



Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

BAND 99 | Ausgabe 1

Agrarwissenschaft
Forschung

Praxis

Nutzung und Hemmnisse digitaler Technologien in der Landwirtschaft

Sichtweisen aus der Praxis und in den Fachmedien

Von Andreas Gabriel, Markus Gandorfer, Olivia Spykman

1 Einleitung

Der Begriff der Digitalisierung gewinnt seit einigen Jahren in allen Wirtschaftssektoren steigende Beachtung, ohne dass er bisher einheitlich definiert worden wäre. Auch in der Agrar- und Ernährungswirtschaft (Agrifood-Sektor) werden „Digital Farming-Technologien“ (DFT) zunehmend als zukunftsweisende Treiber für Einkommenssicherung in der Landwirtschaft und Ernährungssicherheit betrachtet (Innovationsinitiative Landwirtschaft 2016). Dabei sollen möglichst viele der technischen, produktionsspezifischen und gesellschaftlichen Problemstellungen moderner Landwirtschaft gleichzeitig gelöst und Zielkonflikte zwischen diesen Bereichen reduziert werden. Beim Blick auf das Ende landwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten sollen digitale Technologien insbesondere dazu dienen, dem Verbraucher¹⁾ umfassende und transparente Informationen zu seinen Lebensmitteln zu geben. Zudem soll ermöglicht werden, dass sich die Produktionspalette nach den individuellen Bedürfnissen von Konsumenten optimieren lässt, wenn diese zeitgleich ihr Ernährungs- und Konsumverhalten auf digitalem Wege preisgeben (Roosen und Groß 2017). Für die Handelsstufen im Agrifood-Sektor bietet die Digitalisierung zahlreiche Anwendungsfelder, wenn es darum geht, den Verbraucher in Produkt-, Preis- und Kommunikationsgestaltung einzubinden und Produktinformationen rückverfolgbar und transparent zu gestalten (u.a. Kennzeichnungs- und Kontrollsysteme, Barcodes). Ein weiterer Nutzen digitaler Technologien für den Handel sind verbesserte Qualitätskontrolle und verlängerte Lagerperioden, was ökologische wie auch ökonomische Verbesserungspotentiale mit sich bringt (z. B. Ressourcenschonung, Prozesseffizienz). Auf den Produktionsstufen der Wertschöpfungsketten ist derzeit ein sehr breites Spektrum an innovativen digitalen Technologien auszumachen. Insbesondere in der landwirtschaftlichen Primärproduktion werden diverse digitale Technologien erforscht, entwickelt und zur Anwendung gebracht. Die Vielfalt der Technologien geht dabei auch mit einer oftmals undeutlichen Terminologie einher. Selbst in den Fachmedien werden häufig Schlagwörter wie „Smart Farming“, „Precision

Farming“, „Digital Farming“ oder „Landwirtschaft 4.0“ synonym verwendet. Die Begriffe Smart- und Digital Farming lassen sich beide auf eine gemeinsame übergeordnete Definitionsebene stellen. Hierbei wird generell die Nutzung digitaler Informations- und Datentransformationstechnologie zur Optimierung komplexer landwirtschaftlicher Systeme verstanden. Neue „Big Data“-Technologien wie Cloud Computing werden eingesetzt, um den Einsatz von Robotik und künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft zu ermöglichen (Wolfert et al. 2017). Diese meist vernetzten Technologien dienen sowohl als Entscheidungshilfe für die Praxis als auch zur Verbesserung von standortspezifischen und effizienteren Prozessen in der Pflanzen- und Tierproduktion (Paustian und Theuvsen 2017). Deshalb ist es sinnvoll, den übergeordneten Terminus für den Einsatz digitaler Technologien in der Landwirtschaft in den Bereich des „Precision Farmings“ und in den Bereich der Entscheidungsfindung und des Farm-Managements zu differenzieren.

“Precision Farming“-Technologien bedienen sich Sensoren und digital gesteuerter Applikations- und Verfahrenstechniken, z. B. zur zielgerichteten Flächenbewirtschaftung oder für Automatisierungs- oder Überwachungstechniken im Stall (Bovensiepen et al. 2016). In der Außenwirtschaft sind es insbesondere automatische Lenksysteme, automatische Systeme zur Steuerung von Anbaugeräten, Drohnen, GPS-gesteuerte Teilbreitenschaltung bei Aussaat, Düngung und Pflanzenschutzapplikationen, Bodensensoren und Drohnen, Technologien, die die fortschreitende Digitalisierung in dem Sektor unterstützen. Als ein gutes Beispiel für den Nutzen digitaler Technologien können automatisierte mechanische Verfahren zur Unkrautregulierung genannt werden. Gründe für deren Mehrwert im Ackerbau sind beispielsweise steigende gesetzliche Einschränkungen und Resistenzprobleme, aber auch der wachsende gesellschaftliche Wunsch nach wirkstofffreien und ökologisch erzeugten landwirtschaftlichen Produkten (Heuser et al. 2018). Neue digitale Techniken im Unkrautmanagement versuchen, diesen Bedarf zu füllen und dem Landwirt Alternativen in der Kulturführung zu geben. Die Digitalisierung der Hacktechnik betrifft also konventionell und ökologisch wirtschaftende Betriebe im gleichen Maße.

Zur Entscheidungsfindung und für das Farm-Management stehen u. a. in der Tierhaltung aktuell Farm-Management-Informationssysteme (FMIS), automatische bzw. autonome Fütterungs- und Melktechnik-Systeme und Sensoren zur Messung des Tierverhaltens im Fokus. Hierbei hat die Anzahl von Milchbetrieben mit einem automatischen Melksystem (AMS) weltweit in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich zugenommen, wobei in Europa vor allem die Niederlande, Frankreich und skandinavische Staaten als Vorreiter fungierten (De Koning 2010). Neben wirtschaftlichen Gesichtspunkten entscheiden sich Landwirte auch aufgrund der höheren Arbeitszeitflexibilität (Straete et al. 2017) und den einhergehenden Verbesserungen beim Tierwohl durch verbesserte Überwachung und flexiblere Tierhaltungsabläufe (Latvala und Pyykkönen 2005) für den Einsatz solcher Systeme. In den Bereich der Farm-Management-Informationssysteme in der Tierhaltung fallen außerdem

gesamtheitliche organisations- und entscheidungsunterstützende Technologien in der Tierhaltung. Auch hierzu zeigen erste Studien die Einflussfaktoren zur Adoption solcher für landwirtschaftliche Betriebe grundlegender digitaler Systeme und Hilfsmittel auf (Michels et al. 2019; Schütz et al. 2019; Arens et al. 2012).

Adoption und Akzeptanzhemmnisse von Digital Farming Technologien (DFT)

Mit steigender Digitalisierung im landwirtschaftlichen Sektor sind auch Studien über die Nutzung und den Einsatz digitaler Technologien in der Innen- und Außenwirtschaft verfügbar (u. a. Paustian und Theuvsen 2017; Roosen und Groß 2017; Bovensiepen et al. 2016). Auch in der internationalen wissenschaftlichen Literatur steigt das Interesse zur Betrachtung der Adoption bzw. der Hemmnisse zur Implementierung von DFT in der landwirtschaftlichen Produktion (u.a. Barnes et al. 2019; Kernecker et al. 2019; Miller et al. 2017; Pierpaoli et al. 2013). Im europäischen Vergleich zeigen sich bislang die höchsten Einsatzraten von DFT in Deutschland, den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich, wobei der Anteil der Nutzung von DFT bei Ackerbaubetrieben noch höher ist als in der Forstwirtschaft oder im Weinbau (Kernecker et al. 2019). Eine Metastudie von Pierpaoli et al. aus dem Jahr 2013 hat die damals wesentlichen Adoptionseinflüsse bei Landwirten vor und nach der Adoption von DFT in der Außenwirtschaft zusammengefasst. Unter Verwendung des Technology Acceptance Models (TAM) haben die Autoren die Betriebsgröße, den erwarteten Nutzen der Technologien, aber auch einzelne Betriebsleitermerkmale als entscheidende Faktoren für die Akzeptanz von DFT erkannt (Pierpaoli et al, 2013). Die Adoptionsrate steigt von kleinen zu größeren Betrieben deutlich an (siehe auch Kernecker et al. 2019). Insbesondere im Ackerbau kann dies durch Degressionseffekte begründet werden (Barnes et al, 2019). Ebenso sind Investitionen stets mit wirtschaftlichen Risiken verbunden, was sich insbesondere bei kleineren Betrieben in der Entscheidungsfindung hemmend auswirken kann, wenn die Vorteilhaftigkeit der Technologie nicht klar vorliegt (z. B. Arbeitserleichterung, Präzision, ökonomische Vorteile) oder Technologien noch nicht als marktreif wahrgenommen werden (Kernecker et al. 2019). Die Erwartungshaltung von Landwirten gegenüber neuen Technologien spielt bei Investitionsentscheidungen eine wichtige Rolle. Dennoch wächst die Sorge, dass kleinere landwirtschaftliche Betriebe bei der Digitalisierung abgehängt werden, wenn diese keine Chance haben, in neue Technologien zu investieren (Rotz et al. 2019).

Der Landwirt selbst und sein Umgang mit neuen Technologien erweisen sich in mehreren Studien als zentrale Faktoren für die Adoption und Nutzung. So wurde ein höheres Ausbildungsniveau des Landwirtes als Einflussfaktor für eine höhere Adoptionsrate erkannt (siehe dazu Pierpaoli et al. 2013). Das Alter des Betriebsleiters hingegen konnte bislang in der Literatur nicht eindeutig als signifikante Einflussgröße festgelegt werden. So konnte teilweise ein Zusammenhang der Nutzungsbereitschaft mit

verschiedenen Altersstufen (Sheng Tey and Brindal 2012) oder mit der Dauer der beruflichen Tätigkeit in der Landwirtschaft gefunden werden (Paustian and Theuvsen 2017). Eine weitere Studie aus Deutschland konnte hingegen keinen signifikanten Altersunterschied in Abhängigkeit von der Adoptionsrate feststellen (Reichardt und Jürgens 2009).

Neue DFT werden häufig als zu komplex angesehen und manche Landwirte hegen Bedenken wegen deren Kompatibilität mit bestehenden Produktionssystemen und Praxistauglichkeit im eigenen Betrieb (Kerneck et al. 2019). Auch die Unsicherheit hinsichtlich Datenhoheit und mangelnden Datenschutz können Hemmnisse sein (Gandorfer et al. 2018), die sich in den letzten Jahren durch bessere Kenntnisse der Landwirte über Datenschutzbedingungen und die Funktionsweisen der neuen Technologien abzuschwächen scheinen (Wiseman et al. 2019). Dennoch zeigen sich Landwirte auch bei Technologien zögerlich, die bereits seit längerer Zeit Marktreife erlangt haben (Aubert et al. 2012). Für die (noch) niedrigen Adoptionsraten neuer Technologien werden in der vorhandenen Literatur verschiedenste Gründe identifiziert, jedoch liegen vor allem im Agrarsektor auf nationaler und Länderebene nur wenige spezifische Erkenntnisse vor.

Das Ziel dieses Beitrages ist es, sowohl Nutzung als auch Hemmnisse der Landwirte gegenüber DFT zu untersuchen. Dafür wird auf zwei unterschiedliche Perspektiven eingegangen:

- die Sichtweise von Landwirten selbst sowie
- die Themenauswahl und Berichterstattung ausgewählter landwirtschaftlicher Fachmedien.

Die Informationen zur Analyse der Landwirte-Perspektiven basieren auf Teilergebnissen einer deutschlandweiten Online-Befragung von Landwirten, die von Dezember 2019 bis Januar 2020 durchgeführt wurde. Die anschließende Medienanalyse zur Untersuchung der kontinuierlichen Berichterstattung über DFT fokussiert sich auf den dynamischen Verlauf der redaktionellen Themen und Berichterstattung über Hemmnisse gegenüber DFT und umfasst einen Zeitraum von elf Jahren.

Folgende zentrale Zielstellungen werden behandelt:

- Ermittlung der Nutzung eingesetzter digitaler Technologien in deutschen Landwirtschaftsbetrieben.
- Identifizierung von Gruppenunterschieden bei den befragten Landwirten hinsichtlich hemmender und fördernder Aspekte bei der Adoption digitaler Technologien.
- Veränderungen in der Berichterstattung und der thematisierten hemmenden Faktoren zur Nutzung von DFT in der Praxis in ausgewählten Fachmedien in den Jahren von 2008 bis 2018.

In dem vorliegenden Beitrag werden

- zunächst die Vorgehensweise und die angewandten Methoden zur Befragung von Landwirten in Deutschland (Unterkapitel 2.1) und zur Medienanalyse (Unterkapitel 2.2) gezeigt.
- die Stichproben der beiden Untersuchungen im ersten Ergebnisteil (Unterkapitel 3.1) dargestellt.
- die Ergebnisse der Landwirte-Befragungen in den nächsten beiden Unterkapiteln beschrieben, wobei
 - das Unterkapitel 3.2 die Ergebnisse zum Einsatz, zu den Hemmnissen und Einstellungen bezüglich DFTs deskriptiv beschreibt und
 - im Unterkapitel 3.3. Unterteilungen der Gesamtstichprobe hinsichtlich der wahrgenommenen Adoptionshemmnisse und Nutzeneinschätzungen miteinander verglichen werden.
- In Unterkapitel 3.4 sind die Ergebnisse der Medienanalyse in Hinblick auf erfasste Themenbereiche, Begrifflichkeiten und die in den Medien betrachteten Hemmnisse gegenüber DFTs zusammengefasst.
- Der letzte Ergebnisteil (Unterkapitel 3.5) vergleicht die Unterschiede des untersuchten Kontexts zwischen den beiden Perspektiven der Praxis und der Medienlandschaft.
- Der Beitrag schließt mit allgemeinen Schlussfolgerungen und Hinweisen für weitere Möglichkeiten zur Verbesserung der Adoption digitaler Technologien in der Landwirtschaft (Kapitel 4).

2 Methodik

2.1 Deutschlandweite Online-Umfrage bei landwirtschaftlichen Betrieben

Die Datenerhebung erfolgte durch eine Online-Umfrage, durchgeführt in Zusammenarbeit mit der AgriExpert-Gruppe des Deutschen Landwirtschaftsverlages (DLV). Dazu wurden von November 2019 bis Januar 2020 bundesweit Landwirte befragt. Der Zugang zu den Befragungsteilnehmern erfolgte über mehrere Kanäle des DLV. Neben dem Landwirte-Befragungspanel von AgriExpert wurde der Online-Link zusätzlich über diverse redaktionelle Zeitschriften-Portale (u.a. agrarheute, Land&Forst) und bei Abonnenten der Zeitschrift „agrarheute“ gestreut. Die verwendete Stichprobe von 591 Befragungen erhebt deswegen keinen Anspruch auf Repräsentativität und beschränkt sich überwiegend auf die Abonnenten von Fachzeitschriften, Nutzer von verlagsseitigen Online-Portalen oder Mitglieder des Landwirte-Panels von AgriExpert. Dennoch erweist sich die regionale Verteilung der Stichprobe sehr nah an der tatsächlichen Verteilung deutscher Landwirtschaftsbetriebe über die Bundesländer Deutschlands.

Die für diesen Beitrag verwendeten Ergebnisse aus der Umfrage beinhalten neben allgemeinen Fragen zum Betrieb (u.a. Standort, Bewirtschaftungsform, Anbauweise, Produktionsschwerpunkte) und zu personenbezogenen Merkmalen des Teilnehmers (u.a. Alter, Geschlecht, (landwirtschaftliche) Ausbildung) weitere Fragestellungen über die Nutzung verschiedener DFT, sowie zu den vorliegenden Hemmnissen und fördernden Faktoren zur Verbreitung von DFT im landwirtschaftlichen Sektor. Die vorgegebene Auswahl der zu bewertenden Technologien sowie der fördernden und hemmenden Aspekte für den Fragebogen erfolgte literaturgestützt und wurde in Form von Likert-Skalen ausgearbeitet. Durch die Verwendung des Online-Formates war es möglich, die Angaben der Teilnehmer zur Nutzung von Technologien in der Umfrage auf Basis von vorangegangenen Antworten adaptiv zu gestalten. So beurteilten beispielsweise Tierhalter ausschließlich Technologien, die in der Innenwirtschaft von Relevanz sind. Betriebe mit mehreren Produktionsschwerpunkten konnten Antworten zu allen 27 angebotenen DFT geben (die zu bewertenden Technologien sind im Anhang 1 aufgelistet).

Die Online-Umfrage wurde mit der Befragungssoftware „Limesurvey“ durchgeführt. Insgesamt nahmen 1.021 Landwirte an der Online-Umfrage teil, wobei 409 davon die Befragung nicht zu Ende führten oder einzelne Fragen nicht beantworteten. Durch eine direkte Datenschnittstelle der Befragungssoftware konnte nach Abschluss der Umfrage ein Datensatz von 613 vollständigen Interviews zur Datenaufbereitung in das Statistikprogramm SPSS 25.0 (IBM) übertragen werden. Der Datensatz wurde hinsichtlich inhaltlicher Angaben (z. B. plausible Angaben zu Flächen- und Tieranzahl) sowie in Bezug auf die Konsistenz der Antworten (z. B. widersprüchliche Angaben, Einheitsbewertungen innerhalb von Likert-Skalen) geprüft. 22 Interviews mit geringer Antwortqualität wurden für die weiteren Auswertungen ausgeschlossen. Neben der deskriptiven Auswertung der aggregierten Daten (Häufigkeiten, Mittelwerte) wurden Gruppenunterschiede hinsichtlich der Angaben zur Nutzung von und zu Hemmnissen gegenüber digitalen Technologien analysiert. Zur Feststellung von Unterschieden innerhalb der Gesamtstichprobe wurden die Befragungsteilnehmer anhand ausgewählter Personen- und Betriebsmerkmale aufgeteilt. Zudem wurde der Umfang an bisher eingesetzten Technologien sowie der Digitalisierungsgrad der einzelnen Betriebe zum Vergleich berücksichtigt. Anhand der individuellen Angaben zum Einsatz einzelner Technologien in den Betrieben wurde zudem ein „Digitalisierungsindex“ für jeden Teilnehmer berechnet, um diesen dann in eine der drei Kategorien zum Digitalisierungsgrad „Hoch“, „Niedrig“ und „Keinen“ einzuteilen. Durch die Indexbildung kann der Einsatz von Technologien mit einem höheren Investitions- und Betriebsaufwand (z. B. automatischer Melksysteme) stärker gewichtet werden als beispielsweise der Download einer niedrigpreisigen oder kostenfreien Prognose-App. Dafür wurden Spannweiten für Investitionsbedarf und Betriebsaufwand je Technologie festgelegt. Sowohl für den Investitionsbedarf als auch für Kosten des laufenden Betriebs einer Technologie können damit Gewichtungsfaktoren

zugeordnet und auf die jeweiligen genutzten Technologien je Betrieb angewandt werden. Die Einschätzungen zu diesen Spannweiten und die Zuordnung der Gewichtungsfaktoren für die Bildung des Indexwerts der einzelnen Technologien sind in Anhang 1 aufgeführt.

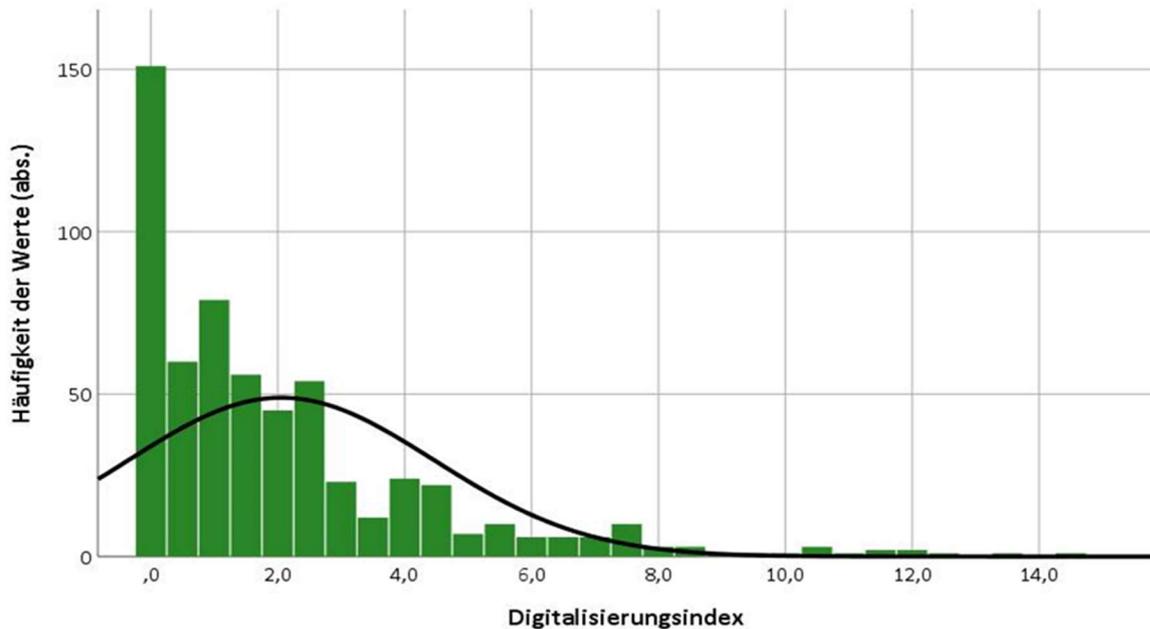


Abbildung 1: Verteilung der Indexwerte des Digitalisierungsgrades der Befragten (n=591)

Im arithmetischen Mittel über alle 591 Befragten liegen die Index-Werte bei 2,06 (siehe auch Verteilung in Abbildung 1). Die Spannweite der Indexwerte lässt sich wiederum in die drei Nutzungsstufen „Hoch“ ($\text{Index} \geq 2,0$), „Niedrig“ ($0,0 < \text{Index} < 2,0$) und „Keine“ ($\text{Index} = 0,0$) aufteilen. Diese Einteilung bedeutet, dass Betriebe, die einen Index von 2,0 erreichen, bereits als höher digitalisiert einzustufen sind. Die Einteilung der Befragungsteilnehmer in die drei Stufen des Digitalisierungsgrades geht mit weiteren Einflussvariablen in die anschließenden Analysen zur Segmentierung der Stichprobe ein.

Eine Hauptkomponentenanalyse teilte die Angaben der Befragten zu mehreren fördernden und hemmenden Aspekten zur Adoption von DFTs in übergeordnete Faktoren ein. Die Zuordnung der Befragungsteilnehmer zu diesen Faktoren erlaubt Mittelwertvergleiche (ANOVA) der ausgewählten Gruppierungssegmente.

2.2 Medienanalyse zu Akzeptanzhemmnissen in der Landwirtschaft

Eine Medienanalyse sollte Aufschluss geben, wie sich Themen zur digitalen Landwirtschaft in einschlägigen Fachzeitschriften über einen längeren Zeitraum von 10 Jahren entwickelt haben und welche Hemmnisse gegenüber neuen digitalen Innovationen und Technologien thematisiert worden sind. Um ein weites Spektrum der landwirtschaftlichen Printmedien abzudecken, wurden die deutschlandweit veröffentlichten Zeitschriften „top agrar“ und „agrarheute“ (vormals

„dlz/agrarmagazin“) analysiert sowie das „Bayerische Landwirtschaftliche Wochenblatt“, dessen Leserschaft sich vornehmlich aus eher kleinstrukturierten bayerischen Familienbetrieben zusammensetzt. Die Medienanalyse des gesamten Betrachtungszeitraumes teilt sich in zwei Untersuchungsphasen auf. Für die erste Phase mit Zeitschriftenausgaben von Mitte 2008 bis 2016 konnten die Rohdaten einer früheren Medienanalyse herangezogen werden (Schleicher und Gandorfer 2018). Die zweite Phase baute auf der methodischen Vorgehensweise des ersten Untersuchungszeitraumes auf und analysierte die Jahrgänge 2017 und 2018 der drei o.g. Fachzeitschriften. Die Datensätze beider Phasen wurden aggregiert und gesamtheitlich ausgewertet. Die Online-Ausgaben der Zeitschriften wurden in einem ersten Arbeitsschritt anhand der ausgewählten Schlüsselwörter (Keywords) „Automatisierung“, „Autonom“, „Cloud“, „Digitale Landwirtschaft“, „Digitalisierung“, „Landwirtschaft 4.0“, „Precision Farming“, „Sensorgesteuert“ und „Smart Farming“ durchsucht. Wenn Zeitschriftenbeiträge mehrere Keywords enthielten (Duplikate), wurde dies entsprechend berücksichtigt. Die so identifizierten Beiträge wurden anschließend inhaltlich analysiert und Textstellen, in denen Akzeptanzhemmnisse digitalisierter Technologien thematisiert werden, für weitere Analysen herangezogen. Die entsprechenden Textstellen wurden dann verschiedenen Kategorien von Akzeptanzhemmnissen zugeordnet, die aus fachbezogener Literatur abgeleitet wurden. Insgesamt konnten in unterschiedlichen redaktionellen Formaten der drei Zeitschriften (u.a. Berichte, Interviews, Kommentare) 87 Einzelbeiträge identifiziert werden, die im Schwerpunkt ein oder mehrere mögliche Hemmnisse zur Akzeptanz von DFT thematisierten. Um Veränderungen der behandelten Themen innerhalb der untersuchten Dekade zu erkennen, wurde der Untersuchungszeitraum im Anschluss in die Zeitabschnitte 2008 bis 2013 und 2014 bis 2018 getrennt und die jeweils adressierten Hemmnisse entsprechend gegenübergestellt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Beschreibung der Stichproben

3.1.1 Online-Umfrage bei Landwirten

Für die Auswertungen konnten 591 vollständige Interviews verwendet werden. Dieser Datensatz lässt sich anhand der angegebenen betrieblichen Strukturen und der Soziodemographie der Befragungsteilnehmer charakterisieren (Tabelle 1). Etwas mehr als zwei Drittel der befragten Landwirte führen ihren Betrieb im Haupterwerb, knapp 90 % konventionell. Ein Blick auf die angegebenen Produktionsschwerpunkte zeigt, dass 75 % der Befragten Marktfruchtbau betreibt, 36 % Futteranbau und 50 % Viehhaltung (davon wiederum 70 % Rindermast oder Milchviehhaltung) aufweisen. Die durchschnittliche Flächenausstattung und der durchschnittliche Tierbestand sind in den Schwerpunkten Marktfruchtbau (198 ha), Futterbau (140 ha) sowie bei der Milchviehhaltung (144 Tiere) deutlich höher als die tatsächlichen Bundesdurchschnitte. Diese Verzerrung kann unter anderem

durch die Zusammensetzung des verwendeten Landwirte-Befragungspanels des Landwirtschaftsverlages erklärt werden.

96 % der Befragungsteilnehmer sind männlich und der Großteil der Befragten (knapp 57 %) ist jünger als 50 Jahre. Beim höchsten landwirtschaftlichen Ausbildungsgrad weist rund ein Viertel ein abgeschlossenes Studium auf. Der Großteil der Befragten verfügt über eine landwirtschaftliche Berufsausbildung als Geselle, Meister oder Techniker. Nur rund 15 % der Befragten haben eine anderweitige Ausbildung außerhalb der Landwirtschaft angegeben.

Tabelle 1:
Verteilung der Stichprobe anhand von Betriebsstrukturen und persönlichen Merkmalen (n= 591)

Betriebsstruktur- und Ausrichtung				
Merkmal	Ausprägung	n abs.	rel. von Gesamt	Anmerkungen
Bewirtschaftungsform	Haupterwerb	397	67,2 %	
	Nebenerwerb	194	32,8 %	
Anbauweise	Konventionell	528	89,3 %	*u.a. hybrid, extensiv, modern, Demeter etc.
	Ökologisch	51	8,6 %	
	Sonstiges*	12	2,0 %	
Produktions-schwerpunkte	Marktfruchtbau	444	75,1 %	Mehrere Antworten möglich; Prozent der Fälle
	Futterbau	215	36,4 %	
	Nutztierhaltung	290	49,1 %	**u.a. Biogas, Erdbeeren, Gemüse, Blumen, Forst etc.
	Sonstiges**	77	13,0 %	
Soziodemographie Befragungsteilnehmer (Betriebsleiter)				
Merkmal	Ausprägung	n abs.	rel. von Gesamt	Anmerkungen
Ausbildung	LW-Geselle	115	19,5 %	***u.a. Betriebswirt, Kaufmann, Mechaniker, Fachschule
	LW-Meister	173	29,3 %	
	LW-Techniker	60	10,2 %	
	Hochschulabschluss	154	26,1 %	
	Sonstiges***	89	15,1 %	
Alter	Unter 20 Jahre	1	0,2 %	
	20-29 Jahre	56	9,5 %	
	30-39 Jahre	120	20,3 %	
	40-49 Jahre	158	26,7 %	
	50-59 Jahre	177	29,9 %	
Geschlecht	60 Jahre und älter	79	13,4 %	
	weiblich	25	4,2 %	
	männlich	566	95,8 %	

Ein Teil der Stichprobe (n=461) konnte aufgrund angegebener Postleitzahlen des Stammbetriebsstandortes einem Bundesland zugeordnet werden (Tabelle 2). Ein Vergleich der Verteilung innerhalb der Stichprobe mit der tatsächlichen Verteilung landwirtschaftlicher Betriebe auf die deutschen Bundesländer zeigt eine annähernd realitätsnahe Abdeckung der Grundgesamtheit. Während teilnehmende Betriebe etwa aus Bayern (43,6 %), Niedersachsen (16,1 %) und Sachsen-Anhalt etwas überrepräsentiert sind, nahmen anteilig weniger Betriebe aus Baden-Württemberg (11,7 %), Nordrhein-Westfalen (5,9%) oder Rheinland-Pfalz (3,3%) teil.

Tabelle 2:
Verteilung der Stichprobe nach Bundesländern (n= 461)

Bundesland	Anzahl Sample	Anteile Sample*	Anteile tatsächlich 2019**
Baden-Württemberg	54	11,7 %	14,9 %
Bayern	201	43,6 %	32,6 %
Brandenburg (einschl. Berlin)	10	2,2 %	2,0 %
Hessen	32	6,9 %	5,9 %
Mecklenburg-Vorpommern	8	1,7 %	1,9 %
Niedersachsen (einschl. Bremen, Hamburg)	74	16,1 %	13,8 %
Nordrhein-Westfalen	27	5,9 %	12,2 %
Rheinland-Pfalz	15	3,3 %	6,3 %
Saarland	0	0,0 %	0,4 %
Sachsen	7	1,5 %	2,4 %
Sachsen-Anhalt	16	3,5 %	1,7 %
Schleswig-Holstein	12	2,6 %	4,7 %
Thüringen	5	1,1 %	1,3 %

* Insgesamt 461 zuordenbare Angaben zur Postleitzahl des Stammbetriebes

**Einschließlich Betriebe ohne landwirtschaftlich genutzte Fläche; Quelle: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Landwirtschaftliche-Betriebe/Tabellen/betriebsgroessenstruktur-landwirtschaftliche-betriebe.html?view=main>

3.1.2 Medienanalyse

Eine Suche von Schlüsselwörtern im Online-Angebot der drei landwirtschaftlichen Zeitschriften ergab für den gesamten Untersuchungszeitraum insgesamt 446 Beitragstreffer. Darin wurden bei 80 Zeitschriftenbeiträgen Doppelnennungen der insgesamt neun Keywords entdeckt. Nach der Bereinigung der Duplikate konnten der Zeitschrift „TopAgrar“ 182 Beiträge zugeordnet werden, wobei 60 % davon tatsächlich auch einen inhaltlichen Themenbezug zu digitalen Technologien aufwiesen. In der Zeitschrift „dlz/agrarheute“ fanden sich im gleichen Zeitraum 70 Beiträge, wobei 71 % davon im Schwerpunkt DFT behandelten oder diskutierten. Im „Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt“ wurden in 86 % der 114 Treffer auch direkt digitale Themen adressiert.

Insgesamt wurden in den elf Beobachtungsjahren 446 Beiträge mit den neun Schlüsselwörtern gefunden. Eine Bereinigung der Trefferanzahl zu Beiträgen mit mehreren der Keywords ergab 366 Beiträge. Nach Durchsicht der gefundenen Beiträge konnten noch 258 davon mit einem direkten Themenbezug zu DFT herausgefiltert werden (TopAgrar: 110; dlz/agrarheute: 50; BLW: 98). Dieses Ergebnis erscheint sehr gering für diesen längeren Zeitraum. Ein Grund für die niedrige Trefferanzahl ist die angewandte Recherchemethode über die Suchfunktionen der Zeitschriftenportale, die sich auch im Laufe der Jahre verbesserte. Dennoch lässt sich eine Zunahme der Anzahl der Beiträge zu digitalen Technologien im Zeitverlauf erkennen. Während in den Jahren 2008 bis 2013 insgesamt 67 Beiträge einen direkten thematischen Bezug zu DFT hatten, waren es im Betrachtungszeitraum 2014 bis 2018 bereits 191.

3.2 Nutzung von DFT und Hemmnisse der allgemeinen Verbreitung

Im Folgenden werden die deskriptiven Auswertungen der themenspezifischen Fragestellungen der Umfrage dargestellt. Die eingesetzten und geplanten Technologien wurden anhängig von den vorliegenden Produktionsschwerpunkten (Ackerbau, Tierhaltung) im Online-Fragebogen adaptiv angezeigt. Die Fragen zu den hemmenden oder fördernden Aspekten für die Verbreitung digitaler Technologien in der Landwirtschaft waren für alle Befragten identisch.

3.2.1 Eingesetzte Technologien in den Betrieben

Das Maß an Aufgeschlossenheit der befragten Landwirte gegenüber neuen digitalen Technologien zeigt sich dadurch, inwieweit deren Betriebe bereits mit digitalen Technologien ausgestattet sind. Darum wurden die Landwirte gefragt, welche digitalen Helfer bereits angeschafft wurden und im Einsatz sind (Abbildung 2). Es zeigt sich, dass mehr als die Hälfte der Befragten sowohl in der Innen- als auch in der Außenwirtschaft diverse Vorhersagemodelle (wie z. B. Feldmanager, Apps zur Wettervorhersage) nutzt. Im Ackerbau erweisen sich automatische Lenksysteme und GPS-gesteuerte Teilbreitenschaltung als bereits häufig eingesetzte Technologien. Teilflächenspezifische Bewirtschaftung, z. B. in den Bereichen Pflanzenschutz, Düngung oder Aussaat, werden bisher nur von einem geringen Anteil der befragten Landwirte verwendet (8 % bis 13 % je nach Applikation). Weitere abgefragte Technologien, wie Bodensensoren und Nah-Infrarot-Systeme zur Ausbringung von Gülle oder zur Messung der Erntequalität sind nur in sehr geringem Maße verbreitet (nicht in Abbildung 2 dargestellt).

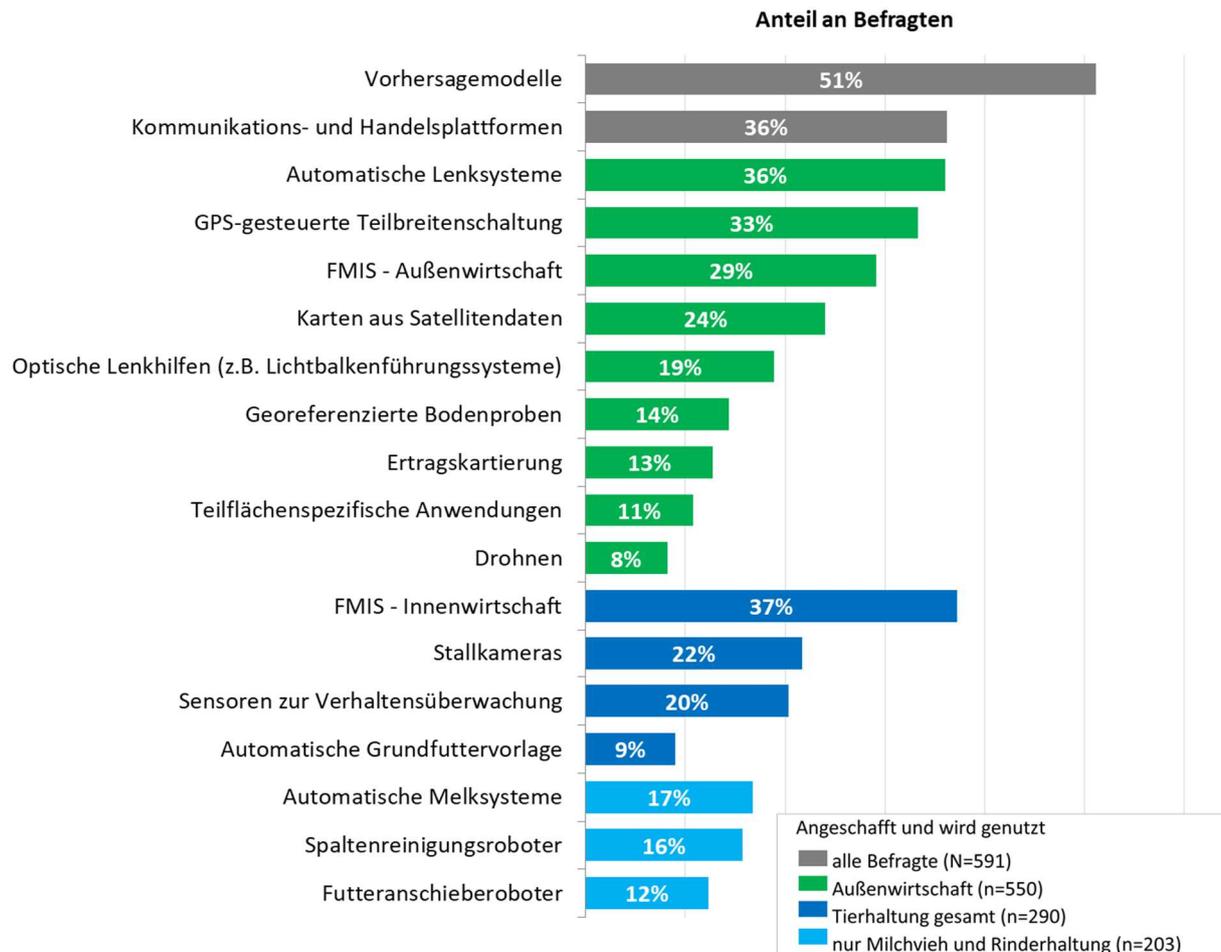


Abbildung 2: Nutzungsanteile ausgewählter Technologien bei den befragten Landwirten

Im Bereich der Tierhaltung haben sich insbesondere komplette Farmmanagementsysteme (FMIS) oder Softwarelösungen zum Herdenmanagement als digitale Helfer in den Betrieben erwiesen. Mehr als ein Drittel der Befragten gibt an, bereits in solche Systeme investiert zu haben. Überwachungstechnologien wie Stallkameras oder Tiersensoren sind bei etwa jedem fünften Tierhaltungsbetrieb im Einsatz. Automatische Melksysteme (17 %) und Roboterlösungen zur Stallreinigung und Fütterung (9 % bis 16 %) sind nur zu einem geringeren Anteil in Gebrauch.

Um jedem Befragungsteilnehmer einen individuellen „Digitalisierungsgrad“ zuordnen zu können, wurde ein Digitalisierungsindex erstellt, der sowohl den Investitions- und Betriebsaufwand zu einzelnen Technologien berücksichtigt. Durch die Gewichtung der von den Teilnehmern angegebenen bereits genutzten Technologien kann jedem Teilnehmer ein relativer Indexwert zugeordnet werden.

Die Einteilung in diese drei Stufen der Digitalisierung ergibt, dass etwas mehr als 16 % der Befragten keine der vorgegebenen 27 digitalen Technologien in ihrem Betrieb nutzen. Der größte Anteil der Gesamtstichprobe (47 %) kann der Abstufung „niedrig“ zugeordnet werden, befindet sich also im Indexbereich zwischen 0,0 und 2,0. Rund 37 % aller Befragungsteilnehmer weisen Indexwerte von 2,0 und höher auf. Mehr als ein Drittel der Betriebe in der deutschlandweiten Umfrage sind somit mit

mehreren kostengünstigen oder einzelnen investitionsaufwendigeren digitalen Technologien bestückt.

3.2.2 Hemmnisse und fördernde Aspekte der Verbreitung von DFT

Eine weitere Frage im Online-Fragebogen beleuchtete die aus Sicht der Praxis hemmenden und fördernden Aspekte, die die generelle Verbreitung von DFT aktuell beeinträchtigen. Abbildung 3 zeigt die Einschätzungen zu mehreren abgefragten Einflussfaktoren auf einer fünfstufigen Antwortskala von „stark hemmend“ bis „stark fördernd“, wobei der mittlere Skalenteil die Antwortkategorie „bin unentschlossen“ anbot. Anhand der Durchschnittswerte zeigt sich, dass insbesondere Investitions- und Wirtschaftlichkeitsunsicherheiten die Verbreitung von neuen digitalen Technologien in der Landwirtschaft einschränken. Offene Fragen in Bezug auf Datenschutz oder dem Eigentum von Daten werden auch als eher hemmend bewertet.

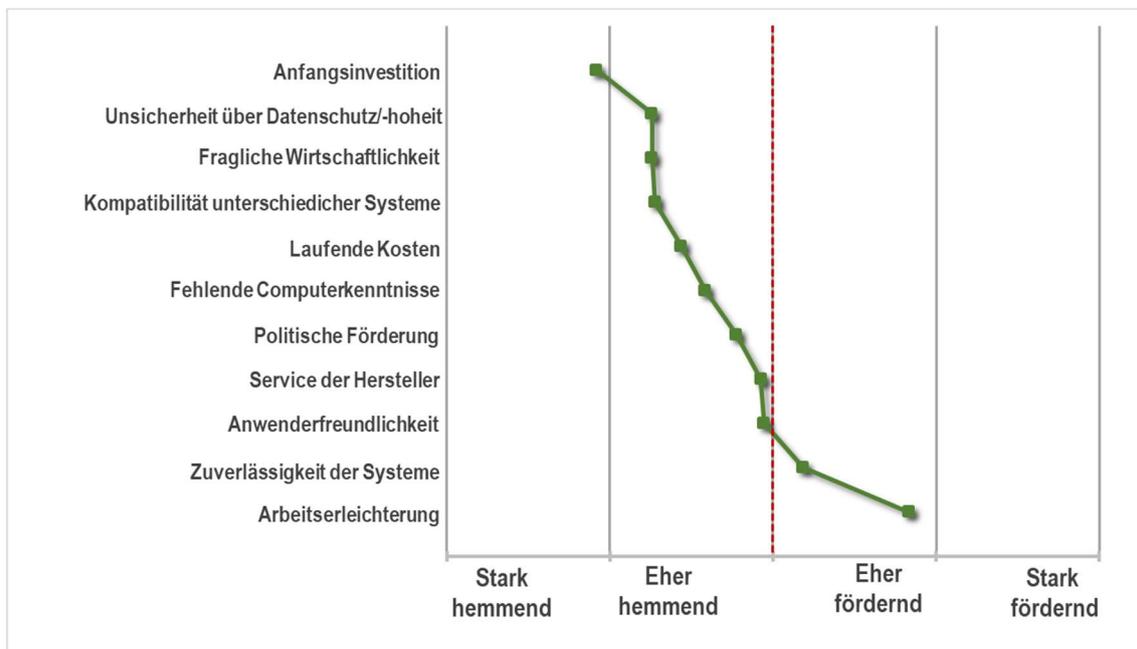


Abbildung 3: Hemmende und fördernde Aspekte von DFT aus Sicht der Landwirte (n=591)

Auch eine mangelnde Kompatibilität neuer digitaler Systeme mit bereits eingesetzten Technologien verhindert nach der Meinung der Befragten eine schnelle Marktdurchdringung. Bei den laufenden Betriebskosten digitaler Technologien, dem notwendigen IT-Know-How bei der Nutzung der Technologien sowie der Förderung durch die Politik konnten leicht hemmende Tendenzen erkannt werden. Dieses etwas widersprüchliche Ergebnis kann bedeuten, dass die aktuell vorhandenen Förderprogramme im Bereich Digitalisierung im Bundesdurchschnitt noch nicht als ausreichend empfunden werden. Dabei ist zu beachten, dass es eine größere Heterogenität hinsichtlich der länderspezifischen Förderung von digitalen Technologien gibt. Sollten neue Systeme zuverlässig funktionieren oder erleichtern sie die Arbeitsvorgänge für den Landwirt, kann sich dies laut den

Befragten fördernd auf die Verbreitung der Technologien auswirken. Hierauf sollten sich Hersteller und Händler digitaler Technologien für die Landwirtschaft einstellen.

3.3 Gruppenvergleich bei hemmenden und fördernden Faktoren

Zur genaueren Untersuchung der Einflüsse auf die Einschätzung der befragten Landwirte zu den hemmenden und fördernden Aspekten von DFT wurden die bewerteten Aspekte mittels einer Hauptkomponentenanalyse verdichtet. Der Aspekt „Politische Förderung“ ließ sich in einem ersten Durchgang keinem der identifizierten Faktoren eindeutig zuordnen und blieb für die weiteren Analysen außen vor. Ein zweiter Durchlauf mit den verbliebenen Aspekten ergab die drei übergeordneten Faktoren „Handhabung“, „Kosten-Nutzen“ und „Datenmanagement“.²⁾ Die Zuordnung der Aspekte auf die drei Faktoren spiegelt in etwa die Ergebnisse der Mittelwerte der hemmenden und fördernden Aspekte wider (siehe Abbildung 3, 3.2.2). So sind die von den Landwirten als stärker hemmend eingeschätzten Aspekte, Investitionskosten, laufende Kosten und fragliche Wirtschaftlichkeit dem Faktor „Kosten-Nutzen“ zugeordnet. Der weitere Faktor „Handhabung“ beinhaltet Aspekte, die eher neutral bis fördernd wahrgenommen werden (Herstellerservice, Zuverlässigkeit der Systeme, Anwenderfreundlichkeit, Kompatibilität der Systeme und Arbeitserleichterung). Der dritte Faktor „Datenmanagement“ setzt sich aus den Aspekten zur Unsicherheit über Datenschutz/-hoheit sowie den Computerkenntnissen der Landwirte zusammen.³⁾ Die für jeden Datensatz errechneten standardisierten Faktorwerte zu den identifizierten Faktoren wurden für die anschließenden Gruppenvergleiche herangezogen.

Dazu wurden bei jedem der drei Faktoren Vergleiche der standardisierten Mittelwerte über mehrere Segmentierungsvariablen durchgeführt und auf Unterschiede getestet (ANOVA). Tabelle 3 zeigt für alle drei übergeordneten Faktoren die Mittelwerte der Faktorwerte zu den jeweiligen Ausprägungen untersuchter Einflussgrößen. Da es sich um den Wert Null streuende standardisierte Werte handelt, lassen sich Mittelwerte mit negativem Vorzeichen als geringere Zustimmung zu dem jeweiligen Faktor interpretieren (= stärker hemmend). Positive Mittelwerte bedeuten, dass Befragte innerhalb einer Einflusskategorie den Faktor als weniger hemmend bzw. stärker förderlich betrachten als die Gesamtstichprobe im Mittel. Für die Segmentierung wurden sowohl Variablen gewählt, mit der sich die Betriebe in ihrer Struktur und Ausrichtung unterscheiden (Bewirtschaftsform, Anbauweise), als auch Variablen mit den unterschiedlichen soziodemographischen Merkmalen der befragten Betriebsleiter (Alter, Geschlecht). Die abgefragten Alterskategorien in der Umfrage wurden für den Mittelwertvergleich auf drei Abstufungen (bis 29 Jahre, 30-49 Jahre, 50 Jahre und älter) zusammengefasst. Als zusätzliche Segmentierungsvariable wurde die Anzahl der angegeben genutzten Technologien für jeden Befragungsteilnehmer berechnet. Für den Mittelwertvergleich der drei Faktoren wurde die Stichprobe in Betriebe, die keine Technologie nutzen, die ein bis zwei Technologien

nutzen und in Betriebe, die mehr als zwei Technologien nutzen, eingeteilt. Als letzte untersuchte Einflussvariable wurde zusätzlich der als Index berechnete Digitalisierungsgrad in drei Abstufungen eingeteilt (hoch, niedrig, keine) und anhand der gemittelten Faktorwerte verglichen.

Tabelle 3:
Mittelwertvergleiche ausgewählter Einflussvariablen auf die identifizierten Faktoren

Faktor/Einflussvar.	Abstufungen	Mittelwerte ^{a)}	SD	n	F	Sig. ^{b)}
Gesamt		0,000	1,0000	591	-	-
Faktor 1 „Handhabung“						
Bewirtschaftsform	Haupterwerb	0,043	0,9936	397	2,285	0,131
	Nebenerwerb	-0,089	1,0098	194		
Anbauweise	Konventionell	0,015	1,0352	528	1,380	0,241
	Ökologisch	-0,156	0,8830	51		
Alter Betriebsleiter	bis 29 Jahre	-0,539	0,9331	57	0,107	0,898
	30-49 Jahre	0,013	1,0615	278		
	50+ Jahre	-0,002	0,9475	256		
Geschlecht	männlich	0,009	0,9977	566	1,210	0,272
	weiblich	-0,216	1,0477	25		
Anzahl genutzter Technologien	0	-0,356	0,8950	93	7,387	0,001***
	1-2	0,036	0,9542	240		
	mehr als 2	0,095	1,0516	258		
Stufe Digitalisierungsgrad	Keine (0,0)	-0,359	0,8801	97	8,252	0,000***
	Niedrig (>0,0; <2,0)	0,027	0,9934	278		
	Hoch (>=2,0)	0,126	1,0257	216		
Faktor 2 „Kosten-Nutzen“						
Bewirtschaftsform	Haupterwerb	0,077	0,9778	397	7,244	0,007**
	Nebenerwerb	-0,158	1,0286	194		
Anbauweise	Konventionell	0,002	1,0059	528	0,001	0,976
	Ökologisch	0,007	0,9169	51		
Alter Betriebsleiter	bis 29 Jahre	0,090	0,8561	57	0,599	0,550
	30-59 Jahre	-0,439	1,0606	278		
	60+ Jahre	0,028	0,9623	256		
Geschlecht	männlich	-0,015	0,9965	566	2,897	0,089 ^{c)}
	weiblich	0,333	1,0413	25		
Anzahl genutzter Technologien	0	-0,141	0,8948	93	4,742	0,009**
	1-2	-0,098	1,0120	240		
	mehr als 2	0,142	1,0101	258		
Stufe Digitalisierungsgrad	Keine (0,0)	-1,017	0,9125	97	7,034	0,001***
	Niedrig (>0,0; <2,0)	-1,207	0,9816	278		
	Hoch (>=2,0)	0,201	1,0329	216		
Faktor 3 „Datenmanagement“						
Bewirtschaftsform	Haupterwerb	0,008	0,9892	397	0,076	0,783
	Nebenerwerb	-0,162	1,0241	194		
Anbauweise	Konventionell	0,010	0,9997	528	1,127	0,289
	Ökologisch	-0,144	0,9169	51		
Alter Betriebsleiter	bis 29 Jahre	-0,047	1,0549	57	5,669	0,004**
	30-49 Jahre	0,143	1,0303	278		
	50+ Jahre	-0,145	0,9340	256		
Geschlecht	männlich	0,018	0,9935	566	4,508	0,034*
	weiblich	-0,414	1,0765	25		
Anzahl genutzter Technologien	0	-0,185	0,9172	93	1,894	0,151
	1-2	0,042	1,0567	240		
	mehr als 2	0,027	0,9703	258		
Index Digitalisierungsgrad	Keine (0,0)	-0,168	0,9348	97	2,694	0,068 ^{c)}
	Niedrig (>0,0; <2,0)	-0,244	1,0083	278		
	Hoch (>=2,0)	0,107	1,0096	216		

^{a)} Standardisierte Faktorwerte; ^{b)} * = p<0,05; **p <0,01; ***p<0,001; ^{c)}p<0,1

Die Tabelle zeigt für alle drei übergeordneten Faktoren die Mittelwerte der Faktorwerte zu den jeweiligen Ausprägungen untersuchter Einflussgrößen. Beim Faktor „Handhabung“ zeigen die Mittelwerte Tendenzen zwischen Ausprägungen soziodemografischer oder betriebsbezogener Merkmale (z. B. männliche Befragungsteilnehmer bzw. Betriebsleiter von Haupterwerbsbetrieben sehen diesen Faktor weniger hemmend). Statistisch signifikante Unterschiede können jedoch nur bei der Anzahl bereits eingesetzter Technologien und beim Digitalisierungsgrad der Betriebe nachgewiesen werden. Je mehr Technologien in Betrieben genutzt werden und je aufwandsintensiver diese Technologien sind, desto seltener werden Aspekte zur Handhabung (z. B. Zuverlässigkeit, Kompatibilität, Anwenderfreundlichkeit) als hemmend gesehen. Der Umfang und der Grad der Nutzung digitaler Technologien haben ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf den Faktor „Kosten-Nutzen“. Bei bereits hoch digitalisierten Betrieben sind die wahrgenommenen Hemmnisse nicht so ausgeprägt wie bei Betrieben, die keine oder nur wenige digitale Technologien im Einsatz haben. Auch der Einfluss der Bewirtschaftungsform auf die hemmende Wirkung der in diesem Faktor enthaltenen Aspekte ist zu erkennen. Der dritte übergeordnete Faktor „Datenmanagement“ besteht aus den beiden Aspekten Computerkenntnisse und Unsicherheit über Datenschutz und Datenhoheit, welche Hemmnisse der Anschaffung von digitalen Technologien darstellen. Hierbei zeigt sich, dass im Gegensatz zu den anderen zwei Faktoren die Anzahl und der Grad der bisher eingesetzten Technologien keinen signifikanten Einfluss haben. Stattdessen spielen Alter (30- bis 49-jährige schätzen diesen Faktor als am wenigsten hemmend ein) und Geschlecht der Befragten (Frauen sind deutlich negativer eingestellt als Männer) eine Rolle bei der Einschätzung zum „Datenmanagement“. Insgesamt lassen sich nur begrenzt statistisch gesicherte Effekte der gewählten Einflussvariablen auf die Einschätzungen der drei übergeordneten Faktoren nachweisen. Die Tatsache, ob die Befragten ihren Betrieb konventionell oder ökologisch bewirtschaften, hat keinen Einfluss auf die Einschätzungen zu allen drei Faktoren. Auffällig ist die Altersgruppe der 30- bis 49-jährigen Befragten. Diese Altersgruppe sieht die beiden Faktoren „Handhabung“ und „Datenmanagement“ als am wenigsten hemmend, zeigt aber bei Faktor „Kosten-Nutzen“ den deutlich negativsten Mittelwert im Vergleich zu den beiden anderen Altersgruppen. Allerdings kann der Unterschied nur für den Faktor „Datenmanagement“ statistisch nachgewiesen werden.

3.4 Ergebnisse der Medienanalyse

Wie bei den Ergebnissen der Landwirte-Umfrage ersichtlich, können die Einflüsse auf den Landwirt und seine Entscheidung für oder gegen die Anschaffung digitaler Technologien im landwirtschaftlichen Betrieb vielfältig sein. Ein weiterer Einfluss auf die Entscheidungsfindung ist der Informationstransfer von außen. Wöchentlich oder monatlich erscheinende landwirtschaftliche Fachzeitschriften sind bei den Landwirten weit verbreitet, so dass auch deren Berichterstattung bei der Entscheidungsfindung

eine Rolle spielt.⁴⁾ Die in zwei Untersuchungsphasen durchgeführte Medienanalyse zeigte bereits bei der Stichwort-Recherche zur Digitalisierung, dass die Anzahl der Keyword-Treffer im gesamten Untersuchungszeitraum von 2008 bis 2018 deutlich zunahm (siehe auch Schleicher und Gandorfer 2018).

Exemplarisch für den Anstieg der Berichterstattung zeigt Abbildung 4 die Anzahl der Treffer der fünf Schlüsselwörter, die häufig synonym als Überbegriff für digitale Technologien in der Landwirtschaft benutzt wurden (n=270). Auch hier steigt die Anzahl der Beiträge ab dem Jahr 2015 und besonders in den Jahrgängen 2017 und 2018 sprunghaft an (Anzahl Treffer ohne Bereinigung der Duplikate). Interessant ist auch, dass sich die Terminologie zur Gesamthematik während des Betrachtungszeitraums verändert. Während in den ersten Jahren die Begriffe „Smart Farming“ und „Precision Farming“ dominierten, sind es aktuell eher die Begriffe „Digitalisierung“, „Digitale Landwirtschaft“ und „Landwirtschaft 4.0“, die mit den technischen Weiterentwicklungen verwendet werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass sich die einzelnen Terminologien nicht grundsätzlich auf eine Ebene stellen lassen.

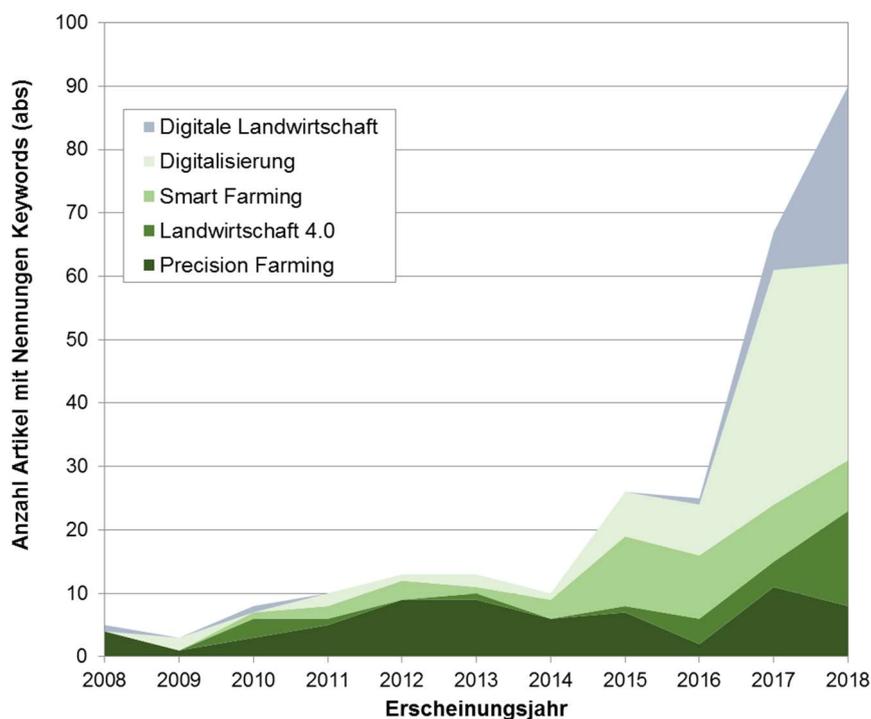


Abbildung 4: Treffer ausgewählter Keywords mit verschiedenen Terminologien zu digitaler Landwirtschaft in den untersuchten Fachzeitschriften 2008-2018

Quelle: eigene Erhebung und Schleicher und Gandorfer (2018); n = 270 Treffer

Die Beitragstreffer im ersten Schritt der Medienanalyse wurden zudem in redaktionelle Kategorien eingeteilt. Ein Großteil der 258 identifizierten Beiträge mit direkten Themenbezug zu DFT waren Einzelberichte (57 %), gefolgt von Kurzmeldungen (26 %) und umfangreichere Reportagen (7 %). Weitere Beitragsformate waren Veranstaltungshinweise (4 %), redaktionelle Kommentare (3 %) oder Interviews mit Vertretern von Technikherstellern oder Anwendern (2 %).

In einem weiteren Analyseschritt wurden die identifizierten Beiträge mit direktem Themenbezug zu DFT auf Hinweise zu beschriebenen Akzeptanzhemmnissen digitaler Technologien analysiert und kategorisiert. 87 Beiträge befassten sich explizit mit vorhandenen oder möglichen Hemmnissen zu verschiedenen Technologien. In diesen Beiträgen wurden teilweise mehrere Hemmnisse thematisiert. Insgesamt wurden 232 Nennungen von hemmenden Aspekten darin dokumentiert. Erneut fällt auf, dass sich mit fast drei Viertel aller Artikel ein Großteil der Zeitschriftenbeiträge, die ein oder mehrere Hemmnisse diskutierten, dem zweiten Zeitabschnitt von 2014 bis 2018 zuordnen lässt. In der Mehrzahl der analysierten Zeitschriftenbeiträge werden mehrere Akzeptanzhemmnisse gleichzeitig thematisiert. Eine relative Zuordnung von Hemmniskategorien in die beiden Zeitabschnitte 2008 bis 2013 und 2014 bis 2018 zeigt, dass sich die kritischen Schwerpunkte in der Berichterstattung im Laufe der Zeit verlagert haben (Abbildung 5). Während in den früheren Jahren der hohe Investitionsbedarf und die fragliche Wirtschaftlichkeit neuer Technologien im Betrieb als vorrangige Kategorien von Hemmnissen in den Beiträgen aufgegriffen wurden (siehe auch Schleicher und Gandorfer 2018), werden diese aktuell vermehrt von Fragen zur Datenhoheit und Datensicherheit überlagert. Dies ist eventuell darauf zurückzuführen, dass Datenplattformen, auf denen Daten gespeichert und teilweise auch aus unterschiedlichen Ursprüngen zusammengeführt werden, zum damaligen Zeitpunkt noch relativ unbekannt waren. Dass es sich bei den erhobenen Daten aber oft um sensible Betriebsdaten handelt, erklärt die Bedenken der Landwirte gegenüber diesen Anwendungen.

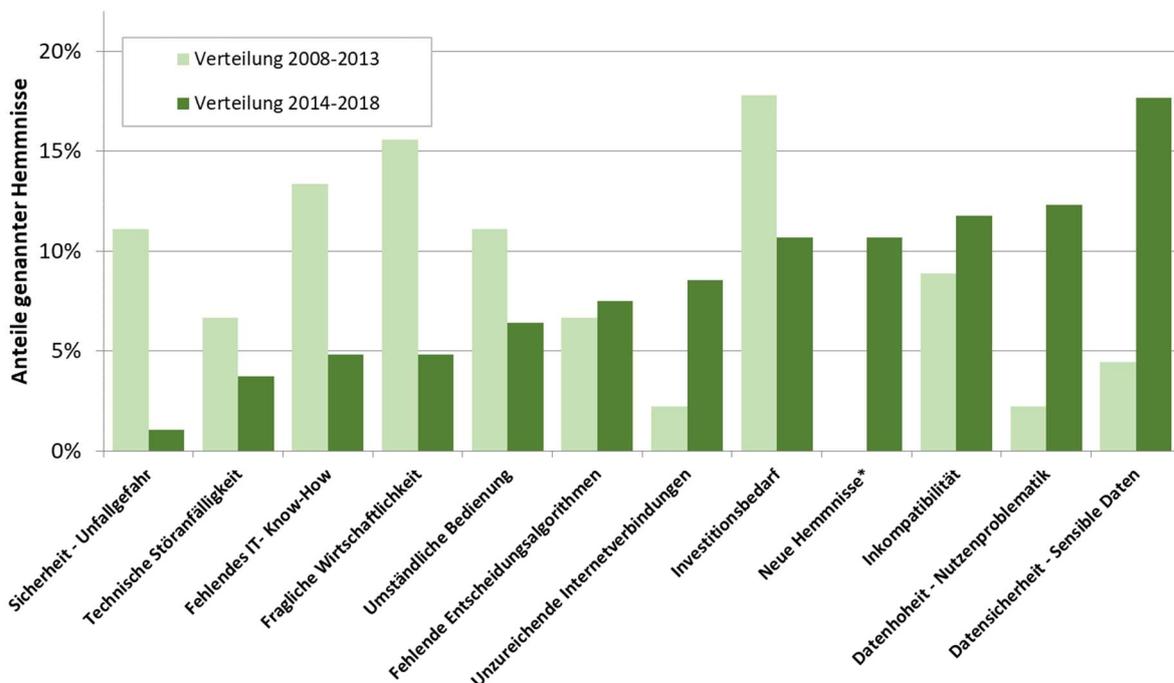


Abbildung 5: Anteile der genannten Akzeptanzhemmnisse in den Betrachtungszeiträumen 2008-2013 und 2014-2018.

*Neue Hemmnisse (ab 2017): „Funktionen nicht ausreichend“; „Anbieterservice“; „Abhängigkeit von Herstellern“; „Politische Förderung“; „Rechtliche Rahmenbedingungen“; Fehlendes Wissen/Interesse“

Quelle: eigene Erhebung und Schleicher und Gandorfer (2018); n = 232 genannte Hemmnisse

Der deutliche Rückgang der Anteile zum Akzeptanzhemmnis „Hoher Investitionsbedarf“ kann dadurch erklärt werden, dass bei digitalen Technologien teilweise eine Kostendegression aufgrund des technischen Fortschritts eingetreten ist, und dieser Umstand auch von der Fachwelt wahrgenommen wurde. Vor fünf bis elf Jahren kritische Themenfelder wie Sicherheit und Unfallgefahr, Bedienungsschwierigkeiten oder fehlendes Knowhow bei den Landwirten sind in der Berichterstattung längst von Problemen zur Internetverbindung in der Fläche und Inkompatibilität verschiedener Systeme abgelöst worden. Eine ansteigende Vielfalt der angebotenen digitalen Systeme hat eine große Zahl an Schnittstellen für den Datenaustausch zur Folge, was mit Kompatibilitätsproblemen in Verbindung gebracht wird. Das Aufkommen neuer Problemfelder, die in der Fachpresse adressiert werden, wird in der Kategorie „Neue Hemmnisse“ zusammengefasst. Themen wie fehlende oder unklare rechtliche Rahmenbedingungen oder fehlende Förderinstrumente sind weitere Beispiele für aktuelle Hemmnisse, welche in den Fachzeitschriften angesprochen werden.

3.5 Vergleich der Ergebnisse aus der Praxis und der Medienanalyse

Obwohl in diesem Beitrag die Ergebnisse aus zwei unterschiedlichen empirischen Untersuchungen herangezogen worden sind, lassen sich die beiden Perspektiven der Landwirte (Befragung) und der Fachpresse (Medienanalyse) in Bezug auf Akzeptanzhemmnisse bei digitalen Technologien gegenüberstellen. In der Berichterstattung der Fachmedien sind in den elf Betrachtungsjahren deutliche Veränderungen bei den thematisierten Hemmnissen zu neuen digitalen Technologien in der Landwirtschaft zu beobachten. Ökonomische Aspekte (z. B. hoher Investitionsbedarf) und Bedenken hinsichtlich der eigenen Anwendungskompetenz (z. B. umständliche Bedienung, fehlendes IT-Know-How) sind anderen hemmenden Argumenten zur Datensicherheit und -hoheit gewichen. Die deutlich ansteigende Zahl an Berichten, Meldungen und Kommentaren in den drei untersuchten Fachmedien zeigt, dass digitale Technologien verstärkt Einzug in die Branche finden. Dabei ist es nur folgerichtig, dass auch Aspekte wie Unfallgefahr oder technische Störanfälligkeit nicht mehr in demselben Maße als hemmend betrachtet werden wie noch vor mehreren Jahren. Bedenken werden mittlerweile eher dahingehend bekräftigt, ob sich neue Technologien womöglich nicht in die bestehende technische Infrastruktur integriert lassen (Inkompatibilität) oder, dass eine fehlende flächendeckende Internetverfügbarkeit die Nutzung vieler cloudbasierter Technologien verhindert.

Die Ergebnisse der Online-Befragung bei Landwirtschaftsbetrieben in Deutschland zeichnen ein ähnliches Bild zur aktuellen medialen Berichterstattung hinsichtlich der hemmenden Faktoren zur Nutzung von DFT. Je nach Technologie zeigen sich unterschiedliche Nutzungsanteile bei der Stichprobe aus der Online-Umfrage. Die Anzahl der bereits genutzten digitalen Technologien ist in der Stichprobe insgesamt sehr hoch (84 % der Befragten nutzen mindestens eine digitale Technologie). Bei

abgefragten Hemmnissen zur Verbreitung digitaler Technologien werden ein hoher Investitionsbedarf, Unsicherheit beim Datenschutz, eine fragliche Wirtschaftlichkeit und die Kompatibilität von Systemen als die größten Hindernisse eingeschätzt. Verdichtet man die bewerteten hemmenden und fördernden Aspekte zur Verbreitung von digitalen Technologien zu übergeordneten Faktoren, teilen sich diese in die drei Bereiche auf:

- (1) der ökonomische Bereich, welcher Anschaffungs- und Betriebskosten, aber auch die Profitabilität von Technologien beinhaltet,
- (2) Aspekte, welche die Handhabung und Kompatibilität beschreiben, sowie
- (3) der Bereich zum Umgang mit IT und Datenschutz.

Bei jedem der drei Faktoren lassen sich betriebliche oder soziodemografische Einflussfaktoren bei den Befragten nachweisen, welche deren Einschätzungen bestimmen. Dies bestätigt teilweise die Ergebnisse früherer Untersuchungen zur Adoption und Nutzung digitaler Technologien in der Landwirtschaft (z. B. Pierpaoli et al. 2013; Sheng Tey und Brindal 2012; Reichardt und Jürgens 2009). Auch Umfang und die Intensität von den in den Betrieben bereits eingesetzten Technologien spielen bei wahrgenommenen Hemmnissen zur allgemeinen Verbreitung von Technologien bei den Landwirten eine Rolle. Der errechnete Index zum Digitalisierungsgrad, der zusätzlich zur Anzahl der eingesetzten Technologien auch den jeweils notwendigen Investitionsbedarf und den Betriebsaufwand berücksichtigt, erweist sich als nützlicher Einflussfaktor, um vorliegende Hemmnisse einzelner Gruppen differenzierter betrachten zu können. Dass Viel- und Intensivnutzer weniger starke Hemmnisse bei der Nutzung digitaler Technologien aufweisen, zeigt, dass die eigenen Erfahrungen mit neuen Technologien bei zukünftigen/darauffolgenden Investitionsentscheidungen eine wichtige Rolle spielen. Aufgrund unterschiedlicher Erfahrungen mit den eingesetzten digitalen Technologien können die Einschätzungen der Landwirte zu Hemmnissen unterschiedlich ausfallen. Ein weiterer Einfluss für die eigene Entscheidung pro oder kontra eine Technologie ist die Art der Informationsbeschaffung des Landwirts, die im landwirtschaftlichen Sektor insbesondere auch über die Fachmedien erfolgt (siehe auch Gabriel und Gandorfer 2020). Deswegen wären deutliche Unterschiede der Ergebnisse zwischen der Medienanalyse und der Online-Umfrage bei den Landwirten in Frage zu stellen.

4 Schlussfolgerungen

Der tatsächliche Einsatz vieler bereits am Markt verfügbarer digitaler Technologien bleibt noch hinter den Erwartungen zurück, so dass sich die Frage nach den dafür verantwortlichen Faktoren stellt. Akzeptanzhemmnisse für den Bereich Precision Agriculture werden zwar seit längerer Zeit mit verschiedenen methodischen Ansätzen untersucht (z. B. Aubert et al. 2012; Bramley 2009), allerdings liegen bisher kaum repräsentative wissenschaftliche Untersuchungen für Deutschland vor. Auch dieser

Beitrag greift auf einen Datensatz zurück, der mittels einer Online-Umfrage zwar deutschlandweit, aber nicht repräsentativ erhoben wurde. Dennoch zeichnen realitätsnahe Verteilungen innerhalb der Gesamtstichprobe (z. B. Verteilungen auf die Bundesländer) ein passendes Gesamtbild der deutschen Landwirtschaftsbetriebe. Dadurch lassen sich anhand der Ergebnisse wichtige Hinweise zur relativen Bedeutung einzelner Technologien und möglicher Hemmnisse bei der Marktdurchdringung gewinnen. Eine kontinuierliche Untersuchung der Meinungen und Erfahrungen aus der Praxis hilft, weitere Ansatzpunkte für Hersteller, Politik und andere Stakeholder in dem dynamischen Feld der digitalen Technologien (sowie ihrer Weiterentwicklung und Förderung) abzuleiten. Den Herstellern und Anbietern neuer Technologien helfen solche Erkenntnisse z. B., Kompatibilitätsprobleme zu lösen und überzeugende Konzepte für Datenschutz und Datennutzung anbieten zu können. Politische Entscheidungsträger haben zeitgleich eine Informationsgrundlage, um rechtliche Rahmen für die Technologien zu schaffen, Förderkonzepte anzupassen und Anreizsysteme, z. B. für umweltschonendere Technologien auszugestalten.

Die Dynamik dieses Feldes der Digitalisierung zeigt sich besonders in der Medienanalyse, die sich über einen Zeitrahmen von 10 Jahren erstreckt. Dieser betrachtete Zeitraum von 2008 bis 2018 reicht aus, dass sich das Profil der Themenschwerpunkte der medialen Berichterstattung in Bezug auf digitale Technologien stark verändert. Hemmnisse wie Datenschutz, Datenhoheit oder Netzverbindungen waren vor mehreren Jahren noch kein Thema und im Gegenzug werden Aspekte wie fehlendes IT-Know-How, Störanfälligkeit von Systemen oder die Bedienbarkeit heute kaum mehr thematisiert. Auch die deutlich steigende Anzahl von Beiträgen zu digitalen Themen in den drei analysierten Fachzeitschriften über den Betrachtungszeitraum zeigt ein stetig größer werdendes Interesse an der Digitalisierung. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass das Online-Angebot der Zeitschriften und die damit einhergehenden Möglichkeiten zur Artikelrecherche sich in den letzten elf Jahren sehr verbessert haben. Auch die Vorgehensweise der Recherche anhand bestimmter Schlüsselwörter kann darin resultieren, dass einzelne Artikel nicht in die Analyse aufgenommen worden sind, die dennoch relevant gewesen wären. Trotz dieser Einschränkungen lässt sich eine deutliche Zunahme der medialen Berichterstattung zu digitalen Technologien feststellen, wobei sich auch die direkte kritische Auseinandersetzung mit den jeweilig einhergehenden Hemmnissen in den Beiträgen in der zweiten Betrachtungsphase von 2014 bis 2018 erhöhte.

Der vorliegende Beitrag stellt die beiden Perspektiven Praxis und Fachmedien gegenüber. Es ergeben sich nicht nur Hinweise aus der Medienanalyse für die landwirtschaftliche Praxis, sondern auch umgekehrt. Für die Berichterstattung in der Fachpresse ist es auch zukünftig wichtig, sowohl die bislang wenig an digitalen Themen interessierten Leser grundsätzlich über neue Technologien und Anwendungsfelder aufzuklären, gleichzeitig aber auch die technikaffinen Landwirte mit detaillierten und aktuellen Informationen zu einzelnen Technologien zu versorgen. Dies erfordert (teilweise) eine

unterschiedliche Ausgestaltung von Inhalten und redaktionellen Kommunikationsformen. Aktuelle Themen, die potenzielle Nutzer digitaler Technologien beschäftigen, sollten ebenfalls in der Berichterstattung Berücksichtigung finden.

Zusammenfassung

Nutzung und Hemmnisse digitaler Technologien in der Landwirtschaft

Sichtweisen aus der Praxis und in den Fachmedien

Den deutschen Landwirten stehen immer mehr marktreife digitale Technologien zur Verfügung, über die die landwirtschaftliche Fachpresse im zunehmenden Maße berichtet. Gleichzeitig verhalten sich viele Landwirten nach wie vor zögerlich bei der Adoption und Nutzung einzelner Technologien. Je nach Technologie und Zeitpunkt werden in der Praxis unterschiedliche Hemmnisse laut, die eine schnellere und intensivere Verbreitung verhindern. Der Beitrag untersucht zum einen die aktuellen Nutzungsanteile ausgewählter digitaler Technologien bei deutschen Landwirten und deren Einschätzungen zu möglichen Verbreitungshemmnissen. Zum anderen durchleuchtet eine Mediananalyse über einen Zeitraum von elf Jahren redaktionelle Beiträge zu digitalen Technologien und kategorisiert diese anhand der darin adressierten Hemmnisse. Auf Basis von Daten aus einer deutschlandweiten Online-Befragung (n=591) zeigt sich eine sehr heterogene Verteilung der Nutzungsanteile einzelner Technologien bei den Landwirten. Aus beiden Untersuchungen geht hervor, dass sich hohe Investitionskosten, Unsicherheiten bezüglich des Datenschutzes und eine mangelnde Kompatibilität verschiedener Technologien als größte Hemmnisse für eine Verbreitung erweisen. Ein errechneter Index zum Digitalisierungsgrad der Betriebe, der zusätzlich zur Anzahl der eingesetzten Technologien auch den jeweils notwendigen Investitionsbedarf und den Betriebsaufwand berücksichtigt, erweist sich als nützlicher Einflussfaktor, um vorliegende Hemmnisse einzelner Betriebsgruppen differenzierter betrachten zu können.

Summary

Use of and barriers to digital technologies in agriculture

Perspectives from farming and the trade media

Despite a steadily increasing number of market-available digital farming technologies and their increasingly detailed coverage in the trade press, German farmers remain hesitant in the adoption and use of such technologies. Aspects named as barriers to adoption vary according to technology and point in time. The present article investigates the current level of use of specific digital technologies in German agriculture and presents possible obstacles to their diffusion. To this end, data from an online

survey among German farmers (n=591) and an analysis of adoption barriers specified in articles of three trade magazines over an eleven-year timeframe (2008-2018) are combined. The farmer survey reveals that different technologies show distinct patterns of distribution. Main barriers to technology adoption are high up-front investment costs and uncertainties regarding data security and inter-system compatibility. Survey participants can best be differentiated by their evaluation of adoption barriers by means of a digital technology index calculated from the number of technologies used on a farm, weighted by their respective investment and operating costs.

Literatur

1. ARENS, L., C.H. PLUMEYER und L. THEUVSEN (2012): Akzeptanz von Informationssystem durch Schweinemäster: Eine Kausalanalyse. In: BALMANN, A., T. GLAUBEN, M. GRAUBNER, M. GRINGS, N. HIRSCHAUER, F. SCHAFT und P. WAGNER (Hrsg.): Unternehmerische Landwirtschaft zwischen Marktanforderungen und gesellschaftlichen Erwartungen, Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., 47. 289-299. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag.
2. AUBERT, B.A., A. SCHROEDER, A. und 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, DOI:10.1016/j.dss.2012.07.002.
3. BARNES, A.P., I. SOTO, V. EORY, B. BECK, A. BALAFOUTIS, B. SÁNCHEZ, J. VANGEYTE, S. FOUNTAS, T. VAN DER WAL und M. GÓMEZ-BARBERO (2019): Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. In: Land Use Policy, 80: 163–174, DOI:10.1016/j.landusepol.2018.10.004.
4. BOVENSIEPEN, G., R. HOMBACH und S. RAIMUND (2016): Quo vadis, agricola? Smart Farming: Nachhaltigkeit und Effizienz durch den Einsatz digitaler Technologien. PricewaterhouseCoopers AG (Hrsg.). URL: <https://www.pwc.de/de/handel-und-konsumguter/assets/smart-farming-studie2016.pdf>.
5. BRAMLEY, R.G.V. (2009): Lessons from nearly 20 years of precision agriculture research, development, and adoption as a guide to its appropriate application. In: Crop and Pasture Science, 60 (3): 197-217, DOI:10.1071/CP08304.
6. DABERKOW, S.G und W.D. MCBRIGE (2003): Farm and Operator Characteristics Affecting the Awareness and Adoption of Precision Agriculture Technologies in the US. In: Precision Agriculture, 4: 163-177, DOI:10.1023/A:1024557205871.
7. DE KONING, C.J.A.M. (2010): Automatic milking—Common practice on dairy farms. In: Proceedings of the First North American Conference on Precision Dairy Management, S. 52-67. Progressive Dairy Operators, Guelph, Ontario, Canada.
8. GABRIEL A., und M. GANDORFER (2020): Landwirte-Befragung 2020 - Digitale Landwirtschaft Bayern, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft [Zugriff am 13.11.2020]. Verfügbar unter: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/ilt6_praesentation_by_2390_27082020.pdf.
9. GANDORFER, M., S. SCHLEICHER und K. ERDLE (2018): Barriers to Adoption of Smart Farming Technologies in Germany. In: Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture, Montreal, Kanada, June 24-27, 2018. [Zugriff am 18.2.2021]. Verfügbar unter: <https://www.ispag.org/proceedings/?action=download&item=4964>.

10. HEUSER, S., M. DEMMEL, J. PFEIFFER und M. GANDORFER (2018). Automatisierte mechanische Unkrautregulierung. In: RUCKELSHAUSEN, A., A. MEYER-AURICH, K. BORCHARD, C. HOFACKER, J.P. LOY, R. SCHWERDTFEGER, H.H.F. SUNDERMEIER und L. THEUVSEN (Hrsg.): 38. GIL-Jahrestagung: Digitale Marktplätze und Plattformen, Lecture Notes in Informatics (LNI), S. 99-102, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn.
11. Innovationsinitiative Landwirtschaft (2016). Positionspapier der Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0. Innovationsinitiative des Leibniz-Forschungsverbundes: Nachhaltige Lebensmittelproduktion & gesunde Ernährung. Positionspapier der Innovationsinitiative, Potsdam [Zugriff am 22.01.2020]. Verfügbar unter: https://www.leibniz-lebensmittel-und-ernaehrung.de/fileadmin/user_upload/Ernaehrung/Presse/Positionspapier_Landwirtschaft_4.0_Final2.pdf
12. KERNECKER, M., A. KNIERIM, A. WURBS, T. KRAUS, und F. BORGES (2019): Experience versus expectation: farmers' perceptions of smart farming technologies for cropping systems across Europe. In: Precision Agriculture, 21(1): 34-50. DOI:10.1007/s11119-019-09651-z.
13. LATVALA, T. und P. PYYKKÖNEN (2005): Profitability of and Reasons for Adopting Automatic Milking Systems. In: Proceedings of XIth Congress of the European Association of Agricultural Economists - The Future of Rural Europe in the Global Agri-Food System. Copenhagen, Denmark, August 24-27, 2005. DOI:10.22004/ag.econ.24534.
14. MICHELS, M., V. BONKE und O. MUßHOFF (2019): Adoption of Herd Management Smartphone Apps in German Dairy Farming. In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V (Hrsg.), Band 55: Landwirtschaft und ländliche Räume im gesellschaftlichen Wandel. S. 57-70, Braunschweig.
15. MILLER, N.J., T.W. GRIFFIN, I.A. CIAMPITTI und A. SHARDA (2019): Farm adoption of embodied knowledge and information intensive precision agriculture technology bundles. In: Precision Agriculture, 20: 348–361, DOI:10.1007/s11119-018-9611-4.
16. PAUSTIAN, M. und L. THEUVSEN (2017): Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. In: Precision Agriculture, 18 (5): 701–716, DOI: 10.1007/s11119-016-9482-5.
17. PIERPAOLI, E., G. CARLI, E. PIGNATTI und M. CANAVARI (2013): Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review. In: Procedia Technology, 8: 61–69, DOI:10.1016/j.protcy.2013.11.010.
18. REICHARDT, M. und C. JÜRGENS (2009): Adoption and future perspective of precision farming in Germany. Results of several surveys among different agricultural target groups. In: Precision Agriculture, 10 (1):73–94, DOI: 10.1007/s11119-008-9101-1.
19. ROOSEN, J. und S. GROß (2017): Agrar- und Ernährungswirtschaft. In: Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (Hrsg.): Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung, S. 175-209, München.
20. ROTZ, S., E. GRAVELY, I. MOSBY, E. DUNCAN, E. FINNIS, M. HORGAN, M. und weitere sieben Autoren (2019): Automated pastures and the digital divide: How agricultural technologies are shaping labour and rural communities. In: Journal of Rural Studies, 68: 112–122, DOI:10.1016/j.jrurstud.2019.01.023.
21. SCHLEICHER, S. und M. GANDORFER (2018): Digitalisierung in der Landwirtschaft: Eine Analyse der Akzeptanzhemmnisse. In: RUCKELSHAUSEN, A., A. MEYER-AURICH, K. BORCHARD, C. HOFACKER, J.P. LOY, R. SCHWERDTFEGER, H.H.F. SUNDERMEIER und L. THEUVSEN (Hrsg.): 38. GIL-Jahrestagung: Digitale Marktplätze und Plattformen, Lecture Notes in Informatics (LNI), S. 203-206, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn.

22. SCHÜTZ, K., L. VERFÜRTH, M. KRAMER, A. THÖNNISSEN, N. TÜCKING, M. BOELHAUVE und M. MERGENTHALER, (2019): Akzeptanz eines Herdenmanagement-Programms für PC und Smartphone auf rinderhaltenden Betrieben. In: MEYER-AURICH, A., M. GANDORFER, N. BARTA, A. GRONAUER, J. KANTELHARDT und H. FLOTO (Hrsg.): 39. GIL-Jahrestagung: Digitalisierung für landwirtschaftliche Betriebe in kleinstrukturierten Regionen - ein Widerspruch in sich?, Lecture Notes in Informatics (LNI), S. 239-244, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn.
23. SHENG TEY, Y. und M. BRINDAL (2012): Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. In: Precision Agriculture, 13 (6), 713–730, DOI: 10.1007/s11119-012-9273-6.
24. STRAETE, E.P., J. VIK, J. und B.G. HANSEN (2017): The Social Robot: A Study of the Social and Political Aspects of Automatic Milking Systems. In: Proceedings in Systems Dynamics and Innovation in Food Networks, S. 220-233, DOI: 10.18461/pfsd.2017.1722.
25. WISEMAN, L., J. SANDERSON, A. ZHANG and E. JAKKU (2019): Farmers and their data: An examination of farmers' reluctance to share their data through the lens of the laws impacting smart farming. In: NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, 90: 1000301, DOI:10.1016/j.njas.2019.04.007.
26. WOLFERT, S., L. GE, C. VERDOUW und M.J. BOGAARDT (2017): Big Data in Smart Farming – A review. In: Agricultural Systems, 153: 69–80, DOI:10.1016/j.agsy.2017.01.023.

Fußnoten im Text

¹⁾ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen und Bezeichnungen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beide Geschlechter.

²⁾ Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation; erklärte Gesamtvarianz: 58,5%; Kaiser-Meyer-Olkin: 0,788

³⁾ Faktorladungen (rotiert) Faktor 1: Anfangsinvestition 0,789; laufende Kosten 0,700; fragliche Wirtschaftlichkeit 0,591; Faktor 2: Service der Hersteller 0,794; Zuverlässigkeit der Systeme 0,779; Anwenderfreundlichkeit 0,734; Arbeitserleichterung 0,700; Kompatibilität unterschiedlicher Systeme 0,684; Faktor 3: Fehlende Computerkenntnisse 0,797; Unsicherheit über Datenschutz und Datenhoheit 0,705

⁴⁾ Eigenangaben der untersuchten Zeitschriften zur Leserreichweite: TopAgrar 123.000; dlz/agrarheute 82.000/ Bayerisches landwirtschaftliches Wochenblatt: 106.000; eigene Angaben auf Wikipedia/Agrarpublizistik.

Anhang 1

Tabelle 4:
Zuordnung von Investitionskosten und Betriebsaufwand auf die einzelnen Technologien

Mit welchen Digital Farming Technologien setzen Sie sich in Ihrem Betrieb auseinander?	Investitionskosten*			Betriebsaufwand & Nutzungsintensivität*		
	Hoch	Mittel	Niedrig	Hoch	Mittel	Niedrig
Kommunikations- und Handelsplattformen			x			x
Vorhersagemodelle			x			x
Automatische Lenksysteme		x			x	
Optische Lenkhilfen (z. B. Lichtbalkenführungssysteme)		x				x
Automatische Anbaugerätelenkung (z. B. Hackgeräte)		x			x	
GPS-gesteuerte Teilbreitenschaltung		x			x	
Ertragskartierung**		x				x
Karten aus Satellitendaten**		x				x
Drohnen		x			x	
Teilflächenspezifische Aussaat		x				x
Teilflächenspezifische Grunddüngung		x				x
Teilflächenspezifische Stickstoffdüngung		x				x
Teilflächenspezifischer Pflanzenschutz		x				x
Flottenmanagementsysteme	x				x	
Telemetriesysteme	x				x	
Bodensensoren (z. B. EM38)	x				x	
Georeferenzierte Bodenproben auseinander?			x		x	
Intelligente Technologien wie Head-up-Displays						
Nah-Infrarot-Systeme zur Ausbringung von Gülle	x			x		
Nah-Infrarot-Systeme zur Bestimmung Erntequalität	x			x		
FMIS- Außenwirtschaft			x		x	
FMIS- Innenwirtschaft			x		x	
Automatisches Melksysteme	x			x		
Automatische Grundfuttermulde	x			x		
Futteranschieberoboter		x			x	
Spaltenreinigungsroboter		x			x	
Stallkameras			x			x
Sensoren zur Verhaltensüberwachung		x				x
Gewichtungsfaktoren***	1,00	0,50	0,10	0,50	0,25	0,10

* Einschätzungen durch Preisrecherchen bei verschiedenen Anbietern und persönlichen Erfahrungen der Autoren

** Kostenschätzung flächenbezogen je Hektar

*** Berechnung des Digitalisierungsindex anhand Anzahl der genutzten Technologien multipliziert mit den jeweiligen Gewichtungsfaktoren Investitionskosten (,hoch'=1; ,mittel'=0,5; ,niedrig'=0,1) und variabler Betriebsaufwand/Nutzungsintensivität (,hoch'=0,5; ,mittel'=0,25; ,niedrig'=0,1)

Anschrift der Autoren

Dr. Andreas Gabriel – Korrespondierender Autor

E-Mail: andreas.gabriel@lfl.bayern.de

Dr. PD Markus Gandorfer

E-Mail: markus.gandorfer@lfl.bayern.de

Olivia Spykman, M.Sc.

E-Mail: olivia.spykman@lfl.bayern.de

Alle:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Arbeitsgruppe Digital Farming

Kleeberg 14,

D 94099 Ruhstorf a.d. Rott