

## Innovationsreport

# Produktnutzungssysteme, Wirtschaftsakteure und Geschäftsmodelle im Umfeld einer digitalisierten Landwirtschaft



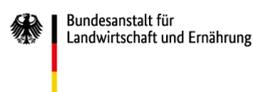
Foto: Agrotech Valley Forum e.V.

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Projektträger



## **Innovationsreport**

# Produktnutzungssysteme, Wirtschaftsakteure und Geschäftsmodelle im Umfeld einer digitalisierten Landwirtschaft

Experimentierfeld Agro-Nordwest

### **Autorinnen**

Dr. Lydia Illge  
Sabrina Linsmaier

[l.illge@izt.de](mailto:l.illge@izt.de)  
[s.linsmaier@izt.de](mailto:s.linsmaier@izt.de)

Berlin, 2022

IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung  
[www.izt.de](http://www.izt.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
1.1	Hintergrund und Fragestellung .....	4
1.2	Vorgehensweise und Aufbau des Innovationsreports .....	6
<b>2</b>	<b>Digitalisierung der Landwirtschaft: Einordnung und Fokus</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Produktnutzungssysteme, Wirtschaftsakteure, Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle einer digitalisierten Landwirtschaft</b> .....	<b>9</b>
3.1	Produktnutzungssysteme und Wirtschaftsakteure im Umfeld einer digitalisierten Landwirtschaft .....	9
3.2	Wertschöpfungsketten einer digitalisierten Landwirtschaft .....	10
3.3	Digitale Geschäftsmodelle in der Landwirtschaft – ein Überblick .....	11
<b>4</b>	<b>Digitale Veränderung und Unterstützung bestehender Geschäftsmodelle</b> .....	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Geschäftsmodell Farmmanagementinformationssysteme (FMIS)</b> .....	<b>13</b>
5.1	Datenbasierte Wertschöpfung in einem FMIS .....	13
5.2	Anwendungsbereiche und Leistungen von FMIS .....	14
5.3	Zielgruppen/Nutzer und Zusatznutzen der FMIS .....	15
5.4	Anbieter und Finanzierungsmodelle für FMIS .....	16
<b>6</b>	<b>Weitere Geschäftsmodelle: Drohnenservice, Kartierungsservice, Feldrobotik, Onlinehandel</b> .....	<b>17</b>
6.1	Drohnenservice, Kartierungsservice .....	17
6.2	Feldrobotik-Verkauf bzw. Service .....	18
6.3	Onlinehandel für die Landwirtschaft .....	20
<b>7</b>	<b>Digitalisierung: Wie kann die Entwicklung und Ausbreitung neuer datenbasierter Geschäftsmodelle rund um die Landwirtschaft gelingen?</b> .....	<b>21</b>
	<b>Anhang: Beispiele für existierende datenbasierte Geschäftsmodelle im Umfeld einer digitalisierten Landwirtschaft</b> .....	<b>24</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 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](http://www.agro-nordwest.de)), führt 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 sollen Lösungsansätze diskutiert werden, 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 Innovationsreports

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

Quelle: IZT

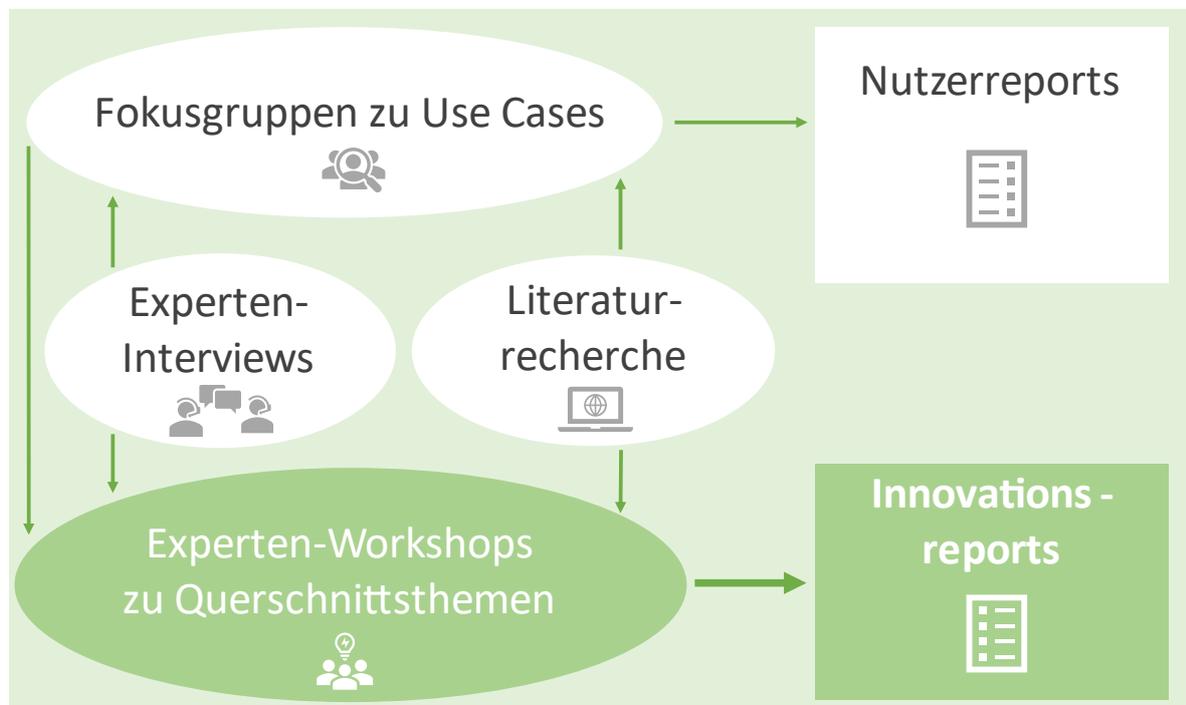
Die im vorliegenden Innovationsreport „Produktnutzungssysteme, Wirtschaftsakteure und Geschäftsmodelle im Umfeld einer digitalisierten Landwirtschaft“ diskutierten Fragestellungen lauten wie folgt:

- Wie verändert sich die Vernetzung des Landwirts im Hinblick auf die Wertschöpfungskette? Welche Produktnutzungssysteme, Dienstleistungen und Wirtschaftsakteure spielen eine wichtige Rolle? Welche datenbasierten Geschäftsmodelle bilden sich heraus?
- Entstehen im Zuge der Digitalisierung Abhängigkeiten für den Landwirt? Welche Auswirkungen haben diese Abhängigkeiten auf die Entscheidungsfindung von Landwirten? Wirken sich Abhängigkeiten negativ auf die Resilienz der Landwirtschaft aus? Wie lässt sich Resilienz schaffen?
- Welche Entwicklungen gibt es bezüglich der Anforderungen an den Landwirt? Ist eine Neuausrichtung der Landwirtschaft notwendig?
- Welche Anforderungen an die Politik lassen sich ableiten, um die Entstehung und erfolgreiche Etablierung neuer Geschäftsmodelle zu unterstützen?

## 1.2 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 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 in die Auswertung ein (siehe Abbildung 2):

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



Quelle: IZT

Der Innovationsreport ist wie folgt gegliedert: Nach einer historischen Einordnung und begrifflichen Klärung der „Digitalisierung der Landwirtschaft“, wie sie dem vorliegenden Innovationsreport zugrunde liegt (Kapitel 2) wird die Einbindung der Landwirte und anderer Akteure in die landwirtschaftliche Wertschöpfungskette im Zuge der Digitalisierung diskutiert (Kapitel 3). Daran anschließend wird zunächst darauf eingegangen, wie die Digitalisierung bestehende Geschäftsmodelle rund um die Landwirtschaft verändern und ggf. auch unterstützen kann (Kapitel 4). Kernstück des Reports sind die Ausführungen zu neuen Geschäftsmodellen im Kontext einer digitalisierten Landwirtschaft, wobei Farmmanagementinformationssysteme zunächst im Vordergrund stehen (Kapitel 5) und danach auf Drohnenservice, Kartierungsservice, Feldrobotik-Verkauf bzw. -Service und Onlinehandel für die Landwirtschaft thematisiert werden (Kapitel 6). Die Darstellungen beinhalten jeweils die Anwendungsbereiche

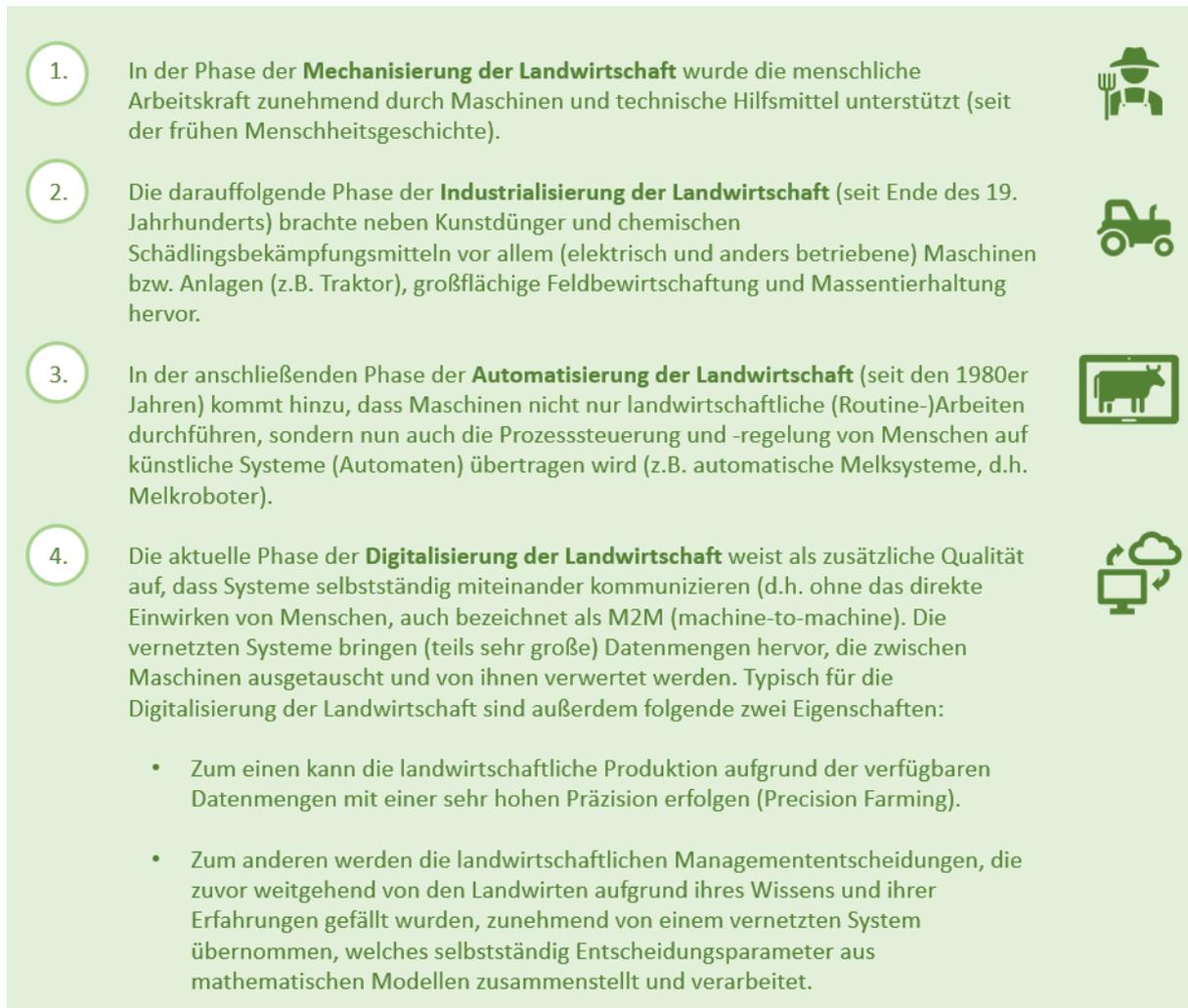
und Leistungen, Zielgruppen/Nutzer und Zusatznutzen sowie Anbieter und Finanzierungsmodelle des jeweiligen Geschäftsmodells. Der Innovationsreport endet mit einem Fazit zur Frage, wie die Entwicklung und Ausbreitung neuer, datenbasierter Geschäftsmodelle rund um die Landwirtschaft gelingen kann (Kapitel 7). Im Anhang befindet sich eine tabellarische Auflistung exemplarischer Veröffentlichungen sowie eine Tabelle mit Geschäftsmodellen, welche die oben genannten Aspekte zu den Geschäftsmodellen thematisiert.

## **2 Digitalisierung der Landwirtschaft: Einordnung und Fokus**

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).

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) betont 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.

Abbildung 3: Einordnung der Digitalisierung in die landwirtschaftliche Entwicklungsgeschichte



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

<sup>1</sup> 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 Produktnutzungssysteme, Wirtschaftsakteure, Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle einer digitalisierten Landwirtschaft**

#### **3.1 Produktnutzungssysteme und Wirtschaftsakteure im Umfeld einer digitalisierten Landwirtschaft**

Unter einem Produktnutzungssystem wird ein Produkt im Kontext seines realisierbaren Nutzens (Nutzer:innenperspektive) und unter Berücksichtigung von mit dem Produkt verbundenen Dienstleistungen verstanden. Ein Produktnutzungssystem wird auch als eine marktfähige Kombination von Produkt(en) und Dienstleistung(en) bezeichnet. Der Begriff findet sich insbesondere in Veröffentlichungen, welche die Reduktion von produktbezogenen Umweltbelastungen thematisieren (Birter 2001; Pastewski 2011). Da Dienstleistungen im Kontext einer digitalisierten Landwirtschaft eine besondere Rolle spielen, erscheint das Konzept des Produktnutzungssystems hilfreich zur Untersuchung von Veränderungen der produktbezogenen und teils auch der produktbezogenen Interaktionen der Landwirtschaftsbetriebe. Dabei treten die Landwirtschaftsbetriebe als *Nutzer:innen* digitalisierter Landmaschinen, Software und Systeme (fließender Übergang zwischen Produkt und Dienstleistung) für unterschiedliche betriebliche Zwecke auf. Landwirtschaftsbetriebe nutzen die digitalen Maschinen, Anwendungen und Systeme bei der Produktion oder auch zur Vermarktung ihrer landwirtschaftlichen Produkte.

Ein Produktnutzungssystem einer digitalisierten Landwirtschaft (Pflanzenproduktion) wird in Abbildung 4 dargestellt. Ersichtlich ist: Im Zuge der Digitalisierung sind zu den etablierten landwirtschaftlichen Zulieferern, Ausstattern und Beratern neue, (vormals) branchenferne Wirtschaftsakteure hinzugekommen. Hierbei handelt es sich vor allem um Technologieunternehmen (und auch Dienstleister), die aus der Digitalbranche und dem Bereich Drohnen und Sensorik stammen. Sowohl die etablierten landwirtschaftlichen Zulieferer und Dienstleister als auch die neu hinzukommenden, ursprünglich landwirtschaftsfernen Wirtschaftsakteure bieten digitalisierte Produkte und Dienstleistungen für Landwirtschaftsbetriebe und Lohnunternehmen an (siehe auch Michelsen und Urhahn 2019; Roosen 2017; Kehl et al. 2021a).

Die Lohnunternehmen fungieren wie die Landwirtschaftsbetriebe als Produktnutzende und Inanspruchnehmende von Dienstleistungen. Darüber hinaus sind sie gleichzeitig Dienstleister, an welche die Landwirtschaftsbetriebe einen Teil ihrer Tätigkeiten „auslagern“, um so die dafür benötigte digitalisierte Technik nicht selbst anschaffen und entsprechendes Knowhow (Arbeitskräfte) nicht selbst vorhalten zu müssen. Lohnunternehmen kann somit eine besondere Offenheit gegenüber digitalisierten Landmaschinen, Software und Systemen unterstellt werden (Kehl et al. 2021b, 2021a).

Abbildung 4: Allgemeines Produktnutzungssystem einer digitalisierten Landwirtschaft (Pflanzenproduktion)



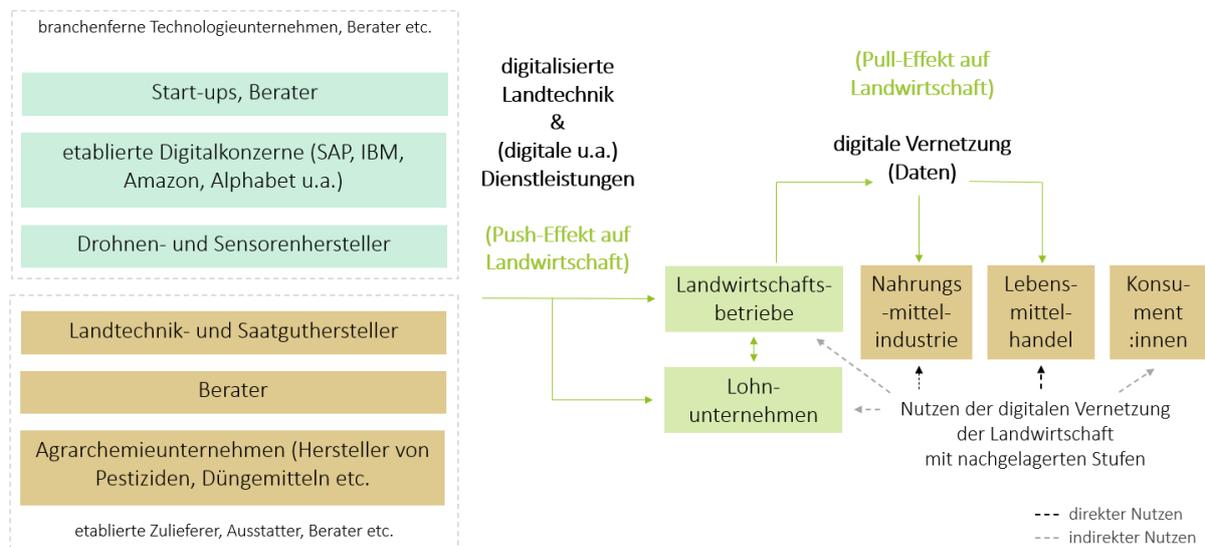
Quelle: eigene Darstellung

Genutzt werden die digitalisierten Landmaschinen und Systeme etc. (in Verbindung mit Dienstleistungen) von der Landwirtschaft (inkl. Lohnunternehmen), um Entscheidungen auf einer besseren Informationsgrundlage zu fällen sowie flexibler, effizienter und unter verbesserten Arbeitsbedingungen tätig zu sein. Ein relevanter Nutzen kann für die Betriebe auch daraus erwachsen, dass behördliche Nachweise (hinsichtlich Umweltvorgaben) erleichtert werden. Auch können durch digitale Vermarktungswege neue Märkte bzw. Kund:innen erschlossen werden (vgl. Innovationsreport „Betrieblicher Nutzen“ und Innovationsreport „Ökologische Effekte“).

### 3.2 Wertschöpfungsketten einer digitalisierten Landwirtschaft

Mit dem Modell der Wertschöpfungskette bzw. Lieferkette (siehe Abbildung 5) lässt sich illustrieren, dass es vor allem die der Landwirtschaft *vorgelagerten* Wertschöpfungskettenstufen sind, die zur Digitalisierung der Landwirtschaft beitragen (etablierte und branchenferne Technikhersteller und Dienstleister). Der Landwirtschaft *nachgelagerte* Stufen wirken ebenfalls auf die Digitalisierung der Landwirtschaft ein, indem sie beispielsweise digitale Informationssysteme einführen, die ihnen mehr Informationen über die Produkteigenschaften und die Produktherkunft zur Verfügung stellen. Einen unmittelbaren Nutzen hieraus ziehen vor allem die Nahrungsmittelindustrie und der Lebensmittelhandel (sowie nachgelagert indirekt die Kund:innen). Für Landwirtschaftsbetriebe entsteht ein indirekter Nutzen, indem sie gegenüber ihren Mitbewerbern Vorteile beim Verkauf ihrer Produkte erzielen können (da sie die gewünschten Informationen liefern und sofern ihre Produkte sich durch erwünschte Eigenschaften auszeichnen).

Abbildung 5: Allgemeine Wertschöpfungskette bzw. Lieferkette einer digitalisierten Landwirtschaft (Pflanzenproduktion)



Quelle: eigene Darstellung

### 3.3 Digitale Geschäftsmodelle in der Landwirtschaft – ein Überblick

Generell können die folgenden fünf Typen digitaler Geschäftsmodelle unterschieden werden (vbw 2017). Bezogen auf die Landwirtschaft ergeben sich folgende Anwendungsfälle für Geschäftsmodelle, die in der Praxis teils miteinander verbunden sind:

- *Smart Products und hybride Geschäftsmodelle:* smarte Landmaschinen, z.B. (teil-)autonom fahrende landwirtschaftliche Fahrzeuge/Maschinen, teils in Verbindung mit Smart Services
- *Smart Services (datenbasierte Dienstleistungen und Software):* Farmmanagementinformationssysteme (FMIS)
- *Kollaborative Geschäftsmodelle:* Nutzung smarterer Lösungen für die Zusammenarbeit in Vertriebsgemeinschaften oder Anbauverbänden, z.B. durch eine gemeinsame Datenplattform
- *Sharing Economy:* Nutzung von smarten Lösungen für Maschinenringe etc.
- *Onlinebasierte Vertriebswege:* Onlinehandel für Landwirtschaftsbetriebe, Onlinevertrieb von Produkten der Landwirtschaftsbetriebe

Für die nähere Untersuchung im vorliegenden Report wurden Anwendungsfälle ausgewählt, die alle o.g. Typen (mehr oder weniger tiefgreifend) aufgreifen. So sind Smart Products und hybride Geschäftsmodelle ein typisches Beispiel dafür, dass sich bestehende Geschäftsmodelle durch die Digitalisierung verändern. Kollaborative Geschäftsmodelle und Sharing Economy scheinen in der Landwirtschaft mit Blick auf mögliche Anwendungsfelder eher ein Nischendasein zu führen (was sich langfristig ggf. ändern könnte). Ein besonderer Fokus des Reports liegt stattdessen auf Farmmanagementinformationssystemen (FMIS), da diese Smart Services die landwirtschaftliche Praxis grundlegend verändern können (Precision Farming). Gleiches gilt für den Drohnenservice/Kartierungsservice und den Feldrobotik-Verkauf bzw. Service. Der Onlinehandel für die Landwirtschaft setzt zwar am bestehenden Geschäftsmodell des Landhandels an, wird aber überwiegend durch neue Anbieter (Start-ups) umgesetzt. Auch

verändern sich die die Angebotspaletten, die Kundenkreise, der Recherche- und Kaufvorgang und der Kundennutzen tiefgreifend (im Vergleich zum analogen Landhandel).

## 4 Digitale Veränderung und Unterstützung bestehender Geschäftsmodelle

Die Digitalisierung führt nicht nur zur Entstehung neuer Geschäftsmodelle, d.h. einer neuen Art und Weise, um Kundenbedürfnisse zu befriedigen und dabei betriebliche Einkünfte zu generieren. Sie verändert auch die bestehenden Geschäftsmodelle. Besonders deutlich wird dies darin, dass Landtechnikhersteller zunehmend digitalisierte Landtechnik produzieren und anbieten (in Kapitel 3.3 als Smart Products beschrieben). Damit einher geht, dass Landtechnikhersteller bzw. -anbieter im Zuge der Digitalisierung immer mehr zum Anbieter von Produkt-Dienstleistungs-Paketen werden (Bauer 2018). Somit tritt eine Verschmelzung von (Smart) Products und Smart Services ein.

Auch für Hersteller und Anbieter von Pflanzenschutzmitteln und Saatgut trifft die zunehmende Verbindung ihrer „klassischen“ Produkte mit Smart Services zu. So werden die genannten Verbrauchsmittel mit Software bzw. Apps verbunden, die deren optimalem Einsatz dienen (z.B. Präzisionslandwirtschaft). Inwieweit dieser optimierte Einsatz (hinsichtlich der Gesamtmenge sowie der Verteilung einer gegebenen Menge auf den Ackerflächen) zu einem geringeren Verbrauch (und folglich Absatz) der Pflanzenschutzmittel bzw. des Saatguts führen, bleibt dabei offen. Wenn ein (aus Sicht der Landwirtschaftsbetriebe und mit Blick auf die Umwelt wünschenswerter) geringerer Verbrauch eintritt, können die Angebote der Smart Services die resultierenden Absatzeinbußen für die o.g. Hersteller und Anbieter kompensieren (Michelsen und Urhahn 2019; Benning 2020).

Auch kann die Digitalisierung dazu beitragen, dass sich bisher eher in der Nische befindliche Geschäftsmodelle nun deutlich stärker etablieren. Ein Beispiel sind **Pay-per-Use**-Modelle, die Landtechnikhersteller gegenüber ihren Kund:innen verstärkt anbieten (wie auf dem Workshop für den vorliegenden Innovationsreport deutlich wurde). Dabei wird Landtechnik nicht mehr verkauft, sondern je nach Bedarf zur Nutzung überlassen, d.h. vermietet. Der Nutzungsumfang kann mit digitaler Technik präzise und für alle Beteiligten transparent erfasst werden. Er stellt die Grundlage für das berechnete und digital abgerechnete Nutzungsentgelt dar. So sinkt auch der Abwicklungsaufwand für die Maschinenvermietung deutlich. Mit Pay-per-Use-Modellen (praktisch umgesetzt mit einer Buchungs-App) werden auch Maschinenringe deutlich attraktiver, mittels derer u.a. die Nutzung von Maschinen unter den Mitgliedern vermittelt wird (Rähm und Welchering 2019).

Bei den bisherigen Betrachtungen waren die Landwirtschaftsbetriebe in der Rolle der Nutzer. Die Digitalisierung kann aber auch dazu dienen, die Geschäftsmodelle der Landwirtschaftsbetriebe (in der Rolle des Anbieters) zu optimieren, beispielsweise die Direktvermarktung der eigenen Produkte und Dienstleistungen (Hochstöger o.J.). Mit einer Direktvermarktung über das Internet kann eine deutlich größere Reichweite und Kundennähe (vereinfachte Kommunikation) erzielt werden. Dies setzt voraus, dass die Landwirtschaftsbetriebe entweder das erforderliche Knowhow selbst besitzen (um eine digitale Direktvermarktung umzusetzen) oder in kooperative Direktvermarktungsstrukturen mit verfügbarem Knowhow eingebunden sind – oder entsprechende IT-Dienstleistungen in Anspruch nehmen, die sie zu einem Online-Direktmarketing befähigen.

In eine ähnliche Richtung geht die Erwartung, dass Landwirtschaftsbetriebe für die Endabnehmer ihrer Produkte (bzw. von weiterverarbeiteten Produkten/Lebensmitteln) mit der Digitalisierung eine Transparenz über die Wertschöpfungskette der Produkte schaffen können. Die Transparenz kann sich auch auf ökologische Aspekte beziehen, wodurch Kund:innen diese Aspekte besser in ihren Kaufentscheidungen berücksichtigen können (Kliem et al. 2022, S. 50). Gleichzeitig sollen den Landwirtschaftsbetrieben so bessere (detailliertere) Informationen über die Kund:innenbedürfnisse verfügbar gemacht werden. Auf dieser Grundlage können die Landwirtschaftsbetriebe dann anhand von Produktdifferenzierung ihre Geschäftsmodelle (z.B. die Produktpalette) optimieren (Herlitzius 2018).

## 5 Geschäftsmodell Farmmanagementinformationssysteme (FMIS)

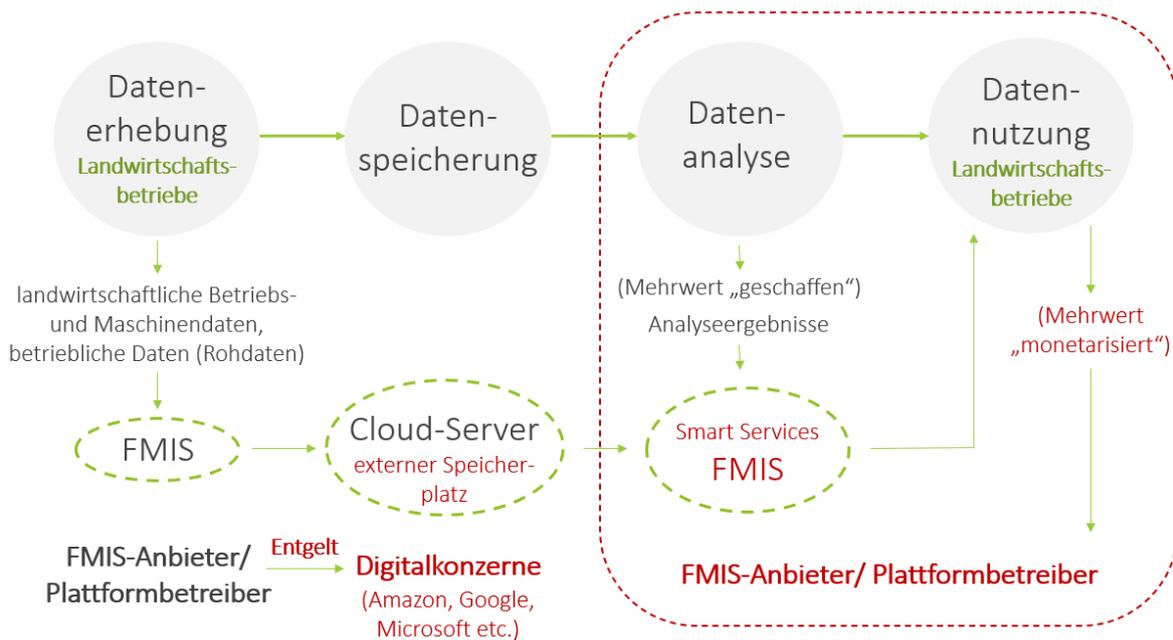
### 5.1 Datenbasierte Wertschöpfung in einem FMIS

Farmmanagementsysteme (in der Literatur vielfach auch als Farmmanagementinformationssysteme (FMIS) bezeichnet) werden als „Dreh- und Angelpunkt der digitalen Wertschöpfung im Bereich der Landwirtschaft“ bezeichnet (Kehl et al. 2021a, S. 65). Sie sind nicht nur auf einzelne landwirtschaftliche Betriebe ausgerichtet, sondern sie unterstützen die (datenbasierten) Interaktionen der Akteure in den landwirtschaftlichen Produktnutzungssystemen und entlang der landwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten.

Ein FMIS stellt ein Softwaresystem (z.B. eine Applikation (App)) dar, welches anhand von (meist großen Mengen an) digitalen Daten betriebliche Entscheidungs- und Arbeitsprozesse eines Landwirtschaftsbetriebes unterstützt bzw. (gänzlich oder teilweise) übernimmt. Das Geschäftsmodell eines FMIS ist demnach datenbasiert und lässt sich anhand eines spezifischen Wertschöpfungskettenmodells für „datenbasierte und datennutzende Geschäftsmodelle“ (Dewenter und Lüth 2018) verdeutlichen. Das Modell orientiert sich an den Verarbeitungsstufen von Daten und besteht aus der Datenerhebung, -speicherung, -analyse und -nutzung. Für ein FMIS kann gezeigt werden, an welchen Datenverarbeitungsstufen eine Wertschöpfung stattfindet (siehe Abbildung 6).

Dem Modell entsprechend speisen Landwirtschaftsbetriebe ihre Daten in ein FMIS ein, um letztendlich einen Nutzen aus den ausgewerteten Daten zu ziehen. Die FMIS-Anbieter zahlen ein Entgelt an Digitalfirmen für die Nutzung von Speicherplatz. Der mit den Analyseergebnissen durch das FMIS geschaffene Mehrwert kann nun wie folgt monetarisiert werden: Landwirtschaftsbetriebe zahlen für die Nutzung des FMIS (d.h. um Analyseergebnisse aus dem FMIS zu erhalten) ein Entgelt an die FMIS-Anbieter (Dienstleister). Denkbar ist auch, dass die FMIS-Anbieter Daten (in unterschiedlichem Zustand und unter bestimmten Voraussetzungen, z.B. anonymisiert, aggregiert, ausgewertet) weiterverkaufen und auf diese Weise Einnahmen erzielen. Die FMIS-Anbieter können die Daten auch nutzen, um ihre Dienste weiter zu verbessern. Außerdem kann das FMIS auch dazu genutzt werden, einen Lock-in-Effekt für Landwirtschaftsbetriebe zu generieren, indem eine Überführung von bereits genutzten oder ausgewerteten Daten in andere Systeme nur mit hohem Aufwand oder ggf. gar nicht möglich ist (Kehl et al. 2021b). Alle genannten Monetarisierungsoptionen können als Teile eines FMIS-Geschäftsmodells aufgefasst werden.

Abbildung 6: Datenbasierte Wertschöpfungskette einer digitalisierten Landwirtschaft (Pflanzenproduktion), angewandt auf ein Farmmanagementinformationssystem (FMIS)



Quelle: eigene Darstellung, unter Verwendung von Dewenter und Lüth 2018; Kehl et al. 2021a

Typisch sind die Datenerhebung direkt im Landwirtschaftsbetrieb, die Speicherung in einer Cloud sowie die Datenauswertung und Ergebnisaufbereitung/-bereitstellung durch ein von einem Dienstleistungsanbieter entwickeltes Tool. FMIS können allein auf einen spezifischen Landwirtschaftsbetrieb bezogen sein (indem die konkreten Gegebenheiten vor Ort analysiert und ausgewertet werden, z.B. auch über längere Zeiträume). Sie können sich in der Auswertungsphase aber auf eine größere Gruppe von Betrieben Bezug nehmen, z.B. bei der Ergebnisbewertung im Sinne von Benchmarks). In solchen Fällen ist es von Vorteil, wenn möglichst viele Landwirtschaftsunternehmen (bzw. sonstige Nutzer) das FMIS nutzen und ihre Daten einspeisen. Hieraus erwächst ein Anreiz für FMIS-Anbieter, möglichst als alleiniger oder als einer von wenigen Anbietern aufzutreten. Entsprechend könnten sich mittelfristig Marktstrukturen herausbilden, die denen in der Digitalwirtschaft ähneln (d.h. eine Marktkonzentration auf wenige dominierende Anbieter, Beispiel: Microsoft und Apple) (Kehl et al. 2021a).

## 5.2 Anwendungsbereiche und Leistungen von FMIS

Der Begriff Farmmanagementinformationssysteme (FMIS) umfasst eine Vielzahl verschiedener digitaler Anwendungen für landwirtschaftliche Betriebe. FMIS können mehr oder weniger umfangreich bzw. komplex sein. Unterstützt werden vor allem Planungs-, Steuerungs-, Kontroll- und Dokumentationstätigkeiten in der landwirtschaftlichen Produktion. Es gibt FMIS für den Pflanzenbau ebenso wie für die Tierhaltung (bzw. teils auch in Kombination). Zu den typischen Anwendungsbereichen im Pflanzenbau gehören u.a. (vgl. Anhang):

- Anbauplanung und -dokumentation,
- Applikationskarten im Bereich Pflanzenschutz,

- Düngebedarfsermittlung und -dokumentation,
- Teilflächenmanagement (z.B. mittels Satellitendaten oder Sensoren zur Pflanzenanalyse),
- Ertragsprognosen,
- Fernerkundung/Luftbilder (auch zur Detektion von Rehkitzen, Wildschäden und Unkrautnestern),
- Auswertung von Wetterdaten,
- Bodenproben,
- Hof- und Feldüberwachung,
- Lagerplanung/Lagerbuch,
- Leitspur- und Maschinenmanagement/Flottenmanagement, Monitoring (mittels GPS),
- Arbeitsdokumentation für Lohnunternehmer.

Aber auch die Pacht- und Flächenverwaltung und eher allgemeine Aspekte des betrieblichen Managements, insbesondere Buchhaltung und Controlling, werden durch FMIS unterstützt. Dazu gehören die Auftragserfassung, Nachweise zur Auftragsabarbeitung, Rechnungsmanagement, Deckungsbeitragsrechnung sowie eine Zeit- und Maschinenplanung/Ressourcenplanung. Unterstützt werden auch Marktrecherchen. Teils werden im Zusammenhang mit den FMIS auch weitere Dienstleistungen oder Produkte angeboten, beispielsweise ein Drohnenservice im Weinbau oder zur Ausbringung von Schlupfwespen zur Bekämpfung des Maiszünslers oder digitale Messtechnik (z.B. zur Kartierung oder Pflanzensensoren).

FMIS im Bereich der Tierhaltung beziehen sich darüber hinaus auf das Fütterungs- und Herdenmanagement (beispielsweise im Zusammenhang mit Fütterungssystemen). Dazu gehören u.a.:

- Berechnungen der Futtermittelzusammensetzung/Rationsberechnung,
- Bewertung der Tiergesundheit, Fruchtbarkeit, Lebensleistung, Klauenpflege,
- Datenbank-Futtermittelrecherchen.

Weitere Anwendungsbereiche für FMIS sind die Qualitätssicherung und Rückverfolgung von Agrarprodukten und der betriebliche Verkauf. Letztere befinden sich überwiegend noch in den Anfängen ihrer Entwicklung (Schulze-Harling 2020; Eckelmann 2020).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass FMIS in den Landwirtschaftsbetrieben (und von einigen anderen Nutzern, siehe Kapitel 5.3) gegenwärtig primär für Zwecke der Dokumentation, des Monitoring und der Planung landwirtschaftlicher Managementprozesse genutzt wird (Munz et al. 2020).

### **5.3 Zielgruppen/Nutzer und Zusatznutzen der FMIS**

Die hauptsächliche (angestrebte) Nutzergruppe der FMIS sind die Landwirtschaftsbetriebe und Lohnunternehmen. Einige FMIS sind auf die spezifischen Bedarfe der Lohnunternehmen ausgerichtet, insbesondere hinsichtlich der Abrechnung und des Nachweises ausgeführter Arbeiten.

Zusätzliche Ziel- bzw. Nutzergruppen von (teils spezifisch ausgerichteten) FMIS umfassen im Bereich der Tierhaltung/Tiergesundheit:

- Fütterungsberater
- Labore

- Tierärzte
- Klauenpfleger
- Berater

Im Pflanzenbau kommen folgende Ziel- bzw. Nutzergruppen hinzu:

- Maschinenringe
- Biogasanlagenbetreiber
- Lebensmittelhersteller
- Bodenprobennehmer (Dienstleister), Labore
- Berater, Verbände

Der Zusatznutzen der FMIS leitet sich stets aus seinen jeweiligen Anwendungsbereichen und Leistungen ab (Kapitel 5.2). Zusammengefasst liegt ein zentraler Nutzen darin, dass durch Informationen eine *bessere Entscheidungsgrundlage* für Landwirtschaftsbetriebe (und andere Akteure) bereitgestellt wird. Beispielsweise schaffen die digitalen Tools und Apps eine verbesserte Transparenz über Arbeitsprozesse und betriebliche Kosten. FMIS unterstützen aber auch das frühzeitige Erkennen von Problemen (z.B. von Krankheiten oder Stresssituationen bei Tieren und Pflanzen) ebenso wie das Finden von passgenauen Lösungen. Im Ergebnis werden bessere Entscheidungen ermöglicht und/oder der (Zeit-)Aufwand für die Entscheidungsfindung reduziert. FMIS können anhand der digitalen Datengrundlagen auch ein besseres *Erfüllen behördlicher Auflagen* ermöglichen.

Eine *Zeitersparnis in betrieblichen Abläufen* ist ein weiterer genereller Nutzen von FMIS, sei es bei Verwaltungsaufgaben (z.B. durch automatisierte Nachweise/Abrechnungen von Leistungen oder Dokumentationsstätigkeiten bzgl. Pflanzenschutz, Düngungen etc. gegenüber Behörden), beim betrieblichen Controlling oder bei der innerbetrieblichen Zusammenarbeit (durch automatisierten Informations- und Datenaustausch). Damit im Zusammenhang steht auch der Nutzen einer Entlastung der Mitarbeitenden. Wenn FMIS direkt an Landmaschinen gekoppelt sind, kommt der Nutzen eines erhöhten Bedienkomforts, des Vermeidens von Unfällen und der Effizienzgewinne durch optimale Maschinensteuerung und maximale Maschinenauslastung hinzu.

Beworben werden FMIS auch damit, dass Saatgut, Düngemittel und Pflanzenschutzmittel eingespart und Erträge gesteigert werden können (u.a. durch Präzisionslandwirtschaft). Ob sich dieser Nutzen im Einzelfall niederschlägt, ist auch stark von der jeweiligen Ausgangssituation abhängig.

## 5.4 Anbieter und Finanzierungsmodelle für FMIS

Zu den Anbietern von FMIS gehören neben zahlreichen unabhängigen neu gegründeten Unternehmen (Agrarsoftwareanbieter) auch solche, die von etablierten Großunternehmen (z.B. Landtechnikherstellern, Chemieunternehmen, (Digital-)Dienstleistern) gegründet wurden. Vielfach bieten aber auch längerfristig existierende Unternehmen (z.B. aus dem Softwarebereich, Marketing/Marktforschung, dem Beratungssektor/Consulting oder dem Landmaschinenbau) selbst FMIS an. Ein weiteres Modell besteht darin, dass große Unternehmen (z.B. Düngemittelhersteller) Agrarsoftware-Start-ups übernehmen. Zu beobachten ist eine Tendenz von vormalis industriell ausgerichteten Unternehmen hin zu einer Erweiterung, die nun auch Dienstleistungssparten umfasst.

Die Finanzierungsmodelle bestehen beispielsweise darin, dass (teils kostenlose) Basisversionen und (kostenpflichtige) Premium- oder Profiversionen von FMIS angeboten werden. Typisch sind auch auf unterschiedliche Bedarfe oder Nutzergruppen zugeschnittene FMIS-Pakete, Module bzw. Apps, die wiederum aus Basismodulen und zubuchbaren Fachmodulen bestehen können. Ein weiteres Finanzierungsmodell beinhaltet das Angebot einer kostenlosen Testphase für ein FMIS.

Die Preise bestehen häufig in Monats- oder Jahresbeträgen. Teils kommen auch einmalige Anschaffungskosten hinzu. Die Höhe der Preise ist teils von der Größe der Landwirtschaftsbetriebe (z.B. Anzahl der Tiere oder Feldgröße) oder auch der Anzahl von Endgeräten im Betrieb abhängig.

## 6 Weitere Geschäftsmodelle: Drohnenservice, Kartierungsservice, Feldrobotik, Onlinehandel

### 6.1 Drohnenservice, Kartierungsservice

#### **Anwendungsbereiche und Leistungen eines Drohnenservice (ggf. in Verbindung mit einem Kartierungsservice)**

Drohnen wurden in Deutschland im Jahr 2020 bei ca. einem Zehntel der Landwirtschaftsbetriebe kommerziell eingesetzt (Rohleder et al. 2020). Beispielhafte Anwendungsbereiche umfassen die *Rehkitzerkennung* vor der Mahd (Schutz von Jungwild) oder die *Ermittlung von Schäden* durch Schwarzwild (Ertragsverluste) – jeweils mittels Kameras bzw. Sensorik an den Drohnen zur optischen Datenerfassung. Hinzu kommen Anwendungen von Drohnen im Zusammenhang mit Precision Farming (Henseling et al. 2022a). Hier werden Ackerflächen kartiert und dokumentiert (*drohnenbasierte Kartierung/Acker Schlagkartei*), um in der Folge eine teilflächenspezifische Bodenbearbeitung (z.B. mittels Übertragung auf ein automatisches Lenksystem zur Ausbringung von Saatgut oder Dünger) durchzuführen (Reger et al. 2018; Henseling et al. 2022a). Ein Anwendungsbereich, der sich teils noch in der Entwicklungsphase befindet, ist das Auffinden von Beikrautnestern auf dem Acker (z.B. Maisanbau), um auf dieser Basis eine teilflächenspezifische Beikrautbekämpfung zu ermöglichen (Henseling und Neumann 2022). Alle diese Anwendungsbereiche befinden sich mit Blick auf die datenbasierte Wertschöpfungskette (Abbildung 6) an ihrem Beginn, d.h. bei der Datenerhebung (in Verbindung mit der Folgestufe der Datenauswertung). Um dies zu ermöglichen, werden die Drohnen mit Kamera- bzw. Sensorsystemen versehen, deren Aufnahmen mit Hilfe einer Bildanalysesoftware ausgewertet werden (Kehl et al. 2021a). Der Kartierungsservice kann auch ein Bestandteil von FMIS sein<sup>2</sup> (siehe Kapitel 4), wird aber auch in Verbindung mit dem Drohnenservice gesondert angeboten (siehe Anhang). Mit der Verbindung von Drohnen- und Kartierungsservice wird der Großteil der datenbasierten Wertschöpfungskette abgedeckt (Datenerfassung, -speicherung und -auswertung, siehe Abbildung 6). Lediglich die Datennutzung verbliebe beim Landwirtschaftsbetrieb.

---

<sup>2</sup> Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Kartierung – je nach Anwendungszweck und erforderlicher Auflösung/Bildgenauigkeit) – teilweise auch anhand von Satellitendaten erfolgen kann.

Der Vollständigkeit halber sollen auch weitere auf dem Markt angebotene Anwendungsbereiche eines Droneservice erwähnt werden, die in der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung liegen. Dazu gehören der Pflanzenschutz und die Düngung per Drohne im Weinbau (vorteilhaft besonders in Steillagen) und das Ausbringen von Schlupfwespen gegen den Maiszünsler (Anhang). Diese Anwendungsbereiche stellen für sich genommen eine Automatisierung landwirtschaftlicher Tätigkeiten (und nicht notwendigerweise eine Digitalisierung) dar, sofern keine digitalen Daten erhoben und verarbeitet werden.

### **Zielgruppen/Nutzer und Zusatznutzen eines Droneservice (ggf. in Verbindung mit einem Kartierungsservice)**

Zielgruppen bzw. Nutzer eines Droneservice sind Landwirtschaftsbetriebe, die eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung durchführen möchten (oder im Weinbau tätig sind oder Pflanzenschutz im Maisanbau vornehmen).

Der Zusatznutzen (bezogen auf Bilddatenerhebungen mittels Drohnen) liegt darin begründet, dass – im Vergleich zu Satellitendaten – mit Kameras an Drohnen eine deutlich höhere Auflösung der Bilddaten erzielt wird. Mittels Drohnen können die Daten außerdem auch bei bewölktem Wetter erhoben werden. Gewonnen werden können Informationen zum Gesundheitszustand von Pflanzen, zu Stressfaktoren, aber auch zur Wuchshöhe der Pflanzen, zur Biomasseentwicklung oder zum Bodenbedeckungsgrad, die stets mit genauen Standortdaten verbunden sind (Kehl et al. 2021a). Auf dieser Basis kann eine teilflächenspezifische Bodenbearbeitung (Precision Farming) stattfinden.

Da die Bedienung bzw. Steuerung von Drohnen in Verbindung mit Kameratechnik und die Datenauswertung besondere Kenntnisse erfordert, erscheint ein Droneservice gegenüber dem Erwerb von Drohnen (und verbundener Digitaltechnik/Kamera/Sensoren sowie Auswertungssoftware) vorteilhaft für Landwirtschaftsbetriebe, die den Aufwand des Erwerbs und entsprechenden Erlernens (Schulung, Drohnenführerschein) vermeiden wollen.

### **Anbieter und Finanzierungsmodelle für einen Droneservice (ggf. in Verbindung mit einem Kartierungsservice)**

Ein Drohnen- und Kartierungsservice wird von Agrarsoftwareanbietern und sonstigen Beratungs- und Dienstleistungsunternehmen angeboten. Im Weinbau und im Pflanzenschutz beim Maisanbau wird der Droneservice von Lohnunternehmen erbracht. Angaben zu Nutzungsentgelten bzw. Finanzierungsmodellen liegen nicht vor.

## **6.2 Feldrobotik-Verkauf bzw. Service**

### **Anwendungsbereiche und Leistungen der Feldrobotik**

Robotik (d.h. Melk- und Feldrobotik) kam im Jahr 2020 bei gut einem Zehntel der Landwirtschaftsbetriebe in Deutschland zum Einsatz (Rohleder et al. 2020). Während Melkroboter als etabliert gelten können, stellt Feldrobotik weiterhin eine Marktnische dar. Eher wenige Feldroboter können bereits erworben werden; weitere (insbesondere vollautomatisierte Feldroboter) befinden sich in der Produktentwicklung (Henseling et al. 2022b). Hier besteht weiterhin ein Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Einschätzungen zu ihrer zukünftigen Entwicklung reichen von einer Erwartung von erheblichen

Veränderungen der landwirtschaftlichen Praxis durch Feldroboter (Ruckelshausen 2019; Economist 2016; Rohleder et al. 2020) bis zu eher zurückhaltenden Erwartungen (Schneider 2017). Inwieweit sich Feldrobotik zukünftig in der Landwirtschaft etablieren wird, wird daher als noch weitgehend offen angesehen. Maßgebliche Einflussfaktoren auf eine mögliche zukünftige Nachfrage nach Feldrobotik sind die Verfügbarkeit von Arbeitskräften (und die resultierende Motivation, Arbeitskräfte durch Feldroboter zu ersetzen) und das Potential von Feldrobotik, die Arbeiterledigungskosten zu senken (stark verbunden mit den Anschaffungspreisen) (Rübke von Veltheim et al. 2019).

Mit Blick auf die datenbasierte Wertschöpfungskette (Abbildung 6) decken autonome Feldroboter die gesamte Wertschöpfungskette – inkl. Datenerhebung (mit Sensorik), Datenanalyse und -nutzung – ab, indem sie die erhobenen Daten eigenständig verwerten und in ackerbauliche Tätigkeiten umsetzen. Anwendungsbereiche von Feldrobotik liegen aktuell vor allem im Bereich der Aussaat, der mechanischen Unkrautbekämpfung und des Sprühens von Pflanzenschutzmitteln, aber auch der Ernte von Spargel und Obst (in Plantagen). Grundsätzlich sind Feldroboter (aktuell oder absehbar) allgemein für Getreide, Gemüse, Reihenkulturen, Beeren, Gräser, Hopfen sowie im Weinbau, Obstbau und in Baumschulen für folgende Tätigkeiten einsetzbar (s. Anhang):

- Erhebung von Pflanzenmerkmalen (Bonitur)
- Bodenprobenentnahme
- Saatbettbereitung, Aussaat/Bepflanzung
- Hacken, Jäten, Eggen
- Pflanzenschutz/Spritzen, Mulchen in Dauerkulturen
- Ernte von Sonderkulturen
- Landmanagement
- Transport

Im Entstehen befindliche Geschäftsmodelle beziehen sich zunächst auf den Verkauf (und ggf. die Miete) von Feldrobotern (inkl. Service) – ähnlich wie dies für Traktoren und andere Landmaschinen etabliert ist.

### **Zielgruppen/Nutzer und Zusatznutzen der Feldrobotik**

Zielgruppen für die Nutzung von Feldrobotik (Verkauf oder Service) stellen Landwirtschaftsunternehmen und Lohnunternehmen dar. Da Feldroboter tendenziell eher kleinere Maschinen sind, gibt es die Erwartung, dass insbesondere kleinere Landwirtschaftsbetriebe und die (arbeitskräfteintensiven) Betriebe des Obst- und Gemüseanbaus als Nutzer infrage kommen (eine entsprechende technische und Marktreife sowie Preisgestaltung vorausgesetzt) (King 2017).

Als Zusatznutzen werden ein geringerer Bedarf an Arbeitskraft und eine höhere (zeitliche) Flexibilität herausgestellt. Dieser Nutzen schlägt besonders dann zu Buche, wenn die bisherige Arbeitsausführung mit einem starken Personalbedarf einherging, wie es für Sonderkulturen typisch ist. Auch die geringere Bodenverdichtung durch den Einsatz von Feldrobotik stellt einen Zusatznutzen dar (Umweltnutzen und betrieblicher Nutzen), sofern die Feldroboter eher kleine, leichte Landmaschinen sind. Sofern Feldroboter als Schlepper fungieren (z.B. einer Scheibenegge zur Stoppelbearbeitung auf dem Acker), sind sie größer (und entsprechen einem mittelgroßen Radtraktor), grenzen sich aber dennoch von selbstfahrenden Großtraktoren ab (Meyer 2021). In diesem Fall ist der Zusatznutzen durch vermiedene Bodenverdichtung tendenziell kleiner.

Sofern (vor allem eher kleinere) Feldroboter elektrisch betrieben werden, könnte die benötigte Energie in den Landwirtschaftsbetrieben erzeugt werden (beispielsweise zukünftig mittels Agri-PV-Anlagen, die seit einigen Jahren in Pilotprojekten erprobt werden). Hieraus würde eine Unabhängigkeit von (absehbar hohen) Energiepreisen (Strom) erwachsen.

### **Anbieter und Finanzierungsmodelle der Feldrobotik**

Bereits in Ansätzen vorhanden ist ein Feldrobotik-Service durch ursprünglich landwirtschaftsfremde Unternehmen (ggf. Start-ups) – nach einem ähnlichen Muster, wie er sich in Teilen für Agrardrohnen aktuell herausbildet (siehe Anhang). Wie beim Droneservice findet sich auch bei der Feldrobotik eine Verknüpfung von Maschinen und datenbasiertem Service. Ein angedachtes Zahlungsmodell für die Vermietung von Feldrobotern ist „Pay-per-Use“, d.h. die Zahlung in Abhängigkeit vom Nutzungsumfang. Dieser wird anhand von Sensoren ermittelt und in einer Datencloud verarbeitet (Rübke von Veltheim 2021). Denkbar ist eine zukünftig verstärkte Nutzung von Feldrobotern durch Lohnunternehmen – und entsprechend ihr Angebot von Agrarleistungen an Landwirtschaftsbetriebe. Damit würden verstärkt landwirtschaftliche Arbeiten von Landwirtschaftsunternehmen an Dritte ausgelagert. Dadurch erwächst eine verstärkte Abhängigkeit von diesen Dritten, die durch die datentechnische Verflechtung verstärkt wird.

Inwieweit Landtechnik-Hersteller zukünftig auch Feldrobotik in ihr Produktportfolio übernehmen werden, ist gegenwärtig noch unklar. Insgesamt werden sie als eher zurückhaltend beschrieben – mit Verweis darauf, dass Feldrobotik den etablierten Geschäftsmodellen großer Landtechnikhersteller (schwere, große Technik) eher entgegenläuft. Erkennbar ist ein verstärktes Engagement etablierter Landtechnik-Hersteller in der Entwicklung (mit dem unterstellten Ziel eines späteren Verkaufs) von größeren Feldrobotern (Schleppern).

## **6.3 Onlinehandel für die Landwirtschaft**

### **Anwendungsbereiche und Leistungen des Onlinehandels**

Internetbasierte Onlinehandelsplattformen („digitaler Marktplatz“) für die Landwirtschaft bieten entweder eine breite Vielfalt an Agrartechnik und Verbrauchsmitteln (Pflanzenschutzmittel, Saatgut, Düngemittel etc.) an oder sie sind auf landwirtschaftliche Ernteerzeugnisse bzw. Agrarrohstoffe spezialisiert (z.B. verschiedene Arten/Sorten von Getreide und Leguminosen). Die Leistung besteht im ersten Fall darin, die Recherche (Produktvergleich) und den Einkauf für Landwirtschaftsbetriebe zu erleichtern (Landwirtschaftsbetriebe als Nachfrager). Im zweiten Fall geht es darum, Angebote landwirtschaftlicher Erzeugnisse einer großen Zahl an Interessenten zu präsentieren und eine Plattform für die Recherche und Kommunikation zwischen Anbieter und Nachfrager zur Verfügung zu stellen (Landwirtschaftsbetriebe als Anbieter) (Bauernverband Hamburg e.V. o.J.).

Langfristig wird in Betracht gezogen, dass Farmmanagementinformationssysteme (siehe Kapitel 4), die die Bedarfe an Saatgut, Pflanzenschutzmitteln etc. ermitteln, auch direkt die Produktbestellungen in Online-Shops für die Landwirtschaftsbetriebe automatisiert durchführen könnten (Ackermann et al. 2018).

## **Zielgruppen/Nutzer und Zusatznutzen des Onlinehandels**

Onlinehandelsplattformen, die landwirtschaftliche Maschinen und Verbrauchsmittel anbieten, richten sich an landwirtschaftliche und ähnliche Betriebe (z.B. teils auch in der Forstwirtschaft). Der primäre Nutzen für diese Zielgruppen besteht in einem erleichterten Zugang zu einer großen Produktvielfalt (inklusive Produkt- und Preisvergleich) und in vereinfachten Einkaufsprozessen.

Zielgruppen der Onlinehandelsplattformen, auf denen Landwirtschaftsbetriebe ihre Ernteerzeugnisse anbieten und verkaufen können, sind nicht nur die Landwirtschaftsbetriebe, sondern auch die Nachfrageseite (Industrie, landwirtschaftlicher Fachhandel). Der Zusatznutzen besteht für die Landwirtschaftsbetriebe in einer erhöhten Sichtbarkeit bei potentiellen Nachfragern und dementsprechend eines erweiterten Vermarktungsradius.

Generell steigt auch die Marktpreistransparenz für Anbieter (Landwirtschaftsbetriebe) und Nachfrager (Industrie). Hinzu kommen vereinfachte Kommunikationsprozesse. All dies sind typische Zusatznutzen, die grundsätzlich von Onlinehandelsplattformen ausgehen (Deutsch et al. 2020; Ackermann et al. 2018).

## **Anbieter und Finanzierungsmodelle des Onlinehandels**

Anbieter sind in der Regel Start-ups, die Knowhow aus dem digitalen Bereich und dem Landhandel (z.B. Getreide- und Ölsaatenhandel) verbinden. Sie finanzieren sich – wie im Handel generell üblich – über einen prozentualen Anteil am Preis der verkauften Produkte (Handelsspanne).

# **7 Digitalisierung: Wie kann die Entwicklung und Ausbreitung neuer datenbasierter Geschäftsmodelle rund um die Landwirtschaft gelingen?**

## **Vorbemerkung**

Hinter der Fragestellung, wie eine dynamische Ausbreitung datenbasierter Geschäftsmodelle in der Landwirtschaft gelingen kann, steht die Annahme, dass diese Geschäftsmodelle für die Landwirtschaftsbetriebe (und auch für Gesellschaft und Umwelt) vorteilhaft sind – bzw. ein solches Potential besitzen. Damit sollen die in der Literatur diskutierten Risiken bzw. mögliche (oder bereits ersichtliche) negative Auswirkungen der Digitalisierung der Landwirtschaft (z.B. eine datenbasierte Abhängigkeit der Landwirtschaftsbetriebe von Großkonzernen) nicht ignoriert werden. Vielmehr liegt der Fragestellung der Ansatz zugrunde, dass die datenbasierten Geschäftsmodelle so ausgestaltet werden *können*, dass sie in der oben beschriebenen Weise nutzenstiftend sind – und gleichzeitig negative Entwicklungen vermieden werden. Hier spielen die gesetzlichen Rahmenbedingungen eine prägende Rolle. Auf sie wird im Verlauf des Kapitels eingegangen und es sei zur Vertiefung auf das Innovationspapier zu den politischen Rahmenbedingungen<sup>3</sup> verwiesen.

---

<sup>3</sup> Innovationsreport „Beschleunigte Digitalisierung der Landwirtschaft: Wozu und welche politischen Rahmenbedingungen sind wirksam bzw. erforderlich“

Die nachfolgend dargestellten vier Lösungsansätze ergänzen sich gegenseitig:

### **Lösungsansatz 1: Schaffung bzw. Ausweitung des Bedarfs an neuartiger Landtechnik sowie Smart-Farming-Services/Systemen**

Neue Geschäftsmodelle entstehen durch die Digitalisierung der Landwirtschaft, sofern es – generell gesprochen – einen Bedarf an neuen Produkten, Dienstleistungen, Anbietern, Kunden bzw. der Art und Weise ihrer Interaktion gibt. Solche Bedarfe entstehen beispielsweise, indem die Landwirtschaftsbetriebe neue Anforderungen an ihre Produktionsprozesse oder ihre Produkte erfüllen müssen. Ein Beispiel sind Dokumentationspflichten und/oder Begrenzungen zu den ausgebrachten Mengen an Düngemitteln oder Pflanzenschutzmitteln. Auch indem die Umweltkosten (externe Kosten) der Landwirtschaft mit umweltpolitischen Instrumenten (zumindest in Teilen) auf die Landwirtschaft umgelegt werden, können gute Ausgangsbedingungen für neue Geschäftsmodelle geschaffen werden. So werden Dokumentationsdienstleistungen sowie auch Technologien und Dienstleistungen für eine Präzisionslandwirtschaft lukrativer für Landwirtschaftsbetriebe (FMIS, Drohnenservice, Kartierungsservice).

Auch veränderte Marktbedingungen, z.B. teurere Rohstoffe (z.B. Düngemittel) stellen einen Anreiz für Landwirtschaftsbetriebe dar, diese möglichst sparsam zu verwenden oder nach Alternativen zu suchen. So könnten beispielsweise Hacktechniken zur Beikrautreduzierung eher zu einer wirtschaftlichen Handlungsoption für Landwirtschaftsbetriebe werden. Gleiches gilt für steigende Löhne, die eine Automatisierung (ggf. auch Robotisierung) in der Landwirtschaft als Handlungsoption aufwerten.

### **Lösungsansatz 2: Klare und vereinfachte Regelungen der datenbasierten Geschäftsbeziehungen**

In den Workshops und Fokusgruppen, die im Rahmen des Projekts Agro-Nordwest durchgeführt wurden, wurde deutlich, dass offene Fragen bzw. Unklarheiten bei den Landwirtschaftsbetrieben zur Ausgestaltung von Verträgen zur Datennutzung ein Hindernis darstellen, das einer Ausbreitung von FMIS und anderen Smart Services im Wege steht. Da diese Dienstleistungen häufig den Rahmen des einzelnen Landwirtschaftsbetriebs überschreiten und mehrere Akteure des Produktnutzungssystems umfassen, sind entsprechend auch diese Akteure in den vertraglichen Regelungen zu berücksichtigen (direkt oder indirekt). Auf Basis des existierenden Rechtsrahmens der EU wäre es förderlich, Fragen der Datenhoheit und des Datenschutzes nicht nur bilateral, sondern mittels Musterverträgen etc. zu klären. Dabei sind die besonderen Anforderungen an den Umgang mit betriebsbezogenen Daten ein Themenschwerpunkt (zusätzlich zum Umgang mit personenbezogenen Daten). Offene Fragen gibt es auch hinsichtlich des ökonomischen Wertes der betrieblichen Daten der Landwirtschaftsbetriebe für Smart-Service-Anbieter und seiner Berücksichtigung in den Geschäftsmodellen. Hinzu kommen Fragen und Klärungsbedarfe zu den Nutzungsrechten an den Daten und den vertraglichen Bedingungen für einen Anbieterwechsel (z.B. hinsichtlich eines möglichen Datenverlustes). Zur Vertiefung dieser Aspekte sei auf den Innovationsreport „Digitalisierte Landwirtschaft: Zwischen Dateneffizienz und Datenoverload“ verwiesen.

### **Lösungsansatz 3: Zuverlässige, wirtschaftliche und kompatible Landtechnik, Software und Systeme**

Damit digitalisierte Landtechnik und Smart Services von den Landwirtschaftsunternehmen zu moderaten Preisen angeschafft sowie wirksam und fehlerfrei funktionieren können, bedarf es zum einen weiterer Forschung und Entwicklung, u.a. in den Bereichen der Sensorik, Datenverarbeitung und Feldrobotik. Zum anderen ist eine stabile und leistungsfähige Mobilfunkanbindung erforderlich, die im ländlichen Raum aktuell so nicht gegeben ist. Um zu ermöglichen, dass die Landwirtschaftsbetriebe Technik und Software unterschiedlicher Hersteller kombinieren oder auch zwischen unterschiedlichen Anbietern wechseln können, müssen Hard- und Software (inkl. Datenformate etc.) untereinander kompatibel sein bzw. es muss Konnektivität zwischen Produkten und Dienstleistungen unterschiedlicher Anbieter gewährleistet sein. Zur Vertiefung dieser Aspekte wird auf den Innovationsreport „Daten, Software, Hardware: Kompatibilität und Sicherheit digitaler Landwirtschaftstechnologien“ verwiesen.

### **Lösungsansatz 4: Kompetenzen in den Landwirtschaftsbetrieben schaffen**

Neue, digitale Geschäftsmodelle setzen an den Bedarfen der Landwirtschaftsbetriebe an, um einen betrieblichen Zusatznutzen zu stiften (Arbeitserleichterung, mehr Flexibilität, Entscheidungsunterstützung etc.). Seitens der Landwirtschaftsbetriebe bedarf es nicht nur der entsprechenden Investitionen und Anschaffungen, sondern auch einer digitalen Kompetenz, die erworben werden muss. Diese ist bereits erforderlich, um eine fundierte Entscheidung über Anschaffungen digitaler Landtechnik und Systeme zu treffen. Innovative Formate für Aus- und Weiterbildung (Schulungen etc.) sind gefragt. Externe Beratungsleistungen ergänzen dabei die eigenen Kompetenzen der landwirtschaftlichen Beschäftigten. Zur Vertiefung dieser Aspekte wird auf den Innovationsreport „Digitalisierte Landwirtschaft zwischen Arbeitsplatzabbau und neuen, qualifizierten Arbeitsplätzen“ verwiesen.

## Anhang: Beispiele für existierende datenbasierte Geschäftsmodelle im Umfeld einer digitalisierten Landwirtschaft

Produkt/Leistungen	Zielgruppen/Nutzer, Anwendungsbereiche	(Zusatz-)Nutzen	Nutzungsentgelt/Finanzierungskonzept	Unternehmens-typ	Name (Unternehmen)	Webseite
<b>Farmmanagementsysteme/FMIS</b>						
Online-Plattform für Fütterungsmanagement (PC, Tablet, Smartphone-App)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Landwirtschaftsunternehmen</li> <li>Fütterungsberater</li> <li>Labore</li> <li>Berechnung der Futtermittelzusammensetzung (Mischwagen)</li> <li>Bewertung der Tiergesundheit</li> <li>Futtermittelrecherchen in Datenbank</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bessere Entscheidungsgrundlage</li> <li>Probleme erkennen und Lösungen finden, Tiergesundheit und Leistung steigern, hohe Fütterungsgenauigkeit</li> <li>Zeitersparnis bei der Zusammenarbeit (im Betrieb, mit Tierarzt etc.), Futterkosten kontrollieren/einsparen, Wettbewerbsfähigkeit</li> </ul>	<p><i>Für Landwirte:</i> App („Starter-Werkzeug):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basisversion kostenlos</li> <li>Premiumversion (Monats- oder Jahresbetrag)</li> </ul> <p>Komplettpaket:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Preisgruppen, abhängig von Anzahl der Tiere</li> </ul> <p><i>Für Berater u. unternehmensangepasste Lösungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Monatsbetrag oder auf Anfrage</li> </ul>	Neugründung (GmbH)	Fodjan	<a href="https://fodjan.com/de">https://fodjan.com/de</a>
Software und Apps für pflanzenbauliche und betriebliche Vorgänge	<p>Landwirtschaftsunternehmen, Lohnunternehmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anbauplanung, Dokumentation, Teilflächenmanagement, Fernerkundung, Bodenproben, Hof- und Feldüberwachung, Maschinenkommunikation,</li> <li>Pacht- und Flächenverwaltung, Controlling,</li> <li>Tierhaltung,</li> <li>Nachhaltigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sparen von Verwaltungsaufwand</li> <li>automatisierte Dokumentation</li> <li>Ertragssteigerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kostenlose Testphase</li> <li>Individuelle Zusammenstellung von Modulen und Apps</li> <li>Angebot von Software, Hardware, Schulungen</li> </ul>	Unternehmen eines etablierten Konzerns mit verschiedenen Geschäftsfeldern	NEXT Farming (FarmFacts GmbH/BayWa AG)	<a href="https://www.nextfarming.de">https://www.nextfarming.de</a>
Software und Apps für Dokumentation, Planung und Verwaltung (Pflanzenbau, Tierhaltung)	<p>Landwirtschaftsunternehmen, Lohnunternehmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ackerschlagkartei; Applikationskarten; Düngbedarfsermittlung; Luftbilder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transparenz über Arbeitsprozesse und Kosten,</li> <li>unterstützt Auflagenerfüllung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kostenloses Basispaket (Ackerschlagkartei)</li> <li>kostenpflichtige Profianwendungen (Preise auf Anfrage)</li> </ul>	Unternehmen eines etablierten Landmaschinen-Herstellers	365 FarmNet (365 FarmNet GmbH/Claas KGaA mbH)	<a href="https://www.365farmnet.com/de">https://www.365farmnet.com/de</a>

Produkt/Leistungen	Zielgruppen/Nutzer, Anwendungsbereiche	(Zusatz-)Nutzen	Nutzungsentgelt/Finanzierungskonzept	Unternehmens-typ	Name (Unternehmen)	Webseite
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierhaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spart Geld und Zeit (Verwaltungsaufwand, Dokumentation)</li> </ul>				
Software für für pflanzenbauliche und betriebliche Vorgänge	<p>Landwirtschaftsunternehmen, Lohnunternehmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auftragserfassung, Rechnungsmangement,</li> <li>• Zeit- und Maschinenplanung, Flottenmanagement/GPS-Tracking,</li> <li>• Ackerschlagsverwaltung/Ackerschlagskartei, Düngebedarfsermittlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitersparnis/Entlastung, Effizienz, einfaches Datenmanagement, Mehrertrag und Düngemittelleinsparungen</li> <li>• Schnittstelle zu anderen Systemen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jährliche Nutzungsgebühr</li> <li>• monatlicher Betrag pro aktivem Gerät</li> </ul>	Dienstleistungsunternehmen (Software, Marketing, Beratung)	Agrarmonitor (betriko GmbH)	<a href="https://www.agrarmonitor.de">https://www.agrarmonitor.de</a>
Software für Farm-Management und Transportlogistik	<p>Landwirtschaftsunternehmen, Lohnunternehmen, Maschinenringe, Biogasanlagen, Lebensmittelhersteller:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposition von Maschinen und Mitarbeitern,</li> <li>• Nachweise zur Auftragsabarbeitung, Ressourcenplanung, Auftragserfassung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitersparnis/Entlastung, Effizienz, einfaches Datenmanagement</li> <li>• sichere Datenhaltung</li> <li>• Möglichkeit des Customizing</li> <li>• herstellerunabhängige Lösung</li> </ul>	Monatslizenz oder Jahreslizenz, jeweils pro Endgerät	Unternehmen eines Medien-, Dienstleistungs- und bildungskonzerns	farmpilot (Arvato Systems GmbH/Bertelsmann SE & Co. KGaA)	<a href="https://www.arvato-systems.de/farpilot">https://www.arvato-systems.de/farpilot</a>
Software und Schulungen für Betriebsmanagement in Tierproduktion, Ackerbau, Beratung	<p>Landwirtschaftsunternehmen, Tierärzte, Klauenpfleger, Berater:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlling: Gesundheit, Fruchtbarkeit, Lebensleistung etc.; Klauenpflege; Rationsberechnung),</li> <li>• Teilflächenmanagement, Erntejahr- und Kostenplanung, Pacht- und Flächenverwaltung, Lagerkonnektivität</li> <li>• Managementberatung / Integrierte Tierärztliche Bestandsbetreuung, Buchhaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterstützung beim Meldewesen</li> <li>• vielfältige Auswertungen</li> <li>• Schnittstellen zu herstellerunabhängigen Melk- und Sensortechniken</li> </ul>	k.A.	Dienstleistungsunternehmen für die Landwirtschaft (1991 gegründet)	dsp-Agrosoft (Dsp-Agrosoft GmbH)	<a href="https://www.dsp-agrosoft.de">https://www.dsp-agrosoft.de</a>
Schlagkartei-Komplettlösung für Acker, Grünland und Gemüse; Software für Rechnungsverwaltung, Herdenmanagement	<p>Landwirtschaftsunternehmen, Lohnunternehmer, Bio-Hof:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inkl. Düngebedarfsermittlung, Düngedokumentation und Stoffstrombilanz, Deckungsbeitragsrechnung, Lagerbuch, etc.</li> <li>• Gesundheit, Milchleistung etc.</li> </ul>		unterschiedliche Softwarepakete (und Preise) je nach Unternehmensgröße (mittelgroße Betriebe; Großbetriebe/ Gemeinschaften) sowie für biologische Betriebe	Unabhängiger Agrarsoftwareanbieter (1986 gegründet)	Myfarm24 (Helm)	<a href="https://helm-software.de">https://helm-software.de</a>

Produkt/Leistungen	Zielgruppen/Nutzer, Anwendungsbereiche	(Zusatz-)Nutzen	Nutzungsentgelt/Finanzierungskonzept	Unternehmens-typ	Name (Unternehmen)	Webseite
Software, Dienstleistungen, Schlupfwespen	Landwirtschaftsunternehmen, Lohnunternehmer, Maschinenringe, Berater, Bodenprobennehmer, Labore, Genossenschaften, Verbände: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ackerschlagkartei,</li> <li>• Auftragsmanagement, Verwaltung,</li> <li>• Düngbedarfsermittlung, Precision Farming/Applikationskarten;</li> <li>• Agrarberatung; Drohnenservice (Wein);</li> <li>• Trichogramma (Maiszünsler)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterstützung von Betriebsprüfungen zu Düngeverordnung, Cross-Compliance, Stoffstrombilanz, QS, Global-GAP</li> <li>• Zeitersparnis</li> </ul>	k.A.	Agrarsoftwareanbieter	Plantivo (Plantivo GmbH)	<a href="https://www.plantivo.de">https://www.plantivo.de</a>
Ackerschlagkartei: Dokumentationssoftware	Landwirtschaftsunternehmen: Marktfrucht-, Futterbau-, Gemüsebau, Obstbau, Weinbau, Hopfen- und Biogasbetriebe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterstützung bei Erstellung von prüfungsrelevanten Dokumenten (Düngung, Pflanzenschutz)</li> <li>• inkl. Pachtverwaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kostenlose Testphase</li> <li>• Preisliste mit Anschaffungs- und Jahreskosten</li> </ul>	unabhängiger Agrarsoftwareanbieter (2005 gegründet)	ProFlura (ASSW GmbH & Co. KG)	<a href="https://www.proflura.de">https://www.proflura.de</a>
Agrarbüro-Software und App; Ackerschlagkartei	Landwirtschaftsunternehmen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentenablage, Marktdaten, Aufgaben, Rechnungen etc.</li> <li>• Ackerschlagkartei,</li> <li>• Meldungen (Tierhaltung)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• kostenlose Testphase</li> <li>• Premiumtarif, Businessstarif (mittlere/größere Betriebe) (beide monatlich)</li> </ul>	Tochterunternehmen eines Verlags	Topfarmplan (LV digital GmbH/Landwirtschaftsverlag GmbH)	<a href="https://www.topfarmplan.de">https://www.topfarmplan.de</a>
Tools und Services zu Düngeentscheidungen/Pflanzenernährung	Landwirtschaftsunternehmen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wetter, Pflanzenanalyse,</li> <li>• N-Sensor+Tester, Nährstoffmangel-App,</li> <li>• Misch-App für Pflanzenschutzmittel,</li> <li>• Rechner Nährstoffzüge</li> <li>• Tool zur teilflächenspezifischen Düngung mittels Satellitendaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• effiziente Düngernutzung</li> <li>• Erhöhung des Ertrags und der Qualität der Ernteprodukte</li> </ul>	• Abonnementgebühr	Übernahme eines Start-ups durch internationalen Düngemittelhersteller	- (YARA International ASA)	<a href="https://www.yara.de/pflanzenernaehrung/tools-und-services">https://www.yara.de/pflanzenernaehrung/tools-und-services</a>
Softwarelösungen für Landtechnik (Portal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• automatische Maschinenkontrolle (Ausheben, Kraftstoffverbrauch, Lenksysteme/Spurführung, Geschwindigkeits-/Motoranpassung)</li> <li>• Steuerung über PC u.a. Endgeräte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erhöhter Bedienkomfort, Entlastung der Fahrer von Landmaschinen</li> <li>• Vermeiden des mehrfachen Bearbeitens von Flächen</li> </ul>	k.A.	Landtechnikhersteller	Krone GmbH & Co KG	<a href="https://my-krone.green">https://my-krone.green</a>

Produkt/Leistungen	Zielgruppen/Nutzer, Anwendungsbereiche	(Zusatz-)Nutzen	Nutzungsentgelt/Finanzierungskonzept	Unternehmens-typ	Name (Unternehmen)	Webseite
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsame Maschinenverwaltung/Datenmanagement (Maschinenleistungen)</li> <li>• Trainingsportal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermeiden von Unfällen sowie des Kontakts mit Fremdkörpern auf dem Feld</li> <li>• präzise Kostenkontrolle (Kraftstoffe), optimierter Kraftstoffverbrauch</li> <li>• Effizienzgewinne durch optimale Maschinensteuerung und maximale Maschinenauslastung</li> </ul>				
cloudbasierte Software zur Schlag- und Anbauverwaltung, Düngung, Arbeitsorganisation	Landwirtschaftsbetriebe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Applikationskarten etc., Pflanzenschutz;</li> <li>• webbasierte Software für Arbeitsorganisation, Controlling/Monitoring (GPS) (Betriebsleitung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitersparnis/Entlastung, Effizienz, Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, einfaches Datenmanagement, Mehrertrag und Pestizideinsparungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basismodul und zubuchbare Fachmodule</li> </ul>	unabhängige Precision Farming GmbH	agriPORT/ Agricon (Agricon GmbH)	<a href="https://www.agricon.de/betrieb">https://www.agricon.de/betrieb</a>

#### **Kartierung**

Webbasiertes Tool und mobile App zum Selbsterstellen von Applikationskarten (Basis = Satellitendaten weltweit → Postleitzahlen-Ebene, Kombination mit weiteren Daten möglich)	Landwirtschaftsbetriebe, Industrie, Dienstleister: <ul style="list-style-type: none"> <li>• teilflächenspezifische Bewirtschaftung: Saat, Düngung, Pflanzenschutz (Weizen, Gerste und Mais sowie Soja, Raps und Sonnenblumen)</li> <li>• Einsatz im Schlepperterminal, Büro, bei Feldbegehung</li> <li>• Monitoring, Ertragsprognosen, Analysen</li> <li>• Service: Karten-Erstellung, Maschinen-Check, Hotline</li> <li>• kann Maschinenterminal zur Abarbeitung von Applikationskarten ersetzen</li> </ul>	Landwirtschaftsbetriebe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsparung von Saatgut, Düngemitteln, Pflanzenschutzmitteln</li> <li>• Kosteneffizienz/Kosteneinsparung</li> <li>• Verbesserte Ertragsqualität</li> </ul> Industrie, Dienstleister <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung ihrer Angebote, Beratungsdienstleistungen</li> </ul>		etabliertes Marktfor-schungs- und Consultingun-ternehmen für Agrarsektor (GmbH)	CropRadar, My-DataPlant (Kleffmann Digital RS GmbH)	<a href="https://cropradar.digital/en/home">https://cropradar.digital/en/home</a>  <a href="https://mydataplant.com">https://mydataplant.com</a>
mobile App zum Erstellen von Applikationskarten (Basis = Satellitendaten zum Boden-zustand)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Landwirtschaftsbetriebe</li> <li>• Ertragspotentialkarten („Einstie-gerlösung“)</li> <li>• für Düngung, Pflanzenschutz, Säen, Drillen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Düngemittelsparung</li> <li>• Kosteneffizienz/Kosteneinsparung</li> <li>• Optimieren des Ertragspotenzi-als</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jahres-Abo-Pakete nach Feldgrö-ßen</li> </ul>	Neugründung (GmbH)	Solorrow (Solorrow GmbH)	<a href="https://www.solorrow.com">https://www.solorrow.com</a>

Produkt/Leistungen	Zielgruppen/Nutzer, Anwendungsbereiche	(Zusatz-)Nutzen	Nutzungsentgelt/Finanzierungskonzept	Unternehmens-typ	Name (Unternehmen)	Webseite
<b>Agrartechnik-Dienstleistungspakete</b>						
Agrartechnik und Software (Verkauf, Beratung, Service)	Landwirtschaftsbetriebe: Verkauf: Feldroboter <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussaat</li> <li>• mechanisches Unkrauthacken</li> <li>• Applizieren von Pflanzenschutzmitteln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• umwelt- und ressourcenschonend, sparen CO<sub>2</sub>, Arbeitszeit und Betriebsmittel</li> <li>• bodenschonendes Arbeiten</li> </ul>	k.A.	etabliertes Agrarhandelsunternehmen (Genossenschaft)	Agravis	<a href="https://www.agravis.de/de/technik/agrartechnik/feldrobotik.html">https://www.agravis.de/de/technik/agrartechnik/feldrobotik.html</a>
Agrartechnik und Software (Verkauf, Beratung, Service)	Landwirtschaftsbetriebe: Verkauf: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrardrohnen</li> <li>• Feldrobotik</li> <li>• Sensorik, Sprühtechnik</li> <li>• Software</li> </ul> Dienstleistungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparatur</li> <li>• Agrardrohnen: Beratung, Schulung, Vermittlung an Agrardrohnen-Dienstleister, Verleih</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drohnen: entsprechend dem gesamten Einsatzspektrum (Maiszünslerbekämpfung, Untersaat etc.)</li> <li>• Drohnenservice: Flexibilität durch zeitweise Ergänzung der eigenen Flotte; Vermeidung von Investitionen u. ggf. Ausbildung; zeitliche Ersparnis durch Vermittlung</li> </ul>	k.A.		webaro	<a href="https://webaro.de">https://webaro.de</a>
diverse digitale Leistungen und Technik (Verkauf, Beratung/Service)	Landwirtschaftsbetriebe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• drohnenbasierte Kartierung</li> <li>• Sensoren (Nährstoffe, Wetter, Bodenfeuchte Lenksysteme)</li> <li>• Telemetrie (Hard-, Softwarepaket)</li> <li>• Feldrobotik</li> <li>• Fütterungssysteme</li> <li>• Detektion von Rehkritzen, Wildschäden, Unkrautnestern etc.; Nutzung für Düngen, Spritzen von Wachstumsreglern etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierleben-Schutz; Kosteneinsparung; frühzeitiges Erkennen von Krankheiten und Stress-Situationen im Feld; Optimieren des Ertragspotenzials; Dokumentation der Feldbewirtschaftung</li> <li>• Präzisionslandwirtschaft</li> </ul>	k.A.	etabliertes Beratungs- und Dienstleistungsunternehmen (GmbH)	geo-konzept	<a href="https://geo-konzept.de/uebersicht-fernerkundung/anwendungen-landwirtschaft">https://geo-konzept.de/uebersicht-fernerkundung/anwendungen-landwirtschaft</a>
Drohnenservice	Landwirtschaftsbetriebe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spritzungen biologischer Mittel gegen Krankheiten im Weinbau</li> <li>• Datenauswertung aus Überflügen</li> <li>• Wildschadenanalytik</li> <li>• Schlupfwespen gegen Maiszünsler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• frühzeitiges Erkennen von Krankheiten und Stress-Situationen im Feld; Optimieren des Ertragspotenzials; Dokumentation der Feldbewirtschaftung</li> </ul>	k.A.	Unternehmen einer etablierten landwirtschaftlichen Genossenschaft, Schweiz	Agroline: Produkte und Dienstleistungen für nachhaltigen Pflanzenschutz	

Produkt/Leistungen	Zielgruppen/Nutzer, Anwendungsbereiche	(Zusatz-)Nutzen	Nutzungsentgelt/Finanzierungskonzept	Unternehmens-typ	Name (Unternehmen)	Webseite
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersaaten, Untersaaten in Hanglagen etc.</li> <li>• Aufbringen/Abwaschen von Schattierfarbe auf Gewächshäusern</li> <li>• nachhaltiger Pflanzenschutz</li> </ul>					
Pflanzenanalyse per Handyfoto; Feldzonenkarten	<p>Landwirtschaftsbetriebe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse per Handyfoto: Unkraut, Schädlinge, Krankheiten, Stickstoffstatus, Blattschaden etc.</li> <li>• Feldzonenkarten für Bodenbedingungen, Aussaat-, Dünge-, Pflanzenschutz-, Wachstumsregler- &amp; Ertragskarten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• frühzeitiges Erkennen von Krankheiten und Stress-Situationen im Feld; Optimieren des Ertragspotenzials; Dokumentation der Feldbewirtschaftung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gestaffelte Preise für Pakete: Basis, Pro, Premium</li> </ul>	Digital Farming GmbH eines etablierten Chemiekonzerns	Xarvio (BASF Digital Farming GmbH)	<a href="https://www.xarvio.com/de/de.html">https://www.xarvio.com/de/de.html</a>
<p>digitale Leistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung von E-Commerce-Plattformen für Agrar-Produkte und Services</li> <li>• IT-Beratung, Schulung</li> <li>• Datenauswertungen</li> <li>• Cloud-Lösungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Landwirtschaftsbetriebe, Zulieferer, Industrie, Landhandel</li> <li>• andere Branchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehr Umsatz, Ausbau digitaler Servicekanäle</li> <li>• Zeitersparnis/Entlastung, Effizienz, Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, einfaches Datenmanagement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plattform und zubuchbare Optionen zu ihrer Optimierung/Anpassung (digitale Kommunikationskanäle)</li> </ul>	etablierter Digitaldienstleister	dotSource (dotSource GmbH 2022)	<a href="https://www.dotsource.de/digitalisierung-der-landwirtschaft/">https://www.dotsource.de/digitalisierung-der-landwirtschaft/</a>
<b>Onlinehandel</b>						
digitale Handelsplattform (als Nutzer-App) für Getreide, Sonderkulturen u.a.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Landwirtschaftsbetriebe, Landhandel, Industrie</li> <li>• Getreide, Leguminosen (Rohware für Futtermittel, Saatgut), Getreidemöhlen etc.</li> </ul>	<p>Landwirtschaftsbetriebe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparenz, Zeitersparnis (Vergleiche, Recherchen) bei Vermarktung von Getreide, Einkauf von Futtergetreide etc.</li> <li>• Preisvergleiche, Beobachtung der Preisentwicklung</li> </ul> <p>Landhandel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kostenoptimierungen, Effizienz, Markt- und Preisinformationen für Kunden, Rückverfolgung, Cloud-Lösung für Kundenstamm</li> </ul> <p>Industrie:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plattformbetreiber erhalten Betrag pro gehandelter Tonne</li> </ul>	Neugründung (GmbH)	Cropspot	<a href="https://www.cropspot.com">https://www.cropspot.com</a>

Produkt/Leistungen	Zielgruppen/Nutzer, Anwendungsbereiche	(Zusatz-)Nutzen	Nutzungsentgelt/Finanzierungskonzept	Unternehmens-typ	Name (Unternehmen)	Webseite
		<ul style="list-style-type: none"> <li>digitalisierte Abwicklungsprozesse, Rückverfolgung, Leerfrachtenreduktion</li> </ul>				
Agrarhandel-Online-shop	<ul style="list-style-type: none"> <li>Landwirtschaftsbetriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>einfache, flexible, zeitsparende Produktauswahl/Einkauf</li> <li>Preisvergleiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>über Produktverkauf</li> </ul>	Neugründung (GmbH)	myAGRAR	<a href="https://www.myagrار.de/">https://www.myagrار.de/</a>

## Literaturverzeichnis

- Ackermann, S.; Adams, I; Gindele, N; Doluschitz, R (2018): Die Nutzung von E-Commerce bei der Beschaffung landwirtschaftlicher Betriebsmittel. In: *Landtechnik* (73 (1)), S. 10–19. Online verfügbar unter <https://www.landtechnik-online.eu/landtechnik/article/view/2018-73-1-010-019/2018-73-1-010-019-de-pdf>, zuletzt geprüft am 12.04.2022.
- Bauer, Paul (2018): Die Digitalisierung der Agrar- und Ernährungsbranche. Auswirkungen auf die Geschäftsmodelle von Unternehmen in Wertketten am Fallbeispiel des Oldenburger Münsterlandes. Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Master of Arts (M.A.). Hochschule Osnabrück, Osnabrück. Institut für Geographie. Online verfügbar unter [https://www.uni-vechta.de/fileadmin/user\\_upload/Transformationsforschung\\_agrar/Allgemeines/Hauptarbeit\\_Digitalisierung\\_der\\_Agrar-\\_und\\_Ernaehrungsbranche\\_fina\\_l2.pdf](https://www.uni-vechta.de/fileadmin/user_upload/Transformationsforschung_agrar/Allgemeines/Hauptarbeit_Digitalisierung_der_Agrar-_und_Ernaehrungsbranche_fina_l2.pdf), zuletzt geprüft am 29.04.2022.
- Bauernverband Hamburg e.V. (o.J.): Ackern für Hamburg. Online verfügbar unter <https://ackernfuerhamburg.de/partner/cropspot/>, zuletzt geprüft am 30.09.2022.
- Benning, Reinhild (2020): Die Macht der Algorithmen. Vorschläge zum Umgang mit Big Data in der Landwirtschaft. In: AgrarBündnis e.V. (Hg.): Der kritische Agrarbericht 2020. „Stadt, Land – im Fluss“, S. 79–83. Online verfügbar unter [https://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2020/KAB2020\\_79\\_83\\_Benning.pdf](https://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2020/KAB2020_79_83_Benning.pdf), zuletzt geprüft am 25.04.2022.
- Bierter, Willy (2001): Zukunftsfähiges System-Design. für: "Jahrbuch Ökologie 2002". Online verfügbar unter [http://factor10-institute.org/files/design/Zukunftsfahiges\\_Systemdesign.pdf](http://factor10-institute.org/files/design/Zukunftsfahiges_Systemdesign.pdf), zuletzt geprüft am 28.05.2022.
- BMEL (2021): Digitalisierung in der Landwirtschaft. Chancen nutzen - Risiken minimieren. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/digitalpolitik-landwirtschaft.pdf>, zuletzt geprüft am 22.09.2022.
- Brakensiek, S.; Kießling, R.; Troßbach, W.; Zimmermann, C. (Hg.) (2016): Grundzüge der Agrargeschichte. Köln.
- Deutsch, M.; Otte, L.; Otter, V. (2020): Digital first? Auswirkungen der Digitalisierung auf Vertriebsstrukturen im deutschen Agrarhandel. In: *Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies* (29.4), S. 23–30. Online verfügbar unter [https://oega.boku.ac.at/fileadmin/user\\_upload/Tagung/2019/AJARS29/17\\_Deutsch\\_et\\_al\\_DOI29\\_4.pdf](https://oega.boku.ac.at/fileadmin/user_upload/Tagung/2019/AJARS29/17_Deutsch_et_al_DOI29_4.pdf), zuletzt geprüft am 12.04.2022.
- Dewenter, Ralf; Lüth, Hendrik (2018): Datenhandel und Plattformen. Gutachten. Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Online verfügbar unter [https://www.abida.de/sites/default/files/ABIDA\\_Gutachten\\_Datenplattformen\\_und\\_Datenhandel.pdf](https://www.abida.de/sites/default/files/ABIDA_Gutachten_Datenplattformen_und_Datenhandel.pdf), zuletzt geprüft am 15.08.2022.
- Eckelmann, M. (2020): Marktübersicht deutschsprachiger Farmmanagement Informationssysteme (FMIS). Online verfügbar unter [https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/Master\\_Dokument\\_Marktuebersicht.pdf](https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/Master_Dokument_Marktuebersicht.pdf).

- Economist (2016): The Future of Agriculture. Factory fresh. In: *Economist. Technology Quarterly* (09.06.2016). Online verfügbar unter <https://www.economist.com/technology-quarterly/2016-06-09/factory-fresh>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Henseling, Christine; Behrendt, Siegfried; Gegner, Kathrin; Willim, Zoe (2022a): Drohnendaten für das Klee grasmanagement – Einschätzungen und Anforderungen aus Sicht der Nutzer. Nutzerreport. Experimentierfeld Agro-Nordwest. IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH.
- Henseling, Christine; Gegner, Kathrin; Behrendt, Siegfried (2022b): Autonome Feldrobotik – Einschätzungen und Anforderungen aus Sicht der Nutzer. Nutzerreport. Experimentierfeld Agro-Nordwest. IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH.
- Henseling, Christine; Neumann, Jost (2022): Drohnendaten für den teilflächenspezifischen Pflanzenschutz – Einschätzungen und Anforderungen aus Sicht der Nutzer. Nutzerreport. Experimentierfeld Agro-Nordwest. IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH.
- Herlitzius, Thomas (2018): Landtechnikentwicklung im Digitalisierungshype – „Evolutionär oder Disruptiv?“. In: H.-Wilhelm-Schaumann-Stiftung (Hg.): 27. Hülsenberger Gespräche 2018. Landwirtschaft und Digitalisierung. Hamburg, S. 30–38. Online verfügbar unter [https://www.schaumann-stiftung.de/cps/schaumann-stiftung/ds\\_doc/27\\_huelenberger\\_gespraech\\_e\\_broschuere.pdf](https://www.schaumann-stiftung.de/cps/schaumann-stiftung/ds_doc/27_huelenberger_gespraech_e_broschuere.pdf), zuletzt geprüft am 28.04.2022.
- Hochstöger, L. (o.J.): Chancen und Barrieren für die Digitalisierung des landwirtschaftlichen Direktvertriebs. Masterarbeit. Online verfügbar unter <https://phaidra.fhstp.ac.at/detail/o:4419>, zuletzt geprüft am 12.04.2022.
- Kehl, Christoph; Meyer, Rolf; Steiger, Saskia (2021a): Digitalisierung der Landwirtschaft: gesellschaftliche Voraussetzungen, Rahmenbedingungen und Effekte. Teil II des Endberichts zum TA-Projekt. TAB-Arbeitsbericht Nr. 194. Hg. v. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Berlin. Online verfügbar unter <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000142951/146338637>, zuletzt geprüft am 25.07.2022.
- Kehl, Christoph; Meyer, Rolf; Steiger, Saskia (2021b): Digitalisierung der Landwirtschaft: technologischer Stand und Perspektiven. Teil I des Endberichts zum TA-Projekt. TAB-Arbeitsbericht Nr. 193. Hg. v. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Berlin. Online verfügbar unter [https://www.tab-beim-bundestag.de/projekte\\_digitalisierung-der-landwirtschaft.php#block3082](https://www.tab-beim-bundestag.de/projekte_digitalisierung-der-landwirtschaft.php#block3082), zuletzt geprüft am 25.07.2022.
- King, Anthony (2017): Technologie. The Future of Agriculture (544), S. 21–23.
- Kliem, Lea; Wagner, Josephin; Olk, Christopher; Keßler, Luisa; Lange, Steffen; Krachunova, Tsvetelina; Bellingrath-Kimura, Sonoko (2022): 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](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.

- 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.
- Meyer, Charlotte (2021): Aurich: Autonomer Feldroboter im Einsatz. In: *Land und Forst*. Online verfügbar unter <https://www.landundforst.de/landwirtschaft/landtechnik/aurich-autonomer-feldroboter-einsatz-565882>.
- Michelsen, Lena; Urhahn, Jan (2019): Agrarkonzerne und Big Data. Auswirkungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft auf kleinbäuerliche Erzeugerinnen und Erzeuger sowie Landarbeiterinnen und Landarbeiter weltweit. In: AgrarBündnis e.V. (Hg.): *Der kritische Agrarbericht 2019. "Landwirtschaft für Europa"*, S. 86–90. Online verfügbar unter [https://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2019/KAB2019\\_86\\_90\\_Michelsen\\_Urhahn.pdf](https://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2019/KAB2019_86_90_Michelsen_Urhahn.pdf), zuletzt geprüft am 25.04.2022.
- 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.
- Munz, Jana; Gindele, Nicola; Doluschitz, Reiner (2020): Exploring the characteristics and utilisation of Farm Management Information Systems (FMIS) in Germany. In: *Computers and Electronics in Agriculture* (170). DOI: 10.1016/j.compag.2020.105246.
- Pastewski, Nico (2011): Ein Verfahren zur ressourceneffizienzorientierten Produktweiterentwicklung unter Einsatz emergenter Technologien. Dissertation. Universität Stuttgart. Online verfügbar unter [https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/6796/1/Diss\\_Pastewski\\_hs.pdf](https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/6796/1/Diss_Pastewski_hs.pdf), zuletzt geprüft am 28.05.2022.
- Rähm, Jan; Welchering, Peter (2019): Digitalisierung der Landwirtschaft. Daten säen, Daten ernten. Online verfügbar unter <https://www.deutschlandfunk.de/digitalisierung-der-landwirtschaft-daten-saeen-daten-ernten-100.html>, zuletzt geprüft am 13.04.2022.
- Reger, M; Bauerdick, J; Bernhardt, H (2018): Drohnen in der Landwirtschaft: Aktuelle und zukünftige Rechtslage in Deutschland, der EU, den USA und Japan. In: *Landtechnik* 73 (3), S. 62–80. Online verfügbar unter <https://d-nb.info/1211210243/34>, zuletzt geprüft am 16.10.2021.
- Rohleder, Bernhard; Krüsken, Bernhard; Reinhardt, Horst (2020): Digitalisierung in der Landwirtschaft 2020, 2020. Online verfügbar unter [https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-01/27.04.20\\_digitalisierung-in-der-landwirtschaft-2020.pdf](https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-01/27.04.20_digitalisierung-in-der-landwirtschaft-2020.pdf), zuletzt geprüft am 21.02.2022.
- Roosen, Jutta (2017): Digitalisierung in Land- und Ernährungswirtschaft. Eine vbw Studie. Hg. v. Vereinigung der Bayrischen Wirtschaft e.V. Online verfügbar unter [https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Planung-und-Koordination/2017/Downloads/Studie\\_Digitalisierung-Landwirtschaft-Stand-04-12-17.pdf](https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Planung-und-Koordination/2017/Downloads/Studie_Digitalisierung-Landwirtschaft-Stand-04-12-17.pdf), zuletzt geprüft am 28.05.2022.
- Rübke von Veltheim, F (2021): Autonome Feldroboter in der Landwirtschaft: Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft. Dissertation. Georg-August-Universität Göttingen. Online verfügbar unter

[https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/21.11130/00-1735-0000-0008-59B2-B/eDiss\\_Autonomie%20Feldroboter\\_Ruebcke%20von%20Veltheim\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/21.11130/00-1735-0000-0008-59B2-B/eDiss_Autonomie%20Feldroboter_Ruebcke%20von%20Veltheim_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y), zuletzt geprüft am 23.10.2022.

Rübke von Veltheim, F; Theuvsen, L; Heise, H (2019): Akzeptanz autonomer Feldroboter im Ackerbaueinsatz: Status quo und Forschungsbedarf. In: *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 97 (3). Online verfügbar unter <https://www.buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/248/pdf>, zuletzt geprüft am 08.11.2021.

Ruckelshausen, A (2019): Feldrobotik in der Landwirtschaft - Vision oder Realität? Agrartage Rheinhessen 2019. Kurzfassung der Vorträge. Online verfügbar unter [https://www.bbs-landwirtschaft.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/ED589AB67C4BAB3FC12583840047437C/\\$FILE/Prof.%20Dr.%20Arno%20Ruckelshausen%20-%20Feldrobotik%20in%20der%20Landwirtschaft%20AT%202019.pdf](https://www.bbs-landwirtschaft.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/ED589AB67C4BAB3FC12583840047437C/$FILE/Prof.%20Dr.%20Arno%20Ruckelshausen%20-%20Feldrobotik%20in%20der%20Landwirtschaft%20AT%202019.pdf), zuletzt geprüft am 20.09.2022.

Schneider, Wolfgang (2017): Digitalisieren oder weichen? Wo bleibt die Landwirtschaft? In: *landinfo. Informationen für die Landwirtschaftsverwaltung* (3/2017), S. 8–12. Online verfügbar unter [https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents\\_E-1235432496/MLR.LEL/PB5Documents/lel/Abteilung\\_1/Landinfo/Landinfo\\_extern/2017/03\\_2017\\_HT/info3-17.pdf](https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E-1235432496/MLR.LEL/PB5Documents/lel/Abteilung_1/Landinfo/Landinfo_extern/2017/03_2017_HT/info3-17.pdf), zuletzt geprüft am 13.10.2021.

Schulze-Harling, Maike (2020): Digitalisierung. Farmmanagementsysteme im Überblick. Online verfügbar unter <https://www.topagrar.com/technik/news/farmmanagementsysteme-im-ueberblick-12404106.html>, zuletzt geprüft am 20.04.2022.

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.

vbw (2017): Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft. Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung. Analyse und Handlungsempfehlungen. Hg. v. Vereinigung der Bayrischen Wirtschaft e.V. München. Online verfügbar unter [https://vbw-zukunftsrat.de/downloads/wertschoepfung/publikationen/vbw\\_zukunftsrat\\_handlungsempfehlung.pdf](https://vbw-zukunftsrat.de/downloads/wertschoepfung/publikationen/vbw_zukunftsrat_handlungsempfehlung.pdf), zuletzt geprüft am 01.12.2021.

[www.izt.de](http://www.izt.de)

---