulted in high dropout rates. For this reason, some optional recipients and information attributes were only included in one or two scenarios while others were included in each scenario.

2.1.3 Transmission benefits

As outlined above, the provision of apps through companies and other organizations can help them to use resources more efficiently and at the same time to purposefully address the needs of their customers or target groups. For users, apps similar to those in our scenarios often provide information and offers that can result in cost and time savings. In each of our scenarios, we described specific benefits that result from data sharing in the respective app. In treatment 1 (T1) monetary (personal) benefits, such as bonus payments or personalized cost-saving behavior recommendations for the app user, were mentioned. In contrast, treatment 2 (T2) mentioned environmental (public) benefits, such as nature-friendly activities through the app provider, that increase when the app is used by a larger number of people or personalized environmentally friendly behavior recommendations for the app user.

2.2 Survey design

Our survey consisted of four stages (Figure 1). In stage 1, socio-demographic questions on gender, age, residence (federal state), and education were asked in order to verify the quotas of the representative survey.⁵ Then, the participants were exposed to five hypothetical scenarios in stage 2. Before presenting the scenarios, participants were randomly allocated into two treatment groups.

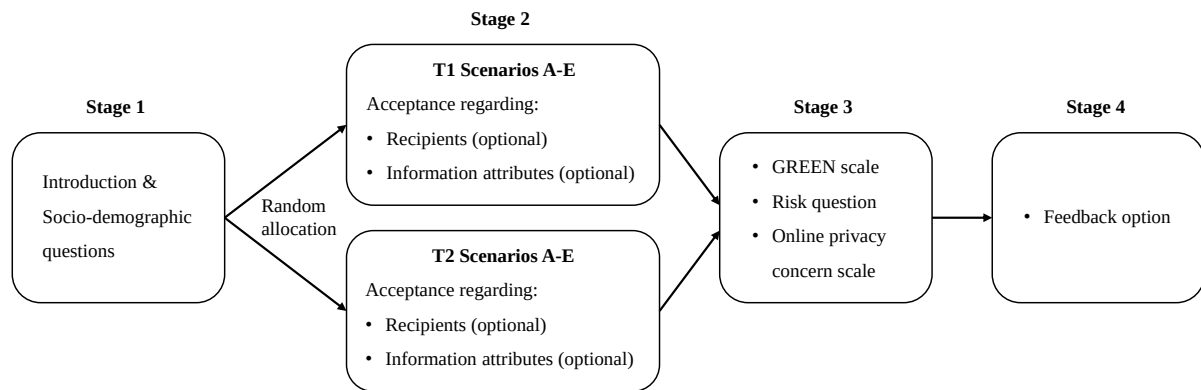


Figure 1: Sequence of the survey.

Participants completed all scenarios in either T1 or T2. We used this between subjects design in order to prevent participants from anticipating our research objective. If participants had noticed that we wanted to investigate the effects of monetary and environmental benefits on the acceptance of data sharing, these participants could have adjusted their response behavior accordingly which could bias our results. The sequence of the scenario presentation corresponded to the described conceptualization in section 2.1. In each scenario, participants had to assess the acceptance of data sharing with (1) optional recipients and (2) for optional information attributes. The different recipients and information attributes were presented in a random order.

In total, each participant had to assess the acceptance of 30 recipients and 21 information attributes in 10 boxes. In each scenario, the first box contained different recipients, followed by a second box with information attributes. This order should ensure that participants only considered mandatory information attributes, rather than optional ones, when assigning acceptance values to recipients. Acceptance was measured on a six-level scale from (1) completely unacceptable, (2) somewhat unacceptable, (3) rather unacceptable, (4) rather acceptable, (5) somewhat acceptable to (6) completely acceptable. In order to illustrate our results in section 3 as clearly as possible, we converted the original values of our six-level

⁵ The quotas were calculated based on the database (Genesis online) of the Federal Statistical Office of Germany.

acceptance scale into a range from -1 to 1. Therefore, the negative range includes the values (-1) completely unacceptable, (-0.6) somewhat unacceptable, and (-0.2) rather unacceptable, whereas the positive range includes the values (0.2) rather acceptable, (0.6) somewhat acceptable, and (1) completely acceptable. We deliberately refrained from providing a central answer option in order to avoid an anchor effect towards the middle and to force participants to make explicit acceptance decisions.

In stage 3, participants' attitudes were assessed by using well-validated measures.⁶ To collect data on participants' sustainable consumption attitudes, we used the six-item GREEN consumption scale (Haws et al., 2014). We included a quality check question to this scale in order to expose those respondents who did not seriously answer our survey. Participants' online privacy concern was assessed by using a six-item scale by Ham (2017) adapted from Dolnicar and Jordaan (2007). Both latent constructs were measured on seven-point Likert scales ranging from (1) strongly disagree to (7) strongly agree. Lastly, we measured participants' risk attitude by using a single question proposed by Dohmen et al. (2011). Stage 4 closed the survey with a field for optional comments.

2.3 Hypotheses

2.3.1 Treatment effects

Our first set of hypotheses focuses on possible treatment effects. Over the past couple of years, it has been observed that companies frequently underline their environmental or social commitment within their product advertisements. One prominent example is the rainforest project of the German Krombacher brewery. In cooperation with the World Wildlife Fund (WWF), the brewery promotes its products by saying that customers save one square meter of rainforest by buying a box of beer (Mögele and Tropp, 2010). In a field experiment, Asensio and Delmas (2016, 2015) observe that participants adopt a more environmentally friendly energy consumption behavior if they receive information on the environmental and health impact of their households' energy consumption behavior. In contrast, only small or no changes in consumption behavior can be found when participants receive information on the financial benefits of a more efficient energy consumption behavior. In our study, we expect participants to view data sharing as more acceptable if the environmental benefits of apps are highlighted. We further expect acceptance values to be higher in T2, as participants may consider data sharing in T2 more acceptable due to image concerns (Ariely et al., 2009). In T2, participants could tend to evaluate the apps described in the scenarios as more acceptable to express their

⁶ Details of both measurement scales are described in Appendix D.

prosocial and environmentally friendly attitude towards their social environment through these apps. Therefore, our first two hypotheses are:

H1.1: Acceptance values for data sharing with optional recipients are higher in T2 than in T1.

H1.2: Acceptance values for data collection of optional information attributes are higher in T2 than in T1.

2.3.2 Data recipients

Concerning potential data recipients, Apthorpe et al. (2018) use the immediate family members as baseline and argue that immediate family members usually have knowledge about the information that can be transmitted in their IoT scenarios. For example, immediate family members know from each other which travel vehicles are used or whether they do sports. Consistent with this argumentation, the authors observe the highest acceptance values for immediate family members. For the scenarios in our survey, we also assume that the highest acceptance values for data sharing are indicated for the recipient *household members*. On the contrary, we expect the lowest acceptance values to be indicated for the recipient *employer*. Persson and Hansson (2003) discuss several reasons why employers may have an interest in invading the privacy of their employees. At the same time, employees can have numerous reasons why they would not want to share private information such as information collected in apps with their employers. In a study on the rating environment and platform design of employer review platforms, Cloos (forthcoming) argues that employees, due to their economic dependence on employers, have strong incentives to refrain from too permissive data sharing on the internet. For the scenarios in our survey, it also seems plausible that participants fear negative consequences if data is shared with employers. Although numerous negative consequences are also conceivable when data is shared with other recipients, these consequences are less dramatic than a possible job loss which might be the result of data sharing with employers. Therefore, our next hypotheses are:

H2.1: Acceptance values for household members are higher than acceptance values for the other optional recipients.

H2.2: Acceptance values for employer are lower than acceptance values for the other optional recipients.

2.3.3 Information attributes

Unlike for recipients, our scenarios do not include information attributes that are queried in all scenarios. When formulating the hypotheses on the acceptance towards data collection of optional information attributes, we exclusively concentrate on the *live location* and the *monthly*

net income, since these information attributes are included in more than half of the scenarios. Live location data raise (serious) security and privacy concerns (Minch, 2015). In Apthorpe et al.'s (2018) study, the sharing of the live location by different IoT transmitters is evaluated as relatively unacceptable. The results of a qualitative study by Muslukhov et al. (2012) also show that smartphone users perceive location tracking as very sensitive. In line with this literature, we expect that the acceptance values regarding a transmission of the live location are very low in our study. With regard to data collection of the *monthly net income*, we also expect very low acceptance values. In Germany, it is relatively unusual to talk about one's own income. People tend to not want to talk about their own income and also feel that they should not talk about it (for a discussion of related surveys, see Sauerland and Höhs (2019) (in German)). Hence, we derive the following hypotheses:

H3.1: Acceptance values for live location and monthly net income are lower than acceptance values for the other optional information attributes.

H3.2: Acceptance values do not differ between live location and monthly net income.

2.3.4 Attitudes

The fourth set of hypotheses refers to respondents' attitudes on privacy, risk, and green consumption. To measure the privacy preferences of our participants, we use the scale by Ham (2017). The items of this scale ask for consent to collect data on participants' online behavior. Since the questions in our study refer to a very similar subject area, we expect higher values on the privacy scale to be associated with lower acceptance values. With regard to participants' risk attitudes, we expect that a higher willingness to take risks is associated with higher acceptance values. In a study on the privacy paradox (i.e., a potential privacy intentions behavior gap), Norberg et al. (2007) find that a higher risk aversion is associated with a lower willingness to provide personal data. Further research (Fogel and Nehmad, 2009) shows that individuals who use social networks are more willing to take risks than individuals who do not use social networks. To the best of our knowledge, there are no studies that investigate the relationship between green consumption values and privacy preferences. Therefore, we deliberately choose to not formulate any hypothesis on green consumption values and consider our study to be explorative in this respect. Our two hypotheses on participants' attitudes therefore are:

H4.1: Higher values on the privacy concern scale are associated with lower acceptance values.

H4.2: A higher risk propensity is associated with higher acceptance values.

2.3.5 Demographics

In terms of demographics, we investigate hypotheses on age, gender, and education. Goldfarb and Tucker (2012) find that older people are less willing to provide information on their own income in an online survey compared to younger people. Andone et al. (2016) investigate the smartphone usage behavior of different age groups based on tracking a sample of more than 30,000 participants for at least 28 days. Their results show that younger people use their smartphones more time intensively and with a larger number of specialized apps than older people. Based on this literature, we assume that younger participants are more open towards the app scenarios described in our survey and therefore indicate higher acceptance values. In an experiment on the willingness to disclose different types of personal information in exchange for money, Benndorf and Normann (2018) find that female participants mostly request significantly more money than male participants. Research on privacy preferences in social networks shows that while women and men share similar amounts of information privately with friends, men are significantly more willing to share information publicly (Quercia et al., 2012). For our study, we therefore expect men to indicate higher acceptance values for data sharing in the scenarios described. In a national phone survey, Turow et al. (2005) examine the knowledge of 1,500 US Americans regarding data collection and data usage practices of commercial websites. The results show that the number of correctly answered questions was higher for participants with higher formal education. In this study, we therefore assume that participants with a higher formal education have more knowledge about data protection on the internet and, hence, are more skeptical about the scenarios described. Our hypotheses on participants' demographic attitudes are:

H5.1: A higher age is associated with lower acceptance values.

H5.2: Male participants have higher acceptance values.

H5.3: A higher formal education is associated with lower acceptance values.

2.4 Power analysis

In order to get an impression of the effect sizes at which we can detect significant treatment differences, we conducted a power analysis. For the power analysis, we estimated a mean value for the information attribute *live location* as an example, since a similar attribute ("its owners location") is also included in the study by Apthorpe et al. (2018). The authors use an acceptance scale that ranges from -1.5 to 1.5. In their study, the acceptance values for "its owners location" range from -0.67 to -0.28 with a mean value of -0.43 for various IoT senders. Transferred to our acceptance scale, which ranges from -1 to 1, this corresponds to an acceptance value

of -0.29. However, since in all of our scenarios more attributes are transmitted than in the scenarios of Apthorpe et al. (2018), and since the senders in our scenarios are not IoT devices but actors from the private or public sector, we expect a slightly lower acceptance value, which we assume to be -0.4. Since no standard deviations are reported in Apthorpe et al. (2018), we assume a standard deviation of 0.5. In line with our hypothesis, we expect higher acceptance values in T2. Based on the power analysis, we estimate the minimum distance between the mean acceptance values that is required to obtain a significant result by using a two sample (one-sided) means test. Since we perform 30 (21) pairwise tests on hypothesis H1.1 (H1.2), there is a high probability for the occurrence of Type I errors. We therefore choose a low significance level of $\alpha = 0.005$. For a significance level of $\alpha = 0.005$, a power of 0.8, and a standard deviation of 0.5, the distance would have to be 0.107 (or 0.214 standard deviations) when considering a single scenario with an average participant number of $n = 506$ per treatment. We consider this calculated necessary effect size between the means of the two treatments to be large enough to indicate meaningful treatment effects.

2.5 Procedures

Our online survey was programmed with the software LimeSurvey. Before the survey was dispatched to participants, a pre-test for comprehensibility and length was conducted with six university researchers. In addition, we used the pre-test for a qualitative check of our scenarios in terms of the validation criteria of internal consistency, plausibility, creativity, and relevance (Amer et al., 2013). As a result, we refined the wording in some scenarios and included additional recipients.

The recruiting of the participants was conducted by a panel provider in September 2020. The participant sample is representative for the German population between 18 and 69 years in terms of gender, age, federal state, and education (see Appendix B). The respondents' payment (50 cents per participant) was also processed via the panel provider. The email announced a “survey on digital technologies” to avoid a link to privacy (or data protection) research.

A total of 1,357 people participated in the survey. 10.61% ($N = 144$) of the respondents did not complete the questionnaire. Among the persons who answered the questionnaire completely, 14.01% ($N = 170$) did not pass the quality check question⁷. Accordingly, the sample size reduced to 1,043. In a second step, we identified and eliminated speeders. The

⁷ The quality check question was integrated as one item in the GREEN consumption scale. The wording of the question was: “To make sure that you read the questionnaire carefully, please select the answer option ‘strongly agree (7)’.”

median time to complete the questionnaire was 9:30 minutes. Participants ($N = 23$) requiring less than 1/3 of the interview time (3:10 minutes) were dropped. In a last step, seven people were removed after a manual quality check.⁸ The final sample included 1,013 participants with a female share of 51.73% ($N = 524$) and an average age of 45.81 years ($sd = 14.42$).

3 Results

This section presents the results of our survey. In section 3.1, the acceptance values for each scenario are presented and possible treatment effects are examined. We deliberately avoid comparing acceptance values for identical recipients and information attributes in different scenarios since the different scenarios describe various sending device and provider combinations as well as varying mandatory data specifications and transmission benefits. Thereafter, we examine to what extent the acceptance values within the scenarios differ between recipients (section 3.2) and information attributes (section 3.3). Based on a regression analysis, we further investigate how the response behavior of our participants is influenced by their attitudes as well as their demographic characteristics (section 3.4).

3.1 Acceptance values and treatment effects

Tables 2 and 3 show the average acceptance values for optional recipients and optional information attributes in each scenario and for both treatments. Overall, in both tables, not a single acceptance value is greater than zero and therefore all values are in the unacceptable range. In Table 2 (recipients), the acceptance values range from -0.79 to -0.18. Similarly, in Table 3 (information attributes), the acceptance values range from -0.80 to -0.18. As depicted in the histograms in Appendix C, the relatively low average acceptance values can be explained by the fact that for each question a large number of participants chose the answer with the lowest value ("completely unacceptable"). A total of 10.86% ($N = 110$) chose this answer for each individual question in the scenarios A to E. In Tables 2 and 3, we do not observe a significant treatment effect for any of the different recipients and information attributes (pairwise comparisons with two-sample Wilcoxon rank-sum tests; all $p - values > 0.005$). In addition, there are no indications that acceptance values in one treatment are systematically higher or lower than in the other treatment. We thus reject hypotheses H1.1 and H1.2.

⁸ These participants showed no variance in their responses regarding the GREEN consumption scale and the privacy concerns scale, although reverse items were included. For these items, the respective participants always chose the answer option (7) "strongly agree", so that the quality check was randomly passed.

Scenario	A		B		C		D		E			
Sending device and provider	Loyalty card with app from supermarket chains		Tracking bracelet with app from a health insurance company		Nutrition app from the Federal Ministry of Health		Mobility tracking app from a start-up company		Smart meter with app from an energy provider		Average acceptance values	
Recipient	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Household members	-.20 (.70)	-.21 (.70)	-.29 (.71)	-.34 (.69)	-.38 (.68)	-.42 (.68)	-.39 (.68)	-.42 (.68)	-.21 (.72)	-.20 (.71)	-.29 (.60)	-.32 (.58)
Employer	-.66 (.55)	-.68 (.56)	-.69 (.52)	-.71 (.53)	-.74 (.47)	-.76 (.47)	-.76 (.47)	-.77 (.46)	-.79 (0.42)	-.78 (.45)	-.73 (.43)	-.74 (.44)
Federal ministries	-.36 (.66)	-.42 (.62)	-.44 (.63)	-.47 (.63)	-	-	-.52 (.60)	-.53 (.61)	-.51 (.60)	-.51 (.60)	-.46 (.53)	-.48 (.54)
City or municipality	-	-	-	-	-	-	-.60 (.56)	-.57 (0.60)	-.51 (.59)	-.47 (.61)	-.55 (.52)	-.52 (.55)
Market research comp.	-.18 (.67)	-.19 (.66)	-.38 (.65)	-.39 (.65)	-.44 (.62)	-.43 (.65)	-	-	-	-	-.33 (.58)	-.34 (.58)
German food prod.	-.26 (.65)	-.26 (.66)	-	-	-.55 (.57)	-.49 (.63)	-	-	-	-	-.40 (.55)	-.37 (.58)
American food prod.	-.65 (.52)	-.63 (.54)	-	-	-	-	-	-	-	-	-.65 (.52)	-.63 (.54)
Chinese food prod.	-.69 (.51)	-.70 (.51)	-	-	-	-	-	-	-	-	-.69 (0.51)	-.70 (0.51)
German sports equip. prod.	-	-	-.53 (.60)	-.54 (.60)	-	-	-	-	-	-	-.53 (.60)	-.54 (.60)
German elect. prod.	-	-	-	-	-	-	-	-	-.51 (.60)	-.48 (.61)	-.51 (.60)	-.48 (.61)
Health insurance company	-.48 (.63)	-.48 (.65)	-	-	-	-	-	-	-	-	-.48 (.63)	-.48 (.65)
Car insurance company	-	-	-	-	-	-	-.65 (.52)	-.67 (.53)	-	-	-.65 (.52)	-.67 (.53)
Public transport companies	-	-	-	-	-	-	-.51 (.61)	-.52 (.62)	-	-	-.51 (.61)	-.52 (.62)
German Society for Nutrition	-	-	-	-	-.41 (.64)	-.40 (.66)	-	-	-	-	-.41 (0.64)	-.40 (0.66)
Neighbors	-	-	-	-	-	-	-	-	-.78 (.42)	-.78 (.45)	-.78 (.42)	-.78 (.45)
Average acceptance values	-.44 (.47)	-.45 (.49)	-.47 (.52)	-.49 (.52)	-.50 (.51)	-.50 (.53)	-.57 (.48)	-.58 (.48)	-.55 (.44)	-.54 (.46)		
<i>n</i> =	505	508	505	508	505	508	505	508	505	508	505	508

Average acceptance values: Color division						
	-1 to -0.8	> -0.8 to -0.6	> -0.6 to -0.4	> -0.4 to -0.2	> -0.2 to 0	
	> 0 to 0.2	> 0.2 to 0.4	> 0.4 to 0.6	> 0.6 to 0.8	> 0.8 to 1	

Table 2: Mean acceptance values for different data recipients in scenarios A to E.

Artikel 2: Acceptance of data sharing in smartphone apps

Note: The row ‘average acceptance values’ refers to the average acceptance value for all recipients included in the respective scenario. The column ‘average acceptance values’ refers to the average acceptance value for all scenarios where the respective recipient is included. Acceptance values for specific recipients are never significantly different between T1 and T2 when assuming a significance level of $p < 0.005$ (two-sample Wilcoxon rank-sum test). Even at a higher significance level of $p < 0.05$, none of the differences is significant.

Scenario	A		B		C		D		E			
Sending device and provider	Loyalty card with app from supermarket chains		Tracking bracelet with app from a health insurance company		Nutrition app from the Federal Ministry of Health		Mobility tracking app from a start-up company		Smart meter with app from an energy provider		Average acceptance values	
Attribute	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Live location	-.60 (.56)	-.60 (.56)	-.61 (.57)	-.62 (.56)	-.68 (.52)	-.70 (.51)	-	-	-.67 (.54)	-.71 (.51)	-.64 (.49)	-.66 (.47)
Monthly net income	-	-	-	-	-.73 (.48)	-.75 (.49)	-.76 (.46)	-.77 (.45)	-.75 (.47)	-.80 (.43)	-.75 (.44)	-.78 (.42)
Nutrition style	-.29 (.66)	-.21 (.69)	-.37 (.68)	-.33 (.69)	-	-	-	-	-	-	-.33 (.62)	-.27 (.63)
Food intol. and allergies	-.25 (.67)	-.18 (.72)	-	-	-.34 (.69)	-.32 (.72)	-	-	-	-	-.30 (.62)	-.25 (.65)
Body weight and height	-.53 (.59)	-.48 (.62)	-.37 (.67)	-.36 (.69)	-	-	-	-	-	-	-.45 (.57)	-.42 (.60)
Memberships in a sports club or gym	-	-	-.44 (.64)	-.43 (.66)	-.52 (.60)	-.53 (.62)	-	-	-	-	-.48 (.59)	-.48 (.60)
Profession	-	-	-	-	-	-	-.55 (.59)	-.55 (.61)	-.64 (.54)	-.65 (.56)	-.60 (.52)	-.60 (.55)
Number of steps taken	-.45 (.62)	-.43 (.65)	-	-	-	-	-	-	-	-	-.45 (.62)	-.43 (.65)
Date of birth	-	-	-	-	-	-	-.40 (.65)	-.41 (.66)	-	-	-.40 (.65)	-.41 (.66)
Driving behavior	-	-	-	-	-	-	-.49 (.61)	-.50 (.63)	-	-	-.49 (.61)	-.50 (.63)
Time and duration of use of indi. power sources	-	-	-	-	-	-	-	-	-.26 (.68)	-.25 (.69)	-.26 (.68)	-.25 (.69)
Average acceptance values	-.42 (.51)	-.38 (.53)	-.45 (.56)	-.43 (.56)	-.57 (.49)	-.58 (.49)	-.55 (.50)	-.56 (.50)	-.58 (.45)	-.60 (.43)		
n =	505	508	505	508	505	508	505	508	505	508	505	508

Average acceptance values: Color division					
	-1.0 to -.8	> -.8 to .6	> -.6 to -.4	> -.4 to -.2	> -.2 to 0.0
	> 0.0 to .2	> .2 to .4	> .4 to .6	> .6 to .8	> .8 to 1.0

Table 3: Mean acceptance values for different information attributes in scenarios A to E.

Note: The row ‘average acceptance values’ refers to the average acceptance value for all information attributes included in the respective scenario. The column ‘average acceptance values’ refers to the average acceptance value for all scenarios where the

respective information attribute is included. Acceptance values for specific information attributes are never significantly different between T1 and T2 when assuming a significance level of $p < 0.005$ (two-sample Wilcoxon rank-sum test). Even at a higher significance level of $p < 0.05$, none of the differences is significant.

3.2 Acceptance towards data sharing with optional data recipients

In this section, differences in the acceptance towards data sharing with optional recipients are investigated for each scenario. For space reasons, we will not discuss each individual result in detail. Instead, we focus on results that are related to the hypotheses H2.1 and H2.2. We use non-parametric Wilcoxon signed-rank tests (matched samples) to examine whether acceptance values differ between optional data recipients.⁹ Since we do not find any treatment effects and our hypotheses on optional recipients do not refer to individual treatments, we use pooled data for the pairwise tests. The results for all pairwise tests can be found in Appendix D, Tables 11 to 15.

As Table 2 shows, comparatively high acceptance values can be observed for *household members* (ranging from -0.42 in scenarios C and D to -0.20 in scenario A) while *employers* belong to the recipients with the lowest acceptance values across all scenarios (ranging from -0.79 in scenario E to -0.66 in scenario A). In all scenarios the acceptance values for data sharing with *household members* are almost always significantly higher than for other recipients (Wilcoxon signed rank tests, $p - \text{values} < 0.01$). In scenario A (Appendix D, Table 11), however, there is no significant difference between *household members* and *market research companies* ($p - \text{value} = 0.633$). In scenario C (Appendix D, Table 13), the difference is also not significant for *market research companies* ($p - \text{value} = 0.014$) and for the *German Society for Nutrition* ($p - \text{value} = 0.877$). Concerning data sharing with *employers*, the acceptance values are almost always significantly lower than for other recipients ($p - \text{values} < 0.01$), except for *American food producers* ($p - \text{value} = 0.306$) and *Chinese food producers* ($p - \text{value} = 0.067$) in scenario A (Appendix D, Table 11), and for *neighbors* ($p - \text{value} = 0.431$) in scenario E (Appendix D, Table 15). We thus find predominant support for hypotheses H2.1 and H2.2.

3.3 Acceptance towards data collection of optional information attributes

This section focuses on differences in the acceptance values for data collection of optional information attributes. In order to test hypotheses H3.1 and H3.2, we compare acceptance values from all scenarios which include the optional information attributes *life location* and *monthly net income*. Tables 16 to 20 in Appendix D show the results for all pairwise tests.

⁹ In sections 3.2 and 3.3, we use non-parametric Wilcoxon signed-rank tests instead of parametric t-tests because the differences between the individual acceptance values are not normally distributed.

In accordance with hypotheses H3.1, we observe the lowest acceptance values for the information attributes *live location* (ranging from -0.71 in scenario E to -0.60 in scenario A, see Table 3) and *monthly net income* (ranging from -0.80 in scenario E to -0.73 in scenario C). The acceptance values for *live location* are significantly lower than the acceptance values for all other information attributes in scenario A and B (Appendix D, Tables 16 and 17, all $p - values < 0.001$). Likewise, the acceptance values for *monthly net income* are significantly lower than the acceptance values for all other information attributes in scenarios C, D, and E (Appendix D, Tables 18, 19, and 20, all $p - values < 0.001$). Therefore, we accept hypothesis H3.1. In scenarios C and E, the acceptance values for *monthly net income* are significantly lower than for *live location* (both $p - values < 0.001$). We thus, reject hypothesis H3.2.

3.4 The influence of personal attitudes and demographics

In this section, we use random-effects generalized least squares (GLS) regression models to test our hypotheses on attitudes and demographics. In Table 4, the dependent variable is either the acceptance value indicated for each data recipient (models 1-4) or for each information attribute (models 5-8). Since each participant indicated a total of 30 acceptance values for data recipients and a total of 21 acceptance values for information attributes, the number of observations in Table 4 is $1,013 * 30 = 30,390$ in models 1-4 and $1,013 * 21 = 21,273$ in models 5-8.

The upper three independent variables in Table 4 are related to participants' personal attitudes. *Privacy* and *GREEN* are scores calculated from the average answer values to the privacy concern scale of Ham (2017) and the GREEN scale of Haws et al. (2014). For the privacy scale, we obtain a Cronbach's alpha of 0.69 and for the GREEN scale a Cronbach's alpha of 0.71. Mean values and standard deviations for each item of these scales can be found in Appendix E (Tables 21 and 23). The variable *Risk* contains the indicated risk propensity of the participants based on Dohmen et al. (2011) where a higher number indicates a higher willingness to take risks. The mean value and standard deviation for this question can be found in Appendix E (Table 22). *Education (high)* and *Education (low)* are dummy variables that take a value of 1 if the participant has a high school degree, or a degree from a basic secondary school or lower.¹⁰

Models 1 and 5 analyze the influence of participants' online privacy concerns, risk propensity, and green consumption values on the acceptance towards data sharing (model 1) and data collection (model 5). In models 2 and 6, we focus on the influence of demographic variables. In models 3 and 7, we consider both personal attitudes and demographic characteristics. Since

¹⁰ The variable Education (medium) is omitted.

previous research by Dohmen et al. (2011, 2017) shows that risk attitudes are higher for younger people and for men, we include the interaction terms *Risk*Age* and *Risk*Male* in models 4 and 8. The results of the studies by Fast and Schnurr (2020) and Fogel and Nehmad (2009) further show that women, on average, have higher privacy concerns than men. We therefore include the interaction term *Privacy*Male* in models 4 and 8. All regression models contain control dummies for optional recipients (models 1-4) or for optional information attributes (models 5-8).

Dep. var. acceptance values for optional								
	data recipients				information attributes			
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8
Privacy	-0.17*** (0.01)		-0.16*** (0.01)	-0.12*** (0.02)	-0.17*** (0.01)		-0.17*** (0.01)	-0.13*** (0.02)
Risk	0.02*** (0.01)		0.01* (0.01)	0.04* (0.02)	0.02*** (0.01)		0.01* (0.01)	0.03 (0.02)
GREEN	0.03* (0.01)		0.04** (0.01)	0.03** (0.01)	0.03* (0.01)		0.04** (0.01)	0.04** (0.01)
Age		-0.01*** (0.00)	-0.01*** (0.00)	-0.00 (0.00)		-0.01*** (0.00)	-0.01*** (0.00)	-0.00 (0.00)
Gender (Male=1)		0.05 (0.03)	0.02 (0.03)	0.29* (0.13)		0.06* (0.03)	0.03 (0.03)	0.34* (0.14)
Education (high)		-0.10** (0.03)	-0.09** (0.03)	-0.09** (0.03)		-0.06 (0.03)	-0.05 (0.03)	-0.05 (0.03)
Education (low)		0.00 (0.03)	-0.01 (0.03)	-0.01 (0.03)		-0.01 (0.03)	-0.02 (0.03)	-0.03 (0.03)
Risk*Age				-0.00** (0.00)				-0.00* (0.00)
Risk*Male				0.03** (0.01)				0.03** (0.01)
Privacy*Male				-0.08** (0.02)				-0.08*** (0.02)
Treatment (T2=1)	0.00 (0.03)	-0.01 (0.03)	0.00 (0.02)	0.01 (0.02)	0.02 (0.03)	0.01 (0.03)	0.02 (0.03)	0.02 (0.02)
Constant	0.13 (0.09)	-0.13* (0.06)	0.46*** (0.10)	0.06 (0.14)	0.00 (0.09)	-0.32*** (0.06)	0.31** (0.10)	-0.06 (0.15)
Controls for optional recipients / optional information attributes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	30390	30390	30390	30390	21273	21273	21273	21273
N (groups)	1013	1013	1013	1013	1013	1013	1013	1013
Wald Chi ²	5234.68	5100.38	5311.24	5349.44	3813.26	3652.12	3872.95	3905.44

Table 4: Random-effects GLS regression of acceptance towards data sharing with optional recipients (models 1-4) or of acceptance towards data collection of optional information attributes (models 5-8) on participants' attitudes, demographic characteristics, and treatment. Standard errors in parentheses: * $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Our results show significant negative effects for the variable *Privacy*. Stronger preferences for privacy have a large negative effect on the acceptance towards data sharing and on the acceptance towards data collection. This result is not surprising since the dependent variables in Table 4 and the privacy variable measure, in a broad sense, similar outcomes. Therefore, we accept hypothesis H4.1. In line with hypothesis H4.2, *Risk* has a significant positive effect on

the dependent variable except for model 8. This suggests that risk takers are, on average, less reluctant to disclose their personal information. We did not formulate a hypothesis for a possible effect of the *GREEN* scale due to a lack of appropriate literature. In all models that include the *GREEN* scale, a higher value on the *GREEN* scale has a significant positive effect on the dependent variable. This implies that participants with a higher value on the *GREEN* scale are, on average, more open to disclose their personal information

For the demographic variables, we observe a significant negative effect of the variable *Age* in models 2, 3, 6, and 7. In models 4 and 8, *Age* is no longer significant, but the interaction term of the variables *Age* and *Risk* is significant and negative. The interaction term indicates that the significant negative effect of *Age* is mainly driven by the higher risk aversion of older participants. Thus, we find predominant support for hypothesis H5.1. The variable *Male* has a significant positive effect in models 4, 6, and 8. We therefore accept hypothesis H5.2. The interaction terms *Risk*Male* and *Privacy*Male* suggest that the effects of a stronger risk propensity and of stronger privacy concerns on the dependent variables significantly differ between women and men. For men, a higher value on the risk propensity (privacy concern) scale is associated with significantly higher (lower) acceptance values. In models 2, 3, and 4, *Education (high)* has a significant negative effect on the dependent variable. We do not observe significant effects of this variable for models 5 to 8 where the acceptance towards the collection of optional information attributes is the dependent variable. However, since the sign of *Education (high)* is also negative in models 5 to 8, we accept hypothesis H5.3.

4 Discussion and limitations

The results from Tables 2 and 3 show that our two different treatments do not lead to significant differences in the average acceptance values for the same recipients or information attributes. In addition, no clear trend can be identified.

The treatments in our scenarios differed only in one sentence, which emphasized different transmission benefits at the end of each scenario. Therefore, a possible explanation for the non-existent or only minor treatment effects is that the emphasized transmission benefits between the two treatments did not differ sufficiently. It is also possible that some of the participants interpreted the environmental benefits highlighted in T2 as not trustworthy. The results of a study conducted with Portuguese students by Do Paço and Reis (2012), show that students with particularly strong environmental concerns tended to be particularly skeptical about environmentally friendly advertising messages from companies. The mean across all items of the *GREEN* scale suggests that participants in our survey have comparatively strong

environmental concerns. In Haws et al. (2014), the mean of the GREEN scale is 3.95, whereas for our participants it is significantly higher with 4.71. It is likely that participants in T2 in our survey were skeptical about the highlighted environmental benefits of the app and that these benefits therefore had no effect on the indicated acceptance values. In a study on greenwashing (i.e., deceptive advertising about the environmental characteristics of goods), Schmuck et al. (2018) find that the negative effect of perceived greenwashing statements can be outweighed by nature images presented together with the greenwashing statements. It is thus also possible that a more detailed description or a visual presentation of the respective transmission benefits in our survey would have resulted in more pronounced treatment effects. A further explanation for the lack of treatment effects is that the acceptance decisions queried in the scenarios were simply less influenced by the transmission benefits but more by the perceived threats of data sharing.

The average acceptance values of the individual scenarios in our survey are not directly comparable since the scenarios differ in several parameters. Nevertheless, in each scenario, special care was taken to include both relatively uncritical as well as sensitive recipients and information attributes. The results show that the acceptance values are highest in the app scenarios that are probably relatively familiar to the participants. As explained in section 2.1.1, apps similar to those in scenario A (loyalty card) and B (tracking bracelet) also have a significantly higher market penetration than apps similar to those in scenario D (mobility tracking) or E (smart meter). Smart meters will be mandatory in all German households by the year 2032. Therefore, energy providers and relevant public authorities can use the low acceptance values in scenario E (smart meter) as an indication that broad-based information campaigns may be necessary to increase acceptance of this technology.

In general, we observe that the comparatively highest acceptance values were indicated for information attributes that show a close thematic fit with the respective scenario. For example, comparatively high acceptance values were indicated for *nutrition style* and *food intolerances and allergies* in scenario A (loyalty card). It is quite plausible that data on these information attributes can be used to make the personalized product recommendations described in scenario A as accurate as possible. This is not the case for the information attributes *body weight and height* and *number of steps taken*, which have significantly lower acceptance values. Another example can be found in scenario E (smart meter). Here, the acceptance value for the information attribute *time and duration of use of the individual power sources* is significantly higher than for *profession*.

In our regression analysis (Table 4), we found a significant positive effect of the GREEN scale on the acceptance values. One explanation for this effect could be that participants with higher values on the GREEN scale assume that they behave in accordance with existing social norms on environmental aspects. Those participants may be less concerned that the disclosure of personal information may have negative consequences for them and therefore chose higher acceptance values in our survey.

One limitation of this study lies in the selection of the participants. Although the respondents were selected according to quotas for gender, age, federal state, and education, it can be assumed that the participants of our survey do not fully represent the German population. Since our study was conducted via a professional panel provider and with comparatively low monetary incentives, it is likely that our participants have an above-average internet affinity and intrinsic motivation. This assumption is further supported by the fact that participants accepted the invitation for an online survey on digital technologies.

A second limitation is that our study did not evaluate actual data sharing behavior. It is quite likely that in reality, participants of our survey would share personal data without much concern, even though they indicated low levels of acceptance in our survey. In economic experiments, in which participants decide on actual payoff relevant actions, it is often the case that participants show a comparatively open data transfer behavior, although they previously stated strong privacy preferences (Kokolakis, 2017; Norberg et al., 2007). Therefore, our results cannot be used to draw direct conclusions about participants' actual data sharing behavior. However, there is no reason to assume that the differences between different recipients and information attributes and the effects of attitudes and demographic characteristics revealed in our results are not reflected in real world situations.

5 Conclusion and outlook

The aim of our study was to examine whether and how the acceptance regarding data sharing in smartphone apps from five different industries differs for several data recipients and information attributes. In two treatments, we further investigated whether acceptance values are higher when environmental (public) instead of monetary (private) data transmission benefits are highlighted. Results show no treatment effects for data sharing with different recipients and for collection of various information attributes.

Our results show statistically significant differences in acceptance values between almost all recipients and between almost all information attributes. Comparatively high acceptance values

were identified for the recipients and information attributes that thematically corresponded with the respective scenario. In line with our hypotheses, comparatively high acceptance values were stated for the recipient *household members* while the lowest acceptance values were stated for *employers*. For the information attributes, our results revealed the lowest acceptance values for *live location* and *monthly net income*. The results from a regression analysis showed that the participants' age, a higher education level, and strong privacy concerns had a significant negative effect on acceptance values. In contrast, we found that participants with stronger GREEN consumption values, a higher willingness to take risks, and male participants had, on average, higher acceptance values.

For developers and providers of technologies that may raise privacy concerns among potential users, our study provides illustrative examples on how to investigate acceptance toward the technology in question. Future research could examine whether differences in the acceptance evaluation of data sharing in smartphone apps (or stationary digital applications) become apparent when there is a more intensive and/or visual emphasis of monetary (private) and environmental (public) data sharing benefits. Scholars could further investigate to what extent the general acceptance of new technologies, which could be measured, e.g., with the Technological Readiness Adoption Index (Ramírez-Correa and Rondán-Cataluña, 2020), is affected by the privacy preferences of potential technology adopters. Within institutional and health economics, scenario-based approaches similar to those in this study could be used to ex ante evaluate public acceptance toward planned policies. Future studies could further use scenario-based surveys to examine the effect of design changes on, e.g., employer review platforms (Cloos, forthcoming) or online marketplaces.

Acknowledgements We thank Matthias Greiff, Rainer Kühn, Christoph Bühren, Merindah Loessl, Jörg Müller, and Laurin Spahn as well as the participants of the Clausthaler Ökonomisches Oberseminar for helpful feedback and comments. Jenny Andris provided excellent research assistance.

Literature

- Acquisti, A., Brandimarte, L., & Loewenstein, G. (2020). Secrets and Likes: The Drive for Privacy and the Difficulty of Achieving It in the Digital Age. *Journal of Consumer Psychology*, 30(4), 736-758. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcpy.1191>
- Acquisti, A., Brandimarte, L., & Loewenstein, G. (2015). Privacy and human behavior in the age of information. *Science*, 347(6221), 509-514. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aaa1465>
- Acquisti, A., Taylor, C., & Wagman, L. (2016). The economics of privacy. *Journal of economic Literature*, 54(2), 442-92. DOI: <https://doi.org/10.1257/jel.54.2.442>
- Agarwal, R., Gao, G., DesRoches, C., & Jha, A. K. (2010). Research commentary - The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. *Information Systems Research*, 21(4), 796-809. DOI: <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0327>
- Altmann, S., Milsom, L., Zillesen, H., Blasone, R., Gerdon, F., Bach, R., Kreuter, F., Nosenzo, D., Toussaert, S. & Abeler, J. (2020). Acceptability of app-based contact tracing for COVID-19: Cross-country survey evidence. Available at SSRN 3590505. DOI: <https://doi.org/10.2196/19857>
- Amann, J., Sleight, J., & Vayena, E. (2020). Digital contact-tracing during the Covid-19 pandemic: an analysis of newspaper coverage in Germany, Austria, and Switzerland. *medRxiv*. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.10.22.20216788>
- Amer, M., Daim, T. U., & Jetter, A. (2013). A review of scenario planning. *Futures*, 46, 23-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2012.10.003>
- Andone, I., Błaszczewicz, K., Eibes, M., Trendafilov, B., Montag, C., & Markowetz, A. (2016). How age and gender affect smartphone usage. In *Proceedings of the 2016 ACM international joint conference on pervasive and ubiquitous computing: adjunct* (pp. 9-12). DOI: <https://doi.org/10.1145/2968219.2971451>
- Apthorpe, N., Shvartzshnaider, Y., Mathur, A., Reisman, D., & Feamster, N. (2018). Discovering smart home internet of things privacy norms using contextual integrity. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 2(2), 1-23. DOI: <https://doi.org/10.1145/3214262>
- Ariely, D., Bracha, A., & Meier, S. (2009). Doing good or doing well? Image motivation and monetary incentives in behaving prosocially. *American Economic Review*, 99(1), 544-55. DOI: <https://doi.org/10.1257/aer.99.1.544>
- Asensio, O. I., & Delmas, M. A. (2016). The dynamics of behavior change: Evidence from energy conservation. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 126, 196-212. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2016.03.012>
- Asensio, O. I., & Delmas, M. A. (2015). Nonprice incentives and energy conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(6), 510-515. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1401880112>
- Benndorf, V., & Normann, H. T. (2018). The willingness to sell personal data. *The Scandinavian Journal of Economics*, 120(4), 1260-1278. DOI: <https://doi.org/10.1111/sjoe.12247>

- Bitkom (2020). Bitkom veranstaltet erstmals die Digital Transformation Week (English translation: Bitkom hosts digital transformation week for the first time). Online: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Bitkom-veranstaltet-erstmals-die-Digital-Transformation-Week> (accessed: October, 08 2020).
- Bucher, D., Mangili, F., Cellina, F., Bonesana, C., Jonietz, D., & Raubal, M. (2019). From location tracking to personalized eco-feedback: A framework for geographic information collection, processing and visualization to promote sustainable mobility behaviors. *Travel behaviour and society*, 14, 43-56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.09.005>
- Bundesministerium für Gesundheit (2019). Daten des Gesundheitswesens (English translation: Federal Ministry of Health. Health care data). Online: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Gesundheit/Broschueren/BMG_DdGW_2019_bf.pdf (accessed: December 01, 2020).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020). Smart Meter und digitale Stromzähler. Eine sichere digitale Infrastruktur für die Energiewende (English translation: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. Smart meters and digital power meters. A secure digital infrastructure for the energy transition). Online: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/smart-meter-und-digitale-stromzaehler.pdf?__blob=publicationFile&v=12 (accessed: October 13, 2020).
- Cellina, F., Bucher, D., Mangili, F., Veiga Simão, J., Rudel, R., & Raubal, M. (2019). A large scale, app-based behaviour change experiment persuading sustainable mobility patterns: Methods, results and lessons learnt. *Sustainability*, 11(9), 2674. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11092674>
- Chatelan, A., Bochud, M., & Frohlich, K. L. (2019). Precision nutrition: hype or hope for public health interventions to reduce obesity?. *International journal of epidemiology*, 48(2), 332-342. DOI: <https://doi.org/10.1093/ije/dyy274>
- Cloos, J. (forthcoming). Employer Review Platforms – Do the Rating Environment and Platform Design affect the Informativeness of Reviews? Theory, Evidence, and Suggestions. *mrev management revue*.
- Cloos, J., Frank, B., Kampenhuber, L., Karam, S., Luong, N., Möller, D., Monge-Larrain, M., Tan Dat, N., Nilgen, M., & Rössler, C. (2019). Is Your Privacy for Sale? An Experiment on the Willingness to Reveal Sensitive Information. *Games*, 10(3), 28. DOI: <https://doi.org/10.3390/g10030028>
- Cortiñas, M., Elorz, M., & Múgica, J. M. (2008). The use of loyalty-cards databases: Differences in regular price and discount sensitivity in the brand choice decision between card and non-card holders. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 15(1), 52-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2007.03.006>
- Cui, R., Li, J., & Zhang, D. J. (2020). Reducing discrimination with reviews in the sharing economy: Evidence from field experiments on Airbnb. *Management Science*, 66(3), 1071-1094. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.2018.3273>
- Del Vecchio, P., Secundo, G., Maruccia, Y., & Passiante, G. (2019). A system dynamic approach for the smart mobility of people: Implications in the age of big data. *Technological Forecasting and Social Change*, 149, 119771. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119771>

- DiFilippo, K. N., Huang, W. H., Andrade, J. E., & Chapman-Novakofski, K. M. (2015). The use of mobile apps to improve nutrition outcomes: a systematic literature review. *Journal of telemedicine and telecare*, 21(5), 243-253. DOI: <https://doi.org/10.1177/1357633X15572203>
- Do Paço, A. M. F., & Reis, R. (2012). Factors affecting skepticism toward green advertising. *Journal of advertising*, 41(4), 147-155. DOI: <https://doi.org/10.1080/00913367.2012.10672463>
- Dohmen, T., Falk, A., Golsteyn, B. H., Huffman, D., & Sunde, U. (2017). Risk attitudes across the life course. *The Economic Journal*, 127(605), 95-116. DOI: <https://doi.org/10.1111/eoj.12322>
- Dohmen, T., Falk, A., Huffman, D., Sunde, U., Schupp, J., & Wagner, G. G. (2011). Individual risk attitudes: Measurement, determinants, and behavioral consequences. *Journal of the European Economic Association*, 9(3), 522-550. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1542-4774.2011.01015.x>
- Dolnicar, S., & Jordaan, Y. (2007). A market-oriented approach to responsibly managing information privacy concerns in direct marketing. *Journal of Advertising*, 36(2), 123-149. DOI: <https://doi.org/10.2753/JOA0091-3367360209>
- Edelman, B., Luca, M., & Svirsky, D. (2017). Racial discrimination in the sharing economy: Evidence from a field experiment. *American Economic Journal: Applied Economics*, 9(2), 1-22. DOI: <https://doi.org/10.1257/app.20160213>
- Fast, V., & Schnurr, D. (2020). The Value of Personal Data: An Experimental Analysis of Data Types and Personal Antecedents. *Available at SSRN 3611232*. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3611232>
- Fernández-Rovira, C., Valdés, J. Á., Molleví, G., & Nicolas-Sans, R. (2021). The digital transformation of business. Towards the datafication of the relationship with customers. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120339. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120339>
- Fogel, J., & Nehmad, E. (2009). Internet social network communities: Risk taking, trust, and privacy concerns. *Computers in human behavior*, 25(1), 153-160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.08.006>
- Gisdakis, S., Manolopoulos, V., Tao, S., Rusu, A., & Papadimitratos, P. (2014). Secure and privacy-preserving smartphone-based traffic information systems. *IEEE Transactions on intelligent transportation systems*, 16(3), 1428-1438. DOI: <https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2369574>
- Goldfarb, A., & Tucker, C. (2012). Shifts in privacy concerns. *American Economic Review*, 102(3), 349-53. DOI: <https://doi.org/10.1257/aer.102.3.349>
- Greveler, U., Glösekötterz, P., Justusy, B., & Loehr, D. (2012). Multimedia content identification through smart meter power usage profiles. In *Proceedings of the International Conference on Information and Knowledge Engineering (IKE)* (p. 1).
- Guido, G., Vitale, A., Astarita, V., Saccomanno, F., Giofré, V. P., & Gallelli, V. (2012). Estimation of safety performance measures from smartphone sensors. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 54, 1095-1103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.824>

- Ham, C. D. (2017). Exploring how consumers cope with online behavioral advertising. *International Journal of Advertising*, 36(4), 632-658. DOI: <https://doi.org/10.1080/02650487.2016.1239878>
- Haws, K. L., Winterich, K. P., & Naylor, R. W. (2014). Seeing the world through GREEN-tinted glasses: Green consumption values and responses to environmentally friendly products. *Journal of Consumer Psychology*, 24(3), 336-354. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2013.11.002>
- Hinz, O., Nofer, M., Schiereck, D., & Trillig, J. (2015). The influence of data theft on the share prices and systematic risk of consumer electronics companies. *Information & Management*, 52(3), 337-347. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.im.2014.12.006>
- Horne, C., Darras, B., Bean, E., Srivastava, A., & Frickel, S. (2015). Privacy, technology, and norms: The case of smart meters. *Social science research*, 51, 64-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2014.12.003>
- Inman, J. J., & Nikolova, H. (2017). Shopper-facing retail technology: A retailer adoption decision framework incorporating shopper attitudes and privacy concerns. *Journal of Retailing*, 93(1), 7-28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2016.12.006>
- Iqbal, M. U., & Lim, S. (2010). Privacy implications of automated GPS tracking and profiling. *IEEE Technology and Society Magazine*, 29(2), 39-46. DOI: <https://doi.org/10.1109/MTS.2010.937031>
- John, L. K., Acquisti, A., & Loewenstein, G. (2011). Strangers on a plane: Context-dependent willingness to divulge sensitive information. *Journal of consumer research*, 37(5), 858-873. DOI: <https://doi.org/10.1086/656423>
- Johnson, J. P. (2013). Targeted advertising and advertising avoidance. *The RAND Journal of Economics*, 44(1), 128-144.
- Kokolakis, S. (2017). Privacy attitudes and privacy behaviour: A review of current research on the privacy paradox phenomenon. *Computers & security*, 64, 122-134. DOI: <https://doi.org/10.1111/1756-2171.12014>
- Joy, A., Stahl, T., Mohnike, C., Jirage, R., Kula, K. D., & Daim, T. U. (2020). Ethical Issues of Data Tracking and Analytics. In Daim, T. U. & Meissner, D. (eds.) *Innovation Management in the Intelligent World* (pp. 81-97). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58301-9_6
- Kokolakis, S. (2017). Privacy attitudes and privacy behaviour: A review of current research on the privacy paradox phenomenon. *Computers & security*, 64, 122-134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2015.07.002>
- Longhi, L., & Nanni, M. (2020). Car telematics big data analytics for insurance and innovative mobility services. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12652-019-01632-4>
- Mehta, N., & Pandit, A. (2018). Concurrence of big data analytics and healthcare: A systematic review. *International journal of medical informatics*, 114, 57-65. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.03.013>
- Minch, R. P. (2015). Location privacy in the era of the internet of things and big data analytics. In *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 1521-1530). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.185>

- Mögele, B., & Tropp, J. (2010). The emergence of CSR as an advertising topic: a longitudinal study of German CSR advertisements. *Journal of Marketing Communications*, 16(3), 163-181. DOI: <https://doi.org/10.1080/13527260802648359>
- Mohan, P., Padmanabhan, V. N., & Ramjee, R. (2008). Nericell: rich monitoring of road and traffic conditions using mobile smartphones. In *Proceedings of the 6th ACM conference on Embedded network sensor systems* (pp. 323-336). DOI: <https://doi.org/10.1145/1460412.1460444>
- Moore, T., Clayton, R., & Anderson, R. (2009). The economics of online crime. *Journal of Economic Perspectives*, 23(3), 3-20. DOI: <https://doi.org/10.1257/jep.23.3.3>
- Muslukhov, I., Boshmaf, Y., Kuo, C., Lester, J., & Beznosov, K. (2012). Understanding users' requirements for data protection in smartphones. In *2012 IEEE 28th International Conference on Data Engineering Workshops* (pp. 228-235). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICDEW.2012.83>
- Nissenbaum, H. (2009). *Privacy in context: Technology, policy, and the integrity of social life*. Stanford University Press.
- Norberg, P. A., Horne, D. R., & Horne, D. A. (2007). The privacy paradox: Personal information disclosure intentions versus behaviors. *Journal of consumer affairs*, 41(1), 100-126. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-6606.2006.00070.x>
- O'Sullivan, A., Henrick, B., Dixon, B., Barile, D., Zivkovic, A., Smilowitz, J., Lemay, D., Martin, W., German, J. B. & Schaefer, S. E. (2018). 21st century toolkit for optimizing population health through precision nutrition. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58(17), 3004-3015. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1348335>
- Payback (2020). Facts and Figures. Online: <https://www.payback.net/en/about-payback/facts-figures/> (08 October 2020).
- Persson, A. J., & Hansson, S. O. (2003). Privacy at work—ethical criteria. *Journal of Business Ethics*, 42(1), 59-70. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1021600419449>
- Poutanen, K., Nordlund, E., Paasi, J., Vehmas, K., & Åkerman, M. (2017). Food economy 4.0: VTT's vision towards intelligent, consumer-centric food production.
- Quercia, D., Las Casas, D. B., Pesce, J. P., Stillwell, D., Kosinski, M., Almeida, V. A., & Crowcroft, J. (2012, May). Facebook and Privacy: The Balancing Act of Personality, Gender, and Relationship Currency. In *ICWSM*, 6(1), 306-313.
- Ramírez-Correa, P., Grandón, E. E., & Rondán-Cataluña, F. J. (2020). Users segmentation based on the Technological Readiness Adoption Index in emerging countries: The case of Chile. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 120035. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120035>
- Rowe, F. (2020). Contact tracing apps and values dilemmas: A privacy paradox in a neo-liberal world. *International Journal of Information Management*, 55, 102178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102178>
- Roy, S. K., Balaji, M. S., Sadeque, S., Nguyen, B., & Melewar, T. C. (2017). Constituents and consequences of smart customer experience in retailing. *Technological Forecasting and Social Change*, 124, 257-270. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.09.022>
- Sauerland, M., & Höhs, J. (2019). Reden ist Silber, Schweigen ist Geld?—Tabuthema Geld. In *Geld-Vom Sein zum Schein* (pp. 37-63). Springer, Wiesbaden.

- Schmuck, D., Matthes, J., & Naderer, B. (2018). Misleading consumers with green advertising? An affect–reason–involvement account of greenwashing effects in environmental advertising. *Journal of Advertising*, 47(2), 127-145. DOI: <https://doi.org/10.1080/00913367.2018.1452652>
- Schudy, S., & Utikal, V. (2017). ‘You must not know about me’ - On the willingness to share personal data. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 141, 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2017.05.023>
- Splendid Research (2019). Optimized Self Monitor 2019. Online: <https://www.splendid-research.com/de/studie-optimized-self.html> (20 October 2020).
- Stewart-Knox, B., Kuznesof, S., Robinson, J., Rankin, A., Orr, K., Duffy, M., Poínhos, R., de Almeida, M. D. V., Macready, A., Gallagher, C., Berezowska, A., Fischer, A. R. H., Navas-Carretero, S., Riemer, M., Traczyk, I., Gjelstad, I. M. F., Mavrogianni, C. & Frewer, L. J. (2013). Factors influencing European consumer uptake of personalised nutrition. Results of a qualitative analysis. *Appetite*, 66, 67-74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.03.001>
- Techniker Krankenkasse (2020). So funktioniert TK-Fit (English translation: Techniker health insurance. How TK-Fit works). Online: <https://www.tk.de/techniker/magazin/digitale-gesundheit/tkf/tk-fit/belohnungen-fitnessprogramm-2066246> (12 October 2020).
- Tresp, V., Overhage, J. M., Bundschus, M., Rabizadeh, S., Fasching, P. A., & Yu, S. (2016). Going digital: a survey on digitalization and large-scale data analytics in healthcare. *Proceedings of the IEEE*, 104(11), 2180-2206. DOI: <https://doi.org/10.1109/JPROC.2016.2615052>
- Turow, J., Feldman, L., & Meltzer, K. (2005). Open to exploitation: America's shoppers online and offline. *Departmental Papers (ASC)*, 35.
- Vitak, J., Liao, Y., Kumar, P., Zimmer, M., & Kritikos, K. (2018). Privacy attitudes and data valuation among fitness tracker users. In *International Conference on Information* (pp. 229-239). Springer, Cham.
- Wahlström, J., Skog, I., & Händel, P. (2017). Smartphone-based vehicle telematics: A ten-year anniversary. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 18(10), 2802-2825. DOI: <https://doi.org/10.1109/TITS.2017.2680468>
- Wang, R. J. H., Krishnamurthi, L., & Malthouse, E. C. (2018). When reward convenience meets a mobile app: Increasing customer participation in a coalition loyalty program. *Journal of the Association for Consumer Research*, 3(3), 314-329. DOI: <https://doi.org/10.1086/698331>
- Williamson, B. (2015). Algorithmic skin: Health-tracking technologies, personal analytics and the biopedagogies of digitized health and physical education. *Sport, education and society*, 20(1), 133-151. DOI: <https://doi.org/10.1080/13573322.2014.962494>
- Wright, D., Finn, R., Gellert, R., Gutwirth, S., Schütz, P., Friedewald, M., Venier, S. & Mordini, E. (2014). Ethical dilemma scenarios and emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 87, 325-336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.008>
- Zheng, J., Gao, D. W., & Lin, L. (2013). Smart meters in smart grid: An overview. In *2013 IEEE Green Technologies Conference (GreenTech)* (pp. 57-64). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/GreenTech.2013.17>

Appendix A – Scenarios

In all scenarios answer options were: (1) Completely unacceptable; (2) Somewhat unacceptable; (3) Rather unacceptable; (4) Rather acceptable; (5) Somewhat acceptable; (6) Completely acceptable.

Scenario A - Loyalty card with app from supermarket chains	
Various supermarket chains collect information about the food you buy with a free, shared loyalty card in combination with a cost-free app. Name, address, date of birth, and gender must be entered in the app. Based on this information, the app will provide you with product recommendations tailored to your shopping behavior.	
T1	T2
The app also offers discount coupons, which help you to save money while shopping.	The supermarket chains emphasize that no advertising leaflets are printed for their app users, thus avoiding waste and protecting the environment.
Recipients	
How acceptable is it to you that the information collected with the loyalty card, is passed on to the following recipients in addition to the supermarket chains? The data transmission is mentioned in the app's general terms and conditions.	
1. Market research companies	
2. German food producers	
3. American food producers	
4. Chinese food producers	
5. Household members (close family members or roommates)	
6. Federal ministries (e.g., for health, economic affairs, environment, transport)	
7. Health insurance company	
8. Employer	
Information attributes	
How acceptable is it to you that the supermarket chains request or respectively collect and store the following additional information from the app user(s) via the app if this is mentioned in the app's general terms and conditions?	
1. Live location	
2. Nutrition style (e.g., vegetarian/vegan/...)	
3. Number of steps taken	
4. Food intolerances and allergies	
5. Bodyweight and height	

Table 5: Description of scenario A.

Scenario B - Tracking bracelet with app from a health insurance company	
Your health insurance company provides you with a cost-free fitness bracelet in combination with a cost-free app to collect information about your activity status. Your daily steps and your heart rate form your activity status and determined via the fitness bracelet and automatically stored in the app. Name, date of birth, and gender must be entered in the app. The collected information is passed on to your health insurance company. Based on this information, your health insurance company will determine a weekly number of steps to be reached.	
T1	T2
For each week in which you reach the determined number of steps, you will receive a bonus of € 3.00.	For each week in which you reach the determined number of steps, your health insurance company will assume a tree sponsorship of € 3.00 for worldwide reforestation projects.
Recipients	
How acceptable is it to you that the information collected with the app is passed on to the following recipients, in addition to the health insurance company? The data transmission is mentioned in the app's general terms and conditions.	
1. Market research companies	
2. Household members (close family members or roommates)	
3. Employer	
4. Federal ministries (e.g., for health, economic affairs, environment, transport)	
5. German sports equipment producers	
Information attributes	
How acceptable is it to you that the health insurance company requests and respectively collects and stores the following additional information from the app user(s) via the app if this is mentioned in the app's general terms and conditions?	
1. Live location	
2. Nutrition style (e.g., vegetarian/vegan/...)	
3. Membership in a sports club or gym	
4. Body weight and height	

Table 6: Description of scenario B.

Scenario C – Nutrition app from the Federal Ministry of Health	
The Federal Ministry of Health offers a cost-free app to give you personalized nutritional recommendations. Name, date of birth, gender, body weight, height, and your nutritional style must be entered in the app. In addition, you have to provide information about your typical weekly purchases to the app by photographing the corresponding receipts at regular intervals. This information is passed on to the Federal Ministry of Health.	
T1	T2
Based on this information, the app will provide you with personalized nutritional recommendations aimed at maximizing health-promoting nutrition.	Based on this information, the app provides you with personalized nutritional recommendations aimed at maximizing environmentally friendly nutrition.
Recipients	
How acceptable is it to you that the information collected with the app is passed on to the following recipients, in addition to the Federal Ministry of Health? The data transmission is mentioned in the app's general terms and conditions of the app.	
1. Market research companies	
2. German food producers	
3. Household members (close family members or roommates)	
4. Employer	
5. German Society for Nutrition (independent scientific society)	
Information attributes	
How acceptable is it to you that the Federal Ministry of Health requests and respectively collects and stores the following additional information from the app user(s) via the app, if this is mentioned in the app's general terms and conditions?	
1. Live location	
2. Food intolerances and allergies	
3. Membership in a sports club or gym	
4. Monthly net income	

Table 7: Description of scenario C.

Scenario D - Mobility tracking app from a start-up company	
A German technology start-up company collects information about your mobility behavior via a cost-free tracking app. Name, gender, live location, and type of vehicle (assume you own a car) must be entered obligatorily for the app. The tracking app registers whether you travel by car, public transport, bicycle, or by foot. In addition, the app has information on the current location-based petrol, diesel and electricity prices, on the prices of public local and long-distance transport, and on the current traffic loads on roads and public transport.	
T1	T2
Based on this information, the app provides you with personalized recommendations aimed at maximizing cost- and time-saving mobility behavior.	Based on this information, the app provides you with personalized recommendations aimed at maximizing environmentally friendly mobility behavior.
Recipients	
How acceptable is it to you that the information collected with the app (except for live location data) is shared with the following recipients, in addition to the start-up company? The data transmission is mentioned in the app's general terms and conditions.	
1. Local and long-distance public transport companies	
2. City or municipality (residence)	
3. Household members (close family members or roommates)	
4. Employer	
5. Federal ministries (e.g., for health, economic affairs, environment, transport)	
6. Car insurance company	
Information attributes	
How acceptable is it to you that the start-up company requests and respectively collects and stores the following additional information from the app user via the tracking app, if this is mentioned in the app's general terms and conditions?	
1. Date of birth	
2. Driving behavior (when using the car as driver)	
3. Profession	
4. Monthly net income	

Table 8: Description of scenario D.

Scenario E – Smart meter with app from an energy provider	
In your apartment (or flat-sharing community, or house) a smart meter with connected measuring systems is installed. The smart meter is an intelligent digital electricity meter that records and stores your power consumption at any time and can send the stored data. The smart meter receives data from the connected measuring systems, which record the electricity consumption of individual power sources (e.g., tv, refrigerator, room lighting) in your apartment. Through an app of your energy provider, which receives data from your smart meter, information about your current and past electricity consumption is provided to you, clearly arranged by the power source. Name, address, and date of birth must be entered in the app.	
T1	T2
Based on this information, the app provides you with personalized recommendations aimed at minimizing your electricity costs.	Based on this information, the app provides you with personalized recommendations aimed at maximizing environmentally friendly power usage.
Recipients	
How acceptable is it to you that the information collected with the app is passed on to the following recipients, in addition to the energy provider? The data transmission is mentioned in the app's general terms and conditions.	
1. Local and long-distance public transport companies	
2. City or municipality (residence)	
3. Household members (close family members or roommates)	
4. Employer	
5. Neighbors	
6. Federal ministries (e.g., for health, economic affairs, environment, transport)	
Information attributes	
How acceptable is it to you that the energy provider requests and respectively collects and stores the following additional information of the app user(s) via the app if this is mentioned in the app's general terms and conditions?	
1. Live location	
2. Profession	
3. Monthly net income	
4. Time and duration of use of the individual power sources	

Table 9: Description of scenario E.

Appendix B – Demographics

Quote	Specification	N (%)
Gender	Male	489 (48.27)
	Female	524 (51.73)
Age	18-29	185 (18.26)
	30-39	178 (17.57)
	40-49	177 (17.47)
	50-59	262 (25.86)
	60-69	211 (20.83)
Education	Basic secondary schooling or lower	337 (33.27)
	Intermediate school certificate or equivalent	314 (31.00)
	High school graduation	362 (35.73)
Federal State	Baden Württemberg	132 (13.03)
	Bavaria	167 (16.49)
	Berlin	43 (4.24)
	Brandenburg	29 (2.86)
	Bremen	7 (0.69)
	Hamburg	23 (2.27)
	Hesse	77 (7.60)
	Lower Saxony	103 (10.17)
	Mecklenburg Western Pomerania	19 (1.88)
	Northrhine-Westphalia	215 (21.22)
	Rhineland-Palatinate	54 (5.33)
	Saarland	12 (1.18)
	Saxony	47 (4.64)
	Saxony-Anhalt	27 (2.67)
	Schleswig Holstein	35 (3.46)
	Thuringia	23 (2.27)

Table 10: Demographics of survey participants.

Appendix C – Histograms acceptances values

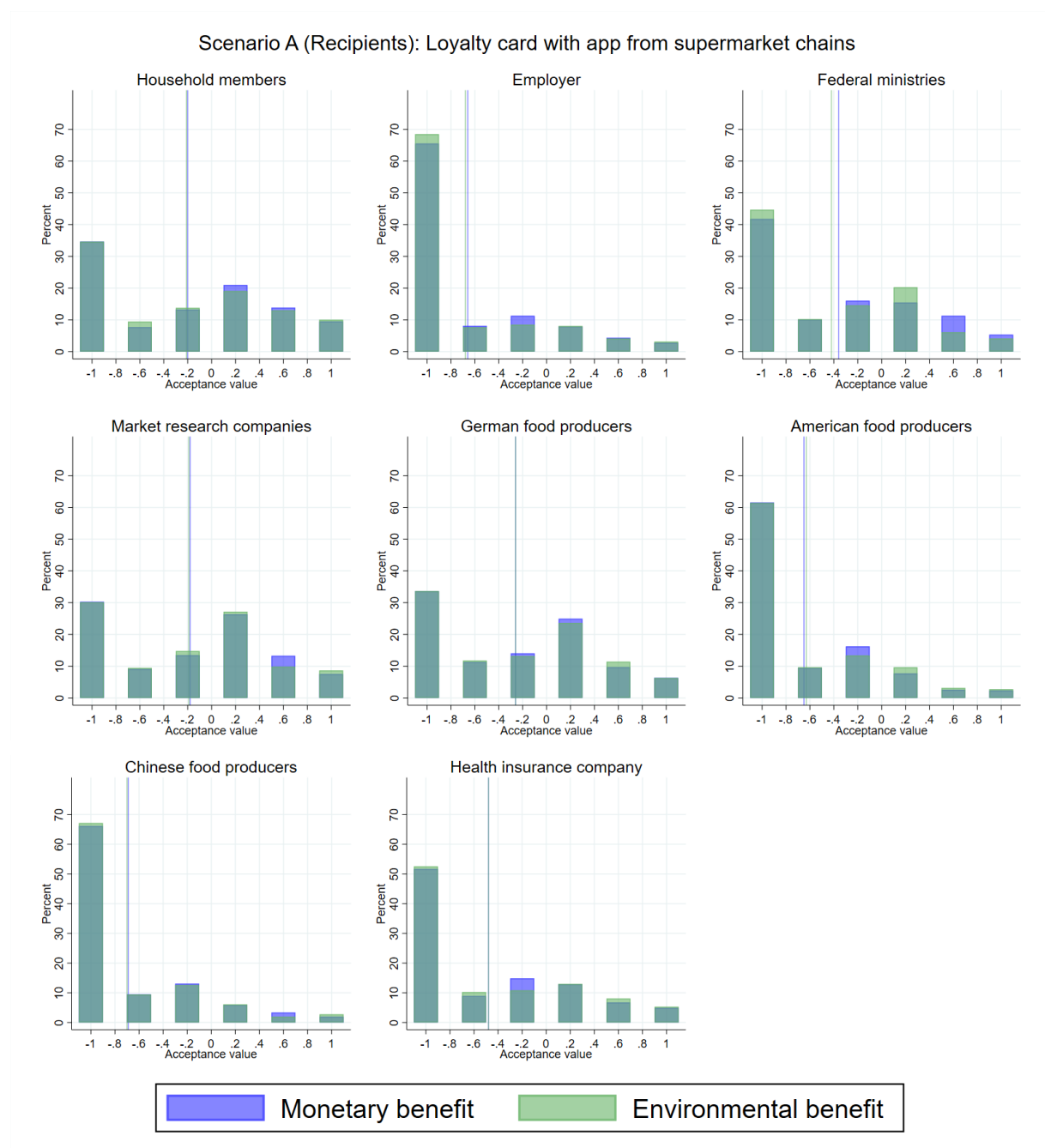


Figure 2: Histograms showing the percentage distribution of acceptance values for optional recipients in scenario A by treatment. Vertical lines indicate the mean values in T1 (blue) and T2 (green).

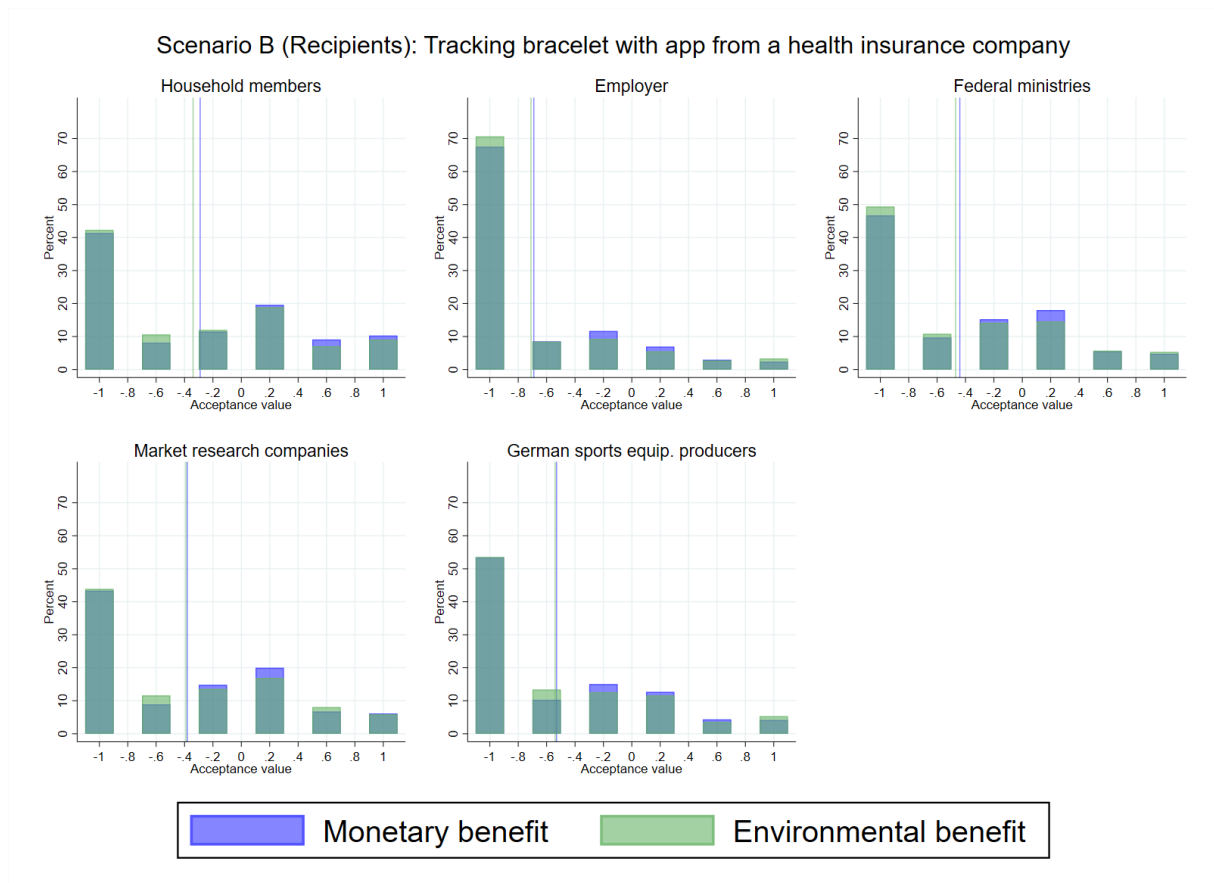


Figure 3: Histograms showing the percentage distribution of acceptance values for optional recipients in scenario B by treatment. Vertical lines indicate the mean values in T1 (blue) and T2 (green).

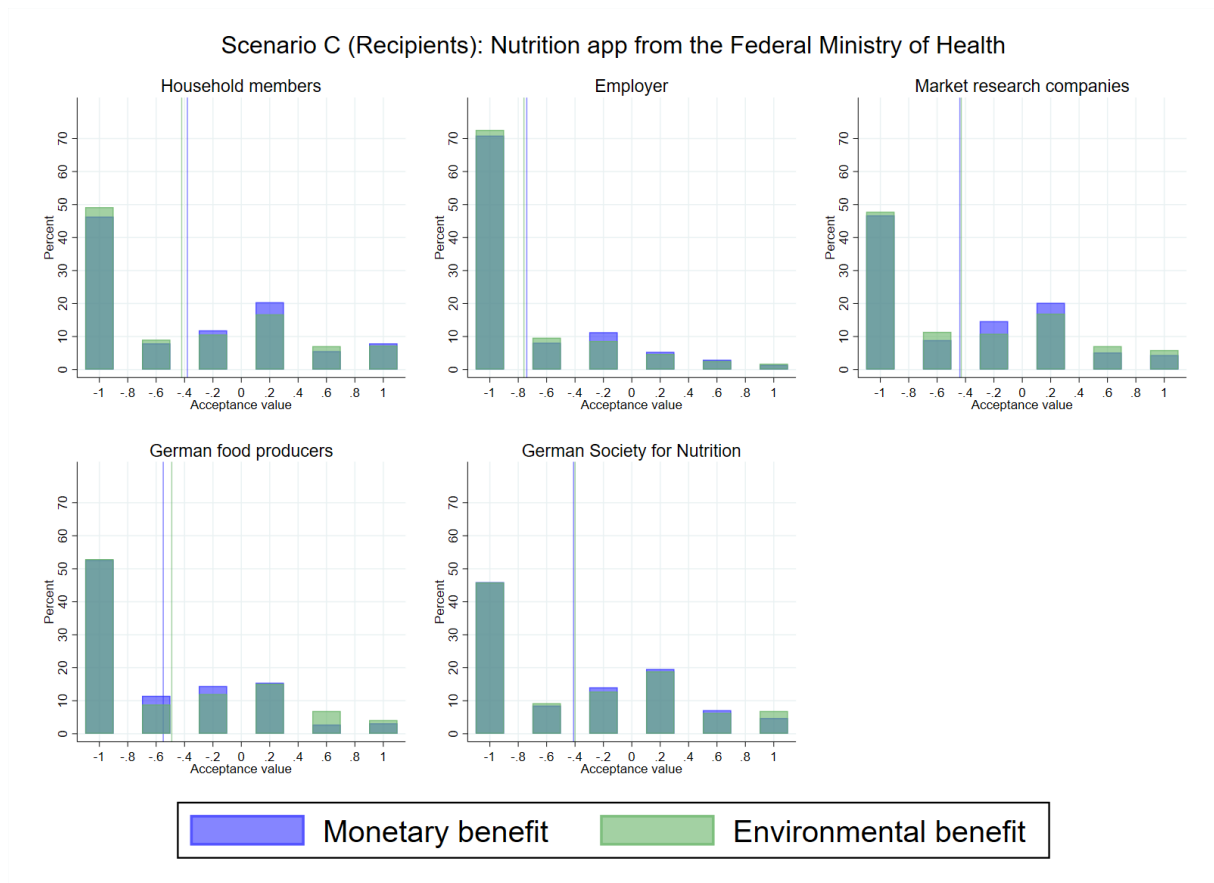


Figure 4: Histograms showing the percentage distribution of acceptance values for optional recipients in scenario C by treatment. Vertical lines indicate the mean values in T1 (blue) and T2 (green).

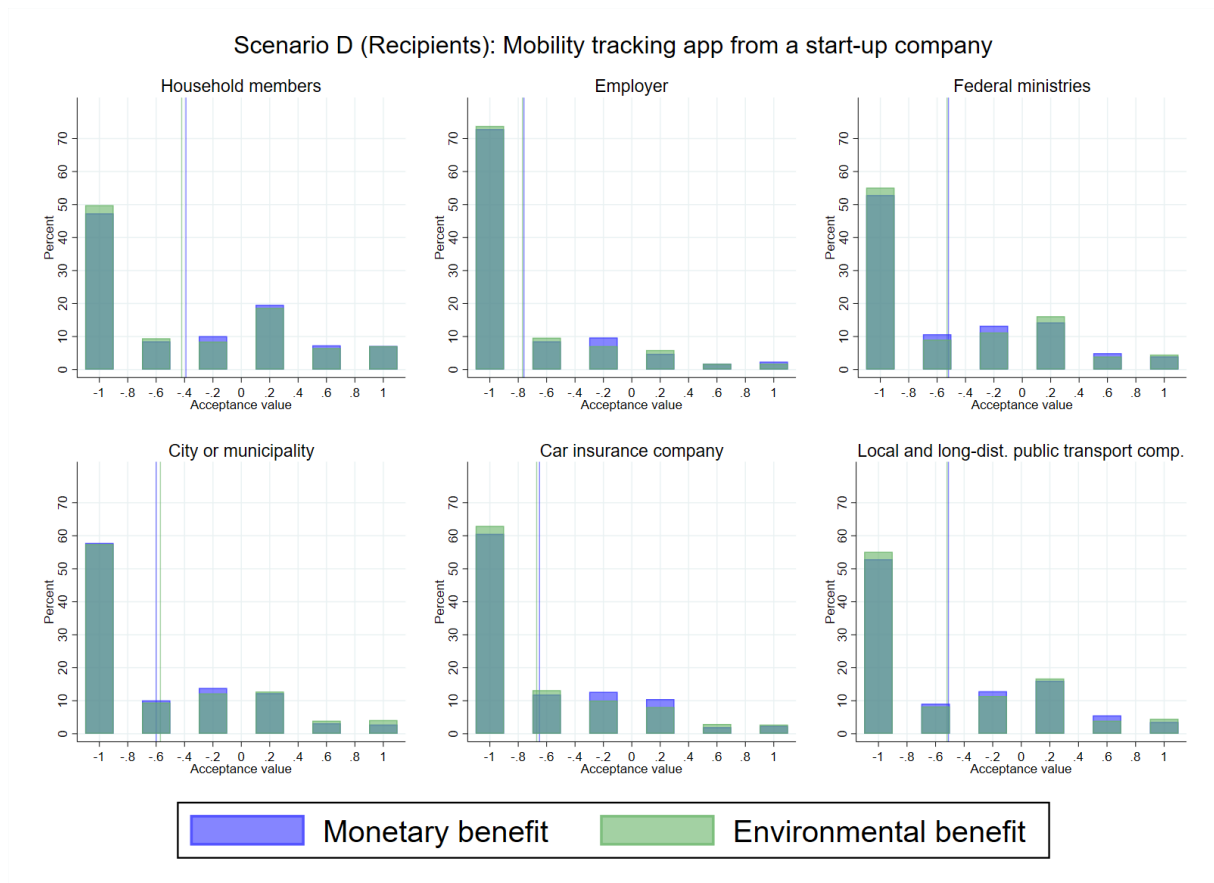


Figure 5: Histograms showing the percentage distribution of acceptance values for optional recipients in scenario D by treatment. Vertical lines indicate the mean values in T1 (blue) and T2 (green).

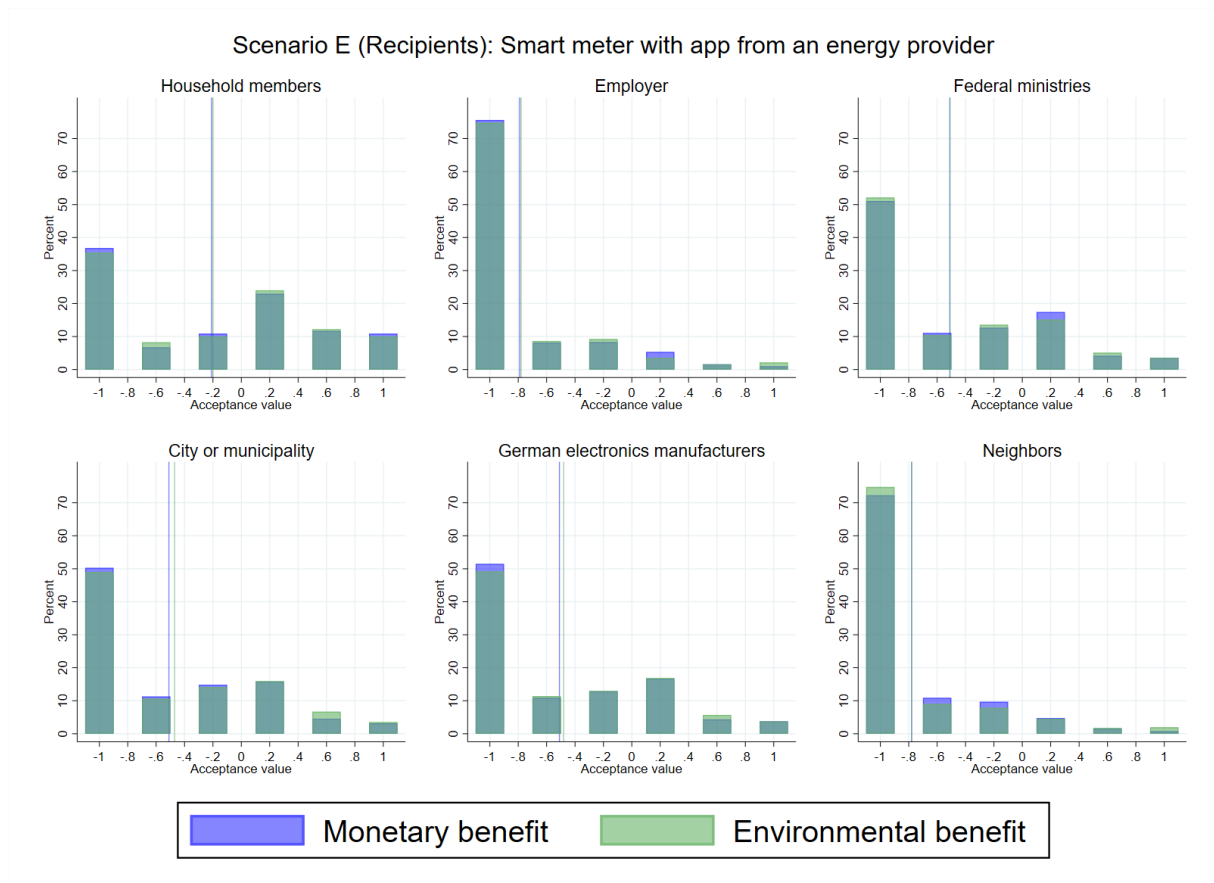


Figure 6: Histograms showing the percentage distribution of acceptance values for optional recipients in Scenario E by treatment. Vertical lines indicate the mean values in T1 (blue) and T2 (green).

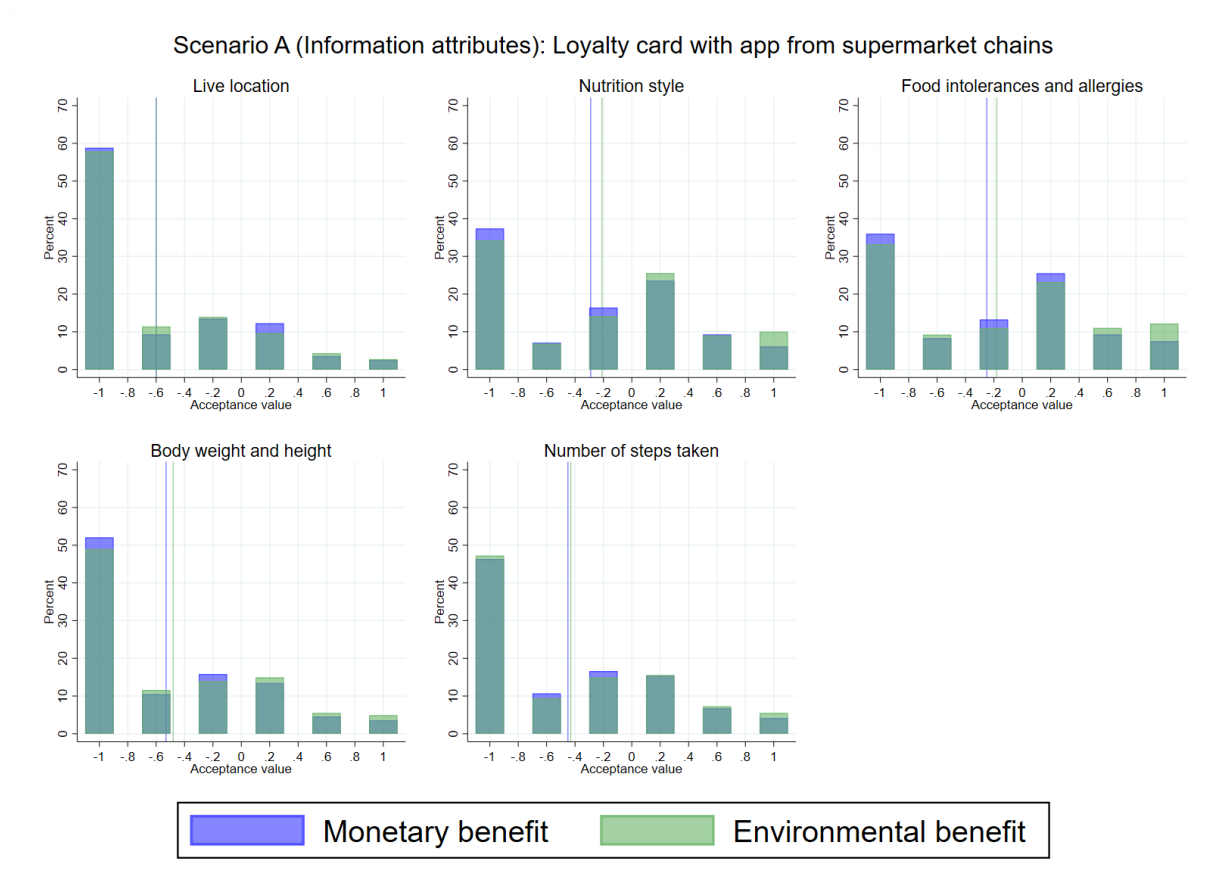


Figure 7: Histograms showing the percentage distribution of acceptance values for optional information attributes in scenario A by treatment. Vertical lines indicate the mean values in T1 (blue) and T2 (green).

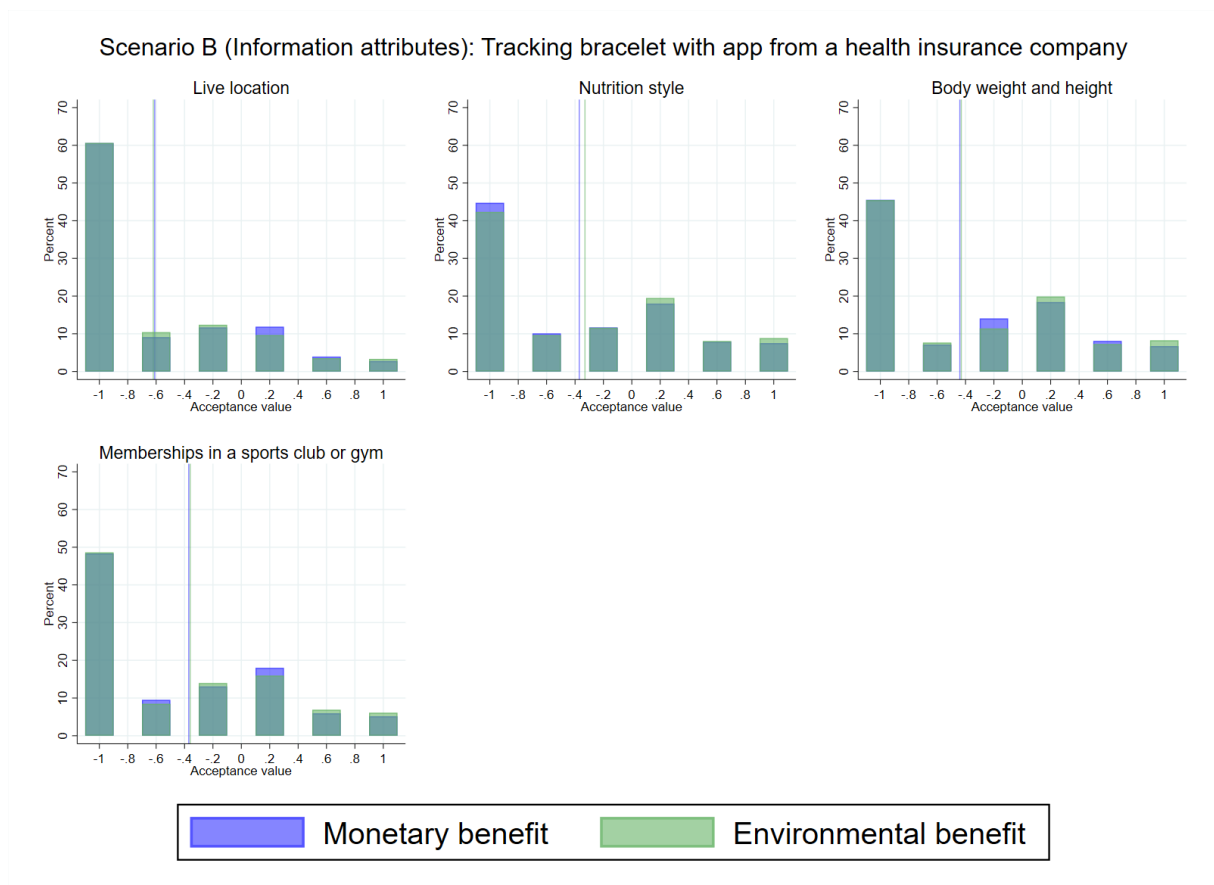


Figure 8: Histograms showing the percentage distribution of acceptance values for optional information attributes in scenario B by treatment. Vertical lines indicate the mean values in T1 (blue) and T2 (green).

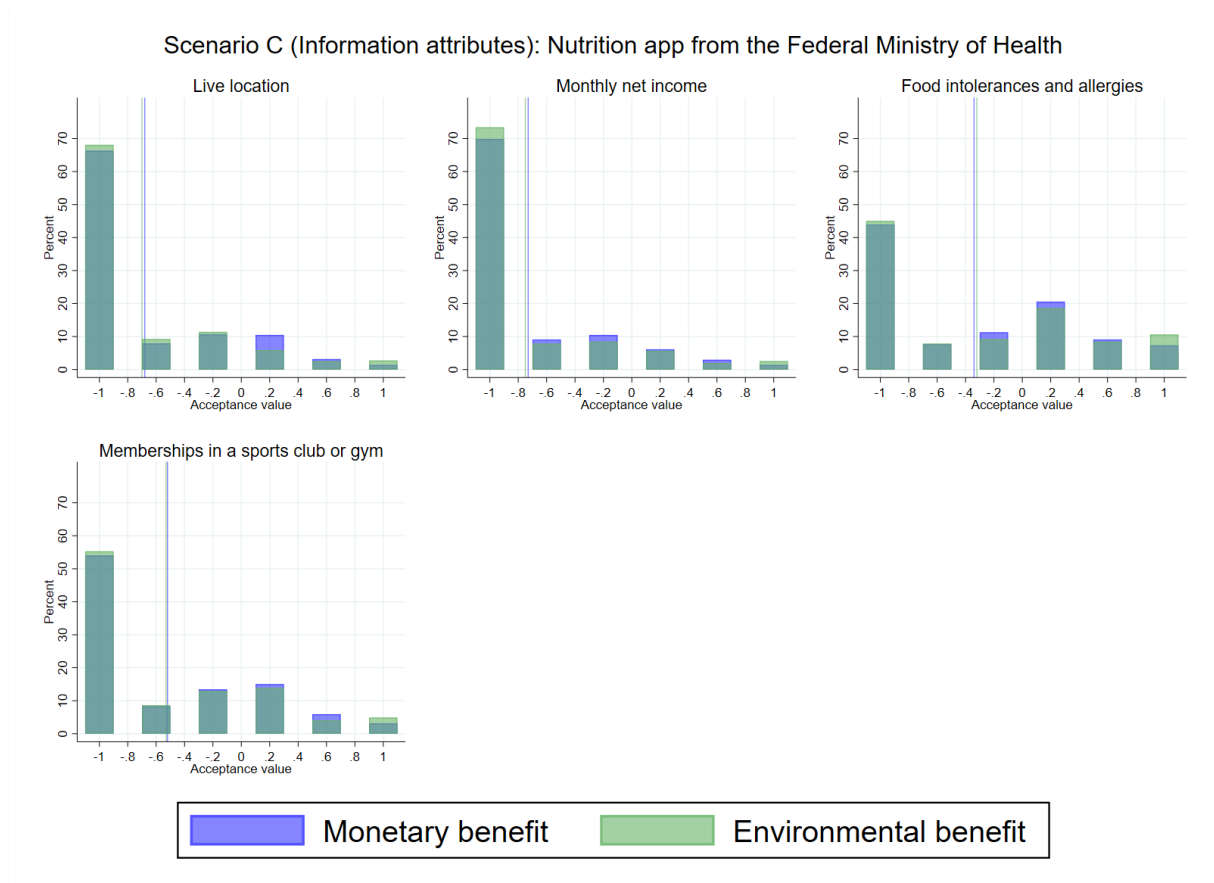


Figure 9: Histograms showing the percentage distribution of acceptance values for optional information attributes in scenario C by treatment. Vertical lines indicate the mean values in T1 (blue) and T2 (green).

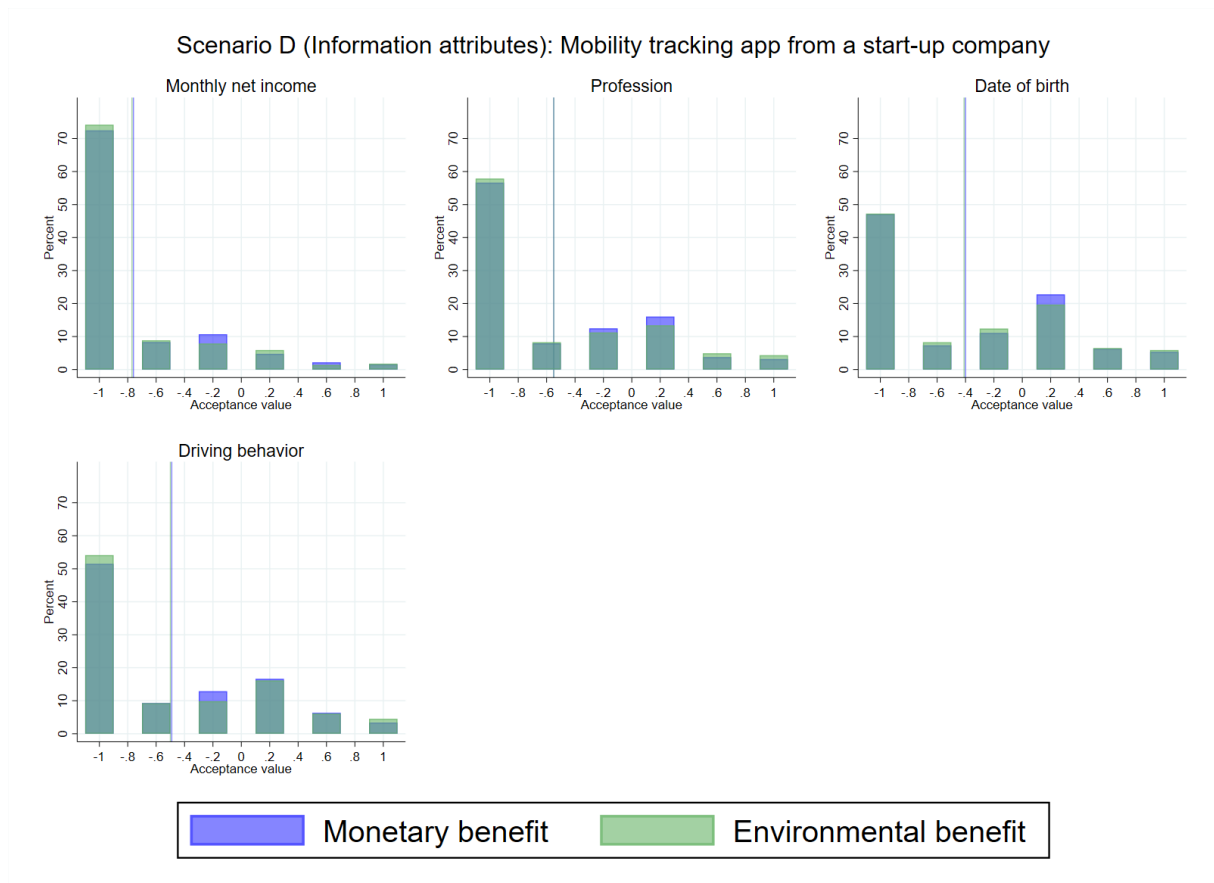


Figure 10: Histograms showing the percentage distribution of acceptance values for optional information attributes in scenario D by treatment. Vertical lines indicate the mean values in T1 (blue) and T2 (green).

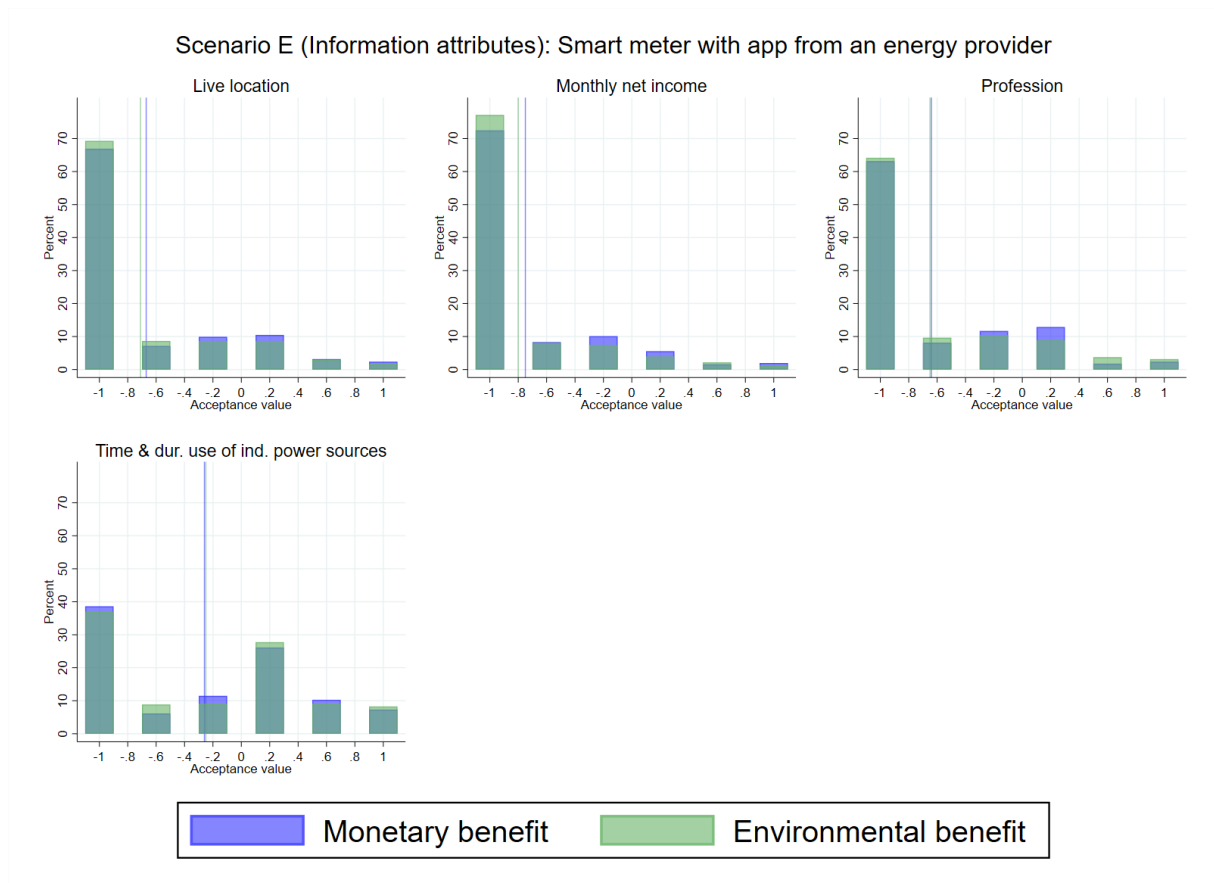


Figure 11: Histograms showing the percentage distribution of acceptance values for optional information attributes in scenario E by treatment. Vertical lines indicate the mean values in T1 (blue) and T2 (green).

Appendix D – Pairwise tests on differences between optional recipients or optional information attributes

Scenario A Loyalty card	Recipient	Household members	Employer	Federal ministries	Market research comp.	German food prod.	American food prod.	Chinese food prod.
Recipient	Acc. value	-0.21	-0.67	-0.39	-0.18	-0.26	-0.64	-0.70
Employer	-0.67	***						
Federal ministries	-0.39	***	***					
Market research comp.	-0.18	not sig.	***	***				
German food producers	-0.26	**	***	***	***			
American food prod.	-0.64	***	not sig.	***	***	***		
Chinese food prod.	-0.70	***	not sig.	***	***	***	***	
Health insurance comp.	-0.48	***	***	***	***	***	***	***

Table 11: Wilcoxon signed rank tests for significant differences between the acceptability scores for optional recipients in scenario A. Average acceptance values for combined treatments are shown in the right column next to each recipient and in the second row.

* $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Scenario B Tracking bracelet	Recipient	Household members	Employer	Federal ministries	Market research comp.
Recipient	Acc. value	-0.31	-0.70	-0.46	-0.38
Employer	-0.70	***			
Federal ministries	-0.46	***	***		
Market research comp.	-0.38	***	***	***	
German sports equip. prod.	-0.54	***	***	***	***

Table 12: Wilcoxon signed rank tests for significant differences between the acceptability scores for optional recipients in scenario B. Average acceptance values for combined treatments are shown in the right column next to each recipient and in the second row.

* $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Scenario C Nutrition app	Recipient	Household members	Employer	Market research comp.	German food prod.
Recipient	Acc. value	-0.40	-0.75	-0.43	-0.52
Employer	-0.75	***			
Market research comp.	-0.43	not sig.	***		
German food prod.	-0.52	***	***	***	
German Society for Nutrition	-0.40	not sig.	***	**	***

Table 13: Wilcoxon signed rank tests for significant differences between the acceptability scores for optional recipients in scenario C. Average acceptance values for combined treatments are shown in the right column next to each recipient and in the second row.

* $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Scenario D Mobility tracking	Recipient	Household members	Employer	Federal ministries	Public transport comp.	Car insurance comp.
Recipient	Acc. value	-0.41	-0.76	-0.52	-0.51	-0.66
Employer	-0.76	***				
Federal ministries	-0.52	***	***			
Public transport comp.	-0.51	***	***	not sig.		
Car insurance comp.	-0.66	***	***	***	***	
City or municip.	-0.58	***	***	***	***	***

Table 14: Wilcoxon signed rank tests for significant differences between the acceptability scores for optional recipients in scenario D. Average acceptance values for combined treatments are shown in the right column next to each recipient and in the second row.

* $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Scenario E Smart meter	Recipient	Household members	Employer	Federal ministries	German elect. prod.	Neigh- bors
Recipient	Acc. value	-0.20	-0.79	-0.51	-0.49	-0.78
Employer	-0.79	***				
Federal ministries	-0.51	***	***			
German elect. prod.	-0.49	***	***	not sig.		
Neighbors	-0.78	***	not sig.	***	***	
City or municip.	-0.49	***	***	not sig.	not sig.	***

Table 15: Wilcoxon signed rank tests for significant differences between the acceptability scores for optional recipients in scenario E. Average acceptance values for combined treatments are shown in the right column next to each recipient and in the second row.

* $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Scenario A Loyalty card	Information attribute	Food intolerances and allergies	Live location	Nutrition style	Body weight and height
Information attribute	Acc. value	-0.22	-0.60	-0.25	-0.50
Live location	-0.60	***			
Nutrition style	-0.25	not sig.	***		
Body weight and height	-0.50	***	***	***	
Number of steps taken	-0.44	***	***	***	***

Table 16: Wilcoxon signed rank tests for significant differences between the acceptability scores for optional information attributes in scenario A. Average acceptance values for combined treatments are shown in the right column next to each recipient and in the second row. * $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Scenario B Fitness bracelet	Information attribute	Memberships in a sports club or gym	Live location	Nutrition style
Information attribute	Acc. value	-0.44	-0.61	-0.35
Live location	-0.61	***		
Nutrition style	-0.35	***	***	
Body weight and height	-0.37	***	***	not sig.

Table 17: Wilcoxon signed rank tests for significant differences between the acceptability scores for optional information attributes in scenario B. Average acceptance values for combined treatments are shown in the right column next to each recipient and in the second row. * $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Scenario C Nutrition app	Information attribute	Memberships in a sports club or gym	Live location	Food intol. and allergies
Information attribute	Acc. value	-0.52	-0.69	-0.33
Live location	-0.69	***		
Food intol. and allergies	-0.33	***	***	
Monthly net income	-0.74	***	***	***

Table 18: Wilcoxon signed rank tests for significant differences between the acceptability scores for optional information attributes in scenario C. Average acceptance values for combined treatments are shown in the right column next to each recipient and in the second row. * $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Scenario D Mobility tracking	Information attribute	Driving behavior	Profession	Date of birth
Information attribute	Acc. value	-0.50	-0.55	-0.40
Profession	-0.55	**		
Date of birth	-0.40	***	***	
Monthly net income	-0.77	***	***	***

Table 19: Wilcoxon signed rank tests for significant differences between the acceptability scores for optional information attributes in scenario D. Average acceptance values for combined treatments are shown in the right column next to each recipient and in the second row. * $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Scenario E Smart meter	Information attribute	Live location	Profession	Time and dur. of use of ind. power sources
Information attribute	Acc. value	-0.69	-0.65	-0.25
Profession	-0.65	**		
Time and dur. of use of ind. power sources	-0.25	***	***	
Monthly net income	-0.78	***	***	***

Table 20: Wilcoxon signed rank tests for significant differences between the acceptability scores for optional information attributes in scenario E. Average acceptance values for combined treatments are shown in the right column next to each recipient and in the second row. * $p < 0.01$, ** $p < 0.005$, *** $p < 0.001$.

Appendix E – Scales on privacy concerns, risk and GREEN consumption values

Item	Question	Mean (sd)
PC1	I feel uncomfortable when my online behaviors are tracked without permission.	5.63 (1.54)
PC2	I am concerned about misuse of my online behaviors.	5.27 (1.46)
PC3 (R)	It does not bother me to receive too much advertising material through tracking of my online behaviors.	5.20 (1.81)
PC4	I fear that my online behavior information may not be safe while stored.	5.20 (1.44)
PC5 (R)	I do not believe that my online behavioral data is often misused.	4.63 (1.68)
PC6 (R)	I do not think companies share my online behavioral data without permission.	4.76 (1.90)
All six		5.12 (1.03)
Answer: (1) Strongly disagree; (2) Somewhat disagree; (3) Rather disagree; (4) Neither nor; (5) Rather agree; (6) Somewhat agree; (7) Strongly agree		

Table 21: Privacy concern scale (Ham, 2017). Means and standard deviations (in parentheses). (R) denotes reverse items.

Question	Mean (sd)
How do you see yourself: are you generally a person who is fully prepared to take risks or do you try to avoid taking risks? Please tick a box on the scale, where the value 0 means: ‘not at all willing to take risks’ and the value 10 means: ‘very willing to take risks’.	4.33 (2.52)

Table 22: Risk attitude question (Dohmen et al., 2011). Mean and standard deviation (in parentheses).

Item	Question	Mean (sd)
UW1	It is important to me that the products I use do not harm the environment.	5.09 (1.33)
UW2 (R)	I do not consider the potential environmental impact of my actions when making many of my decisions.	4.24 (1.61)
UW3	My purchase habits are affected by my concern for our environment.	4.22 (1.63)
UW4 (R)	I am not concerned about wasting the resources of our planet.	5.31 (1.75)
UW5	I would describe myself as environmentally responsible.	4.92 (1.26)
UW6 (R)	I am not willing to be inconvenienced in order to take actions that are more environmentally friendly.	4.45 (1.67)
All six		4.71 (0.99)
Answer: (1) Strongly disagree; (2) Somewhat disagree; (3) Rather disagree; (4) Neither nor; (5) Rather agree; (6) Somewhat agree; (7) Strongly agree		

Table 23: GREEN consumption scale (Haws et al., 2014). Means and standard deviations (in parentheses). (R) denotes reverse items.

4.2 Themenbereich B: Digitalisierung in der Landwirtschaft

Wie bereits in den einleitenden Kapiteln erwähnt, sind im zweiten Themenbereich dieser Dissertationsschrift drei Artikel eingeordnet. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Artikelnummer und den Titel. Aus Authentizitätsgründen wird der Zitationsstil des veröffentlichten bzw. eingereichten Manuskripts nachfolgend beibehalten.

Artikel	Titel
Artikel 3	Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: an application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior
Artikel 4	Media Coverage of Digitalization in Agriculture – An Analysis of Media Content
Artikel 5	Determinanten der Standortattraktivität Deutschlands für die Ernährungswirtschaft – Ergebnisse einer Expertenbefragung

Tabelle 4: Artikel im Themenbereich B

Quelle: Eigene Darstellung

Artikel 3: Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: an application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior

Svenja Mohr♦ und Rainer Kühl♦

♦Justus Liebig University Giessen, Institute of Farm and Agribusiness Management

Erschienen als online first article in:

Precision Agriculture

Online unter:

<http://link.springer.com/article/10.1007/s11119-021-09814-x>

Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: an application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior

Abstract

The use of Artificial Intelligence (AI) in agriculture is expected to yield advantages such as savings in production resources, labor costs, and working hours as well as a reduction in soil compaction. However, the economic and ecological benefits of AI systems for agriculture can only be realized if farmers are willing to use them. This study applies the technology acceptance model (TAM) of Davis (1989) and the theory of planned behavior (TPB) of Ajzen (1991) to investigate which behavioral factors are influencing the acceptance of AI in agriculture. The composite model is extended by two additional factors, expectation of property rights over business data and personal innovativeness. A structural equation analysis is used to determine the importance of factors influencing the acceptance of AI systems in agriculture. For this purpose, 84 farmers were surveyed with a letter or an online questionnaire. Results show that the perceived behavioral control has the greatest influence on acceptance, followed by farmers' personal attitude towards AI systems in agriculture. The modelled relationships explain 59% of the total variance in acceptance. Several options and implications on how to increase the acceptance of AI systems in agriculture are discussed.

Keywords

artificial intelligence; structural equation model; survey; technology acceptance model; theory of planned behavior

Introduction

Market research companies and industry associations such as the digital association Bitkom and the German Farmers' Association create the impression that German agriculture is modern, progressive, and innovative. German agriculture is portrayed as a driver of digitalization in rural areas, and farmers as “pioneers of digitalization” (Bitkom & German Farmers' Association 2019). In its annual report, the German Rentenbank (2018), an agricultural bank, attributes a leading role in digitalization to the agricultural sector. A joint survey project of the three institutions mentioned above reveals that 82% of the 500 farmers surveyed report using smart farming technologies (Bitkom 2020). The company, PricewaterhouseCoopers (PwC), states that German agriculture took a leading role in the adaptation of digital technologies years ago and has maintained this role to date (Bovensiepen et al. 2016). At the same time, the agricultural sector is facing challenges such as the increasing importance of natural resource conservation which demands a more economical use of production resources, such as water, fertilizers,

pesticides, and human labor (Finger et al. 2019; Lowenberg-DeBoer et al. 2020). In addition, agriculture is important for ensuring food security for the growing world population which is predicted to reach ten billion people in 2050 (Schrijver et al. 2016). Additionally, many production decisions have to increasingly be made under uncertainty due to weather changes, different local soil conditions, and plant diseases.

In the agricultural machinery industry, various data-driven technology developments are emerging as a possible response to these environmental and socio-demographic challenges (Antle 2019; Aubert et al. 2012; Blasch et al. 2020; Wolfert et al. 2017). Precision agriculture, a management strategy that aims to improve the resource efficiency, productivity, quality, profitability, and sustainability of agricultural production by using spatial and individual data in addition to other information (International Society of Precision Agriculture (ISPA) 2018), was introduced in the early 1980s (Mulla & Khosla 2016). It can be noticed that, recently, precision agriculture is further evolving and the term smart farming is gaining attention. By using smart farming applications, e.g., AI driven technologies, production inputs, such as water, plant protection products, herbicides, and human labor, can be managed even more intelligently which positively affects soil fertility, and increases productivity and farmers' monetary resources (Kakani et al. 2020; Partel et al. 2019; Talaviya et al. 2020; Walter et al. 2017). Thus, AI transforms precision agriculture into a more intelligent management system that focuses even more precisely on the individual characteristics of plants, soil types, and animals (Jha et al. 2019). Regarding the term intelligence, no standard definition exists. The corresponding literature provides different definitions, all of which describe a relatively similar subject in different words. Legg and Hutter (2007) define intelligence by providing an overview of different intelligence definitions and conclude that "Intelligence measures an agent's ability to achieve goals in a wide range of environments" (Legg & Hutter 2007, p. 403). Based on this definition, a non-biological intelligence can be described as machine intelligence or AI. Spector (2006, p. 1253) describes "that intelligent behavior might best be achieved by agents that learn - agents that grow or redesign themselves to some limited extent as they confront their environments." Based on these characteristics, AI can be described as learning systems that originate from the field of computer science and independently process data, learn to recognize patterns in the data, and independently solve specific tasks (Coble et al. 2018; Fischer & Petersen 2018; German Research Centre for Artificial Intelligence (DFKI) & Bitkom 2017; Russell & Norvig 2016). Due to AI's four core abilities - perception, understanding, action, and learning - and due to methods, such as machine learning and deep learning (DFKI & Bitkom 2017), it can be concluded that AI technologies are able to identify the algorithms most

efficiently (Legg & Hutter 2007). For agriculture, this implies that AI transforms the data-driven management strategy of precision agriculture into autonomous processes that learn from the past (Jha et al. 2019), redesign themselves (Spector 2006), and perceive their environment (e.g. farmland) while achieving the same goals, e.g., as autonomous robots (Lowenberg-DeBoer et al. 2020). From these observations and in line with Chlingaryan et al. (2018), a development towards an AI-based precision agriculture can be observed. Finger et al. (2019) describe machine learning and deep learning, which are both methods of AI, as advanced precision farming decision support systems in terms of timing and targeting. In AI-based weed control, for instance, systems are trained based on data and images of targets (e.g., weeds) and non-targets (e.g., crops). The systems learn to distinguish between weeds and crops and how to control and remove the weeds efficiently and autonomously (Aubert et al. 2012; Partel et al. 2019).

To date, it can be observed that the development of agricultural AI systems in Germany and the political support for the development of such systems are of rather minor importance. A limited number of AI systems for agriculture are being developed by universities, industrial companies, start-ups, and other institutions such as the DFKI. However, besides these developments, studies show that AI systems for agriculture are primarily developed in the USA, Canada, Australia, and France (e.g., Jha et al. 2019; Kakani et al. 2020). In German politics, AI is generally highlighted as one of the greatest technological drivers of digitalization (German federal parliament 2018), and the government has granted funding to the extent of three billion euros until 2025 for scientific and industrial research on AI (Federal Ministry of Education and Research 2018). Nevertheless, at second glance, the funding is only high in a European comparison. In an international comparison, Germany lags behind countries such as the USA, China, or Israel (Groth & Straube 2019). In addition, the German AI strategy neither specifies detailed goals nor possibilities for the implementation of AI in agriculture. The German Government (2018) only mentions that AI technologies can contribute to sustainability, resource efficiency, food security, and transparency. However, it is not only the development of AI systems and the financial support from politics that is crucial for the adoption of AI systems, but also farmers' attitude towards AI systems. It is obvious that the expected economic and ecological benefits of AI systems in agriculture can therefore only be realized if farmers are willing to adopt AI systems. Despite the financial, production, and labor-saving advantages of new technologies, the literature (see Kutter et al. 2011; Paustian & Theuvsen 2017; Pierpaoli et al. 2013; Reichardt et al. 2009) shows that the adoption of precision agriculture technologies (PATs) is slow and that there are short term acceptance problems (Blasch et al. 2020). Although

some in-field diagnostic PATs (e.g., global positioning systems and guidance systems) are already being used, more complex applications such as sensor-driven variable input applications and variable rate technologies are still not widespread (Finger et al. 2019). Thus, the expected economic and ecological potential of smart PATs are still far from being reached.

This shows that there is a discrepancy between the optimistic statements of politics, agricultural associations, market research, and industry companies about the progressive and innovative German agriculture on one hand, and the results of previous scientific studies on the adoption of PATs on the other hand. Although the mentioned advantages in the agricultural sector call for detailed examinations regarding the acceptance towards this technology, scientific research in this area is lacking. To date, there is a wide range of studies on the adoption of PATs (e.g., Barnes et al. 2019; Groher et al. 2020; Long et al. 2016; Pathak et al. 2019; Reichardt & Jürgens 2009). However, the literature review shows that there are no empirical studies investigating the acceptance of AI systems in European or German agriculture with a behavioral perspective. Therefore, it is not known which factors influence the acceptance of AI systems in these countries.

This paper addresses this knowledge gap by investigating the acceptance of AI systems in German agriculture based on a behavioral research approach. In contrast to studies on PATs, which examine the influence of various factors on adoption, this study focusses on the preliminary stage of adoption research, i.e. acceptance research, using predictive models (Pierpaoli et al. 2013). The rationale for this decision is that in agriculture, AI is still in an early stage of development and for various systems only prototypes exist. The aim of this study is to understand which motives and attitudes have the potential to generate a behavior shift towards a wider acceptance of AI systems. Knowing these motives is crucial to be able to convince the agricultural actors accordingly, and to design adequate strategies to promote newly launched technologies (Weersink & Fulton 2020). Previous research on the adoption of PATs has primarily focused on farm characteristics such as farm size and location, and farmers characteristics, namely age, income, level of education, and workload (e.g., Barnes et al. 2019; Groher et al. 2020; Paustian & Theuvsen 2017; Reichardt et al. 2009; Vecchio et al. 2020) rather than on attitudes or behavioral factors. However, some studies show that, in addition to economic cost barriers, behavioral factors such as personal interests also influence the adoption of PATs (e.g., Barnes et al. 2019; Toma et al. 2018). Thus, a deeper understanding of behavioral factors such as attitudes and motives that may stimulate a behavioral change among farmers is required. In addition, most existing studies do not examine multiple components and the

complexity of adoption processes (Pathak et al. 2019). Therefore, in this study, both the TAM by Davis (1989) as well as the TPB by Ajzen (1991) are used as a theoretical framework to gain a better understanding of factors influencing farmers' behavioral intentions regarding the acceptance of AI. Due to the special characteristics of both AI and farmers, the composite model of technology acceptance and planned behavior is extended by the two factors expectation of property rights over business data and personal innovativeness. The resulting model-theoretical considerations of acceptance research are tested with a structural equation model (SEM).

This paper contributes to the literature on acceptance and adoption research regarding a new data-intensive technology in agriculture. The identification and analysis of drivers and barriers, that encourage or inhibit a change in farmers' behavior, is of great relevance to help explain the before mentioned discrepancy between the optimistic (public) perception of new technologies and rather low adoption rates for some PATs. More importantly, a deeper understanding of the connection between behavioral factors and acceptance towards AI systems could help to support the adoption of these systems in agriculture and, in this way, allow farmers to benefit from the resulting economic and ecological advantages. This paper provides insights about farmers' acceptance behavior which is important for the future development of agricultural AI systems. Policymakers, the agricultural machinery industry, and other stakeholders can use the results to realize the opportunities of AI in German agriculture.

The paper is structured as follows. In the second section, a theoretical framework on acceptance research in agriculture is presented. The TAM and the TPB are addressed and the derivation of the hypotheses is outlined. The third section describes the method, the data collection procedure, and presents the results of the empirical analysis. In the fourth section, the results are discussed and a conclusion is given.

Theoretical framework of the composite model and hypothesis derivation

A substantial body of research on technology acceptance or adoption in agriculture focuses on PATs. These studies often refer to the US and investigate, in particular, which farm specific factors influence the adoption of certain PATs (Barnes et al. 2019; Blasch et al. 2020; Pathak et al. 2019). Some studies also investigate the adoption of PATs in Europe, albeit with differences in sampling and analysis methods. For example, Barnes et al. (2019) examine the uptake of machine guidance and variable rate nitrogen technologies in five European countries (Belgium, Germany, Greece, the Netherlands, and the UK) using a regression model. Results show that farm size, farmers' expectations about the returns of the technology, and farmers' information-seeking behavior affect the uptake. Long et al. (2016) use qualitative interviews to

explore the adoption of climate-smart agriculture innovations in four European countries (the Netherlands, France, Switzerland, and Italy). The authors identify socio-economic barriers of technology adoption, such as low awareness of climate-smart technologies, high costs, and long return of investment periods as well as regulatory and policy issues. Groher et al. (2020) investigate the adoption of driver assistance systems and activities with electronic measuring with a representative survey among farmers in Switzerland. Results of the regression analysis indicate that farm location, farm size, and the production of high-value products positively influence adoption. Vecchio et al. (2020) conduct a survey with 174 Italian farmers and find that younger and higher educated farmers as well as larger farm sizes and higher labor intensity result in higher levels of adoption. Results from a survey and choice experiment with 250 Italian farmers show that farm size, age, innovativeness, and farmers' tendency to protect the environment increase the likelihood of adoption, while high investment costs are identified as main barrier for adoption (Blasch et al. 2020). Using a mixed-methods approach with 32 Irish farmers, Das et al. (2019) identify financial resources and socio-demographics, such as age, gender, and education as influencing factors on the adoption of smart farming technologies. Toma et al. (2018) use a SEM to analyze influencing factors on the uptake of innovative crop technologies among Scottish crop farmers. Results show that economic factors, such as profit orientation, income, and farm labor as well as education, access to technological information, and perceived usefulness have an effect on technology acceptance and adoption.

For Germany, different scientific studies (e.g., Kutter et al. 2011; Paustian & Theuvsen 2017; Reichardt et al. 2009; Reichardt & Jürgens 2009) identify drivers and barriers to acceptance, and find that between 9 and 30% of respondents use PATs. Paustian and Theuvsen (2017) use logistic regressions to investigate the effect of farm characteristics (e.g., farm size, crops, soil quality) and farmer demographics (e.g., gender, education, farm location) on the adoption of PATs with 227 German crop farmers. In this study, a farm size of more than 500 ha arable land, experience in crop farming from 16 to 20 years or less than five years and an additional employment as agricultural contractor are identified as predictors of PATs adoption. Kutter et al. (2011) conduct qualitative interviews with 49 stakeholders from the agricultural sector and focus on communication and co-operation strategies for precision farming adoption. Agricultural contractors are mentioned as main drivers of PATs adoption, while concerns regarding data misuse, over-regulation, and software compatibility present barriers. Reichardt et al. (2009) and Reichardt and Jürgens (2009) study the adoption of precision farming with personal interviews conducted at agricultural exhibitions as well as by mail, telephone, and personal interviews. The authors conclude that the adoption of PATs in Germany is moderate

and identify high costs, a complicated use of the technology, and a small field size as main barriers to adoption. Further studies on technology adoption among farmers are conducted by Michels et al. (2020a, b, c). A representative study on the adoption and use of smartphones among German farmers (n=817) shows that smartphone ownership decreases with increasing age and smaller farms, whereas smartphone ownership is more likely with higher education, computer literacy, and farmers' self-reported innovativeness (Michels 2020b). Furthermore, based on the unified theory of acceptance and use of technology-framework by Venkatesh et al. (2003), a SEM is used to investigate the adoption of smartphone apps in crop production among 207 farmers (Michels et al. 2020a). The adoption of drones by German farmers (n=167) is influenced by farmers' age, precision agriculture literacy, and farm size (Michels et al. 2020c). Overall, it is difficult to accurately estimate and compare the adoption rates of PATs as well as the barriers and drivers of technology adoption in these studies since different definitions of PATs, different influencing factors as well as different sampling and analysis methods are used. Moreover, behavioral based approaches to identify adoptions drivers and barriers are (generally) rare.

In the literature on acceptance and adoption research, several models explaining the adoption of new technologies are discussed. Rogers' (2003) theory of diffusion of innovations (DOI) and Davis' (1989) TAM are identified as the key theoretical models of adoption research. The DOI theory focuses on characteristics of a technology, whereas the TAM aims at predicting behavioral attitudes towards a technology and is according to Venkatesh (2000) a widely applied model for acceptance research. Due to its predictive design, the TAM includes the factor acceptance as a behavioral intention and therefore as a preliminary stage of adoption (Bagozzi & Lee 1999; Pierpaoli et al. 2013). Since AI systems for agriculture are still in an early stage of development, this analysis focuses on acceptance instead of adoption and thus relies to the TAM. In order to increase the complex understanding of AI acceptance, the TAM is extended by the TPB which is a widely used theory for predicting and explaining behavior in various research areas (Sok et al. 2020). This approach of model composition is supported by Pathak et al. (2019) who mention that the TPB has the potential to capture further attitudes and beliefs about technology acceptance and by Davis (1993) who recommends an extension of the TAM by behavioral factors. Model compositions are applied in various studies, e.g., on the acceptance of genetically modified seeds (Voss et al. 2009), sustainable cultivation methods (Dessart et al. 2019), transport packaging (Kamrath et al. 2018), or operational specialization and diversification decisions (Hansson et al. 2012). Since a context-specific extension of TPB models is required to adequately predict behavior or behavioral intentions (see Sniehotta

et al. 2014), the composite model is extended by the two context specific factors expectation of property rights over business data and personal innovativeness. Therefore, in total, the following factors are examined:

- (1) Perceived usefulness
- (2) Perceived ease of use
- (3) Personal attitude
- (4) Perceived social norm
- (5) Perceived behavioral control
- (6) Expectation of property rights over business data
- (7) Personal innovativeness

Technology Acceptance Model

The acceptance of innovations represents a decision-making process that is characterized by determinants of acceptance and resistance and is a crucial construct for explaining (un)successful innovations (Königstorfer 2008). In order to investigate the acceptance of technological innovations, Davis (1989) developed the TAM. The TAM consists of the two factors, perceived usefulness and perceived ease of use, which have proven to be important predictors for the acceptance of new technologies (Aubert et al. 2012; Venkatesh 2000). Both factors can explain up to 40% of the total variance in behavioral intention (Venkatesh & Davis 2000) and have already been investigated in studies on precision farming (e.g., Aubert et al. 2012; Reichardt et al. 2009; Rezaei-Moghaddam & Salehi 2010). In the following, the hypotheses for the corresponding factors are derived.

Factor 1 "*perceived usefulness*": This factor measures the extent to which potential users assume that the use of the technology contributes to an easier performance of work tasks (Davis 1989; Von Alvensleben & Steffens 1990). According to Venkatesh et al. (2003), who describe this factor as performance expectancy, a positive effect on acceptance is postulated. Thus, a favorable use is assumed to positively influence and increase the acceptance of new technologies, i.e. in this study AI systems (e.g., Aubert et al. 2012; Davis 1989; Michels 2020a; Rezaei-Moghaddam & Salehi 2010; Venkatesh 2000). Hence, the first hypothesis is:

H1: A more positive perceived usefulness of AI systems in agriculture positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.

Factor 2 "*perceived ease of use*": This factor includes the assessment of the application by potential users, and refers to the user-friendliness of a system which is described by Venkatesh

et al. (2003) as effort expectancy. An easy use of applications is expected to positively influence the *acceptance of AI systems* (e.g., Aubert et al. 2012; Davis 1989; Michels et al. 2020a; Venkatesh 2000). Hence, the second hypothesis is:

H2: A more positive perceived ease of use of AI systems in agriculture positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.

Davis (1989), in particular, as well as further authors (e.g., Rezaei-Moghaddam & Salehi 2010; Venkatesh 2000) determine that the *perceived ease of use* has a positive influence on the *perceived usefulness*. Hence, the following hypothesis is derived:

H2a: A more positive perceived ease of use of AI systems in agriculture positively influences the perceived usefulness of AI systems in agriculture.

Theory of Planned Behavior

Building on the theory of reasoned action (Fishbein & Ajzen 1975), the TPB (Ajzen 1991) represents an explanatory and predictive model of attitudinal-behavioral reactions based on the three factors, attitude, subjective norm, and perceived behavioral control. The TPB is widely applied to explain and predict behavior (including farmer behavior) and provides an empirically based framework (Sok et al. 2020). Furthermore, Sok et al. (2020) state that when using the TPB in research, it is important to define behavior in terms of the target object, the action performed, the context, and the time period. The general idea of the TPB is that the more positive the factors are evaluated, the stronger the behavioral intention, i.e., the acceptance. The relative explanatory share of the factors on the behavioral intention differs depending on the situation (Ajzen 1991).

Factor 3 "*personal attitude*": This factor captures the degree to which the behavior in question is assessed positively or negatively (Ajzen 1991). In this study, *personal attitude* towards a specific behavior is measured as the attitude towards the intention of using AI systems in agriculture. Hence, the third hypothesis is:

H3: A more positive personal attitude towards AI systems in agriculture positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.

Factor 4 "*perceived social norm*": In the TPB, this factor is described as subjective norm and refers to the perceived social pressure by stakeholders or others to perform or not perform the related behavior (Ajzen 1991; Sok et al. 2020). Since the objective of this factor is to behave according to normative pressure, this factor is defined as the perceived social norm in this study.

To put this in perspective, society's expectations towards agriculture are explained with a focus on Germany. To date, public knowledge of agricultural production processes is rather limited. Due to the alienation of society from food production, the media increasingly shape ideas about agricultural production processes (Pfeiffer et al. 2021). On the one hand, an idyllic image of agricultural production is conveyed through media representations (Albersmeier et al. 2008). On the other hand, automation and specialization in agriculture are criticized. Von Alvensleben and Steffens (1990) already observed early on that criticism of innovative agricultural production methods had been emerging among the population which has remained present until today. There is a general concern about alienation from a naturally to a technically oriented food production. At the same time, consumers are demanding environmentally friendly farming practices and greater animal welfare (Zander et al. 2013), which could be achieved by using new technologies. According to this, a conflict of interest is emerging between societal expectations of natural and sustainable agriculture, and technical developments in the agricultural sector which could reduce public acceptance of a more digitalized agriculture (Dessart et al. 2019; Pfeiffer et al. 2021). Thus, this factor relates to the farmers' perception of what the public or stakeholders expect in terms of their willingness to use a new technology such as AI systems. Acknowledgement of technical agriculture in society and politics drives the use of AI systems in agriculture (Ajzen 1991; Dessart et al. 2019; Michels et al. 2020a). Hence, the fourth hypothesis is:

H4: A more positive perception of social norms positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.

Factor 5 "*perceived behavioral control*": This factor captures the perceived simplicity or difficulty in implementing a behavior (Ajzen 1991). It therefore represents the respondent's self-confidence in his or her own abilities to use AI systems. Hence, the fifth hypothesis is:

H5: A more positive perceived behavioral control positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.

Contextual model extension

In addition to the above-mentioned factors influencing the acceptance of AI systems in agriculture, further factors could affect AI acceptance, namely, farmers' expectation of property rights over business data and farmers' personal innovativeness.

Factor 6 "*expectation of property rights over business data*": Questions of data management and data sovereignty will play a crucial role in a digitalized agriculture and are regarded as

critical issues for the future development of new technologies in agriculture (Bovensiepen et al. 2016; Finger et al. 2019; Walter et al. 2017). Kutter et al. (2011) note that farmers fear data misuse. In a media analysis, Gandorfer et al. (2017) find that data sovereignty is a barrier to acceptance. It is expected that the use of intelligent technologies will be affected by unresolved issues concerning the ownership of data, the protection of privacy, and information technology security or data misuse (Vogel 2020; Wolfert et al. 2017). Agricultural data are important for farmers and other actors in the value chain to reduce risks, e.g., regarding yield projections, diseases, and weather forecasts (Dalhaus & Finger 2016; Walter et al. 2017). Simultaneously, access to reliable agricultural data is essential for the development of digitalization in agriculture (European Crop Protection Association (ECPA) 2018). On the one hand, data serve as input for production and decision-making processes. On the other hand, however, data represent the output of various work processes which farmers consider as sensitive information (Antle 2019). The German Agricultural Association, politicians, and the industry demand that the data sovereignty should be in the hands of farmers (German Agricultural Association 2018; Schrijver et al. 2016). Data ownership rights could create markets for data production and use (Antle 2019). In contrast, legal experts argue that there should be no right of data ownership under German civil law (Martinez 2018; Zimmer 2018) since much of the data collected are not considered to be private goods as their use is neither rival nor exclusive (Antle 2019). Legal experts argue that property rights only exist for physical objects where competing uses are not possible. Since data are machine readable information, they do not cause any conflicting situation as they can be used and reproduced by several people. If there were property rights over data, individuals would be excluded from using them which would reduce social welfare (Zimmer 2018). One approach to clarify unresolved questions regarding data sovereignty is the European code of conduct on agricultural data sharing adopted in April 2018. The voluntary code of conduct sets out contractual arrangements for the sharing of agricultural data and indicates that the control of access to, and the use of farm data should lie with the data collector, in this case, the farmer. The aim of the code of conduct is to create trust, clarify responsibilities, and to establish transparent principles (ECPA 2018). However, confidentiality requirements concerning farm and personal data for farmers are needed (Finger et al. 2019). It can be assumed that if the ownership of business data lies with the farmer, then the willingness to use AI systems will increase. Hence, the sixth hypothesis is formulated:

H6: A farmer's expectation of property rights over business data positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.

Factor 7 “*personal innovativeness*”: This factor describes a person’s interest or willingness to try out a new technology (Rogers 2003) and is widely included in studies on behavioral intention and usage behavior of new technologies (e.g., Aubert et al. 2012; Barnes et al. 2019; Michels et al. 2020b; Zarpou et al. 2012). In line with Aubert et al. (2012) and Michels et al. (2020b) who determine a positive, statistically significant influence of farmers’ innovativeness on the acceptance of PATs or smartphone ownership, the following hypothesis is:

H7: A farmer’s innovativeness positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.

It is postulated that *personal innovativeness* also influences factors relating to the farmer himself or the farm on which the respondent works. Therefore, the following hypotheses on *perceived usefulness*, *perceived ease of use*, *personal attitude*, and *perceived behavioral control* are derived:

H7a: A farmer’s innovativeness positively influences the perceived usefulness of AI systems in agriculture.

H7b: A farmer’s innovativeness positively influences the perceived ease of use of AI systems in agriculture.

H7c: A farmer’s innovativeness positively influences the personal attitude towards of AI systems in agriculture.

H7d: A farmer’s innovativeness positively influences the perceived behavioral control of AI systems in agriculture.

Several studies investigating farmers’ acceptance behavior toward PATs in Germany extend their research model by farm or machine-specific factors, such as expected costs, machine compatibility, farm size, educational level, and age (e.g., Kutter et al. 2011; Paustian & Theuvsen 2017; Reichardt et al. 2009). However, since the analysis in this study focuses on behavioral aspects, these factors are not examined.

Empirical Analysis

Method and construct operationalization

SEM are suitable for the analysis of complex cause-effect structures and are used in acceptance and adoption research on PATs as well as on TPB research (e.g., Aubert et al. 2012; Michels et al. 2020a; Rezaei-Moghaddam & Salehi 2010; Sok et al. 2020; Toma et al. 2018). The method allows measurement of hypothetical constructs, i.e. latent variables that are not directly measurable, such as attitudes and behavioral intentions. A SEM consists of a structural model

and a measurement model. The structural model represents the assumed relationships between the constructs. The measurement model shows the relationship between the constructs and their indicators. A distinction is made between reflective and formative measurement models, both of which are used in this study. A reflective measurement model means that the hypothetical construct causes the indicators. The indicators, which are also referred to as statements, should be interchangeable by other indicators, the indicators' topic should be similar, and covariances between the indicators of a construct are necessary. In formative measurement models, the indicators cause the construct. Changes of indicators lead to changes in the constructs (Jarvis et al. 2003). The measurability of the hypothetical constructs is achieved through operationalizing the factors by using several indicators that represent different aspects of the constructs (Hair et al. 2016; Sok et al. 2020). Thus, measuring hypothetical constructs by multiple statements is denoted as operationalization. The conceptualization of the hypothetical constructs is an important step to explain behavior and should be based on established guidelines such as the use of existing literature (Sok et al. 2020). In this study, whenever possible, it was adhered to existing literature. Respondents' agreement with the different statements was measured using a six-level verbal-numerical scale ranging from "(1) strongly disagree" to "(6) strongly agree". For the indicators marked with (R) (see Tables 1, 2, 3, 6), reversed (negated) statements were used to prevent respondents from always marking the response options on the right of the survey when agreeing. For these statements, a low value on the verbal-numerical scale means that the AI system will be supported. The coding of these indicators was reversed since for the results evaluation all indicators should be in the same direction in order to test the hypotheses. The entire questionnaire was pre-tested with both agricultural researchers and farmers to ensure comprehensibility of each item. To avoid sequence effects, the indicators within the different constructs were displayed randomly in the questionnaire. The operationalization of the factors, which was based on existing studies on acceptance research, is explained below. In total, the questionnaire included 39 indicators. However, at this point, only those indicators (29) are presented which fulfilled the quality criteria in the (following) structural equation analysis (see Appendix Tables 12 and 13). Since the data collection was based on two samples (see next section), differences in the response behavior are indicated by the mean values for each item. Mann-Whitney U tests were used to check for statistically significant differences in response behavior between the two groups.

The reflectively measured construct *acceptance of AI systems* was measured by two factors (see Table 1). The indicators were derived from the study by Zarpou et al. (2012) on the use of mobile services. These and the indicators of the following constructs were translated into

German and adapted to the context of this study. The temporal reference in item [A1] corresponds to the AI strategy of the German government.

Table 1 Operationalization acceptance of AI systems

Indicator name	Indicator description	Mean per group		p value
		1 (n=36)	2 (n=47)	
[A1]	To what extent do you agree with the following statements? "I think that my interest in self-learning machines will increase until 2025."	4.56	3.89	0.008***
[A2] (R)	... I will never use self-learning machines."	2.36	2.36	0.943

(R) denotes reverse coded data. Farmers in group 1 were contacted through the university and received an online survey. Farmers in group 2 were located in southern Hesse and received a paper survey. Mann-Whitney U tests were used to test for significant differences between group 1 and group 2. * $p \leq 0.1$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$

The reflectively measured construct *perceived usefulness* was measured based on four statements concerning workload, suitability, and productivity which were derived from the contributions of Davis (1989) and Oh et al. (2003) (see Table 2).

Table 2 Operationalization perceived usefulness

Indicator name	Indicator description	Mean per group		p value
		1 (n=36)	2 (n=48)	
[PU1]	To what extent do you agree with the following statements? "I think that the use of self-learning machines... ... enables me to complete work tasks on my farm faster than before."	3.83	3.52	0.252
[PU2]	... increases the productivity of my farm."	4.31	3.58	0.004***
[PU3]	... makes work easier for all the workers on my farm."	4.08	3.81	0.351
[PU4] (R)	... is unsuitable for my agricultural business."	2.22	3.27	0.001***

(R) denotes reverse coded data. Farmers in group 1 were contacted through the university and received an online survey. Farmers in group 2 were located in southern Hesse and received a paper survey. Mann-Whitney U tests were used to test for significant differences between group 1 and group 2. * $p \leq 0.1$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$

The formatively measured construct of *perceived ease of use* was captured by five statements. The indicators of the construct were based on the contributions of Davis (1989) and Oh et al. (2003) (see Table 3).

Table 3 Operationalization perceived ease of use

Indicator name	Indicator description	Mean per group		p value
		1 (n=36)	2 (n=47)	
[PEOU1]	To what extent do you agree with the following statements? "For me the operation of self-learning machines is easy to learn."	4.53	3.77	0.001***
[PEOU2]	... working with self-learning machines is possible without any problems."	3.97	3.55	0.105
[PEOU3] (R)	... the application possibilities of self-learning machines are not comprehensible."	2.78	2.52 ^a	0.513
[PEOU4]	... the use of self-learning machines allows for more flexibility in the operating process."	4.14	3.83	0.179
[PEOU5] (R)	... it is difficult to skillfully operate self-learning machines."	2.69	3.13	0.072

(R) denotes reverse coded data. ^a (n=46). Farmers in group 1 were contacted through the university and received an online survey. Farmers in group 2 were located in southern Hesse and received a paper survey. Mann-Whitney U tests were used to test for significant differences between group 1 and group 2. * $p \leq 0.1$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$

The formatively measured construct *personal attitude* was measured by four statements on the assessment and evaluation of AI systems derived from the contributions of Kamrath et al. (2018) and Hansson et al. (2012) (see Table 4).

Table 4 Operationalization *personal attitude*

Indicator name	Indicator description	Mean per group		p value
		1 (n=36)	2 (n=47)	
	To what extent do you agree with the following statements? "I think that ...			
[PA1]	... self-learning machines can reduce pesticide use on my farm."	4.17	4.62	0.377
[PA2]	... it is important to make German agriculture more sustainable through the use of self-learning machines."	4.28	4.04	0.235
[PA3]	"I am interested in exploring new technological developments for agriculture."	4.33	4.20 ^a	0.295
[PA4]	"I could imagine to include self-learning machines to my current agricultural machinery."	3.28	3.55	0.403

^a (n=46). Farmers in group 1 were contacted through the university and received an online survey. Farmers in group 2 were located in southern Hesse and received a paper survey. Mann-Whitney U tests were used to test for significant differences between group 1 and group 2. * $p \leq 0.1$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$

The formatively measured construct *perceived social norm* referred to the perceived social pressure and political support (see Table 5). Indicators which were related to social pressure from other stakeholders such as non-governmental organizations and media did not fulfill the quality criteria of validity and reliability of SEM and are therefore not displayed.

Table 5 Operationalization *perceived social norm*

Indicator name	Indicator description	Mean per group		p value
		1 (n=36)	2 (n=48)	
	To what extent do you agree with the following statements?			
[PSN1]	"Policymakers strongly support modern agriculture."	2.36	2.17	0.346
[PSN2]	"The use of self-learning systems on farms is in line with society's expectations of agriculture."	2.97	3.34 ^a	0.096*

^a (n=47). Farmers in group 1 were contacted through the university and received an online survey. Farmers in group 2 were located in southern Hesse and received a paper survey. Mann-Whitney U tests were used to test for significant differences between group 1 and group 2. * $p \leq 0.1$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$

Three statements (see Table 6) measured the construct of *perceived behavioral control* formatively. To capture the self-efficacy belief, i.e., according to Ajzen (1991, p. 188) "the perceived ease or difficulty of performing the behavior", it was referred to the interviewees' assessments of expected experiences and difficulties in using AI systems.

Table 6 Operationalization *perceived behavioral control*

Indicator name	Indicator description	Mean per group		p value
		1 (n=36)	2 (n=47)	
	To what extent do you agree with the following statements?			
[PBC1] (R)	"For me it will be difficult to use self-learning machines instead of the current machines."	3.47	3.61 ^a	0.431
[PBC2]	"I am the person who decides on the use of self-learning machines on the farm I work on."	2.83	4.00	0.003***
[PBC3]	"I think it is very important to use self-learning machines on farms."	3.92	3.70	0.197

(R) denotes reverse coded data; ^a (n=46). Farmers in group 1 were contacted through the university and received an online survey. Farmers in group 2 were located in southern Hesse and received a paper survey. Mann-Whitney U tests were used to test for significant differences between group 1 and group 2. * $p \leq 0.1$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$

Both the industry and the German Agricultural Association as well as politicians demand that business data property rights should lie with the farmers (German Agricultural Association 2018). The indicators of the formatively measured construct *expectation of property rights over business data* which were used in this study are presented in Table 7.

Table 7 Operationalization *expectation of property rights over business data*

Indicator name	Indicator description	Mean per group		p value
		1 (n=36)	2 (n=47)	
	To what extent do you agree with the following statements?			
[PR1]	"The operating data belong to the farmers."	4.78	4.72	0.803
[PR2]	"Stricter regulations on data protection reduce the competitiveness of German agriculture."	3.08	3.47	0.328
[PR3]	"A code of conduct can regulate the basic principles for the use of operating data."	4.00	3.96 ^a	0.684
[PR4]	"A government raw data platform must be established for the exchange of operating data."	5.26	2.69 ^b	0.582
[PR5]	"The control of the data flow is up to the farmers."	3.33	3.04 ^c	0.363

(R) denotes reverse coded data. ^a (n=45), ^b (n=42), ^c (n=48). Farmers in group 1 were contacted through the university and received an online survey. Farmers in group 2 were located in southern Hesse and received a paper survey. Mann-Whitney U tests were used to test for significant differences between group 1 and group 2. * $p \leq 0.1$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$

The reflectively measured construct *personal innovativeness* describes the interest of a person to explore a new technology and was based on the statements from the contributions of Aubert et al. (2012) and Zarpou et al. (2012) (see Table 8).

Table 8 Operationalization *personal innovativeness*

Indicator name	Indicator description	Mean per group		p value
		1 (n=36)	2 (n=48)	
	To what extent do the following statements about applications with new technologies* in general apply to you? *(Speakers with speech recognition, drones, GPS devices and more)			
[PI1]	"I am very curious about how applications with new technologies work."	4.57	4.33	0.118
[PI2]	"I like to explore applications with new technologies."	4.31	4.23	0.609
[PI3]	"I enjoy being around people who are exploring new technologies."	4.39	4.23	0.091*
[PI4]	"I often seek information on new technologies."	4.47	3.98	0.029**

Farmers in group 1 were contacted through the university and received an online survey. Farmers in group 2 were located in southern Hesse and received a paper survey. Mann-Whitney U tests were used to test for significant differences between group 1 and group 2. * $p \leq 0.1$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$

Data collection

Contacting farmers and collecting their data for scientific research is generally a challenge and thus also in this study. In the scientific literature on acceptance research in German agriculture, various sampling approaches are applied (see section 2). Researchers use, for example, surveys at agricultural exhibitions (e.g., Reichardt & Jürgens 2009), qualitative face-to-face or phone interviews (e.g., Kutter et al. 2011), and postings in social networks (e.g., Michels et al. 2020a; Paustian & Theuvsen 2017). However, unbiased data collection from farmers is nearly impossible except from cost-intensive surveys via commercial survey companies that allow for representative surveys. In this study, two approaches were used, that is, data was collected both

online and offline. Differences in response behavior between the two groups were reported for each item in Tables 1-8 (see previous section). The first approach was an online survey that was sent to agricultural students and employees of a university in Hesse (Germany) via the IT Service Centre in October 2019. The participants were only interviewed if they work on an agricultural farm that includes crop production. The second approach to recruit farmers as study participants was carried out on the basis of a cooperation project between the university and a water supplier in southern Hesse. Since the project involves field studies on the economic and nitrogen efficiency of precision farming, all farmers produce crops. The farmers in southern Hesse were surveyed via a paper survey between November 2019 and March 2020. The surveys were handed out by a project member with a stamped return envelope and a time limit for participation of two months. Duplicate participation was ruled out based on the provision of the participants' e-mail address. As an incentive to participate, a draw of five vouchers for a German retailer that sells workwear and protective equipment was offered. The authors of this study deliberately decided against interviewing farmers via social networks in order to avoid a self-selection bias since it can be assumed that farmers who use social networks have a higher affinity for digitalization than the average farmer. Furthermore, it is hard to verify whether the accounts in social networks are used by real people.

The survey started with an introduction providing information on the topic of the survey, the expected time for answering the questions, and the lottery. Then, the participants were asked to respond to the statements which represented the eight constructs of the composite model. In order to create a common understanding of AI systems in agriculture among the farmers surveyed, the questionnaire included the following explanation which was presented after the statements on *personal innovativeness*, the majority of the statements on the *perceived social norm*, and the statements on *expectation of property rights over business data*, and before the statements of the TAM and TPB constructs (see online supplementary material).

“Self-learning systems or machines are computer science applications that process data independently, learn to recognize patterns from data, and solve specific tasks. This so-called intelligent behavior is integrated in machines, for example robots or computers. In agriculture, self-learning systems can perceive their environment and autonomously search for solutions. These machines usually drive autonomously across the field and can distinguish weeds from crops and thereby remove the former one.”

This was followed by one open-ended question on the main barriers for AI acceptance as well as some questions on socio-demographics and farm characteristics. At the end, the farmers were required to enter their e-mail address.

In this survey, the term AI systems was described by the term self-learning systems (in German: “selbstlernende Systeme”) to avoid negative and dystopian associations with the term AI. A synonymous use of the two terms is also applied in the opinion piece by DFKI and Bitkom (2017) and in publications of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2019). The AI definition in the survey was developed by referring to the AI design explained in the introduction of this study. Since all survey participants were involved in crop production, a short example of a prototype of an intelligent agent was provided which resembled the description of a field crop robot by Lowenberg-DeBoer et al. (2020). In addition, this AI survey definition fulfilled the above-mentioned requirements on TPB research discussed by Sok et al. (2020). It described the target object (here: self-learning system), the action performed (here: processing, learning, recognizing, and solving tasks), and the context in which it occurs (here: AI in agriculture). The time period as fourth condition was fulfilled by specifying the year 2025 in item [A1].

To investigate the research model, the variance based Partial Least Squares (PLS) method was used. This particular approach was chosen because the SEM contained both formative and reflective measurement models and the assumption of normal distribution was not fulfilled. In PLS-SEM, hypothetical relationships of latent variables are predicted by maximizing the explained variance in the dependent variable as in an Ordinary Least Squares (OLS) regression. Accordingly, the PLS-SEM is an estimation method based on an OLS regression for the measurement of multi-item constructs. PLS-SEM is particularly suitable for forecasting purposes and for analyses with a small sample size (Hair et al. 2016).

Results

In total, 84 persons completed the survey. 43% (n=36) of participants originated from the survey with university members (group 1) while 57% (n=48) of the respondents were farmers from southern Hesse (group 2). Due to outliers in the respondents' answers, the median is reported in Table 9 for the descriptive statistics. Since in Germany only 36% of the farmers are between 25 and 44 years old (Federal Statistical Office 2017), the sample in this study is rather young with an average age of 33.5 years. Compared to Germany where 69% of all farmers are male (Federal Statistical Office 2017), the share of male farmers (87%) in this study is above-average (Table 10). In comparison to the German (Hessian) average where 60.50 ha (47.00 ha) of land

are cultivated per farm (Federal Statistical Office 2017), the farmers in this study cultivate an above-average amount of arable land with a median of 107.00 ha. Furthermore, 85% (11%) of the respondents state that their main business area is crop production (livestock farming). Further group-specific data are presented in Tables 9 and 10. The total sample size of this study is in line with the recommendation of Chin (1998) who states that it should be at least ten times larger than the number of indicators in the most complex formative model.

Table 9 Descriptive statistics for socio-demographics and farm characteristics I

Variable	Sample	Description	Min	Max	Median		
					per group (SD)		total (SD)
Age (n=82)	Group 1 (n=35)	Farmers' age in years	19	58	25.00	(7.76)	33.50
	Group 2 (n=47)		19	67	50.00	(12.46)	(14.32)
Employees (n=83)	Group 1 (n=36)	Number of employees (including farm manager)	1	25	4.00	(3.95)	3.00
	Group 2 (n=47)		1	6	3.00	(1.39)	(2.91)
Arable land (n=83)	Group 1 (n=35)	Arable land in hectares	4	750	120.00	(196.47)	107.00
	Group 2 (n=48)		22	290	100.50	(53.00)	(140.53)

Deviations from the sample size result from incomplete responses from respondents. SD = standard deviation.

Table 10 Descriptive statistics for socio-demographics and farm characteristics II

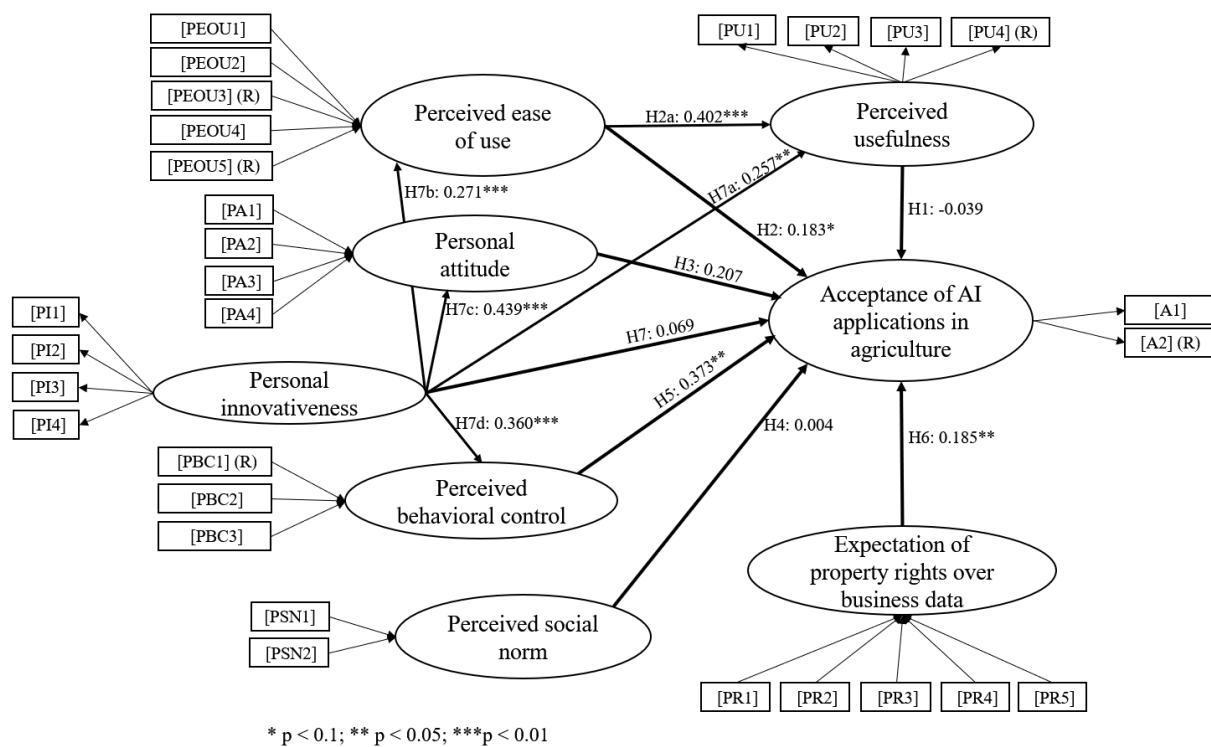
Variable	Sample	Description	Percent per group	Percent total
Gender (n=82)	Group 1 (n=35)	Male farmers	74	87
	Group 2 (n=47)		96	
Type of business (n=83)	Group 1 (n=36)	Main acquisition	69	74
	Group 2 (n=47)		77	
Crop production (n=71)	Group 1 (n=29)	Main business area is crop production	81	85
	Group 2 (n=42)		88	

Deviations from the sample size result from incomplete responses from respondents.

The results from the PLS-SEM are evaluated in two steps. First, the outer models (reflective and formative measurement model) are evaluated followed by the inner model (structural model) in a second step. Missing values are replaced by mean values (see Tables 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8). The examination of the reflective measurement models reveals that the quality criteria of indicator reliability (loadings ≥ 0.7), convergence validity (average variance extracted (AVE) ≥ 0.5), and internal consistency ($P_c \geq 0.6$) are satisfied (see Appendix Table 12). This is also the case for the formative measurement models. The variance inflation factors (VIF) are less than five suggesting that there are no critical levels of multicollinearity. In addition, the relevance and significance of the indicators are validated using a bootstrap procedure. The weights (≥ 0.1) and loadings (> 0.5) are satisfactory and significant (see Appendix Table 13). Accordingly, the second step of SEM estimation and thus, the testing of the hypothesized relationships follows.

Structural models represent presumed relationships between various constructs (Hair et al. 2016). The VIF results of the structural model indicate that collinearity is not a major problem. Since the Stone-Geisser criterion (Q^2) is higher than zero, it can be concluded that the model includes constructs that influence the acceptance of AI systems in agriculture. According to the size of $Q^2 = 0.295$, a medium-high forecast relevance can be assigned to the tested model (Hair et al. 2016). Furthermore, the PLS-SEM aims at maximizing the R^2 and values above 0.50 are considered moderate (Hair et al. 2016). In this model, 59% of the variance of the acceptance of AI systems is explained by the factors examined. Figure 1 presents the results of the hypothesis testing carried out using SmartPLS 3 (Ringle et al. 2015).

Fig. 1 Structural equation model for the acceptance of AI systems in agriculture



The indicators are shown in boxes and the hypothesized constructs are indicated within ellipses. The arrows between the ellipses represent the established hypotheses. Path coefficients are reported for the respective hypothesis. * $p \leq 0.1$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$

Table 11 shows the hypothesis testing by indicating the path coefficients, p-values, and the corresponding results. Path coefficients show the relationships between the hypothetical constructs in the SEM and can be understood as standardized beta coefficients (Hair et al. 2016). To assess the significance of the path coefficients, bootstrapping with 5,000 sub samples was applied. In general, the higher the path coefficient, the higher the relevance of the construct for the dependent variable *acceptance of AI systems*. The estimation of the measurement model of the dependent variable indicates that acceptance is measured by the increasing interest in AI machines until 2025 as well as a prospective use without exact time reference.

Table 11 Results of the hypothesis testing

Hypothesis	Path coefficient (p-value)	Results
H1 A more positive perceived usefulness of AI systems in agriculture positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.	-0.039 (0.379)	Not supported
H2 A more positive perceived ease of use of AI systems in agriculture positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.	0.183* (0.079)	Supported
H2a A more positive perceived ease of use of AI systems in agriculture positively influences the perceived usefulness of AI systems in agriculture.	0.402*** (0.001)	Supported
H3 A more positive personal attitude towards AI systems in agriculture positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.	0.207 (0.116)	Not supported
H4 A more positive perception of social norms positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.	0.004 (0.479)	Not supported
H5 A more positive perceived behavioral control positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.	0.373** (0.013)	Supported
H6 A farmer's expectation of property rights over business data positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.	0.185** (0.032)	Supported
H7 A farmer's innovativeness positively influences the acceptance of AI systems in agriculture.	0.069 (0.261)	Not supported
H7a A farmer's innovativeness positively influences the perceived usefulness of AI systems in agriculture.	0.257** (0.011)	Supported
H7b A farmer's innovativeness positively influences the perceived ease of use of AI systems in agriculture.	0.271*** (0.003)	Supported
H7c A farmer's innovativeness positively influences the personal attitude towards of AI systems in agriculture.	0.439*** (0.000)	Supported
H7d A farmer's innovativeness positively influences the perceived behavioral control of AI systems in agriculture.	0.360*** (0.001)	Supported

* $p \leq 0.1$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$

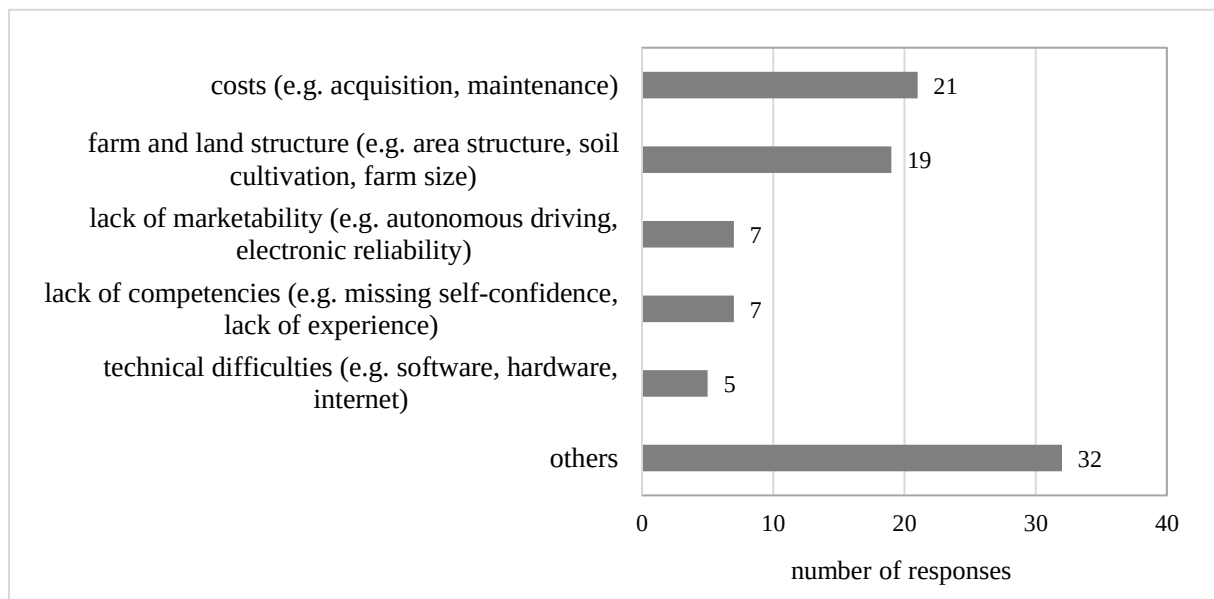
Due to the small sample size of this study, hypotheses with a significance level of 10% are supported. Additionally, the levels of the path coefficients are interpreted to assess the economic relevance of the respective construct. The hypotheses tests indicate that eight out of twelve hypotheses are supported. For the factors of the TAM, a statistically significant influence of the *perceived ease of use* on the *acceptance of AI systems* is found (H2). The *perceived ease of use* also indicates a statistically significant influence on the *perceived usefulness* (H2a). The hypothesis on the influence of the *perceived usefulness* on the *acceptance of AI systems* (H1) is rejected as no significant effect is noted.

The results for the factors of the TPB show that hypothesis H5 on *perceived behavioral control* is confirmed. The *perceived social norm* (H4) as well as farmers' *personal attitude* (H3) have no statistically significant influence on the *acceptance of AI systems*. However, due to the comparatively high path coefficient and a p-value of 0.116 (see Table 11), it can be assumed that farmers' *personal attitude* towards AI systems could be an economically relevant factor for the *acceptance of AI systems*.

The hypothesis regarding *farmers' expectation of property rights over business data* (H6) is confirmed, whereas the path coefficient of *personal innovativeness* (H7) shows no statistically significant effect on the *acceptance of AI systems*. However, the analysis shows a statistically significant influence of *personal innovativeness* on the constructs measured by statements referring to the respondent himself or his farm (H7a-H7d). The strongest influence of *personal innovativeness* is on farmers' *personal attitude* towards AI systems in agriculture (H7c: 0.439***), followed by the *perceived behavioral control* (H7d: 0.360***). The total effect of *personal innovativeness* (0.329***), that is both the direct and indirect effect (Hair et al. 2016), has a statistically significant influence on *AI acceptance* in agriculture as displayed in Table 11. Furthermore, it can be noted that the *perceived ease of use* is a comparatively stronger driver for the *perceived usefulness* of AI systems (H2a) than *personal innovativeness* (H7a). A further comparison of the path coefficients indicates that the *perceived behavioral control* has the strongest influence on the *acceptance of AI systems* (H5: 0.373**). The second strongest, albeit insignificant effect is determined for farmers' *personal attitude* (H3: 0.207), followed by farmers' *expectation of property rights over business data* (H6: 0.185**) and the *perceived ease of use* (H2: 0.183*).

In addition to the quantitative evaluation, an exploratory approach was used to identify further acceptance barriers. The survey participants were invited to answer an open-ended question on the expected difficulties in the future use of AI systems at the end of the survey (before the question on the socio-demographics). Since this was not a mandatory question, only 82% of the respondents (n=69) answered it. Multiple answers were possible. Therefore, in total 91 barrier reasons were named which are assigned to different categories (see Fig. 2). The results show that costs are the most frequently mentioned acceptance barrier, followed by farm and land structures. The lack of marketability, missing competencies as well as technical difficulties are further mentioned barriers.

Fig. 2 Expected difficulties in the future use of AI systems (n=91)



The category 'others' includes barriers with less than five nominations. For a full list of all barrier reasons see the online supplementary material.

Discussion

In this study, a statistically significant influence of the *perceived ease of use* on the *acceptance of AI systems* is found. For this factor, the indicators of flexible and problem-free use of AI systems show the highest relevance. It can be concluded that flexibility in the operating process as well as a simple and trouble-free operation of AI systems are criteria that make AI systems appear more user-friendly. Manufacturers could take up this issue to develop user-friendly AI machines. Furthermore, a higher *perceived ease of use* leads to a higher *perceived usefulness* such as improvements in completing farm related tasks. The second factor of the TAM, *perceived usefulness*, however, does not affect the *acceptance of AI systems* in this study. Probably, it is difficult for the respondents to assess the usefulness of AI machines on their farms as only few application-ready systems exist so far. However, Pierpaoli et al. (2013) emphasize the importance of these two factors for a successful introduction of PATs. Previous research on PATs shows that the *perceived ease of use* and the *perceived usefulness* have a significant effect on the behavioral intention (Aubert et al. 2012; Michels et al. 2020a; Toma et al. 2018). Due to the lack of significance of the *perceived usefulness* in this study, methodological errors such as operationalization failures or comprehensibility errors should be examined more closely in future research. This is especially relevant since a lack of usefulness cannot be compensated by user-friendliness (Davis 1993).

Compared to all factors examined in this study, the *perceived behavioral control*, which includes estimations of self-confidence and the importance of using AI systems, has the most

important influence on the *acceptance of AI systems*. However, this result must be treated with caution. Regarding the *perceived behavioral control*, Sok et al. (2020) note that it is difficult to determine the extent to which a person actually has control over the performance of a particular behavior in empirical studies. Therefore, this factor is often considered as an approximation of actual control. Furthermore, the analysis shows that farmers' *personal attitude* towards AI systems is important for acceptance. The weights of the indicators show that *personal attitude* is particularly determined by one's own interest in exploring technological developments for agriculture and the expected importance of sustainable agriculture through AI systems. The *perceived social norm* is measured by statements on politics and society but does not show a significant influence on the *acceptance of AI systems*. Nevertheless, the positive direction of the path coefficient shows that a positive public discussion about AI and digitalization in agriculture could increase farmers' *acceptance of AI systems*. In line with this, a representative survey by Pfeiffer et al. (2021) shows that the population remains alienated from agriculture and currently has a low level of knowledge about modern production processes. Digital technologies are only evaluated positively among consumers after having received an explanation of their potential. In a media analysis for Germany, Mohr and Höhler (2020) conclude that the reporting on digitalization in agriculture in various national daily and weekly newspapers is mostly favorable. In addition, the *perceived social norm* captures a favorable evaluation of digitalization and technology in agriculture by politicians. Currently, projects on digitalization in agriculture are funded by the Ministry of Agriculture (see Federal Ministry of Food & Agriculture 2019) and the Ministry of Economics. In January 2021, funding was announced for a cloud called Agri-Gaia, which aims to bring AI into concrete application in agriculture (Federal Ministry for Economic Affairs & Energy 2021). However, it is unclear whether this indicates a pioneering role for Germany or rather represents an attempt to make up for a backward development. The extent to which public opinion on digitalization affects the attitudes and behavior of farmers should be investigated in further analyses.

Finally, in this study, a statistically significant influence of farmers' *innovativeness* on the *acceptance of AI systems* is not observed. Since studies on PATs (e.g., Aubert et al. 2012; Blasch et al. 2020, Michels et al. 2020b) show a significant influence of *innovativeness* on acceptance, it can be assumed that the non-existent influence could be due to the small sample size of this study. Furthermore, the analysis shows that, in order to increase the acceptance of farmers towards AI systems, farmers should have sovereignty over their business data which can be derived from the statistically significant influence of farmers' *expectation of property rights over business data* on the *acceptance of AI systems*. Farmers might be afraid of the

development of data monopolistic practices and data-based market power on the part of suppliers. While the attribution of a property right over business data by lawmakers could mitigate these fears, it is questionable whether this is a desirable regulation. The existing uncertainty regarding the allocation of data sovereignty for business data as well as the legal view on data sovereignty should be considered. Contractual agreements and voluntary self-commitments regulated in a code of conduct could initially help to establish a defined status quo (Vogel 2020).

However, some limitations in the study design must be pointed out. First, the study is not based on a representative sample of German farmers in terms of age, region, farm size, or farm type. In this study, the farmers are comparatively young, predominantly male, and cultivate rather large areas of farm land. Previous studies have already shown that younger farmers are more likely to adopt PATs and that the farm size positively affects the adoption of PATs (e.g., Blasch et al. 2020; Groher et al. 2020; Vecchio et al. 2020). No influence was found for gender (e.g., Michels 2020b; Paustian & Theuvsen 2017). It can therefore be assumed that the farmers surveyed in this study are more inclined to use AI systems and the results might be overestimated. Thus, it is difficult to generalize the results of this study for German agriculture. Second, due to difficulties of addressing a large number of farmers without social media channels, the sample size is rather small, yet sufficient for the model estimation. Notwithstanding the relatively limited sample, this work offers valuable insights into preliminary key variables for AI acceptance in agriculture. A third limitation is the mixed survey approach. However, by characterizing the socio-demographics of both samples and reporting the response behavior for each group, this study aims to be as transparent as possible with respect to its participants. In order to meet SEM's quality criteria, the estimation of two separate models with the two samples is not performed. In line with the suggestions by Groher et al. (2020), future research could use the results and measurement instruments of this study to develop a more detailed and possibly representative survey to identify additional drivers and barriers to AI acceptance.

Furthermore, it should be mentioned that the acceptance of AI systems does not automatically represent or predict the actual use of a technology. The actual use has not been investigated in this study since only few market-ready AI systems are currently available. In most cases, AI systems for agriculture are prototypes that are developed and tested by startups and research institutes (Partel et al. 2019). The existence of an intention-behavior gap should be considered as well. It cannot be completely ruled out that farmers may show a willingness to use AI

systems, but that actual use will not occur once market-ready systems are established. In addition, it should be noted that some researchers point to difficulties in using the TPB as a theoretical framework for research on behavioral change (e.g., Sniehotta et al. 2014; Sok et al. 2020). However, to gain comprehensive insights into the factors influencing the *acceptance of AI systems* in agriculture, a composite model was chosen. Nevertheless, there are further influencing factors on acceptance that were not examined in this study such as the costs of AI systems. This study refrains from examining costs as an influencing factor on acceptance, because costs are not considered as a behavioral factor. However, it is very likely that the expected costs (e.g., acquisition, maintenance) have an important influence on acceptance as in the case for adoption of PATs (e.g., Blasch et al. 2020; Long et al. 2016; Lowenberg-DeBoer et al. 2020; Pierpaoli et al. 2013; Talaviya et al. 2020; Toma et al. 2018). Another non-behavioral influencing factor could be the missing robustness of technical systems. Both of these factors are stood out in the exploratory analysis (see results section) which is why the results of the exploratory approach (see Fig. 2) could be used to investigate the influence of further barriers on the *acceptance of AI systems* in agriculture. Nevertheless, this analysis provides starting points to support the future use of AI systems in agriculture as well as to understand the behavior of the actors and to convince them. At the same time, strategies should be developed to communicate and illustrate the advantages of actually using AI systems in agriculture, such as saving operating resources or providing a better decision support.

Conclusion

The main goal of the current study is to identify behavioral factors influencing the acceptance of AI system in agriculture based on a theoretical framework. Using Davis' (1989) TAM, Ajzen's (1991) TPB, and two additional factors, expectation of ownership of business data and personal innovativeness, the influence of seven behavioral factors on the acceptance of AI in agriculture is examined. Results show that the two factors of the TPB, perceived behavioral control and personal attitude of farmers, have the most important influence on the acceptance of AI in agriculture. A statistically significant influence is found for the TAM factor perceived ease of use, as well as for the factor expectation of property rights over business data. Accordingly, this study adds to the growing body of acceptance and adoption research in agriculture with the difference of focusing on AI systems rather than on PATs. The identified motives and influencing factors can be used by politicians, manufacturers as well as by digital and agricultural associations to push digitalization in agriculture forward and thereby establish German agriculture as a pioneer in the field of digitalization and AI. It appears promising to

inform stakeholders about the potential of digitalized agriculture, and farmers, in particular, should be involved in further developments.

Acknowledgements The authors would like to thank Johannes Monath for the great cooperation during data collection and Merindah Loessl as well as Janis Cloos for helpful feedback. The authors would also like to thank the editor and reviewers for their valuable comments and suggestions for improving the manuscript.

References

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Albersmeier, F., Spiller, A., & Jäckel, K. (2008). Öffentlichkeitsorientierung in der Ernährungswirtschaft: Eine empirische Studie zum Umgang mit kritischen Anspruchsgruppen. [Public orientation in the food industry: An empirical study on dealing with critical stakeholders]. *Zeitschrift für Management*, 3(4), 363-384. <https://doi.org/10.1007/s12354-008-0049-x>
- Antle, J. M. (2019). Data, Economics and Computational Agricultural Science. *American Journal of Agricultural Economics*, 101(2), 365-382. <https://doi.org/10.1093/ajae/aay103>
- 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), 510-520. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.07.002>
- Bagozzi, R. P., & Lee, K. H. (1999). Consumer Resistance To and Acceptance of Innovations. *Advances in Consumer Research*, 26(1), 218-225.
- Barnes, A. P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sánchez, B., et al. (2019). Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Land use policy*, 80, 163-174. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.004>
- Bitkom (2020). *Digitalisierung in der Landwirtschaft 2020. [Digitalization in agriculture 2020]*. Presentation. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Schon-8-von-10-Landwirten-setzen-auf-digitale-Technologien>. Last accessed 04 Mai 2020.
- Bitkom and German Farmers' Association (2019). *Landwirte bringen digitalen Fortschritt in den ländlichen Raum. [Farmers bring digital progress to rural areas]*. Press. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Landwirte-bringen-digitalen-Fortschritt-den-laendlichen-Raum>. Last accessed 06 February 2019.
- Blasch, J., van der Kroon, B., van Beukering, P., Munster, R., Fabiani, S., Nino, P., et al. (2020). Farmer preferences for adopting precision farming technologies: a case study from Italy. *European Review of Agricultural Economics*, 00(00), 1-49. <https://doi.org/10.1093/erae/jbaa031>

- Bovensiepen, G., Hombach, R., & Ralmund, S. (2016). *Quo vadis, agricola. Smart Farming: Nachhaltigkeit und Effizienz durch den Einsatz digitaler Technologien. [Sustainability and efficiency through the use of digital technologies]*. PricewaterhouseCoopers AG (PwC). Retrieved October 29, 2019, from <https://www.pwc.de/de/handel-und-konsumguter/assets/smart-farming-studie-2016.pdf>.
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. In G. A. Marcoulides (Ed.), *Modern methods for business research* (pp. 295-336). New Jersey, USA: Psychology Press.
- Chlingaryan, A., Sukkarieh, S., & Whelan, B. (2018). Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review. *Computers and electronics in agriculture*, 151, 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.05.012>
- Coble, K. H., Mishra, A. K., Ferrell, S., & Griffin, T. (2018). Big data in agriculture: A challenge for the future. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 40(1), 79-96. <https://doi.org/10.1093/aepp/ppx056>
- Dalhaus, T., & Finger, R. (2016). Can gridded precipitation data and phenological observations reduce basis risk of weather index-based insurance?. *Weather, Climate, and Society*, 8(4), 409-419. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-16-0020.1>
- Das, V., Sharma, S., & Kaushik, A. (2019). Views of Irish farmers on smart farming technologies: An observational study. *AgriEngineering*, 1(2), 164-187. <https://doi.org/10.3390/agriengineering1020013>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Davis, F. D. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International journal of Man-Machine Studies*, 38(3), 475-487. <https://doi.org/10.1006/imms.1993.1022>
- Dessart, F. J., Barreiro-Hurlé, J., & van Bavel, R. (2019). Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review. *European Review of Agricultural Economics*, 46(3), 417-471. <https://doi.org/10.1093/erae/jbz019>
- European Crop Protection Association (ECPA). (2018). *Code of Conduct on agricultural data sharing signing*. Retrieved April 02, 2019, from <https://www.ecpa.eu/news/code-conduct-agricultural-data-sharing-signing>.
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. (2019). *KI und Robotik im Dienste der Menschen. [AI and robotics in the service of humans]*. Retrieved November 17, 2019, from <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-ki-und-robotik.html>.
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. (2021). *Gemeinsame Pressemitteilung – Digitale Technologien [Joint Press Release - Digital Technologies]*. Retrieved November 05, 2021, from <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/01/20210126-altmaier-mit-agri-gaia-digitalisieren-wir-die-agrarwirtschaft-und-bringen-kuenstliche-intelligenz-in-die-konkrete-anwendung.html>.

- Federal Ministry of Education and Research. (2018). *Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung*. [Strategy on Artificial Intelligence of the Federal Government]. November 2018. Retrieved November 19, 2018, from https://www.plattform-lernende-systeme.de/files/Downloads/Diverses/Nationale_KI-Strategie.pdf.
- Federal Ministry of Food and Agriculture. (2019). *Klößner: Landwirtschaft ist Vorreiter-Branche bei Digitalisierung*. [Kloekner: Agriculture is a pioneering industry in digitalization]. Press release No. 217. Retrieved October 29, 2019, from <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2019/217-digitalgipfel.html>.
- Federal Statistical Office. (2017). *Landwirtschaftliche Betriebe - Statistisches Bundesamt (destatis.de) Arbeitskräfte und Berufsbildung der Betriebsleiter/Geschäftsführer – Agrarstrukturerhebung*. [Labor force and education of farm leaders/managers - Agricultural Structure Survey]. Series 3 (number 2.1.8).
- Finger, R., Swinton, S. M., El Benni, N., & Walter, A. (2019). Precision farming at the nexus of agricultural production and the environment. *Annual Review of Resource Economics*, 11, 313-335. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-093929>
- Fischer, S., & Petersen, T. (2018). *Was Deutschland über Algorithmen weiß und denkt. Impuls Algorithmenethik*. [What Germany knows and thinks about algorithms. Impulse Algorithm Ethics]. Bertelsmann Stiftung. Retrieved Mai 02, 2019, from [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Was die Deutschen ueber Algorithmen denken.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Was_die_Deutschen_ueber_Algorithmen_denken.pdf).
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, Boston, Massachusetts, USA: Addison-Wesley. <https://doi.org/10.2307/2065853>
- Gandorfer, M., Schleicher, S., Heuser, S., Pfeiffer, J., & Demmel, M. (2017). *Landwirtschaft 4.0–Digitalisierung und ihre Herausforderungen*. [Agriculture 4.0- Digitalization and its challenges]. *Ackerbau-technische Lösungen für die Zukunft*, 9-19. Retrieved June 05, 2019, from https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/digitalisierung_und_ihre_herausforderungen.pdf.
- German Agricultural Association. (2018). *Chancen. Risiken. Akzeptanz. Digitale Landwirtschaft*. [Opportunities. Risks. Acceptance. Digital agriculture]. Policy Paper. Retrieved July 23, 2019, from https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/ausschuesse_facharbeit/DLG_Position_Digitalisierung.pdf.
- German federal parliament. (2018). *Antrag der Fraktionen CDU/CSU, SPD, FDP und DIE LINKE. Einsetzung einer Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale“*. [Proposal of the parliamentary groups CDU/CSU, SPD, FDP and DIE LINKE. Appointment of a commission of inquiry "Artificial Intelligence - Social Responsibility and Economic, Social and Ecological Potentials"]. Retrieved July 23, 2019, from <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/029/1902978.pdf>.
- German Government. (2018). *Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung*. [Artificial Intelligence Strategy of the Federal Government]. November 2018. Retrieved July 23, 2019, from https://www.bmbf.de/files/Nationale_KI-Strategie.pdf.

- German Research Centre for Artificial Intelligence (DFKI) & Bitkom. (2017). *Künstliche Intelligenz. Wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Herausforderung, menschliche Verantwortung. [Artificial Intelligence. Economic relevance, social challenge, human responsibility]*. Retrieved November 30, 2020, from https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/9744_171012-KI-Gipfelpapier-online.pdf.
- Groher, T., Heitkämper, K., Walter, A., Liebisch, F., & Umstätter, C. (2020). Status quo of adoption of precision agriculture enabling technologies in Swiss plant production. *Precision Agriculture* 21, 1327-1350. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09723-5>
- Groth, O., & Straube, T. (2019). *Bewertung der deutschen KI-Strategie Teil 3. [Evaluation of the German AI Strategy Part 3]*. Sankt Augustin/Berlin, Germany. Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. 2019.
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2016). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Thousand Oaks, California, USA: Sage publications.
- Hansson, H., Ferguson, R., & Olofsson, C. (2012). Psychological constructs underlying farmers' decisions to diversify or specialise their businesses—an application of theory of planned behaviour. *Journal of Agricultural Economics*, 63(2), 465-482. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2012.00344.x>
- International Society of Precision Agriculture (ISPA) (2018). *Precision Ag Definition*. Retrieved November 28, 2020, from <https://www.ispag.org/about/definition>.
- Jarvis, C., MacKenzie, S., & Podsakoff, P. (2003). A Critical Review of Construct Indicators and Measurement Model Misspecification in Marketing and Consumer Research. *Journal of Consumer Research*, 30(2), 199–218. <https://doi.org/10.1086/376806>
- Jha, K., Doshi, A., Patel, P., & Shah, M. (2019). A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 2, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2019.05.004>
- Kakani, V., Nguyen, V. H., Kumar, B. P., Kim, H., & Pasupuleti, V. R. (2020). A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100033>
- Kamrath, C., Rajendran, S., Nenguwo, N., Afari-Sefa, V., & Broring, S. (2018). Adoption behavior of market traders: an analysis based on Technology Acceptance Model and theory of Planned Behavior. *International Food and Agribusiness Management Review*, 21(6), 771-790. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.274993>
- 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), 2-17. <https://doi.org/10.1007/s11119-009-9150-0>
- Königstorfer, J. (2008). *Akzeptanz von technologischen Innovationen: Nutzungsentscheidungen von Konsumenten dargestellt am Beispiel von mobilen Internetdiensten. [Acceptance of technological innovations: Consumers' usage decisions illustrated using the example of mobile Internet services]*. Wiesbaden, Germany: Springer-Gabler.
- Legg, S., & Hutter, M. (2007). Universal intelligence: A definition of machine intelligence. *Minds and machines*, 17(4), 391-444. <https://doi.org/10.1007/s11023-007-9079-x>

- Long, T. B., Blok, V., & Coninx, I. (2016). Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy. *Journal of Cleaner Production*, 112, 9-21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.044>
- Lowenberg-DeBoer, J., Huang, I. Y., Grigoriadis, V., & Blackmore, S. (2020). Economics of robots and automation in field crop production. *Precision Agriculture*, 21(2), 278-299. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09667-5>
- Martinez, J. (2018). *Rechtliche Herausforderungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft – am Beispiel des Dateneigentums und –schutz. [Legal challenges of digitalization in agriculture - the example of data ownership and protection]*. 27. Hülsenberger Gespräche 2018 – Landwirtschaft und Digitalisierung der H. Wilhelm Schaumann Stiftung: 143-160. Retrieved March 03, 2019, from https://www.schaumann-stiftung.de/cps/schaumann-stiftung/ds/doc/27_huelsenberger_gespraech_broschuere.pdf.
- Michels, M., Bonke, V., & Musshoff, O. (2020a). Understanding the adoption of smartphone apps in crop protection. *Precision Agriculture*, 21, 1209-1226. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09715-5>
- Michels, M., Fecke, W., Feil, J. H., Mußhoff, O., Pigisch, J., & Krone, S. (2020b). Smartphone adoption and use in agriculture: empirical evidence from Germany. *Precision Agriculture*, 21(2), 403-425. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09675-5>
- Michels, M., von Hobe, C. F., & Musshoff, O. (2020c). A trans-theoretical model for the adoption of drones by large-scale German farmers. *Journal of Rural Studies*, 75, 80-88. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.01.005>
- Mohr, S., & Höhler, J. (2020). Öffentliche Meinung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft und ihren Auswirkungen. [Public opinion on digitalization in agriculture and its effects]. In: Gandorfer, M., Meyer-Aurich, A., Bernhardt, H., Maidl, F. X., Fröhlich, G., & Floto, H. (Eds.), *Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier* (pp. 187-192). Bonn, Germany: Gesellschaft für Informatik.
- Mulla, D., & Khosla, R. (2016). Historical evolution and recent advances in precision farming. In R. Lal, & B. A. Stewart (Ed.), *Soil-Specific Farming Precision Agriculture* (pp. 1-35). Boca Raton, USA: Taylor & Francis Group.
- Oh, S., Ahn, J., & Kim, B. (2003). Adoption of broadband Internet in Korea: the role of experience in building attitudes. *Journal of Information Technology*, 18(4), 267-280. <https://doi.org/10.1080/0268396032000150807>
- Partel, V., Kakarla, S. C., & Ampatzidis, Y. (2019). Development and evaluation of a low-cost and smart technology for precision weed management utilizing artificial intelligence. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 339-350. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.048>
- Pathak, H. S., Brown, P., & Best, T. (2019). A systematic literature review of the factors affecting the precision agriculture adoption process. *Precision Agriculture*, 20(6), 1292-1316. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09653-x>
- Paustian, M., & Theuvsen, L. (2017). Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. *Precision Agriculture*, 18(5), 701-716. <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9482-5>

- Pfeiffer, J., Gabriel, A., & Gandorfer, M. (2021). Understanding the public attitudinal acceptance of digital farming technologies: a nationwide survey in Germany. *Agriculture and Human Values*, 38, 107-128. <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10145-2>
- Pierpaoli, E., Carli, G., Pignatti, E., & Canavari, M. (2013). Drivers of precision agriculture technologies adoption: a literature review. *Procedia Technology*, 8, 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.11.010>
- Reichardt, M., & Jürgens, C. (2009). Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. *Precision Agriculture*, 10(1), 73-94. <https://doi.org/10.1007/s11119-008-9101-1>
- 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), 525-545. <https://doi.org/10.1007/s11119-009-9112-6>
- Rentenbank. (2018). *Geschäftsbericht 2018. [Annual Report 2018]*. Retrieved Mai 23, 2019, from <https://www.rentenbank.de/dokumente/Geschaeftsbericht-2018-Deutsch.pdf>.
- Rezaei-Moghaddam, K., & Salehi, S. (2010). Agricultural specialists intention toward precision agriculture technologies: integrating innovation characteristics to technology acceptance model. *African Journal of Agricultural Research*, 5(11), 1191-1199. <https://doi.org/10.5897/AJAR09.506>
- Ringle, C. M., Wende, S., & Becker, J. M. (2015): "SmartPLS 3" Boenningstedt: SmartPLS GmbH. Retrieved April, 2020, from <http://www.smartpls.com>.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York, USA: Free Press.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Boston, USA: Pearson.
- Schrijver, R., Poppe, K., & Daheim, C. (2016). *Precision agriculture and the future of farming in Europe: Scientific Foresight Study*. Retrieved January 18, 2021, from [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU\(2016\)581892\(ANN\)_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU(2016)581892(ANN)_EN.pdf).
- Sniehotta, F. F., Presseau, J., & Araújo-Soares, V. (2014). Time to retire the theory of planned behaviour. *Health Psychology Review*, 8(1), 1-7. <https://doi.org/10.1080/17437199.2013.869710>
- Sok, J., Borges, J. R., Schmidt, P., & Ajzen, I. (2020). Farmer behaviour as reasoned action: a critical review of research with the theory of planned behaviour. *Journal of Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12408>
- Spector, L. (2006). Evolution of artificial intelligence. *Artificial Intelligence*, 170(18), 1251-1253. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2006.10.009>
- Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., Yagnik, H., & Shah, M. (2020). Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 4, 58-73. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.04.002>

- Toma, L., Barnes, A. P., Sutherland, L. A., Thomson, S., Burnett, F., & Mathews, K. (2018). Impact of information transfer on farmers' uptake of innovative crop technologies: a structural equation model applied to survey data. *The Journal of Technology Transfer*, 43(4), 864-881. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9520-5>
- Vecchio, Y., Agnusdei, G. P., Miglietta, P. P., & Capitanio, F. (2020). Adoption of precision farming tools: the case of Italian farmers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 869. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030869>
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. *Information Systems Research*, 11(4), 342-365. <https://doi.org/10.1287/isre.11.4.342.11872>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 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), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Vogel, P. (2020). Datenhoheit in der Landwirtschaft 4.0. [Data sovereignty in agriculture 4.0]. In: Gandorfer, M., Meyer-Aurich, A., Bernhardt, H., Maidl, F. X., Fröhlich, G., & Floto, H. (Eds.), *Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier* (pp. 331-336). Bonn, Germany: Gesellschaft für Informatik.
- Von Alvensleben, R., & Steffens, M. (1990). Akzeptanz der Ergebnisse technischer Fortschritte durch die Verbraucher–Empirische Relevanz. [Acceptance of the results of technical progress by the consumer– empirical relevance]. In: Buchholz, H. E., Neander, E., & Schrader, H. (Eds.), *Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft – Tendenzen, Auswirkungen, Beeinflussung*. (pp. 233-240). Münster-Hiltrup, Germany: Landwirtschaftsverlag.
- Voss, J., Spiller, A., & Enneking, U. (2009). Zur Akzeptanz von gentechnisch verändertem Saatgut in der deutschen Landwirtschaft. [On the acceptance of genetically modified seed in German agriculture]. *German Journal of Agricultural Economics*, 58(3), 155-167. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.134179>
- Walter, A., Finger, R., Huber, R., & Buchmann, N. (2017). Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6148-6150. <https://doi.org/10.1073/pnas.1707462114>
- Weersink, A., & Fulton, M. (2020). Limits to profit maximization as a guide to behavior change. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 42(1), 67-79. <https://doi.org/10.1002/aepp.13004>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- Zander, K., Isermeyer, F., Bürgelt, D., Christoph-Schulz, I., Salamon, P., & Weible, D. (2013). Erwartungen der Gesellschaft an die Landwirtschaft. Abschlussbericht: Stiftung Westfälische Landwirtschaft. [Society's expectations of agriculture. Final report: Westphalian Agricultural Foundation]. Retrieved July 23, 2019, from https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn052711.pdf.

Zarmpou, T., Saprikis, V., Markos, A., & Vlachopoulou, M. (2012). Modeling users' acceptance of mobile services. *Electronic Commerce Research*, 12(2), 225-248. <https://doi.org/10.1007/s10660-012-9092-x>

Zimmer, D. (2018). Fragwürdiges Eigentum an Daten. [Fragile ownership of data]. In Stiftung Datenschutz (Ed.), *Datendebatten* (pp. 317-324). Berlin, Germany: Erich Schmidt Verlag.

Appendix

Table 12 Quality criteria of the reflectively measured models

Reflective Measurement Models	Indicator name	Indicator reliability Loadings (≥ 0.7)	Convergence validity AVE (≥ 0.5)	Internal consistency Pc (≥ 0.6)
<i>Acceptance of AI systems</i>	[A1]	0.888	0.739	0.850
	[A2] (R)	0.830		
<i>Personal innovativeness</i>	[PI1]	0.893	0.747	0.922
	[PI2]	0.896		
	[PI3]	0.833		
	[PI4]	0.832		
<i>Perceived usefulness</i>	[PU1]	0.763	0.632	0.872
	[PU2]	0.855		
	[PU3]	0.711		
	[PU4] (R)	0.843		

(R) denotes reverse coded data

Table 13 Quality criteria of the formatively measured models

Formative Measurement Models	Indicator name	VIF (< 5)	Weight (≥ 0.1)	Loadings (> 0.5)
<i>Expectation of property rights over business data</i>	[BD1]	1.123	0.404*	0.284
	[BD2]	1.072	-0.498*	-0.266
	[BD3]	1.027	0.500**	0.478**
	[BD4]	1.165	0.624**	0.525**
	[BD5]	1.064	0.371*	0.503**
<i>Personal attitude</i>	[PA1]	1.466	0.115	0.525***
	[PA2]	1.575	0.208*	0.581***
	[PA3]	1.761	0.753***	0.946***
	[PA4]	2.182	0.135	0.786***
<i>Perceived social norm</i>	[PSN1]	1.018	0.433	0.545*
	[PSN2]	1.018	0.846***	0.903***
<i>Perceived ease of use</i>	[PEOU1]	2.033	-0.256	0.440***
	[PEOU2]	1.699	0.435**	0.661***
	[PEOU3] (R)	1.042	0.383**	0.543***
	[PEOU4]	1.125	0.404***	0.625***
	[PEOU5] (R)	1.569	0.525***	0.694***
<i>Perceived behavioral control</i>	[PBC1] (R)	1.319	0.491***	0.813***
	[PBC2]	1.134	-0.204**	-0.505***
	[PBC3]	1.251	0.586***	0.849***

(R) denotes reverse coded data. * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

Online Supplementary Material

SURVEY

Survey on new developments in agriculture

(translated from German)

Dear farmers,

Thank you very much for taking the time to participate in our survey.

As part of a research project at the Justus Liebig University, Giessen, we investigate potentials of precision farming and digitalization.

It takes about 10 minutes to answer the questions. Please note that there are **no right or wrong answers** when answering the survey. All information will be handled with absolute confidentiality.

All participants will be entered into a draw to win one of seven Engelbert Strauss vouchers. To participate in the draw of vouchers, please enter your e-mail address at the end of the survey. Please note that only fully completed surveys will be entered into the draw of vouchers. It is not possible to identify your person by providing your e-mail address, as this is separated from your answers.

Thank you very much for your support!

1. To what extent do the following statements about applications with new technologies* in general apply to you? [Please mark the appropriate space for each question]						
	Strongly disagree (1)	Somewhat disagree (2)	Rather disagree (3)	Rather agree (4)	Somewhat agree (5)	Strongly agree (6)
"I am very curious about how applications with new technologies work."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"I like to explore applications with new technologies."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"I enjoy being around people who are exploring new technologies."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"I often seek information on new technologies."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"I consider myself a risk taker."	☐	☐	☐	☐	☐	☐

*(Speakers with speech recognition, drones, GPS devices and more)

2. To what extent do you agree with the following statements? [Please mark the appropriate space for each question]						
	Strongly disagree (1)	Somewhat disagree (2)	Rather disagree (3)	Rather agree (4)	Somewhat agree (5)	Strongly agree (6)
"Modern agricultural production methods (e.g., smart farming) are often reported negatively in the media."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"Policymakers strongly support modern agriculture."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"The German population rates the increasing automation in agriculture positively."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"NGOs* influence public discourse on the mechanization of agriculture to the disadvantage of farmers."	☐	☐	☐	☐	☐	☐

* NGO = non-governmental organization

3. To what extent do you agree with the following statements? [Please mark the appropriate space for each question]						
	Strongly disagree (1)	Somewhat disagree (2)	Rather disagree (3)	Rather agree (4)	Somewhat agree (5)	Strongly agree (6)
"Stricter regulations on data protection reduce the competitiveness of German agriculture."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"Production data are company secrets."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"The operating data belong to the farmers."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"The control of the data flow is up to the farmers."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"A government raw data platform must be established for the exchange of operating data."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"A code of conduct can regulate the basic principles for the use of operating data."	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Please read the following text:

"**Self-learning systems** or machines are computer science applications that process data independently, learn to recognize patterns from data, and solve specific tasks.

This so-called intelligent behavior is integrated in machines, for example robots or computers. In agriculture, **self-learning systems** can perceive their environment and autonomously search for solutions.

These machines usually drive autonomously across the field and can distinguish weeds from crops and thereby remove the former one. "

4. To what extent do you agree with the following statements? [Please mark the appropriate space for each question] "I think that the use of self-learning machines..."						
	Strongly disagree (1)	Somewhat disagree (2)	Rather disagree (3)	Rather agree (4)	Somewhat agree (5)	Strongly agree (6)
... enables me to complete work tasks on my farm faster than before."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... is unsuitable for my agricultural business."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... does not reduce my overall workload on the farm."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... increases the productivity of my farm."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... makes work easier for all the workers on my farm."	☐	☐	☐	☐	☐	☐

5. To what extent do you agree with the following statements? [Please mark the appropriate space for each question] "For me, ...						
	Strongly disagree (1)	Somewhat disagree (2)	Rather disagree (3)	Rather agree (4)	Somewhat agree (5)	Strongly agree (6)
... the operation of self-learning machines is easy to learn."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... it is difficult to skillfully operate self-learning machines."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... the application possibilities of self-learning machines are not comprehensible."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... self-learning machines will be easy to use."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... the use of self-learning machines allows for more flexibility in the operating process."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... working with self-learning machines is possible without any problems."	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6. To what extent do you agree with the following statements? [Please mark the appropriate space for each question]						
"I think that ...						
	Strongly disagree (1)	Somewhat disagree (2)	Rather disagree (3)	Rather agree (4)	Somewhat agree (5)	Strongly agree (6)
... the use of self-learning systems on farms is in line with society's expectations of agriculture."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... it is important to make German agriculture more sustainable through the use of self-learning machines."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... self-learning machines can reduce pesticide use on my farm."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... self-learning machines are suitable for resource-saving agriculture."	☐	☐	☐	☐	☐	☐

7. To what extent do you agree with the following statements? [Please mark the appropriate space for each question]						
	Strongly disagree (1)	Somewhat disagree (2)	Rather disagree (3)	Rather agree (4)	Somewhat agree (5)	Strongly agree (6)
"I am interested in exploring new technological developments for agriculture."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"I could imagine to include self-learning machines to my current agricultural machinery."	☐	☐	☐	☐	☐	☐

8. To what extent do you agree with the following statements? [Please mark the appropriate space for each question]						
	Strongly disagree (1)	Somewhat disagree (2)	Rather disagree (3)	Rather agree (4)	Somewhat agree (5)	Strongly agree (6)
"I think it is very important to use self-learning machines on farms."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"I am the person who decides on the use of self-learning machines on the farm I work on."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
"For me it will be difficult to use self-learning machines instead of the current machines."	☐	☐	☐	☐	☐	☐

9. To what extent do you agree with the following statements? [Please mark the appropriate space for each question]						
"I think that ...						
	Strongly disagree (1)	Somewhat disagree (2)	Rather disagree (3)	Rather agree (4)	Somewhat agree (5)	Strongly agree (6)
... the majority of farmers will use self-learning machines by 2025."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... my interest in self-learning machines will increase until 2025."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... I will never use self-learning machines."	☐	☐	☐	☐	☐	☐
... farmers will recommend the use of self-learning machines to each other."	☐	☐	☐	☐	☐	☐

10. Please indicate in which area you expect the greatest difficulties in implementing self-learning machines in agriculture.

11. To which type of business does your farm belong? ☐ main acquisition
☐ additional income

12. What is the size of arable land
(arable and grassland, excluding contract labor)
of your farm in hectares? _____ hectares.

13. Please name the main business area in which your farm operates. ☐ crop production
☐ animal farming
☐ direct marketing
☐ special crops
☐ other

14. How many employees work on
your farm (including the farm manager)? _____ employees.

15. Please indicate your gender. ☐ female
☐ male

16. How old are you? _____ years.

17. Please enter your e-mail address.

Thank you very much for your participation!

BARRIER REASONS

Categories	Expected difficulties in the future use of AI systems
costs (e.g. acquisition, maintenance)	Investment costs
	Cost factor
	Costs
	Financing
	Affordability
	Investment costs
	Acquisition costs
	Acquisition costs
	Acquisition costs of the corresponding technology
	Too expensive acquisition costs
	High costs
	Too expensive acquisition costs
	Costs for acquisition
	Costs for maintenance
	Cost factor
	Cost factor
	Acquisition costs
	Costs will play a role
	Not everyone has the opportunity or confidence to make such an investment
	My company would have switched to self-learning machines a long time ago if they weren't so incredibly expensive.
	Ensuring monitoring will be expensive
farm and land structure (e.g. area structure, soil cultivation, farm size)	Farm area under 150 ha
	Especially for smaller farms
	Livestock farming
	Special crops
	Livestock farming
	Area structure too small
	Area structure
	In the animal sector
	Soil cultivation
	Soil cultivation
	In permanent crops (work unevenly)
	Soil cultivation
	Arable farming
	Arable farming
	Livestock farming
	Small parcelled strokes
	I think especially in the current arable cultivation with small row spacing, the assessment will be difficult
	In area crops without rows
	Livestock farming
lack of marketability (e.g. autonomous driving, electronic reliability)	For crop protection robots, the impact power will be a problem
	Error rate too high
	Autonomous driving
	Get well-engineered technology running well on farms and get the farmers working well.
	Not sufficiently developed
	Risks for failures will be high
lack of competencies	Reliability of electronics
	Understanding the way of use
	Understanding operation/settings

(e.g. missing self-confidence, lack of experience)	Despite detailed explanations by manufacturers, vendors and consultants, farmers are unable to cope with malfunction reports (which only occur on the day of use).
	The installation and cultivation
	Ease of use
	The monitoring and maintenance of machines about which not enough experience and knowledge is available so far.
	I expect that there will be difficulties in all areas at the beginning because farmers will initially be critical of the self-learning machines.
technical difficulties (e.g. software, hardware, internet)	Technical problems, e.g., hardware, software, internet
	Technology is not yet far enough
	Time until functions are performed correctly
	Control time
	Software problems
Other	Legal conflicts
	Theft
	Vandalism
	No assessment
	So far little concerned with it
	I believe generally in agriculture
	Legal basis
	Regulations
	Road traffic
	Feed harvest
	Farm deaths are encouraged
	Unfortunately, increasing mechanization in agriculture will not be sustainable as it consumes more and more energy directly and indirectly
	Animal observation
	Areas of application are limited with current cultivation systems
	Harvest
	Threshing
	Harvest
	Increased structural change, fewer workers
	Higher qualification
	Animal observation
	Feed recovery
	Animal observation
	Plant protection
	Plant protection
	Profitability
	Ensuring monitoring becomes time intensive
	Arable farming for business reasons
	Workload in farms
	Data grabbing
	Human control is lost, humanity must not completely give itself over to electronics
	Training time
	Legal conflicts
	Time effort
	Many unresolved questions
	Liability

Artikel 4: Media Coverage of Digitalization in Agriculture – An Analysis of Media Content

Svenja Mohr[♦] und Julia Höhler^{♦♦}

[♦]Justus Liebig University Giessen, Institute of Farm and Agribusiness Management

^{♦♦}Business Economics Group, Wageningen University

Erscheint in:

Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.
2022, Band 57 (angenommen am 15. Juni 2021)

Media Coverage of Digitalization in Agriculture – An Analysis of Media Content

Abstract

Digitalization in agriculture can play an important role in enhancing the sustainability of industrial agriculture. To realize sustainability potentials and execute the relevant technologies in agriculture, however, broad public support is necessary. The case of green genetic engineering as a technology illustrates how media coverage shapes public opinion. However, little is known about the media coverage of digitalization in agriculture. We examine the reporting on the topic using the German press as an example. In a content analysis of 88 print media articles, 629 arguments are coded and evaluated with a frequency analysis. The frequency analysis indicates the relevance of various topics of digitalization in agriculture. In addition, we examine the arguments of interest groups as well as the balance of the reporting. Pro arguments predominate in the media reports. Positive reports cover the facilitation of work, less use of fertilizers and pesticides as well as more environmental protection and sustainability through digitalization. Negative aspects include the insufficient network coverage and the great market power of providers. Our results contribute to the understanding of media coverage of new technologies in agriculture.

Keywords

Digitalization, agriculture, media analysis, content analysis, mixed methods analysis

1 Introduction

Agricultural processes are increasingly automated and data-driven (AUBERT ET AL., 2012; SHAMSHIRI et al., 2018). Digitalization in agriculture offers opportunities to increase efficiency, improve profitability and sustainability as well as food quality (BASSO and ANTLE, 2020; KERNECKER et al., 2020; WOLFERT et al., 2017). In order to fully exploit these opportunities, a broad acceptance of various interest groups is required. Obstacles in the introduction of the technologies could, for example, be concerns of farmers or lack of consumer acceptance (KERNECKER et al., 2020; PFEIFFER et al., 2021; REGAN, 2019; SIEGRIST and HARTMANN, 2020). By selecting and presenting topics, the media play an important role for both public opinion and consumer behavior (KALAITZANDONAKES et al., 2004). Studies on media coverage of biotechnology highlight the critical role of media in shaping public perceptions of new food and agricultural technologies (BAUER, 2002; MARKS et al., 2007; MCCLUSKEY and SWINNEN, 2004). MARKS et al. (2007) suspect that the negative media coverage of agricultural

biotechnology applications has contributed to public skepticism. Parallel to their role as an influencing factor on public opinion, HODKINSON (2011) assumes that the media also act as a mirror of public opinion. Consequently, the way of media reporting is also of importance for political decisions (YUKSEL et al., 2016). SOROKA (2003) argues that the media represent the primary channel between the public and political decision-makers. While the public can use media to obtain information about decisions made by policymakers, policymakers use reports to obtain information about public opinion. Although the role of the media in the formation and reflection of public opinion is widely acknowledged, no studies have been found which investigate the media coverage of and public opinion on digitalization in agriculture.

Previous studies examine public opinion on agriculture in general (BOEHM et al., 2010; SPILLER et al., 2012) or survey only individual interest groups on the topic of digitalization in agriculture (KERNECKER et al., 2020; PFEIFFER et al., 2021). For example, an analysis of social media shows that productivity-oriented agriculture is generally perceived and evaluated negatively, while nature-oriented food production is perceived positively (BOEHM et al., 2010). In society, the predominant picture is that high-quality products are produced more by artisanal manufacturing processes and less by technical progress (SPILLER et al., 2012). However, it is expected that digitalization in agriculture increases both productivity and sustainability of farming, e.g., by reducing the use of pesticides and fertilizers (KERNECKER et al., 2020; WALTER et al., 2017). Therefore, it is unclear how public opinion on this issue looks like. Hence, it cannot be assumed that the advantages of digitalization in agriculture will be evaluated positively in society (see also CLAPP and RUDER, 2020). It is also not known how the newspapers report on digitalization in agriculture. Journalistic norms demand balanced reporting, in which various interest groups and viewpoints are considered (BOYKOFF and BOYKOFF, 2004). The bad news hypothesis, however, states that the media report specifically on negative aspects to maximize their own objectives (MCCLUSKEY and SWINNEN, 2004). Negative media coverage of digitalization in agriculture and negative public opinion could prevent society from taking advantage of the benefits associated with the technologies. There are two primary aims of our study:

- (1) To analyze arguments used in the media for and against digitalization in agriculture.¹
- (2) To investigate the balance of reporting overall and by stakeholders.

¹ During content analysis, it turns out that some arguments cannot be explicitly assigned to the pro or contra categories. Therefore, a neutral category was added as a third category in the analysis process.

For this purpose, we conduct a content analysis of German newspaper articles. Germany represents an interesting area for investigation, as previous research shows that the media tend to support new technologies (METAG and MARCINKOWSKI, 2014). Based on the results of the content analysis, the bad news hypothesis is tested. Our study provides new insights into public opinion on digitalization in agriculture and on reporting on agricultural issues (e.g., KALAITZANDONAKES et al., 2004; MCCLUSKEY and SWINNEN, 2004; VILLNOW et al., 2019). Our findings also contribute to the general question about the way future technologies are reported in German press (METAG and MARCINKOWSKI, 2014). In order to increase the transparency and comprehensibility of the content analysis, the analysis is based on the framework of GRODAL et al. (2020) to achieve rigor in qualitative analyses. Practical relevance of the results is given by the fact that argumentation patterns are shown which can be used in communication about digitalization in agriculture. The insights gained offer the possibility for producers and other supply chain actors to develop concrete actions to promote public acceptance and to fully realize the potentials of digitalization in agriculture.

In the following section, relevant background information on digitalization in agriculture and societal expectations is presented from the perspective of various interest groups. Next, the role of media in the formation of public opinion is discussed. Section 3 presents data collection, methodology, and results. The paper ends with discussion and conclusion.

2 Status Quo: Digitalization in Agriculture, Social Expectations, and Media

This section presents an overview of major interest groups with their different demands and perceptions of a digitalized agriculture. The different opinions and attitudes of the identified interest groups are retrieved from their communication channels and from previous research. The following descriptions provide the basis for assessing the balance of reporting.

Branch associations: The first interest group consists of various associations from different areas such as farmers' associations or the association of the German information and telecommunications industry. The branch associations give the impression of a technologically advanced agriculture. Agriculture is described as a "driver of digitalization" and farmers are seen as "pioneers of digitalization" (BITKOM and DEUTSCHER BAUERNVERBAND², 2019). Not only agricultural production should become more sustainable, but also animal welfare on farms should increase, according to expectations of branch associations (BITKOM RESEARCH, 2020). Another branch association, the German Agricultural Society, describes digitalization as

² German Farmers' Association

“greatest innovation in agriculture”, while discussing related opportunities and risks (GERMAN AGRICULTURAL SOCIETY, 2020). The FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) aims to accelerate and scale digital technologies and services for agriculture worldwide (FAO 2020). In total, the branch associations seem to evaluate the possibilities of technology development in agriculture positively.

Policy: A similar picture is presented by German policy, the second interest group. The Federal Minister of Agriculture, Julia Klöckner, stated that agriculture is the pioneering sector in terms of digitalization and that field and barn are “high-tech” today (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT³ (BMEL), 2019). Currently, the German Federal Ministry of Food and Agriculture aims to increase the attractiveness of the agricultural industry, and is supporting digitalization in German agriculture with a total of 50 million euros. In this way, policymakers are pursuing the goal of improving the sustainability of crop production and animal farming (BMEL, 2020). There is a general agreement among parties in Germany that digitalization in agriculture requires support. Different parties set different priorities, e.g., sustainability or data privacy (BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, 2019; FDP, 2020; DIE LINKE, 2019). In total, German policy supports, endorses, and promotes digitalization in agriculture.

Farmers: Previous studies in Germany show that between 10 and 30% of the farmers surveyed, use digital or precision farming applications. Farmers expect a more sustainable and efficient industry through the use of digital technologies. At the same time, farmers also expect challenges due to high investment costs, the error rates of machines, and lack of machine compatibility. Unresolved questions regarding data privacy and security arise (PAUSTIAN and THEUVSEN, 2017; REICHARDT and JÜRGENS, 2009). In total, farmers seem to recognize the advantages but also the challenges of a digitalized agriculture.

Consumers: Technical progress in the agri-food sector is often perceived negatively by consumers due to less naturalness and unfamiliarity (SIEGRIST and HARTMANN, 2020). PFEIFFER et al. (2021) conducted a representative survey in Germany and found that after explaining the potential of digital technologies for agriculture, participants rated them positively. The majority of the participants assess their knowledge of production processes in agriculture as rather limited. However, more than half of the respondents agree with the statements that digital technologies enable more environmentally friendly production and improve animal welfare. The respondents associate images of futuristic innovations with positive terms such as

³ Federal Ministry of Food and Agriculture

“efficiency” and “work facilitation”, but also with negative terms such as “unnatural” and “suffering”. A study by ZANDER et al. (2013) found a more negative attitude of respondents towards technology changes in agriculture. The transformation of agriculture towards more specialized farms is described with terms such as “mass production”, “automation”, and “specialized”. The discussants prefer small-scale agriculture. It is shown that the image of a digitalized agriculture is differentiated among consumers, but is generally rather skeptical.

Scientists: In an opinion piece, WALTER et al. (2019) describe digitalization in agriculture as possible game-changer for the future. Digital farm management can increase production and sustainability and reduce costs and environmental impacts in the agricultural sector. BACCO et al. (2019) provide an overview of scientific studies on smart farming in Europe and identify threats and concerns of a digitalized agriculture. Data security, data privacy, and network capabilities are identified as technical challenges. Non-technical challenges are the lack of financial incentives and innovative tools. The importance of big data, data sharing, and application infrastructures in a digitalized agriculture is also pointed out by WOLFERT et al. (2017). Further challenges such as planning algorithms, object identification, and sensor optimization are mentioned. According to SHAMSHIRI et al. (2018), available prototype robots are far from replacing human labor. Scientists tend to focus more on the challenges and difficulties of digital farming than the possibilities.

Agricultural machinery industry: Both established industrial companies and start-ups deal with digitalization in agriculture. Digital and innovative technologies such as big data, artificial intelligence, robotics, and sensor systems are discussed and applications are developed. For example, telemetry solutions (FENDT, 2020), smart autonomous weeding robots (JOHN DEERE, 2020), and data platforms are in progress. Agricultural technology start-ups try to revolutionize agriculture and to expand internationally with their innovations (NAÏO TECHNOLOGIES, 2020). Digitalized future farming is promising for the agricultural machinery industry.

Media and public opinion: The setting of priorities and selection of issues in media reporting is described as the agenda-setting function of the media (COHEN, 1963). The way the media report influences the way the public thinks about and likes several issues (MCCOMBS, 2018). Issues pass through an attention cycle: initial intensive reporting is followed by declining interest (DOWNS, 1972). MCCLUSKEY et al. (2016) show in a literature review that the media have an influence on both what people reflect on and the way they think about new food technologies. Newspapers, television, and radio decide which topics are reported on and how, as well as the format of reporting (SWINNEN et al. 2005). KALAITZANDONAKES et al. (2004)

show for the topic “biotech foods” that reporting has an influence on the purchasing behavior of consumers. In general, the supply of information is not neutral. A biased supply of information in the media is caused by the fact that disclosure is not made by entities aiming to provide objective reporting. Media companies have incentives to provide only certain and selected information (MCCLUSKEY and SWINNEN, 2004). These incentives often conflict with journalistic norms that require balanced reporting (BOYKOFF and BOYKOFF, 2004). It is assumed that society is more interested in negative than positive reporting and thus pays greater attention to negative reports. In this context the so-called bad news hypothesis is mentioned (YUKSEL et al., 2016). Based on an analysis of information supply on food safety SWINNEN et al. (2005) conclude that there is a bias in favor of negative reporting.

The presentation of the status quo on digitalization in agriculture across different interest groups shows different opinions. By selecting, weighting, and presenting arguments, media contribute to public opinion and reflect it at the same time. Therefore, the following content analysis illustrates the way in which the topic of digitalization in agriculture is presented by the German press.

3 Content Analysis

3.1 Data and Methodology

For the data collection, German daily and weekly newspapers as well as weekly news magazines were selected according to the highest coverage. In the respective databases, we searched for articles from January 01, 2016 to December 31, 2019 using the keywords “digitalization + farm*” and “digitalization + agriculture*”. The articles originate from the media *Stern*, *Focus*, *Spiegel*, *Die Zeit*, *Die Welt*, *Bild*, *Bild am Sonntag*, *Süddeutsche Zeitung*, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, and *Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung*. A total of 106 articles were identified. The following analysis only considered the articles to which codes were assigned in the content analysis. There was no information on digitalization in agriculture in 18 articles, thus reducing the sample size to 88 articles. The distribution of articles during the considered period is as follows: In 2016 and 2018, 16 articles were published on the topic respectively. In 2017, 24 articles were found. Most articles (32) were published on the topic in 2019. Across all newspaper articles the word digitalization appeared 195 times. The content analysis was conducted with MaxQDA. Since no scientific reports on the media agenda regarding digitalization in agriculture have been published yet, the categories were formed inductively, i.e., directly based on the material (MAYRING, 2004).

As category development is the most important and at the same time most obscure process in qualitative data analysis, it is described in detail and transparently below. The aim is to ensure rigor of qualitative content analysis; hence the development of the categories is based on the proposed approach of GRODAL et al. (2020). Their framework comprises eight steps to create, refine and stabilize categories. The following analytical framework describes our data analysis:

In the first step (1) “*asking questions*”, the theoretical objective of the analysis is examined. Our aim is to investigate the media coverage of digitalization in agriculture and to identify arguments. The purpose of step 1 is to increase the probability that the categories created in the further process are of theoretical importance. Text segments which report on digitalization in agriculture were identified in the 88 selected articles. These text segments were then paraphrased with a concise code, which describes the argument. In total, 629 arguments were identified. To assess reliability of the coding, a random sample of text segments was coded by a second independent coder (LOMBARD et al., 2002; MAYRING, 2004). The second step (2) “*focusing on puzzles*” focuses on surprising or salient arguments. We discovered that numerous text passages deal with topics of sustainability, savings in operating resources, network coverage, and work facilitation. During the first two steps of data analysis, 48 different categories were generated.

The third step (3) “*dropping categories*” aims at removing categories. Since the topic of our analysis is already limited to the topic of digitalization in agriculture, no categories were dropped. This is followed by the fourth step (4) “*merging categories*”. Several identified categories were merged into overarching categories, so-called superordinate categories. Arguments that expressed remarkably similar issues were thus summarized. This applied, for example, to the arguments “lack of interconnectivity between systems” and “lack of market maturity” which were combined into the superordinate category “lack of market maturity”. The superordinate category “more environmental protection and sustainability” was developed by combining the two categories “digitalization for climate protection and resource conservation” and “digitalization for environment and sustainability”. The fifth step (5) “*splitting categories*” reverses the procedure of the fourth step. In this step, we assigned our identified superordinate categories to three main categories, pro, neutral, and contra. The sixth step (6) “*relating and/or contrasting categories*” compares superordinate categories with each other to specify the relationships between them or to identify contrasting categories (GRODAL et al., 2020). In addition, each selected text segment was recoded to determine which interest group made the statement. The following interest groups were identified: branch associations, policymakers,

farmers, scientists, and industrials. If a specific identification of an interest group was not possible, the code editorial was assigned. This approach enables the identification of deeper patterns in the next steps.

In the final two steps, the categories are stabilized. The seventh step (7) “*sequence coding*” examines interrelated consequences of the created categories. In our analysis, we examined whether the statements differed between the interest groups in terms of quantity and category assignment (pro, contra, neutral). Finally, the eighth step (8) “*developing and/or dropping working hypotheses*” attempts to create a theoretical framework based on the results. This step of stabilization intends to answer the initial research question. According to GRODAL et al. (2020) hypotheses can be formulated and examined. A deeper understanding of the data is established. In our case, the media agenda for digitalization in agriculture was presented and the bad news hypothesis was tested.

3.2 Results

The distribution of the arguments across the three main categories pro, contra, and neutral shows that in reporting, positive arguments predominate with a share of 59.0% (371 text segments) of the assigned codes. Negative arguments account for 23.4% (147 text segments) of the codes, while neutral arguments account for 17.6% (111 text segments). Nearly a quarter of text segments were identified as contra-arguments, while almost 60% of the text segments were assigned to pro arguments. However, the bad news hypothesis is used to test whether there are significantly more contra arguments than pro arguments:

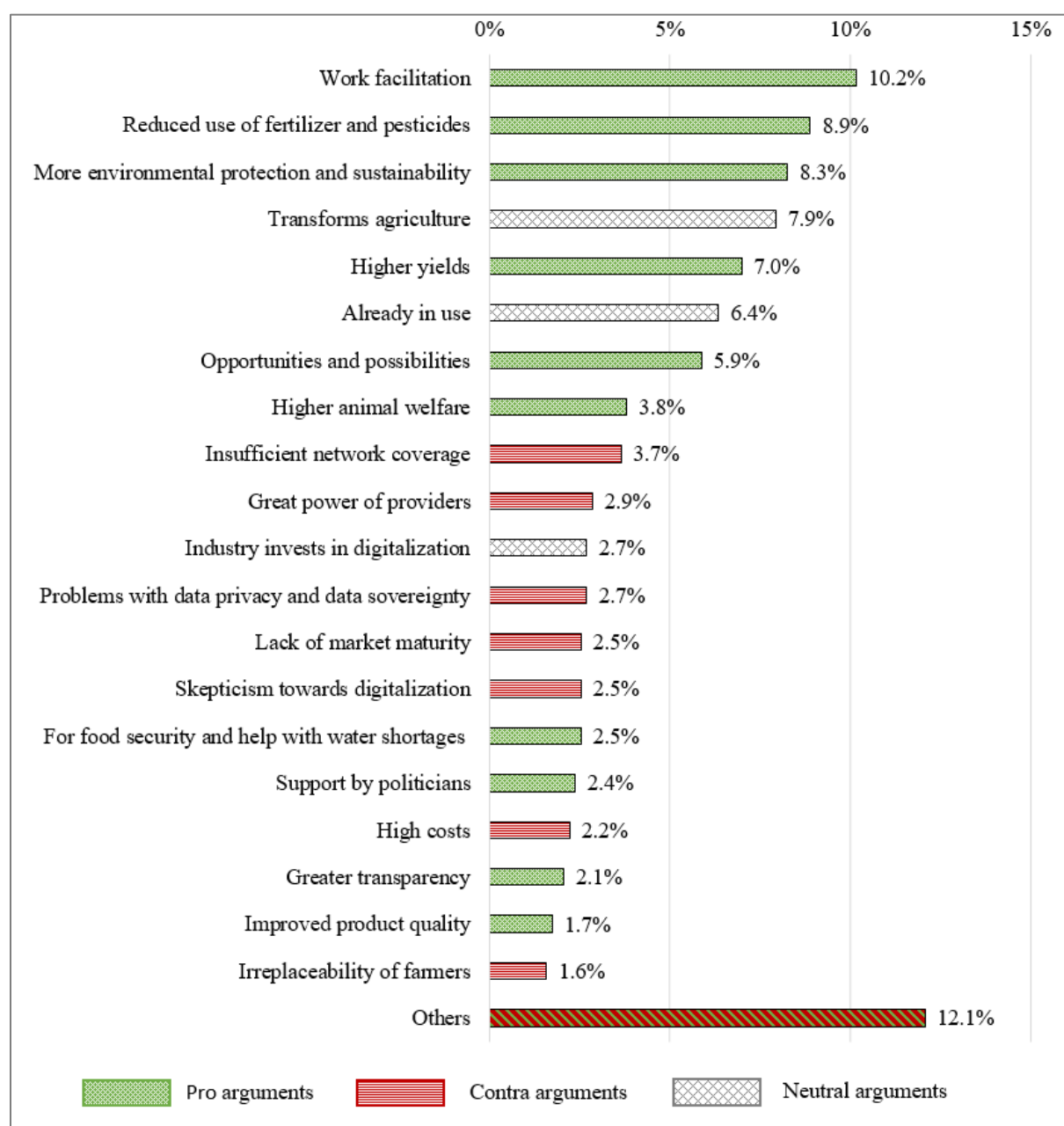
$H_{\text{bad news}}$: *The media use more contra arguments than pro arguments in their reporting about digitalization in agriculture.*

The chi-square test shows that the observed frequencies differ statistically significantly from the expected frequencies (Chi-square (df=1, n=518) $\chi^2 = 95.865$, $p=0.000$). Thus, the bad news hypothesis can be rejected. We find significantly more positive than negative arguments in the reportings on the topic of digitalization in agriculture in the media.

The three main categories contain superordinate categories that summarize the content of the coded text segments. Figure 1 shows the superordinate categories and their assignment to the main categories. Codes identified as pro arguments are shown as green bars, contra arguments as red bars, and neutral arguments as grey bars. Codes with ten or more citations are displayed. All other codes are summarized in the category “others”, which accounts for 12.1% (n=76) of all text segments.

The most frequently cited positive arguments for digitalization in agriculture are work facilitation n=64 (10.2%), reduced use of fertilizer and pesticides n=56 (8.9%), and more environmental protection and sustainability n=52 (8.3%). Next is the neutral argument that digitalization is changing or will transform agriculture n=50 (7.9%). Furthermore, higher yields n=44 (7.0%) are mentioned as positive argument, and digitalization is already in use n=40 (6.4%) as neutral argument. The two positive arguments of opportunities and possibilities n=37 (5.9%) and higher animal welfare n=24 (3.6%) through digitalization follow. The first negative argument is listed in ninth place. Negative arguments are the insufficient network coverage n=23 (3.7%) and the great power of providers n=18 (2.9%). This is followed by the neutral argument that the industry is investing in digitalization n=17 (2.7 %). Further negative arguments are the problems with data privacy and data sovereignty n=17 (2.7%), the lack of market maturity of the applications n=16 (2.5%), and skepticism about digitalization n=16 (2.5%). The high costs n=14 (2.2%) and the irreplaceability of farmers through digitalization n=10 (1.6%) are also negative arguments. In addition, it is positively stated that digitalization contributes to food security and helps with water shortages n=16 (2.5%), politics encourages digitalization in agriculture n=15 (2.4%), transparency increases n=13 (2.1%), and products with better quality are produced n=11 (1.7%).

Figure 1: Share of most frequent arguments in total arguments (n=629)



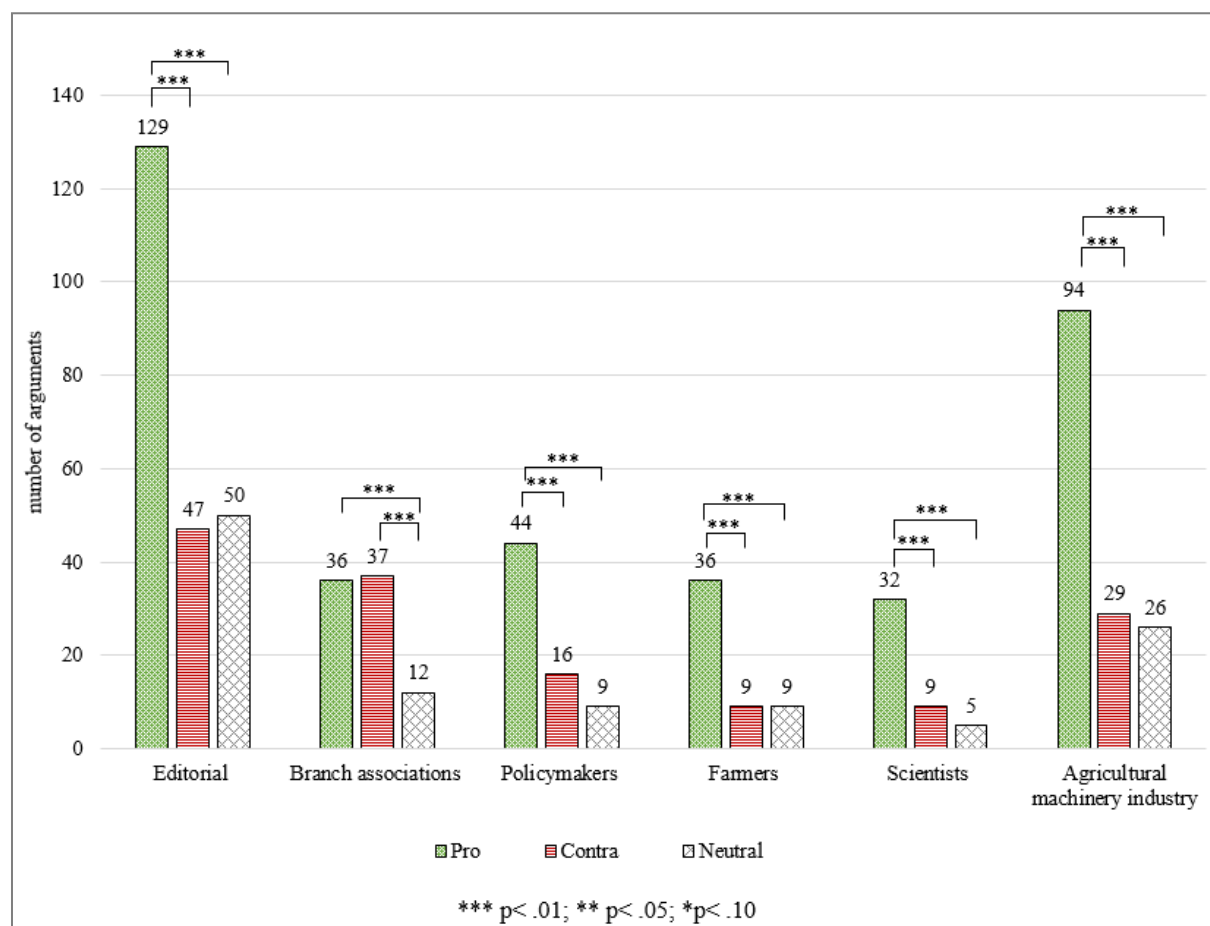
Source: Own presentation.

In a next step, a more detailed understanding is provided on how different interest groups communicate about digitalization in agriculture. In accordance with section 2, the group of branch associations covers a heterogeneous group of various associations such as farmers' associations, environmental organizations, and digital associations. All statements directly or indirectly made by members of a political party are assigned to the group of policymakers. The group of farmers includes reported arguments given by farmers. The group scientists includes media statements directly or indirectly (i.e., research reports) made by professors, other members of universities, and research institutes. The group industrials consists mainly of

established (agricultural) companies, consulting firms, and start-ups. If none of these interest groups could be assigned to a text segment, it is assigned to the editorial group.

Figure 2 shows the frequencies of the pro, contra, and neutral arguments by interest group. It can be concluded that the positive text passages predominate among all groups except the branch associations.

Figure 2: Frequencies of arguments (n=629 codes) by interest groups and test for differences



Source: Own presentation.

Based on the analytical steps described by GRODAL et al. (2020), we stabilize our findings. We follow an explorative approach and test for statistically significant differences between reporting frequencies (pro, contra, neutral) within the groups. The test results of the chi-square tests among all groups and arguments are presented in Figure 2. When comparing the pro and contra arguments in Figure 2, we expect more positive than negative arguments in all interest groups except the group of branch associations. The chi-square tests support this assumption: The editorial group, scientists, farmers, agricultural machinery industry, and policymakers are statistically significant more associated with positive than negative arguments. Based on

Figure 2, it can be assumed that in all groups significant more pro than neutral arguments are mentioned.

Furthermore, it is of interest which pro and contra arguments are of greatest importance to the various interest groups. In the pro category, the editorial (22.4%; n=29) and farmers (25.0%; n=9) indicate the work facilitation through digitalization most often. Scientists mention the issue of environmental protection and sustainability most frequently (25.0%; n=8). For the group of branch associations, higher animal welfare seems to be most relevant (25%; n=9). Industrial members (21.3%; n=20) refer to the reduced use of fertilizers and pesticides most frequently, whereas policymakers addressed their support for digitalization most often (25%; n=11). In the contra category, the importance of arguments is as follows: In the editorial group, the argument skepticism towards digitalization is mentioned most often (19.1%; n=9). Insufficient network coverage is the most important issue for agricultural machinery industry (20.7%; n=6) and policymakers (31.3%; n=5). For farmers, the arguments insufficient network coverage, irreplaceability of farmers, and skepticism towards digitalization are found with equal frequency (22.2%; n=2). The high power of the suppliers is addressed most often by the branch associations (19.0%; n=7). Scientists mention the problems of data privacy and data sovereignty most frequently (44.4%; n=4).

4 Discussion

A bias in reporting on digitalized agriculture towards negative media coverage was not found. The bad news hypothesis was rejected: In contrast to previous analyses on agricultural and food-related topics such as biotechnology (KALAITZANDONAKES et al., 2004; MARKS et al., 2007), food safety (SWINNEN et al., 2005), and glyphosate (VILLNOW et al., 2019), positive arguments outweigh negative arguments. Our results reflect those of METAG and MARCINKOWSKI (2014) who found that German media are promoting new technologies. The predominantly positive reporting on digitalization in agriculture represent an opportunity for technology acceptance in society. Since media shape public opinion (MCCOMBS, 2018), the German press could contribute to a successful implementation of digital technologies in agriculture. The survey by PFEIFFER et al. (2021) shows that after the participants had received neutral information about new technologies in agriculture, the respondents were less critical of these technologies. However, the consumer opinion was not explicitly mentioned in the newspaper articles and is therefore not part of our analysis. Further research is needed to investigate the relationship between media reporting and consumer attitude towards digitalization in agriculture.

Different arguments about digitalization in agriculture were identified. The most frequent positive arguments concern work facilitation, reduced use of fertilizer and pesticides, and more environmental protection and sustainability. A comparison with the survey by PFEIFFER et al. (2021) shows that arguments of this analysis are also reflected in public opinion on digital technologies. Opportunities such as work facilitation and more environmentally friendly production are mentioned in both analyses. Certain arguments could not be explicitly assigned to the pro or contra categories. Therefore, we developed the third main category, named neutral. Identified neutral arguments are the following: digitalization transforms agriculture, digitalization is already in use, and industry invests in digitalization. It is not clear whether these arguments are for or against a digitalized agriculture. The positive arguments identified provide initial starting points for producers and agriculture to communicate the advantages of digitalization in a targeted manner and to further increase public acceptance. At the same time, it should be remembered that the media also deal with topics that are discussed in society and therefore serve as a platform for public concerns. The negative arguments identified indicate the areas of concern. It is expected that topics frequently mentioned in media reports will be considered as important by the public (MARKS et al., 2007). Since the pro arguments predominate, the results indicate a positive image of digital farming.

Furthermore, the content analysis enables a differentiated presentation of the media coverage of interest groups and their arguments on digitalization in agriculture. The analysis of the balance of arguments highlights differences in reporting between the groups. As expected from the status quo (section 2), more positive than negative arguments are identified for policymakers and agricultural machinery companies. Although farmers and scientists refer to advantages and challenges of a digitalized agriculture, the media report predominantly on positive arguments of both groups. A statistically significant difference between the pro and contra arguments was found for the four groups. Pro arguments outweigh negative arguments. One unexpected finding was that the pro and contra reporting of the branch associations on this topic was balanced. No statistically significant difference was found in the pro and contra arguments. However, the branch associations present mainly positive attitudes towards digitalization in agriculture through their communication (see section 2). There are several possible explanations for this result. The most frequently mentioned negative argument, lack of network coverage, is an important prerequisite for being able to use the positive advantages of digitalization in agriculture. Associations could use the media as a channel to convey this message to politicians. Another explanation is that the media have selected and reported negative arguments of the

associations. The group of branch associations is also quite heterogeneous. It includes farmers' associations, digital associations, but also associations such as the FAO. Our findings suggest that the media selects arguments and does not necessarily reflect the overall weighting of arguments by stakeholders.

5 Conclusion

The aim of our study was to analyze the arguments used in German media for and against digitalization in agriculture as well as the balance of the reporting overall and by stakeholders. A content analysis was conducted to identify how the leading German media report on the topic. By following the approach of GRODAL et al. (2020) to achieve rigor in content analysis, we provided a detailed and comprehensible insight into the analysis process. Our results show that between 2016 and 2019, the German media reported predominantly positive on digitalization in agriculture. In particular, the issues of work facilitation, reduced use of fertilizers and pesticides, more environmental protection and sustainability as well as higher yields were considered positively. Negative aspects include insufficient network coverage, the high market power of providers, and problems with data privacy and data sovereignty. An analysis of the identified interest groups shows that positive arguments predominate within the majority of groups. Since politicians express their support for a digitalized agriculture, farmers, scientists, and industry associations could form an alliance to further advance their main arguments and to take advantage of political support.

A limitation of this study is that a complete coverage of all articles on digitalization in agriculture in the selected period cannot be guaranteed. It was not possible to assess all articles because not every paid article was available. Therefore, a marginal shift of argumentation within the interest groups and the main categories cannot be excluded. However, the analysis provides a detailed overview of topics reported in the leading media on digitalization in agriculture. A further limitation relates to the method itself. Qualitative content analysis is a categorization process in which researchers attempt to organize their data in several processes (GRODAL et al. 2020). Although this content analysis strictly followed the procedure of GRODAL et al. (2020), it cannot be excluded that biases in the categorization process due to subjective perceptions occur. Finally, the investigation of reporting is limited to the analysis of media content. However, this content should be seen in a broader socio-cultural context, in which the media industry, the type of technologies, and users are also relevant (HODKINSON, 2011). Further research is required to establish these aspects. Notwithstanding the fact that the study

area is limited to Germany, this work offers valuable insights into the media coverage of digitalization in agriculture.

References

- AUBERT, B., A. SCHROEDER and J. GRIMAUDO (2012): IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. In: Decision support systems 54 (1): 510-520.
- BACCO, M., BARSOCCHI, P., FERRO, E., GOTTA, A. and M. RUGGERI (2019): The Digitisation of Agriculture: a Survey of Research Activities on Smart Farming. In: Array 3: 100009.
- BASSO, B. and J. ANTLE (2020): Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. In: Nature Sustainability 3 (4): 254-256.
- BAUER, M. W. (2002): Controversial medical and agri-food biotechnology: A cultivation analysis. In: Public understanding of science 11 (2): 93-111.
- BITKOM RESEARCH (2020): Digitalisierung in der Landwirtschaft 2020. In: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Schon-8-von-10-Landwirten-setzen-auf-digitale-Technologien>. Accessed 11 June, 2020.
- BITKOM and DEUTSCHER BAUERNVERBAND (2019): Landwirte bringen digitalen Fortschritt in den ländlichen Raum. Pressebereich. In: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Landwirte-bringen-digitalen-Fortschritt-den-laendlichen-Raum>. Accessed 06 February, 2020.
- BOEHM, J., KAYSER, M. and A. SPILLER (2010): Two Sides of the Same Coin? Analysis of the Web-Based Social Media with Regard to the Image of the Agri-Food-Sector in Germany. In: International Journal on Foodsystem Dynamics 3: 264-278.
- BOYKOFF, M.T. and J.M. BOYKOFF (2004): Balance as Bias: Global Warming and the US Prestige Press. In: Global Environmental Change 14 (2): 125-136.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (2019): Klöckner: Landwirtschaft ist Vorreiter-Branche bei Digitalisierung. In: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2019/217-digitalgipfel.html>. Accessed 29 October, 2019.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (2020): 14 digitale Experimentierfelder gestartet. In: <https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitale-experimentierfelder.html>. Accessed 27 June, 2020.
- BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN (2019): Digitalisierung in der Landwirtschaft (Ebner, H.). In: <https://www.gruene-bundestag.de/parlament/bundestagsreden/harald-ebner-digitalisierung-in-der-landwirtschaft>. Accessed 07 July, 2020.
- CLAPP, J. and S.-L. RUDER (2020): Precision Technologies for Agriculture: Digital Farming, Gene-Edited Crops, and the Politics of Sustainability. In: Global Environmental Politics 20 (3): 49-69.
- COHEN, B.C. (1963): Press and Foreign Policy. Princeton University Press, New York.

- DIE LINKE (2019): Digitalisierung der Landwirtschaft im Zusammenhang denken. Fraktion (Sitte, P.) Im Bundestag. In: <https://www.linksfraktion.de/nc/parlament/reden/detail/petra-sitte-digitalisierung-der-landwirtschaft-im-zusammenhang-denken/>. Accessed 22 July, 2020.
- DOWNS, A. (1972): Up and Down with Ecology: The “Issue-Attention-Cycle”. In: PROTESS, D. and M.E. MCCOMBS (eds.): Agenda Setting: Readings on Media, Public Opinion, and Policymaking. Routledge, New York: 38-50.
- FENDT (2020): Smart Farming. In: <https://www.fendt.com/uk/smart-farming/fendt-connect-fendt-smart-connect> Accessed. 22 July, 2020.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2020): Digital Agriculture. In: <http://www.fao.org/digital-agriculture/en/>. Accessed 02 July, 2020.
- FDP (Freie Demokratische Partei e.V.) (2020): Digitale Landwirtschaft 4.0. In: <https://www.fdp.de/forderung/digitale-landwirtschaft-40>. Accessed 22 July, 2020.
- GERMAN AGRICULTURAL SOCIETY (2020): Digital Agriculture – Opportunities. Risks. Acceptance. A DLG position paper. In: <https://www.dlg.org/en/agriculture/topics/a-dlg-position-paper>. Accessed 22 Mai, 2020.
- GRODAL, S., ANTEBY, M. and A.L. HOLM (2020): Achieving Rigor in Qualitative Analysis: The Role of Active Categorization in Theory Building. In: Academy of Management Review (in Press).
- HODKINSON, P. (2011): Media, culture and society: An introduction. Sage, London, UK.
- JOHN DEERE (2020): Technology and Innovation. In: <https://www.deere.com/en/our-company/technology-and-innovation/>. Accessed 22. July, 2020.
- KALAITZANDONAKES, N., MARKS, L.A. and S.S. VICKNER (2004): Media Coverage of Biotech Foods and Influence on Consumer Choice. In: American Journal of Agricultural Economics 86 (5): 1238-1246.
- KERNECKER, M., KNIERIM, A., WURBS, A., KRAUS, T. and F. BORGES (2020): Experience versus expectation: farmers’ perceptions of smart farming technologies for cropping systems across Europe. In: Precision Agriculture 21 (1): 34-50.
- LOMBARD, M., SNYDER-DUCH, J. and C.C. BRACKEN (2002): Content analysis in mass communication: Assessment and reporting of intercoder reliability. In: Human communication research 28 (4): 587-604.
- MARKS, L.A., KALAITZANDONAKES, N., WILKINS, L. and L. ZAKHAROVA (2007): Mass media framing of biotechnology news. In: Public Understanding of Science 16 (2): 183-203.
- MAYRING, P. (2004): Qualitative content analysis. In: Forum qualitative social research 1 (2): 159-176.
- MCCCLUSKEY, J.J., KALAITZANDONAKES, N. and J.F. SWINNEN (2016): Media coverage, public perceptions, and consumer behavior: Insights from new food technologies. In: Annual Review of Resource Economics 8: 467-486.
- MCCCLUSKEY, J.J. and J.F. SWINNEN (2004): Economy of the Media and Consumer Perceptions of Biotechnology. In: American Journal of Agricultural Economics 86 (5): 1230-1237.

- MCCOMBS, M. (2018): Setting the agenda: Mass media and public opinion. Polity Press, Cambridge and Malden.
- METAG, J. and F. MARCINKOWSKI (2014): Technophobia towards emerging technologies? A comparative analysis of the media coverage of nanotechnology in Austria, Switzerland and Germany. In: Journalism 15 (4): 463-481.
- NAÏO TECHNOLOGIES (2020): Autonomous robots for easier farming. In: <https://www.naio-technologies.com/en/>. Accessed 22 March, 2020.
- PAUSTIAN, M. and L. THEUVSEN (2017): Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. In: Precision Agriculture 18 (5): 701-716.
- PFEIFFER, J., GABRIEL, A. and M. GANDORFER (2021). Understanding the public attitudinal acceptance of digital farming technologies: a nationwide survey in Germany. *Agriculture and Human Values*, 38(1), 107-128.
- REGAN, Á. (2019): ‘Smart farming’ in Ireland: A risk perception study with key governance actors. In: NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences 90: 100292.
- REICHARDT, M. and C. JÜRGENS (2009): Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several survey among different agricultural targets groups. In: Precision Agriculture 10 (1): 73-94.
- SHAMSHIRI, R.R., WELTZIEN, C. HAMEED, I.A., YULE, I.J., GRIFT, T.E., BALASUNDRAM, S.K., PITONAKOVA, L., AHMAD, D and G. CHOWDHARY (2018): Research and development in agricultural robotics: a perspective of digital farming. In: International Journal of Agricultural and Biological Engineering 11 (4): 1-14.
- SIEGRIST, M. and C. HARTMANN (2020): Consumer acceptance of novel food technologies. In: Nature Food 1 (6): 343-350.
- SOROKA, S.N. (2003): Media, public opinion, and foreign policy. In: Harvard International Journal of Press/Politics 8 (1): 27-48.
- SPILLER, A., KAYSER, M. and J. BÖHM (2012): Unternehmerische Landwirtschaft zwischen Marktanforderungen und gesellschaftlichen Erwartungen in Deutschland aus Sicht der Forschung. Proceedings. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts-und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. 47: 11-22.
- SWINNEN, J.F., MCCLUSKEY, J.J. and N. FRANCKEN (2005): Food safety, the media, and the information market. In: Agricultural Economics 32: 175-188.
- VILLNOW, V., ROMBACH, M. and V. BITSCH (2019): Examining German media coverage of the re-evaluation of glyphosate. In: Sustainability 11 (7): 1910.
- WALTER, A., FINGER, R., HUBER, R. and N. BUCHMANN (2017): Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. In: Proceedings of the National Academy of Sciences 114 (24): 6148-6150.
- WOLFERT, S., GE, L., VERDOUW, C. and M.J. BOGAARDT (2017): Big data in smart farming—a review. In: Agricultural Systems 153: 69-80.
- YUKSEL, H., KARANTININIS, K. and S. HESS (2016): Reconsidering Media Discourses on Food Crisis from a Quantitative Perspective. In: Journal of Food Products Marketing 34 (4): 398-415.

ZANDER, K., ISERMAYER, F., BÜRGELT, D., CHRISTOPH-SCHULZ, I., SALOMON, P. and D. WEIBLE (2013): Erwartungen der Gesellschaft an die Landwirtschaft. Gutachten im Auftrag der Stiftung Westfälische Landschaft in Münster.

Artikel 5: Determinanten der Standortattraktivität Deutschlands für die Ernährungswirtschaft - Ergebnisse einer Expertenbefragung

Julia Höhler[♦], Svenja Mohr[♦] und Anne Piper[♦]

[♦]Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft

Erschienen in:

German Journal of Agricultural Economics 69 (1): 19-30.

Online unter:

<https://www.gjae-online.de/articles/determinants-of-germanys-attractiveness-as-a-location-for-the-food-industry-results-from-an-expert-survey/>

Determinanten der Standortattraktivität Deutschlands für die Ernährungswirtschaft – Ergebnisse einer Expertenbefragung

Determinants of Germany's Attractiveness as a Location for the Food Industry – Results from an Expert Survey

Zusammenfassung

Die Standortwahl stellt ein komplexes Entscheidungsproblem dar. Besonders in der Ernährungswirtschaft spielen dabei neben den bekannten Standortfaktoren auch zunehmend weitere Faktoren, wie die Wahrnehmung der Branche in der Öffentlichkeit, eine Rolle. Im Rahmen einer Expertenbefragung wurden 70 Experten aus vier Bereichen der Ernährungswirtschaft um ihre Einschätzung zu verschiedenen Standortfaktoren gebeten. Die Befragungsergebnisse wurden in einem Strukturgleichungsmodell genutzt, um die Relevanz der verschiedenen Einflussfaktoren für die wahrgenommene Standortattraktivität zu bestimmen. Die Wahrnehmung (in) der Öffentlichkeit erweist sich dabei als besonders bedeutsame Determinante.

Schlüsselwörter

Standortwahl; Lebensmittelproduktion; Wettbewerbsfähigkeit; Strukturgleichungsanalyse

Abstract

The choice of location is a complex decision-making problem. Particularly in the food industry, other factors, such as the public perception of the sector, are playing an increasingly important role in addition to the known location factors. As part of an expert survey, 70 experts from four areas of the food industry were asked to assess various location factors. The survey results were used in a structural equation model to determine the relevance of the various influencing factors for the perceived attractiveness of the location. The perception of (or in) the public proves to be a particularly important determinant.

Keywords

location choice; food production; competitiveness; structural equation model

1 Einleitung

Die Standortwahl von Unternehmen kann über Erfolg und Scheitern von einem Unternehmen selbst, aber auch von verbundenen Unternehmen, Regionen und Ländern entscheiden. So stehen nicht nur Unternehmen auf den Weltmärkten mit ihren Gütern im Wettbewerb. Auch Länder konkurrieren um mobile Produktionsfaktoren (SIEBER, 2000). Standortentscheidungen haben einen Einfluss auf das lokale Einkommen, die Beschäftigung und das Steueraufkommen (LEISTRITZ, 1992; HENDERSON und MCNAMARA, 2000). Wenn Unternehmen langfristig an einem Standort gehalten und die Ansiedlungen weiterer Unternehmen gefördert werden sollen, ist die Kenntnis der Einflussfaktoren der Standortwahl und Standortattraktivität daher entscheidend. Die Standortattraktivität geht dabei mit der Wettbewerbsfähigkeit eines Standortes einher.¹ Durch staatliche Maßnahmen, wie beispielsweise Investitionen in die Infrastruktur, können die genannten Faktoren maßgeblich beeinflusst werden.

Die Standortentscheidung von Unternehmen stellt ein komplexes Entscheidungsproblem dar. Dies gilt, beispielsweise aufgrund der Verderblichkeit vieler Rohstoffe, hoher Transportkosten, gesetzlicher Regulierungen und saisonaler Variabilität der Produkte, insbesondere für Standortentscheidungen in der Agrarproduktion (OLSON, 1959; LUCAS und CHHEAJED, 2004) und damit ebenso für nachgelagerte Wertschöpfungsstufen. Im Zeitverlauf haben sich die relevanten Standortfaktoren verschoben: während insbesondere im europäischen Wirtschaftsraum eine zunehmende Harmonisierung vieler standortwahlrelevanter Regulierungen festzustellen ist, gewinnen gleichzeitig andere Faktoren an Relevanz. Die Debatte um (fehlendes) Tierwohl in der Fleischproduktion steht beispielhaft für die zunehmende Bedeutung gesellschaftlicher Erwartungen und möglicherweise folgender Verschärfungen von Auflagen in der Lebensmittelproduktion (HÖHLER und KÜHL, 2017). ALBERSMEIER et al. (2008) erkennen hier eine „Professionalisierung der Zivilgesellschaft“ (ALBERSMEIER et al., 2008: 365), die sich durch verschiedene im Agribusiness aktive Nichtregierungsorganisationen (NGO) (z.B. Foodwatch, Greenpeace) und immer mehr Bürgerinitiativen zeigt. Dabei kommt den Medien eine Verstärkerfunktion zu. Hohe gesellschaftliche Ansprüche und deren Umsetzung in staatliche Produktionsauflagen könnten die Standortattraktivität Deutschlands für die Ernährungswirtschaft verringern. Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels gilt zudem die Verfügbarkeit qualifizierter Fachkräfte insbesondere für den Standort Deutschland als Herausforderung (VDL, 2018).

¹ Im Folgenden werden die beiden Begriffe synonym verwendet.

Bisherige Studien zur Standortwahl von lebensmittelverarbeitenden Unternehmen wurden vor allem im letzten Jahrhundert und für die USA durchgeführt (LEISTRITZ, 1992; Goetz, 1997). Diese bestehenden Studien stimmen größtenteils darin überein, dass der Zugang zu Inputmärkten und Konsumenten einen wichtigen Standortfaktor darstellt. Sie lassen dabei jedoch, mutmaßlich auch aufgrund ihrer geringeren Relevanz in der Vergangenheit, die oben genannten Entwicklungen und insbesondere die Bedeutung von staatlichen Auflagen und gesellschaftlicher Unterstützung weitgehend außer Acht. Auch beziehen sie sich zumeist auf Vergangenheitsdaten. Die Einschätzungen über zukünftige Veränderungen spielen selten eine Rolle. Darüber hinaus lassen sich die Ergebnisse aufgrund abweichender Industriestrukturen und Rahmenbedingungen nicht auf Deutschland übertragen. Es existiert bisher keine Studie, die neuere Entwicklungen in den für die Standortentscheidung relevanten Rahmenbedingungen für die Ernährungswirtschaft am Standort Deutschland untersucht. Politische Maßnahmen zum Erhalt und zur Verbesserung der Standortattraktivität einerseits und zur Anpassung der Regulierung an gesellschaftliche Anforderungen andererseits können damit nicht zielgerichtet durchgeführt werden.

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es aus den genannten Gründen, durch eine Expertenbefragung die Auswirkungen gegenwärtiger und zukünftiger Entwicklungen auf die Attraktivität des Standorts Deutschland zu erfassen. Dabei soll der Schwerpunkt auf der Bedeutung der identifizierten Faktoren staatliche Regulierung, Unterstützung durch die Öffentlichkeit und Fachkräfteverfügbarkeit liegen. Der Einfluss staatlicher Regulierung soll zudem gesondert für die Bereiche Umwelt, Tierschutz, Transparenz und Verbraucherschutz untersucht werden. Hierfür werden die Ergebnisse einer Befragung von 70 Experten aus der Ernährungswirtschaft genutzt, um ein Strukturgleichungsmodell zu schätzen. Im folgenden Abschnitt werden die theoretischen Grundlagen und bisherige empirische Ergebnisse dargestellt. Im dritten Abschnitt erfolgen die Darstellung der Datenerhebung und des Modells. Abschnitt 3 dient der Präsentation der Ergebnisse. Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert.

1.1 Literaturreview

MAIER und TÖDTLING (2006) definieren zwei Bedingungen für die Bedeutung eines Faktors für die Standortwahl. Erstens muss sich der Faktor auf die Kosten oder Erlöse des Unternehmens auswirken. Zweitens muss sich dieser Faktor in seiner Verfügbarkeit, Qualität oder seinem Preis räumlich unterscheiden. Die Standortwahl selbst wird meist als zweistufiger Prozess beschrieben. Zunächst wird eine breitere Region gewählt, danach erfolgt die Entscheidung innerhalb dieser Region (GOETZ, 1997). Die erste Entscheidung geschieht dabei auf der

Grundlage einer breiten Unternehmenszielfunktion, die beispielsweise den Zugang zu Rohstoffmärkten oder die Verfügbarkeit von Arbeitskräften berücksichtigt. Die zweite Entscheidung beruht dagegen auf der Minimierung von Kosten und basiert auf der Evaluierung lokaler Eigenschaften (OLSON, 1959; HENDERSON und MCNAMARA, 2000). Zur Untersuchung von Standortentscheidungen werden sowohl Befragungen durchgeführt als auch Sekundärdaten in ökonometrischen Modellen ausgewertet (DRESCHER, 1999). Zur Ermittlung der Wettbewerbsfähigkeit werden allgemein zwei Ansätze unterschieden: Methoden zur Beurteilung der ex-post Wettbewerbsfähigkeit, welche zum Beispiel Kriterien auf Basis der Außenhandelsstatistik heranziehen, und Methoden zur Beurteilung des Wettbewerbspotentials bzw. des Wettbewerbsprozesses. Letztere betrachten Aspekte wie die Qualität und Verfügbarkeit von Inputfaktoren oder die Nachfragebedingungen (WEINDLMAIER, 2000).

In der Literatur zur Standortwahl von Unternehmen wurde bereits eine Vielzahl von Einflussfaktoren identifiziert, die sich je nach betrachteter Region, untersuchtem Land, verwendeter Methode sowie Branche und Lebensalter der untersuchten Unternehmen unterscheiden (BLAIR und PREMUS, 1987). Aus diesem Grund beschränkt sich der nachfolgende Literaturüberblick (Tabelle 1) zunächst vor allem auf Unternehmen aus der Ernährungsbranche in unterschiedlichen Ländern und nachfolgend auf Untersuchungen für den Standort Deutschland. Die Darstellung in Tabelle 1 erfolgt nach Autor, Land und Region, untersuchten Branchen, Stichprobengröße, abhängiger Variable, untersuchten Einflussfaktoren sowie wesentlichen Ergebnissen. Aufgrund der Vielzahl von den Autoren untersuchter Faktoren wird auf eine genauere Erläuterung der jeweils angegebenen Kategorien verzichtet.

Tabelle 1. Literaturüberblick zur Standortwahl

Autor(en)	Land, Region	Branche(n)	n	Abh. Variable	Anzahl und Kategorien von Einflussfaktoren	Wesentliche Ergebnisse
LEISTRITZ (1992)	USA, mittlerer Westen	Agribusiness	70	Standortwahl	60 Faktoren aus den Kategorien Markt, Infrastruktur, Arbeit, Arbeitsmarkt, Transport, Versorgung, Lebensqualität, Bildung, Steuerpolitik, Anreize	- Marktbezogene Faktoren, wie der Zugang zu Inputs und Konsumenten, sind für Agribusiness. Unternehmen wichtig
GOETZ (1997)	USA, Länder und Landkreise	Lebensmittelverarbeitung	20.476 in 1987, 20.671 in 1993	Wachstum etablierter Unternehmen am Standort	27 Faktoren auf Länderebene, 22 Faktoren auf Landkreisebene aus den Kategorien Marktpotenzial, Arbeitsmarkt, Transportinfrastruktur, Steuerpolitik und Verfügbarkeit von Rohstoffen	- Negativer Effekt von Steuerpolitik - Positiver Effekt von niedrigen Arbeitskosten, höheren Ausbildungsniveaus und Bevölkerungszahlen
HENDERSON und McNAMARA (2000)	USA, Corn Belt	Lebensmittelherstellung	533	Standortinvestitionen	14 Faktoren aus den Kategorien Markt, Arbeitsmarkt, Infrastruktur, Agglomeration und Steuerpolitik	- Alle Faktoren beeinflussen die Standortwahl - Bei angebotsorientierten Unternehmen ist vor allem der Zugang zu Inputmärkten wichtig - Bei nachfrageorientierten Unternehmen entscheidet der Zugang zu den Produktmärkten
LAMBERT et al. (2007)	USA	Lebensmittelherstellung	3.062 Landkreise	Standortinvestitionen neuer Lebensmittelhersteller	19 Faktoren aus den Kategorien Agglomeration, Markt, Arbeitsmarkt, Infrastruktur und Steuerpolitik	- Bevölkerungszahl (Agglomeration), Qualität der verfügbaren Arbeitskräfte sowie Transportinfrastruktur sind statistisch signifikante Einflussgrößen
LORENTZ (2008)	Russland, finnische Unternehmen	Ernährungsindustrie	8 Experten, 2 Regionen in Russland	Standortentscheidungen	14 Faktoren aus den Bereichen regionale und industrielle Potentialfaktoren sowie regionale Risikofaktoren	- Als wesentlicher Einflussfaktor erweisen sich wertschöpfungskettenbezogene Überlegungen, wie örtliche Voraussetzungen für ökonomische Aktivität (z.B. Dienstleistungen), Distributionspotenziale, die Versorgung mit Rohstoffen, Inputkosten sowie die Bereitschaft und das Know-How in der Wertschöpfungskette
DRESCHER (1999)	Deutschland	Ernährungsgewerbe	299 Landkreise	Änderung Anzahl der Betriebe	25 Faktoren aus den Kategorien Agglomeration, Markt, Arbeitsmarkt, Infrastruktur und institutioneller Rahmen	- Marktbezogene Variablen leisten einen hohen Erklärungsbeitrag
WEINDLMAIER (2000)	Deutschland	Ernährungsindustrie	-*	Wettbewerbsfähigkeit	20 Faktoren aus der Kategorie Faktorbedingungen, daneben Unternehmensstrategie, Nachfragebedingungen, Existenz verwandter Branchen, Gesetze und Vereinbarungen	- Vorteile in gut ausgebildeten, motivierten Arbeitskräften, guter Infrastruktur, einem hohen Stellenwert von Umweltschutzmaßnahmen und einem guten Image der Produkte - Nachteile in hohen Steuern und Abgaben, rigider Marktregulierung und einer „konservierenden Funktion der Agrar- und Marktpolitik“

*: keine empirische Untersuchung; Quelle: eigene Darstellung

Viele der genannten Studien identifizieren marktrelevante Faktoren als wesentlich für die Standortentscheidung. Die Berücksichtigung staatlicher Regulierung als Standortfaktor beschränkt sich jedoch meist auf Steuern. Eine mögliche Verschärfung von Umweltauflagen wird selten, eine Verschärfung von Tierschutzauflagen wird in keiner Studie berücksichtigt. DRESCHER (1999) bezweifelt zudem die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus den USA auf den deutschen Markt. Als Gründe führt er unter anderem die eher mittelständische Prägung der deutschen Ernährungsindustrie und den vergleichsweise geringen Konzentrationsgrad an. Auch heute noch besteht die deutsche Ernährungswirtschaft überwiegend aus kleinen und mittleren Unternehmen, darunter ein großer Anteil an Familienunternehmen (BVE, 2018).

Wie bereits einleitend erwähnt, kam es in Europa bezüglich einiger standortrelevanter Aspekte in den vergangenen Jahren zu einer Harmonisierung und Angleichung, vor allem bei gesetzlichen Regelungen. Gleichzeitig existieren weitere Entwicklungen, wie beispielsweise die Formierung von Bürgerinitiativen, veränderte gesellschaftliche Ansprüche oder die Aktivitäten von NGOs, deren Bedeutung für die Standortattraktivität bisher nicht empirisch untersucht wurde. Darüber hinaus beruhen alle bisherigen empirischen Untersuchungen auf Daten über die Vergangenheit. Erwartungen über die Zukunft werden nicht berücksichtigt. Ebenso liegen keine aktuellen Erkenntnisse zur Standortattraktivität Deutschlands für die Ernährungswirtschaft vor.

1.2 Untersuchte Standortfaktoren und Hypothesen

Im Literaturüberblick wird deutlich, dass eine Vielzahl von Standortfaktoren existiert. In Anlehnung an den erläuterten Forschungsstand soll daher der Einfluss von insgesamt sieben ausgewählten Faktoren auf die wahrgenommene Standortattraktivität Deutschlands untersucht werden. Dabei sollen aufgrund der einleitend beschriebenen Entwicklungen in der Ernährungswirtschaft sowohl bestehende Erkenntnisse überprüft als auch die Bedeutung bisher unbeachteter Faktoren untersucht werden:

1. Fachkräfteverfügbarkeit
2. Staatliche Regulierung
3. Tierschutzauflagen
4. Umweltauflagen
5. Transparenzanforderungen
6. Verbraucherschutz
7. Unterstützung durch die Öffentlichkeit

Gut ausgebildete, motivierte und qualifizierte Fachkräfte führen laut WEINDLMAIER (2000) zu Wettbewerbsvorteilen der deutschen Ernährungsindustrie. Unternehmen der

Lebensmittelindustrie haben heute Schwierigkeiten, geeignete Mitarbeiter für entsprechende Positionen zu finden (VDL, 2018). Perspektivisch könnte sich der Wettbewerb um Fachkräfte aufgrund des demographischen Wandels noch weiter verschärfen.

H1: Je besser die Fachkräfteverfügbarkeit beurteilt wird, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.

Auch die staatlichen Regulierungen finden bei WEINDLMAIER (2000) Berücksichtigung. Dem Standort Deutschland werden laut der STIFTUNG FAMILIENUNTERNEHMEN (2016) aufgrund von Regulierungen in Europa vergleichsweise schlechte Standortbedingungen zugeschrieben.

H2: Je später eine Verschärfung der staatlichen Regulierungen erwartet wird, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.

Im Bereich der Lebensmittelproduktion sind verschiedene Regulierungsbereiche von Bedeutung, die sich als Konkretisierung der allgemeinen staatlichen Regulierung verstehen lassen und hier gesondert Beachtung finden sollen. Dazu zählen zunächst die für Deutschland spezifischen Tierschutz- und Umweltauflagen. Aufgrund des hohen Stellenwerts von Umweltschutzmaßnahmen sieht WEINDLMAIER (2000) zwar Wettbewerbsvorteile für die deutsche Ernährungsindustrie, allerdings steigen die gesellschaftlichen Ansprüche hierzu. Verschärfungen der Auflagen könnten die Wettbewerbsfähigkeit einschränken.

H3: Je später Verschärfungen von Tierschutzauflagen erwartet werden, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.

H4: Je später Verschärfungen von Umweltauflagen erwartet werden, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.

Ein weiterer Regulierungsbereich, der im Lebensmittelkontext von besonderer Bedeutung ist, betrifft die Anforderungen an Transparenz. Mit gesetzlichen Regelungen zur Produktkennzeichnung und Rückverfolgbarkeit entlang der Wertschöpfungskette wird versucht, die Produkt- und Prozesstransparenz, insbesondere für den Verbraucher, zu erhöhen. Da den Anbietern hierdurch Kosten entstehen, wird die Wahrnehmung der geforderten Transparenzanforderungen als standortentscheidungsrelevant erachtet.

H5: Je später Verschärfungen von Transparenzanforderungen erwartet werden, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.

Das Gros staatlicher Maßnahmen zur Regulierung der deutschen Lebensmittelproduktion verfolgt das Ziel des Verbraucherschutzes. Mit strengeren Verbraucherschutzmaßnahmen gehen in der Regel höhere Anforderungen im

Produktionsprozess einher, weshalb auch dieser Regulierungsbereich als Determinante der wahrgenommenen Standortattraktivität berücksichtigt wird.

H6: Je besser staatliche Verbraucherschutzmaßnahmen beurteilt werden, desto geringer ist die wahrgenommene Standortattraktivität.

Mediale Darstellungen und die Form der Berichterstattung könnten die Qualität eines Standorts beeinflussen. Aus diesem Grund wird der Unterstützung durch die Öffentlichkeit hier Relevanz für die wahrgenommene Standortattraktivität unterstellt.

H7: Je höher die Zufriedenheit mit der Unterstützung durch die Öffentlichkeit ist, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.

Die zur Prüfung der aufgestellten Hypothesen durchgeführte Strukturgleichungsanalyse ist Gegenstand des folgenden Abschnitts.

2 Methode

2.1 Daten

Für die vorliegende Analyse wurden Experten aus vier verschiedenen Branchen zur Standortattraktivität und ihren Determinanten befragt. Die Auswahl der Branchen erfolgte, um unterschiedliche Bereiche der Ernährungswirtschaft abzudecken und ein ausgewogenes Meinungsbild darzustellen. Zur Rekrutierung der Experten wurden Unternehmen und Verbände aus den Bereichen Molkereien und Milchverarbeitung, Geflügelwirtschaft, Brot, Backwaren und Backmittelindustrie sowie aus der Brauwirtschaft zur Teilnahme aufgefordert. Als Anreiz zur Teilnahme wurde der Zugang zu den Studienergebnissen ausgelobt. 70 Experten haben sich zur Teilnahme bereit erklärt und erhielten den Fragebogen, davon sind 21 Experten der Geflügelindustrie zuzuordnen, 18 Experten der Brauindustrie, 18 Experten der Backwarenindustrie und acht Experten der Molkereiindustrie. Weitere fünf Experten werden keiner Branche, sondern der Ernährungswirtschaft allgemein zugeordnet. Die Befragung erfolgte schriftlich im Jahr 2017.

2.2 Konstruktoperationalisierung

Die Strukturgleichungsanalyse dient der Untersuchung von komplexen Ursache-Wirkungs-Beziehungen. Von besonderer Bedeutung ist dabei, dass sich – wie hier gewünscht – Sachverhalte analysieren lassen, die sich einer direkten Messbarkeit entziehen, sogenannte latente Variablen. Deren Messbarmachung gelingt über die Operationalisierung mittels verschiedener Items. Je nach Eignung werden verschiedene Antwortskalen verwendet. Da sowohl die Experteneinschätzung gegenwärtiger als auch zukünftiger Entwicklungen erhoben werden soll, werden überwiegend Skalen eingesetzt, bei denen die Teilnehmer den Zeitpunkt

des Eintretens eines bestimmten Zustands (Perspektive) bewerten müssen. Bei der Beurteilung gegenwärtiger Zustände wird auf eine Notenskala zurückgegriffen. Eine Zustimmungsskala wird für die Bewertung von Statements verwendet. Bei der Skalenkodierung entsprechen hohe Werte einer vermuteten positiven Auswirkung auf die wahrgenommene Standortattraktivität.² Die Skalen sind wie folgt kodiert:

Perspektive:	Noten:	Zustimmung:
1 = „bereits jetzt“	1 = „ungenügend“	1 = „stimme überhaupt nicht zu“
2 = „innerhalb von 3 Jahren“	2 = „mangelhaft“	2 = „stimme überwiegend nicht zu“
3 = „innerhalb von 5 Jahren“	3 = „ausreichend“	3 = „stimme eher nicht zu“
4 = „innerhalb von 10 Jahren“	4 = „befriedigend“	4 = „stimme eher zu“
5 = „in mehr als 10 Jahren“	5 = „gut“	5 = „stimme überwiegend zu“
6 = „niemals“	6 = „sehr gut“	6 = „stimme voll zu“

Die Operationalisierung der hier zu untersuchenden Determinanten wird im Folgenden erläutert. Das reflektive Konstrukt *wahrgenommene Standortattraktivität* wird durch zwei Determinanten gemessen, welche eine gegenwärtige und eine langfristige Beurteilung des Faktors erfassen. Zum einen wird die derzeitige Standortattraktivität, zum anderen wird die langfristige Wettbewerbsfähigkeit benotet (s. Tabelle 2).

Tabelle 2. Operationalisierung *Wahrgenommene Standortattraktivität*

Itemname	Itembeschreibung	Skala
[SAattraktivität]	„Die Attraktivität als Standort ist insgesamt ...“	Noten
[SAwettbewerb]	„Die langfristige Wettbewerbsfähigkeit als Standort ist ...“	Noten

Quelle: Eigene Darstellung

Für das formative Konstrukt *Fachkräfteverfügbarkeit* werden Experteneinschätzungen zur derzeitigen Verfügbarkeit und zur erwarteten Entwicklung des Wettbewerbs um Fachkräfte erhoben (s. Tabelle 3).

Tabelle 3. Operationalisierung *Fachkräfteverfügbarkeit*

Itemname	Itembeschreibung	Skala
[Fverfügbarkeit]	„Die Verfügbarkeit geeigneter Auszubildender / Fachkräfte ist ...“	Noten
[Fperspektive]	„Der Wettbewerb um Fachkräfte in der Lebensmittelbranche verschärft sich.“	Perspektive

Quelle: Eigene Darstellung

² Ausnahmen treten bei dem Konstrukt *Unterstützung durch die Öffentlichkeit* auf und werden an gegebener Stelle gekennzeichnet.

Das formative Konstrukt *Staatliche Regulierung* wird ebenfalls durch zwei Aussagen gemessen. Zum einen wird die derzeitige Situation auf den Lebensmittelmärkten benotet. Zum anderen wird die Einschätzung zur zukünftigen Entwicklung des bürokratischen Aufwands mit dem daraus resultierenden Einfluss auf die (internationale) Wettbewerbsfähigkeit erhoben (s. Tabelle 4).

Tabelle 4. Operationalisierung *Staatliche Regulierung*

Itemname	Itembeschreibung	Skala
[RLstaatlich]	„Die staatliche Regulierung der Lebensmittelmärkte ist ...“	Noten
[RLbuerokratisch]	„Der bürokratische Aufwand steigt bis er die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen der deutschen Ernährungsindustrie gefährdet.“	Perspektive

Quelle: Eigene Darstellung

Das formative Konstrukt *Tierschutzauflagen* wird durch zwei Items gemessen, die Zukunftseinschätzungen der Experten umfassen. Die Experten beurteilen, ab wann die Lebensmittelpreise durch höhere Tierschutzauflagen ansteigen werden. Der zweite Aspekt betrifft Einschätzungen zur Gefährdung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit (s. Tabelle 5).

Tabelle 5. Operationalisierung *Tierschutzauflagen*

Itemname	Itembeschreibung	Skala
[TSAuflagen]	„Die heutigen Lebensmittelpreise steigen (inflationsbereinigt) um 20% an durch höhere Tierschutzauflagen.“	Perspektive
[TSGesetz]	„Deutsche Tierschutzgesetze gefährden die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen der Ernährungsindustrie.“	Perspektive

Quelle: Eigene Darstellung

Das formative Konstrukt *Umweltauflagen* wird ebenfalls durch zwei Items gemessen. Auf der Grundlage der Ergebnisse von WEINDLMAIER (2000) wird die Vorreiterrolle Deutschlands bei Umweltschutzgesetzen benotet. Wie bei dem vorherigen Konstrukt wird auch hier die Einschätzung zum erwarteten Zeitpunkt höherer Lebensmittelpreise durch verschärfte Umweltauflagen erhoben (s. Tabelle 6).

Tabelle 6. Operationalisierung *Umweltauflagen*

Itemname	Itembeschreibung	Skala
[UWvorreiter]	„Die Vorreiterrolle in Bezug auf Umweltschutzgesetze ist ...“	Noten
[UWauflagen]	„Die heutigen Lebensmittelpreise steigen (inflationsbereinigt) um 20% an durch höhere Umweltauflagen.“	Perspektive

Quelle: Eigene Darstellung

Die Erwartung verschärfter *Transparenzanforderungen* in der Lebensmittelproduktion wird durch die drei Aspekte Produktkennzeichnung, Rückverfolgbarkeit und Herkunftskenn-

zeichnung gemessen. Es ist davon auszugehen, dass die Erwartung strengerer Anforderungen in ferner Zukunft zu einer höheren wahrgenommenen Standortattraktivität führt (s. Tabelle 7).

Tabelle 7. Operationalisierung Transparenzanforderungen

Itemname	Itembeschreibung	Skala
[TPkennzeichnung]	„Die deutsche Politik wird strengere Auflagen beschließen für Produktkennzeichnung.“	Perspektive
[TPrückverfolgbarkeit]	„Die deutsche Politik wird strengere Auflagen beschließen für Rückverfolgbarkeit.“	Perspektive
[TPherkunftkenn]	„Von einer Herkunftskennzeichnung aller Inhaltsstoffe profitieren deutsche Erzeuger.“	Zustimmung

Quelle: Eigene Darstellung

Im Lebensmittelbereich zielen die Maßnahmen der Verbraucherschutzpolitik sowohl auf den gesundheitlichen als auch den wirtschaftlichen Schutz des Verbrauchers ab. Eine wichtige Institution zur Kontrolle und Durchsetzung entsprechender Bestimmungen ist die amtliche Lebensmittelüberwachung. Die Messung des formativen Konstrukts *Verbraucherschutz* erfolgt durch eine Benotung dieser beiden Aspekte (s. Tabelle 8).

Tabelle 8. Operationalisierung Verbraucherschutz

Itemname	Itembeschreibung	Skala
[VSlüberwachung]	„Die Funktionsfähigkeit der Lebensmittelüberwachung ist ...“	Noten
[VSpolitik]	„Die Verbraucherschutzpolitik ist ...“	Noten

Quelle: Eigene Darstellung

Das letzte Konstrukt *Unterstützung durch die Öffentlichkeit* wird ebenfalls formativ operationalisiert. Wie bereits erläutert, wird die öffentliche Debatte über die Ernährungswirtschaft durch Bürgerinitiativen, NGOs und Medien geformt. Den Medien wird eine Verstärker- und Filterfunktion zugesprochen, weshalb diese Form der öffentlichen Berichterstattung durch zwei weitere Items gemessen wird: Zum einen wird die Zustimmung zur Existenz einer objektiven Verbraucheraufklärung über die Lebensmittelherstellung durch die Medien erhoben. Zum anderen wird die Unterstützung des Agribusiness durch die Medien benotet (s. Tabelle 9).

Tabelle 9. Operationalisierung *Unterstützung durch die Öffentlichkeit*

Itemname	Itembeschreibung	Skala
[Oburginitiative]	„Produktionsbetriebe des Agribusiness haben vermehrt Probleme mit Bürgerinitiativen, die die konventionelle Nutztierhaltung ablehnen.“	Zustimmung ^a
[Ongo]	„NGOs beeinflussen den öffentlichen Diskurs stärker zum Nachteil der Produzenten als bisher.“	Zustimmung ^a
[Oobjektiv]	„Verbraucher werden durch die Medien objektiv über die Lebensmittelproduktion aufgeklärt.“	Zustimmung
[Ounterstützung]	„Die Unterstützung des Agribusiness durch Medien bzw. die Öffentlichkeit ist ...“	Noten

^a Kodierung: Höhere Werte entsprechen hier niedrigerer wahrgenommener Standortattraktivität.
Quelle: Eigene Darstellung

Mit der Hypothesenbildung und Konstruktoperationalisierung ist die Formulierung des Strukturgleichungsmodells zur Analyse der Determinanten der wahrgenommenen Standortattraktivität abgeschlossen. Aufgrund des reflektiven und der formativen Messmodelle im Strukturmodell erfolgt die Parameterschätzung mit dem varianzbasierten Partial-Least-Square (PLS)-Verfahren (HAIR et al., 2017). Da die verschiedenen Items nicht von allen Experten beantwortet wurden, werden die fehlenden Werte für die Schätzung durch Mittelwerte ersetzt. Insgesamt entspricht die Stichprobengröße der Empfehlung von CHIN (1998).³ Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

3 Ergebnisse

Für die Gütebeurteilung einer varianzbasierten Parameterschätzung wird zunächst die Güte der Messmodelle, anschließend die des Strukturmodells untersucht. Messmodelle bilden die Beziehung zwischen den Konstrukten und ihren Items ab und können sowohl in reflektiver als auch in formativer Form vorliegen (HAIR et al., 2017). Das reflektive Messmodell *wahrgenommene Standortattraktivität* erfüllt alle Gütekriterien (s. Tabelle 10 und Anhang A1).

Tabelle 10. Güte des reflektiven Messmodells

Reflektive Konstrukte	Itemname	Indikatorreliabilität	Konvergenzvalidität	Interne Konsistenz
		Ladung ($\geq 0,7$)	AVE ($\geq 0,5$)	Pc ($\geq 0,6$)
Wahrgenommene Standortattraktivität	[SAattraktivität]	0,910	0,866	0,928
	[SAwettbewerb]	0,950		

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen

³ CHIN (1989) empfiehlt, dass die Stichprobengröße mindestens zehnmal so groß sein sollte, wie die Anzahl der Items des komplexesten formativen Modells (hier: *Unterstützung durch die Öffentlichkeit*).

Gleiches trifft auf die formativen Messmodelle zu (s. Tabelle 11): Es liegt keine Multikollinearität vor und die Gewichte sind ausreichend groß⁴ (LOHMÖLLER, 1989) und überwiegend statistisch signifikant. Items mit signifikanten Gewichten werden im Modell beibehalten. Je höher ein Gewicht, desto größer ist die relative Relevanz des Items für das Konstrukt. Die Vorzeichen der Gewichte sind plausibel.⁵ Eine Ausnahme bildet das Item [TPkennzeichnung]. Bei nicht signifikanten Gewichten wird die Ladung des Items betrachtet. Die Ladung gibt die absolute Relevanz des Items für das zu messende Konstrukt an. Nicht signifikante Items mit Ladungen >0,5 oder mit statistisch signifikanten Ladungen <0,5 können ebenfalls im Modell beibehalten werden (HAIR et al., 2017; NITZL, 2010).⁶

Tabelle 11. Güte der formativen Messmodelle

Formative Konstrukte	Itemname	VIF (< 5)	Gewicht ($\geq 0,1$)	Ladung ($> 0,5$)
Fachkräfteverfügbarkeit	[Fverfügbarkeit]	1,185	0,884***	0,977***
	[Fperspektive]	1,185	0,234	0,583**
Staatliche Regulierung	[RLstaatlich]	1,003	0,642**	0,683***
	[RLbuerokratisch]	1,003	0,732***	0,767***
Tierschutzauflagen	[TSAuflagen]	1,000	0,537**	0,548**
	[TSgesetz]	1,000	0,837***	0,844***
Umweltauflagen	[UWvorreiter]	1,001	0,211	0,239
	[UWauflagen]	1,001	0,971***	0,978***
Transparenzanforderungen	[TPkennzeichnung]	1,010	-0,448**	-0,506**
	[TPrückverfolgbarkeit]	1,010	0,364*	0,419*
	[TPherkunftkenn]	1,018	0,752***	0,826***
Verbraucherschutz	[VSlüberwachung]	1,024	0,240	0,383
	[VSpolitik]	1,024	0,935***	0,971***
Unterstützung durch die Öffentlichkeit	[Oburginitiative]	1,170	-0,334*	-0,490**
	[Ongo]	1,217	-0,091	-0,408**
	[Oobjektiv]	1,374	0,713***	0,890***
	[Ounterstützung]	1,435	0,237	0,692***

* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$;

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen

Im nächsten Schritt erfolgt die Überprüfung des Strukturmodells. Strukturmodelle stellen die vermuteten Beziehungen zwischen den Konstrukten dar (HAIR et al., 2017). Im Strukturmodell liegt keine Multikollinearität vor. Das Stone-Geisser-Kriterium (Q^2) hat einen Wert von 0,131;

⁴ Eine Ausnahme stellt das Item [Ongo] dar. Aufgrund der statistisch signifikanten Ladung wird das Item jedoch im Modell beibehalten.

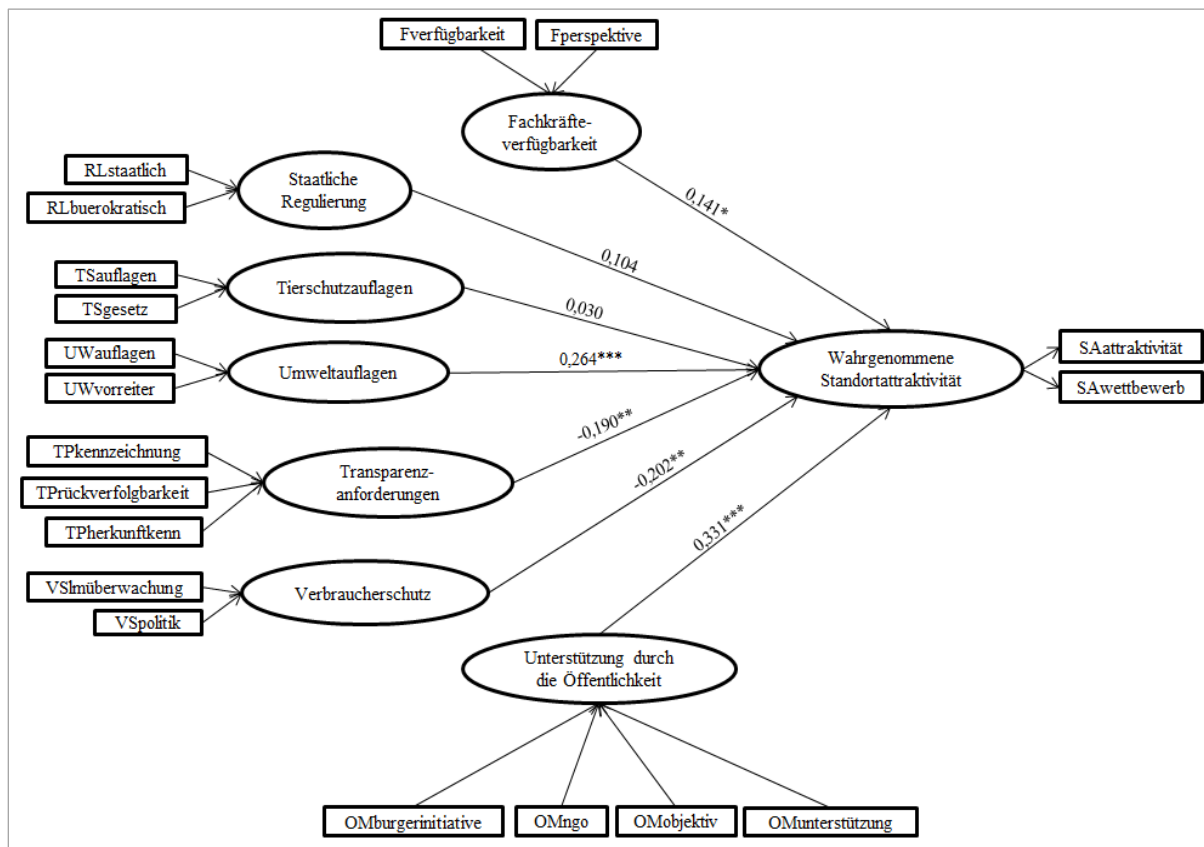
⁵ Die Vorzeichen von [Obürgerinitiatve] und [Ongo] resultieren aus der abweichenden Kodierung.

⁶ Nur die Items [UWvorreiter] und [VSlüberwachung] weisen weder ein statistisch signifikantes Gewicht noch eine statistisch signifikante Ladung auf. Auf Grund von theoretischen Überlegungen werden die Items aber in den formativen Messmodellen *Umweltauflagen* und *Verbraucherschutz* beibehalten.

das Modell stellt Aspekte dar, die die Wahrnehmung der Standortattraktivität beeinflussen.⁷ Die Güte des Modells ist zufriedenstellend. Insgesamt werden 35,6 % der Varianz der wahrgenommenen Standortattraktivität durch die zugeordneten Konstrukte erklärt.

Je höher ein Pfadkoeffizient, desto größer ist dessen Relevanz für die *wahrgenommene Standortattraktivität*. Abbildung 1 zeigt das Strukturgleichungsmodell und die Relevanz der einzelnen Konstrukte für die Wahrnehmung der Standortattraktivität Deutschlands.

Abbildung 1. Darstellung des Strukturgleichungsmodells



* $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$; Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen

Tabelle 12 zeigt das Ergebnis der Hypothesenprüfung. Die Hypothese (H1) zum Einfluss der *Fachkräfteverfügbarkeit* auf die *wahrgenommene Standortattraktivität* kann beibehalten werden. Die Erwartung verschärfter *staatlicher Regulierung* (H2) scheint eine positive, aber statistisch nicht signifikante Auswirkung auf die *wahrgenommene Standortattraktivität* zu haben. Hypothese 2 muss verworfen werden. Während die Erwartung verschärfter *Tierschutzauflagen* (H3) einen geringen und statistisch nicht signifikanten Einfluss auf die *wahrgenommene Standortattraktivität* hat, erweist sich die Erwartung einer Verschärfung von

⁷ Bei einem Q^2 -Wert über 0 ist die Prognoserelevanz für das endogene Konstrukt (hier: *Wahrgenommene Standortattraktivität*) im Strukturgleichungsmodell gegeben (HAIR et al., 2017).

Umweltauflagen (H4) in entfernter Zukunft als positive Determinante. Hypothese 3 muss verworfen werden, während Hypothese 4 beibehalten werden kann.

Eine erwartete baldige Verschärfung von *Transparenzanforderungen* (H5) geht mit einer erhöhten *wahrgenommenen Standortattraktivität* einher. Hypothese 5 muss verworfen werden. Die Erwartung einer Verschärfung von *Verbraucherschutzmaßnahmen* (H6) wirkt sich, wie in Hypothese 6 angenommen, negativ auf die *wahrgenommene Standortattraktivität* aus. Den stärksten Einfluss auf die *wahrgenommene Standortattraktivität* hat das Konstrukt *Unterstützung durch die Öffentlichkeit* (H7). Hypothese 7 wird beibehalten.

Tabelle 12. Ergebnis der Hypothesenprüfung

Hypothesen	Pfadkoeffizient	Ergebnis
1 Je besser die Fachkräfteverfügbarkeit beurteilt wird, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.	0,141*	beibehalten
2 Je später eine Verschärfung der staatlichen Regulierungen erwartet wird, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.	0,104	verwerfen
3 Je später Verschärfungen von Tierschutzauflagen erwartet werden, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.	0,030	verwerfen
4 Je später Verschärfungen von Umweltauflagen erwartet werden, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.	0,264***	beibehalten
5 Je später Verschärfungen von Transparenzanforderungen erwartet werden, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.	-0,190**	verwerfen
6 Je besser staatliche Verbraucherschutzmaßnahmen beurteilt werden, desto geringer ist die wahrgenommene Standortattraktivität.	-0,202**	beibehalten
7 Je höher die Zufriedenheit mit der Unterstützung durch die Öffentlichkeit ist, desto höher ist die wahrgenommene Standortattraktivität.	0,331***	beibehalten

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen

4 Diskussion

Wie eingangs festgestellt, existieren bislang vor allem ältere Studien zu den Determinanten der Standortattraktivität, die neue Entwicklungen und Zukunftsperspektiven ebenso wenig beleuchten, wie die speziellen Einflussfaktoren im Fall der Ernährungswirtschaft in Deutschland (bspw. LEISTRITZ, 1992; HENDERSON und MCNAMARA, 2000). In einer Befragung von 70 Experten aus vier Branchen wurden Einschätzungen zu den Faktoren *Fachkräfteverfügbarkeit*, *staatliche Regulierung*, *Tierschutzauflagen*, *Umweltauflagen*, *Transparenzanforderungen*, *Verbraucherschutz* sowie *Unterstützung durch die Öffentlichkeit* erhoben. In einem Strukturgleichungsmodell wurde der Einfluss dieser Faktoren auf die

wahrgenommene Standortattraktivität überprüft. Auch wenn sich nicht alle Standortfaktoren als statistisch signifikant erweisen, so weisen die Pfadkoeffizienten doch auf eine ökonomische Relevanz hin.

Im Vergleich zu bisherigen Studien (bspw. GOETZ, 1997; WEINDLMAIER, 2000) wird deutlich, dass zwar immer noch bereits bekannte Standortfaktoren, wie die *Fachkräfteverfügbarkeit*, eine entscheidende Rolle spielen, aber auch bisher wenig untersuchte Faktoren einen Einfluss zu haben scheinen. Die *Unterstützung durch die Öffentlichkeit*, *Umweltauflagen* und der staatliche *Verbraucherschutz* erweisen sich als wesentliche Determinanten der wahrgenommenen Standortattraktivität. Dabei spielen sowohl die Gegenwart als auch die Erwartungen über zukünftige Entwicklungen eine Rolle. Der nicht statistisch signifikante Einfluss staatlicher Regulierung auf die Standortattraktivität steht im Kontrast zu bisherigen Ergebnissen in der Literatur und könnte in der zunehmenden Homogenität des (europäischen) Rechtsraums sowie der Bedeutungszunahme gesellschaftlicher Erwartungen und Standards auf Kosten staatlicher Regulierungen begründet liegen.

Die Wahrnehmung der *Fachkräfteverfügbarkeit* beeinflusst die *wahrgenommene Standortattraktivität* positiv. Hier zeigt sich ein Handlungsfeld für politische Maßnahmen, beispielsweise in der Qualifikation von Arbeitskräften, in der Zuwanderung von qualifizierten Fachkräften oder in den gesetzlichen Rahmenbedingungen des Arbeitsmarktes. Daneben sind auch die Unternehmen selbst gefragt, qualifizierten Fachkräften attraktive Arbeitsbedingungen zu bieten. Während *staatliche Regulierung* keinen statistisch signifikanten Einfluss aufweist, zeigt das Modell, dass einzelne Regulierungsbereiche durchaus von Bedeutung sind. So erweist sich die befürchtete *Verschärfung von Umweltauflagen* als relevant für die *wahrgenommene Standortattraktivität*. Die von den Experten erwartete Erhöhung der Lebensmittelpreise durch höhere Umweltauflagen könnte zur Abwanderung von Unternehmen in Länder mit niedrigeren Produktionsstandards führen. Damit würden die gewünschten Umwelteffekte nicht erzielt und zusätzlich Steuereinnahmen verloren gehen. Allerdings können höhere Standards auch vorteilhaft für heimische Unternehmen sein, wenn sie in der Lage sind, diese besser zu erfüllen als ausländische Wettbewerber (GENSCHEL und PLUMPER, 1997) und sich damit abzugrenzen (RUDOLPH und MEISE, 2010). Die verworfene Hypothese zu den *Transparenzanforderungen* zeigt, dass die Verschärfung von Auflagen sich auch positiv auf die *wahrgenommene Standortattraktivität* auswirken kann. Darauf weist auch das von den Erwartungen abweichende Vorzeichen für die Verschärfung von Kennzeichnungsauflagen hin. Insgesamt sollten politische Akteure

abwägen, inwieweit bestimmte Maßnahmen, die das europäische Schutzniveau übersteigen, die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands als Standort gefährden. Dies gilt auch beim Verbraucherschutz.

Entgegen der aufgestellten Hypothese erwies sich die *Verschärfung von Tierschutzauflagen* nicht als statistisch signifikanter Einflussfaktor auf die *wahrgenommene Standortattraktivität*. Dennoch zeigt das Vorzeichen die erwartete Richtung. Ein Grund für die fehlende statistische Signifikanz könnte in unterschiedlich gerichteten Antworten der Experten liegen. Während einige Experten die Verschärfung der Tierschutzauflagen als negativ bewerten, könnten andere Experten diese als Wettbewerbsvorteil für deutsche Unternehmen wahrnehmen.

Die Rolle der Öffentlichkeit wird maßgeblich durch die Objektivität der Berichterstattung in den Medien bestimmt. Daneben wird in diesem Konstrukt die Aktivität von NGOs und Bürgerinitiativen sowie die wahrgenommene Unterstützung durch die Medien erfasst. Hieraus ergeben sich durchaus auch Implikationen für die Politik, zeigt doch die Debatte um Barbara Hendricks „Neue Bauernregeln“, dass auch die Politik hier sehr wohl Einfluss auf die Richtung der öffentlichen Debatte nimmt. Die Kampagne, die auf Fehlentwicklungen in der Landwirtschaft hinweisen sollte, wurde kontrovers diskutiert und führte dazu, dass die Bundesumweltministerin sich bei den Landwirten entschuldigte (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT, 2017). Weitere Studien könnten sich gezielt der Untersuchung dieses Effekts widmen und prüfen, inwiefern auf politischer Ebene getätigte Aussagen zur Senkung der Standortattraktivität beitragen.

Nicht nur die Standortfaktoren beeinflussen das Entscheidungsverhalten der Unternehmen. Auch die Unternehmen haben einen wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung der Standortfaktoren. Diese Rückkopplung wurde in der bestehenden Untersuchung ausgeblendet. Mit einem Standortwechsel sind zudem neue Unsicherheiten, veränderte Informations- und Kostenflüsse sowie möglicherweise das Auftreten von Handelsbarrieren verbunden (LUCAS und CHHAJED, 2004). Wie eingangs erwähnt, handelt es sich bei der Standortentscheidung um eine komplexe Entscheidung. Gleichmaßen hängt die Standortattraktivität von einer Vielzahl von Faktoren ab. Die hier untersuchten Faktoren stellen nur einen Ausschnitt dar. Zudem ist nicht auszuschließen, dass bei der Standortwahl auch nicht-kompensatorische Entscheidungsregeln zur Anwendung kommen. Eine niedrige *wahrgenommene Standortattraktivität* in einem Teilaspekt könnte somit, trotz ansonsten positiver Bewertung, zur Wahl eines anderen Standorts führen.

Das Einsetzen von Mittelwerten bei fehlenden Werten erlaubt es, das Modell für alle Experten zu schätzen. Gleichzeitig wird damit auch eine Annahme getroffen, die verzerrend auf die Ergebnisse des Modells einwirken könnte. Es bleibt nicht auszuschließen, dass bei der Ausweitung der Untersuchung auf weitere Branchen abweichende Ergebnisse vorkommen. Dies ist insbesondere bei der Variable Tierschutzauflagen zu erwarten. Daneben muss angemerkt werden, dass einige Items unterschiedliche Interpretationen zulassen. Unklar bleibt daher beispielsweise, ob eine als mangelhaft bewertete Vorreiterrolle oder ein als ungenügend wahrgenommener Verbraucherschutz auf zu viele oder zu wenige staatliche Maßnahmen zurückzuführen sind. Die nicht vorhandene statistische Signifikanz einiger Gewichte könnte eine Folge hiervon sein. Darüber hinaus sind systematische Antwortverzerrungen aufgrund der Eigeninteressen der Experten in ihrer Rolle als Unternehmens- oder Verbandsvertreter nicht ausgeschlossen.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die gegenwärtige Wahrnehmung und die zukünftige Einschätzung hinsichtlich der *Fachkräfteverfügbarkeit*, *staatlichen Auflagen* in einzelnen Bereichen und der *Unterstützung durch die Öffentlichkeit* die *wahrgenommene Standortattraktivität* beeinflussen. Zukünftige Untersuchungen könnten sich dem unternehmerischen Entscheidungsprozess selbst und der Bedeutung hier nicht berücksichtigter Standortfaktoren widmen. Zudem scheinen die Ausweitung auf weitere Branchen und die Erhöhung der Anzahl der Experten pro Branche sinnvoll. Daneben könnte eine repräsentative Unternehmensbefragung durchgeführt werden.

Danksagung

Wir danken der Heinz Lohmann Stiftung für die finanzielle Unterstützung der Datenerhebung.

Literaturverzeichnis

- ALBERSMEIER, F., A. SPILLER und K. JÄCKEL (2008): Öffentlichkeitsorientierung in der Ernährungswirtschaft: Eine empirische Studie zum Umgang mit kritischen Anspruchsgruppen. In: Zeitschrift für Management 3 (4): 363-384.
- BLAIR, J.P. und R. PREMUS (1987): Major factors in industrial location: A review. In: Economic Development Quarterly 1 (1): 72-85.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (2017): Neue Bauernregeln. In: <https://www.bmu.de/download/neue-bauernregeln/>, Abruf: 29.01.2019.
- BVE (BUNDESVEREINIGUNG DER DEUTSCHEN ERNÄHRUNGSINDUSTRIE) (2018): BVE-Jahresbericht 2017/18. Berlin.

- CHIN, W. (1998): The partial least squares approach to structural equation modeling. In: Marcoulides, G. (Hrsg.): Modern methods for business research. Lawrence Erlbaum, Mahwah, N.J.: 295-336.
- DRESCHER, K. (1999): Standortfaktoren als Bestimmungsgrößen für die Entwicklung der Ernährungsindustrie in der BR Deutschland. In: Agrarwirtschaft 48 (2): 94- 105.
- GENSCHEL, P. und T. PLUMPER (1997): Regulatory competition and international co-operation. In: Journal of European Public Policy 4 (4): 626-642.
- GOETZ, S.J. (1997): State- and county-level determinants of food manufacturing establishment growth: 1987-93. In: American Journal of Agricultural Economics 79 (3): 838-850.
- HAIR, J., T. HULT, C. RINGLE, M. SARSTEDT, N. RICHTER und S. HAUFF (2017): Partial Least Squares Strukturgleichungsmodellierung (PLS-SEM). Eine anwendungsorientierte Einführung. Vahlen, München.
- HENDERSON, J.R. und K.T. McNAMARA (2000): The location of food manufacturing plant investments in corn Belt counties. In: Journal of Agricultural and Resource Economics 25 (2): 680-697.
- HÖHLER, J. und R. KÜHL (2017): Vertical coordination in the meat supply chain - The effects of (unlabeled) private standards for animal welfare. In: German Journal of Agricultural Economics 66 (3): 149-158.
- LAMBERT, D.M., K.T. McNAMARA und M.I. BEELER (2007): Location determinants of food manufacturing investment: are non-metropolitan counties competitive? Papier zum American Economics Association Annual Meeting, Portland, OR.
- LEISTRITZ, F.L. (1992): Agribusiness firms: location determinants and economic contribution. In: Agribusiness 8 (4): 273-286.
- LOHMÖLLER, J.-B. (1989): Latent variable path modeling with partial least squares. Physica-Verlag, Heidelberg.
- LORENTZ, H. (2008): Production locations for the internationalising food industry: case study from Russia. In: British Food Journal 110 (3): 310-334.
- LUCAS, M.T. und D. CHHAJED (2004): Applications of location analysis in agriculture: a survey. In: The Journal of the Operational Research Society 55 (6): 561-578.
- MAIER, G. und F. TÖDTLING (2006): Regional - und Stadtökonomik 1: Standorttheorie und Raumstruktur. 4. Auflage. Springer, Wien.
- NITZL, C. (2010): Eine anwenderorientierte Einführung in Partial Least Square (PLS)-Methode. In: Hansmann, W. (Hrsg.): Arbeitspapier 21. Universität Hamburg, Institut für Industrielles Management.
- OLSON, F.L. (1959): Location Theory as Applied to Milk Processing Plants. In: Journal of Farm Economics 41 (5): 1546-1556.
- RUDOLPH, T. und J. MEISE (2010): Mehrwert durch Transparenz kommunizieren. In: Marketing Review St. Gallen: 1-19.
- SIEBERT, H. (2000): Zum Paradigma des Standortwettbewerbs. Mohr Siebeck, Tübingen.
- STIFTUNG FAMILIENUNTERNEHMEN (2016): Länderindex Familienunternehmen. 6. Auflage mit dem Zusatz Außenhandelsrisiken/Brexit. Stiftung Familienunternehmen, München.

VDL BERUFSVERBAND AGRAR, ERNÄHRUNG, UMWELT E.V. (2018): Fach- und Führungskräftebedarf in der Ernährungswirtschaft. Befragung und Analyse der Ernährungsbranche 2018. Berlin.

Anhang

Tabelle A1. Güte des reflektiven Messmodells nach dem Fornell-Larcker-Kriterium

	Fachkräfte- verfügbarkeit	Unterstützung durch die Öffentlichkeit	Staatliche Regulierung	Wahrgenommene Standort- attraktivität	Transparenz- anforderungen	Tierschutz- auflagen	Umwelt- auflagen	Verbraucher- schutz
Fachkräfteverfügbarkeit								
Unterstützung durch die Öffentlichkeit	0,016							
Staatliche Regulierung	0,364	0,056						
Wahrgenommene Standortattraktivität	0,216	0,387	0,181	0,930				
Transparenzanforderungen	0,078	-0,079	-0,057	-0,245				
Tierschutzaufgaben	0,186	0,195	0,148	0,268	-0,302			
Umweltauflagen	0,302	-0,028	0,175	0,323	-0,078	0,261		
Verbraucherschutz	0,191	-0,173	0,268	-0,191	0,024	-0,032	0,071	

Zusammenfassung

Die fortschreitende Digitalisierung führt in der Landwirtschafts- und Ernährungsbranche zu teils einschneidenden Veränderungen. Ökonomische und ökologische Potenziale digitaler Anwendungen ergeben sich für beide Branchen bspw. durch Ressourceneinsparungen, Produktivitätssteigerungen sowie durch effizientere Produktionsprozesse. In dieser Dissertationsschrift wird die digitale Transformation der Agrar- und Ernährungsbranche anhand konkreter Beispiele untersucht. Dabei werden der daraus resultierende Nutzen sowie Risiken analysiert und diskutiert.

Im lebensmittelbezogenen Konsumverhalten ermöglichen digitale Anwendungen eine Personalisierung von Produkt- und Ernährungsempfehlungen, Angeboten, Produktpreisen und (Online-) Werbung (s. Artikel 1). Ein durch Personalisierung geprägtes Konsumverhalten kann einerseits zu individuellen Vorteilen, wie z. B. zu einer Verringerung von Transaktionskosten in Form von Such- und Informationskosten beim Lebensmittelkauf führen. Andererseits können aufgrund persönlicher Datenschutzpräferenzen und neuartiger digitaler Anwendungen, Unsicherheiten bei der Datensicherheit entstehen, was sich auf die Datenoffenlegungsbereitschaft auswirken kann. Ein Ergebnis von Artikel 2 ist, dass bei konsumnahen Smartphone-Apps eine Datenweitergabe an relativ vertraute Empfänger, wie Haushaltsangehörige und Marktforschungsunternehmen, als akzeptabler beurteilt wird als an Arbeitgeber, was in diesem Fall durch eine ökonomische Abhängigkeit und somit drohende negative Konsequenzen erklärt werden kann. Weiterhin wird die Weitergabe von aktuellen Standortdaten als kritisch eingeschätzt.

In der Landwirtschaftsbranche können digitale Anwendungen zu einem schonenderen Ressourceneinsatz führen, indem bspw. die Kosten und Einsatzmengen von Energie-, Dünge- und Pflanzenschutzmitteln reduziert werden. Herausforderungen einer digitalisierten Landwirtschaft bestehen, neben Bedenken beim Datenschutz in der oftmals fehlenden Akzeptanz gegenüber digitalen Anwendungen und in den gesellschaftlichen Erwartungen an Landwirte. Artikel 3 zeigt, dass die Nutzungsbereitschaft bei Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz von der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit, der wahrgenommenen Verhaltenskontrolle und den Erwartungen von Landwirten hinsichtlich Eigentumsrechte an betrieblichen Daten beeinflusst wird. Ein Ergebnis von Artikel 4 ist, dass die öffentliche Meinung bzw. die mediale Berichterstattung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft überwiegend positiv ausfällt. Positive Argumente, wie Arbeitserleichterung und Ressourcenschonung, können von verschiedensten Interessensgruppen genutzt werden, um die breite Gesellschaft von einer digitalisierten Landwirtschaft zu überzeugen und bestehende Unsicherheiten zu verringern.

Summary

The ongoing digitalization is causing some fundamental changes in the agricultural and food sector. Digital applications for the agricultural and food industry entail both economic and ecological advantages including resource savings, productivity increases, and more efficient production processes. In this dissertation, the digital transformation of the agricultural and food industry is examined more closely by looking at relevant examples. This allows to analyze and discuss the resulting benefits and risks.

In food-related consumer behavior, digital applications allow to personalize product and nutrition recommendations, promotions, product prices and (online) advertising (see article 1). On the one hand, consumer behavior characterized by personalization can lead to individual benefits, such as reduced transaction costs, specifically search and information costs when buying food. On the other hand, due to personal privacy preferences and novel digital applications, uncertainties in data security can arise, which can affect the willingness to disclose data. One result of Article 2 is that, in the case of consumer-related smartphone apps, data disclosure to relatively familiar recipients, such as household members and market research companies, is evaluated as more acceptable than data disclosure to employers. This can be explained by economic dependence and the attributed risk of negative consequences. A further finding is that the disclosure of current location data is considered critical.

In the agricultural sector, digital applications can contribute to a more sustainable use of resources, for example by reducing the costs and quantities of energy, fertilizers, and pesticides used. The challenges of digitalized agriculture include not only concerns about data protection, but also the frequent lack of acceptance of digital applications and society's expectations of farmers. Article 3 shows that the willingness to use artificial intelligence applications is influenced by perceived ease of use, perceived behavioral control, and farmers' expectations regarding property rights over business data. One result of article 4 is that public opinion or media coverage of digitalization in agriculture is predominantly positive. Positive arguments, such as labor savings and resource conservation, can be used by a wide range of stakeholders to convince the wider society of the benefits of digitalized agriculture and to reduce existing uncertainties.

Literaturverzeichnis

- Acquisti, A., Taylor, C., & Wagman, L. (2016). The economics of privacy. *Journal of Economic Literature*, 54(2), 442-92.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Annosi, M. C., Brunetta, F., Capo, F., & Heideveld, L. (2020). Digitalization in the agri-food industry: the relationship between technology and sustainable development. *Management Decision*, 58(8), 1737-1757.
- Antle, J. M. (2019). Data, Economics and Computational Agricultural Science. *American Journal of Agricultural Economics*, 101(2), 365-382.
- Apthorpe, N., Shvartzshnaider, Y., Mathur, A., Reisman, D., & Feamster, N. (2018). Discovering smart home internet of things privacy norms using contextual integrity. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 2(2), 1-23.
- 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), 510-520.
- Auer, B. (2021). Google-Trendindikator. *Das Wirtschaftsstudium* 1(50), 53.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2016). Multivariate Analysemethoden. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the academy of marketing science*, 16(1), 74-94.
- Bertelsmann Stiftung (2021). Digitaler Wandel. Online unter: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/themen/dossier-digitaler-wandel> (zuletzt abgerufen am 18.02.2021).
- Bitkom (2021). Digitalisierung kann jede fünfte Tonne CO₂ sparen. Online unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitalisierung-kann-jede-fuenfte-Tonne-CO2-einsparen> (zuletzt abgerufen am 19.03.2021).
- Bitkom (2020). Bitkom veranstaltet erstmals die Digital Transformation Week. Online unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Bitkom-veranstaltet-erstmal-die-Digital-Transformation-Week> (zuletzt abgerufen am 20.01.2021).
- Bitkom Research (2020a). "Industrie 4.0 – so digital sind Deutschlands Fabriken". Online unter: https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-05/200519_bitkomprasentation_industrie40_2020_final.pdf (zuletzt abgerufen am 16.02.2021).
- Bitkom Research (2020b). Das intelligente Zuhause: Smart Home 2020. Online unter: https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-09/200922_studienbericht_smart-home.pdf (zuletzt abgerufen am 28.02.2021).
- Blasch, J., van der Kroon, B., van Beukering, P., Munster, R., Fabiani, S., Nino, P., et al. (2020). Farmer preferences for adopting precision farming technologies: a case study from Italy. *European Review of Agricultural Economics*, 00(00), 1-49.

- Boehm, S. (2018). Smartphone-Evolution: Rückblick und Ausblick auf die Entwicklungen im Bereich der Mobile-Media-Technologien. In: Kochhan C., Moutchnik A. (Hrsg.) Media Management (S. 327-349). Springer Gabler, Wiesbaden.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2021). Apps. Die besten Apps rund um gesunde Ernährung und Bewegung für Ihr Smartphone und Tablet. Online unter: <https://www.in-form.de/serien/details/apps-6/> (zuletzt abgerufen am 06.05.2021).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2021a). digitale Experimentierfelder – Ein Beitrag zur Digitalisierung in der Landwirtschaft. Online unter: <https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitale-experimentierfelder.html> (zuletzt abgerufen am 08.02.2021).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2021b). Digitalisierung in der Landwirtschaft. Chancen nutzen – Risiken minimieren. Online unter: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/digitalpolitik-landwirtschaft.html> (zuletzt abgerufen am 11.05.2021).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2021c). Digitalisierung in der Landwirtschaft. Online unter: <https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitalisierung-landwirtschaft.html> (zuletzt abgerufen am 29.01.2021).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2020). Machbarkeitsstudie: Digitale Datenplattformen für die Landwirtschaft. Online unter: <https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/datenplattform-machbarkeitsstudie.html> (zuletzt abgerufen am 17.03.2021).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2018). Digitalisierung in der Landwirtschaft. Chancen nutzen – Risiken minimieren. Online unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/digitalpolitik-landwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=9 (zuletzt abgerufen am 23.03.2021).
- Bundesministerium für Gesundheit (BMG) (2021). Die elektronische Patientenakte (ePA). Online unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/elektronische-patientenakte.html> (zuletzt abgerufen am 20.01.2021).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2021a). Schwerpunkt 2020: Digital nachhaltiger leben. Online unter: <https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Service/Digital-Gipfel/Digital-Gipfel.html> (zuletzt abgerufen am 16.02.2021).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2021b). Digitale Transformation in der Industrie. Online unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/industrie-40.html> (zuletzt abgerufen am 24.02.2021).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2021c). Gemeinsame Pressemitteilung. Digitale Technologien. Online unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/01/20210126-altmaier-mit-agri-gaia-digitalisieren-wir-die-agrarwirtschaft-und-bringen-kuenstliche-intelligenz-in-die-konkrete-anwendung.html> (zuletzt abgerufen am 29.01.2021).

- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2020). Smart Meter und digitale Stromzähler. Eine sichere digitale Infrastruktur für die Energiewende. Online unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/smart-meter-und-digitale-stromzaehler.pdf?__blob=publicationFile&v=12 (zuletzt abgerufen am 29.01.2021).
- Bundesregierung (2018). KI als Markenzeichen für Deutschland. Online unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digitalisierung/ki-als-markenzeichen-fuer-deutschland-1549732> (zuletzt abgerufen am 16.02.2021).
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern Methods for Business Research*, 295(2), 295-336.
- Claas KGaA mbH (2021). Vernetzung und Farming 4.0 – die digitale Transformation von Landwirtschaft und Landtechnik. Pressemitteilung. Online unter: <https://www.claas.de/aktuell/meldungen-veranstaltungen/meldungen/vernetzung-und-farming-4-0---die-digitale-transformation-von-landwirtschaft-und-landtechnik/1146840> (zuletzt abgerufen am 17.03.2021).
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 319-340.
- Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. (2021). Die Digitalisierung und ihre Auswirkungen auf Mensch und Gesellschaft. Online unter: <https://www.leopoldina.org/de/veranstaltungen/veranstaltung/event/2464/> (zuletzt abgerufen am 18.02.2021).
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) & Bitkom (2017). Künstliche Intelligenz. Wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Herausforderung, menschliche Verantwortung. Online unter: https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/9744_171012-KI-Gipfelpapier-online.pdf. (zuletzt abgerufen am 30.11.2020).
- D'Souza, G., & Phelps, J. E. (2009). The privacy paradox: The case of secondary disclosure. *Review of Marketing Science*, 7(4), 1-31.
- ecoRobotix AG (2021). Avo. Bekämpfen Sie das Unkraut auf intelligente Weise. Online unter: <https://www.ecorobotix.com/de/avo-autonomen-roboter/> (zuletzt abgerufen am 22.03.2021).
- Fendt (2021). Fendt Future Farm. Projekt Xaver. Online unter: <https://www.fendt.com/de/xaver> (zuletzt abgerufen am 23.03.2021).
- Finger, R., Swinton, S. M., El Benni, N., & Walter, A. (2019). Precision farming at the nexus of agricultural production and the environment. *Annual Review of Resource Economics*, 11, 313-335.
- Friestad, M., & Wright, P. (1994). The persuasion knowledge model: How people cope with persuasion attempts. *Journal of Consumer Research*, 21(1), 1-31.
- Gandorfer, M., Schleicher, S., Heuser, S., Pfeiffer, J., & Demmel, M. (2017). Landwirtschaft 4.0–Digitalisierung und ihre Herausforderungen. Ackerbau-technische Lösungen für die Zukunft, 9-19. Online unter: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/digitalisierung_und_ihre_herausforderungen.pdf. (zuletzt abgerufen am 05.06.2019).

- Google Trends (2021). Google Trends. Suchbegriffe Smart Home, Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, Sprachassistent. Online unter: <https://trends.google.de/trends/explore?date=all&geo=DE&q=smart%20home,digitalisierung,k%C3%BCnstliche%20intelligenz,sprachassistent> (zuletzt abgerufen am 18.02.2021).
- Götz, O., & Liehr-Gobbers, K. (2004). Analyse von Strukturgleichungsmodellen mit Hilfe der partial-least-squares (PLS)-Methode. *Die Betriebswirtschaft*, 64(6), 714.
- Grodal, S., Anteby, M., & Holm, A. L. (2020). Achieving rigor in qualitative analysis: The role of active categorization in theory building. *Academy of Management Review*.
- Grunert, K. G. (2006). Marketing parameters and their influence on consumer food choice. *Frontiers in Nutritional Science*, 3, 161.
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2016). A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). Los Angeles, Sage publications.
- Hodkinson, P. (2016). Media, culture and society: An introduction. Los Angeles, Sage publications.
- Hulland, J. (1999). Use of partial least squares (PLS) in strategic management research: A review of four recent studies. *Strategic Management Journal*, 20(2), 195-204.
- Imgrund, F., Fischer, M., Janiesch, C., & Winkelmann, A. (2018). Approaching digitalization with business process management. *Proceedings of the MKWI*, 1725-1736.
- Initiative D21 e.V. (2021). Über uns. Online unter: <https://initiated21.de/uber-uns/> (zuletzt abgerufen am 16.02.2021).
- Internationale Gesellschaft für Precision Agriculture (2021). Precision Ag Definition. Online unter: <https://www.ispag.org/about/definition> (zuletzt abgerufen am 11.05.2021).
- Jarvis, C. B., MacKenzie, S. B., & Podsakoff, P. M. (2003). A critical review of construct indicators and measurement model misspecification in marketing and consumer research. *Journal of consumer research*, 30(2), 199-218.
- Kakani, V., Nguyen, V. H., Kumar, B. P., Kim, H., & Pasupuleti, V. R. (2020). A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100033.
- Kalaitzandonakes, N., Marks, L. A., & Vickner, S. S. (2004). Media coverage of biotech foods and influence on consumer choice. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(5), 1238-1246.
- Klein, A. (2008). Transaktionskosten als Einflussfaktoren auf die Einkaufsstättenwahl von Konsumenten. *Marketing ZFP*, 30(3), 147-160.
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 90, 100315.
- Kokolakis, S. (2017). Privacy attitudes and privacy behaviour: A review of current research on the privacy paradox phenomenon. *Computers & Security*, 64, 122-134.

- Krotova, A., Rusche, C., & Spiekermann, M. (2019). Die ökonomische Bewertung von Daten: Verfahren, Beispiele und Anwendungen (No. 129). IW-Analysen. Online unter: [https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/IW-Analysen/PDF/2019/Analyse129_%C3%96konomische Bewertung von Daten.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/IW-Analysen/PDF/2019/Analyse129_%C3%96konomische_Bewerung_von_Daten.pdf) (zuletzt abgerufen am 03.05.2021).
- 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), 2-17.
- Legner, C., Eymann, T., Hess, T., Matt, C., Böhm, T., Drews, P., Mädche, A., Urbach, N., & Ahlmann, F. (2017). Digitalization: opportunity and challenge for the business and information systems engineering community. *Business & Information Systems Engineering*, 59(4), 301-308.
- Li, H., Luo, X. R., Zhang, J., & Xu, H. (2017). Resolving the privacy paradox: Toward a cognitive appraisal and emotion approach to online privacy behaviors. *Information & Management*, 54(8), 1012-1022.
- Lohmöller, J. B. (1989). Predictive vs. structural modeling: Pls vs. ML. In: Latent variable path modeling with partial least squares (S. 199-226). Physica, Heidelberg.
- Lowenberg-DeBoer, J., Huang, I. Y., Grigoriadis, V., & Blackmore, S. (2020). Economics of robots and automation in field crop production. *Precision Agriculture*, 21(2), 278-299.
- Martinez, J. (2018). Rechtliche Herausforderungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft – am Beispiel des Dateneigentums und –schutz. 27. Hülsenberger Gespräche 2018 – Landwirtschaft und Digitalisierung der H. Wilhelm Schaumann Stiftung: 143-160. Online unter: https://www.schaumann-stiftung.de/cps/schaumann-stiftung/ds_doc/27_huelsenberger_gespraech_broschuere.pdf. (zuletzt abgerufen am 03.03.2020).
- McCluskey, J. J., & Swinnen, J. F. (2004). Political economy of the media and consumer perceptions of biotechnology. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(5), 1230-1237.
- Mulla, D., & Khosla, R. (2016). Historical evolution and recent advances in precision farming. In: R. Lal, & B. A. Stewart (Hrsg.), Soil-Specific Farming Precision Agriculture (S. 1-35). Boca Raton, Taylor & Francis Group.
- Neumann, R. (2009). Die Involvementtheorie und ihre Bedeutung für das Lebensmittelmarketing. Bremen: Europaischer Hochschulverlag.
- Nitzl, C. (2010). Eine anwenderorientierte Einführung in die Partial Least Square (PLS)-Methode. In: Hansmann, Universität Hamburg – Institut für Industrielles Management. Arbeitspapier 21.
- Norberg, P. A., Horne, D. R., & Horne, D. A. (2007). The privacy paradox: Personal information disclosure intentions versus behaviors. *Journal of Consumer Affairs*, 41(1), 100-126.
- Palmetshofer, W., Semsrott, A., & Alberts, A. (2017). Der Wert persönlicher Daten–Ist Datenhandel der bessere Datenschutz. Studien und Gutachten im Auftrag des Sachverständigenrats für Verbraucherfragen. Online unter: https://www.svr-verbraucherfragen.de/wp-content/uploads/Open_Knowledge_Foundation_Studie.pdf (zuletzt abgerufen am 26.05.2021).

- Partel, V., Kakarla, S. C., & Ampatzidis, Y. (2019). Development and evaluation of a low-cost and smart technology for precision weed management utilizing artificial intelligence. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 339-350.
- Paustian, M., & Theuvsen, L. (2017). Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. *Precision Agriculture*, 18(5), 701-716.
- Payback (2021). Payback Home. Online unter: <https://www.payback.net/de/home/> (zuletzt abgerufen am 06.05.2021).
- Pfeiffer, J., Gabriel, A., & Gandorfer, M. (2021). Understanding the public attitudinal acceptance of digital farming technologies: a nationwide survey in Germany. *Agriculture and Human Values*, 38(1), 107-128.
- Poutanen, K., Nordlund, E., Paasi, J., Vehmas, K., & Åkerman, M. (2017). Food economy 4.0: VTT's vision towards intelligent, consumer-centric food production.
- PricewaterhouseCoopers GmbH (2018). Studie: Digitalisierung in Deutschland. Bedürfnisse, Ängste und Erwartungen der deutschen Bevölkerung an den Megatrend Digitalisierung. Online unter: <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/pwc-digitisation-market-research-update.pdf> (zuletzt abgerufen am 18.02.2021).
- 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), 525-545.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., et al. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2).
- Roosen, J., & Zachmann, K. (2012). Der Lebensmitteleinzelhandel in der Informationsgesellschaft–Eine Einführung. Jutta Roosen, Karin Zachmann und Frank-Martin Belz (Hrsg.): Der Lebensmitteleinzelhandel in der Informationsgesellschaft–Chancen für eine kooperative Verbraucherpolitik (S. 1-32), Göttingen, Cuvillier Verlag.
- Schrijver, R., Poppe, K., & Daheim, C. (2016). Precision agriculture and the future of farming in Europe: Scientific Foresight Study. Online unter: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU\(2016\)581892\(ANN\)_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU(2016)581892(ANN)_EN.pdf). (zuletzt abgerufen am 18.01.2021).
- Schuelke-Leech, B. A. (2018). A model for understanding the orders of magnitude of disruptive technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 261-274.
- Sok, J., Borges, J. R., Schmidt, P., & Ajzen, I. (2020). Farmer behaviour as reasoned action: a critical review of research with the theory of planned behaviour. *Journal of Agricultural Economics*.
- Splendid Research (2019). Optimized Self Monitor 2019. Online unter: <https://www.splendid-research.com/de/studie-optimized-self.html> (zuletzt abgerufen am 20.10.2020).
- Spykman, O., Emberger-Klein, A., Gabriel, A., & Gandorfer, M. (2021a). Feldroboter aus Sicht der Gesellschaft–Auswertung eines Discrete Choice Experiments. In: Meyer-Aurich, A., Gandorfer, M., Hoffman, C., Weltzien, C., Bellingrath-Kimura, S., & H. Floto (Hrsg.), Informations-und Kommunikationstechnologie in kritischen Zeiten (S. 295-300). Bonn, Gesellschaft für Informatik.

- Spykman, O., Gabriel, A., Ptacek, M., & Gandorfer, M. (2021b). Farmers' perspectives on field crop robots—Evidence from Bavaria, Germany. *Computers and Electronics in Agriculture*, 186, 106176.
- Teece, D. J., & Linden, G. (2017). Business models, value capture, and the digital enterprise. *Journal of Organization Design*, 6(1), 1-14.
- Verma, M., Hontecillas, R., Tubau-Juni, N., Abedi, V., & Bassaganya-Riera, J. (2018). Challenges in personalized nutrition and health. *Frontiers in nutrition*, 5, 117.
- Vogel, P. (2020). Datenhoheit in der Landwirtschaft 4.0. In: Gandorfer, M., Meyer-Aurich, A., Bernhardt, H., Maidl, F. X., Fröhlich, G., & Floto, H. (Hrsg.), Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier (S. 331-336). Bonn, Gesellschaft für Informatik.
- Von Alvensleben, R., & Steffens, M. (1990). Akzeptanz der Ergebnisse technischer Fortschritte durch die Verbraucher—Empirische Relevanz. *Proceedings "Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts-und Sozialwissenschaften des Landbaues eV"*, 26, 233-240.
- Walter, A., Finger, R., Huber, R., & Buchmann, N. (2017). Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6148-6150.
- Weiber, R., & Mühlhaus, D. S. (2014). Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS. Berlin, Springer Gabler.
- Wilson, C., Kerr, L., Sprei, F., Vrain, E., & Wilson, M. (2020). Potential Climate Benefits of Digital Consumer Innovations. *Annual Review of Environment and Resources*, 45, 113-144.
- Wolf, T., & Strohschen, J. H. (2018). Digitalisierung: Definition und Reife. *Informatik-Spektrum*, 41(1), 56-64.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.
- Zimmer, D. (2018). Fragwürdiges Eigentum an Daten. In Stiftung Datenschutz (Ed.), Datendebatten (S. 317-324). Berlin, Erich Schmidt Verlag.
- 365FarmNet GmbH (2021). FarnNet-Partnernetzwerk. Online unter: <https://www.365farmnet.com/de/partner/> (zuletzt abgerufen am 17.03.2021).

Anhang

A1 Zusammenfassung der analysierten Zeitschriften und des Codeplans in Artikel 4

Categorization of print media	Number of articles	Print media name	Number of articles
Weekly news magazines	6	Focus	4
		Spiegel	1
		Stern	1
Weekly newspapers	28	Die Welt	13
		Die Zeit	9
		Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung	5
		Bild am Sonntag	1
Daily newspapers	54	Franfurter Allgemeine Zeitung	24
		Süddeutsche Zeitung	20
		Bild	10

Tabelle 5: Zusammenfassung der analysierten Printmedien (n=88) in Artikel 4

Quelle: Eigene Darstellung

Group	Description	Number of codes
Editorial	No specific people/groups assignable	226
Branch associations	Farmers' associations, Bitkom, Deutsche Landwirtschaft Gesellschaft (DLG), and others	85
Policymakers	Politicians (Die Grünen, CSU, CDU, SPD, FDP), ministries	69
Farmers	Employees in agriculture	54
Scientists	Representatives of universities, technical colleges and research institutions	46
Agricultural machinery industry	Representatives of companies (Fendt, Claas, Bayer, John Deere, ...), start-ups, consulting companies	149

Tabelle 6: Codeplan – Codes und Beschreibung der Interessensgruppen in Artikel 4

Quelle: Eigene Darstellung

Main categories and superordinate categories		Number of codes
1 Pro	Positive statement on advantages, chances and potentials of digitalization in agriculture.	N=371
1.1	Work facilitation	64
1.2	Reduced use of fertilizer and plant protection products	56
1.3	More environmental protection and sustainability	52
1.4	Higher yields	44
1.5	Opportunities and possibilities	37
1.6	Greater animal welfare	24
1.7	For food security and help with water shortages	16
1.8	Support by politicians	15
1.9	Greater transparency	13
1.10	Improved product quality	11
1.11	Digitalization replaces labor force	9
1.12	Digitalization lowers production costs	8
1.13	Digitalization helps farmers cope with bureaucracy	6
1.14	Digitalization is soil-friendly	5
1.15	Digitalization helps to ensure international competitiveness	4
1.16	Digitalization also benefits small farms	4
1.17	Digitalization is also advantageous in organic farming	3
2 Contra	Negative comments on digitalization in agriculture and related risks and challenges.	N=147
2.1	Insufficient network coverage	23
2.2	Great power of providers	18
2.3	Problems with data privacy and data sovereignty	17
2.4	Lack of market maturity	16
2.5	Skepticism towards digitalization	16
2.6	High costs	14
2.7	Irreplaceability of farmers	10
2.8	Digitalization creates new challenges	8
2.9	Digitalization does not solve all problems	7
2.10	Digitalization does not lead to improvements	6
2.11	Politics hinders progress	5
2.12	Lack of technical affinity	3
2.13	Germany lags behind	3
2.14	Lack of experts	1

3 Neutral	Neutral statements on digitalization in agriculture, which are not clearly interpreted as positive or negative statements.	N=111
3.1	Digitalization transforms agriculture	50
3.2	Digitalization is already in use	40
3.3	Industry invests in digitalization	17
3.4	Digitalization accelerates structural change	4

Tabelle 7: Codeplan – Kategorien und Anzahl der Codes in Artikel 4

Quelle: Eigene Darstellung

A2 Erläuterung der Forschungsmethode Strukturgleichungsanalyse

Strukturgleichungsanalysen ermöglichen eine Darstellung und Analyse komplexer Ursache-Wirkungs-Strukturen, indem untersucht wird, ob Zusammenhänge zwischen Variablen bestehen und wie stark diese ausgeprägt sind. Es handelt sich um ein konfirmatorisches Verfahren, da bestehende Theorien anhand von Hypothesen getestet werden. Bei einer Strukturgleichungsanalyse werden Variablen betrachtet, die sich einer direkten empirischen Beobachtbarkeit entziehen, wie bspw. persönliche Einstellungen. Diese werden als latente Variablen bzw. hypothetische Konstrukte bezeichnet und müssen operationalisiert werden. Die Operationalisierung erfolgt durch verschiedene Items, die unterschiedliche Aspekte des Konstrukts wiedergeben und somit eine Gesamtbewertung bzw. Messung des Konstrukts ermöglichen. Ein theoretisch fundiertes Hypothesensystem wird anhand empirisch erhobener Daten überprüft (Backhaus et al., 2016; Hair et al., 2016).

Ein Strukturgleichungsmodell setzt sich aus einem Strukturmodell (inneres Modell) sowie einem Messmodell (äußeres Modell) zusammen. Das Strukturmodell stellt die vermuteten Beziehungen zwischen den latenten Variablen dar. Das Messmodell bildet die Beziehung zwischen den latenten Variablen und ihren Indikatoren ab. Messmodelle enthalten die empirischen Indikatoren für die Konstrukte und müssen sowohl für die latenten endogenen (abhängigen) als auch für die latenten exogenen (unabhängigen) Variablen formuliert werden (Backhaus et al., 2016; Hair et al., 2016). Messmodelle können sowohl in formativer als auch in reflektiver Form vorliegen. Jarvis et al. (2003) legen Kriterien fest, um zu entscheiden, ob ein Messmodell von formativer oder reflektiver Gestalt ist.

Charakteristisch für ein formatives Messmodell ist, dass die Indikatoren das Konstrukt begründen (Hair et al., 2016), und Veränderungen eines Indikators zu Veränderungen im Konstrukt führen. Bei einem reflektiven Messmodell werden die Indikatoren durch die latente Variable verursacht. Eine Veränderung eines Indikators sollte zu keinen Veränderungen im Konstrukt führen. Weiterhin sollen die Indikatoren bei einem reflektiven Modell austauschbar und die Thematik ähnlich sein, während diese beiden Kriterien bei einem formativen Modell nicht zwangsläufig notwendig sind. Kovarianzen zwischen den Indikatoren sind nur bei reflektiven Modellen notwendig (Jarvis et al., 2003). Ursächlich für eine hohe Korrelation zwischen den Items reflektiver Messmodelle ist, dass alle Indikatoren durch das gleiche Konstrukt ausgelöst werden. Bei formativen Modellen sollen die Items untereinander nicht korreliert sein (Hair et al., 2016). Das vierte Kriterium betrifft die Ursachen und Konsequenzen der Indikatoren. Charakteristisch für reflektive Messmodelle ist, dass Ursachen und

Konsequenzen gleich sein sollten. Für formative Messmodelle stellt dies keine Voraussetzung dar (Jarvis et al., 2003). Der Grundgedanke eines Strukturgleichungsmodells lässt sich durch ein Pfadmodell skizzieren (vgl. Abbildung 2), welches die aus der Theorie resultierenden Konstrukte und damit einhergehenden Hypothesen abbildet (Hair et al., 2016).

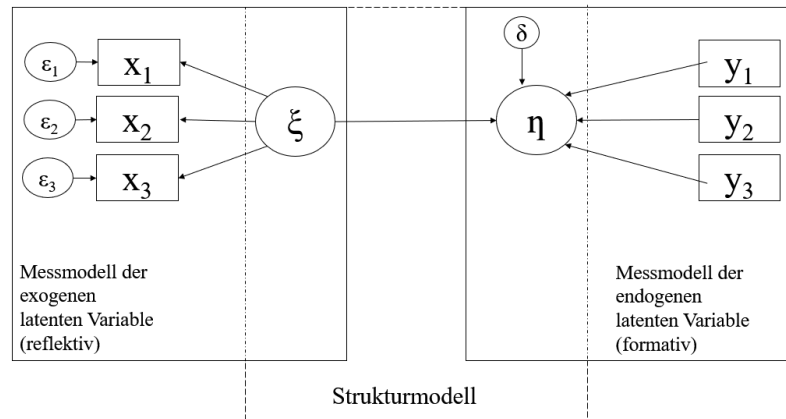


Abbildung 2: Darstellung Strukturgleichungsmodell

Quelle: Eigene Darstellung nach Backhaus et al. (2016)

Die theoretischen Konstrukte werden durch Kreise gekennzeichnet. Die direkt beobachtbaren Variablen werden in Kästchen dargestellt. Somit stellen die Kästchen die Operationalisierungen (Items) der theoretischen Konstrukte dar. In einem Pfaddiagramm bedeuten die Pfeile die Einflussrichtungen bzw. zeigen die kausalen Beziehungen an. Im Strukturmodell stellen Pfeile die Hypothesen dar (Backhaus et al., 2016). Die Fehlerterme zeigen die unerklärte Varianz bei der Schätzung eines Strukturgleichungsmodells. Bei reflektiven Messmodellen wird jedem einzelnen Indikator ein Fehlerterm zugeordnet, während die Indikatoren bei formativen Messmodellen keine Fehlerterme aufweisen. Fehlerterme liegen bei formativen Messmodellen auf Konstruktebene vor (Hair et al., 2016).

Grundsätzlich ist eine Parameterschätzung eines Strukturgleichungsmodells mit zwei Verfahren möglich. Es werden kovarianzbasierte und varianzbasierte Schätzverfahren unterschieden. Beide Verfahren sind für unterschiedliche Untersuchungskontexte angemessen und sollten dementsprechend ausgewählt werden. Kovarianzbasierte Verfahren werden auch als Kovarianzstrukturanalysen bezeichnet, da Beziehungen zwischen den latenten Variablen aus Kovarianzen und Korrelationen zwischen den Indikatoren berechnet werden. Voraussetzungen für eine Kovarianzstrukturanalyse sind unter anderem eine Normalverteilung der Daten und große Stichproben. Die Einbindung formativer Messmodelle ist schwierig (Backhaus et al., 2016; Hair et al., 2016).

Eine varianzbasierte Schätzung eignet sich besonders dann, wenn kleine Stichprobengrößen und komplexe Strukturgleichungsmodelle mit vielen Konstrukten und Indikatoren vorliegen. Ein varianzbasiertes Verfahren stellt das Partial-Least-Square (PLS)-Verfahren dar. Das PLS-Verfahren stellt keine Anforderung an die Daten und es gibt keine Normalverteilungsvoraussetzung. Außerdem wird durch dieses Verfahren ein einfacher Umgang mit reflektiven und formativen Messmodellen ermöglicht (Hair et al., 2016). Bezüglich der Stichprobengröße empfiehlt Chin (1998), dass diese mindestens zehnmal so groß sein soll, wie die Anzahl der Indikatoren des komplexesten formativen Modells.

Reflektive Messmodelle werden nach ihrer internen Konsistenz, Indikatorreliabilität, sowie ihrer Konvergenz- und Diskriminanzvalidität beurteilt. Die interne Konsistenz ist ein Reliabilitätskriterium, das überprüft, inwieweit die Indikatoren eines reflektiven Messmodells das gleiche Ereignis messen. Die Bestimmung der internen Konsistenz erfolgt häufig durch Cronbachs Alpha. Da Cronbachs Alpha aber abhängig von der Zahl der Items ist und zu einer Unterschätzung der internen Konsistenz tendiert, ist eine Beurteilung der internen Konsistenz anhand der Konstruktreliabilität (ρ_c) ebenfalls möglich (Hair et al., 2016). Ein Konstrukt gilt als zuverlässig, wenn die Indikatoren untereinander starke Beziehungen aufweisen (Götz & Liehr-Gobbers, 2004). Eine ausreichende Korrelation zwischen den Indikatoren besteht, wenn für die Konstruktreliabilität Werte $\geq 0,6$ erreicht werden (Bagozzi & Yi, 1988). Die Indikatorreliabilität stellt den Varianzanteil eines Indikators dar, der durch das Konstrukt des Messmodells erklärt wird. Dieser Varianzanteil soll mindestens genauso hoch sein, wie der Varianzanteil des Indikators, der nicht durch die latente Variable erklärt wird (Hair, 2016). Demnach sollen mindestens 50 % der Varianz eines Indikators durch die latente Variable erklärt werden (Götz & Liehr-Gobbers, 2004). Ladungen mit Werten $\geq 0,7$ werden als akzeptabel angesehen (Hair et al., 2016). Hulland (1999) gibt an, dass bei neu entwickelten Skalen auch Ladungen $\geq 0,4$ akzeptiert werden können. Indikatoren mit geringeren Ladungen sollen aus dem Modell entfernt werden.

Konvergenzvalidität liegt vor, wenn alle Faktorladungen signifikant sind. Zudem wird zur Beurteilung die durchschnittlich erfasste Varianz (AVE) herangezogen. Dieses Kriterium gibt den Varianzanteil aller Indikatoren eines Messmodells wieder, der durch die latente Variable erklärt wird. Der AVE-Wert sollte $\geq 0,5$ sein. Demzufolge sollten sich der erklärte und nicht erklärte Varianzanteil mindestens entsprechen (Hair et al., 2016; Chin, 1998).

Die Diskriminanzvalidität besagt, dass ein Konstrukt einzigartig ist und nicht durch andere Konstrukte erklärt wird. Die Diskriminanzvalidität eines Messmodells wird durch das Fornell-

Larcker-Kriterium bestimmt. Dieses Kriterium vergleicht den AVE-Wert einer latenten Variable und dessen quadrierten Korrelationen mit den anderen latenten Variablen. Jedes reflektive Konstrukt sollte eine höhere Varianz mit seinen eigenen Indikatoren als mit anderen Konstrukten des Strukturmodells aufweisen (Hair et al., 2016).

Ein formatives Messmodell muss auf Multikollinearität sowie auf die Signifikanz und Relevanz der Indikatoren geprüft werden. Multikollinearität liegt vor, wenn Indikatoren eines Konstrukts gleiche Informationen enthalten. Wenn Indikatoren untereinander korreliert sind, deutet das auf eine Fehlspezifikation des Modells hin und führt zu Verzerrungen (Hair et al., 2016). Die Messung von Multikollinearität erfolgt mit dem Varianzinflationsfaktor (VIF), welcher den Kehrwert der Toleranz abbildet. Die Toleranz gibt den Varianzanteil eines Indikators an, der nicht durch die übrigen Indikatoren des Messmodells erklärt wird. Der VIF sollte den Grenzwert von fünf nicht überschreiten.

Zudem wird die Relevanz und Signifikanz der Indikatoren formativer Messmodelle überprüft, die sich durch die Höhe und Signifikanz der Gewichte ergibt. Die Berechnung der Gewichte findet durch eine multiple Regression und die Beurteilung anhand des Bestimmungsmaßes R^2 statt. Durch einen Vergleich der Indikatorgewichte kann die Relevanz eines Indikators für das jeweilige Konstrukt ermittelt werden (Hair et al., 2016). Grundsätzlich gilt, je höher ein Gewicht, desto mehr trägt der Indikator zur inhaltlichen Erklärung der latenten Variable bei (Nitzl, 2010).

Laut Lohmöller (1989) sollen die Gewichte der Indikatoren mindestens bei einem Wert von 0,1 liegen. Allerdings optimiert der PLS-Algorithmus die Gewichte der einzelnen Indikatoren dahingehend, dass die Varianz des gesamten Modells maximiert wird. Deshalb sollten im Absolutwert gering ausfallende Gewichte nicht direkt aus dem Modell eliminiert werden. Es muss berücksichtigt werden, dass die Zuordnung der Indikatoren aufgrund theoretischer Überlegungen zu den Konstrukten erfolgt ist und eine Entfernung dieser, zu einer Veränderung des Inhalts eines Konstrukts führt (Götz & Liehr-Gobbers, 2004; Jarvis et al., 2003). Außerdem kann es bei Schätzungen formativer Modelle zu unterschiedlichen Vorzeichen der Gewichte kommen, die theoretisch nicht begründet werden können. Durch die unterschiedlichen Vorzeichen der Indikatoren kann weder auf eine höhere inhaltliche Relevanz geschlossen noch können Anhaltspunkte zur Entfernung von Indikatoren gegeben werden. Unterschiedliche Vorzeichen zeigen, dass die Indikatoren verschiedene Aspekte des Konstrukts darstellen (Weiber & Mülhhaus, 2014).

Die Signifikanz der Gewichte wird durch das Bootstrapping-Verfahren ermittelt. Nicht signifikante Werte sollen aber nicht direkt aus dem Modell entfernt werden. Hair et al. (2016) empfehlen, nicht signifikante Indikatoren mit Ladungen $> 0,5$ im Modell zu behalten. Nicht signifikante Indikatoren mit Ladungen $< 0,5$ sollen jedoch aus dem Modell ausgeschlossen werden. Nach der Überprüfung, ob die Messmodelle aller Konstrukte reliabel und valide sind, folgt die Gütebeurteilung des Strukturgleichungsmodells. Diese Beurteilung erfolgt durch die Betrachtung der Beziehungen zwischen den Konstrukten. Es gilt folgende Kriterien zu überprüfen: Kollinearität, Signifikanz und Relevanz der Modellbeziehungen, erklärte Varianz der endogenen Konstrukte, Effektstärke exogener Konstrukte sowie die Prognoserelevanz des gesamten Modells (Hair et al., 2016).

Um Verzerrungen zu vermeiden, werden zuerst die Pfadkoeffizienten mit dem VIF auf Kollinearität geprüft. Kollinearität kann vorliegen, da die Schätzungen von Pfadkoeffizienten mittels Kleinstquadrateschätzungen erfolgen (Hair et al., 2016). Danach findet die Bestimmung der Signifikanz der Pfadkoeffizienten durch das Bootstrapping statt. Die Relevanz der Pfadkoeffizienten resultiert aus deren Höhe. Je höher die Pfadkoeffizienten von Konstrukten, desto größer ist deren Effekt auf die endogene latente Variable.

Zudem erfolgt die Bestimmung der erklärten Varianz durch das Bestimmtheitsmaß R^2 . Je größer das R^2 , desto höher ist der Anteil der erklärten Streuung an der Gesamtstreuung. Laut Chin (1998) haben R^2 -Werte von 0,19 eine schwache, R^2 -Werte von 0,33 eine moderate und R^2 -Werte von 0,66 eine substantielle Erklärungskraft.

Abschließend wird die Schätzrelevanz des Modells beurteilt. Diese ergibt sich durch das Stone-Geisser-Kriterium (Q^2), welches die Prognoserelevanz von reflektiv gemessenen endogenen Konstrukten beurteilt. Werte für $Q^2 > 0$ zeigen, dass das Strukturmodell eine Vorhersagerelevanz hat (Hair et al., 2016).

A3 Artikel aus dem Konferenztageband der Gesellschaft für Informatik

Nachfolgend werden die Artikel aus Konferenztagebänden mit Angabe der Autoren, des Titels und dem Tagungsband in thematischer Reihenfolge aufgeführt (Tabelle 8). Beide Artikel wurden von der Promovendin auf der 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik (GIL) in Weihenstephan am 17. Februar 2020 vorgestellt. Aus Authentizitätsgründen wird in beiden Artikeln der Zitationsstil der Tagungsbeiträge beibehalten.

Artikel	Autoren (Jahr)	Titel	Tagungsband
Artikel 6	Mohr und Kühl (2020)	Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft. Eine Analyse von Einflussfaktoren auf die Nutzungsintention bei Landwirten	Referate der 40. GIL- Jahrestagung in Weihenstephan, 17.-18. Februar 2020: Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft Fokus: Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier: 193-198.
Artikel 7	Mohr und Höhler (2020)	Öffentliche Meinung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft und ihren Auswirkungen	Referate der 40. GIL- Jahrestagung in Weihenstephan, 17.-18. Februar 2020: Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft Fokus: Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier: 187-192.

Tabelle 8: Übersicht der Artikel aus dem Konferenztageband der Gesellschaft für Informatik

Quelle: Eigene Darstellung

Artikel 6: Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft. Eine Analyse von Einflussfaktoren auf die Nutzungsintention bei Landwirten

Svenja Mohr[♦] und Rainer Kühl[♦]

[♦]Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft

Erschienen in:

Referate der 40. GIL-Jahrestagung in Weihenstephan, 17.-18. Februar 2020: Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft Fokus: Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier. Herausgegeben von: Gandorfer, M., A. Meyer-Aurich, H. Bernhardt, F. X. Maidl, G. Fröhlich und H. Floto (2020) (Hrsg.): Gesellschaft für Informatik e. V.: 193-198.

Online unter:

<https://gil-net.de/2020/02/10/tagungsband-der-40-jahrestagung-online/>

Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft.

Eine Analyse von Einflussfaktoren auf die Nutzungsintention bei Landwirten

Abstract: Die ökonomische und ökologische Überlegenheit von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft kann nur dann ausgeschöpft werden, wenn bei Landwirten eine Bereitschaft vorliegt, diese zu nutzen. Um den Einfluss verhaltensbezogener Faktoren auf die Nutzungsintention von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft zu untersuchen, wird die Theorie des geplanten Verhaltens verwendet und erweitert. Die Überprüfung der modellierten Zusammenhänge erfolgt mit einer Strukturgleichungsanalyse. Die Analyse ergibt, dass die persönliche Einstellung, die Wahrnehmung der Verhaltenskontrolle und die Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Nutzungsintention von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz bei den befragten Landwirten haben.

Keywords: Künstliche Intelligenz, Landwirtschaft, Theorie des geplanten Verhaltens, Strukturgleichungsmodell

1 Einleitung

Marktforschungsunternehmen und Branchenverbände vermitteln den Eindruck einer modernen und fortschrittlichen Landwirtschaft in Deutschland. So bezeichnen unter anderem der Digitalverband Bitkom und der Deutsche Bauernverband die Landwirtschaft als „Treiber der Digitalisierung im ländlichen Raum“ [Bi19]. Gleichzeitig steht die Landwirtschaft vor Herausforderungen: Die Bedeutung der Ressourcenschonung, mit der ein sparsamer Einsatz von Betriebsmitteln einhergeht, nimmt zu. Produktionsentscheidungen müssen aufgrund von Wetterveränderungen, unterschiedlichen lokalen Bodenbeschaffenheiten und Pflanzenkrankheiten unter Unsicherheit getroffen werden [An17]. Verschiedene Technologieentwicklungen wie Künstlicher Intelligenz (KI) können genutzt werden, um diesen Herausforderungen zu begegnen.

Dieser Beitrag zielt darauf ab, Voraussetzungen für die Nutzungsbereitschaft von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz bei Landwirten zu untersuchen. Die Einstellungen der Landwirte gegenüber selbstlernenden Systemen stehen im Fokus. Eine Strukturgleichungsanalyse wird eingesetzt, um verhaltensbezogene Faktoren, die die Nutzungsintention von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft beeinflussen zu untersuchen.

2 Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft

Künstliche Intelligenz bzw. selbstlernende Systeme¹ sind Anwendungen aus der Informatik, die selbstständig Daten verarbeiten, aus Daten lernen, Muster zu erkennen und bestimmte Aufgaben zu lösen. Dieses sogenannte intelligente Verhalten ist in Maschinen wie Robotern oder Computern integriert [RN95]; [Co18]. Anwendungsbereiche von Künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft sind unter anderem der chemische oder mechanische Pflanzenschutz und die Aussaat von Saatgut. Ökonomische und ökologische Vorteile werden durch den Einsatz von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz erwartet. Beispielsweise wird den Robotern zugeschrieben, nur dort in die Umwelt einzugreifen, wo deren Einsatz notwendig ist. Der Einsatz von Inputfaktoren wird optimiert, negative Auswirkungen auf Böden und Grundwasser verringert und Kosten eingespart [Hi19].

Die ökonomischen und ökologischen Vorteile von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft können nur dann genutzt werden, wenn eine Nutzungsbereitschaft dieser Anwendungen bei Landwirten vorliegt. Trotz finanziellen, produktionstechnischen und arbeitserleichternden Vorteilen von neuen Technologien, wurde bereits in früheren Studien zur Nutzung von Precision-Farming-Technologien ermittelt, dass weniger als ein Drittel der Befragten diese Technologien nutzt [Re09]; [PT17].

3 Empirische Analyse

3.1 Modelltheoretische Grundlagen und Herleitung der Hypothesen

Um den Einfluss verschiedener verhaltensbezogener Faktoren auf die Nutzungsbereitschaft von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz zu untersuchen, wird das Modell des geplanten Verhaltens von AJZEN (1991), bei dem es sich um ein Erklärungsmodell von Einstellungs-Verhaltensreaktionen handelt, herangezogen. Das Modell ist durch die drei Konstrukte *persönliche Einstellung*, *subjektive Norm* und *wahrgenommene Verhaltenskontrolle* charakterisiert. Grundsätzlich gilt für die drei Faktoren, je positiver deren Ausprägung, desto stärker ist die Verhaltensabsicht [Aj91]. Da mit der Entwicklung von intelligenten Technologien Fragen bezüglich der Eigentumsrechte an Daten aufkommen, wird dieser Aspekt ebenfalls erfasst. Bei Landwirten stellt die ungeklärte Datenhoheit ein Akzeptanzhemmnis dar [Ga17], weshalb das Modell um den Faktor *Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten* ergänzt wird.

¹ werden synonym verwendet.

Der erste Faktor *persönliche Einstellung* umfasst den Grad einer positiven oder negativen Beurteilung des betreffenden Verhaltens [Aj91]. Die persönliche Einstellung zum Verhalten wird hier als Einstellung zur Nutzungsabsicht von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft erfasst.

H1: Je positiver die persönliche Einstellung zu KI-Anwendungen in der Landwirtschaft beurteilt wird, desto höher ist die Nutzungsintention von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft.

Der zweite Faktor *subjektive Norm* bezieht sich auf den wahrgenommenen sozialen Druck durch Anspruchsgruppen, die Aktivität aus- oder nicht auszuführen. Bei diesem Konstrukt geht es also um die Wahrnehmung der Landwirte dessen, was verschiedene Interessensgruppen hinsichtlich der Nutzungsbereitschaft von KI-Anwendungen erwarten [Aj91].

H2: Je positiver die subjektive Norm beurteilt wird, desto höher ist die Nutzungsintention von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft.

Der dritte Faktor *wahrgenommene Verhaltenskontrolle* erfasst die wahrgenommene Einfachheit bzw. Schwierigkeit ein Verhalten in der Realität umzusetzen. Es geht also um das Selbstvertrauen in die Fähigkeiten, die Nutzung von KI-Anwendungen auszuführen [Aj91].

H3: Je positiver die wahrgenommene Verhaltenskontrolle beurteilt wird, desto höher ist die Nutzungsintention von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft.

Sowohl von der Industrie und der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft als auch von der Politik wird gefordert, dass die Eigentumsrechte der betrieblichen Daten bei den Landwirten liegen [DLG18]. Es ist davon auszugehen, dass sich die Nutzungsintention von KI-Anwendungen erhöht, wenn die *Eigentumsrechte der betrieblichen Daten* bei Landwirten liegen.

H4: Je höher die Erwartung ist, dass die Eigentumsrechte der betrieblichen Daten bei Landwirten liegen, desto höher ist die Nutzungsintention von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft.

3.2 Methode

Der Einfluss der verschiedenen Faktoren auf die Nutzungsintention von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz wird mit Hilfe einer Strukturgleichungsanalyse überprüft. Strukturgleichungsanalysen eignen sich für die Analyse komplexer Ursache-Wirkungsstrukturen und erlauben die Messung hypothetischer Konstrukte, die sich einer direkten empirischen Beobachtbarkeit entziehen. Die Messbarkeit der hypothetischen Konstrukte erfolgt durch die Operationalisierung der Faktoren mittels verschiedener Items, die unterschiedliche Aspekte der Konstrukte wiedergeben [Ha17]. Der Online-Fragebogen wurde im Oktober 2019

an Studierende und Mitarbeitende der Justus-Liebig-Universität Gießen, die im Fachbereich 09 „Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement“ eingeschrieben bzw. angestellt sind und in einem landwirtschaftlichen Betrieb arbeiten, versendet.

3.3 Vorläufige Ergebnisse

Insgesamt haben 85 Personen an der Befragung teilgenommen, wovon nachfolgend 36 Personen berücksichtigt werden. Die restlichen Personen haben den Fragebogen nicht vollständig ausgefüllt oder sind auf keinem landwirtschaftlichen Betrieb angestellt. Das Durchschnittsalter der Befragten liegt bei 27 Jahren. Rund 75 Prozent der Befragten sind als Studierende an der Universität eingeschrieben, ein Viertel der Befragten ist an der Universität angestellt. Im Median sind vier Personen in den Betrieben der Befragten angestellt und die bewirtschaftete Ackerfläche liegt bei 120 ha. Acht von zehn dieser Betriebe sind Haupterwerbsbetriebe.

Die Schätzung des Strukturgleichungsmodells erfolgt mit einer varianzbasierten Parameterschätzung. Die Überprüfung der Gütekriterien der beiden reflektiven Messmodelle *Nutzungsintention von KI-Anwendungen* und *persönliche Einstellung* ergibt, dass diese erfüllt sind. Gleiches trifft auf die formativen Messmodelle *subjektive Norm*, *wahrgenommene Verhaltenskontrolle* und *Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten* zu. Die Gütebeurteilung des Strukturmodells ist also möglich. Das Modell weist keine Multikollinearität auf und beinhaltet Konstrukte, die die Nutzungsintention von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft beeinflussen (Q^2 : 0,373). Insgesamt werden 74,3 Prozent der Varianz der Nutzungsintention von KI-Anwendungen durch die zugeordneten Konstrukte erklärt.

Das Strukturgleichungsmodell und die Ergebnisse der Hypothesenprüfung sind in Abbildung 1 dargestellt. Drei von vier Hypothesen werden angenommen. Zur Interpretation der Effekte werden die Pfadkoeffizienten herangezogen. Es gilt, je höher ein Pfadkoeffizient ist, desto höher ist die Relevanz des Konstrukts für die abhängige Variable *Nutzungsintention von KI-Anwendungen*.

Die *persönliche Einstellung* der Befragten zu KI-Anwendung hat in diesem Modell den bedeutendsten Einfluss auf die Nutzungsintention von selbstlernenden Systemen in der Landwirtschaft (H1). Dieses Konstrukt wird durch die Möglichkeit einer ressourcenschonenderen und nachhaltigeren Landwirtschaft sowie dem eigenen Interesse, selbstlernende Systeme auszuprobieren, erfasst. Die Hypothese zur *subjektiven Norm* wird aufgrund des statistisch nicht signifikanten Pfadkoeffizienten verworfen (H2). Demzufolge haben Politik,

Medien und Gesellschaft keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Nutzungsintention von selbstlernenden Systemen in der Landwirtschaft. Dennoch lässt sich aufgrund der Höhe des Pfadkoeffizienten eine ökonomische Relevanz des Konstrukts auf die Nutzungsintention vermuten. Für das Konstrukt *wahrgenommene Verhaltenskontrolle* wird ebenfalls ein statistisch signifikanter Einfluss ermittelt. Daraus folgt, je weniger Schwierigkeiten bei der Implementierung von selbstlernenden Systemen erwartet werden, desto höher ist die Nutzungsintention dieser Anwendungen. Bei der Überprüfung der Hypothese zur *Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten* wird ein signifikanter Einfluss auf die Nutzungsintention von KI-Anwendungen festgestellt (H4).

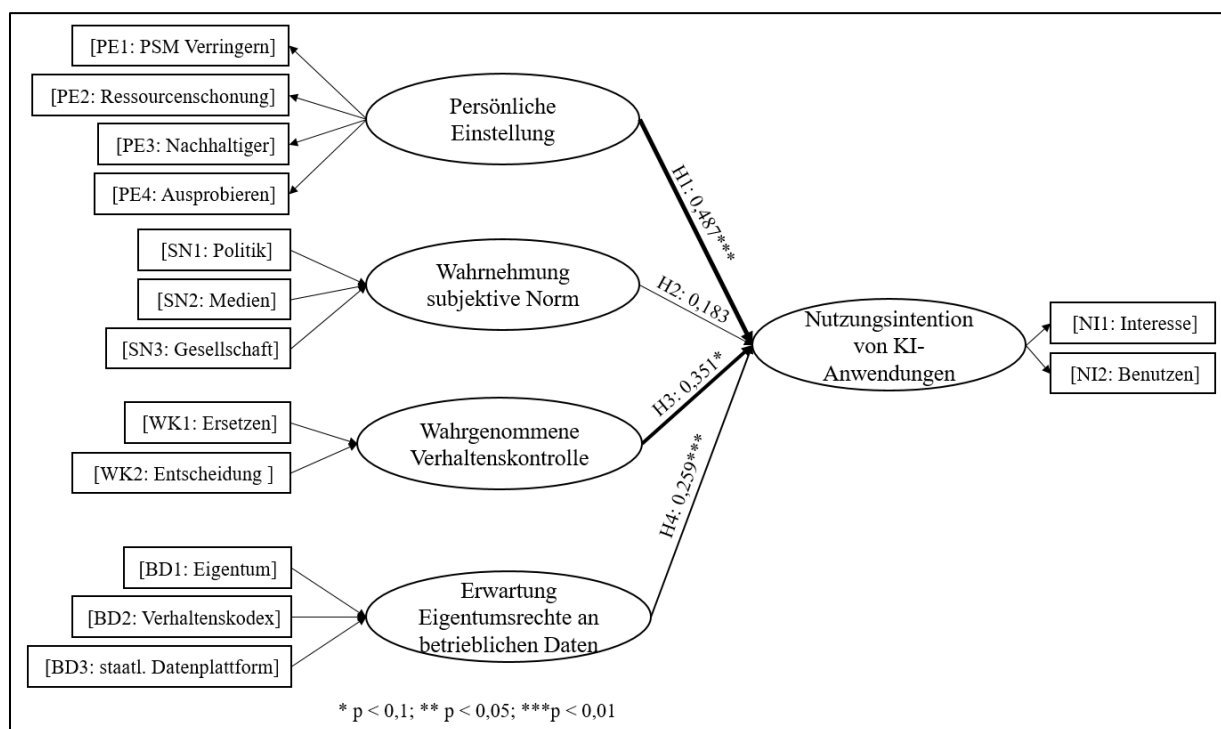


Abb. 1: Darstellung des Strukturgleichungsmodells und der Hypothesenprüfung

4 Schlussfolgerung und Limitationen

Die Ergebnisse der Strukturgleichungsanalyse zeigen die Übertragbarkeit des Modells des geplanten Verhaltens auf den Untersuchungsgegenstand. Die persönliche Einstellung der Befragten hat den bedeutendsten Einfluss auf die Nutzungsintention. Insbesondere hier könnten Politik, Hersteller und Verbände ansetzen, um eine breite Akzeptanz von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz bei Landwirten zu schaffen.

Obwohl durch die Strukturgleichungsanalyse statistisch signifikante Einflussfaktoren auf die Nutzungsintention von KI-Anwendungen bei Landwirten ermittelt werden, muss auch auf modelltheoretische Einschränkungen hingewiesen werden. Aufgrund der geringen

Stichprobengröße ist ein Einbezug weiterer Einflussfaktoren sowie die Messung der Konstrukte mit weiteren Items nicht möglich [Ha17]. In zukünftigen Untersuchungen sollte die Stichprobengröße und der Anteil an Haupterwerbslandwirten erhöht werden, um ein umfassenderes Modell schätzen zu können.

Literaturverzeichnis

- [Aj91] Ajzen, I.: The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50/2, S. 179-211, 1991.
- [An17] Antle, J. et al.: Towards a new generation of agricultural system data, models and knowledge products. Design and improvement. *Agricultural Systems* 155, S. 255-58, 2017.
- [Bi19] Bitkom: Landwirte bringen digitalen Fortschritt in den ländlichen Raum. Pressebereich, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Landwirte-bringen-digitalen-Fortschritt-den-laendlichen-Raum>, Stand: 06.02.2019.
- [Co18] Coble, K. et al.: Big Data in Agriculture. A Challenge for the Future. *Applied Economic Perspectives and Policy* 40/1, S. 77-96, 2018.
- [DLG18] Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG): Chancen. Risiken. Akzeptanz. Digitale Landwirtschaft. Ein Positionspapier der DLG, <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/digitalisierung-arbeitswirtschaft-und-prozesstechnik/digitale-landwirtschaft/>, Stand: Januar 2018.
- [Ga17] Gandorfer, M. et al.: Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung und ihre Herausforderungen. *Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Fokus: Digitalisierung in kleinstrukturierten Regionen: Referate der 39. GIL-Jahrestagung*, 18.-19. Februar 2019 in Wien, S. 9-19, 2017.
- [Ha17] Hair, J. et al.: Partial Least Squares Strukturgleichungsmodellierung (PLS-SEM): Eine anwendungsorientierte Einführung, 1. Auflage, Vahlen, München, 2017.
- [Hi19] Hillerband, F. et al.: Robotik in der Außenwirtschaft. Entwicklungskonzepte und tendenzielle Einflussmöglichkeiten auf die Prozesssteuerung durch den Landwirt. *Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Fokus: Digitalisierung in kleinstrukturierten Regionen: Referate der 39. GIL-Jahrestagung*, 18.-19. Februar 2019 in Wien, S. 77-82, 2019.
- [PT17] Paustian, M.; Theuvsen, L.: Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. *Precision Agric* 18, S. 701-716, 2017.
- [Re09] Reichardt, M. et al.: Dissemination of precision farming in Germany: acceptance, adoption, obstacles, knowledge transfer and training activities. *Precision Agric* 10, S. 525-545, 2009.
- [RN95] Russel, S.; Norvig, P.: Artificial Intelligence. A Modern Approach, 1995.

Artikel 7: Öffentliche Meinung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft und ihren Auswirkungen

Svenja Mohr♦ und Julia Höhler♦

♦ Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft

Erschienen in:

Referate der 40. GIL-Jahrestagung in Weihenstephan, 17.-18. Februar 2020: Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft Fokus: Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier. Herausgegeben von: Gandorfer, M., A. Meyer-Aurich, H. Bernhardt, F. X. Maidl, G. Fröhlich und H. Floto (2020) (Hrsg.): Gesellschaft für Informatik e. V.: 187-192.

Online unter:

<https://gil-net.de/2020/02/10/tagungsband-der-40-jahrestagung-online/>

Öffentliche Meinung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft und ihren Auswirkungen

Eine Analyse von Medieninhalten

Abstract: Das Bild der Landwirtschaft in der Bevölkerung wird zunehmend durch die Medien geprägt. Um die öffentliche Meinung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft zu untersuchen und ihre Akzeptanz zu steigern, eignet sich daher die Analyse von Medieninhalten zum Thema. In einer Inhaltsanalyse von 84 Zeitungsartikeln werden Argumente codiert und anschließend mittels einer Frequenzanalyse ausgewertet. Es zeigt sich, dass Pro-Argumente in der Berichterstattung überwiegen. Insbesondere wird positiv über die Arbeitserleichterung, weniger Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln sowie höhere Erträge berichtet. Negativ werden die unzureichende Netzabdeckung und die Macht der Anbieter thematisiert.

Keywords: Digitalisierung, Landwirtschaft, Inhaltsanalyse, Medienanalyse

1 Einleitung

Die Digitalisierung in der Landwirtschaft bietet vielfältige Potenziale zur Effizienzsteigerung, zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit sowie zur Steigerung der Produktqualität [Pf19]. Um diese Potenziale zu nutzen, bedarf es einer breiten Akzeptanz verschiedener gesellschaftlicher Einflussgruppen. Zum einen betrifft dies den Einsatz neuer Technologien durch landwirtschaftliche Betriebe [SG18]. Zum anderen müssen aber auch Verbraucher und Verbraucherinnen die Digitalisierung in der Landwirtschaft akzeptieren [Pf19]. Durch die Entfremdung der Verbraucher und Verbraucherinnen von der Lebensmittelproduktion werden deren Vorstellungen über landwirtschaftliche Produktionsprozesse zunehmend durch Medien und durch Darstellungen von Nichtregierungsorganisationen geprägt [Pf19], [ASJ08]. Die Medien beeinflussen durch die Auswahl und Darstellung von Themen die öffentliche Meinung. Die Kenntnis der öffentlichen Meinung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft sowie ihrer Einflussfaktoren und Dynamiken kann bei der Gestaltung politischer Maßnahmen und bei der Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz eingesetzt werden.

Ziel dieses Beitrags ist es, Medieninhalte zur Digitalisierung in der Landwirtschaft zu identifizieren und die verwendeten Deutungsmuster zu untersuchen. Konkret sollen die relevanten Argumente identifiziert werden und ein Meinungsbild soll aufgezeigt werden. Für die Inhaltsanalyse werden zunächst systematisch Zeitungsartikel zu dem Thema

„Digitalisierung in der Landwirtschaft“ aus den Leitmedien erfasst. Diese Zeitungsartikel werden mithilfe eines induktiv entwickelten Kategoriensystems kodiert, um die Inhalte zusammenzufassen und wesentliche Inhalte herauszuarbeiten [Ma15]. Jedes Auftreten eines jeweiligen Deutungsmusters (z.B. „Es mangelt an Akzeptanz durch die Landwirtschaft“) wird markiert. Durch die Vergabe der unterschiedlichen Codes kann die Berichterstattung analysiert werden. Die gewonnenen Erkenntnisse bieten für die Hersteller von Produkten die Möglichkeit, gezielte Maßnahmen zur Förderung der gesellschaftlichen Akzeptanz zu entwickeln.

2 Material und Methoden

Für die Inhaltsanalyse wurde in den Archiven verbreiteter überregionaler Tages- und Wochenzeitungen sowie Nachrichtenmagazinen mit den Suchwörtern „Digitalisierung + Landwirt*“ sowie „Digitalisierung + Agrar*“ nach Artikeln aus dem Zeitraum 01.01.2016 bis 30.04.2019 gesucht. Die Artikel stammen aus den Medien Stern, Focus, Spiegel, die Zeit, die Welt, Bild, Bild am Sonntag, Süddeutsche Zeitung, Frankfurter Allgemeine Zeitung und Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung. Es handelt sich dabei um die zehn Zeitungen mit den höchsten Reichweiten in der jeweiligen Zeitungskategorie. Insgesamt wurden 84 Artikel gefunden. Das Wort Digitalisierung kommt hierin 252-mal vor. Die Inhaltsanalyse erfolgte mit dem Programm MaxQDA. Da bisher keine wissenschaftlichen Arbeiten zur Medienagenda bezüglich der Digitalisierung in der Landwirtschaft vorliegen, wurden die Kategorien induktiv, also direkt aus dem Material gebildet [Ma15]. Codiert wurden Sätze, die entweder negativ (Code: Contra), positiv (Code: Pro) oder neutral (Code: Neutral) über die Digitalisierung in der Landwirtschaft berichten. Dabei wurden die Sätze in knapper, auf den Inhalt beschränkter und beschreibender Form mit einem Code umschrieben. Anschließend wurden die Codes aufgrund von inhaltlichen Überlegungen weiter reduziert [Ma15]. Um die Reliabilität zu überprüfen, wurde eine Zufallsstichprobe der Texte jeweils durch zwei Personen codiert. Insgesamt wurden 451 Codes vergeben.

3 Vorläufige Ergebnisse und Diskussion

Die Aufteilung der Argumente in Pro, Contra und Neutral (Abbildung 1) zeigt, dass in der Berichterstattung positive Argumente mit einem Anteil von 58,5 Prozent an den vergebenen Codes überwiegen. Negative Argumente machen 26,2 Prozent der Codes aus, während 15,3 Prozent auf neutrale Argumente entfallen.

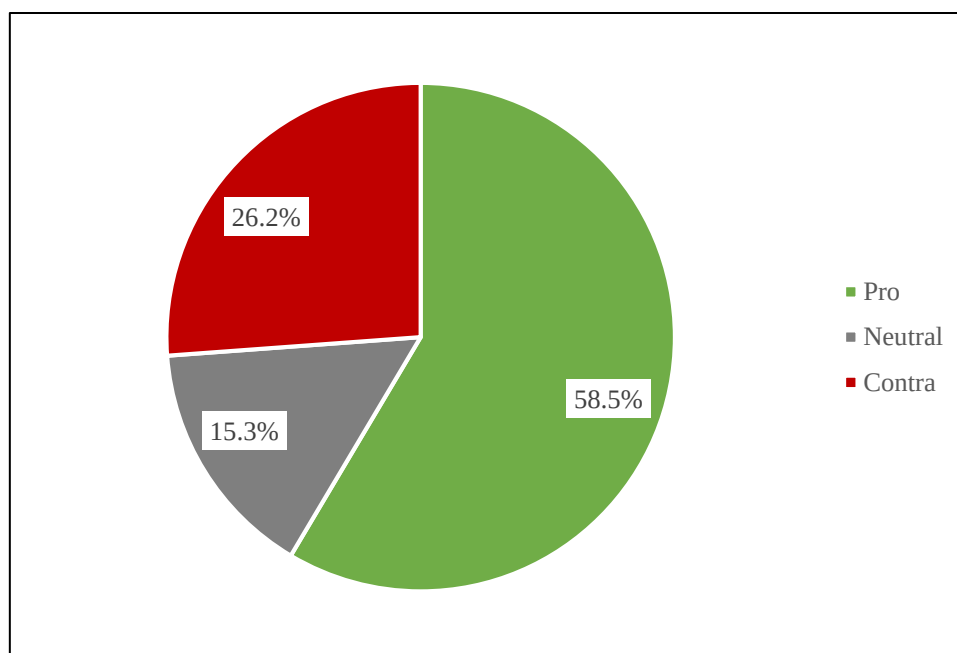


Abb. 1: Verteilung der Argumente in den ausgewerteten Zeitungsartikeln

Die verschiedenen Codes können nun weiter nach ihrer Häufigkeit aufgeschlüsselt werden. In Abbildung 2 sind die meistvergebenen Codes dargestellt. Als Pro-Argumente markierte Codes werden als grüne, Contra-Argumente als rote und neutrale Argumente als graue Balken angezeigt. Codes ab neun Nennungen werden dargestellt, während alle übrigen Codes in der Kategorie „Sonstiges“ zusammengefasst werden (18,8 Prozent). Am häufigsten wird die Arbeitserleichterung als positives Argument für die Digitalisierung in der Landwirtschaft genannt (12,4 Prozent), gefolgt vom reduzierten Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln (PSM, 8,6 Prozent), höheren Erträgen (8,4 Prozent) und mehr Umweltschutz und Nachhaltigkeit (7,3 Prozent). Danach folgen die beiden neutralen Argumente, dass die Digitalisierung in der Landwirtschaft bereits genutzt wird (6,4 Prozent) und dass sie die Landwirtschaft verändern wird (6,2 Prozent). Negativ werden die Macht der Anbieter und die damit verbundene steigende Abhängigkeit der Landwirtschaft (3,3 Prozent), Probleme beim Datenschutz und bei der Datenhoheit (3,1 Prozent) sowie hohe Kosten der Digitalisierung (2,7 Prozent) und die fehlende Marktreife (2 Prozent) in den Artikeln thematisiert. Zudem wird positiv über mehr Transparenz (2,2 Prozent) und bessere Produktqualität (2 Prozent) berichtet. Darüber hinaus wird neutral dargestellt, dass die Industrie in die Digitalisierung investiert (2 Prozent).

Im Vergleich mit den Ergebnissen von Pfeiffer et al. [Pf19], die eine repräsentative Befragung zur gesellschaftlichen Akzeptanz von Digitalisierung in der Landwirtschaft durchgeführt haben, zeigt sich, dass die Argumente in den Medien sich auch in der generellen Meinung der

Verbraucher und Verbraucherinnen zu digitalen Technologien widerspiegeln. Der Großteil der Befragten von Pfeiffer et al. geht von einer Arbeitserleichterung durch die Digitalisierung aus und nimmt an, dass sie eine umweltschonendere Produktion ermöglicht. Das Argument der Ertragssteigerung findet sich jedoch nicht in der Befragung wieder, sodass keine Aussage dazu möglich ist, ob die Bevölkerung dieses Potenzial wahrnimmt.

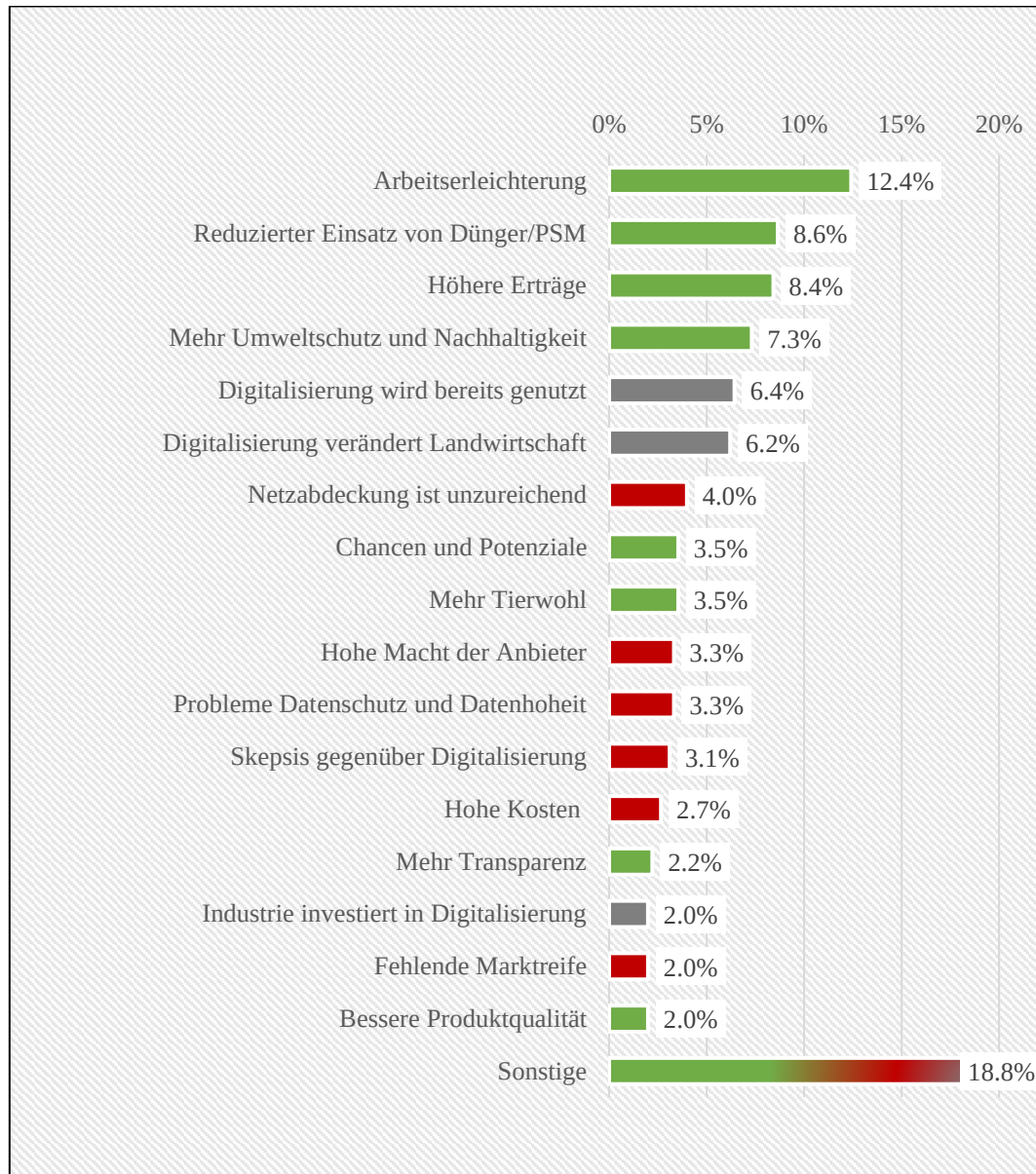


Abb. 2: Anteil der häufigsten Codes an den Gesamtcodes

Vergleicht man die Ergebnisse mit der Forschung zur Medienagenda bezüglich anderer landwirtschaftlicher Themen, wie beispielsweise der Biotechnologie [KMOV04], so wird deutlich, dass die Berichterstattung zur Digitalisierung der Landwirtschaft überdurchschnittlich positiv ist.

4 Schlussfolgerungen

In den deutschen Medien wurde von Anfang 2016 bis Mitte 2019 überwiegend positiv über die Digitalisierung in der Landwirtschaft berichtet. Insbesondere werden die Arbeitserleichterung, der reduzierte Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutz, höhere Erträge und mehr Umweltschutz und Nachhaltigkeit als positiv beschrieben. Negativ wird hingegen über die unzureichende Netzabdeckung, die hohe Macht einiger Anbieter und Probleme bei Datenschutz und Datenhoheit berichtet. Ein Abgleich mit der repräsentativen Befragung von Pfeiffer et al. [Pf19] zeigt, dass die positiven Argumente sich auch in der Meinung der Bevölkerung wiederfinden. Weitere Arbeiten sind notwendig, um zu erforschen, inwieweit ein Zusammenhang zwischen der Berichterstattung und der Wahrnehmung der Digitalisierung in der Landwirtschaft in der Öffentlichkeit bestehen. Hierbei kann zudem der Zeitraum der Untersuchung auf aktuellere Zeitungsartikel ausgeweitet werden, um zusätzliche Erkenntnisse zu gewinnen. Eine Erweiterung der Untersuchung auf elektronische Medien ist ebenfalls vorstellbar. Die hier herausgearbeiteten Argumente bieten erste Ansatzpunkte für Hersteller und die Landwirtschaft, die Vorteile der Digitalisierung zielgerichtet zu kommunizieren und die Akzeptanz in der Bevölkerung weiter zu steigern.

Literaturverzeichnis

- [ASJ08] Albersmeier, F.; Spiller, A.; Jäckel, K.: Öffentlichkeitsorientierung in der Ernährungswirtschaft: Eine empirische Studie zum Umgang mit kritischen Anspruchsgruppen. Zeitschrift für Management 3/4, S. 363-384, 2008.
- [KMV04] Kalaitzandonakes, N.; Marks, L. A.; Vickner, S. S.: Media Coverage of Biotech Foods and Influence on Consumer Choice, American Journal of Agricultural Economics 86 /5, S. 1238-1246, 2004.
- [Ma15] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse, 12. Auflage, Beltz Verlag, Weinheim und Basel, 2015.
- [Pf19] Pfeiffer, J.; Schleicher, S.; Gabriel, A.; Gandorfer, M.: Gesellschaftliche Akzeptanz von Digitalisierung in der Landwirtschaft. Digitalisierung in kleinstrukturierten Regionen, Lecture Notes in Informatics. Gesellschaft für Informatik, S. 151-154, 2019.
- [SG18] Schleicher, S.; Gandorfer, M.: Digitalisierung in der Landwirtschaft: Eine Analyse der Akzeptanzhemmnisse. Digitale Marktplätze und Plattformen, Lecture Notes in Informatics (LNI). Gesellschaft für Informatik, S. 203-206, 2018.

Erklärung gemäß der Promotionsordnung des Fachbereichs 09 vom 07. Juli 2004 § 17(2)

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

Gießen, den 29.06.2021

Svenja Mohr