

Innovationsreport

Digitalisierte Landwirtschaft zwischen Arbeitsplatzabbau und neuen, qualifizierten Arbeitsplätzen



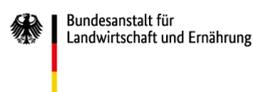
Foto: Agrotech Valley Forum e.V.

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger



Innovationsreport

Digitalisierte Landwirtschaft zwischen Arbeitsplatzabbau und neuen, qualifizierten Arbeitsplätzen

Experimentierfeld Agro-Nordwest

Autor:innen

Dr. Lydia Illge
Jost Neumann
Kathrin Gegner

l.illge@izt.de
j.neumann@izt.de
k.gegner@izt.de

Berlin, 2022

IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung
www.izt.de

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Fragestellung	4
2	Vorgehensweise und Aufbau des Innovationsreports	6
3	Digitalisierung der Landwirtschaft, landwirtschaftliche Arbeitswelt und Bildung: Basisinformationen zur Einordnung	7
3.1	Digitalisierung der Landwirtschaft	7
3.2	Erwerbstätigkeit in der Landwirtschaft und Anforderungsprofile an landwirtschaftliche Beschäftigte	9
3.3	Aus- und Weiterbildung in der Landwirtschaft.....	10
4	Wie verändert die Digitalisierung der Landwirtschaft ihre Arbeitswelt?	12
4.1	Veränderungen der Arbeitswelt in den Use Cases des Experimentierfeldes Agro- Nordwest.....	12
4.2	Verbesserte Arbeitsbedingungen, Reduzierung bzw. Wegfall repetitiver, körperlicher Arbeiten	14
4.3	Zeitersparnis/Entlastung bzw. Freisetzung von Arbeitskraft.....	15
4.4	Veränderung des Aufgaben- und Anforderungsprofils für die Beschäftigten	15
4.5	Risiken: Abhängigkeiten, Verlust an Erfahrungswissen, Überwachung, Arbeitsverdichtung	17
5	Fazit: Welche Handlungsbedarfe erwachsen mit Blick auf Bildung, Beratung/Informationsangebote und Politik?	17
5.1	Aus- und Weiterbildung	18
5.2	Beratung und weitere Informationsangebote	19
5.3	Politische Rahmenbedingungen	20
	Literatur	22

1 Hintergrund und Fragestellung

Die aktuell stattfindende, teils noch in einer frühen Innovationsphase befindliche Digitalisierung der Landwirtschaft in Deutschland ist mit der Erwartung verbunden, dass die landwirtschaftlichen Produktionsprozesse deutlich präziser, wirksamer und effizienter werden und dass die Qualität der landwirtschaftlichen Produkte sowie auch die landwirtschaftlichen Erträge gesteigert werden. Gleichzeitig sind die Veränderungsprozesse in der Landwirtschaft in Richtung „Digital Farming“ mit Kosten, betrieblichen Veränderungen und Unsicherheiten für die Landwirtschaftsbetriebe verbunden. Investitionen in smarte Landwirtschaftsmaschinen, Software und Systeme werden nur dann getätigt und betriebliche Veränderungen werden nur dann umgesetzt, wenn ein betrieblicher Mehrwert gesichert erwartet wird.

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) fördert mit 14 bundesweiten digitalen Experimentierfeldern die Digitalisierung in der Landwirtschaft. Die Projekte sollen dabei helfen, digitale Technologien im Pflanzenbau und in der Tierhaltung zu erforschen und deren Eignung für die Praxis zu überprüfen. Im Rahmen des Experimentierfeldes „Agro-Nordwest“, an dem zahlreiche Forschungspartner und Betriebe entlang der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette beteiligt sind (www.agro-nordwest.de), führte das IZT eine Workshop-Reihe durch, um die Nutzenpotentiale (für die Betriebe, aber auch für die natürliche Umwelt), die zu erwartenden Veränderungen (im Landwirtschaftssektor und in den mit ihm verbundenen Wirtschaftsbereichen) sowie auch mögliche Innovationshemmnisse und Risiken zu erörtern. Auf dieser Basis wurden Lösungsansätze diskutiert, um die Digitalisierung der Landwirtschaft zu beschleunigen. Die im Zeitraum 2021 bis 2022 durchgeführte Workshop-Reihe umfasst insgesamt acht digitale Veranstaltungen zu folgenden Themen:

Abbildung 1: Themen der IZT-Workshopreihe im Projekt „Agro-Nordwest“ und Fokus dieses Innovation-Reports

1.	Betrieblicher Nutzen smarter Landmaschinen, Software und Systeme: Welche Erwartungen und Erkenntnisse gibt es zum betrieblichen Mehrwert? Welchen Nutzen schätzen Landwirtschaftsbetriebe besonders?	
2.	Betriebliche Kosten und Wirtschaftlichkeit smarter Landmaschinen, Software und Systeme: Sind Investitionskosten eine zentrale Innovationshürde? Welche Rolle spielen Betriebskosten? Digitalisierung vor allem für große Landwirtschaftsbetriebe?	
3.	Ökologische Effekte smarter Landmaschinen, Software und Systeme: Erfüllen sich die Erwartungen? Gibt es nicht intendierte Nebenfolgen?	
4.	Digitalisierte Landwirtschaft zwischen Dateneffizienz und Daten-Overload: Wie können Daten effizient und effektiv bereitgestellt und verwertet werden? Wie lassen sich Transparenz und Datensouveränität sichern?	
5.	Sicherheit und Kompatibilität smarter Landmaschinen, Software und Systeme: Welche neuen Sicherheitslösungen braucht es? Wie sind die derzeitigen Standardisierungsbemühungen zu bewerten und weiterzuentwickeln?	
6.	Neue Produktnutzungssysteme, Wirtschaftsakteure und Geschäftsmodelle im Umfeld einer digitalisierten Landwirtschaft: Wie verändern sich die Landwirtschaft und ihre Wertschöpfungskette? Entstehen neue Abhängigkeiten? Wie lässt sich Resilienz schaffen?	
7.	Zwischen Arbeitsplatzabbau und neuen, qualifizierten Arbeitsplätzen: Welche neuen Beschäftigungsprofile und Arbeitsbedingungen entstehen? Welche Handlungsbedarfe erwachsen?	
8.	Beschleunigte Digitalisierung der Landwirtschaft: Wozu und welche politischen Rahmenbedingungen sind wirksam bzw. erforderlich?	

Quelle: IZT

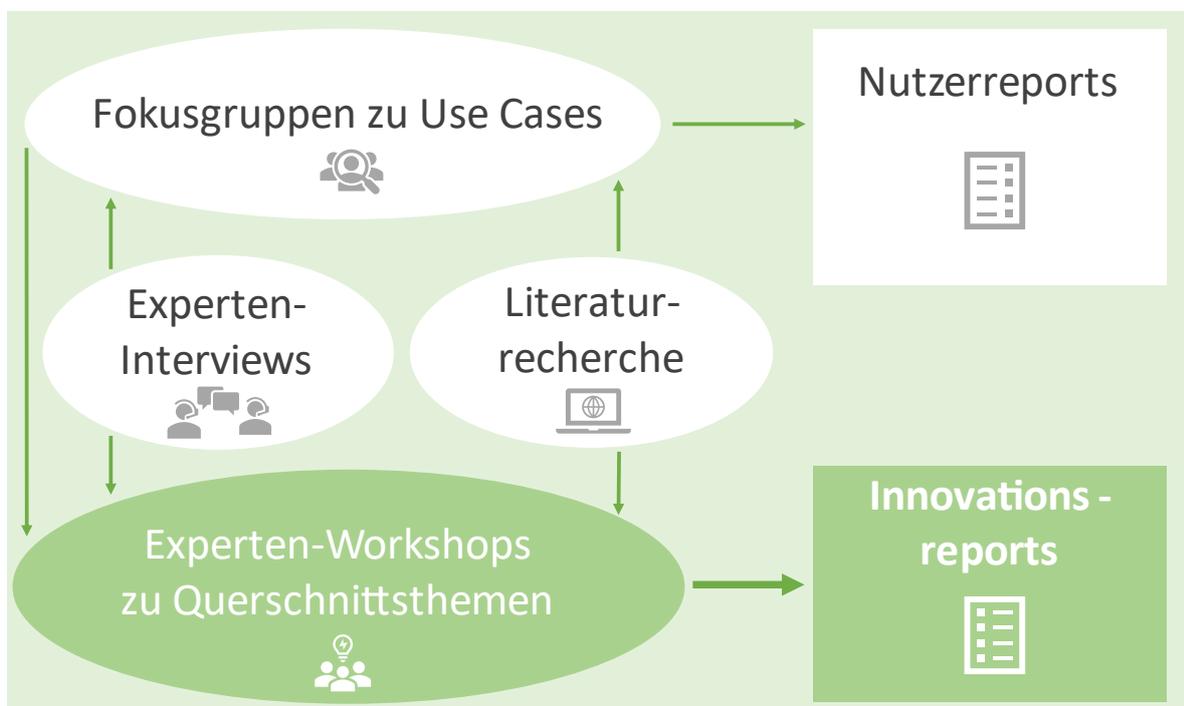
Die im vorliegenden Innovationsreport „Digitalisierte Landwirtschaft zwischen Arbeitsplatzabbau und neuen, qualifizierten Arbeitsplätzen“ diskutierten Fragestellungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Wie beeinflussen veränderte Produktions- und Managementprozesse die Entstehung neuer Beschäftigungsprofile und Arbeitsbedingungen in der digitalisierten Landwirtschaft?
- Welche Konsequenzen treten jetzt schon auf bzw. sind mittel- und langfristig zu erwarten?
- Welche Handlungsbedarfe erwachsen?

2 Vorgehensweise und Aufbau des Innovationsreports

Ausgehend von ausgewählten Anwendungsbereichen des Experimentierfeldes Agro-Nordwest (thematischer Fokus auf Informationsgewinnung mittels Kameras bzw. Sensorik, teilflächenspezifische Bodenbearbeitung und GPS-gesteuerte, autonome Fahrzeugbewegung im Pflanzenbau sowie auf autonome Fütterung in der Tierhaltung) und erweitert um eine Literaturanalyse sowie Experteninterviews mit breiterem Anwendungsfokus wurde eine Auswertung potenzieller wichtiger Akteure und neuer Geschäftsmodelle im Zuge der Digitalisierung in der Landwirtschaft vorgenommen. Innerhalb des Experimentierfeldes Agro-Nordwest wurden außerdem Einzel- und Gruppengespräche durchgeführt – und für die Fragestellungen des vorliegenden Innovationsreports ausgewertet. Außerdem flossen Erkenntnisse aus Fokusgruppen-Diskussionsrunden mit Landwirtschaftsbetrieben in die Auswertung ein.

Abbildung 2: Einordnung der Innovationsreports in die IZT-Forschungsformate im Projekt „Agro-Nordwest“



Quelle: IZT

Der Innovationsreport ist entlang seiner zentralen Fragestellungen gegliedert (siehe Kapitel 1). Zunächst wird nach einer historischen Einordnung und begrifflichen Klärung der „Digitalisierung der Landwirtschaft“, wie sie dem vorliegenden Report zugrunde liegt, auf die Entwicklung der Erwerbstätigkeit in der Landwirtschaft und die Situation in der Aus- und Weiterbildung eingegangen (Kapitel 3) und die zu erwartenden Veränderungen im Zuge der Digitalisierung sowie potenzielle Vorteile und Risiken erörtert (Kapitel 3.2). Der Innovationsreport endet mit einem Fazit dahingehend, welche Handlungsbedarfe in den Bereichen Aus- und Weiterbildung, Beratung und ggf. weiteren Informationsangeboten erwachsen. Außerdem werden Schlussfolgerungen zu unterstützenden politischen Rahmenbedingungen gezogen (Kapitel 4.4).

3 Digitalisierung der Landwirtschaft, landwirtschaftliche Arbeitswelt und Bildung: Basisinformationen zur Einordnung

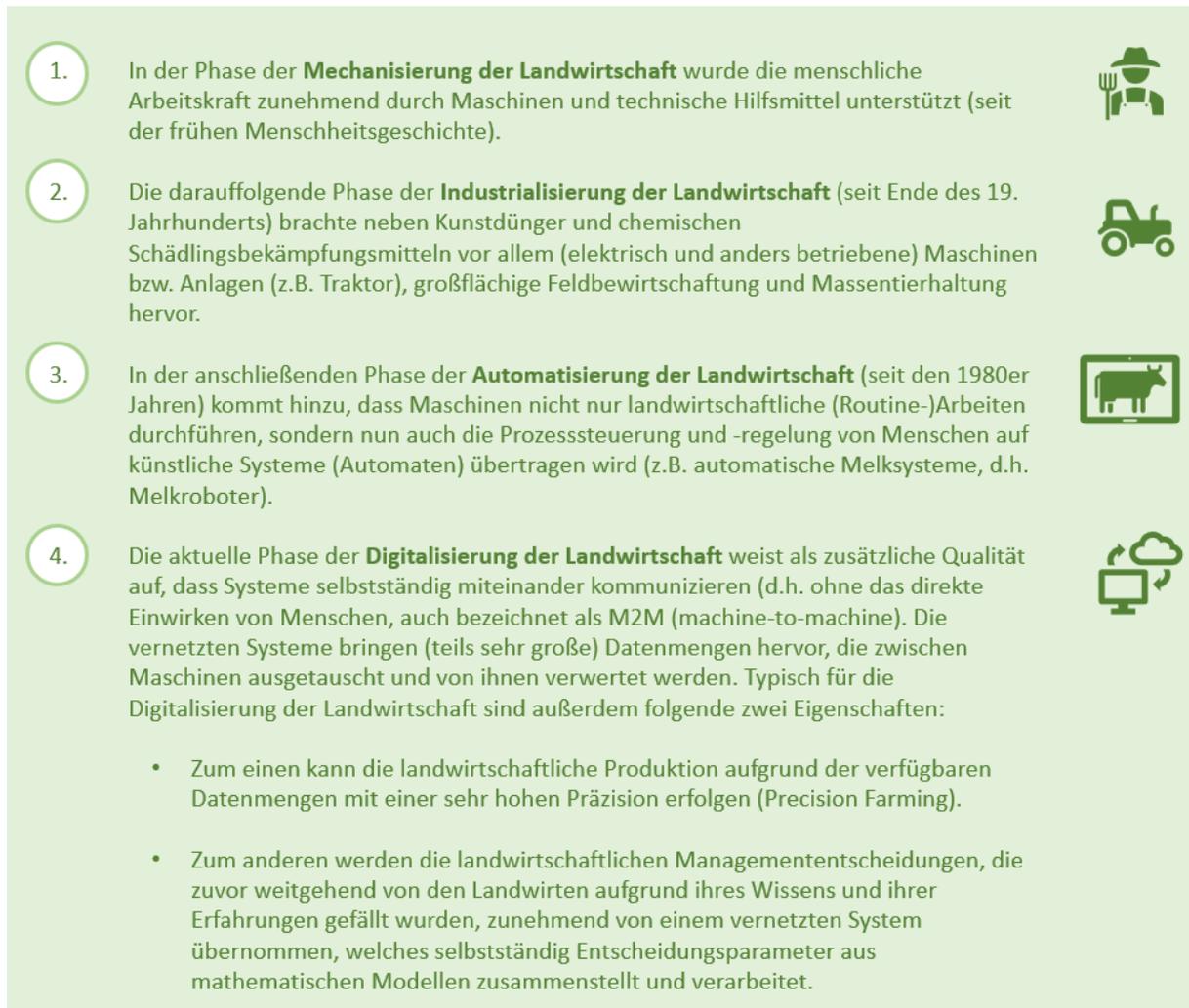
Um der Kernfrage des Reports nach der Veränderung der landwirtschaftlichen Arbeitswelt durch die Digitalisierung und den erwachsenden Handlungsbedarfen nachzugehen, werden nachfolgend zunächst einige zentrale Basisinformationen zusammengetragen. Dabei geht es neben einer Einordnung der Digitalisierung der Landwirtschaft in ihre historische Entwicklung (Kapitel 3.1) um Hintergrundinformationen zur Erwerbstätigkeit in der Landwirtschaft und Anforderungen an landwirtschaftliche Beschäftigte (Kapitel 3.2) und die Situation in der Aus- und Weiterbildung aus der Perspektive der Landwirtschaftsbetriebe (Kapitel 3.3).

3.1 Digitalisierung der Landwirtschaft

Die Digitalisierung bringt für die gesamte Gesellschaft – und so auch für die Landwirtschaft – grundlegende strukturelle Veränderungen mit sich. Hieraus erwächst die Herausforderung, die Landwirtschaft in Deutschland für die auf sie zukommenden Veränderungen „fit zu machen“. Gleichzeitig wird die Digitalisierung als Lösungsansatz angesehen, um den vielfältigen Herausforderungen an die Landwirtschaft (Stichworte: Wettbewerb und Preisdruck auf internationalen Märkten, Arbeitskräftemangel, natürliche Optimierungsgrenzen, Nitratbelastungen) erfolgreich zu begegnen, indem beispielsweise die Arbeitsbedingungen in der Landwirtschaft verbessert, der Arbeitskräftebedarf in unattraktiven Arbeitsbereichen verringert, negative Umwelteffekte minimiert und Produktivitätssteigerungen erzielt werden können.

Die Digitalisierung der Landwirtschaft ordnet sich wie folgt in die landwirtschaftliche Entwicklungsgeschichte ein, deren Phasen sich zeitlich überlappen (siehe Abbildung 3):

Abbildung 3: Einordnung der Digitalisierung in die landwirtschaftliche Entwicklungsgeschichte



Quelle: IZT, basierend auf Martinéz 2016, S. 14–17, unter Verweis auf Brakensiek et al. 2016; Spoerer und Streb 2013; Springer Gabler Verlag 2018. ¹

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) betont zur Digitalisierung zum einen die „Überführung von Informationen von einer analogen in eine digitale Speicherung“ und zum anderen die „Automation von Prozessen und Geschäftsmodellen durch das Vernetzen von digitaler Technik, Informationen und Menschen“ (BMEL 2021, S. 7). Bereiche bzw. „Schlagworte“ der Digitalisierung umfassen demnach unter anderem die Sensorik, Robotik, Automation, künstliche Intelligenz und Big Data.

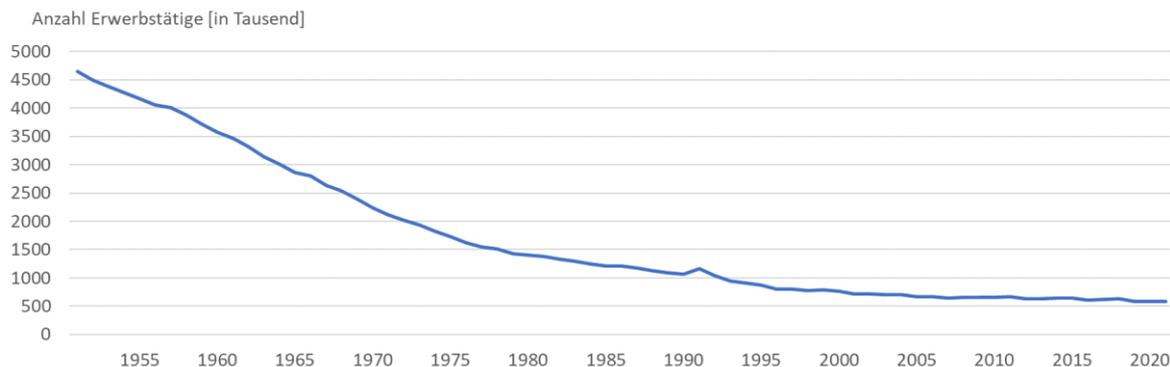
¹ Eine andere Systematisierung der landwirtschaftlichen Entwicklung fokussiert auf die industriellen Entwicklungsstufen Industrie 1.0 bis 4.0 und leitet entsprechend die Stufen Landwirtschaft 1.0 bis 4.0 ab. Dabei entspricht Landwirtschaft 4.0 weitgehend der Digitalisierung der Landwirtschaft, wie sie im vorliegenden Papier beschrieben wird (vgl. MLR o.D.).

3.2 Erwerbstätigkeit in der Landwirtschaft und Anforderungsprofile an landwirtschaftliche Beschäftigte

Im Jahr 2020 waren rund 940.000 Personen in der Landwirtschaft erwerbstätig. Da landwirtschaftliche Arbeit in vielen Regionen Deutschlands häufig im Nebenerwerb bzw. in Teilzeitbeschäftigung stattfindet, ergeben sich insgesamt rund 480.000 Arbeitskräfteeinheiten (Vollzeitäquivalente). Eingeflossen sind hier auch Verwaltungstätigkeiten, Direktvermarktung, forstwirtschaftliche Tätigkeiten und sogenannte außerbetriebliche Tätigkeiten. Deutschlandweit jahresdurchschnittlich rund 30 Prozent (in den ostdeutschen Bundesländern rund die Hälfte) der landwirtschaftlichen Beschäftigten sind in Vollzeit tätig. Teilzeitarbeit geht zum großen Teil auf Saisonarbeit und Nebenerwerb zurück. Der Anteil von Frauen an den landwirtschaftlichen Beschäftigten liegt insgesamt bei ungefähr einem Drittel (BMEL 2022b).

Bereits aufgrund von Mechanisierung, Industrialisierung und Automatisierung – sowie im Zusammenhang mit einem landwirtschaftlichen und ländlichen Strukturwandel – sank die Anzahl der Erwerbstätigen in der Landwirtschaft deutlich und kontinuierlich. So machte die Zahl der Erwerbstätigen in der Land- und Forstwirtschaft (inkl. Fischerei) im Jahr 2021 nur noch rund 13 Prozent der Erwerbstätigenzahl aus dem Jahr 1951 aus (gesunken von ca. 4,6 Millionen auf ca. 580.000, siehe Abbildung 4).

Abbildung 4: Anzahl der Erwerbstätigen in der Land- und Forstwirtschaft, Fischerei in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung mit Daten aus DESTATIS 2022

Gleichzeitig stieg die Produktivität pro Erwerbstätiger in der Landwirtschaft enorm. Während ein Landwirt im Jahr 1950 durchschnittlich zehn Menschen ernährte, waren es im Jahr 2016 bereits 135 Menschen (DBV 2019). Während die Anzahl der Erwerbstätigen in der Landwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten stetig sank, verringerte sich auch die Anzahl der Landwirtschaftsbetriebe. Die durchschnittliche Betriebsgröße stieg dagegen stetig an (BMEL 2022a). Somit sind insgesamt langfristig Tendenzen einer Schrumpfung und Konzentration aufgetreten.

Ein weiterer Indikator für die Arbeitsproduktivität ist der Arbeitskräftebesatz (Arbeitskräfte pro landwirtschaftlich genutzter Fläche), der regional sehr unterschiedlich ausfällt. So waren in Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2020 rund 1,2 Arbeitskräfte je 100 Hektar tätig, während in Baden-Württemberg und Bayern rund 4 Arbeitskräfte je 100 Hektar beschäftigt waren. Erklärungen für diese Unterschiede sind vor allem die betrieblichen Strukturen bzw. Größen, die in Verbindung mit den unterschiedlichen angebauten Kulturen und dem Ausmaß der (typischerweise relativ

personalintensiven) Viehhaltung stehen. So werden auf den fruchtbaren Böden und im günstigen Klima im Süden Deutschlands arbeitsintensive Sonderkulturen wie Gemüse, Obst und Wein angebaut. Dabei handelt es sich häufig um kleine Familienbetriebe mit klein strukturierter Grünlandbewirtschaftung und geringem Viehbestand. Dagegen dominiert im Osten Deutschlands großflächiger Ackerbau mit leistungsstarken Maschinen (BMEL 2022b).

Unter Berücksichtigung von Familien- und Saisonarbeitskräften ergibt sich, dass die Erwerbstätigen in der Landwirtschaft im Durchschnitt älter sind als die übrige Erwerbsbevölkerung in Deutschland. Dies gilt auch für landwirtschaftliche Betriebsinhaber:innen. Rund die Hälfte der abhängig Beschäftigten in der Landwirtschaft übt Helfer- und Anlernertätigkeiten aus (mit einem besonders hohen Anteil im Pflanzenbau). Fachkräfte machen etwas mehr als ein Drittel aus (weniger im Pflanzenbau). Experten und Spezialisten umfassen zusammen etwas mehr als ein Zehntel. Damit unterscheidet sich die Landwirtschaft von der Gesamtwirtschaft deutlich. Letztere besitzt einen Helferanteil von einem Fünftel, einen Fachkräfteanteil von mehr als der Hälfte sowie einen Spezialisten- und Expertenanteil von knapp einem Viertel (BMEL 2020).

In der Landwirtschaft war schon in den vergangenen Jahren ein Bedarfsüberhang an Fachkräften (Fachkräftemangel) zu verzeichnen (König et al. 2012; Gindele et al. 2016). Dieser hält bis heute an. Aber auch der (relative) Bedarf an Spezialisten und Experten sowie auch an Helfern hat zugenommen (gemessen an den vorhandenen Arbeitskräften bzw. am Angebot). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Landwirtschaft mit anderen Wirtschaftszweigen um Arbeitskräfte konkurriert. Vor diesem Hintergrund erwarten Landwirtschaftsbetriebe auch für die kommenden Jahre einen Mangel an Arbeitskräften. Absolut betrachtet wird von einer insgesamt sinkenden Arbeitskräftezahl in der Landwirtschaft ausgegangen, die auf weitere zu erwartende, durch die Digitalisierung ausgelöste Rationalisierungen zurückgeführt wird. Die zukünftige absolute Zahl für die Teilgruppe der spezialisierten Fachkräfte könnte steigen oder auch sinken. Unstrittig ist, dass die komplexer werdende Technik zu Rationalisierungen führt, die sich ganz besonders bei weniger benötigten Hilfskräften niederschlagen werden (BMEL 2020; Helmrich et al. 2016).

3.3 Aus- und Weiterbildung in der Landwirtschaft

Die Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für eine landwirtschaftliche Tätigkeit (in Abbildung 5 für Betriebsleiter:innen dargestellt) sind vielfältig und umfassen neben einer Berufsbildung bzw. Lehre auch die Fortbildung zum Meister oder Ausbildungen an Fachschulen (insgesamt gut die Hälfte aller Betriebsleiter:innen). Aber auch die ausschließlich praktische landwirtschaftliche Erfahrung (d.h. keine formelle landwirtschaftliche Ausbildung) nimmt einen bedeutenden Raum ein. Der Anteil von Hochschulabschlüssen liegt bei knapp 15 Prozent der Betriebsleiter:innen. Mit steigender Betriebsgröße steigt der Anteil höherer beruflicher Abschlüsse bei den Betriebsleiter:innen an (DESTATIS 2021a).

Abbildung 5: Berufsausbildung der Betriebsleiter:innen von Landwirtschaftsbetrieben

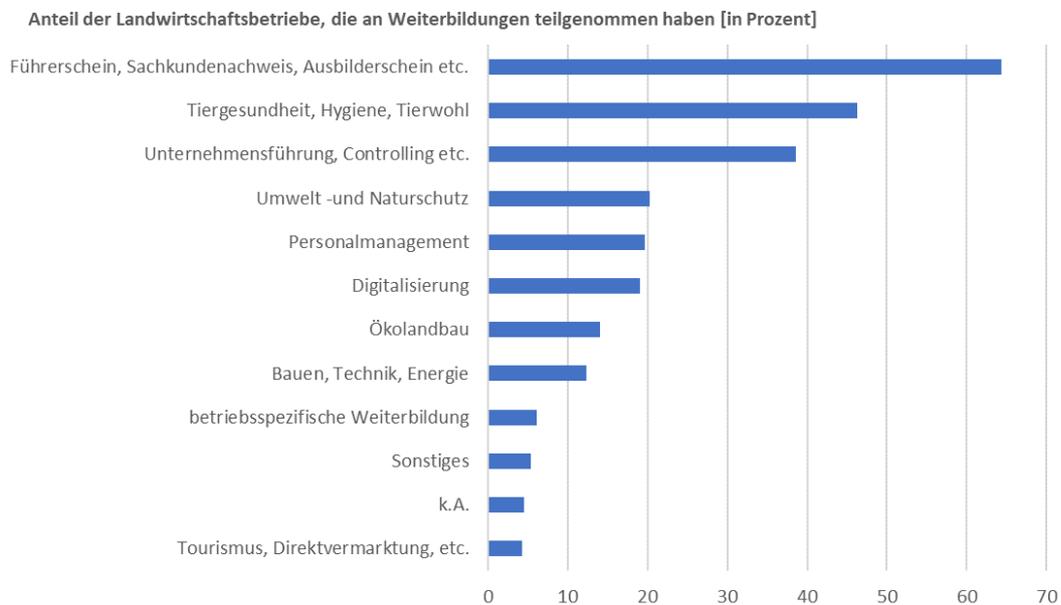


Quelle: Eigene Darstellung mit Daten aus DESTATIS 2021a

An einer beruflichen Bildungsmaßnahme nahmen im Jahr 2020 rund 100.000 landwirtschaftliche Betriebsleiter:innen teil (DESTATIS 2021a). Dies entspricht mehr als einem Drittel der landwirtschaftlichen Betriebsleiter:innen.

Eine Landwirtebefragung im Jahr 2018 im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ergab, dass die Digitalisierung bei fast einem Fünftel der Landwirtschaftsbetriebe das Thema von Fort- bzw. Weiterbildungen war. Verglichen mit anderen Themen liegt die Digitalisierung eher im mittleren bis unteren Bereich (siehe Abbildung 6).

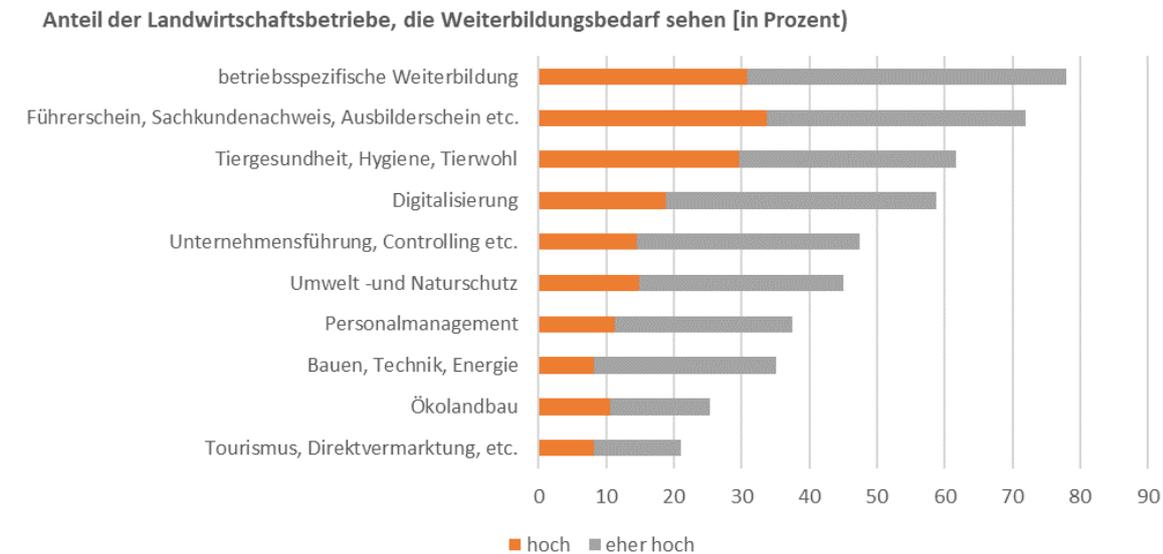
Abbildung 6: Themen der bisherigen Weiterbildung von Landwirtschaftsbetrieben



Quelle: Eigene Darstellung mit Daten aus BMEL 2020

Etwas anders sieht es mit dem von den Landwirtschaftsbetrieben zukünftig gesehenen Weiterbildungsbedarf aus. Weiterbildungen zur Digitalisierung wird zukünftig eine höhere Relevanz zugewiesen (als bisher und auch im Vergleich zu Themen wie Unternehmensführung, Umwelt- und Naturschutz sowie Personalmanagement).

Abbildung 7: Erwartete Themen der zukünftigen Weiterbildung von Landwirtschaftsbetrieben



Quelle: Eigene Darstellung mit Daten aus BMEL 2020

4 Wie verändert die Digitalisierung der Landwirtschaft ihre Arbeitswelt?

Ausgehend von den Use Cases des Experimentierfeldes Agro-Nordwest werden zunächst die unterschiedlichen zu erwartenden Veränderungen in der Arbeitswelt beispielhaft zusammengetragen und kategorisiert (Kapitel 4.1), um den ermittelten Kategorien dann unter Verwendung der Literatur im Detail nachzugehen (Kapitel 4.2 bis 4.5).

4.1 Veränderungen der Arbeitswelt in den Use Cases des Experimentierfeldes Agro-Nordwest

Die Use Cases im Rahmen des Experimentierfeldes Agro-Nordwest weisen auf folgende zu erwartende Veränderungen in der Arbeitswelt hin:

Tabelle 1: Veränderungspotential in der landwirtschaftlichen Arbeitswelt am Beispiel der Use Cases des Experimentierfelds Agro-Nordwest

Use Case	Zu erwartende Veränderungen in der Arbeitswelt
Autonome Fütterung	Durch den Einsatz ist in den Betrieben eine <i>Arbeitserleichterung</i> zu erwarten. Zum einen reduziert sich die Arbeitsbelastung und die Mitarbeiter können ihre <i>Zeit</i> flexibler nutzen. Zum anderen wird erwartet, dass die Einführung den allgemeinen Personalbedarf reduziert. Die durchzuführenden Aufgaben verlagern sich von der praktischen Durchführung hin zu <i>Managementaufgaben</i> (Prüfen, Beobachten, vorbereitende Tätigkeiten).
Drohnen- und Satellitendaten für einen teilflächenspezifischen Pflanzenschutz	Grundsätzlich wird durch die Fernerkundung der Aufwand für Feldbegehungen reduziert. Daraus resultiert ein <i>Zeitersparnis</i> und entsprechende Entlastung von Beschäftigten bzw. Freisetzung von Arbeitskraft für andere Aufgaben. Um den Gesamteffekt zu ermitteln, ist zu unterscheiden zwischen: (a) Inanspruchnahme als Dienstleistung von Lohnunternehmen oder anderen Dienstleistern und (b) Drohneinsatz direkt durch den Landwirtschaftsbetrieb. Zu (a): Die Veränderungen in der Arbeitswelt sind hauptsächlich bei Lohnunternehmen oder <i>Dienstleistern</i> zu erwarten. Hier werden <i>spezialisierte Arbeitsplätze</i> zur Befliegung von Flächen sowie zur Erstellung von Applikationskarten erwartet. Zu (b): Parallel zur oben erwähnten Zeitersparnis entstehen bei Selbstdurchführung im Landwirtschaftsbetrieb neue Anforderungen an die Qualifikation der Landwirte (Umgang mit Drohne und Drohnen- und Satellitendaten) sowie zusätzlicher Arbeitsaufwand (Erstellung der Applikationskarte etc.). Es findet somit eher eine <i>Verschiebung der Arbeitszeit hin zu anderen Aufgaben</i> statt.
Autonome Feldrobotik	Mit der Einführung autonomer Feldroboter ist ein <i>Wegfall von Tätigkeiten für Schlepperfahrer</i> in Betrieben zu erwarten. Durch die selbstständige Erledigung von Feldarbeiten verlagert sich die Arbeit hin zu <i>Managementaufgaben</i> (Prüfen, Beobachten, vor- und nachbereitende Tätigkeiten). Damit einher gehen neue <i>Qualifizierungs- bzw. Fähigkeitsanforderungen</i> an die Landwirte.
Parallelfahrssysteme	Durch den Einsatz von Parallelfahrssystemen bzw. von Lenkautomatiken ist eine erhebliche <i>Entlastung des Schlepperfahrers</i> zu erwarten. Dadurch kann der Fahrer das Arbeitsgerät besser bedienen, über sein Handy weitere Arbeitsabläufe organisieren und muss sich gleichzeitig weniger stark konzentrieren. Auch ein Arbeiten in der Dunkelheit und bei schlechten Sichtverhältnissen ist dadurch deutlich vereinfacht. Dies ermöglicht <i>ausgedehnte Arbeitszeitfenster</i> und mehr <i>Flexibilität</i> . <i>Vorbereitende und planende Tätigkeiten</i> (Fahrspurplanung etc.) kommen hinzu und <i>Fachwissen</i> für das Lenksystem und Grundlagenwissen zu Geoinformationssystemen wird notwendig.
Prozesskette Zuckerrübe	Eine digitalisierte Prozesskette führt zu einer Effizienzsteigerung in den Logistik- und Ernteabläufen. Durch wegfallende Standzeiten sowie nahtlose Abläufe ergibt sich <i>eine höhere Arbeitsdichte</i> . Gleichzeitig können automatisierte Navigationssysteme die <i>Konzentrationsbelastung</i> der Fahrer und Maschinenführer <i>reduzieren</i> . Zukünftig können effektivere Abläufe auch zu einem <i>geringeren Bedarf an Arbeitskräften</i> in dem Bereich führen.
NIRS-Sensoren	NIRS-Sensoren ersparen (sofern sie im Bundesland düngerechtlich anerkannt werden) die Anfertigung von Labor-Gutachten. Es resultieren weniger Aufträge für Labore. Die Arbeitswelt der Landwirte verändert sich in dem Sinne, dass sie die

	Kalibrierung und Wartung der Sensoren bewältigen müssen. Es entstehen somit <i>neue Fähigkeitsanforderungen</i> .
Drohnen- und Entscheidungsunterstützung im Klee-Grasmanagement	Ähnlich wie beim Einsatz zum Pflanzenschutz werden Veränderungen tendenziell bei Lohnunternehmen und Dienstleistern erwartet. Durch das Etablieren neuer Angebote werden sich auch die <i>Beschäftigungsprofile ändern bzw. neue entstehen</i> .

Quelle: Eigene Darstellung.

Aus den Use Cases lassen sich die folgenden Kategorien für Veränderungen in der Arbeitswelt ableiten, denen in den nachfolgenden Kapiteln im Detail nachgegangen wird:

- verbesserte Arbeitsbedingungen, Reduzierung bzw. Wegfall repetitiver, körperlicher Arbeiten
- Zeitersparnis/Entlastung bzw. Freisetzung von Arbeitskraft
- Veränderung des Aufgaben- und Anforderungsprofils für die Beschäftigten

Auf sie wird nachfolgend unter Verwendung der Literatur und der Erkenntnisse aus dem Experimentierfeld (Workshops, Fokusgruppen, Experteninterviews) im Detail eingegangen.

4.2 Verbesserte Arbeitsbedingungen, Reduzierung bzw. Wegfall repetitiver, körperlicher Arbeiten

Die Landwirtschaft ist in einigen Bereichen nach wie vor durch Handarbeit gekennzeichnet. Dazu gehört u.a. die Ernte von Sonderkulturen. Repetitive, körperliche Erntearbeiten (Handarbeit), die aktuell meist noch von zahlreichen Saisonarbeitskräften umgesetzt werden, können zunehmend durch automatisierte und digitalisierte Erntetechnik übernommen werden. (Erwartete) Ergebnisse digitaler Landtechnik und Systeme sind u.a. eine Abnahme körperlicher Belastungen und verbesserte Arbeitsbedingungen, einschließlich einer verbesserten Arbeitssicherheit, bei den Beschäftigten. So würde ein schnelleres und ermüdungsfreieres Arbeiten ermöglicht (Hauemberger 2013). Hiervon ist u.a. die Saisonarbeit in gartenbaulichen Betrieben betroffen. Ein Beispiel sind Pflückroboter in gartenbaulich genutzten Gewächshäusern oder Folientunneln (Jakob und Geyer 2021).

Auch das Beispiel *autonomer Fütterungssysteme* (Use Case des Experimentierfelds Agro-Nordwest) zeigt, dass durch ihren Einsatz repetitive, körperliche Arbeiten (Fütterung) sowie auch Routinetätigkeiten wie das Fahren landwirtschaftlicher Fahrzeuge (hier: des Futtermischwagens) teilweise bis gänzlich wegfallen. Die Arbeitszeit landwirtschaftlicher Beschäftigter kann in der Folge verkürzt oder anderen Tätigkeiten gewidmet werden. In Experteninterviews des IZT wurde deutlich, dass die Landwirtschaftsbetriebe sich von autonomen Fütterungssystemen einen geringeren Arbeitsaufwand und eine flexiblere Arbeitseinteilung versprechen.

Auch *Parallelfahrssysteme* (Use Case des Experimentierfelds Agro-Nordwest) führen zu verbesserten Arbeitsbedingungen, da sich Fahrer weniger stark konzentrieren müssen. Dies wurde durch die Fokusgruppe zum Use Case Parallelfahrssysteme als enorme Arbeitserleichterung bestätigt. Voraussetzung sind allerdings ein reibungsloser und unterbrechungsfreier Betrieb (u.a. abhängig von der Netzabdeckung) und eine Lern- und Gewöhnungsphase.

Eine Reduktion bzw. der Wegfall von monotonen oder gefährlichen Routinetätigkeiten und eine Erhöhung des Arbeitskomforts sowie der Arbeitsflexibilität können letztlich zu einer gesteigerten Arbeitszufriedenheit sowie erhöhten Lebensqualität führen (Kliem et al. 2022b; Bahrs 2018).

4.3 Zeitersparnis/Entlastung bzw. Freisetzung von Arbeitskraft

Autonome Robotik – sei es im Stall (autonome Melksysteme, autonome Fütterungssysteme) oder (zukünftig zu erwarten) auf dem Feld (autonome Feldrobotik) – stellt einen maßgeblichen Beitrag zur Zeitersparnis und letztendlich auch zur Freisetzung von Arbeitskraft dar. Menschliche Arbeitskraft in der Landwirtschaft (Bedienung von Melksystemen, Fütterung, Fahren von Bodenbearbeitungs- und Erntemaschinen, insbesondere bei Sonderkulturen) wird im Zuge von Automatisierungsprozessen durch autonome Robotik ersetzt.

Laut einer Befragung der Ruhr-Universität Bochum im Rahmen des Experimentierfelds Agro-Nordwest erwarten Landwirtschaftsbetriebe von der Digitalisierung vor allem eine Erleichterung und Zeitersparnis in der administrativen Tätigkeit bzw. Büroarbeit (Wilkens et al. 2021). Dazu gehören Nachweispflichten ebenso wie Antragstellungen für Fördergelder.

Eine Befragung des Statistischen Bundesamtes gemeinsam mit dem Bundeskanzleramt, dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und dem Nationalen Normenkontrollrat ergab, dass die Landwirtschaftsbetriebe im Durchschnitt rund ein Viertel ihrer Arbeitszeit für „Bürokratie“ aufwenden (vor allem für Dokumentations- und Meldepflichten sowie beispielsweise für Kontrollen in der Nutztierhaltung). Ein Beispiel dafür, wie die Digitalisierung dazu beitragen kann, derartige bürokratische Aufwände auf Seiten der Landwirtschaftsbetriebe, aber auch seitens der Behörden maßgeblich zu verringern, ist die Digitalisierung des Rinderpasses in Verbindung mit deutlichen Verfahrensvereinfachungen. Die „bürokratische Entlastung“ auf Seiten der Landwirtschaft wurde mit jährlich knapp 20 Millionen Euro beziffert (DESTATIS 2021b).

4.4 Veränderung des Aufgaben- und Anforderungsprofils für die Beschäftigten

Dass die Digitalisierung der Landwirtschaft dazu führt und verstärkt führen wird, dass die Anforderungen an Fachkräfte, Spezialisten und Experten steigen, wird schon seit Jahren und vielfach gesehen (König et al. 2012). Die Veränderungen des Aufgaben- und Anforderungsprofils von landwirtschaftlichen Beschäftigten lassen sich maßgeblich (aber nicht ausschließlich) auf eine zunehmende Automatisierung der Landwirtschaft zurückführen, die als Phänomen an sich in der Landwirtschaft nicht neu ist, nun aber durch die Digitalisierung intensiviert und erweitert wird (vgl. Kirchner 2021). Im Zuge der Digitalisierung der Landwirtschaft gewinnen Fähigkeiten im Informations- und Arbeitsmanagement stark an Bedeutung. Beispiele sind digitale Melksysteme (Melkroboter) und autonome Fütterungssysteme. Die mittels Sensortechnik erhobenen Daten über die Tiere (Tierwohl bzw. -gesundheit), den Melkablauf etc. machen es erforderlich, dass die Beschäftigten diese Daten auswerten bzw. bewerten können. Auch wird zunehmend ein Verständnis für komplexe technische Systeme erforderlich, was eine entsprechende Ausbildung voraussetzt. Die Anforderungen an landwirtschaftliche Beschäftigte,

die mit moderner Landtechnik und Informations- und Kommunikationstechnologien umgehen, steigen somit an (Haunberger 2013; König et al. 2012).

Für Landwirte wird es zunehmend erforderlich, ein Verständnis für digitale Systeme zu haben. Auch dem Wissen über die Arbeitsweise der Algorithmen und der Fähigkeit, Daten auszuwerten und Ergebnisse zu interpretieren, wird eine zunehmende Bedeutung zugeschrieben. Landwirte werden zunehmend als „Technologiemanager“ oder „digitale Biosystemmanager“ angesehen, die weniger Zeit im Stall oder auf dem Feld verbringen und stattdessen vermehrt Bürotätigkeiten verrichten. Benötigt werden neben einer digitalen Basiskompetenz auch Kenntnisse zu Fragen der Datenhoheit (Waltmann et al. 2019; Zscheischler et al. 2021; Kliem et al. 2022a).

Deutlich werden diese veränderten Aufgaben- und Anforderungsprofile am Beispiel des Agro-Nordwest-Use-Cases „*autonome Fütterungssysteme*“: Beobachtungshoheit wird zwar an das System abgegeben; dennoch entbindet das autonome System die Landwirte nicht davon, sich um das Wohl der Tiere zu kümmern. Es ist eine Verlagerung von Arbeiten der Fütterung zu beobachten, hin zum Managen und Betreuen der Tiere (Experteninterview).

Aus einer eher technologiekritischen Perspektive gibt es aber auch die Erwartung, dass diese veränderten Aufgabenprofile dazu führen, dass Landwirte Wissen und Urteilsfähigkeiten verlieren, indem die Technik zunehmend nicht nur Routinearbeiten, sondern auch Entscheidungen übernimmt. Auch eine „Monotonisierung“ von Arbeitsabläufen wird erwartet (Zscheischler et al. 2021).

Landwirtschaftliche Arbeiten, die zuvor von Menschen verrichtet wurden, werden zunehmend durch eine automatisierte (und digitalisierte) Technik übernommen. Im Ergebnis übernehmen die landwirtschaftlichen Beschäftigten eher Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungsaufgaben. Die zentralen Fertigkeiten, Fähigkeiten und Kenntnisse für die „digitalisierte Arbeit von morgen“ wurden in einer Untersuchung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) wie folgt zusammengefasst (Bretschneider 2019b):

- Kompetenzen im Umgang mit Technologien (Anwenden von IT-Systemen, Steuern von Maschinen, Umgehen mit digitalen Medien)
- Kompetenzen im Umgang mit Daten (Einsetzen von Fachsoftware, Plausibilitätsprüfung und Auswertung von Daten, Nutzung für betriebliche Entscheidungen)
- fachbezogene Kompetenzen (z.B. Bodenbearbeitung, Ernte, Stallklima, Fütterung)
- überfachliche Kompetenzen (z.B. Lernbereitschaft, Prozessverständnis)

Außerdem wird davon ausgegangen, dass die landwirtschaftlichen Erwerbstätigen zukünftig nicht nur mehr technische Fähigkeiten und ein tieferes Verständnis von digitalen Prozessen, sondern auch eine hohe Anpassungsfähigkeit an neue Aufgaben benötigen (BMEL 2020; Helmrich et al. 2016; Pecco-Institut e.V. 2019).

Diese Veränderungen werden als eine Erweiterung des bisherigen Aufgaben- und Tätigkeitspektrums angesehen, da zu den fachlichen Fähigkeiten nun technische und datenbezogene Fähigkeiten hinzukommen. Insgesamt betrachtet wird in der Literatur festgestellt, dass die Anforderungen an landwirtschaftliche Beschäftigte höher werden (H.-Wilhelm-Schaumann-Stiftung 2018). Außerdem nehmen körperliche Arbeiten (die tendenziell kognitiv einfach sind) weiter ab, während die Anforderungen auf kognitiver Ebene und mit Blick auf Fachwissen ansteigen (Bretschneider 2019b).

Die mit der Digitalisierung der Landwirtschaft einhergehende Veränderung des Aufgaben- und Anforderungsprofils für die Beschäftigten hin zu neuen Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Geräten und großen Datenmengen wird auch als Potenzial dafür gesehen, die Attraktivität des Berufs zu steigern und eine personelle Verjüngung des Agrarsektors einzuleiten (Kliem et al. 2022b).

4.5 Risiken: Abhängigkeiten, Verlust an Erfahrungswissen, Überwachung, Arbeitsverdichtung

Neben den zahlreichen als positiv empfundenen bzw. als vorteilhaft nachgewiesenen Effekten der Digitalisierung auf die landwirtschaftliche Arbeitswelt wird in der Literatur auch auf mögliche negative Effekte (Risiken) hingewiesen. Drei Aspekte dominieren die Risikobetrachtungen:

(1) Aufgrund immer komplexerer Technik verringert sich die Chance, Maschinen im Bedarfsfall selbst reparieren zu können. Es resultiert eine *Abhängigkeit* der landwirtschaftlichen Beschäftigten von externen Spezialisten (z.B. von Einführungs-, Reparatur-, Automatisierungs- und Beratungsdienstleistungen (Kliem et al. 2022a). Dem wird entgegengehalten, dass eine zunehmende Abhängigkeit von technischen Systemen aus allen Lebens- und Arbeitsbereichen nicht mehr wegzudenken ist und diese quasi als „Preis“ für gewonnenen Komfort oder Effizienzgewinne etc. in Kauf genommen wird. So sind Umweltauflagen in Form von Düngerbilanzen oder die Aufzeichnungspflicht für Tiermedikamente bereits alltäglich, viele Tätigkeiten müssen elektronisch dokumentiert werden (Haunberger 2013; Pecco-Institut e.V. 2019).

(2) Ein zu großes Vertrauen in die digitalen Systeme könnte zum Verwerfen eigener Überlegungen, Entscheidungen und Urteile führen sowie langfristig zu einem Kompetenz- und Erfahrungswissensverlust führen (Zscheischler et al. 2021; Wiggerthale 2018).

(3) Digitale Methoden der Überwachung von Technik (z.B. Drohnen oder von den Beschäftigten getragene Chips) ermöglicht häufig auch die Überwachung der landwirtschaftlichen Beschäftigten, beispielsweise hinsichtlich Pausenzeiten und Arbeitsleistungen. Befürchtet wird eine Effizienzsteigerung im Sinne einer Arbeitsverdichtung, die zu mehr Leistungsdruck und zunehmenden Arbeitsbelastungen der Beschäftigten führt. Dem kann mit Maßnahmen des Beschäftigtendatenschutzes begegnet werden (INKOTA 2020; Pecco-Institut e.V. 2019).

5 Fazit: Welche Handlungsbedarfe erwachsen mit Blick auf Bildung, Beratung/Informationsangebote und Politik?

Die hier betrachteten Handlungsbedarfe leiten sich primär aus den in Kap. 4.4 erwähnten neuen Anforderungen an die landwirtschaftlichen Beschäftigten ab, die von der Digitalisierung der Landwirtschaft ausgelöst werden. Sie führen vor allem zu einem Wissensbedarf der landwirtschaftlichen Beschäftigten. Dieser kann grundsätzlich über Aus- und Weiterbildung oder Beratungsleistungen abgedeckt werden. Denkbar und potentiell wirksam sind auch weitere Formen der Wissenvermittlung,

beispielsweise bedarfsgerechte digitale, interaktive Informationstools. Diese Optionen werden nachfolgend vertieft (Kap. 5.1 und 5.2), um abschließend Schlussfolgerungen zu unterstützenden politischen Rahmenbedingungen zu ziehen (Kap. 5.3).

5.1 Aus- und Weiterbildung

Darauf, dass die Digitalisierung zu einer zunehmenden Bedeutung von landwirtschaftlicher Aus- und Weiterbildung führt, wird seit Langem hingewiesen (König et al. 2012). Auch dass die mangelnde Qualifikation der Bewerber ein großes Problem bei Stellenbesetzungen in der Landwirtschaft darstellt, ist bekannt (Gindele et al. 2016). Mit dem Bedeutungszuwachs der Aus- und Weiterbildung wird es erforderlich, die berufliche Bildung zu intensivieren (Schrijver et al. 2016). Auch zeigt sich ein thematischer Änderungsbedarf in den Lehrplänen der beruflichen Bildung (DLG 2018) hin zu mehr digitalen Inhalten. Indem mehr auf die Informations- und Kommunikationstechnik eingegangen wird, wird die Ausbildung komplexer (Waltmann et al. 2019).

Abgeleitet aus den besonderen Anforderungen, welche die Digitalisierung an landwirtschaftliche Beschäftigte stellt, werden folgende Inhalte im Rahmen von Anpassungen der Ausbildungsinhalte für die berufliche Erstausbildung als zentral angesehen (Bretschneider 2019a):

- Steuerung von Maschinen, Geräten und Betriebseinrichtungen als Assistenzsysteme,
- Nutzung von Daten, Prozessmanagement,
- Überfachliche Kompetenz: Lernbereitschaft, Prozessverständnis.

Als wichtiger Beitrag zur Unterstützung der Ausbilder:innen werden übergreifende Lernmaterialien angesehen, die dem Erwerb von Medienkompetenz dienen, Beispiele guter Praxis beinhalten und einen kollegialen Erfahrungsaustausch unterstützen (Bretschneider 2019a).

In der Weiterbildung wird ein wichtiger thematischer Fokus außerdem in den Voraussetzungen, dem Nutzen und den Grenzen digitaler Anwendungen in der Landwirtschaft gesehen (Bretschneider 2019a). Mit Blick auf zukünftige Weiterbildungsangebote wurden in Befragungen im Auftrag des Bauernverbands die steigende Bedeutung von Weiterbildungen hervorgehoben und u.a. mit dem beschleunigten technischen Wandel begründet. Folgende Optimierungsansätze werden mit Blick auf die Weiterbildungsformate hervorgehoben (BMEL 2020).

- „In-house“-Weiterbildungen (vor Ort im Landwirtschaftsbetrieb) sind externen Weiterbildungen meist vorzuziehen, da sie praxisnahes Lernen ermöglichen.
- Kompakte Formate (z.B. Abendveranstaltungen, eintägige Veranstaltungen) haben deutliche Vorteile gegenüber Formaten, die mehrtägige Abwesenheiten vom Betrieb erfordern.
- Online-Lehrgänge (z.B. Webinare) ermöglichen eine auswählbare und ort- sowie zeitunabhängige Weiterbildung.
- „Blended Learning“, d.h. Wissensvermittlung über Internet-Kurse und Computerspiele mit virtuellen Arbeitssituationen – In Verbindung mit Exkursionen auf Lehrhöfe – werden als besonders geeignet angesehen (anstelle eines rein schulischen Weiterbildungsangebots).

Außerdem wird auf folgende Möglichkeiten verwiesen, um möglichst viele Interessenten und landwirtschaftliche Beschäftigte zu erreichen und entsprechend die erforderlichen Kompetenzen schneller aufzubauen (Schrijver et al. 2016):

- Offene Online-Lehrveranstaltungen von Universitäten und unabhängigen Bildungsanbietern
- „Peer-to-peer-Lernen“, d.h. Teilnehmer ohne formale Lehrqualifikation können ein Thema aus ihrem Kompetenzbereich unterrichten,
- Lern-Apps.

Ein Beispiel für eine Online-Lernplattform zur Ergänzung der digitalen Hochschullehre stellt das Learning Management System (LMS) „SensX - Digitale Transformation in der Hochschullehre“ dar. Es wurde im vom BMEL geförderten Experimentierfeld „Agro-Nordwest“ durch das Labor für Biosystemtechnik der Hochschule Osnabrück neu entwickelt. Ziel ist es, die digitale Qualifikation im Bereich der Agrarwirtschaft zu steigern. Themen des aus acht Online-Sessions bestehenden Lernmoduls umfassen u.a. Schall- und Lichtmessung, Temperatur- und Luftfeuchtemessung sowie Sensorkalibrierung, Farbbestimmung, Pflanzenvermessung mit Computerbildanalyse und Multispektralanalysen von Pflanzen.

5.2 Beratung und weitere Informationsangebote

Unstrittig ist, dass nicht nur die Ausbildung, sondern auch die Beratung von Landwirt:innen einen maßgeblichen Beitrag dazu leisten kann, dass Landwirte gute Entscheidungen für ihre Investitionen in digitale Technik und Systeme treffen können (BMEL 2019; Bitkom und Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) 2022; Bahrs 2018). Auf dem Workshop für den vorliegenden Innovationsreport wurde deutlich, dass dies umso mehr angesichts der zahlreichen Landwirtschaftsbetriebe im Nebenwerb gilt, die nicht über hinreichende Kapazitäten verfügen, um sich erforderliches Wissen im Zuge von Aus- und Weiterbildung selbst anzueignen. Typische Themen von Beratungen sind zum einen Entscheidungen über den Erwerb digitaler Landtechnik, Software und Systeme sowie zum anderen Fragen zu ihrer Nutzung und Anwendung. Insbesondere im ersten Bereich ist aus der Perspektive der Landwirtschaftsbetriebe eine anbieterunabhängige (neutrale) Beratung von besonderem Nutzen.

Landwirtschaftliche Beratungsunternehmen richten ihre Angebote eher auf größere Landwirtschaftsbetriebe aus, um z.B. eine betriebliche Digitalisierungsstrategie zu entwickeln. Beratungs- und Unterstützungsleistungen werden häufig auch von technischen und softwarebezogenen Dienstleistungsanbietern erbracht, die mit den Landwirtschaftsbetrieben zwecks Verkauf, Betreuung bzw. Wartung der eingesetzten Technik bzw. Softwaresysteme ohnehin im Kontakt stehen (Experteninterview). Einen besonderen Beratungsbedarf haben aber insbesondere die eher kleinen Landwirtschaftsbetriebe. Hinzu kommt, dass es vor allem für kleinere Landwirtschaftsbetriebe besonders schwierig ist, die Kompetenz von Digitalisierungsberatern einzuschätzen.

Auf dem Workshop für den vorliegenden Innovationsreport wurde eine Parallele zu den Beratungsbedarfen von Unternehmen zum Energiemanagement und den entsprechenden Lösungsansätzen gezogen. Verwiesen wurde auf die herstellerunabhängigen Energieberater, die besonders auf die Zielgruppe der kleinen Unternehmen ausgerichtet sind. Auch die Energieeffizienz-Expertenliste für Förderprogramme des Bundes, die nachweislich qualifizierte Fachleute für die Energieberatung ausweist, könnte als Inspiration dafür dienen, wie das Thema Digitalisierung in Landwirtschaftsbetrieben mittels Beratungen vorangetrieben werden kann.

Die Diskussionen auf dem o.g. Workshop machten außerdem deutlich, dass hinsichtlich geeigneter Formen der Wissensvermittlung und Beratungsdienstleistungen unterschiedliche Typen von Landwirt:innen zu unterscheiden sind. Während einige von ihnen eher klassische Formate der Beratung

bevorzugen (Vorteil des individuellen, persönlichen Kontakts und entsprechender Fokussierung auf die unternehmerischen Besonderheiten), nehmen andere stärker digitale Informationsangebote und -Tools in Anspruch (Vorteil hoher Flexibilität und Verfügbarkeit sowie Breite von Wissen/Informationen). Die Digitalisierung ist demnach nicht nur ein Thema für die landwirtschaftliche Praxis, sondern auch Mittel und Ansatz für einen einfachen und gut zugänglichen Zugang der Landwirt:innen zu den benötigten Informationen (z.B. mittels interaktiver Angebote wie Chatbots). Auf diese Weise könnte außerdem eine Vielzahl an Landwirt:innen erreicht werden.

5.3 Politische Rahmenbedingungen

Die Relevanz der politischen Rahmenbedingungen für die landwirtschaftliche Arbeitswelt liegt u.a. begründet in:

- der Systemrelevanz der Landwirtschaft (Ernährungssicherung),
- der (finanziellen) Abhängigkeit der Landwirtschaft von der Politik (EU-Politik, Subventionen, Regulierung etc.) und
- der (finanziellen) Abhängigkeit der Aus- und Weiterbildungsstrukturen von der Politik (öffentliche Finanzierung oder Unterstützung von Aus- und Weiterbildungsstätten bzw. -kursen).

Vor dem Hintergrund des aktuellen *Arbeitskräftemangels* in der Landwirtschaft kann davon ausgegangen werden, dass die Digitalisierung (mittels Automatisierung) zum Wegfall von einem Teil der Arbeitsplätze führen wird (vor allem von körperlichen und geistigen Routinetätigkeiten). Eine durch *Förderpolitik beschleunigte Digitalisierung* (d.h. Förderung von Forschung und Entwicklung, Investitionen und Beratung) trägt demnach dazu bei, dass weniger Arbeitskräfte in der Landwirtschaft benötigt werden und so dem Problem des Arbeitskräftemangels entgegengewirkt werden kann.

Eine durch die Förderpolitik beschleunigte Digitalisierung, verbunden mit der Veränderung von landwirtschaftlichen Berufsprofilen, trägt außerdem dazu bei, dass die Landwirtschaft zu einem attraktiveren Berufszweig wird. Dies schließt neben neuen Aufgabenfeldern für Landwirt:innen auch eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen durch die Digitalisierung in der Landwirtschaft ein. Auch auf diese Weise kann dem Arbeitskräftemangel in der Landwirtschaft entgegengewirkt werden.

Indem eine bedarfsgerechte *Aus- und Weiterbildung* zu den verschiedenen Wissensbereichen bezogen auf die Digitalisierung der Landwirtschaft mit förderlichen politischen Rahmenbedingungen *unterstützt* wird, wird außerdem ein direkter Beitrag dazu geleistet, dass mehr qualifizierte Fachkräfte zur Verfügung stehen. Diese wiederum beschleunigen die weitere Digitalisierung in der Landwirtschaft mit den oben erwähnten Effekten auf ihren Arbeitsmarkt. Bei der Betrachtung förderlicher politischer Rahmenbedingungen ist zu berücksichtigen, dass die berufliche Aus- und Weiterbildung in Deutschland gemeinschaftlich durch Betriebe, Individuen und die öffentliche Hand finanziert wird. Prägend für die Ausbildung ist das duale System, bestehend aus theoretischer Ausbildung in Berufsschulen und praktischer Ausbildung in Betrieben. Dabei werden Berufsschulen durch die öffentliche Hand finanziert (Bundesinstitut für berufliche Bildung (BIBB) o.J.; Müller et al. o.J.). Diese Finanzierungsform gilt auch für den Großteil der Hochschulen in Deutschland.

Vor diesem strukturellen Hintergrund umfassen Ansatzpunkte für eine Förderung und Verbesserung in der Aus- und Weiterbildung u.a.:

- eine „Digitalisierungs-Weiterbildungsinitiative“ für Lehrkräfte in der Aus- und Weiterbildung,
- eine verbesserte (technische) Ausstattung bzw. Finanzierung der Berufsschulen/Hochschulen sowie
- die öffentliche Finanzierung von (qualitativ hochwertigen) Digitalisierungs-Weiterbildungsangeboten für Landwirt:innen bzw. landwirtschaftliche Beschäftigte (in eher kleinen Betrieben) in bedarfsgerechten, flexiblen Formaten (thematisch ebenso wie zeitlich, örtlich bzw. analog/digital).

Auch eine gezielte Förderung von (herstellerunabhängigen) Beratungen für Landwirtschaftsbetriebe kann einen wesentlichen Beitrag zur beschleunigten Digitalisierung leisten, indem der betriebliche Nutzen der Digitalisierung von den Landwirt:innen erkannt und gezielt optimiert wird. Einige Förderprogramme, die primär auf eine Investitionskostenförderung für den Erwerb digitaler Landmaschinen ausgerichtet sind, bieten ergänzend auch eine Förderung von Beratung an (z.B. Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) 2021). Aus dem Förderprogramm „go-digital“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz für Beratungen von kleineren Unternehmen durch „autorisierte Beratungsunternehmen“ zu Fragen der Digitalisierung sind land- und forstwirtschaftliche Unternehmen ausgeschlossen. Die autorisierten Beratungsunternehmen sind online in den Kategorien Digitalisierungsstrategie, IT-Sicherheit, digitalisierte Geschäftsprozesse, Datenkompetenz und digitale Markterschließung einsehbar (BMWK 2022b, 2022a). Es kann davon ausgegangen werden, dass zumindest ein Teil dieser Beratungsunternehmen auch für Landwirtschaftsbetriebe nützliche Beratungen anbieten kann (beispielsweise in Bereichen wie Einkauf, Vermarktung, Personal), während für digitalisierte Landtechnik, Software und Systeme spezialisierte Unternehmen erforderlich sind. Eine Mitnutzung und modulare Erweiterung dieses Förderprogramms in Kooperation von BMWK und BMEL mag daher aus Sicht der Landwirtschaftsbetriebe vorteilhaft und aus Sicht der Fördermittelgeber effizient sein.

Literatur

Literaturverzeichnis

- Bahrs, Enno (2018): Exemplarische betriebswirtschaftliche Auswirkungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft und im Agribusiness. In: H.-Wilhelm-Schaumann-Stiftung (Hg.): 27. Hülseberger Gespräche 2018. Landwirtschaft und Digitalisierung. Hamburg, S. 161–166. Online verfügbar unter https://www.schaumann-stiftung.de/cps/schaumann-stiftung/ds_doc/27_huelsenberger_gespraech_e_broschuere.pdf.
- Bitkom; Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) (2022): High-Tech im Stall, KI auf dem Acker: Digitalisierung sichert Zukunft der Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitalisierung-sichert-Zukunft-der-Landwirtschaft>, zuletzt geprüft am 15.07.2022.
- BMEL (2019): Digitalisierung in der Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitalisierung-landwirtschaft.html>, zuletzt aktualisiert am 10.05.2022, zuletzt geprüft am 15.07.2022.
- BMEL (2020): Arbeitsmarkt Landwirtschaft in Deutschland. Aktuelle und zukünftige Herausforderungen an die Berufsbildung. Abschlussbericht. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/studie-arbeitsmarkt-landwirtschaft-in-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=4, zuletzt geprüft am 06.07.2022.
- BMEL (2021): Digitalisierung in der Landwirtschaft. Chancen nutzen – Risiken minimieren. Bonn. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/digitalpolitik-landwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=18, zuletzt geprüft am 21.09.2021.
- BMEL (2022a): Landwirtschaft. Betriebsstrukturen in der Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/landwirtschaftliche-betriebe/>, zuletzt geprüft am 05.07.2022.
- BMEL (2022b): Landwirtschaft. Landwirtschaftliche Arbeitskräfte. Online verfügbar unter <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/landwirtschaftliche-arbeitskraefte>, zuletzt geprüft am 04.07.2022.
- BMWK (2022a): go-digital. Beratungsmodule. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Online verfügbar unter <https://www.innovation-beratung-foerderung.de/INNO/Navigation/DE/Karten/Beratersuche-go-digital/SiteGlobals/Forms/Formulare/beratersuche-go-digital-formular.html>, zuletzt geprüft am 15.07.2022.
- BMWK (2022b): go-digital. FAQ – Häufig gestellte Fragen. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Online verfügbar unter <https://www.innovation-beratung-foerderung.de/INNO/Navigation/DE/go-digital/FAQ/faq.html#doc626190bodyText6>, zuletzt aktualisiert am 13.07.2022, zuletzt geprüft am 15.07.2022.
- Brakensiek, S.; Kießling, R.; Troßbach, W.; Zimmermann, C. (Hg.) (2016): Grundzüge der Agrargeschichte. Köln.

- Bretschneider, Markus (2019a): Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Die Ausbildungsberufe „Landwirt/-in“ und „Fachkraft Agrarservice“ im Screening. Wissenschaftliche Diskussionspapiere Heft 204. Hg. v. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). Bonn. Online verfügbar unter <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/show/10377>, zuletzt geprüft am 10.06.2022.
- Bretschneider, Markus (2019b): »Entscheidend ist auf dem Feld!«. Curriculare und praktische Konsequenzen von Digitalisierung und Vernetzung in der Landwirtschaft. In: *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP)* 48 (3), S. 44–47. Online verfügbar unter <https://www.bwp-zeitschrift.de/dienst/veroeffentlichungen/de/bwp.php/de/bwp/show/10050>.
- Bundesinstitut für berufliche Bildung (BIBB) (o.J.): Kosten, Nutzen und Finanzierung beruflicher Weiterbildung. Online verfügbar unter <https://www.bibb.de/de/12081.php>, zuletzt geprüft am 15.07.2022.
- DBV (2019): Wandel auf dem Lande - in Deutschland. Deutscher Bauernverband. Online verfügbar unter <https://www.bauernverband.de/situationsbericht/1-landwirtschaft-und-gesamtwirtschaft/12-jahrhundertvergleich>, zuletzt geprüft am 05.07.2022.
- DESTATIS (2021a): Fachserie 3 Reihe 2.1.8 - Arbeitskräfte und Berufsbildung der Betriebsleiter/Geschäftsführer. Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Landwirtschaftliche-Betriebe/Publikationen/Downloads-Landwirtschaftliche-Betriebe/arbeitskraefte-2030218209004.html>, zuletzt geprüft am 05.07.2022.
- DESTATIS (2021b): Projektbericht "Hofarbeit statt Schreibtischzeit". Informationspflichten in der Landwirtschaft spürbar vereinfachen. Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/abschlussbericht-buerokratie-abbauprojekt.pdf?__blob=publicationFile&v=5, zuletzt geprüft am 07.07.2022.
- DESTATIS (2022): Erwerbstätige im Inland nach Wirtschaftssektoren. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/Lange-Reihen/Arbeitsmarkt/lrerw13a.html>, zuletzt geprüft am 05.07.2022.
- DLG (2018): Digitale Landwirtschaft. Ein Positionspapier der DLG. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. Online verfügbar unter https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/ausschuesse_facharbeit/DLG_Position_Digitalisierung.pdf, zuletzt geprüft am 19.05.2022.
- Gindele, Nicola; Kaps, S.; Dolschitz, Reiner (2016): Betriebliche Möglichkeiten im Umgang mit dem Fachkräftemangel in der Landwirtschaft. In: *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* (94 (1)), zuletzt geprüft am 15.07.2022.
- H.-Wilhelm-Schaumann-Stiftung (Hg.) (2018): 27. Hülsenberger Gespräche 2018. Landwirtschaft und Digitalisierung. Hamburg. Online verfügbar unter https://www.schaumann-stiftung.de/cps/schaumann-stiftung/ds_doc/27_huelenberger_gespraech_broschuere.pdf, zuletzt geprüft am 28.04.2022.

- Haunberger, Sigrid (2013): Agrartechnik zwischen Autonomiegewinn und Anpassungszwang. In: *TA-TuP Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 22 (2), S. 63–66. DOI: 10.14512/tatup.22.2.63.
- Helmrich, Robert; Tiemann, Michael; Trotsch, Klaus; Lukowski, Felix; Neuber-Pohl, Caroline; Lewalder, Anna Christin; Güntürk-Kuhl, Betül (2016): Digitalisierung der Arbeitslandschaften. Keine Polarisierung der Arbeitswelt, aber beschleunigter Strukturwandel und Arbeitsplatzwechsel. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (Wissenschaftliche Diskussionspapiere, Heft 180). Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0035-0638-7>.
- INKOTA (2020): Positionspapier Landwirtschaft 4.0. Online verfügbar unter https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/landwirtschaft/landwirtschaft_positionspapier_digitale_landwirtschaft.pdf, zuletzt geprüft am 15.07.2022.
- Jakob, Martina; Geyer, Martin (2021): Fruit removal forces of early stage pickling cucumbers for harvest automation. In: *Int. Agrophys.* 35 (1), S. 25–30. DOI: 10.31545/intagr/131867.
- Kirchner, Stefan (2021): Kommt jetzt die Plattformgesellschaft? Grundlagen, Organisationen und Perspektiven in der digitalen Transformation. (Working Paper). Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/350854649_Kommt_jetzt_die_Plattformgesellschaft_Grundlagen_Organisationen_und_Perspektiven_in_der_digitalen_Transformation_Working_Paper.
- Kliem, Lea; Wagner, Josephin; Olk, Christopher; Keßler, Luisa; Lange, Steffen; Krachunova, Tsvetelina; Bellingrath-Kimura, Sonoko (2022a): Digitalisierung der Landwirtschaft. Chancen und Risiken für den Natur- und Umweltschutz. Schriftenreihe des IÖW 222/22. Hg. v. Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung. Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung; Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. Berlin. Online verfügbar unter https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/Schriftenreihen/IOEW_SR_222__Digitalisierung_der_Landwirtschaft.pdf, zuletzt geprüft am 12.09.2022.
- Kliem et al. (2022b): Digitalisierung der Landwirtschaft - Chancen und Risiken für den Natur- und Umweltschutz.
- König, Bettina; Kuntosch, Anett; Bokelmann, Wolfgang; Doernberg, Alexandra; Schwerdtner, Wim; Busse, Maria et al. (2012): Nachhaltige Innovationen in der Landwirtschaft: Komplexe Herausforderungen im Innovationssystem. In: *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung* 81 (4), S. 71–91. DOI: 10.3790/vjh.81.4.71.
- Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) (2021): Förderung der Digitalisierung in der Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://llh.hessen.de/unternehmen/agrarpolitik-und-foerderung/foerderung-der-digitalisierung-in-der-landwirtschaft/>, zuletzt aktualisiert am 25.01.2022, zuletzt geprüft am 15.07.2022.
- Martinéz, José (2016): Chancen und Risiken der Digitalisierung in der Landwirtschaft - die rechtliche Dimension. In: *Przeegląd Prawa Rolnego/Agricultural Law Review* (19), S. 13–44. Online verfügbar unter <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-4ae5f9fa-478e-4ea1-be57-e45200688bab>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.

- MLR (o.D.): Landwirtschaft 4.0 - nachhaltig.digital. Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <https://mlr.baden-wuerttemberg.de/de/unsere-themen/landwirtschaft/landwirtschaft-40/landwirtschaft-40/>, zuletzt geprüft am 23.09.2022.
- Müller, Normann; Wenzelmann, Felix; Jansen, Anika (o.J.): Finanzierung der beruflichen Bildung in Deutschland. Bundesinstitut für berufliche Bildung (BIBB). Online verfügbar unter <https://www.bibb.de/en/41380.php>, zuletzt geprüft am 15.07.2022.
- Pecco-Institut e.V. (2019): Das neue Feld - Arbeit in der Landwirtschaft 4.0. Online verfügbar unter https://www.pecco-ev.de/docs/Das-neue-Feld-Arbeit-in-der-Landwirtschaft-4.0_2019.pdf, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Schrijver, Remco; Poppe, Krijn; Daheim, Cornelia (2016): Präzisionslandwirtschaft und die Zukunft der Landwirtschaft in Europa. Wissenschaftliche Vorausschau. IP/G/STOA/FWC/2013-1/Lot 7/SC5. Hg. v. Europäische Union. Referat Wissenschaftliche Vorausschau (STOA). Brüssel. Online verfügbar unter [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU\(2016\)581892_DE.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU(2016)581892_DE.pdf), zuletzt geprüft am 15.07.2022.
- Spoerer, M; Streb, J (Hg.) (2013): Neue deutsche Wirtschaftsgeschichte des 20. Jahrhunderts. München.
- Springer Gabler Verlag (Hg.) (2018): Gabler Wirtschaftslexikon. Stichwort: Automatisierung. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/automatisierung-27138/version-250801>, zuletzt geprüft am 21.11.2021.
- Waltmann, Maximilian; Gindele, Nicola; Doluschitz, Reiner (2019): Ökonomische Parameter in Precision Agriculture – strukturelle Anforderungen und Wirkungen in Deutschland. In: A. Meyer-Aurich, M. Gandorfer, N. Barta, A. Gronauer, J. Kantelhardt und H. Floto (Hg.): Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Fokus: Digitalisierung für landwirtschaftliche Betriebe in kleinstrukturierten Regionen - ein Widerspruch in sich? : Referate der 39. GIL-Jahrestagung, 18.-19. Februar 2019 Wien, Österreich. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) (GI-Edition - lecture notes in informatics (LNI) Proceedings, 287), S. 4–40. Online verfügbar unter https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/23105/GIL_2019_Waltmann_275-280.pdf?sequence=1&isAllowed=y, zuletzt geprüft am 08.07.2022.
- Wiggerthale, Marita (2018): Die Fusion von Bayer und Monsanto. Eine Beurteilung aus kartell- und wettbewerbsrechtlicher Sicht. In: AgrarBündnis e.V. (Hg.): Der kritische Agrarbericht 2018. "Globalisierung gestalten", S. 55–59. Online verfügbar unter https://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2018/KAB_2018_69_73_Wiggerthale.pdf, zuletzt geprüft am 25.04.2022.
- Wilkens, Uta; Hohagen, Saskia; Zaghow, Lukas (2021): Aktueller Einblick in die Arbeitswelt der Landwirtschaft - Ergebnisse einer Untersuchung unter Landwirtinnen und Landwirten. Ruhr-Universität Bochum. Online verfügbar unter http://www.apf.ruhr-uni-bochum.de/mam/aup/content/forschung/agro-nordwest/ergebnisreport_landwirtebefragung_final.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2022.

Zscheischler, Jana; Brunsch, Reiner; Griepentrog, Hans W.; Tölle-Nolting, Christine; Rogga, Sebastian; Berger, Gert et al. (2021): Kapitel 4: Landwirtschaft, Digitalisierung und digitale Daten. In: Roland W. Scholz, Markus Beckedahl, Stephan Noller und Ortwin Renn (Hg.): DiDaT Weißbuch. Verantwortungsvoller Umgang mit digitalen Daten – Orientierungen eines transdisziplinären Prozesses: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, S. 7–8. Online verfügbar unter <https://www.nomos-elibrary.de/10.5771/9783748924111/didat-weissbuch>, zuletzt geprüft am 01.12.2021.

www.izt.de
