



Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

BAND 101 | Ausgabe 3

Agrarwissenschaft
Forschung

Praxis

Über Digitalisierung lernen – alte und neue Herausforderungen für die Agrarbildung

Ergebnisse einer qualitativen Sekundäranalyse von Leitfadeninterviews

Von Michael Paulus, Sara Anna Pfaff und Andrea Knierim

1 Einleitung

Für die Agrarbildung war es schon immer herausfordernd mit dem technologischen Wandel Schritt zu halten (UEKÖTTER 2010), wobei die digitale Landwirtschaft basierend auf Precision und Digital Farming einen der bedeutendsten Techniktrends der letzten drei Jahrzehnte im Pflanzenbau und der Tierhaltung darstellt (GRIEPENTROG & DLG 2019). In der Literatur wird zunehmend angeregt, die sektoralen Implikationen der Digitalisierung auf Wissen und Kompetenzentwicklung (ZSCHEISCHLER ET AL. 2022) sowie für das landwirtschaftliche Wissens- und Innovationssystem (Agricultural Knowledge and Innovation System, kurz AKIS) (INGRAM & MAYE 2020) spezifisch zu betrachten.

Adoptionsstudien sehen einen engen Zusammenhang zwischen der Nutzung von digitalen Technologien und dem individuellen Qualifizierungsgrad von potentiellen Anwendern. So hat ein höheres Bildungsniveau (MICHELS ET AL. 2020; REICHARDT ET AL. 2009; SONNTAG ET AL. 2022) oder die Teilnahme an Schulungsangeboten (LONG ET AL. 2016; TAMIRAT ET AL. 2018) einen positiven Einfluss auf die Technologieübernahme. Dementsprechend mehren sich die Stimmen aus der Forschung, Politik und Bildungspraxis, die eine lernthematische Integration der Digitalisierung in die Berufsbildung einfordern (BMEL 2020; KEHL ET AL. 2021; VLF 2020). Diese Forderungen finden Widerhall im deutschen nationalen Strategieplan zur Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) von 2023 bis 2027:

„Mangelndes Wissen zu Anforderungen, Einsatzmöglichkeiten, Chancen, Herausforderungen und Kosten der Digitalisierung [...] sind häufig Ursache dafür, dass digitale Technologien zögerlich umgesetzt werden und damit Digitalisierungspotenziale ungenutzt bleiben“ (BMEL 2022, S. 80).“

Trotz zunehmender Diskussionen in berufsständischen und politischen Kreisen zum Anpassungsbedarf von Lehrplänen im Angesicht der Digitalisierung (MLR 2023; OTTE 2023) bestehen noch viele Fragen, wie Lernprozesse zur Digitalisierung in der Agrarbildung gestaltet werden können. Die bisherige Forschung setzt sich beispielsweise mit Lernbedürfnissen und Wissensständen von Studierenden und Universitätsangehörigen im Agrarsektor auseinander (BORCHARD 2018; BOURNARIS ET AL. 2022; KOUNTIOS

ET AL. 2018). Parallel dazu stellen BEINERT (2017) und GOLLER ET AL. (2021) fest, dass sich aus der Nutzung digitaler Technologien neue Lernerfordernisse für Landwirte ergeben. Weitere Studien verdeutlichen, dass der Qualifizierungsbedarf zur digitalen Landwirtschaft nicht nur den primären Sektor betrifft, sondern auch den vor- und nachgelagerten Bereich der Wertschöpfungskette und Akteure aus dem AKIS (ERICKSON ET AL. 2018; FAUSTI ET AL. 2018). Differenzierte Wahrnehmungen zu Lerninteressen zeigen sich in Befragungen von landwirtschaftlichen Lehrkräften, Ausbildern und Auszubildenden (AMMANN & EL BENNI 2022; BMEL 2020; SCHOTT ET AL. 2019). SCHOTT ET AL. (2019) stellen im Fall des sächsischen Ausbildungssystems fest, dass die Wissensvermittlung zur digitalen Landwirtschaft gleichermaßen Anforderungen und Herausforderungen für betriebliche, schulische und überbetriebliche Bildungsakteure mit sich bringt. Neben der formalen Agrarbildung darf der Stellenwert von non-formalen Lernangeboten zu digitalen Technologien als Grundlage für die sektorale Qualifizierung nicht vergessen werden (BUSSE ET AL. 2014; GOLLER ET AL. 2021). Untersuchungen von MICHELS ET AL. (2019) und REICHARDT ET AL. (2009) ergründen, welche Rahmenfaktoren und Anforderungen notwendig sind, um Lernangebote zielgruppenorientiert auszurichten, während KITCHEN ET AL. (2002) ausführen, wie ein mehrstufiges Lehrkonzept zu Precision Farming aussehen könnte. Jedoch gibt es kein Patentrezept, wie das Lernen zur digitalen Landwirtschaft am besten gefördert werden kann. Vielmehr werden in der Literatur eine Bandbreite von denkbaren Formaten präsentiert, welche von praxisorientierten Demonstrationsansätzen (HEINIGER ET AL. 2002), Workshops (REETZ 2002) und Schulungen (MICHELS ET AL. 2019) bis hin zu digital unterstützten Lernansätzen (MATHANKER 2021; POCKNEE ET AL. 2002) reichen. Zusammenfassend ist festzustellen, dass trotz einiger Beiträge mit einer Lernperspektive auf die digitale Landwirtschaft keine systematischen Forschungsarbeiten zu den Anforderungen, Herausforderungen und Möglichkeiten zum Lernen und zur Wissensvermittlung zur digitalen Landwirtschaft existieren. Aus Sicht von AKIS-Akteuren aus Politik und Forschung besteht jedoch Einigkeit darüber, dass es innovative und vielfältige Maßnahmen braucht, um den steigenden Bildungsanforderungen des Agrarsektors gerecht zu werden (EU SCAR 2017). Vor diesem Hintergrund zielt der vorliegende Beitrag darauf ab, einen systematischen Blick auf die gestalterischen, didaktisch-methodischen und rahmengebenden Herausforderungen und Möglichkeiten beim Lernen im Zusammenhang mit digitalen Technologien in der Landwirtschaft zu werfen. Methodisch wird dazu eine Lern- und AKIS-Perspektive genutzt und die Ergebnisse von 38 Leitfadeninterviews ausgewertet. Im weiteren Verlauf wird in Kapitel 2 zunächst eine perspektivische Einführung zum Wissens- und Lernbegriff, dem AKIS-Ansatz und dem landwirtschaftlichen Bildungssystem in Deutschland gegeben. Nach der Vorstellung der verwendeten Materialien und angewandten Methodik in Kapitel 3, werden die wesentlichen Ergebnisse der Studie in Kapitel 4 vorgestellt. In Kapitel 5 findet eine Diskussion der Ergebnisse statt, während der Beitrag in Kapitel 6 mit einem Fazit abschließt.

2 Lernen und Bildung im Agrarsektor und AKIS

Im Zentrum der vorliegenden Arbeit steht die Auseinandersetzung mit Prozessen des Lernens und der Wissensvermittlung zur Digitalisierung in der Agrarbildung und im AKIS. Zum einen stützt sich die Arbeit auf eine didaktische Lernperspektive, welche sich auf spezifische Lernsituationen und -prozesse bezieht. Zum anderen wird die AKIS-Perspektive verwendet, welche Wissensgenerierung und Wissensvermittlung zu digitalen Technologien als organisationalen und interaktionalen Vorgang im AKIS versteht. Die Kombination der beiden Perspektiven ermöglicht es, ein differenziertes Verständnis zum Lernen über und für Digitalisierung in der Landwirtschaft zu entwickeln, und eröffnet gleichzeitig die Möglichkeit, ein breites Spektrum von Erfahrungen und Einschätzungen unterschiedlicher AKIS-Akteure einzubeziehen und so die Funktionalität des Bildungssubsystems auszuleuchten.

2.1 Theoretische Vorüberlegungen zum Wissens- und Lernbegriff

Wissen und Lernen stehen im Zentrum von Bildungs- und Qualifizierungsprozessen. Aus gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Sicht gibt es jedoch weder für den Wissens- noch für den Lernbegriff eine allgemeingültige Definition. Daher findet nachfolgend eine definitorische Einordnung beider Begriffe statt. Dies dient gleichzeitig auch als Zugang zum Forschungsfeld.

In der landwirtschaftlichen Adoptionsforschung werden Wissens- und Informationsprozesse als wesentlicher Gegenstand von Verhaltensveränderung und Innovationsprozessen dargestellt (ALBRECHT 1969). Allgemein gesprochen ist festzustellen, dass differenzierte Forschungspositionen zur Natur von Wissen und Informationen bestehen. Dabei sind zwei wesentliche Interpretationsrichtungen herausstechend – Informationen und Wissen als Synonym für das gleiche oder Wissen als kognitiv-mentale Manifestation von Informationen, die durch eine Person aufgenommen worden sind (ZINS 2007). RÖLING (1988) erklärt zur Differenzierung von Wissen und Informationen:

„The difference between knowledge and information is that the latter can be transmitted while the former is an inherent function of the brain. Thus one can generate knowledge and utilise knowledge, but not transfer it.”

Bedenkt man die Differenzierung von RÖLING (1988), dann ist Wissensaneignung ein Prozess, bei dem externe Informationen durch die Aufnahme und kognitive Transformation in internes Wissen umgewandelt werden, was zu effektivem Handeln befähigt (HOISCHEN-TAUBNER & SUNDRUM 2018; MACFARLANE 1998). Die Umwandlung von externen Informationen in kognitives Wissen ist dabei ein zentraler Bestandteil des Lernvorgangs.

In der Forschung wird Lernen häufig mit Erfahrungen und Verhaltensänderung assoziiert. GUDJONS & TRAUB (2012) spezifizieren, dass im Zentrum von Lernen die Verarbeitung von Erfahrungen steht, welche zu einer Anpassung von menschlichen Verhaltensdispositionen führen. In der psychologischen

Lernforschung finden Lerntheorien Anwendung, um sich dem Lernbegriff anzunähern. Inhaltlich ist dabei zwischen Behaviorismus (Lernen als Reiz-Reaktionsverbindung), Kognitivismus (Lernen durch Einsicht) und Konstruktivismus (Lernen durch Wissenskonstruktion) zu unterscheiden (FUNSCH & JUNGKUNZ 2007; REINMANN 2013). Trotz einem divergierenden Grundverständnis zwischen den einzelnen Lerntheorien, haben diese gemeinsam, dass Lernen als ein Prozess verstanden wird. Dagegen unterscheiden sich die Theorien darin, welches pädagogische Paradigma ihnen zugrunde liegt. Instruktion hat eine hervorgehobene Rolle im Behaviorismus und teilweise im Kognitivismus, während Konstruktion im Konstruktivismus aufgeht (FUNSCH & JUNGKUNZ 2007). In durch Instruktion geprägten Lernprozessen nimmt bei der Wissensvermittlung der Lernende eine passive Rolle ein, während die Wissensvermittlung aktiv durch den Lehrenden geleitet wird und dieser weitestgehend über Lernziele und Lernerfolgskontrolle entscheidet (FUNSCH & JUNGKUNZ 2007). Im konstruktivistischen Lernverständnis erarbeitet der Lernende sich aktiv sein Wissen, während der Lehrende eine passive beratende Funktion einnimmt und Lernziele eng verknüpft sind mit den eigenen Vorkenntnissen und dem Versuch der selbständigen Problemlösung (FUNSCH & JUNGKUNZ 2007).

Ausgehend von den Ausführungen zu Konstruktion und Instruktion wird deutlich, dass Lernprozesse ebenfalls anhand des Grades der Fremd- beziehungsweise Selbststeuerung differenziert werden können. Dieser Sachverhalt lässt sich beispielsweise an Ausbildungsmethoden in der landwirtschaftlichen Berufsbildung verdeutlichen. Einige Lernmethoden erfordern viel Engagement vom Lehrenden und weniger vom Lernenden, während andere sich durch einen hohen Aktivitätsgrad des Lernenden und eine eher passive Rolle des Lehrenden auszeichnen (BECKER ET AL. 2013). Daneben gibt es noch Mischformen, mit einem ausgeglichenen Aktivitätsgrad von Lernendem und Lehrendem (BECKER ET AL. 2013).

Ein anderes Verständnis von Lernen ergibt sich aus der Differenzierung zwischen formalem und non-formalem Lernen, wobei sich eine genauere Definition beispielsweise im Grundsatzdokument *Einen europäischen Raum des lebenslangen Lernens schaffen* findet (EU KOM 2001). Darin ist festgelegt, dass formales Lernen zielgerichtet und strukturiert im Hinblick auf Lernziele, Lerndauer und Lernförderung ist, in staatlichen beziehungsweise staatlich anerkannten Bildungseinrichtungen stattfindet und zu einem zertifizierten Abschluss führt (EU KOM 2001). Analog dazu ist non-formales Lernen ebenfalls strukturiert und zielgerichtet, jedoch führt es zu keinem zertifizierten Abschluss und findet nicht zwangsläufig in (Berufs-)Bildungseinrichtungen statt (EU KOM 2001). Der Vollständigkeit halber ist anzuführen, dass informelles Lernen eine weitere Lernform darstellt, bei welcher die Wissensaneignung üblicherweise beiläufig und nicht strukturiert als Bestandteil des beruflichen und persönlichen Lebens stattfindet (EU KOM 2001). Informelles Lernen ist nicht zwangsläufig zielgerichtet und mündet nicht in einen zertifizierten Abschluss. Anhand der beiden Merkmale Zielgerichtetheit und Strukturierung wird deutlich, dass didaktische Aspekte vornehmlich bei formalen und non-formalen

Lernprozessen bedeutsam sind. Der formalen Bildung kommt in Deutschland besonders zu Beginn einer beruflichen Karriere eine tragende Rolle zu, während non-formale Bildungsangebote von einer durchgehenden und ergänzenden Bedeutung für die berufliche Qualifizierung sind.

GÖHLICH ET AL. (2007) nähern sich dem Lernbegriff mit einem stärkeren Fokus auf das grundsätzliche Lernverständnis an und unterscheiden dabei vier pädagogische Bedeutungshorizonte: *Wissen-Lernen*, *Können-Lernen*, *Lernen-Lernen* und *Leben-Lernen*. Im Kontext der beruflichen Bildung haben besonders die drei erstgenannten einen größeren Stellenwert. *Wissen-Lernen* fokussiert sich auf sachlich Erlernbares, wobei Lernprozesse in additiver (Dazulernen) oder innovativer (Umlernen) Form den Übergang von Nichtwissen zu Wissen darstellen (GÖHLICH ET AL. 2007). Im Unterschied dazu bezieht sich *Können-Lernen* auf das Erlernen einer verkörperlichten Handlungsfähigkeit in einem technischen, praktischen oder poetischen Wissenskontext und ist gleichzusetzen mit erfahrungsbasiertem Lernen zur Weiterentwicklung von Handlungspraktiken oder Habitusformen durch Experimentieren, wiederholtes Üben, Mimesis oder ähnliches (GÖHLICH ET AL. 2007). *Lernen-Lernen* ist unmittelbar mit dem Erlernen von Lerntechniken verknüpft, was beiläufig in allen weiteren Lernprozessen nahezu automatisch mitläuft (GÖHLICH ET AL. 2007). Für die Entwicklung einer beruflichen Handlungsfähigkeit im Sinne der Berufsbildung ist davon auszugehen, dass gleichermaßen die Anwendung von *Wissen-Lernen*, *Können-Lernen* und *Lernen-Lernen* notwendig ist und sich gegenseitig ergänzt.

Im Angesicht der Digitalisierung stellt sich die Frage, welche Auswirkungen sich daraus für berufliche Lernprozesse ergeben. EULER & SEVERING (2019) führen aus, dass sich die Auswirkungen der Digitalisierung auf einer normativen (neue Lernziele und Kompetenzprofile) und individuellen (Lernvoraussetzungen und Bedürfnisse) Ebene manifestieren. Des Weiteren wird dargelegt, dass die Digitalisierung gleichermaßen gestalterische Konsequenzen auf einer ausbildungsorganisatorischen, didaktischen und ordnungspolitischen Ebene mit sich bringt (EULER & SEVERING 2019).

2.2 Agrarbildung und Wissensvermittlung im AKIS

Die systematische Betrachtung von Wissensvermittlung und Innovationsprozessen in der Landwirtschaft geht auf unterschiedliche, aber verwandte sozialwissenschaftliche Konzepte zurück, die sich parallel in Soziologie und Ökonomie entwickelt haben (KLERKX ET AL. 2012; KNIERIM ET AL. 2022; TOUZARD ET AL. 2015). Von maßgeblicher Bedeutung im deutschen und europäischen Kontext ist dabei die Definition des AKIS-Ansatzes durch das STANDING COMMITTEE ON AGRICULTURAL RESEARCH (SCAR) (2012, S. 8):

„AKIS is a useful concept to describe a system of innovation, with emphasis on the organisations involved, the links and interactions between them, the institutional infrastructure with its incentives and the budget mechanisms. Although the components

Extension (Farm Advisory) system, Education and Research are often stressed, it is important to realise that there are many more actors in the food chain that directly influence the decision making of farmers and their innovations.”

Aus der Definition ist abzuleiten, dass die Agrarbildung ein Subsystem des AKIS darstellt, jedoch Wissens- und Innovationsprozesse von vielen Akteuren im Agrarsektor mitgestaltet werden. KNIERIM ET AL. (2022) betonen, dass der AKIS-Ansatz genutzt werden kann, um aus unterschiedlichen Perspektiven ein Verständnis für Prozesse der Informationsbereitstellung, Verhaltensänderung und Wissensaneignung im Agrarsektor zu erhalten und zielgerichtet deren Gestaltung zu unterstützen. Konkret sind das die infrastrukturelle (Überblick über Wissensakteure und Institutionen), prozessbezogene (Wissensaustausch und Lernen als interaktiver Prozess zwischen den Akteuren) und funktionale Perspektive (normative Anforderungen an AKIS-Leistung). Entsprechende Studien aus Deutschland, die Bezug zum AKIS-Ansatz nehmen, geben Einblicke in die Vielseitigkeit von Informationsquellen, Bildungs-, Beratungs- und Lernangebote, welche von Landwirten tagtäglich in Anspruch genommen werden (BIRKE ET AL. 2021; MÜLLER & TEPASSE 2022; PAULUS & KNIERIM 2023).

Bereits in frühen Beiträgen zum AKIS, hier noch als Agricultural Knowledge and Information System bezeichnet, wird betont, dass die Agrarbildung essentiell für die Kompetenzentwicklung und Wissensverbreitung in der Landwirtschaft ist (RÖLING 1988). PLANCK & ZICHE (1979) führen expliziter aus, dass die landwirtschaftliche Fachbildung in Deutschland eine tragende Rolle bei der Übertragung von erprobten Technologien von einer zur nächsten Generation, bei der Verbreitung von neuem Wissen in der gegenwärtigen Wirtschaftsgeneration und bei der Erweiterung des Wissens- und Erfahrungshorizonts der landwirtschaftlichen Bevölkerung spielen. In der Literatur ist jedoch nicht eindeutig belegt, wie sich Bildungsmaßnahmen auf die landwirtschaftliche Entwicklung und Produktivität auswirken (siehe im Detail dazu beispielsweise PALTASINGH & GOYARI (2018) oder REIMERS & KLASSEN (2013)). In diesem Zusammenhang konstatieren empirische Untersuchungen aus Deutschland, dass sich ein höherer Bildungsabschluss positiv auf die Effizienz in der Milch- (SAUER & LATA CZ-LOHMANN 2015) oder Pflanzenproduktion (TIEDEMANN & LATA CZ-LOHMANN 2013) auswirkt. Dementsprechend liegt die Vermutung nahe, dass gerade in Ländern mit einem hohen Grad der Technisierung in der Landwirtschaft, wie beispielsweise in Europa oder Nordamerika (FAO 2021), die agrarische Bildung von entscheidender Bedeutung ist, um Digitalisierungspotenziale zu erschließen (ZKL 2021). Dabei wird die landwirtschaftliche Fachbildung in Deutschland im Kern durch formale Bildungsangebote getragen und in vielfältiger Weise durch non-formale Lernangebote ergänzt. Nachfolgend wird der Stellenwert von formalen und non-formalen Lern- und Bildungsangeboten im deutschen Agrarsektor expliziter eingeordnet, da diese auf zielgerichtete Art und Weise zur Kompetenzentwicklung beitragen.

2.2.1 Formale Bildungs- und Lernangebote im deutschen Agrarsektor

Die formale und staatlich getragene Berufsbildung ist in Deutschland branchenübergreifend durch das Berufsbildungsgesetz (BBiG) geregelt und zielt darauf ab, die (Weiter-)Qualifizierung zur Ausübung einer beruflichen Tätigkeit in einer sich wandelnden Arbeitswelt zu ermöglichen und zu erhalten (BBiG). Die berufliche Qualifizierung in den 14 grünen Berufen wird mittels des dualen Systems mit berufsschulischen, betrieblichen und überbetrieblichen Bildungsakteuren sichergestellt (BECKER ET AL. 2013). Fort- und Weiterbildung werden maßgeblich durch fachschulische und ergänzende Bildungsangebote von staatlichen Bildungsträgern gewährleistet (MLR 2016). Darüber hinaus tragen Universitäten und Hochschulen mit ihrem Studienangebot zur Fachkräfteentwicklung in der grünen Branche bei.

Der Stellenwert der landwirtschaftlichen Aus-, Weiter-, Fort- und Hochschulbildung kann anhand der Agrarstatistik festgemacht werden (DESTATIS 2021). So wurden im Jahr 2020 über 67 % der 262.776 Betriebe von einem Betriebsleiter mit einem beruflichen oder akademischen Agrarabschluss geleitet. Darüber hinaus haben 40 % der Betriebsleiter im Jahr 2020 an einer beruflichen Weiterbildungsmaßnahme teilgenommen. Besonders deutlich wird die Bedeutung eines landwirtschaftlichen Berufs- oder Studienabschlusses im Vergleich zwischen Betriebsgrößengruppen oder Erwerbsformen. So nimmt der relative Anteil der Betriebsleiter ohne landwirtschaftlichen Berufsabschluss mit zunehmender Betriebsgröße deutlich ab (bis 50 ha 44 %, 50 bis 200 ha 10 %, über 200 ha 4 %). Im Fall von nebenerwerblichen Einzelunternehmen besitzen nur 48 % der Betriebsleiter einen agrarischen Bildungsabschluss, während bei Haupterwerbsbetrieben 85 % einen landwirtschaftlichen Berufsabschluss vorweisen können. Ein Blick in die Zahlen der landwirtschaftlichen Ausbildungs- und Meisterabschlüsse zeigt, dass diese zwischen 2005 und 2021 nur leicht zurückgegangen sind (BZL 2023). In besagtem Zeitraum schwankt die Zahl der erfolgreichen Berufsabschlüsse im Ausbildungsberuf Landwirt zwischen maximal 3.690 im Jahr 2010 und minimal 2.982 im Jahr 2021, während sich die Anzahl der Abschlüsse zum Landwirtschaftsmeister zwischen maximal 1.005 im Jahr 2016 und minimal 528 im Jahr 2010 bewegt hat. Im gleichen Zeitraum hat die Anzahl der Studierenden im Fach Agrarwissenschaften stark zugenommen vom Minimalwert 10.514 im Wintersemester 2005 / 2006 auf den Maximalwert von 17.786 im Wintersemester 2016 / 2017 (DESTATIS 2023). Bei der Interpretation der Ausbildungs- und Studierendenzahl im Agrarsektor ist jedoch Vorsicht geboten, da nicht alle ausgebildeten Fachkräfte zwangsläufig im primären Sektor verbleiben. Trotzdem kann aufgrund des Strukturwandels vermutet werden, dass der Bildungsgrad in der deutschen Landwirtschaft mittel- und langfristige besonders in größeren Betrieben zunimmt.

2.2.2 Non-formale Lern- und Bildungsangebote im deutschen Agrarsektor

Der Stellenwert von non-formalen Bildungsangeboten kann nicht durch statistische Zahlen untermauert werden, da die staatliche Agrarstatistik keine entsprechenden Daten erhebt. Daher wird auf empirische Studien und graue Literatur zurückgegriffen, um den Bedarf und das Interesse an non-formalen Bildungsangeboten in der deutschen Landwirtschaft herauszuarbeiten.

In Arbeiten zum deutschen AKIS wird festgestellt, dass neben der staatlichen organisierten Agrarbildung non-formale Bildungsakteure eine wichtige Rolle bei der Qualifizierung des Agrarsektors spielen (BIRKE ET AL. 2021; PAUL ET AL. 2014). Darin werden insbesondere landwirtschaftliche Interessensverbände auf nationaler und regionaler Ebene, die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) oder die Andreas-Hermes-Akademie als relevante Bildungsakteure angeführt. Neben Organisationen mit einem starken Fokus auf Bildungsarbeit ist davon auszugehen, dass privatwirtschaftliche Unternehmen, Genossenschaften und weitere Wirtschafts- und Interessensverbände Aufgaben bei der Wissensvermittlung zu Fachthemen übernehmen (KNIERIM ET AL. 2022), die als Grundlage für berufliche Lernprozesse dienen. Aus den Befragungsergebnissen der *MAAgrar 2023*, einer von landwirtschaftlichen Medienorganen lancierten Onlinebefragung von 3.000 deutschen Agrarbetrieben, wird deutlich, dass andere Landwirte und der Landhandel wichtige Informationsquellen für die Aneignung von Wissen darstellen (AGRIDIRECT & AOL4MEDIA 2023). Des Weiteren wird deutlich, dass verschiedene Veranstaltungsformate und digitale Angebote zur Informationsbeschaffung genutzt werden und somit als Grundlage für informelles und non-formales Lernen dienen. Eine empirische Befragung von 391 Landwirten aus Rheinland-Pfalz bestätigt in diesem Zusammenhang, dass zu unterschiedlichen Weiterbildungsthemen, wie zum Beispiel Düngung und Pflanzenschutz, regelmäßig Weiterbildungsangebote von staatlichen Dienstleistungszentren (48 %), der Landwirtschaftskammer und Beratungsringen (22 %), Verbänden (16 %) und privatwirtschaftlichen Akteuren (8 %) in Anspruch genommen werden (MÜLLER & TEPASSE 2022).

2.3 Konzeptionelle Grundlagen der systematischen Auswertung

Der Agrarbildung wird politisch wieder mehr Aufmerksamkeit gewidmet, sie soll strategische Berücksichtigung und ökonomische Förderung erfahren (EU KOM 2021; EU SCAR 2017). Damit dies in pluralistischen AKIS und quer über die unterschiedlichen Bildungsträger und Wissensvermittelnden gelingen kann, sind in Ermangelung eines koordinierten Vorgehens (KNIERIM ET AL. 2022) mindestens vielfältige Herangehensweisen erforderlich, die mit unterschiedlichen Lern- und Bildungsangeboten auf eine möglichst breite Anwendergruppe zielen. Um einen Überblick über die Praxis der Wissensvermittlung und den Stand der Lernerwartungen und -anforderungen im Hinblick auf die Digitalisierung in der Landwirtschaft zu gewinnen, wird mit der vorliegenden Studie eine Exploration

über gestalterische, didaktisch-methodische und rahmengebende Faktoren zum Lernen durchgeführt. Dazu wird die Expertise von ausgewählten AKIS Akteuren aus dem deutschsprachigen Raum genutzt, um mit Rückgriff auf didaktische Konzepte und den AKIS-Ansatz zu einer systematischen Darstellung der Anforderungen und Erwartungen an die Bildung zur Digitalisierung in der Landwirtschaft zu kommen.

3 Material und Methoden

Die vorliegende Arbeit stützt sich auf eine qualitative Neuauswertung von Interviewmaterial aus 38 Leitfadengesprächen, welche im Rahmen einer Stakeholderbefragung mit Fokus auf die Implikationen der Digitalisierung auf die Kleinstrukturierung (PFAFF ET AL. 2022) und Kompetenzveränderung (PFAFF ET AL. 2023) durchgeführt wurden. HEATON (2004) erklärt, dass die qualitative Sekundäranalyse beispielsweise angewendet werden kann, wenn die Neuauswertung entweder neue abweichende empirische, theoretische oder methodische Fragestellungen untersucht oder eine tiefgehende Untersuchung eines ursprünglich nur begrenzt betrachteten Teilaspekts darstellt. Dementsprechend dient als Anlass für die erneute Auswertung des Interviewmaterials die Feststellung, dass die Gestaltung von Lernprozessen zur digitalen Landwirtschaft ein wiederkehrendes Thema in den Leitfadeninterviews darstellt und dass die ursprüngliche Auswertung des Materials nicht von einer Lern- oder AKIS-Perspektive geleitet wurde. In diesem Zusammenhang dienen die in Kapitel 2 vorgestellten theoretischen Vorüberlegungen gleichermaßen als Zugang zum Forschungsgegenstand und als Grundgerüst für die erneute inhaltsanalytische Auswertung.

3.1 Datenerhebungsprozess der ursprünglichen Stakeholderbefragung

Die Datenerhebung der vorliegenden Arbeit stützt sich auf einen qualitativen Forschungsansatz. Gemäß FLICK (2014) sind qualitative Methoden der Sozialforschung dann von Bedeutung, wenn es um die Analyse und Synthese von unterschiedlichen Positionen zu einem Untersuchungsobjekt geht und weniger um die Überprüfung von theoriefundierten Hypothesen. In diesem Zusammenhang eignen sich Leitfadengespräche als qualitatives Forschungsinstrument, um zu einer weiterführenden Systematisierung einer vorwissenschaftlichen Problemstellung zu gelangen (ATTESLANDER 2010). Ausgehend davon wurde ein Leitfaden zur Befragung von Stakeholdern der Digitalisierung im Rahmen des Forschungsprojekts DiWenLa (Digitale Wertschöpfungsketten für eine nachhaltige kleinstrukturierte Landwirtschaft) konzipiert. Der Leitfaden bestand aus zwei Teilbereichen: (1) spezifische Implikationen der Digitalisierung für die kleinstrukturierte Landwirtschaft mit zehn Unterfragen und (2) Kompetenzanpassung durch die Digitalisierung mit fünf Unterfragen. Die Fragestellungen wurden offen gestaltet, um eine Anpassung an die jeweilige Interviewsituation zu

ermöglichen (BOGNER ET AL. 2009). Im ersten Themenblock lag der Fokus auf agrarstrukturellen und sozialen Akzeptanzhemmnissen sowie möglichen Veränderungen der landwirtschaftlichen Arbeitswelt durch die Digitalisierung, während sich der zweite Fragenblock mit veränderten Kompetenzprofilen, vorhandenen Kompetenzen und dem Anpassungsbedarf von Unterstützungsangeboten zur Digitalisierung beschäftigt hat.

Bedingt durch die Corona-Pandemie fanden die Interviews zwischen März und Juni 2021 entweder per Videokonferenz oder Telefon statt. Vorab wurde den Teilnehmern der Leitfaden und ein Infoschreiben mit der Zielsetzung der Forschungsarbeit zugesendet. Nach gegebener Einwilligung wurden die Interviews digital aufgezeichnet. Von allen Interviews wurden Transkripte entsprechend vorab festgelegter Regeln erstellt (DRESING UND PEHL 2017; KUCKARTZ 2018). Die Verschriftlichung fokussierte sich auf die Erfassung der Inhalte und Anonymisierung. Die finalen Transkripte wurden den Interviewteilnehmern nochmals zur Überprüfung übermittelt.

Aus der bisherigen Forschung wird deutlich, dass unterschiedliche Akteursgruppen an der Generierung von Wissen und Innovationen zur Digitalisierung beteiligt sind (BUSSE ET AL. 2014; KERNECKER ET AL. 2021). Daher wurde bei der Auswahl der Interviewteilnehmer unter Berücksichtigung der ursprünglichen Forschungszielsetzung auf den Stakeholderansatz zurückgegriffen (FREEMAN 1984; KRICK ET AL. 2005). Die schlussendliche Auswahl von Interviewpartnern fand somit gemäß einem bewusst gesteuerten Auswahlverfahren statt, da davon ausgegangen wurde, dass die zu bearbeitende Fragestellung die fachliche Expertise der Befragten erfordert (BOGNER ET AL. 2009; LAMNEK & KRELL 2016). Der erste Zugang zu den Stakeholdern erfolgte intern über das DiWenKLa-Projekt, indem Angehörige des Forschungsverbundes mit dem Leitfaden befragt wurden. Weitere externe Stakeholder wurden auf Grundlage der Ergebnisse einer Akteursanalyse, einer Internet- und Dokumentenrecherche sowie persönlicher Kontakte ausgewählt.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Zugehörigkeiten der Interviewteilnehmer. Räumlich bezogen stammt die Mehrheit der 38 Interviewteilnehmer aus Deutschland. Im Durchschnitt hat eines der durchgeführten Interviews 51 Minuten gedauert. Am häufigsten wurden Vertreter aus Hochschulen (8), Landesanstalten (8) und der agrartechnischen Branche (11) befragt. Dabei sind die privatwirtschaftlichen Stakeholder assoziiert mit dem Vertrieb und der Entwicklung von Agrarsoftware in der Innen- und Außenwirtschaft (4), der Herstellung von Landtechnik (3) und dem Technikhandel in der Innen- und Außenwirtschaft (3). Ein privatwirtschaftlicher Vertreter ist als unabhängiger Berater für Precision Farming tätig. Des Weiteren wurden vier Landwirte und ein Lohnunternehmer befragt. Weitere befragte Teilnehmer gehören Forschungsanstalten mit Fokus auf die Berufsforschung (2), der Agrarverwaltung (2), Bildungseinrichtungen (1) oder dem Maschinenring (1) an.

Tabelle 1:
Interviewteilnehmer (n=38)

Nummer	Organisationelle Zugehörigkeit	Räumlicher Bezug	Dauer in min
B1	Hochschule: Tierhaltung	Baden-Württemberg	70
B2	Forschungsanstalt: Berufsbildung und Digitalisierung	Deutschland	59
B3	Hochschule: Digitale Transformation	Baden-Württemberg	47
B4	Technikhandel	Baden-Württemberg	62
B5	Maschinenring	Baden-Württemberg	50
B6	Hochschule: Pflanzenbau	Baden-Württemberg	57
B7	Hochschule: Agrarökonomie	Baden-Württemberg	33
B8	Agrarsoftware: Tierhaltung	Deutschland	50
B9	Landesanstalt: Bildung und Beratung	Baden-Württemberg	64
B10	Hochschule: Agrartechnik	Baden-Württemberg	75
B11	Agrarverwaltung: Bildung und Beratung	Österreich	57
B12	Hochschule: Pflanzenbau und Tierhaltung	Brandenburg	69
B13	Agrarsoftware: Pflanzenbau	Deutschland	38
B14	Agrarsoftware: Pflanzenbau	Baden-Württemberg	56
B15	Landesanstalt: Tierhaltung	Baden-Württemberg	35
B16	Technikhandel und Stallbau	Deutschland	49
B17	Agrarverwaltung: Landratsamt	Baden-Württemberg	34
B18	Forschungsanstalt: Digitalisierung und Arbeit	Deutschland	39
B19	Landesanstalt: Landwirtschaft	Rheinland-Pfalz	45
B20	Landesanstalt: Landwirtschaft und Bildung	Österreich	52
B21	Technikhandel	Baden-Württemberg, Bayern	78
B22	Hochschule: Digitalkompetenzen und Innovationen	Bayern	36
B23	Landtechnikhersteller	Deutschland	51
B24	Landesanstalt: Agrarsysteme	Schweiz	40
B25	Landesanstalt: Pflanzenbau und Tierhaltung	Bayern	62
B26	Landesanstalt: Pflanzenbau	Schweiz	51
B27	Landtechnikhersteller	Baden-Württemberg	58
B28	Landtechnikhersteller	Deutschland	91
B29	Beratung: Precision Farming	Baden-Württemberg	40
B30	Lohnunternehmen	Baden-Württemberg	28
B31	Landwirt	Baden-Württemberg	54
B32	Landwirt	Baden-Württemberg	46
B33	Landwirt	Baden-Württemberg	29
B34	Landwirt	Baden-Württemberg	33
B35	Landesanstalt: Pflanzenbau	Baden-Württemberg	46
B36	Hochschule: Tierhaltung	Baden-Württemberg	57
B37	Bildungseinrichtung: Agrartechnik	Baden-Württemberg	57
B38	Agrarsoftware: Pflanzenbau	Deutschland	50

Quelle: Eigene Darstellung.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird auf den Begriff Stakeholder verzichtet, da im Sinne der Zielsetzung der Sekundäranalyse die Interviewteilnehmer nur teilweise Akteure der formalen und non-formalen Agrarbildung darstellen. Mit Blick auf den AKIS-Ansatz ist jedoch davon auszugehen, dass Akteure aus der agrarischen Hochschulbildung, Agrarverwaltung, Privatwirtschaft und Bildungseinrichtungen maßgeblich an der Gestaltung von Lernprozessen zur digitalen Landwirtschaft mitwirken.

3.2 Datenauswertung

Die Auswertung der Interviewtranskripte hat sich an dem inhaltsanalytischen Verfahren von KUCKARTZ UND RÄDIKER (2022) orientiert und unter Einbindung der Lern- und AKIS-Perspektive stattgefunden. Entsprechend der Zielsetzung wurde der Ansatz der strukturierenden Inhaltsanalyse angewendet, um wesentliche Themen aus dem Material herauszuarbeiten. Zur Strukturierung und Reduzierung des Materials wurden MAXQDA und Microsoft Excel eingesetzt. Zunächst fand eine initiierende Auseinandersetzung mit dem Interviewmaterial statt. Fallweise wurden die Transkripte durchgelesen und inhaltstragende Stellen hervorgehoben, die thematisch mit der Forschungszielsetzung oder den beiden Perspektiven verbunden sind. Die Textstellen wurden im nächsten Schritt in eine Tabelle übertragen und in einer zweiten Spalte paraphrasiert. Anschließend wurden sequentiell die hervorgehobenen Textstellen und Paraphrasen fallweise durchgegangen und erste Kategorien in einer weiteren Spalte erstellt. Danach erfolgte eine erste Systematisierung der Kategorien durch Strukturierung in Haupt- und Subkategorien mit Bezugnahme zu den Textstellen und Paraphrasen. Die endgültige Version des Kategoriensystems wurde in Form einer Themenmatrix in Excel zusammengeführt. Das finale Kategoriensystem beleuchtet den Forschungsgegenstand anhand von sieben Hauptkategorien: (1) Lernformen, (2) Zielgruppen, (3) Lernbedürfnisse und Lerntiefe, (4) Lernzielen, (5) Lernarten, (6) Lernarrangements und (7) Rahmenfaktoren.

4 Ergebnisse

Die Analyse und Interpretation der Ergebnisse ist stark kategorienbasiert, dementsprechend erfolgt die Ergebnisdarstellung entsprechend der sieben Hauptkategorien.

4.1 Lernform

Zur formalen Bildung wird geäußert, dass die Wissensentwicklung im Rahmen der staatlich organisierten Ausbildung (B4; B5; B10; B17; B23; B25; B28; B33), Weiterbildung (B5; B23), Erwachsenenbildung (B9; B18; B21) und akademischen Bildung (B4; B10; B17; B22, B36) zu erfolgen hat. Entsprechende Lernaktivitäten seien in schulischen, akademischen und überbetrieblichen

Bildungseinrichtungen zu etablieren. In diesem Zusammenhang betont ein Vertreter aus einer Landesanstalt (B25), dass „alle Bundesländer [schauen müssen], wie sie irgendwo diese digitalen Inhalte [...] in das Curriculum einbauen. Also ich meine, da sind auch die Universitäten nicht besonders gut eigentlich, wenn man ehrlich ist.“ Ein Vertreter vom Maschinenring (B5) vermutet, dass bestehende Wissenslücken zur Digitalisierung besonders über eine stärkere Einbindung in die Aus- und Weiterbildung geschlossen werden könnten. Eine Integration in formale Bildungsangebote könnte zum Beispiel über die Entwicklung von Grundmodulen (Forschungsanstalt, B2; Landesanstalt, B26) oder die umfassendere Anpassung von Ausbildungsinhalten (Hochschule, B7) erfolgen. Des Weiteren erfordert die Digitalisierung ein fortlaufendes Lernen, wobei die Kompetenzentwicklung langfristig und systematisch erfolgen sollte (B2; B4; B22). Ein hoher Stellenwert wird dabei dem lebenslangen Lernen zugeordnet (Hochschule B7; B36), wobei ein Lernen im Rahmen der formalen Erstausbildung nur den Beginn darstellt (Forschungsanstalt, B18):

„Und da ist es eben wichtig, dass man sich vor Augen führt, dass eben eine Erstausbildung immer seltener wirklich ausreicht für ein gesamtes Erwerbsleben, sondern das Lernen im Erwerbsleben wirklich zu einer dauerhaften Investition werden [muss]. [...] Man muss vermehrt am Ball bleiben sozusagen.“

Ein nicht minderer Stellenwert wird der non-formalen Bildung zugeordnet. Vertreter von Hochschulen (B2; B36), Beratungsorganisationen (B29) und Lohnunternehmen (B30) sowie aus der Landwirtschaft (B31; B32; B33; B34) und Technikbranche (B13; B16; B23) merken jedoch an, dass non-formale Lernangebote zumeist von Herstellern angeboten werden. Lernen kann dabei durch Ansätze wie Schulungen, Coaching, Workshops, Seminare oder Training unterstützt werden. Als weitere Beispiele, die non-formales Lernen zur Digitalisierung ermöglichen, werden Lernformate benannt, die einen starken Bezug zu Selbstlernen und Demonstration haben. Entsprechende Formate sind aber nur bedingt inhaltlich strukturiert, zielorientiert ausgerichtet oder didaktisch-methodisch unterstützt. Entsprechendes Lernen zur Digitalisierung kann zum Beispiel durch die Teilnahme an allgemeinen oder digitalspezifischen Feldtagen (B5; B11; B15; B16; B17; B21; B24; B25; B28; B37), den Besuch von Demonstrations-, Pilot- oder Referenzbetrieben (B9; B15; B20; B22; B25; B36), Informationszentren (B23) oder Agrarmessen (B10; B19) und durch Maschinenvorfürungen (B25) unterstützt werden.

Ein Vertreter des Technikhandels (B4) grenzt in diesem Zusammenhang den didaktischen Mehrwert eines Schulungsangebots von allgemeineren Informationsveranstaltungen wie folgt ab:

„Also prinzipiell finde ich Workshops besser. Das ist natürlich ja oft auch so, dass man erstmal eine [allgemeinere] Veranstaltung hat, um dem Landwirt überhaupt mal einen Appetit auf das Thema zu machen und ihn dazu zu bewegen, dass er darüber reflektiert und ein zweiter Schritt ist dann schon sinnvoll, wenn er sich wirklich damit auseinandersetzen will, dass man das in einer Art Workshop macht.“

Ferner können Ansätze wie Erfahrungsaustauschgruppen (B9; B11; B12; B17; B24; B35) oder Besuche auf Nachbarbetrieben (B20; B35) das Lernen befördern. Darüber hinaus kann Lernen im Rahmen des eigenständigen Experimentierens mit digitalen Technologien (B3; B31) oder Selbstlernen über Lernvideos (B2; B19; B23), Lernspiele und Simulatoren stattfinden (B2; B19; B23; B28).

Ein Vertreter einer Hochschule (B7) fasst insgesamt zusammen, dass die Kompetenzentwicklung zur Digitalisierung kontinuierlich zu erfolgen hat. Dafür sei gerade auch die Verfügbarkeit von entsprechenden Bildungsangeboten notwendig, um den Bildungsbedarf zu decken:

„Ich bin der Auffassung, dass die Entwicklung in Richtung Lifelong Learning gehen muss [...]. Da müssen wir in kürzeren Takten nach Aus- und Weiterbildungsangeboten schauen und wie wir da mit höherer Frequenz und mit kürzerer Frist den Nachholbedarf decken.“

4.2 Zielgruppen

Laut der Interviewteilnehmer betrifft der Lernbedarf zur Digitalisierung eine Vielzahl von Akteuren aus der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette und dem AKIS. Ein Vertreter einer Landesanstalt (B25) berichtet, dass an bisherigen Schulungen zur Digitalisierung ein breites Spektrum an Akteuren teilgenommen hat, wie zum Beispiel Landwirte, Beratungskräfte, Wissenschaftler und Akteure aus der Privatwirtschaft.

Den sektoralen Bildungsbedarf zur Digitalisierung kommentiert ein Akteur aus der Forschung (B6) wie folgt:

„Und da muss das Knowhow da sein, und zwar auf allen Seiten, weil da meist viele Partner zusammenwirken und das fehlt oft“.

Zusammenfassend kristallisieren sich aus der Erhebung sieben Zielgruppen mit einem Lernbedarf zur Digitalisierung heraus: (1) Landwirte und landwirtschaftliche Arbeitskräfte, (2) landwirtschaftliche Schüler und Studierende, (3) Lehrkräfte der akademischen und beruflichen Agrarbildung, (4) Personen aus der Technikbranche, (5) Beratungskräfte, (6) Wissenschaftler und (7) landwirtschaftliche Dienstleister.

4.3 Lernbedürfnisse und Lerntiefe

Aus den Ergebnissen zeichnet sich ab, dass Lernprozesse gemäß individueller Lernvoraussetzungen und -interessen von Lernenden zur digitalen Landwirtschaft auszurichten sind. Laut der Befragten können spezifische Differenzen in Lernvoraussetzungen am Bildungsniveau (B12; B25; B36), den Nutzungserfahrungen mit digitalen Technologien (B4; B12; B21; B29) sowie an der technischen Affinität und Offenheit (B11; B19; B22; B26; B36; B37) festgemacht werden. Exemplarisch wird dies durch die Ausführungen eines Vertreters einer Bildungseinrichtung (B37) verdeutlicht:

„Wir sehen das ja immer bei den Schulungen, wie Landwirte mit der Technik umgehen. Ob das jetzt in der Ausbildung oder Fort- und Weiterbildung ist, das ist im Prinzip egal. Es gibt technikaffine Leute, die damit relativ gut klarkommen und dann gibt es eher Landwirte [...], die gar nicht so technikaffin sind. Die tun sich dann schwerer damit.“

Vertreter von Hochschulen (B12; B22), Landesanstalten (B9; B19; B24), Lohnunternehmen (B30) sowie aus der Agrarverwaltung (B11), Beratung (B29), Technikbranche (B27) und landwirtschaftlichen Praxis (B32) bekunden darüber hinaus, dass differenzierte Lerninteressen zur Digitalisierung bestehen. Ausgehend von heterogenen Lernvoraussetzungen und -interessen wird empfohlen, dass es unterschiedliche Lernangebote zur Digitalisierung gibt, die zielgruppenorientiert ausgerichtet sind (Agrarverwaltung, B11; Hochschule, B12) und Differenzen in Lerntypen bedenken (Bildungseinrichtung, B37). Diese sollten so aufgebaut sein, dass das Interesse am Lernen an digitalen Technologien nachhaltig gefördert wird (Landesanstalt; B19).

Diskussionen über die Lerntiefe nehmen starken Bezug auf die inhaltliche Gestaltung von Lernangeboten. So hinterfragen die Interviewteilnehmer, wie sinnvoll eine alleinige Fokussierung auf Lernthemen zur Digitalisierung ist, ohne eine Bezugnahme zu tierischen und agronomischen Fachthemen herzustellen (Agrarverwaltung, B11; Landesanstalt, B25). Diese Problematik wird hauptsächlich im Zusammenhang mit der Wissensvermittlung zu Anwendungskenntnissen gesehen (B22; B25; B36). Des Weiteren wird von den Interviewteilnehmern in Frage gestellt, welche Lerntiefe zu digitalen Technologien notwendig ist, um eine berufliche Handlungsfähigkeit trotz fortschreitender Digitalisierung sicherzustellen (Hochschule, B10; Landesanstalt B25). Eine Beratungskraft (B29) führt in diesem Zusammenhang aus, dass einzelne Personen nur an der Vermittlung von Basiswissen zur Digitalisierung interessiert sind, während andere ein tiefergehendes Wissensverständnis zu digitalen Systemen erlangen möchten. In diesem Kontext wird angezweifelt, dass Landwirte zukünftig beispielsweise das Programmieren erlernen müssen (Landesanstalt, B25). Des Weiteren wird es kritisch gesehen, wenn Lernprozesse zu spezifisch auf ausgewählte digitale Technologien ausgerichtet sind und keine grundsätzlichere Wissensvermittlung zur Digitalisierung stattfindet (B2; B22; B26; B35).

Ein Vertreter einer Landesanstalt (B26) führt hierzu mit Blick auf formale Lernprozesse aus:

„Das ist doch schwierig, da jetzt [...] Unterrichtskompetenzen abzuleiten, denn die Tools wechseln ja dauernd [...]. Also der Nutzen irgendein Tool mal zu lernen und im Unterricht zu behandeln, macht auch nicht so Sinn. Aber doch die Grundstrukturen des Denkens [...], das ist entscheidend.“

4.4 Lernziele

Insgesamt benennen die Interviewteilnehmer in der Erhebung sechs umfassendere Lernziele im Kontext der Digitalisierung: (1) Anwendungskennntnisse, (2) technikbezogenes Wissen, (3) Wissen über Potentiale, Nutzen und Grenzen, (4) Technologieüberblick, (5) implementierungsbezogenes Wissen und (6) Wissen über Datenrechte.

Wiederholt führen die Befragten an, dass Anwendungskennntnisse zu Software und Technologien in der Innen- und Außenwirtschaft sowie Datenmanagement zu erlernen seien. In diesem Zusammenhang fallen Schlagwörter wie *Bedienungskompetenz* (Agrarsoftware, B13), *Erfahrungskompetenz* (Technikhandel und Stallbau, B16) oder *handlungsfähig sein* (Forschungsanstalt, B2). Eng daran angelehnt führen einige der Befragten aus, dass technikbezogenes Wissen vermittelt werden sollte. Beispielhaft wird hierfür theoriebezogenes Wissen zu den technischen Grundlagen (Landesanstalt, B26; Landtechnikhersteller, B28), Kenntnisse zu Bauteilen und Komponenten (Hochschule, B10) oder Wissen über die technische Funktionsweise (Hochschule, B6; Bildungseinrichtung, B37) angeführt. Die Lernziele Wissen über Potentiale, Nutzen und Grenzen sowie Technologieüberblick sind eher von informativer Natur und inhaltlich eng verknüpft. Im Fall des dritten Lernziels wird der Lernbedarf damit begründet, dass für (potentielle) Nutzergruppen der Mehrwert und die Grenzen von digitalen Technologien oft unklar seien (B11; B14; B20). Das vierte Lernziel ergibt sich aus der großen Diversität digitaler Anwendungen und Verfahren am Markt. Beispielhaft wird angeführt, dass eine Wissensvermittlung zu verfügbaren Technologien (Forschungsanstalt, B2; Hochschule, B22) oder dem Technologiebedarf zur Umsetzung ausgewählter Produktionsverfahren (Agrarsoftware, B14; Landtechnikhersteller, B27) notwendig sei. Eng mit diesem Punkt verknüpft ist auch das fünfte Lernziel Implementierungswissen. Entsprechendes Wissen soll potentielle Nutzer bei der Auswahl und Implementierung einer passenden Technologie für den eigenen Betrieb unterstützen (B2; B12; B15), wobei dies mit Blick auf das notwendige betriebsindividuelle Coaching eher ein Beratungs- als ein Bildungsziel darstellt (Maschinenring, B5; Landwirt, B31). Wissen zu Datenrechten wird vereinzelt als ein weiteres Lernziel benannt.

4.5 Lernart

Einzelne Interviewteilnehmer betonen, dass Lernprozesse im Kontext der Digitalisierung sowohl auf das Erlernen von praktischem Können als auch theoretischem Wissen abzielen sollten. Das Erlernen von Können ist dabei eher anwendungs- und objektorientiert. Ein Vertreter eines Agrarsoftwareunternehmens (B13) assoziiert diese Lernform mit Lernen *direkt am Objekt*. Des Weiteren wird das Erlernen von Können mit Begriffen wie *Hands-on* (Hochschule, B36), *Machen und Anfassen* (Landesanstalt, B35), *Erleben der Technik* (Landesanstalt, B25) oder *Live Erleben* (Landtechnikhersteller, B23) umschrieben. Dabei wird angenommen, dass entsprechende interaktive Lernprozesse positiver durch Lernende aufgenommen werden, besonders dann, wenn das Lernen praxisnah gestaltet ist.

In diesem Zusammenhang stellt ein Vertreter einer Landesanstalt (B24) fest:

„Was immer ganz wichtig ist für die Landwirte, dass sie das sehen und anfassen können. Also ich denke wirklich mit [...] praktischen Übungen mit Pilotbetrieben, wo man zeigen kann wie das geht, wo sind die Vor- und wo sind die Nachteile. Das hilft sicherlich mehr als es einfach nur in einer Trockenübung anzugehen.“

Das Lernen von Wissen ist dagegen eher informativ und fachtheoretisch ausgerichtet. So sehen Vertreter aus dem Technikhandel (B4), der Landtechnikherstellung (B27) und einer Bildungseinrichtung (B37) einen Bedarf an Lernangeboten, die grundlegendes Wissen zur Digitalisierung vermitteln und Interesse an der Thematik wecken. Fachtheoretisches Lernen im Kontext der Digitalisierung geht über die oberflächliche Informationsvermittlung hinaus. Lernende sollen dadurch befähigt werden, den agronomischen oder tierhaltungsbezogenen Mehrwert der Digitalisierung zu erkennen und nutzbar zu machen (B2, Hochschule; B21, Technikhandel).

Das Erlernen von Wissen und Können im Bereich der Digitalisierung steht nicht in diametralem Gegensatz zueinander, sondern ergänzt sich eher. So befürwortet je ein Vertreter einer Bildungseinrichtung (B37) und einer Hochschule (B4), dass Lernprozesse zur Digitalisierung beide Lernarten kombinieren sollten. Es wird vorgeschlagen, dass Lernprozesse zur Digitalisierung sich zum Einstieg zunächst auf das Erlernen von Wissen fokussieren und das Erlernen von Können im Anschluss daran stattfinden sollte. Dementsprechend sind Lernprozesse stufenweise zu konzipieren, um dem hohen Lernbedarf bei der Anwendung von digitalen Technologien gerecht zu werden (B3; B4; B28). Ein Vertreter einer Hochschule (B3) beschreibt das als schrittweise Bewältigungserfahrung.

Eine entsprechende didaktische Vorgehensweise könnte dabei aus Sicht eines Vertreters eines Agrarsoftwareunternehmens (B8) wie folgt aussehen:

„Also einmal vormachen oder zweimal, von mir aus auch dreimal. Selbst machen lassen. Vertrauen gewinnen. Kleine Schritte für die Einführung und überschaubare Themenbereiche wählen.“

4.6 Lernarrangement

Die Befragung zeigt auf, dass bei der Wissensvermittlung zur Digitalisierung sowohl individualisierte als auch gruppenbasierte Lernarrangements von Bedeutung sein können. Individualisiertes Lernen hat aus Sicht der Befragten vor allem eine Bedeutung, wenn es um objektbezogenes Erlernen von Können geht. Dabei kristallisieren sich zwei differenzierte Formen von individualisiertem Lernen heraus, welche sich durch den Grad der Selbststeuerung unterscheiden. Stark selbstgesteuertes Lernen könnte zum Beispiel durch eigenständige Praxisübungen (Hochschule, B3), die Nutzung von digitalen Lernspielen (Landtechnikhersteller, B28) oder eigenständiges Lernen mittels Virtual Reality (Forschungsanstalt, B2) erfolgen. Demgegenüber kann individuelles Lernen zur Digitalisierung in angeleiteter Form durch eine lehrende Person erfolgen. Einzelne Interviewteilnehmer beschreiben einen solchen fremdgesteuerten Ansatz mit Begriffen wie *Mitlaufen und Heranführen* (Hochschule, B3), *Zeigen und Vorführen* (Maschinenring, B5) oder *Zeigen und Nachmachen* (Hochschule, B22).

Ein Vertreter einer Hochschule (B22) stellt jedoch auch fest, dass individuelles Lernen durch Beobachtung und Nachmachen bedingt durch die technische Beschaffenheit von digitalen Systemen nur begrenzt möglich ist:

„Also früher hat man dadurch gelernt, dass man nachgeahmt hat [...]. Durch digitale Techniken ist das eigentlich nicht mehr so machbar. Das heißt, man kann das nicht eins zu eins nachvollziehen, was dort gemacht wird und insofern ist das Lernen von anderen wirklich auch schwieriger geworden.“

Gruppenbasiertes Lernen ist aus Sicht einzelner Interviewteilnehmer weniger zielorientiert und findet dann Einsatz, wenn es um informatives Erlernen von Wissen oder den Erfahrungsaustausch geht. Hervorgehoben wird dabei besonders der Mehrwert des Lernens von und mit Gleichgesinnten. Ein entsprechend positiver Lerneffekt wird sowohl im Fall von Austauschgruppen zu Anwendungsproblemen mit digitalen Technologien erwartet (Forschung, B12; Landesanstalt, B35) wie auch durch die aktive Einbindung von erfahrenen Landwirten in Bildungsangebote (Forschung, B12). Ein Akteur aus einer Landesanstalt (B24) erklärt dazu, dass die Einbindung von anderen Landwirten, welche über positive und negative Praxiserfahrungen berichten, zu einer Stärkung des Lernerfolgs beiträgt, da Gleichgesinnten mehr Glaubwürdigkeit durch die Lernenden geschenkt wird.

In der Gesamtbetrachtung ist auch festzustellen, dass eine Kombination von individualisiertem und gruppenbasiertem Lernen eingesetzt werden kann, um Lernprozesse zur Digitalisierung zu gestalten. Ein Vertreter eines Agrarsoftwareunternehmens (B13) erklärt hierzu, dass eine sequentielle Kombination von gruppenbasiertem und individualisiertem Lernen im Rahmen von Fahrerschulung in Kleingruppen stattfinden kann. Dazu wird zunächst erst allgemein die Funktionsweise der Maschinen erklärt und anschließend findet individuelles Üben mit den Testmaschinen statt.

4.7 Rahmenfaktoren

Einzelne Interviewteilnehmer führen aus, dass zeitliche und monetäre Faktoren einen Einfluss auf die Gestaltung und Teilnahmebereitschaft an Lernangeboten zur Digitalisierung haben. Es wird darauf hingewiesen, dass für landwirtschaftliche Zielgruppen eine Teilnahme an Online-, Abend- oder Winterveranstaltungen einfacher zu realisieren sei (B4; B13; B36).

Ein Vertreter einer Bildungseinrichtung (B37) führt aus, dass die Höhe der Teilnahmekosten ebenfalls einen Einfluss hat.

Digitalisierungsspezifischere Faktoren stellen die technische Ausstattung von Lernorten, die Qualifizierung des Lehrpersonals und die Neutralität von Lernangeboten dar. Zur technischen Ausstattung wird angeführt, dass landwirtschaftliche Schulen (Hochschule, B12) oder kleinere Betriebe (Forschungsanstalt; B18) oft keinen Zugang zu entsprechenden Technologien haben, um das Lernen dazu zu ermöglichen. Des Weiteren stellen Vertreter von Hochschulen (B12), vom Maschinenring (B5), von Landesanstalten (B9), aus der Agrarverwaltung (B11) und aus Bildungseinrichtungen (B37) fest, dass der Qualifizierungsgrad des verfügbaren Lehrpersonals maßgeblich die Gestaltung von Lernprozessen zur Digitalisierung beeinflusst. Vereinzelt wird auch betont, dass angebotene Lernangebote zur Digitalisierung nur begrenzt neutral sind.

Hierzu äußert ein Vertreter einer Landesanstalt (B9):

„Das wäre auch wieder das Thema mit einer neutralen Stelle - also so eine Transparenz hinsichtlich des Potentials der einzelnen Techniken [schaffen]. Also so eine Transparenz zu schaffen, das muss nicht nur staatliche Aufgabe allein sein. Ich habe ja vorhin schon mal die DLG angesprochen, die da auch noch eine Rolle spielen könnte oder auch eine Rolle spielt oder auch die staatlichen Institutionen untereinander [...]. Da ist sicher vieles an Knowhow und Transparenz zu holen [...], damit da einfach noch mehr neutraler Informationsfluss geboten wird.“

5 Diskussion

5.1 Lernform

Die Ergebnisse der Befragung zeigen eine breite Zustimmung, dass ein weites Spektrum an Lernangeboten notwendig ist, um die sektorale Kompetenzentwicklung zur Digitalisierung zu befördern. Der formalen Bildung in Form von Aus-, Weiter- und Fortbildung wird dabei von einigen der Befragten eine Schlüsselrolle zugeordnet. Diese Feststellung steht im Einklang mit den Ergebnissen von vorherigen Studien (GOLLER ET AL. 2021; REICHARDT ET AL. 2009). Einige Interviewteilnehmer sehen jedoch inhaltliche Defizite in formalen Lernangeboten. BRETSCHNEIDER (2019) erklärt in diesem Zusammenhang, dass formale Bildungsakteure sich intensiver mit dem Thema Digitalisierung beschäftigen sollten, wobei auch eine engere Kooperation von Bildungsakteuren empfohlen wird, um Angebotslücken zu schließen. Im Sinne des AKIS-Ansatzes ist es plausibel, einen breiteren Kreis von Akteuren in den Blick zu nehmen, um bestehende Lücken zu identifizieren und zu schließen. Dazu könnte in der formalen Bildung beispielsweise die Verbundausbildung zwischen digitalisierten und nicht digitalisierten Betrieben oder die Ausweitung von überbetrieblichen Bildungsangeboten genutzt werden (SCHOTT ET AL. 2019). Eine engere Kooperation zwischen Bildungsstätten erfordert jedoch auch die Etablierung von bildungsorganisatorischen Koordinationsmechanismen, um Lernsynergien zwischen Bildungsanbietern zu verbessern.

Analog zu formalen Angeboten befürworten viele der Interviewpartner den Bedarf an non-formalen Lernangeboten. Dabei richtet sich non-formales Lernen allerdings eher an andere Zielgruppen als die formale Agrarbildung. GOLLER ET AL. (2021) erklären hierzu, dass non-formales Lernen wichtig ist, um Wissenslücken bei den gegenwärtigen Nutzern von digitalen Technologien zu schließen. Einige Teilnehmer äußern, dass non-formale Bildungsangebote hauptsächlich von den Herstellern angeboten werden würden. Diese Einschätzung kann damit begründet werden, dass der privatwirtschaftliche Techniksektor eine Schlüsselrolle bei der Technologieentwicklung und -verbreitung spielt (BUSSE ET AL. 2014; KERNECKER ET AL. 2021). Ein Kernmerkmal der non-formalen Bildung stellt die höhere Flexibilität bei der Gestaltung der Lernangebote dar, da Bildungsanbieter sich nicht an formalen Richtlinien orientieren müssen. In diesem Zusammenhang schlagen sowohl die Interviewteilnehmer als auch die Literatur vor (BEINERT 2017; KUTTER ET AL. 2011), dass unterschiedliche Lernformate, wie zum Beispiel Feldtage oder Schulungen, eingesetzt werden können. Non-formale Bildungsangebote sollten dabei nicht rein von ökonomischen Interessen geleitet sein, gerade wenn sie von privatwirtschaftlichen Anbietern angeboten werden, sondern die Lernbedürfnisse der Teilnehmer ins Zentrum stellen.

5.2 Zielgruppen

Die Befragung verdeutlicht, dass die Digitalisierung nicht nur bei gegenwärtigen und zukünftigen Arbeitskräften in der Landwirtschaft einen zunehmenden Wissens- und Lernbedarf verursacht, sondern auch weitere Akteure aus dem Agrarsektor und AKIS betrifft. Damit werden die Ergebnisse von weiteren Studien bestätigt, welche einen Lernbedarf bei Landwirten (BEINERT 2017; GOLLE ET AL. 2021; MICHELS ET AL. 2019), landwirtschaftlichen Schülern und Studierenden (AMMANN & EL BENNI 2022; BOURNARIS ET AL. 2022; REICHARDT ET AL. 2009), Lehrkräften und Ausbildern (BMEL 2020; SCHOTT ET AL. 2019), technischen Servicekräften und landwirtschaftlichen Dienstleistern (ERICKSON ET AL. 2018; GARBERS 2015; KITCHEN ET AL. 2002) oder Beratungskräften (REICHARDT ET AL. 2009) sehen. Es ist davon auszugehen, dass es differenzierte Ansätze braucht, um Wissenslücken bei den jeweiligen Zielgruppen zu schließen. Daher sollten Lernprozesse zur Digitalisierung stark an den jeweiligen Bedürfnissen der Zielgruppen ausgerichtet werden, um sicherzustellen, dass in allen Bereichen des Agrarsektors und AKIS Akteure mit der entsprechend notwendigen Digitalisierungsexpertise ausgebildet werden. Zukünftig gilt es spezifischer für einzelne Zielgruppen zu verstehen, welche normativen Lernerfordernisse zur digitalen Landwirtschaft bestehen, wofür die Differenzierung der vorgestellten Gruppen eine Grundlage darstellen kann. Der Aufbau von Digitalisierungsexpertisen wird dabei bei einigen Zielgruppen wohl herausfordernder ausfallen, wenn man bedenkt, dass Wissen zu digitalen Technologien im Agrarsektor verstärkt an einzelnen Stellen generiert wird (KERNECKER ET AL. 2021).

5.3 Lernbedürfnisse und Lerntiefe

Ein Kernpunkt aus Sicht einzelner Teilnehmer stellt dar, dass Lernangebote zur Digitalisierung unter Beachtung individueller Lerntypen und -bedürfnisse zu gestalten sind. Mit Blick auf die bisherige Forschung verdichtet sich das von einigen der Interviewteilnehmer gezeichnete Bild, dass die technische Affinität (AMMANN ET AL. 2022), persönliche Einstellung (SHANG ET AL. 2021), der individuelle Bildungshintergrund (REICHARDT ET AL. 2009) oder der bisherige Kenntnisstand zur Digitalisierung (BEINERT 2017; PFAFF ET AL. 2023) Einflussfaktoren sein können, um Lerntypen zur Digitalisierung zu differenzieren. Von einer Forschungsposition aus muss jedoch die Validität dieser empirischen Erkenntnisse kritisch hinterfragt werden, was gleichzeitig den weiteren Forschungsbedarf aufzeigt.

Mit Blick auf die Lerntiefe benennen die Interviewteilnehmer im Wesentlichen zwei Punkte, die bei der Gestaltung von Lernangeboten zur Digitalisierung bedeutsam sind. Bildungsakteure müssen bei der Konzipierung von Lernangeboten abwägen zwischen der Bedeutung von agrarischen und digitalspezifischen Lerninhalten und sich des Weiteren Gedanken zur Tiefe des Lernbedarfs zur Digitalisierung im Rahmen einzelner Lernangebote machen.

Ein Abwägen zwischen digitalspezifischen und agrarischen Lerninhalten ist besonders dann herausfordernd, aber auch notwendig, wenn das Lernen im Rahmen eines umfangreicheren Bildungsprogramms stattfindet. Beispielhaft für die landwirtschaftliche Ausbildung bekundet BRETSCHNEIDER (2019), dass die zielführende Wissensvermittlung beide Lernbereiche abzudecken hätte. Gerade ein Verständnis für die fachspezifischen Grundlagen der Tierhaltung und Pflanzenproduktion scheint dabei unabdingbar, um den agrarischen Mehrwert von digitalen Technologien nachvollziehen zu können. Für Bildungsakteure heißt das, dass die Wissensvermittlung zur Digitalisierung stets in Bezug zu agronomischen Kenntnissen gesetzt werden sollte, da digitale Technologien im Wesentlichen ein Mittel zum Zweck darstellen und das Lernen eben die fachspezifische Anwendung ermöglichen soll. Einige der Interviewteilnehmer stellen insbesondere in Frage, wie tiefgehend Wissen zur Digitalisierung zu erlernen sei. Dieser Sachverhalt ist didaktisch von einer zielgruppenspezifischen und technologischen Position aus zu hinterfragen. Zielgruppenspezifisch besteht ein heterogener Lernbedarf zur Digitalisierung, da beispielsweise Landwirte, Landmaschinenmechaniker oder Agrarlehrkräfte plausiblerweise unterschiedliche berufliche Lernerfordernisse haben (BEINERT 2017; ERICKSON ET AL. 2018; FAUSTI ET AL. 2018), um in Zeiten der Digitalisierung beruflich handlungsfähig und kompetent zu sein. Technologieorientiert liegt es nahe, dass unterschiedliche Kenntnisse und Fähigkeiten erworben werden müssen, um spezifische digitale Technologien anwenden zu können (BEINERT 2017). Daher muss bei der Konzipierung eines Bildungsangebotes erörtert werden, wie viel Wissen zur Digitalisierung unter Beachtung der jeweiligen Zielgruppe zu vermitteln ist und für welche berufliche Tätigkeit das Lernen erfolgt.

5.4 Lernziele

Die Befragung identifiziert sechs zentrale Lernziele, die sich inhaltlich zwar ergänzen, jedoch auf die Entwicklung von unterschiedlichen beruflichen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnissen abzielen. Ganz neu ist diese Erkenntnis jedoch nicht, da bereits frühere Studien vorschlagen, dass die Digitalisierung fachlich-methodische und persönlich-soziale Kompetenzen erfordert (BEINERT 2017) und dass die umfassende Qualifizierung zu Precision Farming nur über die Behandlung von mehreren aufeinander abgestimmten Lernschritten mit spezifischen Lernzielen erreicht werden kann (KITCHEN ET AL. 2002). Die dargelegten Lernziele können eine Orientierung für die Bildungspraxis bei der Konzipierung von Lernangeboten darstellen, gerade wenn diese nicht durch entsprechende Lehrpläne vorgegeben werden. Eine zentrale Herausforderung bei der Planung und Umsetzung von Lern- und Bildungsangeboten zur Digitalisierung wird es jedoch sein, eine angemessene Gewichtung zwischen einzelnen Lernzielen zu finden und sich auch Gedanken zur sachlogischen Reihenfolge der jeweiligen

Lerninhalte zu machen. Dabei sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass der Stellenwert einzelner Lernziele für ausgewählte Tätigkeitsprofile im Agrarsektor von größerer Bedeutung ist wie für andere.

5.5 Lernart

Die Aussagen einzelner Interviewteilnehmer verdeutlichen, dass die Wissensvermittlung zur Digitalisierung ein Erlernen von praktischem Können und theoretischem Wissen erfordert und stufenweise konzipiert sein sollte. Gemäß der Literatur kann das mit den Phänomenen *Wissen-Lernen* und *Können-Lernen* umschrieben werden (GÖHLICH ET AL. 2007). In diesem Zusammenhang spricht sich auch die Digitalisierungsliteratur dafür aus, dass Lernangebote zu digitalen Technologien praktische und theoretische Lernelemente kombinieren sollten (HEINIGER ET AL. 2002; MICHELS ET AL. 2019). Didaktisch ist sicherzustellen, dass praktisches und theoretisches Lernen durch entsprechende Lehrmethoden unterstützt werden, wie zum Beispiel demonstrative und interaktive Lernansätze. Herausfordernd ist die Verknüpfung der beiden Lernarten besonders dann, wenn fachpraktisches und fachtheoretisches Lernen institutionell voneinander getrennt sind, wie zum Beispiel in der Ausbildung. Gerade in solchen Fällen bedarf es Mechanismen, die zu einer Verknüpfung der beiden Lernarten führen, um den Lernerfolg sicherzustellen.

5.6 Lernarrangement

Individualisierte und gruppenbasierte Lernarrangements können aus Sicht der Befragten im Rahmen von Lernprozessen zur Digitalisierung eingesetzt werden, jedoch sollte dabei die Natur des Lerngegenstands bedacht werden. Ist das Ziel eher die Vermittlung von informativem Wissen, dann eignen sich eher gruppenbasierte Ansätze, welche einen Austausch zwischen Teilnehmern ermöglichen. In diesem Zusammenhang berichten weitere Studien über die Vielseitigkeit von gruppenbasierten Lernarrangements zur Digitalisierung (KOUNTIOS ET AL. 2018; KUTTER ET AL. 2011). Eine Herausforderung bei Gruppenlernprozessen stellt die Heterogenität von Lernbedürfnissen und -voraussetzungen dar. So kann beispielsweise der Lernerfolg des Einzelnen zur digitalen Landwirtschaft darunter leiden, dass das Lernen in heterogenen Gruppen stattfindet (BEINERT 2017). Daher ist es in diesem Zusammenhang empfehlenswert, dass zu Beginn eines Lernangebots zur Digitalisierung sichergestellt wird, dass die Beteiligten zumindest annähernd über einen ähnlichen Kenntnisstand verfügen.

Bei individualisiertem Lernen steht mehr die Auseinandersetzung mit einer spezifischen und individuellen Fragestellung oder Problematik im Zentrum. Exemplarisch wird in der Literatur bekundet, dass experimentelle (BRETSCHNEIDER 2019; KERNECKER ET AL. 2020) oder fremdgesteuerte individualisierte Lernarrangements (BOURNARIS ET AL. 2022) genutzt werden können, um Lernende gezielt beim Erlernen

von technologiespezifischem Wissen zu unterstützen. Bei der konzeptionellen Planung von individualisiertem Lernen sollten die jeweiligen Vor- und Nachteile der beiden Individualformen bedacht werden und eine Abwägung stattfinden, bei welchen Lerninhalten zur Digitalisierung welcher Grad der Selbststeuerung angemessen ist.

5.7 Rahmenfaktoren

Die Interviewteilnehmer betonen, dass zeitliche, monetäre, infrastrukturelle und personelle Faktoren die Gestaltung von und Teilnahmebereitschaft an Lernangeboten zur Digitalisierung beeinflussen. Eine Vielzahl der präsentierten Rahmenfaktoren stellen keine digitalisierungsspezifische Herausforderung für Bildungseinrichtungen dar und spiegeln vielmehr generelle Grundvoraussetzungen für die erfolgreiche Durchführung eines Lernangebots wider. Nichtsdestotrotz ist festzustellen, dass sich die Ansichten der Interviewteilnehmer mit denen in der Digitalisierungsliteratur zu zeitlichen (HEINIGER ET AL. 2002; MICHELS ET AL. 2019), monetären (BEINERT 2017; MICHELS ET AL. 2019), infrastrukturellen (SCHOTT ET AL. 2019) und personellen (REICHARDT ET AL. 2009) Faktoren decken. Hinterfragt werden muss an dieser Stelle jedoch, welche Implikationen sich aus den rahmengebenden Faktoren für die Gestaltung von Lernprozessen zur Digitalisierung ergeben. Dabei scheint es plausibel, dass finanzielle und zeitliche Faktoren eher die Teilnahmebereitschaft beeinflussen, während der Lernerfolg eher durch infrastrukturelle Faktoren, wie die technische Ausstattung, und die personelle Qualifizierung des Lehrpersonals beeinflusst werden. Gerade die beiden letztgenannten Stellschrauben sind aus Sicht von Bildungsakteuren zu bedenken, um ein effektives Lernen zur Digitalisierung zu ermöglichen.

5.8 Einordnung der Ergebnisse und Limitation

Die Studie liefert interessante Einblicke zum Lernen zur digitalen Landwirtschaft, jedoch müssen die Ergebnisse kritisch eingeordnet werden. Es kann konstatiert werden, dass die Untersuchung gestalterische, didaktisch-methodische und rahmengebende Faktoren betrachtet und identifiziert, die nicht nur spezifisch bei Lernangeboten zur Digitalisierung von Bedeutung sind. Bezogen auf das Lernthema Digitalisierung sind von besonderem Interesse die Ergebnisse zu Lernzielen, Lernbedürfnissen und Lerntiefe, Lernart und Lernarrangement, da sich daraus spezifischere Empfehlungen zur didaktisch-methodischen Gestaltung von Lernangeboten ableiten lassen. Die Resultate zu Lernformen, Zielgruppen und Rahmenfaktoren stehen dagegen eher im Bezug zur generellen Schaffung von Voraussetzungen, welche die Wissensvermittlung im Rahmen der Agrarbildung ermöglichen. Auch die methodische Vorgehensweise muss kritisch hinterfragt werden, da nur ein Teil der befragten Akteure in die Bildungsarbeit zur Digitalisierung involviert ist.

6 Fazit

Bildungs- und Lernangebote können eine entscheidende Rolle spielen, um die kompetenzbezogenen Implikationen der Digitalisierung zu adressieren. Die vorliegende Arbeit hat in diesem Zusammenhang von einer Lern- und AKIS-Perspektive sieben wesentliche gestalterische Aspekte identifiziert, die bei der Weiterentwicklung von Lernangeboten wie auch der sektoralen Wissensvermittlung zu digitalen Technologien im Rahmen der Agrarbildung von Bedeutung sind. Im Unterschied zur bisherigen Literatur trägt die Arbeit zu einem systematischeren Verständnis zu spezifischen Lern- und sektoralen Qualifizierungsprozessen zu digitalen Technologien bei.

Im Wesentlichen verdeutlicht die Arbeit, dass die Wissensvermittlung und Bildung zur digitalen Landwirtschaft durch eine Vielzahl von Formaten unterstützt werden sollte und an die Bedürfnisse von unterschiedlichen Zielgruppen konzeptionell und inhaltlich anzupassen ist. Die Anpassung von (formalen) Lehrplänen stellt dabei nur einen Teilschritt dar, um die Wissensvermittlung zur Digitalisierung sicherzustellen. Vielmehr müssen sich Bildungsakteure damit auseinandersetzen, wie die personellen und infrastrukturellen Voraussetzungen geschaffen werden können, um die Wissensvermittlung zu ermöglichen. Dazu wird empfohlen, spezifische Lernangebote für Akteure der Wissensvermittlung zu erstellen, wie zum Beispiel Lehrkräfte der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Fehlt es an geeigneter technischer Ausstattung, könnte eine verstärkte Lernkooperation zwischen verschiedenen Bildungsakteuren eine Lösung darstellen. Neben der Schaffung der notwendigen Grundvoraussetzungen gilt es auch zu verstehen, welche didaktisch-methodischen Aspekte bei der Wissensvermittlung zu beachten sind. Dafür liefert die systematische Betrachtung von Lernen zur Digitalisierung erste Anregungen für staatliche und private Bildungsakteure, die zur konzeptionellen Gestaltung und Weiterentwicklung von Lernangeboten genutzt werden können. In dieser Hinsicht besteht jedoch ein weiterer Forschungsbedarf, um die Herausforderungen der Wissensvermittlung aus Sicht von Bildungsakteuren im Agrarsektor genauer zu verstehen.

Die Wissensvermittlung und das Lernen zur Digitalisierung darf aber nicht nur als eine Aufgabe von einzelnen Institutionen oder Akteuren im AKIS angesehen werden. Vielmehr braucht es zukünftig eine systematischere Auseinandersetzung damit, wo Wissen zu digitalen Technologien generiert wird und wie es zielgruppenorientiert einer Vielzahl von Akteuren aus dem Agrarsektor zugänglich gemacht werden kann. Mit Blick auf das staatliche Bildungssystem heißt das, dass Lücken im Bildungsangebot zu identifizieren sind, und Maßnahmen zu ergreifen sind, um diese zu schließen. Dazu sollte die Zusammenarbeit zwischen beruflichen, schulischen und überbetrieblichen Bildungsakteuren gestärkt werden. Des Weiteren ist eine stärkere Vernetzung von formalen und non-formalen Wissensakteuren empfehlenswert, um den Transfer von Wissen zwischen Forschung und Praxis zu verbessern.

Zusammenfassung

Über Digitalisierung lernen – alte und neue Herausforderungen für die Agrarbildung

Ergebnisse einer qualitativen Sekundäranalyse von Leitfadeninterviews

Im Angesicht der zunehmenden Digitalisierung des Agrarsektors sind Bildungsakteure aufgerufen Lernangebote zur digitalen Landwirtschaft zu etablieren, um die Fachkräfteentwicklung im Sektor sicherzustellen. Bisherige Forschungsbemühungen haben sich jedoch nur ungenügend mit diesem Sachverhalt auseinandergesetzt. Daher wirft der vorliegende Beitrag einen systematischen Blick darauf, welche gestalterischen, didaktisch-methodischen und rahmengebenden Aspekte bei der Konzeption spezifischer Lernangebote und der sektoralen Wissensvermittlung zur digitalen Landwirtschaft zu beachten sind. Die Untersuchung stützt sich auf eine inhaltsanalytische Sekundäranalyse von 38 Leitfadeninterviews. Die Untersuchung verdeutlicht, dass das Lernen und die Bildung zur digitalen Landwirtschaft Überlegungen zu Lernformen, Zielgruppen, Lernbedürfnissen und Lerntiefe, Lernzielen, Lernarten, Lernarrangements und rahmengebenden Faktoren erfordert. Die systematische Betrachtung von Lernen zur Digitalisierung liefert Anregungen für staatliche und private Bildungsakteure, die zur konzeptionellen Gestaltung und Weiterentwicklung von Lernangeboten genutzt werden können. Eine engere Vernetzung von Bildungs- und Wissensakteuren im landwirtschaftlichen Wissens- und Innovationssystem wird dabei als zentral angesehen, um die Weiterentwicklung von Bildungsangeboten zu stimulieren.

Summary

Learning about digitalization – old and new challenges for agricultural education Results of a qualitative secondary analysis of guided interviews

In view of the increasing digitalization of the agricultural sector, educational actors are called upon to establish learning opportunities on digital agriculture in order to ensure the development of skilled workers in the sector. However, previous research efforts have only insufficiently addressed this issue. Therefore, this article takes a systematic look at which design, didactic-methodical and framing aspects have to be considered when designing specific learning offers and sectoral knowledge transfer on digital agriculture. The study is based on a content-analytic secondary analysis of 38 guided interviews. It illustrates that learning and education on digital agriculture requires considerations of learning forms, target groups, learning needs and depth, learning objectives, learning types, learning arrangements, and framing factors. The systematic consideration of learning for digitization provides suggestions for public and private education actors that can be used for the further development of learning offers. Closer collaboration between educational and knowledge actors in the agricultural knowledge and innovation system is seen as pivotal to stimulate the further development of educational offerings.

Literatur

1. AgriDirect; AOL4media (2023): MAAgrar 2023 by AOL4media. Online verfügbar unter <https://aol4media.de/wp-content/uploads/2023/05/MAAgrar-2023.pdf>. Zuletzt geprüft am 17.08.2023.
2. Albrecht, Hartmut (1969): Innovationsprozesse in der Landwirtschaft. Eine kritische Analyse der agrarsoziologischen „adoption“ und „diffusion“ - Forschung in bezug auf Probleme der landwirtschaftlichen Beratung. Saarbrücken: Sozialwissenschaftlicher Studienkreis für Internationale Probleme (SSIP) e.V.
3. Ammann, Jeanine; El Benni, Nadja (2022): Digitale Technologien in der landwirtschaftlichen Ausbildung. Eine Onlinebefragung im Betriebsleiterkurs. In: *Agroscope Science* 131, S. 1–26. DOI: 10.34776/as131g.
4. Ammann, Jeanine; Umstätter, Christina; El Benni, Nadja (2022): The adoption of precision agriculture enabling technologies in Swiss outdoor vegetable production: a Delphi study. In: *Precision Agric* 23 (4), S. 1354–1374. DOI: 10.1007/s11119-022-09889-0.
5. Atteslander, Peter (2010): Methoden der empirischen Sozialforschung. 13. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
6. Becker, Andreas; Böhm-Friese, Iris; Schulte-Bories, Burkhard (2013): Berufsausbildung und Mitarbeiterführung. 7., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. München; Münster-Hiltrup: BLV-Buchverlag; Landwirtschaftsverlag.
7. Beinert, Markus (2017): Fachliche, methodische und persönlich-soziale Anforderungen an landwirtschaftliche Arbeitskräfte vor dem Hintergrund der zunehmenden Technisierung und Digitalisierung in der Landwirtschaft. In: Edmund Rehwinkel-Stiftung der Landwirtschaftlichen Rentenbank (Hg.): Arbeitsmarkt, Ausbildung, Migration: Perspektiven für die Landwirtschaft (33), S. 7–41. Online verfügbar unter <https://www.rentenbank.de/export/sites/rentenbank/dokumente/Arbeitsmarkt-Ausbildung-Migration-Perspektiven-fuer-die-Landwirtschaft-2017.pdf>. Zuletzt geprüft am 10.09.2023.
8. Berufsbildungsgesetz (BBiG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. Mai 2020 (BGBl. I S. 920), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1174) geändert worden ist.
9. Birke, Fanos Mekonnen; Bae, Sangeun; Schober, Annkatrin; Gerster-Bentaya, Maria; Knierim, Andrea; Asensio, Pablo; Kolbeck, Margret; Ketelhodt, Carola (2021): AKIS and advisory services in Germany. Report for the AKIS inventory (Task 1.2) of the i2connect project. Online verfügbar unter https://i2connect-h2020.eu/wp-content/uploads/2022/12/i2connect_AKIScountryreport_Germany_Final_2022_12_02.pdf. Zuletzt geprüft am 07.07.2023.
10. Bogner, Alexander; Littig, Beate; Menz, Wolfgang (2009): Interviewing experts. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
11. Borchard, Karsten (2018): „Digitale Kompetenz an der Hochschule“ –Wie kompetent sind Studierende und Mitarbeitende an der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät im Bereich der ITK? In: Arno Ruckelshausen, Andreas Meyer-Aurich, Karsten Borchard, Constanze Hofacker, Jens-Peter Loy, Rolf Schwerdtfeger et al. (Hg.): 38. GIL-Jahrestagung. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., S. 43–46.
12. Bournaris, Thomas; Correia, Manuela; Guadagni, Alessandro; Karouta, Jeremy; Krus, Anne; Lombardo, Stefania; Lazaridou, Dimitria; Loizou, Aikaterini; Partalidou, Maria; Perez Ruiz, Manuel; Ribeiro, Angela; Valero, Constantino; Vieri, Marco (2022): Current Skills of Students and Their Expected Future Training Needs on Precision Agriculture: Evidence from Euro-Mediterranean Higher Education Institutes. In: *Agronomy* 12 (2), S. 1–13. DOI: 10.3390/agronomy12020269.

13. Bretschneider, Markus (2019): Berufsbildung 4.0 - Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: die Ausbildungsberufe „Landwirt/-in“ und „Fachkraft Agrarservice“ im Screening. Bonn, Leverkusen: Bundesinstitut für Berufsbildung; Verlag Barbara Budrich (Wissenschaftliche Diskussionspapiere, Heft 204). Online verfügbar unter <https://www.bibb.de/dienst/publikationen/de/10377>. Zuletzt geprüft am 19.09.2023.
14. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) (2023): Statistisches Jahrbuch über Ernährung Landwirtschaft und Forsten 2022. 66. Auflage. Berlin: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).
15. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2020): Arbeitsmarkt Landwirtschaft in Deutschland. Aktuelle und zukünftige Herausforderungen an die Berufsbildung. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/agrarsozialpolitik/studie-arbeitsmarkt-landwirtschaft.html>. Zuletzt geprüft am 27.01.2023.
16. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2022): GAP-Strategieplan für die Bundesrepublik Deutschland. Version 1.2. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/eu-agrarpolitik-und-foerderung/gap/gap-strategieplan.html#:~:text=Der%20GAP%2DStrategieplan%20unterst%C3%BCtzt%20eine,Zukunftsfestigkeit%20der%20l%C3%A4ndlichen%20R%C3%A4ume%20bei>. Zuletzt geprüft am 24.11.2022.
17. Bundesverband landwirtschaftlicher Fachbildung (VLF) (2020): Auswirkungen der Digitalisierung auf die Agrarbildung. Diskussionspapier. Online verfügbar unter https://fachbildung.com/wp-content/uploads/2021/01/Digitalisierung-Berufsbildung-Landwirtschaft-vlf-Diskussionspapier_Dez_2020.pdf. Zuletzt geprüft am 05.03.2021.
18. Busse, Maria; Doernberg, Alexandra; Siebert, Rosemarie; Kuntosch, Anett; Schwerdtner, Wim; König, Bettina; Bokelmann, Wolfgang (2014): Innovation mechanisms in German precision farming. In: *Precision Agric* 15 (4), S. 403–426. DOI: 10.1007/s11119-013-9337-2.
19. Dresing, Thorsten; Pehl, Thorsten (2017): Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. 7. Auflage. Marburg: Eigenverlag.
20. Erickson, Bruce; Fausti, Scott; Clay, David; Clay, Sharon (2018): Knowledge, Skills, and Abilities in the Precision Agriculture Workforce: An Industry Survey. In: *Natural Sciences Education* 47 (1), S. 180010. DOI: 10.4195/nse2018.04.0010.
21. Euler, Dieter; Severing, Eckart (2019): Berufsbildung für eine digitale Arbeitswelt. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
22. Europäische Kommission (EU KOM) (2001): Mitteilung der Kommission: Einen europäischen Raum des Lebenslangen Lernens schaffen. Brüssel.
23. Europäische Kommission (EU KOM) (2021): VERORDNUNG (EU) 2021/2115 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES mit Vorschriften für die Unterstützung der von den Mitgliedstaaten im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik zu erstellenden und durch den Europäischen Garantiefonds für die Landwirtschaft (EGFL) und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) zu finanzierenden Strategiepläne (GAP-Strategiepläne) und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 sowie der Verordnung (EU) Nr. 1307/2013. 2021/2115, vom 02.12.2021. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R2115>. Zuletzt geprüft am 17.09.2023.
24. Fausti, Scott; Erickson, Bruce; Clay, Sharon; Schumacher, Leon; Clay, David; Skouby, Danielle (2018): Educator Survey: Do Institutions Provide the Precision Agriculture Education Needed by Agribusiness? In: *Journal of Agribusiness* 36 (1), S. 41–64. DOI: 10.22004/ag.econ.302474.
25. Flick, Uwe (2014): Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung. 6. Auflage. Reinbek: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
26. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2021): The State of Food and Agriculture. Making Agri-Food Systems more resilient to shocks and stresses. Rom.

27. Freeman, R. Edward (1984): *Strategic management. A stakeholder approach*. Boston: Pitman.
28. Funsch, Claudia; Jungkunz, Diethelm (2007): *Bildungsstandards und Lerntheorien. Zur Weiterentwicklung des Schulunterrichts am Beispiel der Fremdsprachen*. Stuttgart: ibw Hohenheim.
29. Garbers, Hermann (2015): Digitale Zukunft braucht Lösungen, nicht Schlagworte. In *Landtechnik* 70 (6), S. 218–220. DOI: 10.15150/lt.2015.2677.
30. Göhlich, Michael; Wulf, Christoph; Zirfas, Jörg (2007): Pädagogische Zugänge zum Lernen. Eine Einleitung. In: Michael Göhlich (Hg.): *Pädagogische Theorien des Lernens*. Weinheim, Basel: Beltz, S. 7–19.
31. Goller, Michael; Caruso, Carina; Harteis, Christian (2021): Digitalisation in Agriculture: Knowledge and Learning Requirements of German Dairy Farmers. In: *International Journal for Research in Vocational Education and Training* 8 (2), S. 208–223. DOI: 10.13152/IJRVET.8.2.4.
32. Griepentrog, Hans W.; Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) (2019): Digitalisierung in der Landwirtschaft. Wichtige Zusammenhänge kurz erklärt. DLG-Merkblatt 447. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/digitalisierung-arbeitswirtschaft-und-prozesstechnik/dlg-merkblatt-447>. Zuletzt geprüft am 03.09.2023.
33. Gudjons, Herbert; Traub, Silke (2012): *Pädagogisches Grundwissen: Überblick - Kompendium - Studienbuch*. 11. grundlegend überarbeitete Auflage. Bad Heilbrunn: UTB.
34. Heaton, Janet (2004): *Reworking Qualitative Data*. London: SAGE.
35. Heiniger, Ronnie W.; Havlin, John L.; Crouse, David A.; Kvien, Craig; Knowles, T (2002): Seeing is Believing: The Role of Field Days and Tours in Precision Agriculture Education. In: *Precision Agric* 3 (4), S. 309–318. DOI: 10.1023/A:1021532603441.
36. Hoischen-Taubner, Susanne; Sundrum, Albert (2018): Hemmnisse im Wissenstransfer zur Tiergesundheit: Ergebnisse und Implikationen eines Reflexionsprozesses mit Stakeholdern. In: *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 96 (3). DOI: 10.12767/buel.v96i3.215.
37. Ingram, Julie; Maye, Damian (2020): What Are the Implications of Digitalisation for Agricultural Knowledge? In: *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4, Artikel 66. DOI: 10.3389/fsufs.2020.00066.
38. Kehl, Christoph; Meyer, Rolf; Steiger, Saskia (2021): Digitalisierung der Landwirtschaft: gesellschaftliche Voraussetzungen, Rahmenbedingungen und Effekte. Teil II des Endberichts zum TA-Projekt (Arbeitsbericht, Nr. 194). Online verfügbar unter: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000142951>. Zuletzt geprüft am 19.09.2023.
39. Kernecker, Maria; Busse, Maria; Knierim, Andrea (2021): Exploring actors, their constellations, and roles in digital agricultural innovations. In: *Agricultural Systems* 186, S. 102952. DOI: 10.1016/j.agsy.2020.102952.
40. Kernecker, Maria; Knierim, Andrea; Wurbs, Angelika; Kraus, Teresa; Borges, Friederike (2020): Experience versus expectation: farmers' perceptions of smart farming technologies for cropping systems across Europe. In: *Precision Agric* 21 (1), S. 34–50. DOI: 10.1007/s11119-019-09651-z.
41. Kitchen, N. R.; Snyder, C. J.; Franzen, D. W.; Wiebold, W. J. (2002): Educational Needs of Precision Agriculture. In: *Precision Agric* 3 (4), S. 341–351. DOI: 10.1023/A:1021588721188.
42. Klerkx, Laurens; van Mierlo, Barbara; Leeuwis, Cees (2012): Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In: Ika Darnhofer, David Gibbon und Benoît Dedieu (Hg.): *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Dordrecht: Springer Netherlands, S. 457–483.
43. Knierim, Andrea; Birke, Fanos Mekonnen; Bae, Sangeun; Schober, Annkatrin; Gerster-Bentaya, Maria; Asensio, Pablo (2022): Der AKIS Ansatz – (wie) unterstützt er die Akteure im Sektor? *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 100 (1). DOI: 10.12767/BUEL.V100I1.378.

44. Kountios, Georgios; Ragkos, Athanasios; Bournaris, Thomas; Papadavid, Georgios; Michailidis, Anastasios (2018): Educational needs and perceptions of the sustainability of precision agriculture: survey evidence from Greece. In: *Precision Agric* 19 (3), S. 537–554. DOI: 10.1007/s11119-017-9537-2.
45. Krick, Thomas; Forstater, Maya; Monaghan, Philip; Sillanpää, Maria (2005): From Words to Action: The Stakeholder Engagement Manual. Volume 2: The practitioner's handbook on stakeholder engagement. Online verfügbar unter: <https://stakeholderresearch.com/publications/from-words-to-action-volume-2-the-practitioners-handbook-on-stakeholder-engagement>. Zuletzt geprüft am 19.09.2023.
46. Kuckartz, Udo (2018): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 4. überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
47. Kuckartz, Udo; Rädiker, Stefan (2022): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden. 5. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
48. Kutter, Thomas; Tiemann, Silja; Siebert, Rosemarie; Fountas, Spyros (2011): The role of communication and co-operation in the adoption of precision farming. In: *Precision Agric* 12 (1), S. 2–17. DOI: 10.1007/s11119-009-9150-0.
49. Lamnek, Siegfried; Krell, Claudia (2016): Qualitative Sozialforschung. Mit Online-Material. 6. überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz.
50. Long, Thomas B.; Blok, Vincent; Coninx, Ingrid (2016): Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy. In: *Journal of Cleaner Production* 112, S. 9–21. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.06.044.
51. MacFarlane, Alistair (1998): Information, Knowledge and Learning. In: *Higher Education Quarterly* 52 (1), S. 77–92. DOI: 10.1111/1468-2273.00084.
52. Mathanker, Sunil (2021): A Precision Agriculture Technology Course for Regions with Lower Technology Adoption Levels. In: *Applied Engineering in Agriculture* 37 (5), S. 871–877. DOI: 10.13031/aea.14669.
53. Michels, Marius; Fecke, Wilm; Feil, Jan-Henning; Musshoff, Oliver; Pigisch, Johanna; Krone, Saskia (2020): Smartphone adoption and use in agriculture: empirical evidence from Germany. In: *Precision Agric* 21 (2), S. 403–425. DOI: 10.1007/s11119-019-09675-5.
54. Michels, Marius; Fecke, Wilm; Weller von Ahlefeld, Paul; Musshoff, Oliver; Heckmann, Andreas; Beneke, Frank (2019): Farmers' willingness to pay for digitalization training courses. Zur Zahlungsbereitschaft von Landwirten für Schulungen zur Digitalisierung. In: *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 97 (1). DOI: 10.12767/BUEL.V97I1.204.
55. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) (2016): Mit grünen Berufen unser Land gestalten. Aus- und Weiterbildung im Agrarbereich in Baden-Württemberg. Stuttgart. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E731811850/MLR.LEL/PB5Documents/mlr/Bildung/Berufsausbildung/Brosch%C3%BCre%20Ausbildung%20im%20Agrarbereich%20Stand%202016.pdf. Zuletzt geprüft am 24.01.2022.
56. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) (2023): Startschuss zur Weiterentwicklung der Fachschulen für Landwirtschaft. Stuttgart. Online verfügbar unter <https://mlr.baden-wuerttemberg.de/de/unser-service/presse-und-oeffentlichkeitsarbeit/pressemitteilungen/pressemitteilung/pid/startschuss-zur-weiterentwicklung-der-fachschulen-fuer-landwirtschaft>. Zuletzt geprüft am 20.04.2023.

57. Müller, Oliver; Tepasse, Henri (2022): Ad-hoc Studie zum landwirtschaftlichen Wissens- und Innovationssystem (AKIS) in Rheinland-Pfalz. Im Rahmen der laufenden Evaluierung des Entwicklungsprogramms EULLE. Online verfügbar unter [https://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/65E609264171901EC125887D003D7131/\\$FILE/220525_EPLR%20EULLE_AKIS-Bericht_Teil_I.pdf](https://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/65E609264171901EC125887D003D7131/$FILE/220525_EPLR%20EULLE_AKIS-Bericht_Teil_I.pdf). Zuletzt geprüft am 19.06.2023.
58. Otte, Patrick (2023): Dunkle Wolken über der Ausbildung. In: *Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben*. Online verfügbar unter <https://www.wochenblatt.com/landwirtschaft/kommentar/dunkle-wolken-ueber-der-ausbildung-13355115.html> Zuletzt geprüft am 20.04.2023.
59. Paltasingh, Kirtti Ranjan; Goyari, Phanindra (2018): Impact of farmer education on farm productivity under varying technologies: case of paddy growers in India. In: *Agricultural Economics* 6 (1). DOI: 10.1186/s40100-018-0101-9.
60. Paul, Caroline; Knuth, Ulrike; Knierim, Andrea; Ndah, Hycenth Tim; Klein, Marlene (2014): AKIS and advisory services in Germany. Report for the AKIS inventory (WP3) of the PRO AKIS project. Online verfügbar unter https://www.uni-hohenheim.de/uploads/media/Pro_Akis_-_Country_Report_Germany.pdf. Zuletzt geprüft am 17.08.2023.
61. Paulus, Michael; Knierim, Andrea (2023): Wissenstransfer zu digitalen Technologien in Baden-Württemberg. Ergebnisse einer Betriebsbefragung. In: *Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies* 32 (Unpubliziert).
62. Pfaff, Sara Anna; Paulus, Michael; Schüle, Heinrich; Thomas, Angelika (2023): Werden Landwirte zu IT-Spezialisten? Ein Mixed-Methods-Ansatz zur Erfassung der digitalen Kompetenzanforderungen und des Kompetenzstands der Betriebsleiter in Baden-Württemberg. In: *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft*, 101 (2), S. 1–39. DOI: 10.12767/buel.v101i2.
63. Planck, Ulrich; Ziche, Joachim (1979): Land- und Agrarsoziologie. Eine Einführung in die Soziologie des ländlichen Siedlungsraumes und des Agrarbereichs. Stuttgart: Ulmer.
64. Pocknee, S.; Kvien, C.; Rains, G.; Fiez, T.; Durfey, J.; Mask, P. (2002): Web-Based Educational Programs in Precision Agriculture. In: *Precision Agric* 3 (4), S. 327–340. DOI: 10.1023/A:1021536704349.
65. Reetz, Harold F. (2002): Using Conferences and Workshops for Technology Training. In: *Precision Agric* 3 (4), S. 319–325. DOI: 10.1023/A:1021584620279.
66. Reichardt, M.; Jürgens, C.; Klöble, U.; Hüter, J.; Moser, K. (2009): Dissemination of precision farming in Germany: acceptance, adoption, obstacles, knowledge transfer and training activities. In: *Precision Agric* 10 (6), S. 525–545. DOI: 10.1007/s11119-009-9112-6.
67. Reimers, Malte; Klasen, Stephan (2013): Revisiting the Role of Education for Agricultural Productivity. In: *American Journal of Agricultural Economics* 95 (1), S. 131–152. DOI: 10.1093/ajae/aas118.
68. Reinmann, Gabi (2013): Didaktisches Handeln. Die Beziehung zwischen Lerntheorien und Didaktischem Design. In: Ebner, Martin; Schön, Sandra (Hg.): *L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. 2. Auflage. Berlin: epubli.
69. Röling, Niels (1988): *Extension science. Information systems in agricultural development*. Cambridge: Cambridge University Press.
70. Sauer, Johannes; Latacz-Lohmann, Uwe (2015): Investment, technical change and efficiency: empirical evidence from German dairy production. In: *European Review of Agricultural Economics* 42 (1), S. 151–175. DOI: 10.1093/erae/jbu015.
71. Schott, Frank; Böhme, Falko; Grande, Stefan; Hamsch, Jakob; Manders, Alexander; Matthes, Jens (2019): Digitalisierung in Landwirtschaft und Gartenbau. Herausforderungen, Chancen und Empfehlungen für eine zeitgemäße Berufsausbildung in Sachsen. Online verfügbar unter <https://www.arbeitundleben.eu/projekte/detail/digi-agrar-81/>. Zuletzt geprüft am 20.08.2023.

72. Shang, Linmei; Heckeley, Thomas; Gerullis, Maria K.; Börner, Jan; Rasch, Sebastian (2021): Adoption and diffusion of digital farming technologies - integrating farm-level evidence and system interaction. In: *Agricultural Systems* 190, S. 103074. DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103074.
73. Sonntag, Winnie Isabel; Wienrich, Nico; Severin, Maximilian; Schulze Schwering, Dorothee (2022): Precision Farming – Nullnummer oder Nutzbringer? In: *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft*, 100 (2). DOI: 10.12767/BUEL.V100I2.411.
74. Standing Committee on Agricultural Research (EU SCAR) (2012): Agricultural Knowledge and Innovations Systems in Transition - a reflection paper. Brüssel.
75. Standing Committee on Agricultural Research (EU SCAR) (2017): Policy Brief on New approaches on Agricultural Education Systems. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/policy_brief_on_education_systems_scar_akis_06102017.pdf. Zuletzt geprüft am 20.08.2023.
76. Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021): Arbeitskräfte und Berufsbildung der Betriebsleiter/Geschäftsführer. Landwirtschaftszählung (Fachserie 3, Reihe 2.1.8).
77. Statistisches Bundesamt (Destatis) (2023): Statistik der Studenten. Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=statistic&levelindex=0&levelid=1692188241302&code=21311#abreadcrumb>. Zuletzt geprüft am 16.08.2023.
78. Tamirat, Tseganesh Wubale; Pedersen, Søren Marcus; Lind, Kim Martin (2018): Farm and operator characteristics affecting adoption of precision agriculture in Denmark and Germany. In: *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science* 68 (4), S. 349–357. DOI: 10.1080/09064710.2017.1402949.
79. Tiedemann, Torben; Latacz-Lohmann, Uwe (2013): Production Risk and Technical Efficiency in Organic and Conventional Agriculture – The Case of Arable Farms in Germany. In: *J Agricultural Economics* 64 (1), S. 73–96. DOI: 10.1111/j.1477-9552.2012.00364.x.
80. Touzard, Jean-Marc; Temple, Ludovic; Faure, Guy; Triomphe, Bernard (2015): Innovation systems and knowledge communities in the agriculture and agrifood sector: a literature review. In: *Journal of Innovation Economics & Management* 17 (2), S. 117–142. DOI: 10.3917/jie.017.0117.
81. Uekötter, Frank (2010): Die Wahrheit ist auf dem Feld. Eine Wissensgeschichte der deutschen Landwirtschaft. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
82. Zins, Chaim (2007): Conceptual approaches for defining data, information, and knowledge. In: *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 58 (4), S. 479–493. DOI: 10.1002/asi.20508.
83. Zscheischler, Jana; Brunsch, Reiner; Rogga, Sebastian; Scholz, Roland W. (2022): Perceived risks and vulnerabilities of employing digitalization and digital data in agriculture – Socially robust orientations from a transdisciplinary process. In: *Journal of Cleaner Production* 358, S. 132034. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.132034.
84. Zukunftskommission Landwirtschaft (ZKL) (2021): Zukunft Landwirtschaft. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Empfehlungen der Zukunftskommission Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/zukunftskommission-landwirtschaft.html>. Zuletzt geprüft am 19.09.2023.

Danksagung

Die Förderung des Vorhabens DiWenkLa (Digitale Wertschöpfungsketten für eine nachhaltige kleinstrukturierte Landwirtschaft) erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft liegt bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen der Förderung der Digitalisierung in der Landwirtschaft (Förderkennzeichen 28DE106A18). Das Vorhaben wird zudem durch das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg unterstützt.

Anschrift der Autoren

Michael Paulus, M.Sc. (Korrespondierender Autor)
Fachgebiet für Kommunikation und Beratung in ländlichen Räumen,
Universität Hohenheim,
Schloss Hohenheim, 70599 Stuttgart.

E-Mail: m.paulus@uni-hohenheim.de

Sara Anna Pfaff, M.Sc.
Institut für angewandte Agrarforschung,
Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen,
Neckarsteige 6-10, 72622 Nürtingen.

E-Mail: sara.pfaff@hfwu.de

Prof. Dr. Andrea Knierim,
Fachgebiet für Kommunikation und Beratung in ländlichen Räumen,
Universität Hohenheim
Schloss Hohenheim, 70599 Stuttgart.

E-Mail: andrea.knierim@uni-hohenheim.de

Bei weiterem Interesse am Fragebogen können Informationen dazu beim Autor angefragt werden.