



Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

BAND 100 | Ausgabe 1

Agrarwissenschaft
Forschung

Praxis

Strukturwirkung der Digitalisierung in der Landwirtschaft

Von Michael Gscheidle, Jana Munz, Reiner Doluschitz

1 Einführung

Weltweit steht die Agrar- und Ernährungswirtschaft vor einer Vielzahl an Herausforderungen. Neben der anhaltenden Urbanisierung, dem demographischen Wandel und dem sich wandelnden Weltklima ist eine wesentliche Herausforderung, im 21. Jahrhundert mit dem prognostizierten Bevölkerungswachstums der nächsten Jahrzehnte erfolgreich umzugehen. Gerade auch deshalb, weil das Wirtschaftswachstum und eine hohe Dynamik in den Bevölkerungsstrukturen u. a. durch die Urbanisierung wesentlichen Einfluss auf den Strukturwandel innerhalb von Volkswirtschaften haben können.

Die UNITED NATIONS schätzen im Jahr 2019, dass die Weltbevölkerung bis zum Jahr 2050 auf 9,7 Milliarden, d. h. jährlich um rund 64,5 Millionen Menschen anwachsen wird (UNITED NATIONS, 2019). Dabei wird die prognostizierte Nachfrage nach landwirtschaftlichen Erzeugnissen - mit verhaltenem Wirtschaftswachstum - um etwa 50,0 % im Vergleich zum Jahr 2013 ansteigen. Zudem wird die Agrar- und Ernährungswirtschaft mit Herausforderungen wie Grenzen überwindenden Schädlingen und Krankheiten, einem steigenden Wettbewerb um natürliche Ressourcen, Nahrungsmittelverlusten und der damit häufig zusammenhängenden Nahrungsmittelverschwendung konfrontiert (FAO, 2017).

Neben diesen globalen Aufgaben, die sich auch zum Teil bis auf die einzelbetriebliche Ebene auswirken können, gibt es auf nationaler und lokaler Ebene noch weitere sich wandelnde Rahmenbedingungen, denen sich die landwirtschaftlichen Betriebe und auch deren vorgelagerte Bereiche (z.B. Saatzucht, Düngemittel) und nachgelagerte Bereiche (z.B. Handel, Verarbeitung) stellen müssen. Beispielsweise fordern unterschiedliche Stakeholdergruppen eine wachsende Transparenz und eine bessere Nachvollziehbarkeit der Prozesse der Lebensmittelherstellung ein. Dazu hat die Landwirtschaft die herausfordernde Aufgabe, ressourcenschonender zu wirtschaften und die Nachhaltigkeit ihrer Produktionsprozesse zu steigern (ROOSEN, 2017). Irreversible Flächenverluste und die zunehmend anspruchsvolleren Umweltschutzstandards stellen die landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland vor gewaltige Herausforderungen (SCHLEICHER und GANDORFER, 2018).

Neben diesen meist nicht zu beeinflussenden externen Rahmen- und Produktionsbedingungen (autarke Megatrends) ist die Landwirtschaft in Deutschland seit Jahren von einem massiven

Strukturwandel geprägt. Dieser wird besonders dadurch sichtbar, dass die Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe und die Zahl der Beschäftigten in diesem Sektor kontinuierlich sinkt (BMEL, 2018b). Im Jahr 2018 gab es im Vergleich zum Jahr 2007 deutschlandweit rund 17,1 % (54.900 Betriebe) weniger landwirtschaftliche Betriebe (PASCHER ET AL., 2019). Vorläufige Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2020 bestätigen diese weiterhin abnehmende Entwicklung und beziffern für das Jahr 2020 die Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe auf noch 263.500 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2020). Neben diesem strukturellen Wandel innerhalb der Primärproduktion werden, gerade auch im Kontext der oben genannten Herausforderungen, veränderte und daran angepasste berufliche Qualifikationen an die dort Beschäftigten gestellt. Nicht ohne Grund werden 90,0 % der Vollerwerbsbetriebe von Fachkräften mit einer landwirtschaftlichen Ausbildung, einem Meister- oder Studienabschluss geführt (BMEL, 2018b).

Die Digitalisierung allgemein (Megatrend) und besonders innerhalb der Landwirtschaft bringt aus Sicht der Wissenschaft und der Praxis bereits heute erfolgsversprechende Ansätze mit sich, um den derzeitigen und zukünftigen branchenspezifischen Herausforderungen erfolgreich begegnen zu können (ROOSEN, 2017). Digitalisierung in der Landwirtschaft kann u. a. eine Effizienz- und Effektivitätssteigerung beim Einsatz von Betriebsmitteln unter gleichbleibenden oder sogar gestiegenen Erträgen erbringen. Damit können neben ökonomischen Vorteilen auch gleichzeitig ökologische Vorteile einhergehen. Durch die Vernetzung der einzelnen Prozessschritte entlang der Wertschöpfungskette und deren Analyse kann die Transparenz der einzelnen Wertschöpfungssegmente gesteigert werden (BAHRS, 2018). Mit Blick auf die Chancen der Digitalisierung gibt es jedoch auch eine Vielzahl an damit verbundenen neuen Herausforderungen, die durch oder mit der Anwendung und Ausweitung digitaler Ansätze in der Landwirtschaft entstehen. Beispielsweise mangelt es gerade in ländlichen Gebieten häufig an einer störungsfreien, doch für eine erfolgreiche Umsetzung digitaler Ansätze zwingend notwendigen Netzabdeckung. LandwirtInnen fehlt es selber häufig an dem notwendigen Wissen, um Hard- und Softwarekomponenten digitaler Landtechnik erfolgreich einsetzen und zielgerichtet anwenden zu können. Darüber hinaus hinkt die Entwicklung von IT-Sicherheitsstandards der Entwicklung neuer digitaler Angebote häufig einen Schritt hinterher (MARTÍNEZ, 2016). In einigen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereichen sind Nutzungs- und Eigentumsrechte von Daten noch immer nicht vollständig geklärt (DOLUSCHITZ, 2019). Mit Blick auf bereits etablierte digitale Technologien in der Landwirtschaft wird zunehmend deutlich, dass die klassischen Produktionsfaktoren Boden, Kapital und Arbeit allein nicht mehr ausreichen und ergänzt werden müssen, um in der Landwirtschaft unternehmerisch erfolgreich zu sein. Die vierte Komponente, das Wissen, hat sich längst zu einem entscheidenden Produktions- und damit Erfolgsfaktor entwickelt (VON DEM BUSSCHE, 2000 zitiert nach GINDELE ET AL., 2015). Persönliche Eigenschaften sowie unternehmerische Fähigkeiten der Betriebsleitung bestimmen maßgeblich die

potenziellen und zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten von landwirtschaftlichen Unternehmen mit (LANGBEHN, 2000). Trotz der strukturellen und produktionsbezogenen Veränderungen und Anforderungen innerhalb der Primärproduktion und auch darüber hinaus ist die deutsche Agrarstruktur nach wie vor von kleinen bis mittelgroßen landwirtschaftlichen Betrieben geprägt (BMEL, 2017a). Die Anwendung digitaler Landtechnik wird jedoch häufig in Verbindung mit landwirtschaftlichen Großbetrieben beschrieben und wird hingegen weniger im Kontext der kleinstrukturierten Landwirtschaft diskutiert (GIESLER, 2018).

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich im Kontext dieser strukturellen Entwicklungen mit der heutigen und zukünftigen Bedeutung der Digitalisierung in den landwirtschaftlichen Betrieben Deutschlands. Der besondere Fokus liegt dabei auf den Untersuchungsergebnissen, die im Hinblick auf agrarstrukturellen und bildungsbezogenen Unterschieden auswertbar sind. Die nachstehenden Forschungsfragen werden auch mit Bezug auf die Strukturgegebenheiten der Landwirtschaft im Nordosten und im Südwesten von Deutschland, auf die Rechtsform der Betriebe und auf den Bildungsstand der BetriebsleiterInnen analysiert. Darüber hinaus liegt dem vorliegenden Beitrag die Zielsetzung zugrunde, den aktuellen Stand der digitalen Technik in der Pflanzen- und Tierproduktion detailliert zu erfassen und im Kontext vorliegender Ergebnisse aus bereits etablierten Studien zu diskutieren.

Somit beschäftigt sich dieser Artikel mit den beiden folgenden Forschungsfragen:

- 1. Welche Bedeutung hat die Digitalisierung für einzelne landwirtschaftliche Betriebe in Deutschland unter Berücksichtigung der gegebenen agrarstrukturellen Unterschiede?**
- 2. Wie ist der aktuelle Stand der Technik und die betriebliche Ausstattung in landwirtschaftlichen Betrieben der Pflanzen- und Tierproduktion?**

Der vorliegende Beitrag gliedert sich in fünf Abschnitte.

Nach der Einführung in Kapitel eins werden wesentliche Grundlagen im Zusammenhang mit der Digitalisierung in der Landwirtschaft und das Modell von PORTER und HEPPELMANN (2014) in Kapitel zwei vorgestellt. Dieses Modell und seine Systemgrenzen dienen der modellbasierten Kategorisierung der in der Praxis eingesetzten digitalen Systeme und zugleich der Beantwortung der zweiten Forschungsfrage. Anstatt einer Einordnung der digitalgestützten Systeme mittels allgemeingültiger, häufig aber mit unterschiedlicher Bedeutung besetzter Begrifflichkeiten, soll die Kategorisierung innerhalb klar definierter Systemgrenzen erfolgen. In Kapitel drei werden die Methodik und die Struktur der Stichprobe beschrieben. In Kapitel vier folgt die Darstellung der Ergebnisse. Der Beitrag endet mit Kapitel fünf, der Diskussion und den Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen.

2 Grundlagen

2.1 Agrarstrukturen in Deutschland

Ergebnisse der deutschlandweiten Agrarstrukturerhebung aus dem Jahr 2020 zeigen, dass 87,0 % der landwirtschaftlichen Betriebe in der Rechtsform Einzelunternehmen und damit sehr häufig als klassische bäuerliche Familienbetriebe geführt werden. Die verbleibenden 13,0 % teilen sich auf in 11,0 % Personengesellschaften und 2,0 % juristische Personengesellschaften (PASCHER ET AL., 2021).

Landwirtschaftliche Betriebsstruktur nach Rechtsform

In Baden-Württemberg, wo eine Vielzahl der Betriebe noch als *klassische bäuerliche Familienbetriebe* bestehen, bewirtschaftete im Jahr 2020 ein landwirtschaftlicher Betrieb im Durchschnitt über alle betrieblichen Rechtsformen gesehen rund 36 Hektar landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF). Damit ist die Bewirtschaftungsfläche in diesem Bundesland um etwa die Hälfte kleiner als im bundesweiten Durchschnitt und kennzeichnet dort eine kleinstrukturierte Landwirtschaft (STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG, 2021). Von der gesamten LF im Bundesgebiet werden 64,0 % von landwirtschaftlichen *Einzelunternehmen* bewirtschaftet; im bundesweiten Durchschnitt liegt sie im Mittel bei 44 Hektar, wobei sie von Bundesland zu Bundesland abweicht. *Personengesellschaften* haben eine durchschnittliche Flächenausstattung von 120 Hektar. Betriebe in der Rechtsform einer juristischen Person bewirtschaften im Mittel 527 Hektar. Als Familienbetrieb geführte Nebenerwerbsbetriebe bewirtschaften im bundesweiten Mittel 23 Hektar und Vollerwerbsbetriebe 66 Hektar (PASCHER ET AL., 2019).

Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe

Der Strukturwandel innerhalb der Primärproduktion zeigt sich besonders an der weiter abnehmenden Zahl landwirtschaftlicher Betriebe und der Familienarbeitskräfte.

Im Zeitraum von 2007 bis 2018 reduzierte sich die Anzahl *landwirtschaftlicher Betriebe* um insgesamt 17,1 % (n=54.900) auf 266.700 Betriebe, d. h. jährlich um etwa 1,7 %. Der Vergleich dieser Abnahmerate mit der aus den Jahren zwischen 1995 und 2005 mit rund 3,0 % zeigt zwar eine Verlangsamung des Strukturwandels; setzte sich jedoch mit dieser tendenziell kontinuierlich fort (PASCHER ET AL., 2019; STATISTISCHES BUNDESAMT, 2021b).

Die Anzahl *landwirtschaftlicher Familienarbeitskräfte* ging im Zeitraum von 2010 (n=556.300) bis 2016 (n=449.100) um insgesamt rund 19,3 %, d. h. um ca. 3,2 % jährlich zurück. Das vorläufige Ergebnis aus dem Jahr 2020 (n=436.100) zeigt, einen Abnahmetrend seit 2016 um insgesamt rund 2,9 %, d. h. von nur ca. 0,7 % pro Jahr. Der Rückgang an landwirtschaftlichen Arbeitskräften hielt zwar weiter an, er verlangsamte sich jedoch deutlich.

Demgegenüber wuchs die Anzahl *ständig Beschäftigter in der Landwirtschaft* im Zeitraum von 2010 (n=193.400) bis 2016 (n=204.600) um insgesamt rund 5,8 %, d.h. jährlich um ca. 1,0 %. Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2020 (n=229.300) zeigen, dass dieser Aufwärtstrend nicht nur anhielt, sondern die Zuwachsrate mit insgesamt ca. 12 % seit 2016, d. h. um jährlich ca. 4,0 %, sogar anstieg (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2021a).

Mit der abnehmenden Anzahl an landwirtschaftlichen Betrieben in Deutschland einerseits ging eine Zunahme der durchschnittlichen Betriebsfläche von rund 55 Hektar (2010) auf rund 63 Hektar (2020), d. h. um insgesamt 14,5 % bzw. 1,45 % pro Jahr einher (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2020). Im Jahr 2020 liegt die betriebliche Wachstumsschwelle bei etwa 100 Hektar mit voraussichtlich weiter steigender Tendenz. Um auf Dauer wirtschaftlich überleben zu können, sollte die Flächenausstattung bei mindestens 100 Hektar pro Betrieb liegen. Die Betriebsfläche wird im Mittel also voraussichtlich weiter steigen, die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe aber weiterhin sinken (PASCHER ET AL., 2021).

Entwicklung der Betriebe im Hinblick auf ihre betriebswirtschaftliche Ausrichtung

Die Struktur der tierhaltenden Betriebe hat sich in den vergangenen Jahren ebenfalls verändert, der Wandel hält voraussichtlich an. Die Zahl der rinderhaltenden Betriebe ist nach wie vor rückläufig Sie werden voraussichtlich künftig zahlenmäßig weiter abnehmen, die Zahl der von diesen Betrieben gehaltenen Tiere werden dagegen voraussichtlich steigen, d. h. die Herden werden voraussichtlich größer werden (PASCHER ET AL., 2019; BMEL, 2018b).

In Deutschland stehen im Jahr 2021 in 19,0 % aller *Milchviehbetriebe* (n=55.829) rund 57,0 % der gesamten Milchkühe (n=3,89 Mio.). Die durchschnittliche Herdengröße dieser Betriebe liegt bei rund 209 Milchkühen, während sie insgesamt in Deutschland bei durchschnittlich 70 liegt. Diese Zahl ist stark von der Region abhängig. So beträgt die Zahl der gehaltenen Milchkühe beispielsweise in Brandenburg 234 Tiere pro Betrieb und in Mecklenburg-Vorpommern 246, hingegen in kleinstrukturierten Gebieten wie in Bayern 43 oder in Baden-Württemberg 55 (PASCHER ET AL., 2021). Wachsende Herdengrößen sind ein wesentlicher Grund, weshalb bereits heute in einigen Ställen Melkroboter, automatisierte Spaltenreinigung und teil- bzw. vollautomatisierte Fütterungssysteme fest integriert sind. Eine mit der Automatisierung von Stallarbeiten verbundene Chance wird beispielsweise darin gesehen, Arbeitszeiterparnisse zugunsten der Verbesserung für das Tierwohl innerhalb des Betriebes einsetzen zu können (DETER, 2016).

2.2 Modell nach Porter und Heppelmann

Für die Einordnung der Ergebnisse zum aktuellen Stand der Technik in der Pflanzen- und Tierproduktion orientiert sich dieser Beitrag an dem Modell von PORTER und HEPPELMANN (2014). In

ihrem fünfstufigen Modell beschreiben die Autoren am Beispiel der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion, wie von einem ursprünglich für sich alleine stehenden Produkt ein System der Systeme werden kann.

PORTER und HEPPELMANN (2014) sehen im **ersten Schritt** das "einzelne Produkt", beispielsweise die Landmaschine Traktor.

Im **zweiten Schritt** wird aus dem einzelnen Produkt durch den ersten Vernetzungsgrad ein "intelligentes Produkt" (PORTER und HEPPELMANN, 2014). Hierbei werden mithilfe Satelliten gestützter Technik die grundlegenden Funktionen des Traktors um Ziehen, Fahren und Antreiben durch exakte Spurführung, Lenkhilfen sowie teilflächenspezifische Ausbringtechnik und geschwindigkeitsangepasste Regulierung der Volumenströme erweitert. Mit dieser Technik lassen sich Überlappungen (Doppelbearbeitungen) und damit ein erhöhter Betriebsmittelaufwand vermeiden (BMEL, 2018a).

PORTER und HEPPELMANN (2014) gehen im **dritten Schritt** der Produktsystembildung und damit in der zweiten Vernetzungsstufe davon aus, dass die Landmaschine mit entsprechenden Managementprogrammen interagiert, wobei einzelne Daten nun empfangen und verarbeitet werden können. Diese Stufe der "intelligenten Landwirtschaft" richtet ihren Fokus besonders auf die Gewinnung von Prozessdaten und deren intelligente Verknüpfung (ROOSEN, 2017).

Im **vierten Schritt** wird aus dem intelligenten, vernetzten Produkt ein "Produktsystem". Dabei werden die bis zur Stufe vier bereits ergänzten und weiterentwickelten Funktionen eines Produkts um weitere Funktionen anderer Produkte ergänzt. Auf diese Weise interagiert eine Landmaschine (z. B. Traktor) nicht mehr nur mit sich und den dort verbauten Systemen selbst, sondern geht nun in ein Systemnetz, geprägt von weiteren unterschiedlichen Produkten, wie Anbaugeräte und selbstfahrende Arbeitsmaschinen, über, die in dem jeweiligen landwirtschaftlichen Produktionsprozess benötigt werden. Auf diese Weise kann die Maschinenleistung eines landwirtschaftlichen Unternehmens insgesamt gesteigert werden. Dabei steht nicht nur die Optimierung einzelner Prozesse beispielsweise bei der Bodenbearbeitung oder dem Pflanzenschutz im Fokus, sondern auch die kontinuierliche Verbesserung ganzer Prozessketten wie der Ernteprozess oder die Güllekampagne (PORTER und HEPPELMANN, 2014).

Im **fünften und damit letzten Schritt** des Modells von PORTER und HEPPELMANN (2014) wird aus dem System der Maschinen ein umfassendes Farm-Management-System. Das geschaffene "System von Systemen" zeichnet sich dadurch aus, dass die unterschiedlichen Produkte wie Landmaschinen-, Wetterdaten-, Bewässerungs- und Saatsysteme zum einen intern miteinander kommunizieren und zum anderen auch die in ihrem Umfeld vorherrschenden und in einer Beziehung zu den Produkten

stehenden Informationen wie Wetterdaten, Boden- und Biomassekarten aufnehmen, verarbeiten, koordinieren und damit in einem Gesamtkontext optimieren können (PORTER und HEPPELMANN, 2014).

3 Methodik und Struktur der Stichprobe

Für die Beantwortung der o. g. Forschungsfragen wurde ein quantitativer Methodenansatz in Form einer schriftlichen Online-Befragung gewählt. Der Vorteil computergestützter Online-Befragungen liegt in der meist zuverlässigen und schnell verfügbaren Datengrundlage. Wesentlicher Nachteil ist eine oft nur geringe Repräsentativität der Stichprobe, bezogen auf die Grundgesamtheit (ATTESLANDER, 2010). Die Grundgesamtheit landwirtschaftlicher Betriebe in Deutschland ergibt sich nach der letzten deutschlandweiten Landwirtschaftszählung im Jahr 2020 aus vorläufig 263.500 landwirtschaftlichen Betrieben (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2020). Die Stichprobe im vorliegenden Beitrag wurde dabei aus frei zugänglichen E-Mail-Adressen von landwirtschaftlichen Ausbildungsbetrieben und eingetragenen Genossenschaften in Deutschland generiert. Somit bezieht sich der Forschungsgegenstand auf Betriebe, die zumindest einen Mitarbeitenden mit höherer Ausbildung (LandwirtschaftsmeisterIn oder TechnikerIn) beschäftigen. Die Befragung wurde im Zeitraum von Anfang Januar bis Mitte Februar 2018 in zwei Erhebungsphasen durchgeführt. Insgesamt konnten 4.731 landwirtschaftliche Ausbildungsbetriebe und Agrargenossenschaften angeschrieben werden, wovon 800 E-Mails unzustellbar waren. Mit einer Rücklaufquote von rund 8,4 % konnten 329 Umfragebögen ausgewertet werden. Je nach Untersuchungsdesign sind Rücklaufquoten bei webbasierten Befragungen zwischen 6,0 % und 73,0 % möglich (TUTEN ET AL., 2000).

Für die differenzierte Datenanalyse wurden univariate (Häufigkeiten, Mittelwerte, Median, Modus, Standardabweichung), bivariate (U-Test, Chi²-Kreuztabelle, Spearman Korrelation) und multivariate (H-Test) Verfahren und damit sowohl deskriptive als auch inferenzstatistische Ansätze angewendet (KROMREY und STRÜBING, 2009; UNIVERSITÄT ZÜRICH, 2018).

Aufgrund der Stichprobengenerierung über diverse Online-Portale und das Genossenschaftsregister sind die antwortenden Betriebe durch eine deutlich größere Betriebsstruktur im Vergleich zu den Durchschnittsbetrieben (vgl. PASCHER ET AL., 2019; PASCHER ET AL., 2018) charakterisiert.

Die in Tabelle 1 dargestellten und zum Situationsbericht 2019/20 des Deutschen Bauernverbands (Grundgesamtheit) größtenteils abweichenden Ergebnisse der Stichprobe sind plausibel, weil bei der Adressauswahl nur landwirtschaftliche Ausbildungsbetriebe befragt wurden. Einerseits verfügen ihre LeiterInnen/MitarbeiterInnen über einen höheren Bildungsstand und andererseits kann angenommen werden, dass sie überwiegend im Haupterwerb geführt werden, was eine größere Flächenausstattung sowie einen höheren Anteil an NutztierhalterInnen erklärbar macht. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Stichprobe übersteigt bei Weitem den bundesweiten Durchschnitt. Daher sind die

Betriebe, die über beziehungsweise an der Wachstumsschwelle von 100 Hektar liegen, überdurchschnittlich oft vertreten. Der Median von 160 Hektar ist aufgrund der mit einbezogenen Ausreißer größer 500 Hektar als das geeignetere statistische Interpretationsmaß anzusehen.

Tabelle 1:

Charakteristik der Stichprobe. Vergleich der Stichprobe mit Daten des Situationsberichts 2019/20 des Deutschen Bauernverbands (Grundgesamtheit).

Merkmal	Stichprobe	Grundgesamtheit
Betriebsgröße	Ø 470 ha LF, Median: 160 ha 0 - 50 ha: 6,1 % 51 - 100 ha: 23,5 % 101 - 200 ha: 30,8 % 201 - 500 ha: 18,3 % 501 - 1 000 ha: 7,9 % 1 001 - 7 000 ha: 13,4 %	Ø 62,4 ha LF Wachstumsschwelle: 100 ha
Tierzahlen	Hauptzweig Rind: Ø 358 Hauptzweig Schwein: Ø 2 132	75,0 % der Rinder in Beständen 100+ 78,0 % der Schweine in Beständen mit 1 000+
HalterInnen von Nutztieren	84,4 %	67,2 %
Rechtsformen	Einzelunternehmen: 52,0 % Personengesellschaften: 32,0 % Juristische Personen: 16,0 %	Einzelunternehmen: 89,0 % Personengesellschaften: 9,0 % Juristische Personen: 2,0 %
Pacht- und Eigentumsanteil	Eigentumsfläche: 40,0 % Pachtfläche: 60,0 %	Eigentumsfläche: 39,6 % Pachtfläche: 58,5 %
Bildungsstand	Techniker/ Meister: 52,2 % Universität/ Fachhochschule: 48,8 %	Berufsausbildung: 65,0 % Hochschulstudium: 12,0 %
Alter	Ø 46 Jahre Modus: 50	≤ 45 Jahre: 25,0 % ≥ 55 Jahre: knapp 40,0 %

Quelle: Eigene Darstellung nach PASCHER ET AL., 2018; PASCHER ET AL., 2019.

Die Einteilung der Betriebsitze in der Stichprobe nach den Regionen Südwest- und Nordost-Deutschland wurde gezielt ausgewählt, da laut dem Situationsbericht des Deutschen Bauernverbands aus dem Jahr 2019/20 ein Nord-Süd-Gefälle der Betriebsgrößen innerhalb Deutschlands vorliegt (PASCHER ET AL., 2019). Das heißt, im Norden und Osten Deutschlands befinden sich größere Betriebe mit einer größeren Flächenausstattung als im Süden und Westen. Der Viehbestand in Relation zur landwirtschaftlich genutzten Fläche ist im Südwesten hingegen höher als zum Beispiel in den neuen Bundesländern im Osten (PASCHER ET AL., 2019).

4 Ergebnisse

4.1 Digitalisierung heute und im Jahr 2030

Die Bedeutung der Digitalisierung wird bereits "heute" von einem Drittel der Befragten als eher groß (34,0 %) bis groß (33,1 %) eingeschätzt ($\bar{x}=2,78$). In der Prognose für das Jahr "2030" sind sich über 80,0 % der TeilnehmerInnen einig, dass Themen rund um die Digitalisierung eine große (33,1 %) bis sehr große (50,2 %) Bedeutung für ihren Betrieb haben werden ($\bar{x}=1,66$). (Abbildung 1)

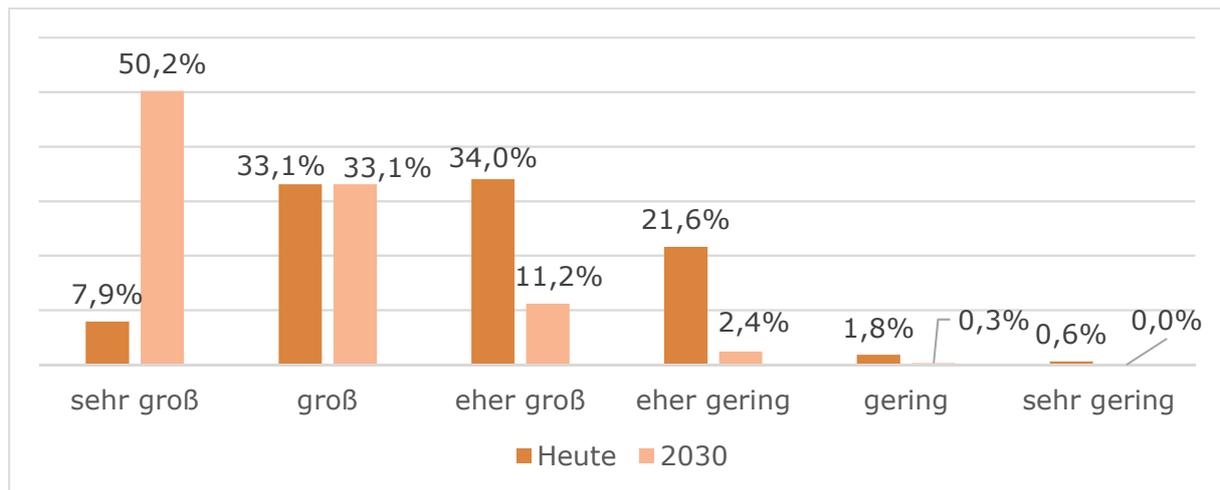


Abbildung 1: Bedeutung der Digitalisierung für einzelne landwirtschaftliche Betriebe, n=329 (in %), 1-sehr groß, 6-sehr gering. Quelle: Eigene Erhebung; heute (Stand 2018), für 2030 Prognose.

In Bezug auf die heutige Bedeutung der Digitalisierung zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den **Bundesregionen** Südwest und Nordost (Chi^2 -Test, $p=0,017$). TeilnehmerInnen aus dem Südwesten halten die Digitalisierung für weniger bedeutend als Befragte aus dem Nordosten Deutschlands. Im Südwesten liegen die meisten Antworten im Bereich von eher gering (24,4 %), eher groß (37,8 %) bis groß (29,3 %), im Nordosten hingegen bei eher groß (27,0 %), groß (43,0 %) bis sehr groß (12,0 %). Die prognostizierte Bedeutung der Digitalisierung im Jahr 2030 zeigt keine signifikanten Unterschiede.

Die Nullhypothese: "Die Verteilung der Einschätzung zur heutigen Bedeutung der Digitalisierung über die sechs Kategorien der landwirtschaftlich genutzten Fläche hinweg, ist identisch" kann nach der Analyse der gruppierten Mediane, bezogen auf die Bedeutung der Digitalisierung nach Hektarklassen, abgelehnt werden (H -Test, $p=0,000$). Es zeigt sich auch mit hoher Signifikanz, dass die Verteilung der Einschätzung über die Bedeutung der Digitalisierung im Jahr 2030 über die Kategorien der landwirtschaftlich genutzten Fläche ebenfalls nicht identisch ist (H -Test, $p=0,001$).

Signifikante Ergebnisse bestätigen, dass Unterschiede in der Rubrik "heute" bei den Hektarklassen 0-50 und 51-100 ($p=0,000$), 201-500 ($p=0,016$), 501-1.000 ($p=0,027$), 1.001-7.000 ($p=0,000$) und bei den Hektarklassen 101-200 und 1.001-7.000 ($p=0,007$) vorliegen. Darüber hinaus lassen sich in der Rubrik "Bedeutung der Digitalisierung im Jahr 2030" signifikante Unterschiede in den Hektarklassen 0-50 und

200-500 ($p=0,035$), 1.001-7.000 ($p=0,005$) und zwischen den Klassen 101-200 und 1.001-7.000 ($p=0,048$) feststellen.

Wie Abbildung 2 zeigt, haben IT-Systeme (z. B. Agrar-Apps, überbetriebliche Onlineplattformen) heutzutage für über 80,0 % der befragten LandwirtInnen eine wichtige Bedeutung. Das Datenmanagement in Form von Datenerfassung, Datenmanagement und Datenanalyse (z. B. digitale Schlagkartei, Farm-Management-Software) sowie intelligente landwirtschaftliche Maschinen (z. B. satellitengestützte Navigation) halten über 50,0 % der Befragten für bedeutsam.

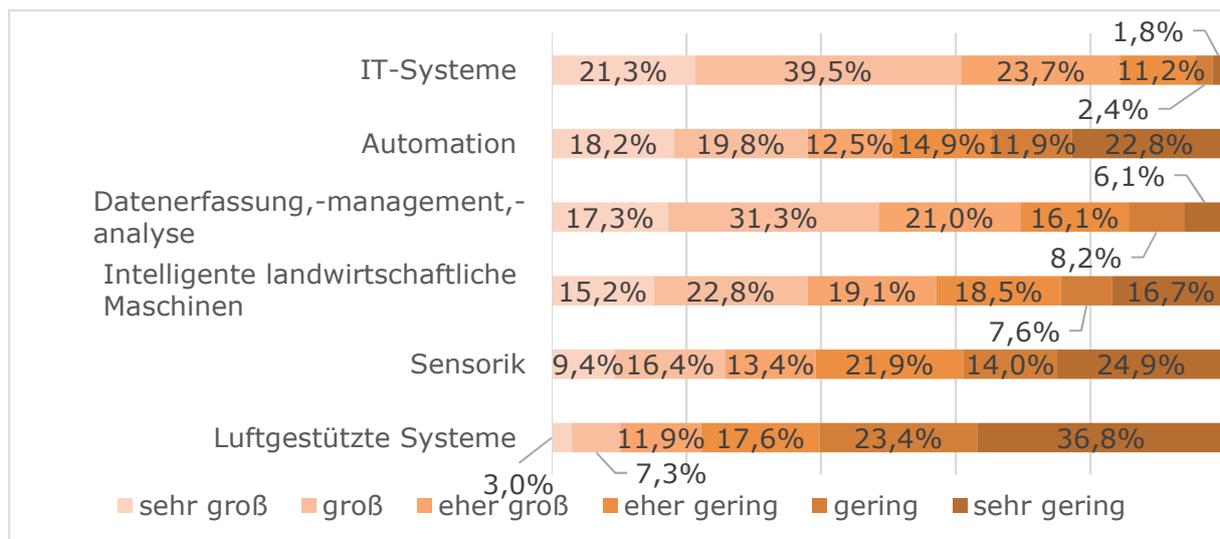


Abbildung 2: Einschätzung der Bedeutung von einzelnen digitalen Systemen in landwirtschaftlichen Betrieben, n=328, 1-sehr groß, 6-sehr gering, (in %).

Quelle: Eigene Erhebung.

Demgegenüber sind luftgestützte Systeme (z. B. Drohnen, Multikopter) und Sensorik (z. B. N-Sensor, RFID-Transponder) für den Großteil (>60,0) der UmfrageteilnehmerInnen derzeit weniger relevant. Für knapp mehr als die Hälfte der Befragten (50,5 %) haben Technologien der Automation (z. B. automatische Fütterungssysteme, Melkroboter) schon heute im betrieblichen Alltag eine eher große bis sehr große Bedeutung. Aus der Mittelwertanalyse kann, unter Berücksichtigung der Standardabweichungen von 1,122 bis 1,831, folgendes Ranking mit abnehmender Bedeutung der Technologien für die TeilnehmerInnen aufgestellt werden:

- die IT-Systeme ($\bar{x}=2,40$),
- das Datenmanagement ($\bar{x}=2,85$),
- der Einsatz von intelligenten landwirtschaftlichen Maschinen ($\bar{x}=3,31$),
- die Automation ($\bar{x}=3,51$),
- die Sensorik ($\bar{x}=3,89$) und zum Schluss
- die luftgestützten Systeme ($\bar{x}=4,61$).

Die in nachfolgender Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse zeigen hoch signifikante Zusammenhänge zwischen der Einschätzung der Bedeutung der Digitalisierung "heute" und im Jahr "2030" sowie die jeweilige Bedeutsamkeit in Bezug auf einzelne digitale Anwendungssysteme. Es wird deutlich, dass die notwendige Kohärenz zwischen der allgemeinen Einschätzung der Bedeutung der Digitalisierung und der Einschätzung in Bezug auf gezielt ausgewählte digitale Systeme vorliegt. Die jeweiligen Zusammenhänge in Bezug auf "heute" sind dabei stärker als die mit Bezug auf das Jahr "2030".

Tabelle 2:
Spearman Korrelation: Zusammenhang zwischen der Bedeutung der Digitalisierung heute/2030 und einzelner digitaler Systeme.

Digitale Systeme	Heute		2030	
	r	p	r	p
IT-Systeme	0,433	0,000	0,378	0,000
Datenerfassung, -management, -analyse	0,521	0,000	0,426	0,000
Intelligente landwirtschaftliche Maschinen	0,481	0,000	0,363	0,000
Automation	0,407	0,000	0,359	0,000
Sensorik	0,413	0,000	0,357	0,000
Luftgestützte Systeme	0,385	0,000	0,378	0,000

Quelle: Eigene Erhebung.

Hoch signifikante Unterschiede können zwischen den **Bundesregionen** Südwest- und Nordost-Deutschland bei der Bedeutung des Datenmanagements und des Einsatzes von intelligenten landwirtschaftlichen Maschinen ermittelt werden. Daraus lässt sich folgern, dass sowohl die Bedeutung der Datenerfassung, des Datenmanagements und der Datenanalyse (U-Test: $p=0,000$) als auch der Einsatz von intelligenten landwirtschaftlichen Systemen (U-Test: $p=0,000$) im Nordosten eine hoch signifikant größere Bedeutung einnimmt als im Südwesten.

Gemäß der gruppierten Mediane in Tabelle 3 werden den digitalen Anwendungstypen wie IT-Systeme und Automation mit Bezug zur jeweiligen Region eine ähnlich große Bedeutung beigemessen.

Es bestehen zudem hoch signifikante Unterschiede zwischen dem **Bildungsstand** und der Bedeutung des Datenmanagements (U-Test: $p=0,000$), des Einsatzes von intelligenten landwirtschaftlichen Maschinen (U-Test: $p=0,000$) und der Sensorik (U-Test: $p=0,0013$). In allen drei Fällen weist der Vergleich der gruppierten Mediane darauf hin, dass die jeweiligen digitalen Systeme bei LandwirtInnen, die anstelle einer Meister- bzw. Techniker Ausbildung einen Universitäts- oder Fachhochschulabschluss haben, eine höhere Bedeutung einnehmen.

Auf Signifikanz geprüfte Unterschiede zwischen der **Rechtsform** und der Bedeutung von einzelnen digitalen Systemen zeigen die Ergebnisse, dass die Verteilung der Bedeutung bezüglich des

Datenmanagements (H -Test, $p=0,010$), den intelligenten landwirtschaftlichen Maschinen (H -Test, $p=0,014$) und der Sensorik (H -Test, $p=0,007$) über die analysierten Rechtsformen hin betrachtet nicht identisch ist.

Tabelle 3:

Gruppierte Mediane: Bedeutung der Digitalisierung einzelner digitaler Systeme nach Bundesregionen, 1-sehr groß, 6-sehr gering.

Digitale Systeme	Südwest	Nordost
	\bar{x}	\bar{x}
IT-Systeme	2,31	2,28
Datenerfassung, -management und -analyse	2,94	2,33
Intelligente landwirtschaftliche Maschinen	3,56	2,47
Automation	3,42	3,47
Sensorik	4,36	3,38
Luftgestützte Systeme	5,07	4,55

Quelle: Eigene Erhebung.

Bei der Bedeutung des Datenmanagements zeigen sich Unterschiede zwischen Einzelunternehmen und juristischen Personen ($p=0,048$) sowie Einzelunternehmen und Personengesellschaften ($p=0,038$). Die Bedeutung des Datenmanagements ist bei Personengesellschaften ($\bar{x}=2,39$) und juristischen Personen ($\bar{x}=2,39$) signifikant höher als bei Einzelunternehmen ($\bar{x}=2,95$). Ähnliche Ergebnisse lassen sich auch bei der Bedeutung von intelligenten landwirtschaftlichen Maschinen ($p=0,019$) und der Sensorik ($p=0,006$) feststellen. Daraus kann gefolgert werden, dass digitale Anwendungen wie das Datenmanagement, die intelligenten landwirtschaftlichen Systeme und auch die Sensorik bei Betrieben in der Rechtsform einer juristischen Personengesellschaft eine höhere Bedeutung einnehmen als bei Betrieben in der Rechtsform Einzelunternehmen. Die Ergebnisse bezüglich der Bedeutung der einzelnen digitalen Systeme, analysiert über die Größenkategorien der **landwirtschaftlich genutzten Fläche** hinweg, bilden eine signifikant unterschiedliche Verteilung bei allen Systemkategorien (H -Test: $p \leq 0,05$), außer bei der Automation (H -Test: $p=0,055$). Daraus lässt sich schließen, dass je größer der landwirtschaftliche Betrieb ist, desto bedeutsamer wird der Einsatz von digitalen Systemen.

4.2 Stand der Technik in der Pflanzenproduktion

Über die Hälfte der befragten LandwirtInnen ($n=325$) setzen satellitengestützte Spurführungssysteme, basierend auf RTK-Korrektursignalen, und GPS-Systeme zur Flächenvermessung auf ihren Betrieben ein. Darüber hinaus zeigt Abbildung 3, dass Stickstoff-Sensoren bei der teilflächenspezifischen Düngung, die direkt auf dem Feld den Stickstoffbedarf der Pflanzen messen, woraufhin der Stickstoff bedarfsspezifisch ausgebracht werden kann, bei einem Großteil der befragten LandwirtInnen im

betrieblichen Alltag keine aktive Anwendung finden. Dagegen setzt über ein Drittel (37,8 %) der ProbandInnen Erntesensoren zum Zwecke der Ertragskartierung ein, um auf diese Weise direkt auf dem Feld erste Mengen- und Qualitätsparameter festzustellen.

Unterschiede in der Nutzung von digitalbasierten Technologien zwischen den **Bundesgebieten** Südwest und Nordost (Chi^2 -Test) zeigen, dass im Nordosten die satellitengestützte Spurführung mit 68,4 % hoch signifikant (Chi^2 -Test, $p=0,002$) öfters eingesetzt wird als im Südwesten (49,2 %). Ebenso setzen im Nordosten mit 75,5 % hoch signifikant (Chi^2 -Test, $p=0,000$) mehr LandwirtInnen GPS-Systeme ein als im Südwesten (44,7 %).

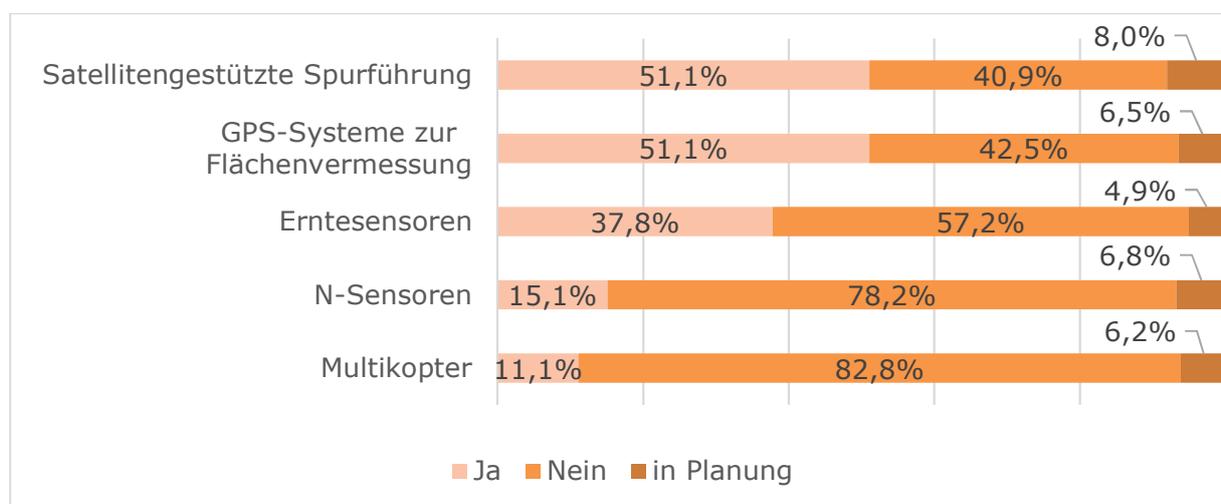


Abbildung 3: Stand der Technik in der Pflanzenproduktion, n= 325 (in %). Quelle: Eigene Erhebung.

Der Anwendungsumfang von Erntesensoren ist im Nordosten mit 66,3 % gegebener Ja-Antworten hoch signifikant (Chi^2 -Test, $p=0,000$) höher als mit 28,0 % im Südwesten. Ebenso werden die N-Sensoren im Nordosten mit 31,8 % hoch signifikant (Chi^2 -Test, $p=0,000$) mehr eingesetzt als im Südwesten (9,0 %). Diesen Analyseergebnissen liegt die Folgerung nahe, dass durch die signifikant höhere Nutzung nahezu aller in Abbildung 3 aufgeführten Technologien in den Betrieben der Pflanzenproduktion im Nordosten der technologische Stand höher ist als im Südwesten.

Bezogen auf die in Tabelle 4 dargestellten **Klassen gemäß der Flächenausstattung** zeigen sich hoch signifikante (Chi^2 -Test, $p=0,000$) Unterschiede bei der Nutzung der satellitengestützten Spurführung, der GPS-Systeme, der Erntesensoren und der N-Sensoren. Die in Tabelle 4 aufgeführten technischen Systeme werden zunehmend mehr eingesetzt, je mehr Hektar LF ein Betrieb umfasst. Je höher die einzelne Klasse gemäß der Flächenausstattung ist, desto fortgeschrittener kann der Stand der Technik in den Betrieben angenommen werden.

Signifikante bis hoch signifikante Unterschiede bei den **Rechtsformen** und der damit verbundenen Nutzung einzelner Technologien zeigen, dass satellitengestützte Spurführungssysteme signifikant häufiger von Personengesellschaften (59,5 %) als von Einzelunternehmen (49,0 %) und wiederum häufiger von juristischen Personen (69,0 %) als von Personengesellschaften (Chi^2 -Test, $p=0,029$) genutzt werden. Hoch signifikante Unterschiede (Chi^2 -Test, $p=0,000$) zwischen den Rechtsformen und dem Einsatz von GPS-Systemen zur Flächenvermessung zeigen, dass mit zunehmender Häufigkeit Einzelunternehmen (45,2 %), Personengesellschaften (53,1 %) und juristische Personen (86,3 %) diese Technologie im Betrieb anwenden. Hoch signifikante Unterschiede (Chi^2 -Test, $p=0,000$) in Bezug auf den Sensoreinsatz machen deutlich, dass Erntesensoren mit zunehmender Relevanz von 28,9 % der Einzelunternehmen, 40,2 % der Personengesellschaften und 75,0 % der juristischen Personengesellschaften eingesetzt werden.

Tabelle 4:

Einsatz der technischen Systeme in der Pflanzenproduktion nach Klassen gemäß der Flächenausstattung (Ja-Antworten innerhalb der einzelnen Klassen in %).

Technische Systeme	0 - 50 ha	51 - 100 ha	101 - 200 ha	201 - 500 ha	500 - 1 000 ha	1 001 - 7 000 ha
Satellitengestützte Spurführung	11,8 % n=17	40,8 % n=71	50,5 % n=89	73,6 % n=53	61,5 % n=26	81,4 % n=43
GPS-Systeme zur Flächenvermessung	18,8 % n=16	32,9 % n=73	43,2 % n=95	75,0 % n=52	79,1 % n=24	90,9 % n=44
Erntesensoren	5,9 % n=17	14,7 % n=75	29,0 % n=97	53,7 % n=54	83,0 % n=24	78,5 % n=42
N-Sensoren	0,0 % n=16	1,3 % n=76	8,4 % n=95	22,2 % n=54	31,8 % n=22	52,5 % n=40
Multikopter	0,0 % n=17	4,0 % n=75	12,4 % n=97	17,0 % n=53	14,3 % n=21	21,4 % n=42

Quelle: Eigene Erhebung.

N-Sensoren sind im aktiven Gebrauch von 8,2 % der befragten Einzelunternehmen, von 18,2 % der Personengesellschaften und von 40,0 % der juristischen Personengesellschaften.

Zwischen der Rechtsform und der Betriebsgröße zeigt sich der statistische Zusammenhang (*Korrelation nach Spearman*, $r=0,392$, $p=0,000$), dass je größer die Flächenausstattung ist, es zunehmend wahrscheinlicher wird, dass es sich um einen Betrieb in der Rechtsform einer juristischen Person handelt. Somit kann gefolgert werden, dass die verfügbare Flächenausstattung ein wesentlicher Grund für den signifikanten bis hoch signifikanten Mehreinsatz technischer Systeme bei juristischen Personengesellschaften ist. Es kann daher angenommen werden, dass Personengesellschaften einen höheren technischen Standard als Einzelunternehmen und juristische Personengesellschaften wiederum über eine höhere technische Ausstattung als reine Personengesellschaften verfügen.

Hoch signifikante Unterschiede im Einsatz der aufgeführten Technologien in der Pflanzenproduktion, abhängig vom jeweiligen **Bildungsstand** der Befragten, zeigen, dass alle in Tabelle 4 aufgeführten digitalen Systeme vermehrt von ProbandInnen mit einem höheren Bildungsabschluss (Universität/ Fachhochschule) eingesetzt werden. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass je höher der Bildungsstand des/r Betriebsleiters/In, des/r Eigentümers/In oder des/r leitenden Mitarbeiters/In ist, desto höher ist der Stand der applizierten Technik in der Pflanzenproduktion.

4.3 Stand der Technik in der Tierproduktion

Bei den Betrieben mit dem **Hauptbetriebszweig Rinderhaltung** dient der Einsatz von Sensoren am häufigsten zur Erfassung von Prozessdaten durch die technischen Anlagen (43,8 %) und zur Dokumentation der Tieraktivitäten (42,9 %). Abbildung 4 zeigt weiter, dass der Einsatz von automatischen Reinigungsanlagen (39,0 %) ebenfalls eine größere Rolle spielt.

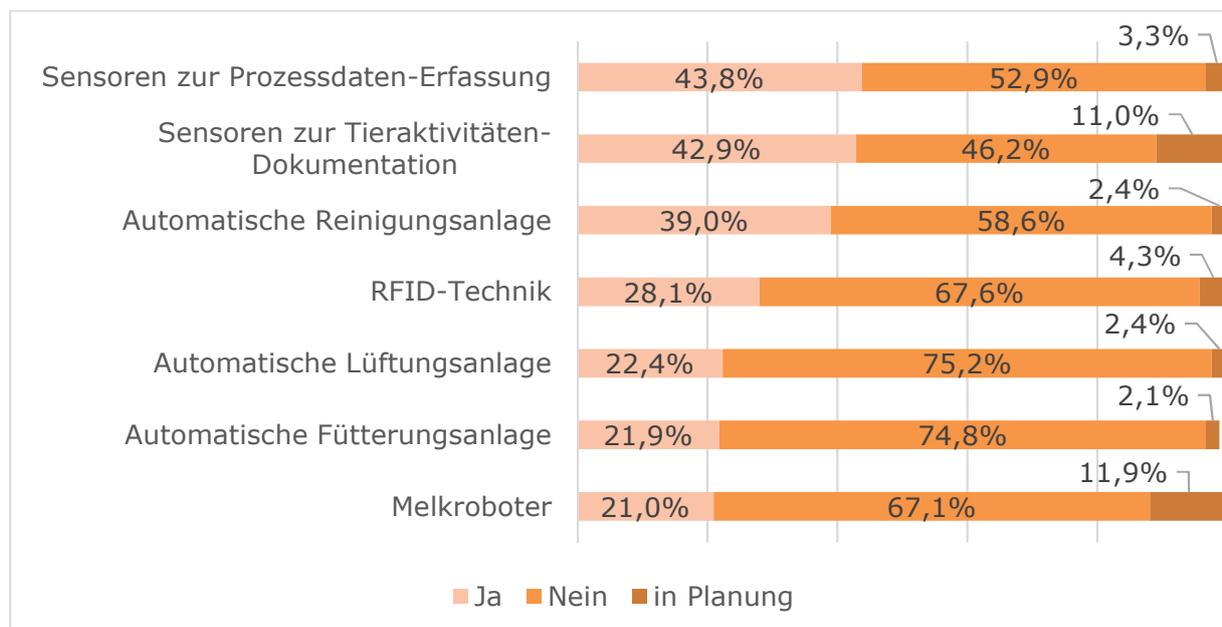


Abbildung 4: Stand der Technik in der Rinderproduktion, n=210 (in %). Quelle: Eigene Erhebung.

Die Nutzung von RFID-Technik (28,1 %), automatischen Lüftungsanlagen (22,4 %) und Fütterungsanlagen (21,9 %) ist hingegen weniger relevant. Am wenigsten verbreitet ist unter den TeilnehmerInnen der Einsatz von Melkrobotern (21,0 %), wobei weitere 11,9 % planen, diese Technik in der Zukunft anzuschaffen. Für die Dokumentation von Tieraktivitäten planen 11,0 % der TeilnehmerInnen den Einsatz von Sensoren. Dadurch kann beispielsweise die Dokumentation der Fress- und Bewegungsaktivitäten erleichtert werden, um verlässlichere Rückschlüsse auf die Brunstaktivitäten oder das Tierwohl ziehen zu können.

Signifikante Unterschiede liefert die Analyse der Ergebnisdaten in Tabelle 5 zwischen den **Bundesregionen** Südwest und Nordost hinsichtlich des Einsatzes technischer Systeme im Hauptbetriebszweig Rinderproduktion. Die Anwendung von Sensoren zur Erfassung von Prozessdaten von technischen Anlagen spielt im Nordosten mit 59,7 % eine signifikant größere Rolle als mit 38,5 % im Südwesten (Chi^2 -Test, $p=0,004$). Die Nutzung von automatischen Reinigungsanlagen ist im Nordosten mit 26,8 % signifikant weniger verbreitet als im Südwesten (46,7 %) (Chi^2 -Test, $p=0,007$).

Signifikante Ergebnisse der Datenanalyse in Bezug auf die **Rechtsformen** zeigen, dass automatische Lüftungssysteme hoch signifikant öfters bei Personengesellschaften (23,3 %) als bei Einzelunternehmen (14,7 %) eingesetzt werden und vermehrt in Betrieben, die in der Rechtsform einer juristischen Person (41,8 %) zur Anwendung kommen (Chi^2 -Test, $p=0,002$).

Der Einsatz von Sensoren zur Erfassung von Prozessdaten von technischen Anlagen ist mit 61,9 % bei juristischen Personengesellschaften signifikant häufiger verbreitet als mit 49,1 % bei Personengesellschaften. In Einzelunternehmen werden solche Sensoren zu 26,4 % eingesetzt (Chi^2 -Test, $p=0,016$).

Tabelle 5:
Einsatz der technischen Systeme in der Rinderproduktion nach Klassen gemäß der Tierzahl (Ja-Antworten innerhalb der einzelnen Klassen in %).

Technische Systeme	0 - 100 Tiere	101 - 200 Tiere	201 - 400 Tiere	401 - 800 Tiere	801 - 3 250 Tiere
Sensoren zur Prozessdaten-Erfassung	41,7 % n=24	49,0 % n=49	54,3 % n=35	13,3 % n=15	50,0 % n=10
Sensoren zur Tieraktivitäten-Dokumentation	50,0 % n=24	58,1 % n=43	38,7 % n=31	21,4 % n=14	55,6 % n=9
Automatische Reinigungsanlage	37,5 % n=24	46,0 % n=50	34,3 % n=35	53,3 % n=15	33,3 % n=9
RFID-Technik	29,1 % n=24	27,7 % n=47	25,0 % n=36	12,5 % n=16	33,3 % n=9
Automatische Lüftungsanlage	20,8 % n=24	32,0 % n=50	33,3 % n=36	13,3 % n=15	11,1 % n=9
Automatische Fütterungsanlage	8,3 % n=24	24,5 % n=49	34,3 % n=35	18,8 % n=16	33,3 % n=9
Melkroboter	29,2 % n=24	28,9 % n=45	16,7 % n=30	6,3 % n=16	28,6 % n=7

Quelle: Eigene Erhebung.

Bedeutende Unterschiede zwischen dem Einsatz automatischer Lüftungsanlagen und dem **Bildungsstand** zeigen, dass 17,1 % der befragten MeisterInnen und TechnikerInnen sowie 30,8 % der LandwirtInnen mit einem Universitäts- oder Fachhochschulabschluss automatische Lüftungsanlagen einsetzen (Chi^2 -Test, $p=0,029$). Daraus lässt sich folgern, dass je gebildeter die befragten LandwirtInnen sind, desto eher neigen sie dazu, technische Systeme einzusetzen.

Mit 96,0 % sind automatische Lüftungsanlagen und mit 94,0 % automatische Fütterungsanlagen in Betrieben mit dem **Hauptbetriebszweig Schweinehaltung** am weitesten verbreitet. Abbildung 5 zeigt weiter, dass Sensoren zur Erfassung von Prozessdaten von technischen Anlagen wie beispielsweise Lüftungs- oder Fütterungsanlagen mit 62,0 % ebenfalls vermehrt eingesetzt werden. Mit 20,0 % spielt der Einsatz von RFID-Technik und von Sensoren zur Dokumentation der Tieraktivitäten mit 12,0 % dagegen eine untergeordnete Rolle.

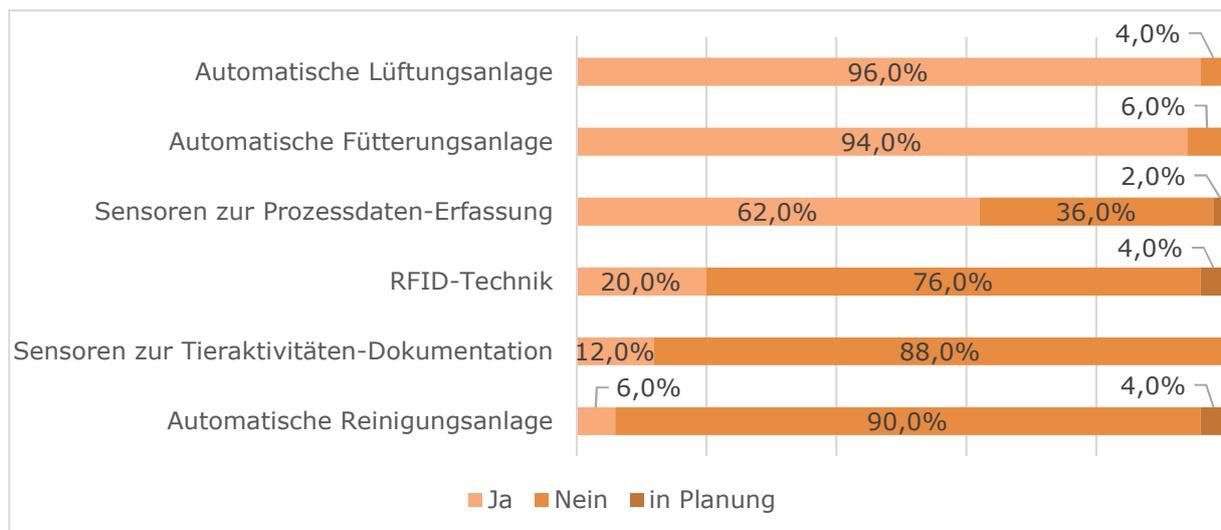


Abbildung 5: Stand der Technik in der Schweineproduktion (in %), n=50. Quelle: Eigene Erhebung.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

5.1 Bedeutung der Digitalisierung

Die Digitalisierung hat für 67,1 % der befragten Betriebe bereits heute eine eher große bis große Bedeutung. Für die Zukunft prognostizieren 83,3 % der TeilnehmerInnen die Bedeutung der Digitalisierung für ihren landwirtschaftlichen Betrieb als groß bis sehr groß. Die Befragten sind daher mehrheitlich der Auffassung, dass die Digitalisierung in ihrem Betrieb in den kommenden Jahren weiter zunehmen wird. Diese Tendenz bestätigt sich auch in der zuletzt veröffentlichten Bitkom-Studie aus dem Jahr 2020, in der 73,0 % der befragten Betriebe (n=500) die Digitalisierung eher als Chance denn als Risiko für ihren Betrieb sehen (ROHLEDER ET AL., 2020). Derzeit ist die Bedeutung der Digitalisierung im Nordosten signifikant höher als im Südwesten. Außerdem kann aus den Ergebnissen der Untersuchung gefolgert werden, dass je mehr landwirtschaftlich genutzte Fläche ein Betrieb bewirtschaftet, die Bedeutung der Digitalisierung zunimmt. Dieser hohe Stellenwert, den die ProbandInnen der Digitalisierung in Bezug auf ihren Betrieb beimessen, ist kohärent mit der Marktstudie von DRESSLER ET AL. (2015). Dort zeigt sich, dass in den Jahren 2014 bis 2020 die

durchschnittlich jährliche Wachstumsrate der digitalbasierten landwirtschaftlichen Präzisionstechnologien (Hardware und Software) in Europa bei 15,0 % und global bei 12,0 % liegt. Im Vergleich dazu wird die globale jährliche Wachstumsrate bei der analogen Landtechnik auf 4,0 % geschätzt. An dieser Stelle kann deshalb die Schlussfolgerung gezogen werden, dass sich der Großteil der befragten LandwirtInnen über die Bedeutung der Digitalisierung in und für ihren Betrieb bewusst sind und er diesbezüglich einen signifikanten Bedeutungszuwachs in den nächsten Jahren erwartet.

Ergebnisse aus einer im Jahr 2016 von der PricewaterhouseCoopers (PwC) GmbH durchgeführten Umfrage zeigen, dass bereits 54,0 % der dort befragten LandwirtInnen in neue digitale Technologien investiert haben und 40,0 % erste beziehungsweise weitere Investitionen planen (BOVENSIEPEN ET AL., 2016). Diese Ergebnisse der PwC-Umfrage unterstreichen einmal mehr den bereits heute vorhandenen Stellenwert der Digitalisierung in der Landwirtschaft, der sich auch in den Ergebnissen des vorliegenden Beitrags widerspiegelt. Jedoch sind diese Erkenntnisse aus der PwC-Studie mit Blick auf die formulierte Fragestellung vorsichtig zu bewerten. Denn die bereits getätigten Investitionen in digitale Technologien und damit auch indirekt die Bedeutung von digitalen Technologien von allgemeinen digitalen App-Anwendungen, die mittlerweile jedes Smartphone hat, bis hin zu Robotern, Drohnen und Farm-Managementsystemen werden in nur einer Frage analysiert.

Zudem bleibt eine gerade für kleinstrukturierte Gebiete wichtige Frage unbeantwortet, nämlich, ob die Betriebe zukünftig planen, eigenbetrieblich oder überbetrieblich in digitale Technologien zu investieren, beziehungsweise in welcher Form sie bereits investiert haben. Diese Fragestellung ist in der Wissenschaft noch weitgehend unerforscht und ihr sollte in zukünftigen Forschungsvorhaben gesondert nachgegangen werden. Denn laut BAHRS (2018) bedeutet Digitalisierung von betrieblichen Prozessen in der Konsequenz nicht zwingend, betrieblich wachsen zu müssen, um die Investitionen in digitale Techniken rentabel zu gestalten. Für kleinere Betriebe kann der Zugang zu digitalen Technologien beispielsweise über betriebliche Kooperationen, Maschinenringe oder Lohnunternehmer überbetrieblich organisiert werden. Auch GRIEPENTROG (2019) bestätigt, dass nicht nur Großbetriebe von digitalen Technologien profitieren können. Beispielsweise zeigen das eine Reihe von App-Anwendungen, zu deren Nutzern nicht nur Großbetriebe, sondern auch kleine und mittelgroße Betriebe gehören. GRIEPENTROG (2019) sieht wie BAHRS (2018) in digital vernetzten überbetrieblichen Strukturen und damit in Bezug auf die Digitalisierung in kleinen und mittelgroßen Betrieben eine erfolgsversprechende Lösung, wirtschaftlich leistungsfähig zu bleiben. Der landwirtschaftliche Produktionsbereich zählt ohnehin mit einem Kapitaleinsatz je Erwerbstätigem von 580.900 Euro (2018) zu den kapitalintensivsten Branchen. Blickt man im Vergleich auf das industrielle Gewerbe, liegt der dortige Kapitaleinsatz pro Erwerbstätigem bei 327.300 Euro (2018) (PASCHER ET AL., 2019). Bei den oft hohen Investitionskosten im Zuge der Anschaffung und dem eigenbetrieblichen

Einsatz digitaler Landtechnik spielen horizontale Kooperationsformen besonders für kleine und mittlere Betriebe in kleinstrukturierten Gebieten eine zunehmend bedeutendere Rolle (GIESLER, 2018). Besonders, wenn man bedenkt, dass der überwiegende Anteil der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland nach wie vor als Einzelunternehmen (87,0 %) und damit meist als klassischer Familienbetrieb geführt wird (PASCHER ET AL., 2021). Überbetriebliche Kooperationsformen können zudem nicht nur bei der Anschaffung digitaler Landtechnik sinnvoll sein, sondern gerade auch für kleine und mittelgroße Betriebe die Möglichkeit bieten, Zugang zu attraktiven Beratungsangeboten zu erhalten (GIESLER, 2018).

Ein Anteil von 64,0 % der befragten Betriebe (n=521) der Bitkom-Studie aus dem Jahr 2016 halten hohe Investitionskosten als einen der Hauptgründe für die nur eingeschränkte Weiterentwicklung der Digitalisierung in der Landwirtschaft (ROHLEDER und KRÜSKEN, 2016). Ebenso sehen bei der zuletzt im Jahr 2020 durchgeführten Bitkom-Studie 92,0 % der Befragten hohe Investitionskosten als einen wesentlichen Nachteil der Digitalisierung an (ROHLEDER ET AL., 2020). Die Betriebsergebnisse von landwirtschaftlichen Betrieben können von Jahr zu Jahr sehr volatil sein. So liegt das durchschnittliche Betriebsergebnis je Familienarbeitskraft im Wirtschaftsjahr 2018/19 bei rund 38.400 Euro und demzufolge bei rund 3.200 Euro pro Monat. Im Wirtschaftsjahr zuvor 2017/18 liegt dieses dagegen bei rund 46.750 Euro und damit rund 8.350 Euro höher. Wird berücksichtigt, dass von diesem Bruttoeinkommen Einzahlungen in die landwirtschaftliche Alterssicherung, den Existenzertand und die Finanzierung von Neuinvestitionen zu begleichen sind, dann ist der für digitale Landtechnik notwendige Investitionsaufwand als eines der noch immer größten Hemmnisse für die LandwirtInnen, in digitale Technik zu investieren, nachvollziehbar (PASCHER ET AL., 2019).

Im Zusammenhang mit der betrieblichen Flächenausstattung und der Bedeutung der jeweiligen digitalen Systeme kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass bei allen Systemkategorien außer der Automation gilt: Je mehr landwirtschaftlich genutzte Fläche den Betrieben zur Verfügung steht, desto bedeutsamer werden digitale Systeme für die Betriebe. Auch ist es wahrscheinlicher, dass diese Betriebe digitale Technologien in der Praxis einsetzen. Begründen lässt sich dieser Zusammenhang möglicherweise damit, dass der Einsatz von digitalen Systemen und der oft damit verbundene hohe Kapitaleinsatz eher von landwirtschaftlichen Betrieben in der Rechtsform einer juristischen Person und damit von Betrieben mit einer meist großen bis sehr großen Flächenverfügbarkeit wirtschaftlich eher getragen werden kann als von Einzelunternehmen mit einer geringeren Flächenausstattung (PASCHER ET AL., 2019).

Technologien wie IT-Systeme (z. B. Agrar-Apps, überbetriebliche Onlineplattformen) (84,5 %) und Systeme zur Unterstützung der Datenerfassung, des Datenmanagements und der Datenanalyse (69,6 %) sind für die befragten TeilnehmerInnen (n=328) bereits heute am wichtigsten. Für eher gering bis sehr gering bedeutend halten die Befragten den Einsatz von intelligenten landwirtschaftlichen Maschinen (42,8 %), von Automation (49,6 %), Sensorik (60,8 %) und luftgestützten Systemen (77,8 %). Beim Datenmanagement, den intelligenten landwirtschaftlichen Maschinen und der Sensorik lassen sich mit Blick auf die jeweilige Bundesregion, den Bildungsstand und die Rechtsform wichtige Unterschiede feststellen. Im Nordosten haben diese Systeme eine größere Relevanz als im Südwesten. Die Analyse der Ergebnisdaten zeigt, dass bei höherem Bildungsstand der Befragten auch der Einsatz der genannten Systeme zunehmend bedeutsamer wird. Von den befragten landwirtschaftlichen BetriebsleiterInnen und GeschäftsführerInnen haben 65,0 % eine abgeschlossene Berufsausbildung im Fachbereich Landwirtschaft. In den Haupteinwerbungsbetrieben, Personengesellschaften und bei den juristisch geführten Personengesellschaften liegt der Anteil mit einer landwirtschaftlichen Ausbildung bei bis zu 85,0 % (PASCHER ET AL., 2019). Der Bildungsstand alleine sagt jedoch nichts über den zielgerichteten und gewinnbringenden Einsatz digitaler Technologien aus. Betriebe in der Rechtsform einer juristischen Person neigen aufgrund ihrer Betriebsgröße (vgl. PASCHER ET AL., 2019) eher dazu, IT-Systeme und Systeme zur Unterstützung der Datenerfassung, des Datenmanagements und der Datenanalyse einzusetzen als landwirtschaftliche Betriebe in der Rechtsform Einzelunternehmen. Für eine sichere und souveräne Nutzung digitaler Systemlösungen sowie eine eigenbetriebliche digitale Selbstverwaltung ist die regelmäßige Fort- und Weiterbildung der BetriebsleiterInnen und der MitarbeiterInnen mit direktem Bezug zu den betrieblich eingesetzten Technologien zwingend erforderlich (REUTER ET AL., 2018).

Mit dem Einzug der Digitalisierung in die Landwirtschaft verändern sich auch die Anforderungen an das Berufsbild LandwirtIn. Dabei geht es insbesondere um die Fähigkeit, zielgerichtet mit den generierten Datenmengen umgehen zu können. Daher liegt die Empfehlung nahe, die Ausbildung von LandwirtInnen speziell an diese neuen Anforderungen anzupassen und inhaltlich darauf auszurichten (MARTÍNEZ, 2016). Es wird mit der Einbindung von digitalen Systemen in den betrieblichen Alltag wahrscheinlicher, dass sich die Nachfrage nach qualifizierten Fachkräften weiter erhöht, was in Zeiten des Fachkräftemangels eine zusätzliche Herausforderung für die Betriebe darstellen kann. Um diesem Mangel an Fachkräften zu begegnen, ist ein Angebot qualitativer Aus- und Weiterbildungsangebote für potenzielle oder vorhandene MitarbeiterInnen dringend zu empfehlen. Die Notwendigkeit der Fort- und Weiterbildung besteht dabei vor allem für ältere MitarbeiterInnen und auch für die BetriebsleiterInnen selbst, die im Arbeitsalltag mit vernetzten Systemen erfolgreich arbeiten müssen (GINDELE und DOLUSCHITZ, 2018).

Es kann in der Landwirtschaft wie in anderen Wirtschaftsbereichen auch, eine Überalterung der BetriebsinhaberInnen festgestellt werden. Bei einem Anteil von 36,0 % aller Erwerbstätigen älter als 55 Jahre wird ein weiteres strukturelles Problem deutlich. Ein Vergleich der Altersstruktur der BetriebsinhaberInnen von landwirtschaftlichen Betrieben zeigt, dass der Anteil der BetriebsinhaberInnen, die jünger als 45-Jahre sind, von 32,0 % im Jahr 2010 auf 25,0 % im Jahr 2016 gesunken ist (PASCHER ET AL., 2019). Diese Entwicklung macht deutlich, dass sich die Anzahl der mittelfristig ausscheidenden BetriebsinhaberInnen und die der potenziellen BetriebsnachfolgerInnen in einem ungleichen Verhältnis entwickelt.

Bei der Frage, ob die Digitalisierung den Strukturwandel in der Landwirtschaft in Deutschland weiter beschleunigt, kommt das BMEL (2018a) zu dem Ergebnis, dass sich in den nächsten Jahren die Digitalisierung nicht negativ auf die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe auswirkt und damit der Strukturwandel nicht signifikant befördert wird. Vielmehr kann erwartet werden, dass Arbeitsplätze vor allem dort verloren gehen, wo für die auszuführenden Tätigkeiten keine speziellen Qualifikationen notwendig sind. HEISE und THEUVSEN (2014) bestätigen in ihrem Fazit, dass es mit der anhaltenden Digitalisierung in der Landwirtschaft zunehmend weniger unqualifizierte Arbeitskräfte geben wird und gehen davon aus, dass der Strukturwandel in der Landwirtschaft in den kommenden Jahren weiter vorangeht. Aus diesem Grund ist es einerseits notwendig, Wettbewerbsvorteile durch kostenoptimiertes Handeln zu generieren, und andererseits die betrieblichen Prozesse durch IT-gestützte Technik möglichst effizient zu gestalten. An die Qualifikationsanforderungen der Beschäftigten innerhalb der Landwirtschaft werden zunehmend höhere Maßstäbe gesetzt, was die Vermutung unterstreicht, dass die Anzahl ungelernter Beschäftigter innerhalb der Landwirtschaft weiter sinken wird.

5.2 Stand der Technik und modellbasierte Einordnung

Die Ergebnisse der Analyse zum aktuellen Stand der Technik in der Pflanzen- und Tierproduktion werden im Folgenden gemäß der in Unterkapitel 2.2 skizzierten Modellgrenzen in das Modell von PORTER und HEPPELMANN (2014) eingeordnet. Hintergrund dieser modellbasierten Kategorisierung ist, die in der Praxis eingesetzten digitalen Systeme innerhalb klar definierter Systemgrenzen erläuternd einzuordnen, anstelle die Einordnung mithilfe allgemeingültigen und häufig mit unterschiedlicher Bedeutung besetzten Begrifflichkeiten vorzunehmen. Schließlich werden im Zusammenhang mit der Digitalisierung die in der Praxis verwendeten Begrifflichkeiten oft sehr unterschiedlich verwendet, weil bislang eine einheitliche und standardisierte Definition fehlt (BMEL, 2017b).

In der **Pflanzenproduktion** werden Systeme für die satellitengestützte Spurführung und GPS-Systeme zur Flächenvermessung von über 50,0 % der Befragten, d. h. am häufigsten eingesetzt. "Intelligente Produkte" wie beispielsweise Erntesensoren werden von 37,8 % der TeilnehmerInnen in der Praxis

angewendet. N-Sensoren und Multikopter, die nach der Definition von PORTER und HEPPELMANN (2014) in die Gruppe der "intelligenten, vernetzten Produkte" gehören, haben zum Zeitpunkt der Umfrage eine nur geringe praktische Relevanz ($\pm 15,0\%$).

Die Ergebnisse machen deutlich, dass im Nordosten alle der analysierten Technologien und Systeme bedeutend öfters im Einsatz sind als im Südwesten. Auch nach Meinung eines Experten aus der Veröffentlichung von ROOSEN (2017) zeigen sich deutliche Unterschiede bei der Adaption neuer Techniken im Süden im Vergleich zum Nordosten. Landwirtschaftliche Betriebe in Bayern weisen zum Beispiel auch aufgrund ihrer häufig heterogenen Betriebsstruktur eine Maschinennutzungsdauer von zehn bis fünfzehn Jahren auf, hingegen liegt die Nutzungsdauer bei den häufig hochspezialisierten Betrieben im Nordosten Deutschlands bei vier bis fünf Jahren. Daraus kann gefolgert werden, dass die größeren und meist spezialisierten Betriebe im Nordosten Deutschlands schneller und damit öfters in neue digitale Systeme investieren können und somit einen höheren technologischen Standard aufweisen als Betriebe im Süden. Ergebnisse des vorliegenden Beitrags bestätigen, dass Betriebe in der Rechtsform einer juristischen Person, meistens Betriebe, die im Nordosten ihren Betriebsitz haben, die einzelnen technischen Systeme eher einsetzen als Betriebe in der Rechtsform einer Personengesellschaft. Bei den landwirtschaftlichen Einzelunternehmen kann der niedrigste Technikstandard festgestellt werden. Eine daraus abzuleitende und mit Blick auf die dargestellten Ergebnisse plausible Annahme ist, dass Einzelunternehmen, die meist als Familienbetrieb geführt werden, neben der fehlenden Investitionskraft öfters einen Mangel an qualifizierten Fachkräften aufweisen, welche die notwendigen Fähigkeiten mitbringen, diese neuen digitalen Technologien gewinnbringend einzusetzen. SCHRIJVER ET AL. (2016) unterstreichen in ihrer Studie aus dem Jahr 2016 diese Vermutung, indem sie ausgeprägte technologische, rechtliche und managementorientierte Fähigkeiten von LandwirtInnen als Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Einsatz digitaler Landtechnik definieren. Auch LANGBEHN (2000) zufolge ist der Unternehmenserfolg neben der Berufserfahrung der Beschäftigten in hohem Maße von der digitalen und technischen Qualifikation der MitarbeiterInnen sowie des/r Betriebsleiters/In selbst abhängig.

Im Kontext der Ergebnisse und mit Blick auf die Parameter Betriebsgröße und Bildung kann der Schluss gezogen werden, dass je höher die Flächenausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe ist, desto eher werden digitalbasierte technische Systeme eingesetzt. Zudem nimmt Bildung hinsichtlich des Einsatzumfangs der technischen Systeme eine bedeutende Rolle ein. Letzteren Aspekt bestätigen auch die Umfrageergebnisse des vorliegenden Beitrags, die zeigen, dass alle analysierten Technologien vermehrt von Personen mit einem höheren Bildungsstand (Universität, Fachhochschule) eingesetzt werden. Eine Rentabilitätsberechnung von LOPOTZ (2013) zeigt, dass der gewinnbringende Einsatz von digitalen Systemen beispielsweise für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung stark von der Homogenität des Standorts, der Einsatzfläche, aber auch den Managementfähigkeiten des/r

Bewirtschafters/In abhängt. Ergebnisse aus der Bitkom-Befragung im Jahr 2020 zeigen, dass 82,0 % der befragten Betriebe (n=500) digitale Systemlösungen einsetzen. Digitale Technologien wie GPS-gesteuerte Landmaschinen (45,0 %) und Fütterungsautomaten (46,0 %) sind bei diesen befragten Betrieben die am weitesten verbreiteten digitalgestützten Anwendungen (ROHLEDER ET AL., 2020). Eine Differenzierung zwischen einem einzel- oder überbetrieblichen Einsatz von digitalgestützten Landmaschinen findet hier jedoch nicht statt. Diese differenzierte Betrachtung zeigt eine bestehende Forschungslücke auf und bedarf weiterem wissenschaftlichen Engagement.

Bei einem Vergleich der Ergebnisse zum Einsatz satellitengestützter Spurführung (51,1 %) mit denen aus der Bitkom-Studie 2020 zum Einsatz GPS-gesteuerter Landmaschinen (45,0 %) zeigt sich, dass er zu ähnlichen Ergebnissen führt. Mit Blick auf die Bitkom-Studie aus dem Jahr 2016, in der 39,0 % der befragten Betriebe (n=521) angeben, "Hightech-Landmaschinen" (ROHLEDER und KRÜSKEN, 2016) einzusetzen, worunter auch GPS-gesteuerte Landmaschinen fallen, kann daraus ein zunehmender Einsatz von digitalgestützter Landtechnik gefolgert werden (ROHLEDER und KRÜSKEN, 2016). Diese Schlussfolgerung ist jedoch mit Vorsicht zu ziehen, da in der Bitkom-Studie 2016 keine Differenzierung innerhalb der zu analysierenden Kategorie "Hightech-Landmaschinen" vorgenommen wird und die Frage-Antwort-Kategorien der beiden Bitkom-Studien 2016 und 2020 an dieser Stelle nicht deckungsgleich formuliert sind. Eine mögliche Erklärung für die Zunahme von 6,0 % Mehreinsatz bei der digitalen Landtechnik kann mit Bezug zur Studie von BOVENSIEPEN ET AL. (2016) darin liegen, dass rund 40,0 % der befragten Betriebe (n=100) für die Folgejahre angeben, weitere oder erstmalige Investitionen in digitale landwirtschaftliche Technologien zu planen.

In der rinderhaltenden **Tierproduktion** machen die Ergebnisse deutlich, dass "intelligente, vernetzte Produkte" wie Sensoren zur Erfassung von Prozessdaten der technischen Anlagen und zur Dokumentation der Tiergesundheit am häufigsten (>40,0 %) im Vergleich zu den anderen im Rahmen der Umfrage analysierten Technologien eingesetzt werden.

Nach PORTER und HEPPELMANN (2014) als "intelligente Produkte" definierte technische Systeme wie automatische Reinigungs-, Lüftungs- und Fütterungsanlagen haben bei den **rinderhaltenden Betrieben** innerhalb der Stichprobe eine geringe Anwendungsintensität (>20,0 %). Dabei sind automatische Reinigungsanlagen mit 39,0 % am häufigsten vertreten. Ergebnisse der Bitkom-Befragung 2020 zeigen, dass von den befragten Veredelungs- und Futterbaubetrieben (n=unbekannt) 46,0 % Fütterungsautomaten aktiv einsetzen (ROHLEDER ET AL., 2020). Von den rinderhaltenden Betrieben (n=210) der vorliegenden Umfrage sind es zum Zeitpunkt der Befragung 21,9 %, die automatische Fütterungsanlagen einsetzen.

Die RFID-Technik zur Einzeltiererkennung (passiver Transponder) ist bei 28,1 % der befragten Betriebe in Gebrauch. Melkroboter, die sich in die Rubrik "intelligente, vernetzte Produkte" einordnen lassen, werden am wenigsten eingesetzt (21,0 %). Die Analyse der Ergebnisdaten unterstreicht jedoch

zumindest die Einschätzung von DETER (2016), dass Melkroboter, automatisierte Spaltenreinigung und teil- bzw. vollautomatisierte Fütterungssysteme bereits heute schon zum Teil fest integrierter Bestandteil in den Ställen sind.

Die befragten LandwirtInnen mit dem **Hauptbetriebszweig Schwein** nutzen überwiegend automatische Lüftungsanlagen (96,0 %) und automatische Fütterungsanlagen (94,0 %). Nach PORTER und HEPPELMANN (2014) können diese Systeme in die Kategorie "intelligente Produkte" eingeordnet werden. Der verbreitete Einsatz automatischer Lüftungsanlagen in der Schweinehaltung kann unter anderem auf die TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2021) vom 22. August 2006 zurückgeführt werden. Hier wird im Abschnitt 5 Paragraph 22 zu den "allgemeinen Anforderungen an die Haltungseinrichtungen für Schweine" vorgeschrieben, dass "eine geeignete Vorrichtung [...], die eine Verminderung der Wärmebelastung der Schweine bei hohen Stalltemperaturen" herbeiführt, vorhanden sein muss (TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG, 2021).

Sensoren als "intelligente, vernetzte Systeme" zur Erfassung von Prozessdaten der technischen Anlagen werden von 62,0 % der ProbandInnen eingesetzt, hingegen werden Sensoren zur Dokumentation von Tieraktivitäten in der Schweineproduktion von 12,0 % genutzt. Die RFID-Technik zur Einzeltiererkennung wird von 20,0 % der befragten schweinehaltenden LandwirtInnen eingesetzt. Auf Basis dieser Ergebnisse kann im Gegensatz zur Rinderhaltung bei der Schweinehaltung angenommen werden, dass Rückschlüsse auf die Tiergesundheit durch den Einsatz von Sensoren eine untergeordnete Rolle spielen.

Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse und mit Bezug zur Forschungsfrage zwei lässt sich zusammenfassend festhalten, dass ein deutschlandweit geltender Standard zum Stand der Technik in der Pflanzen- und Tierproduktion nicht definiert werden kann. Die Strukturen und Ausprägungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft sind schließlich noch sehr heterogen (DOLUSCHITZ ET AL., 2018). Vielmehr bedarf es weiterhin und wie in diesem Beitrag durchgeführt einer standortbezogenen Differenzierung (z. B. nach Bundesregionen) mit Blick auf die strukturellen Unterschiede (z. B. Rechts- und Betriebsformen, Flächenausstattung, Bildungsstand). Die Ergebnisse des vorliegenden Beitrags bestätigen die steigende Tendenz, dass LandwirtInnen bereits heute vermehrt (mind. >50 %) digitale intelligente und auch intelligente vernetzte Produkte in ihren Betrieben einsetzen beziehungsweise sich zumindest damit beschäftigen, diese Technologien zukünftig einzusetzen. Die Ergebnisse geben darüber hinaus Aufschluss, dass der Einsatzumfang und die Nutzungsfrequenz digitaler Systeme in der Landwirtschaft maßgeblich von der einzelbetrieblichen Flächenausstattung und dem Bildungsstand der BetriebsleiterInnen abhängig sind. Diese Schlussfolgerung zeigt sich einerseits besonders beim Vergleich der Bedeutung der Digitalisierung im Nordosten mit der im Südwesten von Deutschland und andererseits bei der Betrachtung der jeweiligen technologischen Ausstattungsstandards in den Betrieben. Es kann festgehalten werden, dass der erfolgreiche Einsatz digitaler Technik in der

Landwirtschaft in besonderem Maße von den digitalen und technischen Qualifikationen der MitarbeiterInnen sowie des/r Betriebsleiters/In abhängt. Durch angepasste Aus- und Weiterbildungen sollten die erforderlichen Qualifikationsstandards bei den MitarbeiterInnen und BetriebsleiterInnen dauerhaft geschaffen werden. So sollte beispielsweise der Einsatz digitalgestützter Landtechnik als fester Bestandteil in die landwirtschaftliche Ausbildung integriert werden, um Hemmschwellen in Bezug auf die Digitalisierung frühzeitig abzubauen und um den zukünftigen BetriebsleiterInnen, die am Einsatz digitaler Landtechnik interessiert sind, die Möglichkeit zu geben, sich in diesem Bereich weiterzuentwickeln (ROOSEN, 2017).

Der Nutzen digitaler Technologien für kleine und mittelgroße Betriebe wird in Fachkreisen unterschiedlich bewertet. Kleine Betriebe können vor allem durch überbetriebliche Strukturen und kooperative Anwendung an den Vorteilen der Digitalisierung partizipieren (BMEL, 2018a). Die Vermutung liegt nahe, dass durch überbetriebliche Strukturen im Kontext mit der Digitalisierung die Zugangsbarrieren zu digitalen Technologien für kleine und mittelgroße landwirtschaftliche Betriebe abgebaut werden können (BAHRS, 2018). Dabei können Ansätze der Digitalisierung zu Produktivitätssteigerungen führen, die einerseits die Produktivität der Arbeit verbessern und damit andererseits Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit haben können. Dadurch ergeben sich potenzielle Wachstumschancen für die einzelnen Betriebe, möglicherweise auch in einem überbetrieblich gedachten Kontext. Hierdurch kann jedoch auch die Entwicklung einhergehen, dass sich das Verhältnis zwischen physischer und psychischer Beanspruchung der MitarbeiterInnen verlagert (DOLUSCHITZ, 2019). Die Möglichkeit, überbetrieblich zu wachsen, kann ferner auch zur Folge haben, dass sich der Strukturwandel innerhalb der Landwirtschaft Deutschlands weiter verlangsamt und kleinere Betriebe eine Zukunftsperspektive, die sie einzelbetrieblich so nicht hätten, sehen. Dieser Ausblick auf mögliche strukturelle Entwicklungen bedarf weiterer Forschung, um diesbezüglich valide Aussagen treffen zu können. Auch der Einsatz digitaler Landtechnik sollte zukünftig in einem überbetrieblichen Kontext dauerhaft in den wissenschaftlichen Fokus gerückt werden.

Zusammenfassung

Strukturwirkung der Digitalisierung in der Landwirtschaft

Vor dem Hintergrund der anhaltenden Urbanisierung, dem demographischen Wandel, dem sich wandelnden Weltklima und der prognostizierten Dynamik innerhalb von Bevölkerungsstrukturen liefert der Beitrag Erkenntnisse über die Bedeutung der Digitalisierung für landwirtschaftliche Betriebe in Deutschland und gibt einen Überblick über den aktuellen Stand des Einsatzes digitaler Technik in der Pflanzen- und Tierproduktion. Das Modell von PORTER und HEPPELMANN (2014) dient dabei der modellbasierten Kategorisierung der in der Praxis verwendeten digitalgestützten Technik. Eine im Jahr

2018 durchgeführte quantitative Onlinebefragung unter landwirtschaftlichen Ausbildungsbetrieben und eingetragenen Genossenschaften ist die Grundlage für diesen Beitrag. Mit einer Rücklaufquote von 8,4 % konnten 329 Fragebögen unter Anwendung deskriptiver und inferenzstatistischer Verfahren ausgewertet werden. Die Ergebnisanalyse zeigt, dass die befragten LandwirtInnen sich überwiegend der Bedeutung der Digitalisierung bewusst sind und dass sie bis ins Jahr 2030 einen signifikanten Bedeutungszuwachs erwarten. Für Betriebe der Pflanzenproduktion sind derzeit IT-Systeme (84,5 %) und Systeme zur Unterstützung der Datenerfassung, des Datenmanagements und der Datenanalyse (69,6 %) am relevantesten. Dabei sind die Rechtsform, die Flächenausstattung und der Bildungsstand strukturgebende Parameter. Rinderhaltende Betriebe setzen vermehrt Sensoren für die Erfassung der Prozessdaten von technischen Anlagen (43,8 %) und für Dokumentationszwecke der Tieraktivitäten (42,9 %) ein, schweinehaltende Betriebe nutzen dagegen vor allem automatische Lüftungsanlagen (96,0 %) und automatische Fütterungsanlagen (94,0 %). Ein deutschlandweit geltender Standard zum Stand der Technik in der Pflanzen- und Tierproduktion kann nicht definiert werden. Hierfür ist nach wie vor eine standortbezogene Differenzierung notwendig. Um digitale Ansätze in kleinstrukturierten Gebieten erfolgreich zu etablieren, bedarf es neben angepassten Aus- und Weiterbildungsangeboten auch überbetrieblich gedachte und forschungsbegleitende Ansätze.

Summary

Structural impact of digitalisation in agriculture

Against the backdrop of ongoing urbanization, demographic change, a changing global climate, and the projected dynamics within demographic structures, this paper provides insights into the significance of digitalization for farms in Germany and provides an overview of the current state of play in the use of digital technology in crop and livestock farming. The model by Porter and Heppelmann (2014) serves as a model-based categorization of the digital-based technology used in practice. A quantitative online survey conducted in 2018 in agricultural training farms and registered cooperatives provides the basis for this paper. A response rate of 8.4% meant that 329 questionnaires have been evaluated using descriptive and inferential statistical methods. The analysis of the results shows that most farmers surveyed recognize the importance of digitalization and that they expect its importance to increase significantly by 2030. For crop production farms it is currently IT systems (84.5%) and support systems for data capture, data management and the analyzing of data (69.6%) which are most important. Legal structure, the amount of land farmed, and the level of education are structuring parameters in this context. Cattle farms are increasingly relying on sensors to collect process data of technical equipment (43.8%) and for documenting animal activities (42.9%) while pig farms are using automatic ventilation systems (96.0%) and automatic feeder systems (94.0%). It is not possible to

define a Germany-wide standard on the state of the art in crop and livestock farming. For this, a location-based differentiation is still necessary. To successfully establish digital approaches in small-scale areas there is a requirement not only for adapted training and further education courses but also for approaches that are conceived on an inter-farm basis, and which are accompanied by research.

Literatur

1. ATTESLANDER, P. (2010): Methoden der empirischen Sozialforschung. 13. Aufl. Berlin: Erich Schmidt Verlag (ESV basics).
2. BAHR, E. (2018): Exemplarische betriebswirtschaftliche Auswirkungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft und im Agribusiness. In: H. Wilhelm Schaumann Stiftung (Hg.): 27. Hülseberger Gespräche 2018, 11. - 13. Juni 2018. Hamburg, S. 161–166. Online verfügbar unter https://www.schaumann-stiftung.de/cps/schaumann_stiftung/ds_doc/27_huelseberger_gespraeches_broschuere.pdf, zuletzt geprüft am 04.12.2019.
3. BOVENSIEPEN, G.; HOMBACH, R.; RAIMUND, S. (2016): Quo vadis, agricola? Smart Farming: Nachhaltigkeit und Effizienz durch den Einsatz digitaler Technologien. Hg. v. PricewaterhouseCoopers AG (PwC). Online verfügbar unter <https://www.pwc.de/de/handel-und-konsumguter/assets/smart-farming-studie-2016.pdf>, zuletzt geprüft am 10.02.2020.
4. BMEL - BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (Hg.) (2017a): Daten und Fakten. Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft mit Fischerei und Wein- und Gartenbau. Unter Mitarbeit von Referat 121. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Daten-und-Fakten-Landwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=6, zuletzt geprüft am 22.02.2021.
5. BMEL - BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (Hg.) (2017b): Digitalpolitik Landwirtschaft. Zukunftsprogramm: Chancen nutzen - Risiken minimieren. Unter Mitarbeit von Referat 514. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/DigitalpolitikLandwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 16.11.2018.
6. BMEL - BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (Hg.) (2018a): Digitalisierung in der Landwirtschaft. Chancen nutzen - Risiken minimieren. Unter Mitarbeit von Referat 717. Bonn. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/DigitalpolitikLandwirtschaft.pdf;jsessionid=2FE2E8F7CF28E123BC9AAAAC6BC23077.1_cid367?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 04.12.2019.
7. BMEL - BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (Hg.) (2018b): Landwirtschaft verstehen - Fakten und Hintergründe. Unter Mitarbeit von Referat 121. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 04.12.2019.
8. DETER, A. (2016): Automatisierung in der Tierhaltung nimmt zu. Hg. v. top agrar online. Münster. Online verfügbar unter <https://www.topagrar.com/management-und-politik/news/automatisierung-in-der-tierhaltung-nimmt-zu-9563083.html>, zuletzt geprüft am 15.04.2020.

9. DOLUSCHITZ, R.; ADAMS, I.; BREUNING, S.; GINDELE, N.; JENSEN-AUVERMANN, T. (2018): Status quo der Digitalisierung in ausgewählten Organisationen des Agrar- und Ernährungssektors. In: Ruckelshausen, A.; Meyer-Aurich, A.; Borchard, K.; Hofacker, C.; Loys, J.-P.; Schwerdtfeger, R. et al. (Hg.): Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Fokus: Digitale Marktplätze und Plattformen: Referate der 38. GIL-Jahrestagung 26.-27. Februar 2018, Kiel, Germany. Bonn: Köllen Druck & Verlag GmbH, S. 63–66.
10. DOLUSCHITZ, R. (2019): Digitalisierung lässt einschneidende Wirkung erwarten. In: *Zeitschrift für das gesamte Genossenschaftswesen* 69 (1), S. 1–2. DOI: 10.1515/zfgg-2019-0001.
11. DRESSLER, N.; GUNDERMANN, S.; KEESE, S.; AULBUR, W.; ZHANG, J.; AMICHI, S. ET AL. (2015): Business opportunities in Precision Farming. Will big data feed the world in the future? Hg. v. Roland Berger Strategy Consultants GmbH. München. Online verfügbar unter https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_business_opportunities_in_precision_farming_20150803.pdf, zuletzt geprüft am 09.06.2020.
12. FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATIONS (2017): The future of food and agriculture. Trends and challenges. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Online verfügbar unter <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>, zuletzt geprüft am 10.02.2020.
13. GIESLER, S. (2018): Digitalisierung in der Landwirtschaft – vom Precision Farming zum Farming 4.0. Hg. v. BIOPRO Baden-Württemberg GmbH. Stuttgart. Online verfügbar unter <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/dossier/digitalisierung-in-der-landwirtschaft-vom-precision-farming-zum-farming-40>, zuletzt geprüft am 21.06.2020.
14. GINDELE, N.; DOLUSCHITZ, R. (2018): Landwirtschaft 4.0 Stand und Perspektiven. Hg. v. Baden-Württembergischer Genossenschaftsverband e.V. Stuttgart. Online verfügbar unter <https://www.wir-leben-genossenschaft.de/de/Landwirtschaft-4-0-Stand-und-Perspektiven-5654.htm>, zuletzt geprüft am 15.04.2020.
15. GINDELE, N.; KAPS, S.; DOLUSCHITZ, R. (2015): Strukturelle Veränderungen in der Landwirtschaft – Reaktion der landwirtschaftlichen Betriebsleiter sowie ableitbare Konsequenzen für den Landwirt als Unternehmer. In: *Journal of Socio-Economics in Agriculture* (8), S. 11–20. Online verfügbar unter http://www.agrarsoziologie.ch/_downloads/YSA2014_Gindele.pdf, zuletzt geprüft am 10.02.2020.
16. GRIEPENTROG, H.-W. (2019): Digitalisierung in der Landwirtschaft_wichtige Zusammenhänge kurz erklärt. Hg. v. DLG e.V. Online verfügbar unter https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt_447.pdf, zuletzt geprüft am 04.12.2019.
17. HEISE, H.; THEUVSEN, L. (2014): Erfolgsfaktoren in der Landwirtschaft: Status Quo und Bedeutung der IT für die Wirtschaftlichkeit der Betriebe. In: Michael Clasen (Hg.): IT-Standards in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Fokus: Risiko- und Krisenmanagement; Referate der 34. GIL-Jahrestagung, 24.-25. Februar 2014 in Bonn, Germany. Bonn: Köllen (Lecture notes in informatics, 226), S. 77–80.
18. KROMREY, H.; STRÜBING, J. (2009): Empirische Sozialforschung. Modelle und Methoden der standardisierten Datenerhebung und Datenauswertung. 12. überarb. und erg. Aufl. Stuttgart: Lucius & Lucius.
19. LANGBEHN, C. (2000): Der landwirtschaftliche Unternehmer-Anforderungen und Chancen bei zunehmendem Wettbewerb. In: *German Journal of Agricultural Economics/ Agrarwirtschaft* 49, S. 137–139. Online verfügbar unter https://ageconsearch.umn.edu/record/302531/files/20200226_scan_100739_137_139.pdf, zuletzt geprüft am 08.06.2021.
20. LOPOTZ, H. (2013): Precision Farming. Rechnen sich Investitionen? Hg. v. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <https://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/rueckblick/pdf/2013-06-19-rentabilitaet-pf.pdf>, zuletzt geprüft am 02.02.2021.

21. MARTÍNEZ, J. (2016): Chancen und Risiken der Digitalisierung in der Landwirtschaft – die rechtliche Dimension. In: *Przeegląd Prawa Rolnego* 2 (19), S. 13–44.
22. PASCHER, P.; HEMMERLING, U.; NAß, S. (2018): Situationsbericht 2018/19. Trends und Fakten zur Landwirtschaft. 1. Auflage. Berlin: Deutscher Bauernverband e.V.
23. PASCHER, P.; HEMMERLING, U.; NAß, S.; STORK, S. (2019): Situationsbericht 2019/20. Trends und Fakten zur Landwirtschaft. 1. Auflage. Berlin: Deutscher Bauernverband e.V.
24. PASCHER, P.; HEMMERLING, U.; STORK, S. (2021): Situationsbericht 2021/22. Trends und Fakten zur Landwirtschaft. 1. Auflage. Berlin: Deutscher Bauernverband e.V.
25. PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. (2014): Wie smarte Produkte den Wettbewerb verändern. In: *Harvard Business manager* 12, S. 1–28. Online verfügbar unter https://www.ptc.com/de/~media/DE/Files/PDFs/loT/de_HBR_How-Smart-Connected-Products-Are-Transforming-Competition.pdf?la=en, zuletzt geprüft am 15.01.2021.
26. REUTER, C.; SCHNEIDER, W.; EBERZ, D.; BAYER, M.; HARTUNG, D.; KAYGUSUZ, C. (2018): Resiliente Digitalisierung der kritischen Infrastruktur Landwirtschaft - mobil, dezentral, ausfallsicher. In: Dachsel, R.; Weber, G. (Hg.): *Mensch und Computer 2018 – Workshopband*. Dresden: Gesellschaft für Informatik e.V, S. 623–632. Online verfügbar unter https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/16930/Beitrag_330_final__a.pdf?sequence=1, zuletzt geprüft am 25.05.2021.
27. ROHLEDER, B.; KRÜSKEN, B. (2016): Digitalisierung in der Landwirtschaft. Hg. v. Bitkom, Deutscher Bauernverband und Rentenbank. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Bitkom-Pressekonferenz-Digitalisierung-in-der-Landwirtschaft-02-11-2016-Praesentation.pdf>, zuletzt geprüft am 14.04.2020.
28. ROHLEDER, B.; KRÜSKEN, B.; REINHARDT, H. (2020): Digitalisierung in der Landwirtschaft 2020. Hg. v. Bitkom, Deutscher Bauernverband und Rentenbank. Online verfügbar unter https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-04/200427_prasentationpklw_final.pdf, zuletzt geprüft am 25.02.2021.
29. ROOSEN, J. (2017): Digitalisierung in Land- und Ernährungswirtschaft. Eine vbw Studie, erstellt von Prof. Dr. Jutta Roosen. Unter Mitarbeit von S. Groß und J. Roosen. Hg. v. Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (vbw). München. Online verfügbar unter https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Planung-und-Koordination/2017/Downloads/Studie_Digitalisierung-Landwirtschaft-Stand-04-12-17.pdf, zuletzt geprüft am 14.05.2020.
30. SCHLEICHER, S.; GANDORFER, M. (2018): Digitalisierung in der Landwirtschaft: Eine Analyse der Akzeptanzhemmnisse. In: Ruckelshausen, A.; Meyer-Aurich, A.; Borchard, K.; Hofacker, C.; Loys, J.-P.; Schwerdtfeger, R. et al. (Hg.): *Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Fokus: Digitale Marktplätze und Plattformen: Referate der 38. GIL-Jahrestagung 26.-27. Februar 2018*, Kiel, Germany. Bonn: Köllen Druck & Verlag GmbH, S. 203–206.
31. SCHRIJVER, R.; POPPE, K.; DAHEIM, C. (2016): Präzisionslandwirtschaft und die Zukunft der Landwirtschaft in Europa. Wissenschaftliche Vorausschau: Studie Bewertung wissenschaftlicher und technologischer Optionen. Brüssel: Europäische Union. Online verfügbar unter [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU\(2016\)581892_DE.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU(2016)581892_DE.pdf), zuletzt geprüft am 16.04.2020.
32. STATISTISCHES BUNDESAMT (Destatis) (Hg.) (2020): Landwirtschaftszählung 2020. Betriebe gesamt. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Landwirtschaftszaehlung2020/Ergebnisse/Tabellen/betriebe-insgesamt-und-im-zeitvergleich.html?view=main\[Print\]](https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Landwirtschaftszaehlung2020/Ergebnisse/Tabellen/betriebe-insgesamt-und-im-zeitvergleich.html?view=main[Print]), zuletzt geprüft am 19.02.2021.

33. STATISTISCHES BUNDESAMT (Destatis) (Hg.) (2021a): Landwirtschaftszählung 2020 Arbeitskräfte in landwirtschaftlichen Betrieben. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Landwirtschaftszaehlung2020/Ergebnisse/Tabellen/arbeitskraefte-in-landwirtschaftlichen-betrieben.html>, zuletzt geprüft am 01.03.2021.
34. STATISTISCHES BUNDESAMT (Destatis) (Hg.) (2021b): Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe und Bauernhöfe in Deutschland bis 2020. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36094/umfrage/landwirtschaft---anzahl-der-betriebe-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 31.01.2022.
35. STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hg.) (2021): Landwirtschaftszählung 2020. Strukturen im Wandel. Online verfügbar unter https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Statistik_AKTUELL/803421006.pdf#search=Haupterwerbsbetriebe+, zuletzt geprüft am 30.11.2021.
36. 36.TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2021): Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung. "Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die zuletzt durch Artikel 1a der Verordnung vom 29. Januar 2021 (BGBl. I S. 146) geändert worden ist". In: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz und das Bundesamt für Justiz (Hg.): Gesetze im Internet. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutztv/TierSchNutzTV.pdf>, zuletzt geprüft am 17.02.2021.
37. TUTEN, T. L.; URBAN, D. J.; BOSNJAK, M. (2000): Internet Surveys and Data Quality: A Review. In: Batinic, B.; Reips, U.-D.; Bosnjak M.; Werner, A. (Hg.): Online Social Sciences, S. 7–27. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/Don_Dillman/publication/248064323_The_Web_Questionnaire_Challenge_to_Survey_Methodologists/links/549813c20cf2c5a7e34291de.pdf#page=13, zuletzt geprüft am 10.12.2019.
38. UNITED NATIONS (Hg.) (2019): World Population Prospects 2019: Highlights. Online verfügbar unter https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf, zuletzt geprüft am 27.01.2022.
39. UNIVERSITÄT ZÜRICH (Hg.) (2018): Methodenberatung. Datenanalyse mit SPSS. Online verfügbar unter https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss.html, zuletzt geprüft am 29.11.2019.

Anschrift der Autoren

M.Sc. Michael Gscheidle

Telefon: +49 711 459 23347,

E-Mail: Michael.Gscheidle@Uni-Hohenheim.de

M.Sc. Jana Munz

Telefon: +49 711 459 22635,

E-Mail: Jana.Munz@Uni-Hohenheim.de

Prof. Dr. Reiner Doluschitz

Telefon: +49 711 459 22841,

E-Mail: Reiner.Doluschitz@Uni-Hohenheim.de

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre
Fachgebiet Management im Agribusiness (410c)
Universität Hohenheim
Schwerzstraße 46
70599 Stuttgart