

vbw

Die bayerische Wirtschaft



Studie

Digitalisierung in Land- und Ernährungswirtschaft

Eine vbw Studie, erstellt von Prof. Dr. Jutta Roosen
Stand: Dezember 2017
www.vbw-bayern.de

Vorwort

Neue Wertschöpfungspotenziale in einem traditionsreichen Wirtschaftszweig

Die digitale Transformation macht auch vor dem traditionsreichsten unserer Wirtschaftszweige nicht halt. Viele bayerische Landwirte sind neuen Technologien gegenüber sehr aufgeschlossen. Gleichzeitig besteht verbreitet Unsicherheit darüber, welche Investitionen in digitale Technologien sich lohnen und welche Veränderungsprozesse unausweichlich sind. Das ist Grund genug, einen vertieften Blick auf die Chancen und Herausforderungen zu richten, die die Digitalisierung in Land- und Ernährungswirtschaft mit sich bringt.

Etlliche Entwicklungen vollziehen sich in ähnlicher Weise in sämtlichen Sektoren und Branchen der Wirtschaft, aber zu unterschiedlichen Zeitpunkten und mit unterschiedlichem Tempo. Das gilt beispielsweise auch für die strukturellen Veränderungen in der Arbeitswelt durch zunehmende Automatisierung und die stetigen Verbesserungen der Künstlichen Intelligenz oder für die wachsende Bedeutung von Plattformmärkten. Hier können alle von einem Blick über den Tellerrand profitieren.

Jede Branche hat aber auch ihre Besonderheiten und wird durch die Digitalisierung insoweit auf ihre ganz eigene Weise verändert. In der Landwirtschaft besteht eine Besonderheit darin, dass es immer um lebende Organismen geht, was der Vorhersehbarkeit Grenzen setzt. Gleichwohl eröffnen die neuen Möglichkeiten der Datenerfassung und –auswertung vollkommen neue Einblicke und ermöglichen eine wesentlich höhere Präzision in der Bewirtschaftung. In der Ernährungswirtschaft sind es vor allem auch die sich wandelnden Erwartungen der Verbraucher, die Veränderungsdruck erzeugen.

Mit unserer vorliegenden Studie – einer Auskoppelung aus der vbw Studie *Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung* – wollen wir aufzeigen, wie die Digitalisierung aktuell und in naher Zukunft die Land- und Ernährungswirtschaft beeinflusst, und welche Chancen sie unseren Unternehmen noch bietet.

Der Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft hat aus der Gesamtschau der Trends, Potenziale und Hemmnisse quer durch alle Branchen und Sektoren konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet (*Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung – Analyse und Handlungsempfehlungen*), die es nun umzusetzen gilt, um zusätzliche Wertschöpfung durch Digitalisierung am Standort Bayern bzw. Deutschland zu realisieren.

Inhalt

1	Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung.....	1
2	Executive Summary	3
3	Einleitung	7
4	Agrar- und Ernährungswirtschaft: Besonderheiten des Sektors	9
4.1	Landwirtschaft.....	9
4.2	Ernährungswirtschaft	12
4.3	Lebensmitteleinzelhandel.....	15
4.4	Agribusiness	16
5	Digitalisierung in Produkten und Prozessen	21
5.1	Digitalisierung in der Landwirtschaft.....	21
5.2	Digitalisierung in der Ernährungswirtschaft	30
5.3	Digitalisierung im Lebensmitteleinzelhandel.....	31
5.4	Der Konsument.....	33
6	Implikationen der Digitalisierung für die Agrar- und Ernährungswirtschaft.....	35
6.1	Geschäftsmodelle	35
6.2	Ressourceneffizienz.....	37
6.3	Konsumenteneinbindung	41
7	Hemmnisse.....	43
7.1	Kosten und Rentabilität.....	43
7.2	Kompatibilität	47
7.3	Digitale Infrastruktur	47
7.4	Datenverfügbarkeit.....	48
7.5	Datenschutz und –sicherheit.....	48

7.6	Bildung.....	50
8	Fazit	53
	Literaturverzeichnis etc.	55
	Ansprechpartner / Impressum.....	61

Hinweis

Zitate aus dieser Publikation sind unter Angabe der Quelle zulässig.

1 Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung

Schwerpunkt Landwirtschaft und Ernährungswirtschaft

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine – in den inhaltlichen Aussagen unveränderte – Auskoppelung aus der Gesamtstudie *Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung*, die die vbw als Grundlage für die Arbeiten des Zukunftsrats der Bayerischen Wirtschaft 2017 herausgegeben hat.

Darin spannen verschiedene Autorenteam den Bogen von den volkswirtschaftlichen Effekten der digitalen Transformation über neue Produkte, Prozesse und Geschäftsmodelle in allen drei Sektoren bis hin zu den gesamtgesellschaftlichen Auswirkungen etwa auf dem Arbeitsmarkt oder im Bildungsbereich.

Den Bereich der Land- und Ernährungswirtschaft haben Prof. Jutta Roosen und Sabine Groß von der Technischen Universität München vertieft untersucht. Smart Farming und Precision Farming sind dabei nur die prominentesten Ausprägungen der Digitalisierung, die erhebliche Auswirkungen auf die komplexen und weit verzweigten Wertschöpfungsketten des Agribusiness entfaltet.

Die bayerische Landwirtschaft zeichnet sich durch eine sehr kleinteilige Struktur aus, die bei Investitionsentscheidungen als Hemmnis wirken kann. Eine weitere Herausforderung ist z. B. der Umgang mit Daten. Der Zukunftsrat zeigt in seinen auf der Gesamtstudie aufbauenden Handlungsempfehlungen auf, was zu tun ist, damit Staat, Wirtschaft und Wissenschaft den größtmöglichen Nutzen aus der Digitalisierung ziehen können. Näheres dazu und zu den Ergebnissen aus den weiteren untersuchten Teilbereichen finden Sie unter www.vbw-zukunftsrat.de.

2 Executive Summary

Das Wichtigste in Kürze

Verstärkte Forderungen nach einer erhöhten Nachhaltigkeit und Transparenz im Herstellungsprozess ebenso wie eine global steigende Nahrungsmittelnachfrage stellen die Agrar- und Ernährungswirtschaft vor große Herausforderungen. Effizienzsteigerungen bei gleichzeitiger Ressourcenschonung und eine bessere Nachvollziehbarkeit der Produktionsprozesse durch den Konsumenten treten immer stärker in den Vordergrund.

Die Digitalisierung bietet technische und managementorientierte Lösungsansätze, um diesen zentralen Herausforderungen zu begegnen und verändert die Wertschöpfungsketten in der Agrar- und der Ernährungswirtschaft. Diese Wertschöpfungsketten umfassen dabei neben der Landwirtschaft auch einen vorgelagerten Bereich (Tierzucht, Düngemittel etc.), das Verarbeitende Gewerbe (Molkereien, Schlachthöfe etc.), Land-, Groß-, Lebensmitteleinzelhandel bis hin zum Konsumenten.

Die Landwirtschaft ist stärker als andere Sektoren von Heterogenität und Variabilität geprägt – bei Pflanzen und Tieren handelt es sich um lebende Systeme, außerdem spielen Umweltbedingungen wie das Wetter eine wichtige Rolle. Zahlreiche Anwendungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft zielen darauf ab, diese natürliche Heterogenität und Variabilität besser messen, analysieren, steuern und optimieren zu können.

Digitalisierung in der Landwirtschaft wird mit den Begriffen Smart Farming und Precision Farming beschrieben, die jedoch nicht einheitlich definiert sind. Unter Precision Farming wird die teilflächenspezifische Pflanzenproduktion auf Basis digitaler Informationen verstanden. Dazu zählen im weiteren Sinne auch die Führung und Steuerung von Fahrzeugen wie das Regelspurverfahren, das durch automatisierte Spurführung Bodenverdichtungen reduziert, Kosten einsparen und die landwirtschaftlichen Erträge steigern kann. Der Fokus von Smart Farming liegt dagegen stärker auf der Datengewinnung und Prozessoptimierung, beispielsweise durch die Verknüpfung verschiedener Datensätze bei Melksystemen. Smart Farming und Precision Farming ermöglichen somit eine stärkere Automatisierung heterogener Prozesse und können einen wichtigen Beitrag zur Ressourcenschonung und Produktionseffizienz leisten – und dadurch letztlich auch zu neuer Wertschöpfung.

Die Ernährungswirtschaft kann im Zuge der Digitalisierung leichter auf veränderte Verbraucheranforderungen nach Transparenz und Individualisierung eingehen. So eröffnen digitale Technologien wie soziale Medien oder der Zugriff auf Produktstammdaten über Barcodes eine intensivere Kommunikation mit den Verbrauchern und eine höhere Transparenz im Herstellungsprozess. Die Digitalisierung ermöglicht zudem eine stärkere Individualisierung der Produkte, beispielsweise durch individuelle Online-

Konfiguration von Produkten oder 3D-Druck von Lebensmitteln. Davon profitiert insbesondere der Verbraucher. Wertschöpfung wird partizipativer und die individuellen Bedürfnisse der Konsumenten rücken stärker in den Vordergrund.

Auch im Lebensmitteleinzelhandel gibt es zahlreiche Anwendungsfelder der Digitalisierung, beispielsweise bei passgenauen Preisstrategien, beim Online-Handel, in der Lagerwirtschaft, aber auch bei Qualitätskontrollen und der Prüfung von Hygienebestimmungen. Daraus ergeben sich Vorteile für Unternehmen ebenso wie für Verbraucher.

Die Digitalisierung verändert die Wertschöpfungsketten in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Durch verstärkte Automatisierung in der Landwirtschaft fließt die Wertschöpfung tendenziell in den vor- und nachgelagerten Bereich ab. Auf der anderen Seite können Landwirte zusätzliche Absätze generieren, wenn sie in der Lage sind, den im Zuge der Digitalisierung erleichterten Kontakt zwischen Hersteller und Verbraucher durch gezielte Vermarktung zu nutzen und Konsumenten von der hohen Qualität ihrer Produkte zu überzeugen. Diese direkte Kommunikation könnte die Rolle des Einzelhandels schwächen. Zum anderen könnte die Bedeutung des Einzelhandels in den gesamten Wertschöpfungsketten steigen, wenn der Lebensmitteleinzelhandel Informationsvorteile aus den Konsumentendaten realisieren kann. Die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Wertschöpfungsketten in der Agrar- und Ernährungswirtschaft lassen sich somit noch nicht gänzlich absehen. Von zentraler Bedeutung wird sein, welche Wettbewerbsbedingungen beim Einsatz der Technologien vorherrschen und welche Akteure die gesteigerte Transparenz in der Wertschöpfungskette nutzen können.

Auch die Rolle des Konsumenten ändert sich durch die Digitalisierung in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Die Unternehmen bieten den Verbrauchern ein stärker personalisiertes und flexibilisiertes Produktangebot und umfassendere Informationen über Herstellungsprozess oder Lebensmittelbestandteile. Die erhöhte Transparenz bietet auch die Chance, das Vertrauen der Verbraucher in die Branche zu stärken. Zugleich wird der Konsument selbst zur Datenquelle, denn seine Ernährungs- und Konsumgewohnheiten stellen für Unternehmen zentrale Informationen bei der Weiterentwicklung ihrer Produkte, Leistungen und Geschäftsmodelle dar.

Aus der Fülle solcher Konsumentendaten, aber auch an Daten aus der landwirtschaftlichen Produktion oder geographischen Daten ergeben sich vielfältige Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle, deren Kern oft in der gezielten Nutzung, Verknüpfung und Interpretation digitaler Daten besteht. Auch die Vernetzung der gesamten Maschinenflotte bietet Ansatzpunkte für neue Businessmodelle. Neuartige digitale Lösungen für landwirtschaftliche, branchenübergreifende oder konsumorientierte Themen bieten verstärkt branchenfremde IT-Unternehmen an. Als Wettbewerber treten hier sowohl Internetkonzerne als auch Start-Ups auf.

Derzeit hemmen besonders die hohen Investitionskosten die verstärkte Nutzung digitaler Technologien und Produkte in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, besonders in der Landwirtschaft. Während kostengünstige und einfach zu handhabende digitale Lösungen wie Agrar-Apps einer eigens durchgeführten Erhebung zufolge bereits von drei

Vierteln der befragten bayerischen Landwirte genutzt werden, sind teure Technologien wie Regelspurverfahren oder intelligente landwirtschaftliche Maschinen nur bei etwa jedem Fünften der Befragten im Einsatz. Gerade in der kleinstrukturierten bayerischen Agrarwirtschaft erscheinen einige neue Technologien wie die teilstückspezifische Bewirtschaftung außerdem wenig wirtschaftlich, weil die Rentabilität solcher Verfahren nur bei große Flächen gegeben ist.

Weitere Hemmnisse bestehen in der Kompatibilität von Maschinenflotten und Software. Hier bestehen erste Initiativen über ISO-Normen, um Schnittstellenstandards zwischen Traktor, Anbaugeräten und Rechnern zu etablieren. Eine leistungsfähige digitale Infrastruktur im ländlichen Raum, sowohl im Breitband- als auch im Mobilfunknetz, ist ebenfalls eine wichtige Voraussetzung für die digitale Transformation in der Landwirtschaft. Auch im Bereich Datenverfügbarkeit, Datenschutz und Datensicherheit bestehen noch Schwierigkeiten. Kostenpflichtige Flächendaten, rechtliche Unsicherheit über datenschutzrechtliche Fragen oder Bedenken über die IT-Sicherheit von Cloud-Lösungen beispielsweise erschweren die umfassende Nutzung digitaler Informationen in den gesamten Wertschöpfungsketten der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Eine weitere Hürde für einen stärkeren Einsatz digitaler Technologien und Produkte besteht in der Bildung. Durch gezielte Aus-, Fort- und Weiterbildungsangebote müssen Kompetenzen in der Anwendung digitaler Technologien vermittelt werden.

3 Einleitung

Die Agrar- und Ernährungswirtschaft steht vor großen globalen Herausforderungen

Die Digitalisierung ist zusammen mit anderen Entwicklungen ein wesentlicher Treiber für die Veränderungen in den Wertschöpfungsketten der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Diese müssen sich den Herausforderungen stellen, eine wachsende Weltbevölkerung und zunehmende Nahrungsmittelnachfrage durch eine – insbesondere in Schwellenländern – wachsende Mittelschicht zu befriedigen. Gleichzeitig sehen sie sich dem Ruf nach Nachhaltigkeit und Transparenz gegenübergestellt.

Hieraus ergeben sich drei zentrale Anforderungen für die Zukunftsfähigkeit der Agrar- und Ernährungswirtschaft: Effizienzsteigerung, Ressourcenschonung und Transparenz der Herstellungsprozesse. In der vorliegenden Studie sollen die Auswirkungen der Digitalisierung auf dieses Wertschöpfungssystem erläutert werden. Während alle Bereiche der Ernährungswirtschaft, des Handels und der Konsumenten betrachtet werden, liegt der Fokus der Studie auf der landwirtschaftlichen Produktion.

Die methodische Grundlage für diese Studie bilden drei Elemente: die Auswertung von wissenschaftlicher Literatur und Branchenberichten, von Experteninterviews und einer Befragung von Landwirten. Die zehn befragten Experten stehen in enger Beziehung zum Sektor der Landwirtschaft und stammen aus den Bereichen Verwaltung, Berufsvertretung, Fachgesellschaft, Forschung, Landhandel, Landtechnik und Qualitätsmanagement. Daneben erfolgte eine Befragung von bayerischen Landwirten. Es wurden 92 Teilnehmer auf Basis einer limitierten typischen Auswahl im Februar und März 2017 online befragt.

4 Agrar- und Ernährungswirtschaft: Besonderheiten des Sektors

Das Agribusiness ist ein komplexer Wirtschaftszweig mit zahlreichen Spezifika

4.1 Landwirtschaft

Das Potential der Digitalisierung für die Landwirtschaft ergibt sich aus einigen Besonderheiten der agrarischen Produktion im Vergleich zu anderen Wertschöpfungssystemen:

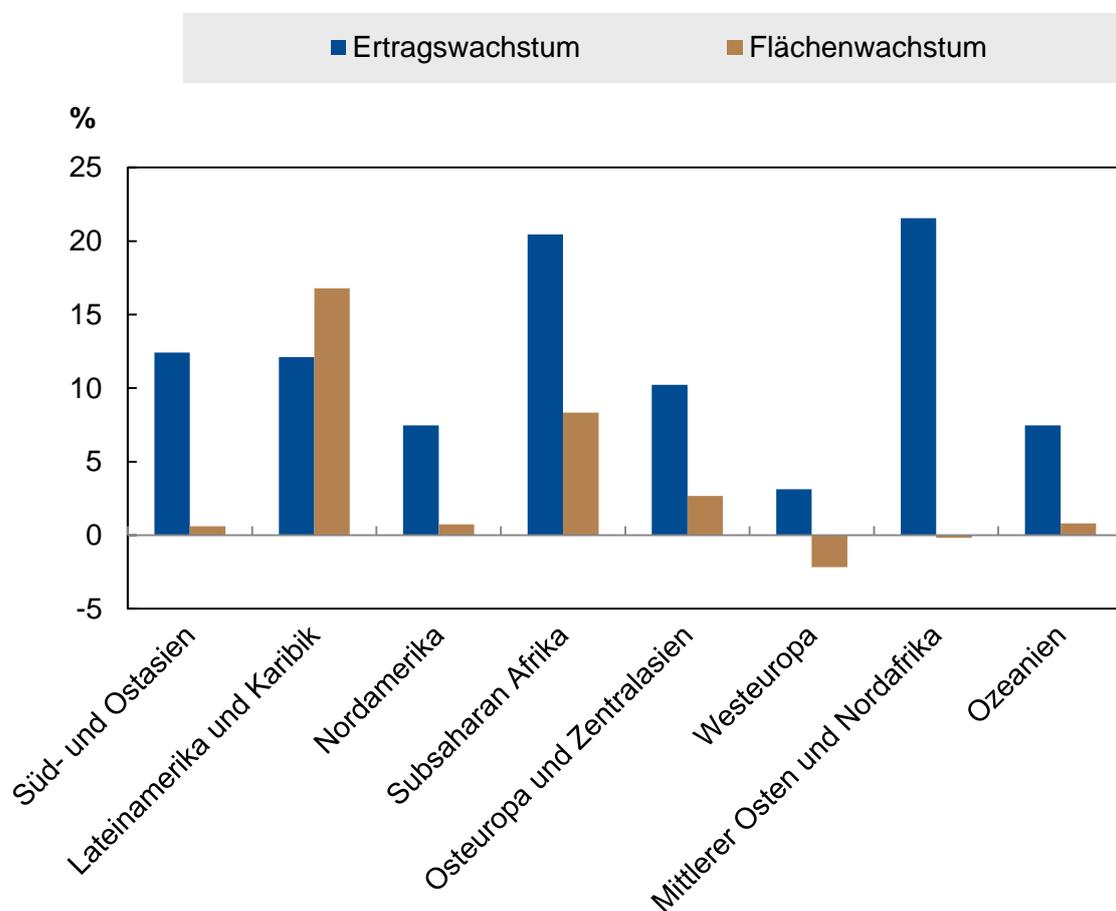
- Die Produktionseinheiten der Landwirtschaft sind Pflanzen und Tiere und damit lebende Systeme, die eine natürliche Heterogenität ausdrücken. Daneben sind die Produktionssysteme von variablen Umweltbedingungen durch Wetter, Krankheitsdruck etc. beeinflusst. Dabei ist abzusehen, dass die Variabilität durch den Einfluss von Klimaveränderungen zunimmt. Insbesondere extreme Wetterphänomene wie Starkregen und oder anhaltende Dürreperioden dürften zunehmen.
- Die Produktionsbetriebe sind vergleichsweise klein. Dies liegt unter anderem daran, dass Vorteile aus der Spezialisierung der Arbeit nur begrenzt gezogen werden können.¹ Die Kopplung von Tier- und Pflanzenproduktion, die Notwendigkeit einer Fruchtfolge und die Tatsache, dass der Produktionsfaktor Arbeit in der Abfolge der Jahreszeiten in einem Produktionszweig häufig nur teilweise eingesetzt werden kann, führen dazu, dass der Grad der Spezialisierung in der Landwirtschaft – im Vergleich zu anderen Sektoren – gering ist. Mischbetriebe haben weiterhin eine hohe Bedeutung und selbst in einem spezialisierten Ackerbau-, Futterbau- oder Veredlungsbetrieb ist die Zahl der unterschiedlichen Tätigkeiten eines Landwirts vergleichsweise groß.
- Die Intensität als Verhältnis des Einsatzes von Betriebsmitteln zum Produktionsfaktor Boden ist in der Landwirtschaft Westeuropas im internationalen Vergleich relativ hoch.
- Landwirtschaft findet in einem offenen System statt. Dies betrifft natürlich die Feldwirtschaft. Aber auch die tierische Produktion ist entweder wie bei der Weidewirtschaft eng mit der Umwelt oder zumindest mit dem Lebensraum der landwirtschaftlichen Familie verknüpft. In Teilaspekten sind Fragen der Digitalisierung in der Landwirtschaft somit oft mit Regelungen für die Digitalisierung und Automatisierung des öffentlichen Raumes vergleichbar.

¹ Allen und Lueck, 2002

Den Anforderungen des Produktionszuwachses kann in der Landwirtschaft grundsätzlich mit einer Flächenausdehnung (Extensivierung durch Ausdehnung der Systemgrenzen) oder einem Ertragszuwachs (Intensivierung innerhalb der Systemgrenzen) begegnet werden.² Dabei sagen Vorhersagemodelle für Westeuropa nur ein geringes Ertrags- und ein negatives Flächenwachstum vorher.³

Abbildung 1

Ertrags- und Flächenwachstumspotenzial verschiedener Ländergruppen – Prognose für den Zeitraum 2016-2025



Quelle: OECD und FAO, 2016

² OECD und FAO, 2016

³ vgl. dazu Ergebnisse der OECD und FAO, 2016 in Abbildung 1

In Anbetracht der Forderung nach Ernährungssicherung für eine wachsende Weltbevölkerung bekommen die Produktionseffizienz und die Ressourcenschonung eine neue Bedeutung. *Garnett und Godfray* definieren daher eine nachhaltige Intensivierung als eine „Ertragssteigerung ohne negative Umwelteinflüsse und den Einsatz von mehr Land“.⁴

Dieser Ansatz der nachhaltigen Intensivierung⁵ basiert auf vier Leitprinzipien, die sowohl der Nachhaltigkeit wie auch der Produktionsausdehnung Rechnung tragen:

- Zukunftsfähigkeit
- Resilienz
- Selbstversorgung innerhalb der Systemgrenzen
- Erhalt der Ökosystemleistungen

Kritische Punkte, denen das landwirtschaftliche Produktionssystem begegnen muss, sind der Gewässer- und Bodenschutz, die Verringerung der klimarelevanten Gase sowie die Adaption an den Klimawandel und schließlich die gesellschaftliche Akzeptanz der Produktionssysteme, insbesondere in der Nutztierhaltung.

Kennzahlen der landwirtschaftlichen Produktion in Bayern

Die Landwirtschaft in Bayern ist sehr kleinstrukturiert und weist zusammen mit Baden-Württemberg im Ländervergleich die geringste Betriebsgröße von nur 34,2 ha auf. Die Mehrheit der Betriebe (47 Prozent) bewirtschaftet weniger als 20 ha und nur ein Fünftel der Betriebe ist größer als 50 ha. Charakteristisch für Bayern ist weiterhin ein hoher Anteil an Nebenerwerbslandwirten (59 Prozent). Damit sind Landwirte gemeint, die den Großteil ihres Einkommens aus anderer Beschäftigung erwirtschaften. Im Jahr 2015 bewirtschafteten 109 201 bayerische Landwirte eine Fläche von etwa 3,21 Millionen ha. Im Bundesvergleich ist Bayern das Land mit den meisten Rindern (2015: 3,2 Millionen), die von etwa 49 000 Landwirten gehalten werden. Knapp darüber liegt die Zahl der gehaltenen Schweine (2015: etwa 3,3 Millionen) und der schweinehaltenden Betriebe (2015: 55 000). 2015 wurden von der landwirtschaftlich genutzten Fläche 34 Prozent als Dauergrünland und 66 Prozent als Ackerland bewirtschaftet. Etwa 1,5 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche war Stilllegungsfläche und damit zeitweise aus der Produktion genommen.⁶

Der Landwirtschaftssektor ist von einem starken Strukturwandel betroffen. So verringerte sich die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland von 1999/2000

⁴ *Garnett und Godfray, 2012*

⁵ *Garnett und Godfray, 2012, Pretty et al., 2010, The Royal Society, 2009*

⁶ *Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten, 2016*

bis 2013 um fast 40 Prozent.⁷ Die Landwirtschaft wird unterstützt und kontrolliert durch ein enges System unterschiedlicher Beratungs- und Regulierungsinstitutionen. Nach dem bayerischen Agrarwirtschaftsgesetz stehen Landwirten verschiedene Beratungs- und Bildungsmaßnahmen sowohl durch staatliche wie auch nichtstaatliche Anbieter zur Verfügung. Im Jahr 2014 wurden durch die anerkannten nichtstaatlichen Beratungsanbieter 124 043 einzelbetriebliche Beratungsstunden durchgeführt.⁸

Kennzeichnend für Bayern ist die große Anzahl kleiner Betriebe und Nebenerwerbsbetriebe sowie ein hoher Grad an Mischbetrieben, die keine spezialisierte Produktionsrichtung besitzen. Dadurch ist die Anschaffung von neuen Maschinen träge. Einem Experten zufolge haben landwirtschaftliche Betriebe in Bayern eine Maschinennutzungsdauer von 10 bis 15 Jahren, wohingegen Betriebe in Nordostdeutschland, die über größere und spezialisierte Betriebsstrukturen verfügen und oft auch *early adopters* neuer Technik sind, eine Wechselrate von vier bis fünf Jahren aufweisen.

Die Digitalisierung bietet im Kontext der landwirtschaftlichen Produktion Westeuropas viele Chancen. Sie ermöglicht eine Automatisierung heterogener Prozesse sowie eine Antwort auf wichtige ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Fragen. Der digitale Wandel ermöglicht die Erfassung und Analyse von Zusammenhängen in größeren Regelkreisen. Durch den Einsatz der nun und künftig zur Verfügung stehenden digitalen Technologien ergeben sich zudem neue Möglichkeiten zu geschlossenen Kreislaufsystemen und damit einem effizienteren Einsatz beispielsweise von Wasser, Energie und Nährstoffen. Die durch die Digitalisierung geschaffene Transparenz der Produktionssysteme bietet zudem Chancen, Akteure und Ressourcen effektiver einzubinden und Vertrauen zu schaffen.

4.2 Ernährungswirtschaft

Die Ernährungsindustrie unterscheidet sich von anderen Branchen insofern, als ihre Produkte Verbrauchsgüter sind. Sie müssen dementsprechend regelmäßig gekauft werden und gehören zu den schnell drehenden Produkten. Die Kaufentscheidungen für diese Produkte sind habitualisiert und es ist schwierig, Innovationen im Markt durchzusetzen. Nahrungsmittel besaßen 2012 eine Fail-Rate für neu eingeführte Produkte von 65 Prozent nach 24 Monaten, was dazu führt, dass fast zwei Drittel der Neueinführungen wieder vom Markt verschwinden.⁹

Weiterhin handelt es sich bei Lebensmitteln um Produkte mit einer begrenzten Haltbarkeit, was besondere Anforderungen an das Qualitätsmanagement und die Logistik

⁷ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2016

⁸ Bayerische Staatskanzlei, 2006, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten, 2016

⁹ Gesellschaft für Konsumforschung, 2015

stellt. Ein wesentliches Thema zur Effizienzsteigerung ist damit die Vermeidung von Lebensmittelabfällen. Hierbei unterscheidet man zwischen vermeidbaren und unvermeidbaren Abfällen. Das Ausmaß der Lebensmittelabfälle wird in der EU auf 87,6 Millionen Tonnen geschätzt, was einem Wert von 173 kg / Person entspricht und zu 53 Prozent durch Privathaushalte generiert wird.¹⁰ Eine bayerische Studie geht von einem Vermeidungspotenzial für Lebensmittelabfälle in den privaten Haushalten von 43 kg / Person und Jahr aus.¹¹ Hier zeigt sich ebenfalls, dass für Bayern der Konsument mit 544.000 t jährlich der größte Verursacher von Lebensmittelabfällen ist, wohingegen die Urproduktion 290.000 t, der verarbeitende Sektor 222.000 t und der Handel 99.000 t pro Jahr verantwortet.

Kennzahlen der bayerischen Ernährungswirtschaft

Bestandteile der Ernährungswirtschaft sind laut der Klassifizierung des Bundesamts für Statistik:¹²

Schlachten und Fleischverarbeitung

Obst- und Gemüseverarbeitung

Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten

Milchverarbeitung

Mahl- und Schälmaschinen, Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen

Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln (z. B. Zucker, Fertiggerichte)

Herstellung von Futtermitteln

Die bayerische Ernährungswirtschaft kann größtenteils als mittelständisch bezeichnet werden mit durchschnittlich 124 Beschäftigten je Betrieb und einem jährlichen Gesamtumsatz von etwa 24 Milliarden Euro. Ein detaillierter Blick zeigt jedoch, dass auch die Ernährungswirtschaft wächst und sich konzentriert. So haben zwar noch die meisten Betriebe (88,7 Prozent) weniger als 250 Beschäftigte, jedoch erwirtschaften die übrigen 11,3 Prozent etwa die Hälfte des Branchenumsatzes. (Daten von 2014).¹³

Im Bereich der schnellrotierenden Waren sind folgende Megatrends zu beobachten:¹⁴

- *Personalisierte Produkte:* Die Individualisierung der Gesellschaft erfordert besser auf die Bedürfnisse des Konsumenten abgestimmte Produkte. Trends wie personalisierte Ernährung, die die Ernährung auf den individuellen Geno- und

¹⁰ Stenmarck et al., 2016

¹¹ Kompetenzzentrum für Ernährung, 2014

¹² Statistisches Bundesamt, 2007

¹³ Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien Energie und Technologie, 2015

¹⁴ Bovensiepen et al., 2015

Phänotyp des Konsumenten anpasst, schaffen Möglichkeiten der Individualisierung. Daneben erfolgt im gesättigten Markt der Lebensmittel eine starke Differenzierung der Produkte.

- *Einkaufsverhaltensänderung:* Die sinkende Haushaltsgröße und veränderte Konsumgewohnheiten unterstützen den Trend hin zu geringeren Packungsgrößen.
- *Technologieunterstützte Erfahrungen:* Elemente des Smart Living und die Verwendung digitaler Technologien in Privathaushalten sowie die Bedeutung von Social Media fördern eine Vernetzung von Konsum und Erlebnis.
- *Transparenter Herstellungsprozess:* Verbraucher verlangen Informationen über Herstellungsprozesse und Produktbestandteile.
- *Produktqualität und Umweltverträglichkeit:* Nachhaltigkeit und eine Nachfrage nach hoher Produktqualität beeinflussen das Konsumverhalten.
- *Verpackungen, die eine längere Haltbarkeit garantieren:* Vereinfachte Einkaufsroutinen und verbesserte Verpackungs- und Verarbeitungstechnologien fördern eine längere Haltbarkeit der gekauften Produkte.
- *Anstieg regulatorischer Anforderungen:* Weite Bereiche des Lebensmittelrechts sind in der EU harmonisiert und wurden nach der BSE-Krise grundlegend überarbeitet.

Für die Agrar- und Ernährungswirtschaft insgesamt gilt, dass die Rückverfolgbarkeit und die Verfolgung von Produkten an Bedeutung gewinnen.¹⁵ Weiterhin halten *Poppe et al.* eine verstärkte Integration der Wertschöpfungskette in der Art und Weise für möglich, dass die Landwirte zu Franchise-Nehmern werden könnten, so wie es in Teilen der Veredlungswirtschaft bereits der Fall ist.¹⁶ Während die Landwirtschaft Arbeitskräfte und Produktionsstätten zur Verfügung stellt, erfolgt das Management der Einheiten durch Franchise-Geber. Gleichwohl reduzieren sich ebenfalls die Kosten des Handels, so dass es andererseits zu einem vermehrten Direktabsatz von Landwirt zu Konsument kommen kann, wie z.B. in Formen des Urban Gardenings.

Die Digitalisierung kann Trends in der Ernährungswirtschaft wie eine bessere Rückverfolgbarkeit der Waren oder personalisierte Produkte mithilfe neuer Technologien weiter unterstützen. Sie bietet der Branche damit Möglichkeiten, den Anforderungen der Verbraucher in höherem Maße gerecht zu werden.

¹⁵ *Poppe et al.*, 2013

¹⁶ *Poppe et al.*, 2013

4.3 Lebensmitteleinzelhandel

Der Lebensmitteleinzelhandel kann nicht separat für Bayern betrachtet werden, da er insgesamt in Deutschland von einigen wenigen, großen Unternehmen dominiert ist. Der Sektoruntersuchung des Bundeskartellamts zufolge vereinen die vier größten Handelsunternehmen zwischen 75 und 95 Prozent der absatzseitigen Gesamtumsätze auf sich.¹⁷

Weiterhin tritt der Lebensmitteleinzelhandel durch unterschiedliche Formen der Integration und Kooperation zunehmend im Markt als Lebensmittelhersteller auf, was auch an dem hohen Marktanteil der Handelsmarken zu erkennen ist. Hierdurch unterliegt der Lebensmitteleinzelhandel ebenso den Trends, die bereits für die Ernährungswirtschaft diskutiert wurden.

Somit beeinflusst die Digitalisierung nicht nur die Effizienz von Distributionswegen und den Warenverkauf, sondern auch Themen wie Qualitätskontrolle und Produktrückverfolgung. Transparenz vom Hersteller bis zum Endverbraucher erhält große Bedeutung.

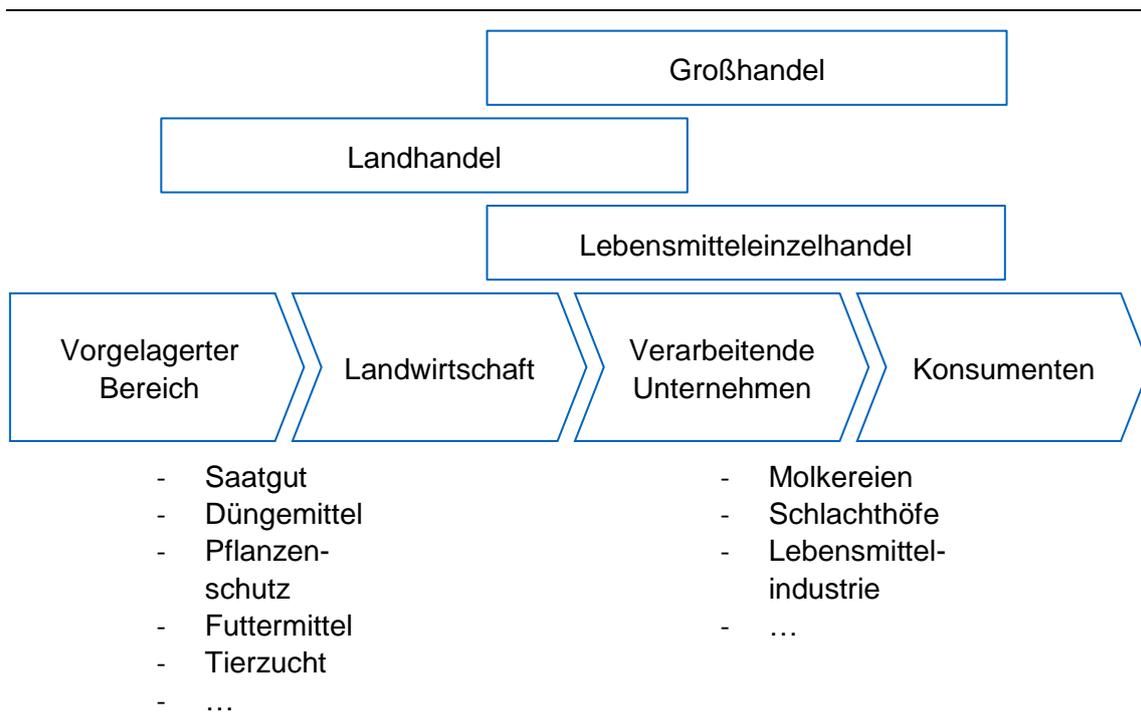
¹⁷ Bundeskartellamt, 2014

4.4 Agribusiness

Wertschöpfungsketten im Agribusiness, also der gesamten Agrar- und Ernährungswirtschaft, sind global, komplex und im hohen Maße miteinander vernetzt. Somit spricht man auch von Wertschöpfungsnetzen, um den nichtlinearen Charakter zum Ausdruck zu bringen.

Abbildung 2

Wertschöpfungsketten in der Agrar- und Ernährungswirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung

Kennzahlen des Agribusiness in Bayern

Die bayerische Agrar- und Ernährungswirtschaft erwirtschaftete 2014 einen Gesamtumsatz von etwa 119 Milliarden Euro und beschäftigte etwa 13 Prozent der Erwerbstätigen in Bayern. Der Gesamtumsatz teilt sich folgendermaßen auf:¹⁸

¹⁸ Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten, 2016

*6 Prozent vorgelagerter Bereich
35 Prozent Land- und Forstwirtschaft
59 Prozent nachgelagerter Bereich, darunter 44 Prozent Lebensmittelhandel*

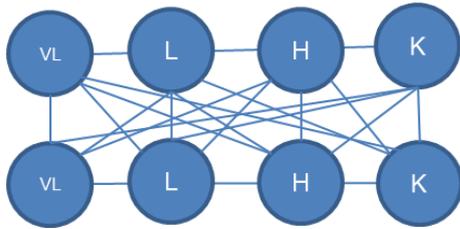
Es haben sich unterschiedliche Strukturen vertikaler Kooperation und Koordination und verschiedene Formen vertraglicher Bedingungen der beteiligten Unternehmen herausgebildet. Unterschiedliche Teilbranchen und -netzwerke des Agribusiness sind von einer Unternehmenskonzentration in verschiedenem Ausmaß betroffen. Beispiele hierfür sind neben dem Lebensmittelhandel auch die Lebensmittelherstellung sowie Agrochemie und unterschiedliche Teile der Tier- und Pflanzenzucht, in denen jeweils ein wesentlicher Teil des Angebots auf eine heterogene Spitzengruppe von Unternehmen entfällt.¹⁹

Netzwerke der Wertschöpfung können unterschiedlich strukturiert sein. Es lassen sich wie in Abbildung 3 dargestellt fünf Typen unterscheiden.²⁰ Die Relationen in den Wertschöpfungsketten werden auch von der Digitalisierung beeinflusst. Sie können einerseits die Akteure in der Wertschöpfung eher unabhängiger machen, da manche Stufen, wie in manchen Vermarktungsmodellen der Handel, ausgelassen werden können. Auf der anderen Seite kann die Übertragung der Daten und Produktionsentscheidungen auf vorgelagerte oder nachgelagerte Unternehmen dazu führen, dass der Handlungsspielraum, z. B. in der Landwirtschaft, stark eingeschränkt wird.

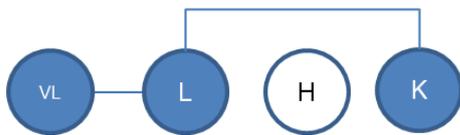
¹⁹ Chemnitz et al., 2017, Howard, 2016

²⁰ Gereffi et al., 2005

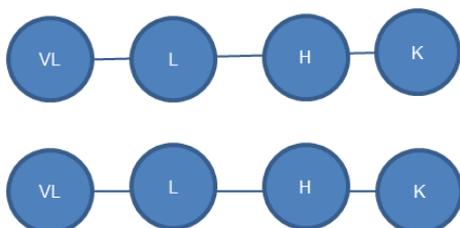
Abbildung 3

Marktverbindungsbeziehungen in Wertschöpfungsketten**Marktverbindungen**

Es handelt sich um freie Marktbeziehungen zwischen allen Teilen der Wertschöpfungskette. Ein Wechsel zu anderen Geschäftspartnern ist leicht, da er für beide Seiten der Handelsbeziehung mit geringen Kosten verbunden ist.

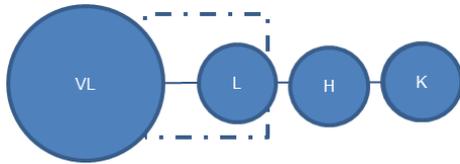
Flexible Wertschöpfungskette

Produkte werden entsprechend der Vorgaben des Abnehmers hergestellt/geliefert. Den Produzenten ist es möglich direkte Märkte mit Kunden aufzubauen (z. B. durch Online-Shops) und damit den Händler als Vermittler zu übergehen. Dadurch entsteht eine höhere Wertschöpfung durch den Produzenten sowie eine höhere Personalisierung für den Endverbraucher.

Relationale Wertschöpfungskette

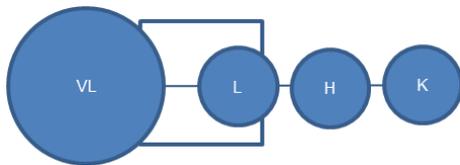
Hier wird das Wertschöpfungssystem von starken Regularien geprägt, z. B. durch Anforderungen an das Qualitätsmanagement-System. Diese sind abnehmerspezifisch, was den Wechsel zu einem anderen Abnehmer erschwert. Hierdurch gelingt es dem Abnehmer, den Wettbewerb einzuschränken.

Gefangene Wertschöpfungskette



Zwei Stufen der Wertschöpfungskette sind stark verbunden, wobei eine die andere dominiert und kontrolliert. Weiterhin ist ein Wechsel für die schwächere Stufe zu einem anderen Unternehmen mit hohen Kosten verbunden.

Hierarchie



Dieser Typ wird oftmals auch als vertikale Integration bezeichnet. Dabei werden verschiedene Stufen der Wertschöpfungskette verbunden und zu Unternehmensteilen der dominanten Stufe.

Legende: VL=Vorleister, L=Landwirt, H=Handel, K=Konsument

Quelle: In Anlehnung an Gereffi *et al.*, 2005

5 Digitalisierung in Produkten und Prozessen

Die Digitalisierung erleichtert Monitoring, Steuerung und Optimierung im Agribusiness

Die durch die Digitalisierung entstehenden Produkte und Anwendungen bauen aufeinander auf und betreffen zusätzlich zu den Bereichen Monitoring und Steuerung auch die Regelung und Optimierung autonomer Systeme (vgl. Abbildung 4).²¹

Abbildung 4

Neue Produkte und Prozesse der Digitalisierung



Quelle: Modifiziert auf Basis von *Porter und Heppelmann, 2015*

5.1 Digitalisierung in der Landwirtschaft

Diese Studie betrachtet die Digitalisierung der Prozesse in der Landwirtschaft unter den Begriffen des Smart Farming und des Precision Farming. Darunter werden Technologien und Prozesse zusammengefasst, die Daten, Algorithmen und das Internet der Dinge umfassen. Viele Anwendungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft haben zum Ziel, Heterogenität und Variabilität zu messen, zu steuern und zu optimieren. Daneben gilt es, Kapital sinnvoll zu nutzen. Durch die Digitalisierung entstehen neue Produkte, Anwendungen und Dienstleistungsangebote, die diesem Zweck dienen. Precision Farming umfasst unter anderem variable Ausbringungstechniken (Variable Rate Technology), Regelspurverfahren (Controlled Traffic Farming) und Fernerkundung (Remote Sensing). So erlaubt beispielsweise die Fernerkundung zusammen mit vari-

²¹ *Porter und Heppelmann, 2015*

ablen Ausbringungstechniken die teilflächenspezifische Verteilung von Betriebsmitteln wie Saatgut, Dünger etc., während das Regelspurverfahren durch automatisierte Spurführung Bodenverdichtungen verringert und landwirtschaftliche Erträge sichert.

Begriffsdefinition

Bislang fehlt es an einer einheitlichen Definition. Beispielsweise versteht Treue „Precision Farming“ im Sinne einer teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion: „Teilflächenspezifische Pflanzenproduktion ist die Erfassung von Flächenanteilen mit unterschiedlichen, pflanzenbaulich relevanten Eigenschaften innerhalb einer landwirtschaftlich bewirtschafteten Fläche und die angepasste Bewirtschaftung der daraus resultierenden Teilflächen.“²² Döhler et al. fassen ihre Definition weiter und berücksichtigen neben der Teilflächenbewirtschaftung ebenso Geräteführung, Dokumentation (der Maschinenzeiten, Input- und Outputmengen) und Managementaufgaben (z. B. Maschinenkontrolle mittels Telemetrie).²³

Einige unterscheiden bei der Digitalisierung in der Landwirtschaft zwischen „Smart Farming“ und „Precision Farming“. Dabei beschreibt „Precision Farming“ einen informationsbasierten Ansatz, bei dem die Entscheidungsunterstützung durch digitale Informationen im Vordergrund steht, z. B. durch Wetter-Apps. Dahingegen ist „Smart Farming“ wissensbasiert und beinhaltet teilautonome bis vollständig autonome Technologien, die der Landwirt hauptsächlich überwacht. Nur im Bedarfsfall muss er bei „Smart Farming“-Technologien wie beispielsweise vollautomatisierten Erntemaschinen selbst eingreifen.²⁴

Digitale Anwendungen und Technologien bieten in folgenden Bereichen Arbeitserleichterungen für den Landwirt:

- Messen und Monitoring
- Analyse und Planung
- Steuerung
- Event- und Datenmanagement in Clouds

Eine Anwendung oder Technologie kann entweder nur eine dieser Funktionen enthalten oder eine Art Komplett-Lösung mit allen Funktionalitäten bieten.²⁵ Prozesse des

²² Treue, 2003

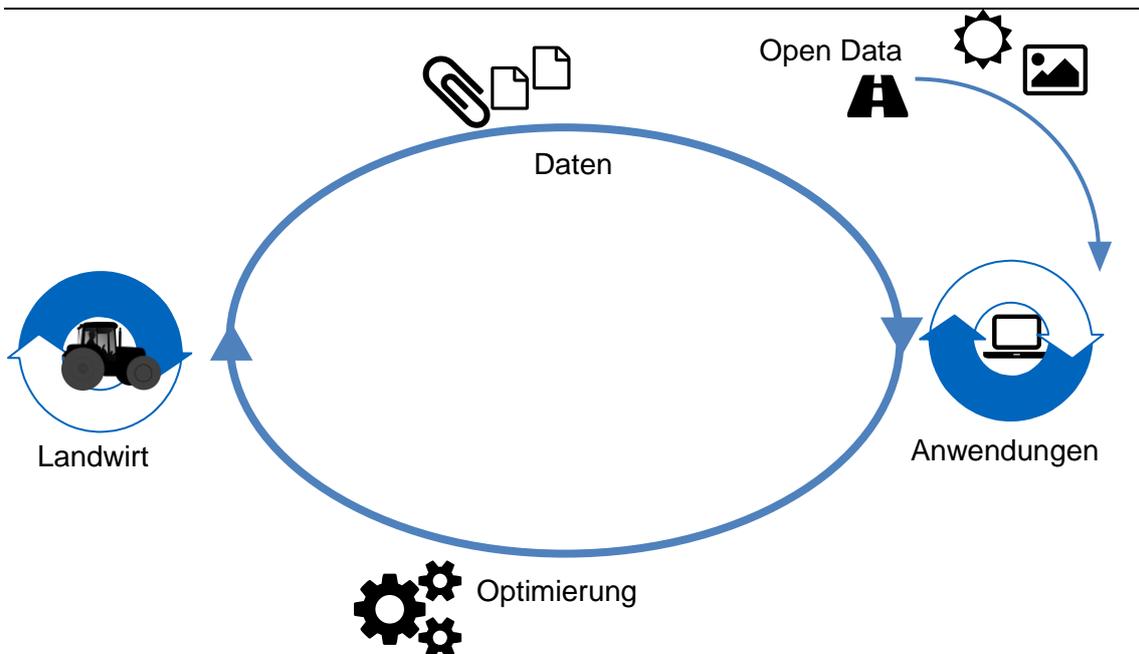
²³ Döhler et al., 2009

²⁴ Bovensiepen et al., 2016

²⁵ Porter und Heppelmann, 2015

Smart Farming bestehen dabei aus Datengewinnung und Prozessoptimierung (vgl. dazu Abbildung 5).

Abbildung 5
Logik der Datengewinnung

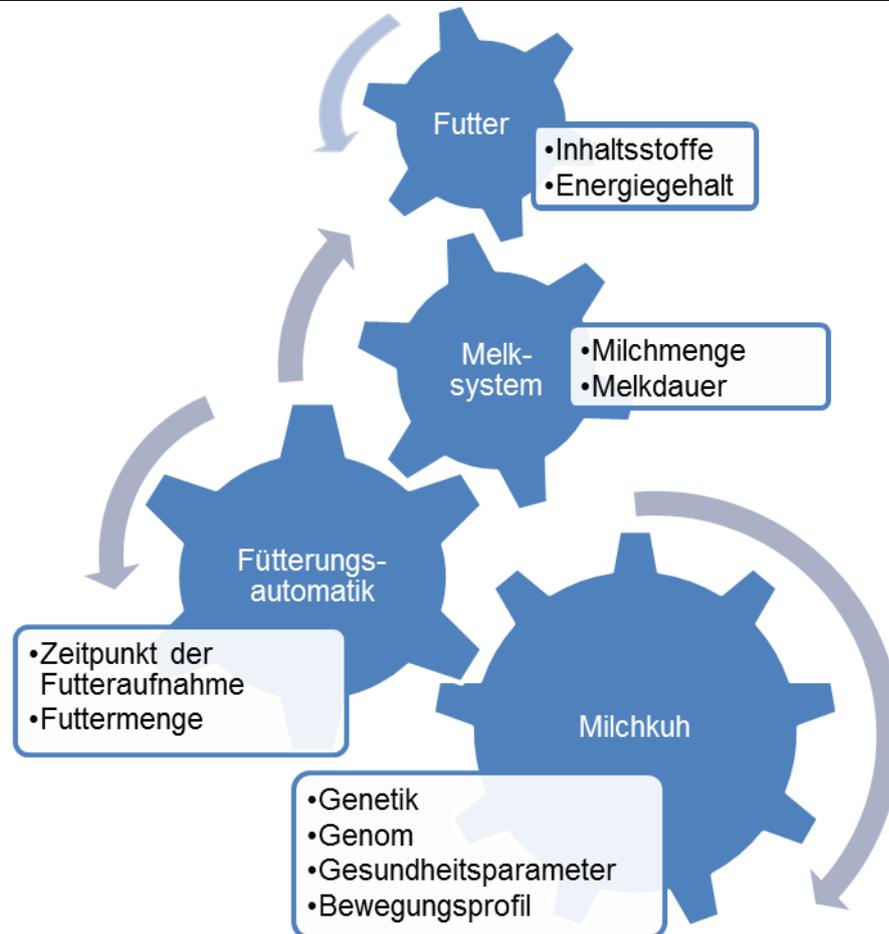


Quelle: Eigene Darstellung

Digitalisierung bedingt die Verknüpfung großer Datenmengen über Systeme hinweg – so auch in der Landwirtschaft. Datensharing kann auf unterschiedlichen Ebenen angesiedelt werden, z. B. zwischen Geräten und Maschinen eines oder mehrerer Hersteller. Diese Herausforderung hat beispielsweise die Landtechnikindustrie durch ISO-Verfahren umgesetzt, da die Offenheit des Systems in der europäischen Landwirtschaft aufgrund der Marktbedingungen zwingend erforderlich ist. Es geht aber auch um die verknüpfte Auswertung unterschiedlicher Datensysteme, z. B. die Verknüpfung genomischer Daten aus der Tier- und Pflanzenzüchtung in Kombination mit Umweltdaten sowie um das Teilen von Daten zur Ergänzung und Entwicklung von Optimierungsprozessen. Datenrechte und Beteiligungsmodelle an den aus den Daten gewonnenen Kenntnissen sind weiterhin in Entwicklung.

Smart Farming-Systeme verknüpfen nach einem Big Data-Ansatz unterschiedliche Datensysteme. Abbildung 6 veranschaulicht dies am Beispiel der Melksysteme. Daten werden beim Melkvorgang und der Fütterung erzeugt. Dazu kommen Parameter, die über den Gesundheitszustand der Kuh und die Nährstoffe im Futter Auskunft geben. Das Potenzial der Digitalisierung liegt darin, Informationen aus den einzelnen Systemen in der Prozessoptimierung zu verknüpfen.

Abbildung 6

Beispiel eines Datensystemnetzwerks und Big Data in der Tierhaltung

Quelle: Eigene Darstellung nach AT Kearney, 2016

In der Tierhaltung werden bereits viele digitale Anwendung eingesetzt, die oft als „Smart Livestock Farming“ beschrieben werden. Diese dienen unter anderem der Arbeitserleichterung (z. B. automatisches Melksystem/Melkroboter), dem Monitoring von Geräten und Tier(verhalten) sowie dem Management des gesamten Tierbestandes.

Monitoring-Systeme umfassen z. B. die Kontrolle der Reinigungswirkung der Melkanlagen oder der Wasserqualität und des Wasserdrucks der Tränken, aber auch optische Messsysteme, um das Befüllen von Futtermischwägen zu verbessern. Weiterhin ist es durch Smartphone- oder Tablet-Applikationen möglich, das Gewicht eines Mast-schweines über die Kamerafunktion abzuschätzen. Fußbänder sind in der Lage, ein Bewegungsprofil zu generieren und das Ablegeverhalten von Milchkühen zu kontrollieren. Erste Chips in Ohrmarken, die zusätzlich zur Lokalisierung auch die Überwachung des Wiederkäuens und der Brunst ermöglichen, wurden schon entwickelt, wie beispielsweise der „Eartag LIFE“ der Firma Smartbow. Gesammelte Daten werden an-

schließlich oftmals in einer Herdenmanagement-Software zusammengefasst und bieten so dem Landwirt die Kontrolle über diese Daten.

Im Bereich der Nutztierhaltung sehen die befragten Experten weitere Potenziale der Digitalisierung im Bereich des Monitorings von Salmonellen-Vorfällen oder des Antibiotika-Einsatzes. Weiterhin besteht durch digitale Anwendungen und Technologien die Möglichkeit, dass bessere Informationen zur Tiergesundheit geliefert und die Beratungsansätze von Dienstleistern wie den Erzeugerorganisationen oder Veterinären gezielter verbessert werden können.

Die Digitalisierung im Pflanzenbau ermöglicht die verfeinerte Berücksichtigung der Heterogenität der Hauptressource „Boden“. Innerhalb eines Feldstückes können die Bodenbeschaffenheit und somit auch die Bodenqualität stark schwanken. Eine Leitfähigkeitsmessung erlaubt das Erstellen einer Bodenkarte und damit eine teilflächenspezifische Bodenbearbeitung entsprechend der Bedürfnisse jedes Teilstückes. Pflanzenschutzmaßnahmen und Düngung können in der teilflächenspezifischen Anwendung optimal auf die Heterogenität der Feldstücke reagieren. Mit Hilfe von speziellen Sensoren an Anbaugeräten ist es möglich die Nährstoffversorgung (z. B. Stickstoff) der Pflanzen zu messen, oder die gezielte Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln vorzunehmen. Das teilweise Abschalten von Pflanzenschutzspritzen, Düngerstreuern oder Sämaschinen verhindert zudem die Bearbeitung über die Feldgrenzen hinweg und eine doppelte Bearbeitung von Feldstücken.

Die Wirtschaftlichkeit der teilstückspezifischen Bewirtschaftung hängt von der Größe und Heterogenität der bewirtschafteten Flächen ab.²⁶ Hohe Fixkosten der Anschaffung digitaler Technologien erfordern eine Mindesteinsatzfläche, die je nach Technologie und Einsparpotential bei den Betriebsmitteln variiert. Durch die kleinteilige Einteilung von Feldstücken (Ackerschläge) ist das Potential in Bayern eingeschränkt: So beträgt die durchschnittliche Schlaggröße (zusammenhängendes Feldstück) in Bayern 1,74 ha (Daten für 2014), wobei 73 Prozent der Feldstücke bis 2 ha groß sind.²⁷

Die Maschinensteuerung wird erleichtert durch Lenksysteme, die das Fahren in der gleichen Fahrspur wie bei früheren Arbeiten gewährleisten. Hierfür ermittelt der Traktor seine Position durch GPS-Signale, die gegebenenfalls mittels Korrektursignalen vom Mobilfunknetz präzisiert werden. Ebenfalls ist hierdurch das Parallelfahren von Maschinen möglich.

Weiterhin finden Drohnen Anwendung, beispielsweise zur Beurteilung eines Bestandes, zum Abwerfen von Nützlingen oder zum Auffinden von Rehkitzen vor der Mahd, sowie Roboter, die z. B. das Unkrautjäten übernehmen.

²⁶ Kloepfer, 2011

²⁷ Zenger und Friebe, 2015

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass Landwirte in den letzten Jahren vermehrt auch zu Energieerzeugern geworden sind oder ihre Flächen als Standorte für die Energieerzeugung zur Verfügung gestellt haben. Diese Entwicklung dürfte auch künftig anhalten. Digitale Technologien – etwa intelligente Stromspeichertechnologien in Verbindung mit intelligenten Stallsystemen – können an dieser Stelle helfen, die vor Ort erzeugte Energie auch vor Ort zu nutzen und den damit verbundenen Effizienz- und Kostenvorteil den Landwirten nutzbar zu machen.

Landwirtschaftliche Ertragsversicherungen

Die Digitalisierung und die dadurch erhöhte Datenverfügbarkeit ermöglichen auch die Entwicklung neuer Versicherungsformen in der Landwirtschaft. Bei einer Ertragsindexversicherung wird eine Leistung ausgezahlt, wenn der Ertrag in einer Region unter eine Ertragsgrenze fällt.²⁸ Durch die Digitalisierung lassen sich Ertragshistorien aufbauen, die zur Grundlage solcher Versicherungen werden können. Sie entlastet dadurch die öffentliche Verwaltung von der Erstellung von Erntestatistiken. Digitalisierung kann gerade in Entwicklungsländern mit unzureichender Infrastruktur landwirtschaftliche Versicherungsmodelle unterstützen.²⁹

Die langfristigen, globalen Auswirkungen einer Nutzung derartiger digitaler Technologien in der Landwirtschaft lassen sich zum derzeitigen Zeitpunkt schwer abschätzen. So sind die Zukunftsszenarien der europäischen und deutschen Landwirtschaft von einer Reihe unterschiedlicher Parameter geprägt. Dazu zählen unter anderem die regionale und weltweite Bevölkerungsentwicklung, welche zum einen die Nachfrage nach Nahrungsmitteln und Energie und zum anderen die zur Verfügung stehende Anzahl an Arbeitskräften, insbesondere in arbeitsintensiven saisonalen Tätigkeiten, beeinflusst. Der zu erwartende Anstieg der Weltbevölkerung auf 9 Milliarden Menschen führt zu einem Ruf nach einer nachhaltigen Intensivierung der Landwirtschaft. Auch die Entwicklung der europäischen und globalen politischen sowie welthandelsbezogenen Rahmenbedingungen hat einen Einfluss auf die zukünftige Entwicklung in der Landwirtschaft. Vor diesem Hintergrund könnte die Digitalisierung zu unterschiedlichen globalen Verschiebungen in der landwirtschaftlichen Wertschöpfung führen, wie eine Studie des Europäischen Parlaments verdeutlicht.³⁰

²⁸ Munich RE, 2017

²⁹ Deloitte, 2012

³⁰ Schrijver et al., 2016

Zukunftsszenarien des Europäischen Parlaments für Digitalisierung in der Landwirtschaft

Schrijver et al. haben in einer Studie vier Zukunftsszenarien entwickelt, um die Auswirkungen und Möglichkeiten der Digitalisierung für die Landwirtschaft zu erörtern.³¹ Die Szenarien haben verschiedene Schwerpunkte:

- *„Economic optimism“: Digitalisierung führt zu autonomen Systemen und gesteuerten landwirtschaftlichen Betrieben, sodass Arbeitsplätze in der Landwirtschaft verloren gehen, soziale und wirtschaftliche Ungleichheit verstärkt auftreten und ein großer Teil der Landwirtschaft außerhalb Europas verlagert wird.*
- *„Global sustainable development“: Landwirte werden von der Gesellschaft beauftragt durch stark reglementierte, digitale Anwendungen und Technologien die Nachhaltigkeit zu wahren. Nur solche Technologien sind erfolgreich, die zu einem Zugewinn an Nachhaltigkeit und dem Abbau von Ungleichheiten führen, sodass auf den meisten Betrieben teilautomatische Technologien angewendet werden.*
- *„Regional competition“: Hier liegt der Fokus auf der Region. Um eine Autarkie sowie eine höhere Effizienz zu erreichen, werden digitale Anwendungen eingesetzt.*
- *„Regional sustainable development“: Auch hier liegt der Fokus auf der Region. Digitale Anwendungen werden lediglich zur Verringerung des Umwelteinflusses eingesetzt. Die technologische Entwicklung ist generell gering.*

Den Szenarien ist dabei gemein, dass den Datenrechten eine besondere Bedeutung beigemessen wird, da auf dieser Grundlage zusätzliche Wertschöpfung und unter Umständen Marktmacht erreicht werden kann. Weiterhin wird eine unabhängige Datenplattform gefordert, die den Austausch der Daten ermöglicht.

Aussagen über die tatsächliche Adaptionrate digitaler Technologien und Produkte und damit auch Vergleiche zwischen verschiedenen Ländern sind schwierig, da teilweise nur fragmentierte Daten vorliegen und Umfragen in unterschiedlichen örtlichen und zeitlichen Rahmen durchgeführt wurden.³² Eine Studie von *Schrijver et al.* gibt an,³³ dass nach Schätzungen nur 25 Prozent der europäischen Landwirte Technologien mit Ansätzen der Präzisionslandwirtschaft besitzen. Dahingegen investieren nach einer Befragung von *Bovensiepen et al.* bereits 54 Prozent der dort 100 befragten deutschen

³¹ *Schrijver et al.*, 2016

³² OECD, 2016

³³ *Schrijver et al.*, 2016

Landwirte in neue Technologien.³⁴ Dabei sind Investitionen in Anwendungen von GPS-Technologie am häufigsten, gefolgt von intelligenten Maschinen. Hingegen kommen Roboter und Drohnen kaum zum Einsatz.³⁵

In einer eigens durchgeführten Erhebung unter bayerischen Landwirten wurden neben der Verwendung bzw. Anschaffungsabsicht auch Angaben zu Motivation oder Hemmnissen einer Anschaffung erhoben. Die Ergebnisse auf Basis von 92 befragten bayerischen Landwirten zeigen, dass vor allem kostengünstige sowie einfach zu handhabende digitale Lösungen von Landwirten genutzt werden. Ein Beispiel wären allgemeine Agrar-Apps, die laut Umfrage 75 Prozent der Befragten verwenden, worunter beispielsweise Wetter-Anwendungen fallen und wohl insbesondere in der Ernte mehrmals täglich Verwendung finden. Dahingegen werden Anwendungen, die eine hohe Investitionssumme benötigen sowie keinen sofortigen Nutzen aufweisen, verhaltener eingesetzt, wie zum Beispiel Drohnen oder Ertragskartierung. Dies trifft auch zu, wenn man bedenkt, dass nicht alle Anwendungen und Technologien für alle Betriebstypen verwertbar sind. Die Häufigkeiten sind auch Abbildung 7 zu entnehmen.

Weiterhin sollte beachtet werden, dass die abgefragte Liste an Anwendungen ebenso Technologien umfasst, die bereits seit vielen Jahren bekannt sind (z. B. Ackerschlagkartei) oder für die oftmals keine nicht digitalisierte Alternative bei Neuanschaffung zur Verfügung steht, wie beispielsweise bei der Anschaffung eines neuen Großtraktors mit einer Leistung ab 180 PS. Alle Digitalisierungselemente wie in Abbildung 4 dargestellt werden durch die abgefragten Anwendungen und Technologien abgedeckt, wobei nicht alle als Smart oder Precision Farming bezeichnet werden können. Die Motivation für diese breite Abfrage ist jedoch die Vergleichbarkeit mit anderen Studien.

Insgesamt zeigt sich, dass sich für die bayerische Landwirtschaft vor allem kleinteilige digitale Anwendungen eignen, die den Strukturen und Ressourcen der überwiegend kleinen landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern Rechnung tragen. Dazu zählen unter anderem digitale Lösungen im Bereich Betriebsmanagement und Precision Livestock Farming.

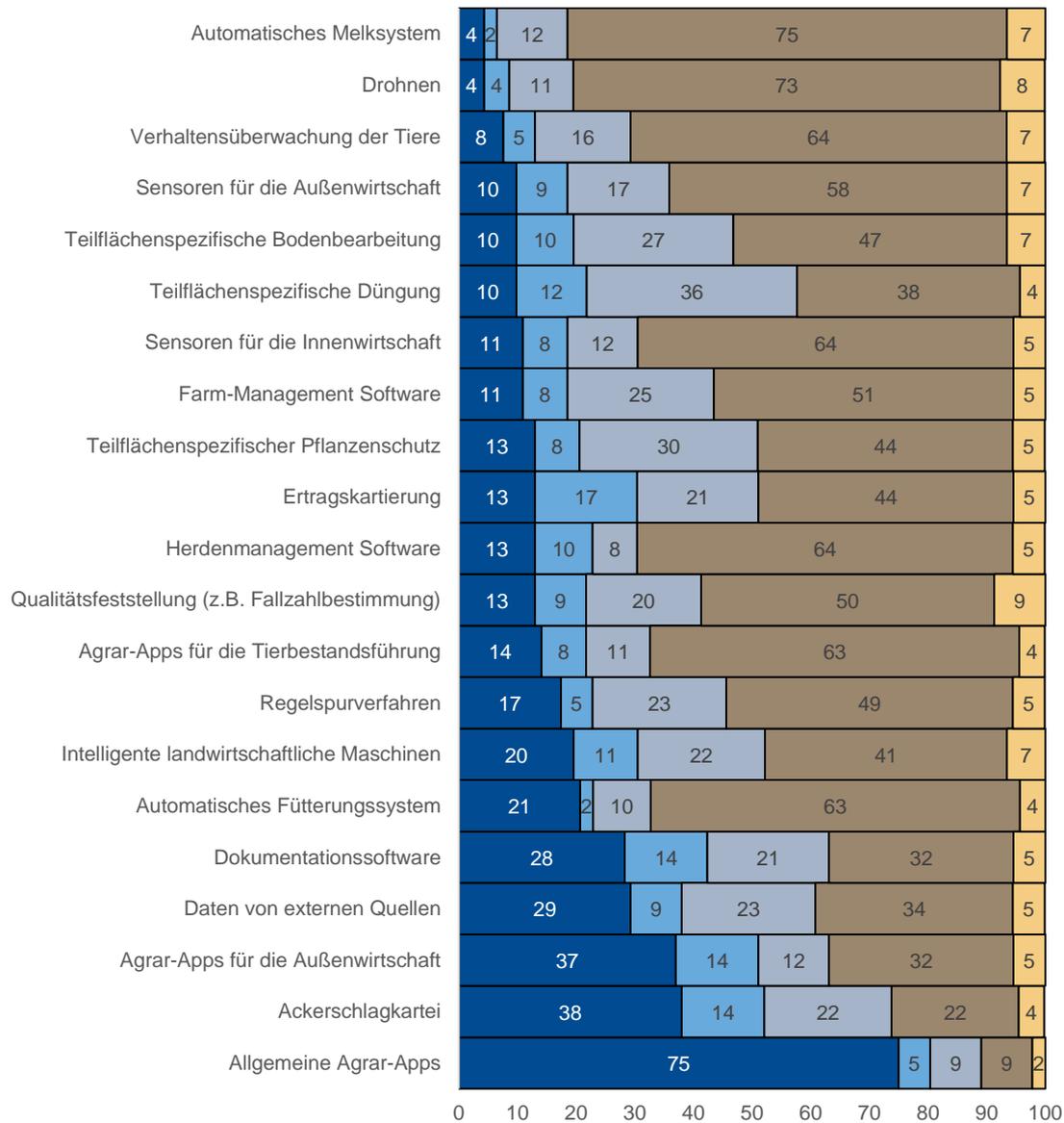
³⁴ Bovensiepen et al., 2016

³⁵ Bovensiepen et al., 2016

Abbildung 7

Verbreitung digitaler Anwendungen unter bayerischen Landwirten in Prozent

Welche digitalen Anwendungen und Technologien benutzen Sie bzw. planen Sie innerhalb der nächsten 12 Monate anzuschaffen?



- Wurde angeschafft und wird genutzt.
- Möchte ich sicher anschaffen.
- Möchte ich vielleicht anschaffen.
- Besitze ich nicht und plane auch keine Anschaffung.
- Keine Angabe

Quelle: Eigene Darstellung, Befragung von 92 bayerischen Landwirten, Februar/März 2017

Welche digitalen Technologien für die bayerische Landwirtschaft?

Hohe Investitionskosten hemmen aufgrund der kleinteiligen Struktur der bayerischen Landwirtschaft die Anschaffung teurer digitaler Technik, gerade im Bereich der Zugmaschinen und Ernte- und Saattechnik. Bayern kann jedoch auf kleinteilige Anwendungen aus dem Betriebsmanagement und der Robotik setzen. Statt die großflächige Homogenisierung unterschiedlicher Produktionsbedingungen zu propagieren, ermöglichen solche Anwendungen Vielfalt. Sie können den Landwirt bei manueller Arbeit, beispielsweise in der mechanischen Unkrautbekämpfung, unterstützen oder gar ersetzen. Damit kann sich dieser vermehrt den Managementaufgaben zuwenden, in denen er durch Softwarelösungen und digital verfügbar gemachte Information zu Markt und Produktionsbedingungen unterstützt wird. Auch die Beobachtung des Pflanzen- und Tierbestands, die frühzeitige Erkennung und Lokalisierung von Krankheitsherden und die gezielte Behandlung sind weitere Möglichkeiten.

Die kleinteilige Struktur bietet auch einige Vorteile in der Anwendung von digitalen Lösungen. Einige digitale Anwendungen sind nur für eine begrenzte Tierzahl oder Fläche nutzbar und benötigen damit in den kleinstrukturierten bayerischen Betrieben eine geringe Anschaffungsmenge und somit Investitionssumme. Ein Beispiel wäre hierfür der Abkalbesensor „Moocall“, der Bewegung misst und den Landwirt etwa eine Stunde vor dem Kalben alarmiert und laut Hersteller für etwa 40 Kühe verwendet werden kann. Auch Drohnen und Roboter können z. B. durch Akkuleistung etc. eine begrenzte Einsatzdauer aufweisen und eignen sich für kleinteilige Anwendungen.

Precision Livestock Farming hat sich gerade im Bereich der Milchproduktion weit entwickelt. Dafür ergeben sich gerade für die bayerische Landwirtschaft Chancen. Zur optimalen Einbettung von Heterogenität in effiziente Betriebsabläufe wäre es wichtig mobile Sensoren weiterzuentwickeln und zu validieren, deren Energieversorgung zum Beispiel durch Energy Harvesting am Tier zu ermöglichen und für den landwirtschaftlichen Kontext angemessene Cloudlösungen aufzubauen.

5.2 Digitalisierung in der Ernährungswirtschaft

Auf die Megatrends der Ernährungswirtschaft (vgl. dazu 4.2) kann die Digitalisierung teilweise eingehen. Sie kann z. B. die Transparenz von Herstellungsprozessen und damit auch die Kommunikationsprozesse mit dem Verbraucher verbessern. Bereits 30 Prozent der von *Bovensiepen* und *Hentrich* befragten Unternehmen der Ernährungswirtschaft benutzten digitale Möglichkeiten für die Produktverfolgung und die Kommunikation mit dem Endverbraucher. Von den gleichen Unternehmen nutzen

41 Prozent diese Möglichkeiten in der B2B-Kommunikation.³⁶ In der Kommunikation mit Endverbrauchern werden auch soziale Medien (33 Prozent der Befragten) und Barcodes (37 Prozent der Befragten), die auf Produktstammdaten zugreifen, eingesetzt. Weiterhin ermöglicht die Digitalisierung die sogenannte Mass Customization. Dabei können Konsumenten z. B. über Online-Konfiguratoren Produkte nach ihren Bedürfnissen zusammenstellen (z. B. mymuesli.de) oder gestalten (z. B. personalisierte Produktverpackung von Nutella).

Zukunftsanwendungen, die sich aus der Digitalisierung ergeben, sind auch ganz neue Formen der Lebensmittelproduktion, wie z. B. der 3D-Druck von Lebensmitteln. Neben spezifischen Formen der individuellen und dennoch industriellen Fertigung ermöglicht der 3D-Druck auch neue Formen der Beschaffenheit von Lebensmitteln. Beispielsweise wird an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf der 3D-Druck von individualisierten Lebensmitteln für Patienten mit Kau- und Schluckbeschwerden erprobt. 3D-Druck kann außerdem eine portionsgenaue Zubereitung und die Vermeidung von Lebensmittelabfällen ermöglichen. Forschungsbedarf besteht hier jedoch zum einen in der Skalierung der Technologie, z. B. für die Gemeinschaftsverpflegung, sowie zum Einfluss der Struktur des Lebensmittels auf die Eigenschaften der Nährstoffe.

5.3 Digitalisierung im Lebensmitteleinzelhandel

Handelsprozesse sind auf vielseitige Weise von der Digitalisierung betroffen.³⁷ Beispielhaft für den Lebensmitteleinzelhandel sind hier zu nennen:

- *Qualitätskontrolle*: Sensoren ermöglichen Aussagen zur Lebensmittelsicherheit, so zeigen mittlerweile Labels wie Tempix oder OnVu an, ob die Kühlkette und damit Hygienebestimmungen eingehalten wurden.³⁸
- *Produktrückverfolgung*: Digitale Anwendungen erlauben es, den Ursprung eines Produkts oder einer Charge zurück zu verfolgen. Daneben ist auch die Anwendung genomischer und analytischer Verfahren zur Eindämmung von Lebensmittelfälschung möglich geworden.
- *Lagerwirtschaft*: Hier kann ein verbesserter Zeitablauf erreicht werden, bei dem Produkte aufgefüllt werden, sobald sie nachgefragt werden. Ein Beispiel wäre hier das automatische nach vorne Schieben bzw. Auffüllen der Ware im Kühlregal.
- *Treue-Programme*: Die mobile Applikation „Qnirps“ stellt beispielsweise eine Verbindung aus Treuekarte, Mitgliederkarte und individuellen Rabattaktionen dar.

³⁶ Bovensiepen und Hentrich, 2015

³⁷ Bovensiepen et al., 2015a

³⁸ Yildirim und Röcker, 2016

- *Preisstrategien:* Durch die Nutzung von Kundendaten und Algorithmen ist es möglich, dem Kunden individuelle Rabattaktionen anzubieten (z. B. Firma So1) oder mit Hilfe von digitalen Preisschildern Preise in Echtzeit zu ändern und so auf ein nahes Mindesthaltbarkeitsdatum oder Ähnliches zu reagieren. Auch hat sich gezeigt, dass Kunden im Online-Handel weniger preissensibel reagieren als im stationären Handel.³⁹
- *Verknüpfung verschiedener Vertriebskanäle:* Auch im Lebensmitteleinzelhandel werden Multi-Channel-Konzepte entwickelt. Bedeutsam ist dabei für den Online-Handel das Problem der „letzten Meile“.

Insbesondere die Entwicklung des Online-Handels ist natürlich durch die Digitalisierung möglich geworden. Weiterhin schafft die Digitalisierung neue Vertriebskanäle sowohl in Konkurrenz zum stationären Lebensmitteleinzelhandel (z. B. durch Click and Collect, emmasbox oder Lieferungen, z. B. Amazon Fresh, HelloFresh) sowie dem (Wieder-) Aufbau neuer Wege der Direktvermarktung (z. B. Obergut oder Nearbees). Dabei steht der Online-Handel mit Lebensmitteln erst am Anfang und hat in Deutschland derzeit ein Volumen von 1 Prozent gemessen in Relation zum Umsatz des stationären Lebensmitteleinzelhandels.⁴⁰ Technisch sind hier, gerade bei Frischeprodukten, noch viele Probleme zu überwinden. Das Problem ist die Wahrung der Kühlkette, da es sich hierbei meist um leicht verderbliche Produkte handelt. Dies führt dazu, dass der Kunde entweder das Paket direkt entgegennehmen muss oder die Ware im Paket oder dem Ablageort gekühlt sein muss (hierfür bietet z. B. die Firma emmasbox gekühlte Abholstationen an). Bisherige Lösungsideen umfassen veränderte Lieferzeiten, Abholstellen und 24 Stunden geöffnete Packstationen sowie Drohnen und Roboter, die unabhängig von der Tageszeit Lieferungen versenden.⁴¹ Verbraucherschützer kritisieren die mangelnde Qualitätskontrolle und Schwächen in der Aufrechterhaltung der Kühlkette.⁴² Um sich gegen das Vordringen neuer Player im Online-Handel mit Lebensmitteln zu schützen, führten etablierte Lebensmitteleinzelhändler wie die REWE Group bereits als Click and Collect bezeichnete Systeme ein, bei denen der Kunde online seine Ware bestellt und im Supermarkt abholt.

Neben den direkten Wirkungen auf die Absatzkanäle kommt es durch die Digitalisierung auch zu indirekten Effekten. So ermöglicht die Digitalisierung verschiedene Ansatzmöglichkeiten zur Reduzierung von Lebensmittelverlusten und -abfällen. Zum einen ermöglicht sie Optimierungsmöglichkeiten in der Produktion von Lebensmitteln, aber auch selbstregulierende Prozesse, die während des Transports für optimale Lagerbedingungen sorgen.

³⁹ Chu et al., 2008

⁴⁰ EHI Retail Institute, 2015

⁴¹ Dannenberg und Franz, 2014

⁴² Verbraucherzentrale Brandenburg, 2017

Die Digitalisierung ermöglicht weiterhin einen positiven Beitrag zur Ernährungsbildung, wie z. B. die App „Zu gut für die Tonne“ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, die Rezepte zur Resteverwertung und Empfehlungen über die Lagerung und Haltbarkeit von Lebensmitteln bietet. Erste Entwicklungen mit vernetzten Kühlschränken ermöglichen es, sich während des Einkaufs zu versichern, ob man auch wirklich z. B. Milch benötigt, oder direkt eine Nachricht an das Smartphone senden zu lassen, wenn ein Lebensmittel verbraucht wurde. Ebenso könnte der 3D-Drucker einen Beitrag zu weniger Lebensmittelverschwendung leisten, wenn Lebensmittel nur bei Bedarf produziert werden.

Schlussendlich wird durch die Digitalisierung die Rolle des Lebensmitteleinzelhandels selbst verändert. Zum einen ist es für Hersteller einfacher, direkt Kontakt zum Kunden aufzunehmen und gerade bei Spezialprodukten den Einzelhandel zu überspringen. Zum anderen erhält der Handel neue Informationsvorteile durch die Bündelung von Daten über die Kaufgewohnheiten und –bedürfnisse der Konsumenten, was seine Rolle als Gatekeeper zunehmend auf die Übernahme von Produktionsverantwortung erweitert.⁴³

5.4 Der Konsument

Die Veränderungen des Lebensmittelhandels reagieren auf die vermehrten Bedürfnisse und Wünsche von Verbrauchern nach einem personalisierten und flexiblen Angebot. Die Digitalisierung betrifft dabei alle Teilbereiche der Consumer Experience, d.h. die Art wie Verbraucher nach Produkten suchen, wie sie für diese bezahlen und wie sie anderen darüber berichten.⁴⁴ Hierfür sind nicht nur Formen des Online-Handels und des Cross-Selling von Bedeutung, sondern auch die sozialen Netzwerke und die mobilen Apps, mit denen Konsumenten sich jederzeit über Erfahrungen und Produkte austauschen können. Wertschöpfung wird hierdurch partizipativ, bis hin zum Endverbraucher. Digitale Technologien verbinden den Konsumenten dabei in neuer Form mit seiner Umwelt, mit Peers, Experten oder auch der Wirtschaft. Digitalisierung im Konsumbereich schafft dabei die Möglichkeit neuer Informations- und Lernformen.

Anwendungen der Digitalisierung im Bereich des Lebensmittelkonsums und der Ernährung betreffen hierbei:

- *Konsumenteninformation* über Lebensmittelbestandteile wie z. B. Openfood.ch, Food Maestro App und TellSpec.
- *Beratung und Unterstützung* in der Ernährung durch allgemeine Informationen oder Anwendungen, wie sie z. B. im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung

⁴³ Kinsey, 2001

⁴⁴ Grewal et al., 2012

geförderten Cluster enable zwischen Informatik, Ernährungswissenschaften und Konsumforschern entwickelt werden.

- Anwendungen der *individualisierten Produktion* von Lebensmitteln in Privathaushalten und damit auch der Rollenwechsel des Konsumenten hin zum Produzenten. Beispiele hierfür sind das Startup Agrilution, das ein Vertical Farming-System anbietet.

Gerade für Verbraucher mit speziellen Ernährungsanforderungen, z. B. Allergiker, können individuelle Produktinformationen hilfreich sein. Es geht aber auch darum, die individualisierte phäno- und genotypspezifische Erstellung von Ernährungsempfehlungen im Sinne einer personalisierten Ernährung zu ermöglichen (siehe dazu food4me.org).

Durch Ansätze der digitalen Selbstvermessung auf Basis von Wearables und anderer Geräte werden Konsumenten selbst zur Datenquelle. Während das Potenzial zur Unterstützung verbesserten Ernährungsverhaltens gegeben ist, zeigen empirische Studien, dass die Motivation zur Anwendung und die Wirkung in Bezug auf das Verhalten bei einem Großteil der Konsumenten schnell schwinden.⁴⁵ Auch hier gilt es, den Verbrauchern dauerhaft einen Zusatznutzen aus der Information aufzuzeigen.

⁴⁵ Bothum et al., 2014

6 Implikationen der Digitalisierung für die Agrar- und Ernährungswirtschaft

Die Effekte der Digitalisierung gehen weit über die Nahrungsmittelproduktion hinaus

Die Digitalisierung betrifft weite Bereiche der Wertschöpfungsnetzwerke der Agrar- und Ernährungswirtschaft von Fragen wie der Tier- und Pflanzenzucht bis hin zur Rolle der Ernährung für das Selbstbild des Konsumenten. Die durch die Digitalisierung wissensintensiver gestaltete Produktion führt zu einer Verlagerung der Wertschöpfung innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke. Somit lassen sich einfache manuelle Arbeiten automatisieren, so dass Wertschöpfung in den digitalen und den vor- und nachgelagerten Bereich abfließt und die Tätigkeitsfelder der Beschäftigten sich zu einer stärkeren Einbindung digitaler Produkte und automatisierter Systeme hin verschieben. Außerdem bewirkt die Digitalisierung eine Veränderung der Beziehungen zwischen den einzelnen Akteuren in den Wertschöpfungsnetzen, unter anderem durch die Verfügbarkeit von Konsumentendaten oder die Besetzung der Kundenschnittstelle.⁴⁶ Dabei könnten die Landwirte davon profitieren, dass sie durch eine erhöhte Vermarktungsintelligenz, z. B. durch Qualitätsreinheit etc., zusätzliche Gewinne erzielen. Schlussendlich wird viel davon abhängen, welche Wettbewerbsbedingungen im Einsatz der Technologien vorherrschen und wer die gesteigerte Transparenz in den Wertschöpfungsketten nutzen kann.

6.1 Geschäftsmodelle

Die vielfältigen Möglichkeiten der Digitalisierung sowie die große Menge an Daten, die in der Agrar- und Ernährungswirtschaft anfallen, verarbeitet und interpretiert werden wollen, ziehen viele Unternehmen an. Diese haben teilweise keinen agrar- oder ernährungswirtschaftlichen Bezug und stammen insbesondere aus den Branchen der Informationstechnologie und Datenverarbeitung. Die befragten Experten nannten hier z. B. Google und Microsoft als Interessenten an der Landwirtschaft 4.0.

Weiterhin drängen Start-ups auf den Markt, die neue Lösungen bieten sowohl für landwirtschaftliche (wie Fodjan zur Futterberechnung von Nutztieren) wie auch branchenübergreifende (z. B. Rückverfolgbarkeit) und konsumorientierte Themen (z. B. Telspec zur Information über Lebensmittelinhaltsstoffe).

⁴⁶ Kinsey, 2001

Ebenso bieten Start-Up-Unternehmen Lösungen für Datengenerierung und Datenaggregation sowie die Interpretation der Daten. Durch die steigende Digitalisierung werden sowohl die einzelnen Datensätze wie auch die Möglichkeiten der Datenverknüpfung größer und bedürfen einer Sammlung und Verbindung mit externen Daten. Dies betrifft z. B. landwirtschaftliche Anwendungen, die Wachstumsdaten mit Wetter- oder Geoinformationen verknüpfen. Start-Ups bieten hier gute Ansätze, besonders weil sie meist nicht an bestimmte Hardware gebunden und daher herstellerunabhängig und für die komplette Flotte anwendbar sind. Aber auch die Ausrichtung und Fusionsabsichten etablierter Konzerne am Markt lassen auf neue Geschäftsmodelle schließen.

Am Beispiel der Landwirtschaft lassen sich die Möglichkeiten neuer Geschäftsmodelle anschaulich darstellen. Diese umfassen neben Komplettlösungen ganzer Systeme (z. B. Vernetzung der gesamten Maschinenflotte oder aller gesammelten Daten in der Tierproduktion) effizienzsteigernde Dienstleistungen (z. B. optimale Verwendung von Betriebsmitteln wie Dünger und Saatgut oder Beratung zur Verwendung intelligenter Systeme) sowie Unterstützung der Datenaggregation und -verarbeitung entlang der Wertschöpfungsketten.⁴⁷ Für die Organisation der Datengewinnung und Datenanalyse in Bayern wäre es außerdem denkbar, dass landwirtschaftliche Kooperationsgemeinschaften eine entscheidende Rolle als Cloudentwickler einnehmen, um standortspezifisches Wissen auf einer übergeordneten Ebene zu bündeln.

Bayerische Kooperationen als Cloudentwickler

In Bayern findet sich eine Vielzahl an Kooperationen (z. B. in Form von Erzeugergemeinschaften, Maschinenringen und Anbauverbänden), durch die sich Landwirte produktspezifisch vernetzen. Das Vertrauen innerhalb der Organisationen sowie deren Größenverhältnisse (z. B. vereinen in 2015 die 205 anerkannten Erzeugerorganisationen in Bayern durchschnittlich 437 Mitglieder)⁴⁸ bieten die Möglichkeit, Anwendungen für den Datenaustausch und das Benchmarking zu entwickeln. Hier läge die Datensicherheit in den Händen einer staatlich geförderten, jedoch gleichzeitig unabhängigen Organisation. Im Rahmen dieser Organisationen ließe sich die Datengewinnung und -analyse organisieren, um standortspezifisches Wissen für die Validierung von Simulationen und die Entwicklung von Regelkreisläufen zu verbessern. Die Integration der Anwender in passgenaue Variationen zur Etablierung großer Datensätze bietet zusätzliches Potential für neue Geschäftsmodelle.

⁴⁷ Dressler et al., 2015

⁴⁸ Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten, 2016

Einen weiteren Ansatz für zukünftige Geschäftsmodelle bietet der Zugriff auf vom Landwirt erhobene Daten durch Dienstleister und Berater. Dadurch können spezifische Angebote für den Landwirt erstellt werden. Es ist so den Beratern möglich, auf historische Daten zuzugreifen und auf Anwendungsfehler oder falschen Betriebsmitteleinsatz hinzuweisen. Im Moment sind Beratungen stark auf die Aussagen des Landwirtes oder auf die aktuell beobachtbare Situation angewiesen.

Beratungsangebote sind dann weiterhin nicht mehr an die physische Anwesenheit des Beraters gebunden und können über die Ferne erfolgen. Beispielsweise kann ein Landtechnik-Hersteller über „Screen Sharing“ ermitteln, ob der Landwirt suboptimale Einstellungen verwendet und ihn gezielt anleiten. Diese Form der Kundenbetreuung gewinnt durch die steigende Komplexität der Maschinen und der damit verbundenen Steuerungselemente an Bedeutung.

6.2 Ressourceneffizienz

Die Agrar- und Ernährungswirtschaft und insbesondere die landwirtschaftliche Produktion sind bislang von knappen Ressourcen sowie der Notwendigkeit, Betriebsmittel (Dünger, Pflanzenschutzmittel etc.) möglichst sparsam einzusetzen, bestimmt. Digitale Technologien, Anwendungen und Produkte können dabei einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Ressourceneffizienz und damit auch zur Senkung der Kosten liefern. Einen Überblick über die in der Literatur dargestellten Kosten und Nutzen bietet Tabelle 1.

Den unterschiedlichen Aussagen in der Literatur ist dabei gemein, dass der Nutzen der Anwendung digitaler Technologien in der Landwirtschaft stark von der Betriebs- und Flächengröße abhängig ist. Oftmals sind die wirtschaftlichen Effekte durch Betriebsmitteleinsparung nur mit einer großen Investitionssumme zu generieren. Hierbei wäre exemplarisch die Berechnungen von *Kloepfer* auf Basis eines Betriebes mit 1 500 ha Fläche zu nennen, der für den Einsatz eines Stickstoffsensors zusammen mit Wachstumsreglern eine Mindesteinsatzfläche von 126-179 ha angibt.⁴⁹ In der kleinstrukturierten bayerischen Landwirtschaft ist daher die Rentabilität solcher Investitionen zu diskutieren.

⁴⁹ *Kloepfer*, 2011

Tabelle 1

Übersicht über wirtschaftliche Effekte von digitalen Anwendungen und Technologien für die Landwirtschaft aus der Literatur

Quelle	Positive Effekte	Kosten	Kommentar
<i>in der Pflanzenproduktion</i>			
OECD, 2016	75 Prozent gesunkene Inputkosten durch Regelspurverfahren		Verweis auf <i>Bowman, 2008; Tullberg et al., 2007</i>
<i>Schrijver et al., 2016</i>	2-10 Prozent Einsparung Kraftstoffverbrauch durch automatische Wendesysteme		
JRC, 2014	Bis zu 75 Prozent Einsparung der Maschinen- und Inputkosten durch Regelspurverfahren 10-25 €/ha Einsparung durch teilflächenspezifische Anwendungen		Wirtschaftlicher Nutzen ab einer Betriebsfläche größer 250 ha
<i>Lopotz, 2013</i>	4-5 € (Lenkhilfe) bis 20-23 € (Lenkautomat) Einsparpotenzial je ha 16,90 €/ha Betriebsmitteleinsparung durch Teilbreitenschaltung bei schwieriger Bearbeitung	248,91 € (Lenkhilfe) bis 4939,88 € (Lenkautomat) Gesamtkosten pro Jahr	Betriebsmittelkosten für Spritzen, pneumatisches Säen und Dünger Streuen
<i>Kloepfer, 2011</i>	22,19 €/ha Einsparung Gründüngung bereits abzgl. Kosten	11,50 €/ha für einen Nutzen von 6 Jahren	Ergebnisse des Betriebs Münchhoff Rimpau Agrardienste, 1.500 ha

21,21 €/ha (ohne Wachstumsregler) bis
38,23 €/ha (mit Wachstumsregler) Ge-
samtnutzen durch N-Sensor

56.000 € jährliche Einsparung von Dünger,
Saatgut, Pflanzenschutz und Mehrertrag
für Gesamtbetrieb (Ertragskartierung, Wet-
terstation, 2 Terminals, Luftbilder, 2
Jobrechner)

2-3 Prozent Steigerung Flächenerträge, 5-
10 Prozent geringerer Produktionsmittel-
aufwand, bis zu 20 €/ha höherer De-
ckungsbeitrag möglich

228-323 ha (ohne) bzw. 126-179 ha (mit
Wachstumsregler) Mindesteinsatzfläche

55.000 € Investitionskosten, 11.000 € Ab-
schreibungen

Ergebnisse des Betriebs Münchhoff
Rimpau Agrardienste, 1.500 ha

Ergebnisse des Betriebs Neu-
Seeland, 1.500 ha

Döhler et al.,
2009

Kosten für differenziertes GPS Signal:
1.000-3.000 € (Genauigkeit: 1-3m) zzgl. 0-
500 €/Jahr für Referenzsignal; 5.000-
10.000 € (Genauigkeit: 01-0,5m) zzgl.
1.000-2.000 €/Jahr für Referenzsignal;
20.000-40.000 € (Genauigkeit: 0,02-
0,05m)

3.000-15.000 € Kosten für Parallelfahrein-
richtungen

Wagner,
2005

Wirtschaftlichkeitsschwelle bei: 2,2 Pro-
zent (800 ha) bis 14,4 Prozent (100 ha);
Erhöhung des Naturalertrags bzw. 11,9
Prozent (800 ha) bis 78,4 Prozent (100 ha)

reduzierte Betriebsmittelkosten

Gandorfer et al., 2003 3,4 €/ha ökonomisches Potenzial aus einer teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung

Ökonomische Potenziale ergeben sich aus Vergleich der stickstoffkostenfreien Leistungen

- *in der Tierproduktion*

Schrijver et al., 2016 ~ 120 Datenvariablen/Kuh/Tag werden durch automatische Melksysteme generiert

Frisch et al.,
2014

138.000 € Anschaffungspreis für ein Automatisches Melksystem für eine 70 Kuh-Herde

6.3 Konsumenteneinbindung

Die zunehmende Digitalisierung verändert damit auch die Beziehung zwischen Lebensmittelerzeugern und Verbrauchern. Produzenten von Lebensmitteln haben die Möglichkeit durch die Digitalisierung für mehr Transparenz ihrer Produkte zu sorgen. Erste Initiativen sind hier beispielsweise durch die *EDEKA AG* erfolgt, über deren Internetseite Produkte mittels einer 14-stelligen GTIN und einer mehrstelligen LOT-Nummer zurückverfolgt werden können⁵⁰ oder die mobile Anwendung *fTrace* von *GS1 Germany*, die einen QR-Code zur Informationsgewinnung scannt.⁵¹ Für Händler bietet dies gleichzeitig die Möglichkeit für eine größere Markenloyalität zu sorgen.⁵²

Nutzen der Digitalisierung für die landwirtschaftliche Öffentlichkeitsarbeit

Die Digitalisierung ermöglicht es, die Diskussion um Tierwohl und Schlagwörter wie „Tierfabrik“ und „Massentierhaltung“ auf eine sachliche und durch Fakten fundierte Ebene zu bringen. Dabei steht zunächst die Sammlung aussagekräftiger Daten an, gefolgt von ihrer Aufbereitung und Interpretation. Im Fall der Produktion von Milchprodukten und der Haltung von Milchvieh sind schon viele Vorgänge digitalisiert, sodass eine Einschätzung möglich ist, ob sich das Verhalten der Kuh von dem anderer Kühe in der Gruppe oder dem arttypischen Verhalten unterscheidet. So kann dargestellt werden, dass auch Kühe in größeren Ställen entspannt sind und ihr Verhalten ihren ethologischen Bedürfnissen entspricht. Auch ist es dem Landwirt möglich diese Daten den Verbrauchern zur Verfügung zu stellen oder durch Kameras im Stall Einblicke in die Lebensmittelproduktion zu ermöglichen.

Durch eine erhöhte Transparenz der Produkte und der Tierhaltung ist es möglich das Verbrauchervertrauen zu steigern. Studien weisen darauf hin, dass das Vertrauen (gemessen auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht) bis 11 (vertraue komplett)) in die Lebensmittelverarbeitung (5,92), den Lebensmittelhandel (6,52) und die Landwirtschaft (6,96) verbesserungswürdig ist.⁵³ Ebenso bietet die Digitalisierung die Möglichkeit Online-Marktplätze und somit direkten Kundenkontakt aufzubauen.⁵⁴ Hierdurch kann erneut das Vertrauen gesteigert werden und der Landwirt eine höhere Wertschöpfung generieren.

⁵⁰ *EDEKA AG*, 2017

⁵¹ *GS1 Germany*, 2017

⁵² *Poppe et al.*, 2015

⁵³ Erhebung der Technischen Universität München von Oktober 2016

⁵⁴ *Poppe et al.*, 2015

Andere Möglichkeiten der digitalen Kundeneinbindung bieten Diskussionsplattformen und Ideenwettbewerbe über Social-Media-Kanäle, sowie Smartphone-Applikationen mit Rezepten und Einkaufslisten. Durch die größere Kundeneinbindung, die durch die Digitalisierung begünstigt wird, erhalten Verbraucher ein gewisses Maß an Macht. Diese kann in vier verschiedenen Dimensionen erlangt werden als Nachfrage-, Informations-, Netzwerkmacht oder Macht auf Grundlage einer Menge (Crowd).⁵⁵

Dabei bezieht sich die Nachfragemacht der Verbraucher auf die Auswirkungen des Konsumverhaltens auf aggregierter Ebene. Die Informationsmacht senkt Informationsasymmetrien und versetzt Verbraucher außerdem in die Lage, auf dieser Grundlage ihre Meinung zu äußern. Netzwerkmacht beschreibt die Einflussmöglichkeiten der Verbraucher durch die Verbreitung von Inhalten und Empfehlungen, insbesondere in Sozialen Medien. Schwarmbasierte Macht resultiert aus der Möglichkeit, Ressourcen der Crowd gezielt zu bündeln und zu mobilisieren

⁵⁵ Labrecque et al., 2013

7 Hemmnisse

Technische und gesellschaftliche Hürden hemmen die zunehmende Digitalisierung

Die Anwendung von digitalen Technologien ist erfolversprechend. Die notwendigen Optimierungsalgorithmen sind noch in der Entwicklung und es ist nicht immer klar, welche Zielsetzung sie verfolgen sollen (z. B. Vermeidung von Kontaminierung, Ertragsmaximierung, etc.)⁵⁶. Je nach Funktionsbereich finden Technologien der Digitalisierung unterschiedliche Akzeptanz im Rahmen der Wertschöpfungsnetzwerke.

7.1 Kosten und Rentabilität

Für Unternehmen der Agrar- und Ernährungswirtschaft ist die Rentabilität von Investitionen eine große Herausforderung für die Digitalisierung.⁵⁷ Damit werden zum einen die Anschaffungskosten und zum anderen die Kosten für Integrationsprozesse verstanden.

Eine Untersuchung unter 100 deutschen Landwirten zeigt ähnliche Ergebnisse und benennt als die größten Hemmfaktoren für die Digitalisierung die hohen Anschaffungskosten (76 Prozent) sowie die Unsicherheit über den Erfolg der Investitionen (54 Prozent).⁵⁸

Es ist von einem hohen Fixkostenanteil, der bei der kleinstrukturierten Landwirtschaft in Bayern hemmend wirken kann, auszugehen. So unternimmt *Lopotz* den Versuch durch Kostenberechnung die Anschaffungsentscheidungen der Landwirte zu unterstützen und zeigt, dass die Rentabilität stark von der Einsatzfläche und den Managementfähigkeiten des Betriebsleiters abhängt.⁵⁹ Investitionen in digitale Anwendungen sind aufgrund der Skaleneffekte rentabler je höher die Betriebsfläche ist. Weiterhin begrenzt die geringe Schlaggröße den Grad der Heterogenität und führt somit nur zu limitierten Gewinnzuwächsen.

Eine bessere Amortisierung ist dort zu erwarten, wo nicht nur Erträge sondern auch Erntequalitäten, wie z. B. der Eiweißgehalt bei Getreide, durch Düngemittel beeinflusst werden. Dies ist bedingt durch die hohe Intensität der Landwirtschaft, sodass eine Optimierung durch Digitalisierung nur Gewinne erzeugt, wenn sie dazu führt, dass Produktionsfaktoren effizienter eingesetzt werden. Einer der wichtigsten Faktoren ist die

⁵⁶ OECD, 2016

⁵⁷ Bovensiepen und Hentrich, 2015

⁵⁸ Bovensiepen et al., 2016

⁵⁹ Lopotz, 2013

Arbeitszeit, daher sind Anwendungen an denjenigen Stellen geboten, an denen die größte Arbeitsbelastung auftritt.

Bei einer eigenen Online-Befragung unter 92 bayerischen Landwirten wurden Gründe für bzw. gegen die Anschaffung von Präzisionslandwirtschafts-Technologien ermittelt. Diese sind in Tabelle 2 nach Technologien getrennt aufgeführt. Dabei zeigen die Ergebnisse ein ähnliches Bild wie eine Befragung von *Reichardt und Jürgens*, die über einen Zeitraum von fünf Jahren viermal Landwirte befragt haben.⁶⁰ Die Autoren zeigen, dass die Kostenreduktion deutlich der wichtigste Anschaffungsgrund für neue Technik ist, wohingegen die hohen Investitionskosten sowie die kleine Betriebsgröße und das Abwarten, inwieweit sich die Technik etablieren wird, die größten Hemmfaktoren darstellen. In Tabelle 2 zeigt sich diese Unsicherheit bei der verhaltenen Zustimmung zur Zukunftsfähigkeit der einzelnen Technologien.

⁶⁰ *Reichardt und Jürgens*, 2009

Tabelle 2

Übersicht der Argumente für bzw. gegen die Anschaffung von Präzisionslandwirtschafts-Technologien

	<i>Investitionskosten</i>	<i>Laufende Kosten</i>	<i>Kosteneinsparung</i>	<i>Arbeitserleichterung</i>	<i>Pflanzen- und Tiergesundheitsmanagement</i>	<i>Qualitätsmanagement</i>	<i>Zukunftsfähigkeit</i>
Intelligente landwirtschaftliche Maschinen	- -		+	++	++	++	+
Regelspurverfahren	- -	-	+	++	+	+	+
Teilflächenspezifische Bewirtschaftung	- -	-	+	++	++	++	+
Ertragskartierung	-		+	++	++	++	+
Dokumentationssoftware	-	-		++	++	++	+
Ackerschlagkartei			+	+	++	++	+
Farm Management Software	-		+	++	++	++	+
Externe Daten			+	+	++	++	+
Agrar-Apps			+	++	++	++	+
Sensoren	-		+	++	++	++	+
Drohnen	-		+	++	++	++	+
Automatisches Fütterungssystem	-		+	++	++	+	+
Automatisches Melksystem			+	++	++	++	+
Herdenmanagement Software			+	++	+	++	+
Verhaltensüberwachung			+	++	++	++	+

Gründe für und gegen eine Anschaffung der jeweiligen Technologien wurden nur bei einem Teil der betreffenden Stichprobe abgefragt. +/- und ++/-- ergeben sich bei mindestens 25 Prozent und 50 Prozent Zustimmung.

Quelle: Eigene Erhebung 2017.

7.2 Kompatibilität

Ein weiteres Problem entsteht aus der kleinteiligen Struktur weiter Bereiche der Wertschöpfungsnetzwerke, die die Anschlussfähigkeit der Technologie- und Datenstrukturen erfordert. Dies betrifft sowohl die Ernährungswirtschaft als auch die Landwirtschaft.

Beispielsweise herrscht eine hohe Heterogenität auf dem deutschen Landtechnikmarkt und Betriebe besitzen oft Maschinenflotten von unterschiedlichen Herstellern. Damit treffen verschiedene Schnittstellen, herstellerspezifische Software und möglicherweise Software von Dritten (z. B. Beratungseinrichtungen) aufeinander. Jedoch ist die Digitalisierung von Prozessen nur sinnvoll, wenn es möglich ist, Daten mit geringem Aufwand zu vereinen und be- bzw. auswerten zu können. Neben der Problematik der zeitlichen Kommunikation zwischen verschiedenen Maschinen, Geräten und Systemen bereitet das Umstellen von einem Hersteller oder System auf ein anderes (Migration) erneut Probleme.

Dieses Problem adressieren erste Initiativen, wie die Norm ISO 11783 („ISOBUS“), die eine Schnittstelle zwischen Traktor, Anbaugeräten und Computer bildet, und 365FarmNet, die über verschiedene Hersteller und Betriebszweige hinweg eine Softwarelösung anbietet. Weiterhin sehen auch Hersteller (66 Prozent) und Händler (84 Prozent) der Ernährungswirtschaft die Notwendigkeit einer Branchenlösung, die für Standardisierung und damit kompatible Systeme und Datenaustausch in den Wertschöpfungsketten sorgt.⁶¹

7.3 Digitale Infrastruktur

Bei verschiedenen digitalen Anwendungen ist Datenübertragung notwendig und damit auch deren Geschwindigkeit ausschlaggebend. Dabei ist eine Breitbandversorgung des ländlichen Raumes von entscheidender Bedeutung, um Daten, die im Unternehmen oder an der landwirtschaftlichen Hofstelle anfallen, übertragen zu können.

Jedoch ist besonders für die Landwirtschaft der Ausbau des Mobilfunknetzes ebenso wichtig. Dieses wird insbesondere für eine genaue Positionierung benötigt, da GPS-Signale eine nicht ausreichende Genauigkeit aufweisen. Korrektursignale, wie z. B. über „Real Time Kinematik“, werden über das Mobilfunknetz übertragen und ermöglichen eine Positionsbestimmung bis hin zu wenigen Zentimetern. Generell ist die Abdeckung mit einem guten Mobilfunknetz von entscheidender Bedeutung für die Landwirtschaft, da besonders Arbeiten auf dem Feld außerhalb des Funkbereichs von heimi-

⁶¹ Bovensiepen und Henrich, 2015

schen Internetanschlüssen erfolgen. Das Potenzial der Technologie kann nur bei Verfügbarkeit aktueller Daten und einer Verknüpfung zu Entscheidungsalgorithmen im Produktionssystem realisiert werden.

7.4 Datenverfügbarkeit

Digitale Anwendungen produzieren viele Daten, integrieren aber auch Daten von anderen Stellen. Wetterdaten werden z. B. benötigt, um Entscheidungen über den geeigneten Zeitpunkt für Aussaat, Düngung, Ernte oder Bodenbearbeitungen zu ermitteln. Weiterhin benötigen Landwirte Flächendaten, welche in Bayern durch das Bayerische Vermessungsamt zwar digitalisiert und auch verfügbar, allerdings nicht kostenfrei sind. Genauso lassen sich betriebsmittelspezifische Anwendungsbedingungen (z. B. Auflagen zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln) in Datenbanken zusammenfügen, um somit die Landwirtschaft in der Erfüllung von gesetzlichen und freiwilligen Qualitätsstandards zu unterstützen.

Für rund 90 Prozent der Landwirte ist eine stärkere Kooperation unter Landwirten sinnvoll, fast 90 Prozent würden Daten mit Kooperationspartnern (Maschinenringmitglieder, Lieferanten, Abnehmer, Berater etc.) teilen, wenn dadurch weiteres Potenzial für Ressourceneinsparung entsteht.⁶² Hierfür muss allerdings eine sichere Plattform geschaffen werden.

7.5 Datenschutz und –sicherheit

Eine der größten Herausforderungen im Hinblick auf die Nutzung von Daten liegt in einer adäquaten vertraglichen Regelung der Verwertungsrechte von Daten und dem Datenschutz – und damit auch der vermögensrechtlichen Zuordnung der Daten.⁶³ *Bovensiepen und Hentrich* zeigen branchenübergreifende Bedenken über Datenschutz und technische Sicherheit als wichtigen Aspekt auf.⁶⁴ So stuften 71 Prozent der Hersteller und 94 Prozent der Händler in der Lebensmittelwirtschaft die Herausforderungen in diesem Bereich als sehr wichtig ein.

Die im Zuge dieser Studie befragten Experten sehen in Daten sowohl Vorteile als auch Nachteile. Zum einen ist es durch die Sammlung von Daten möglich, dass Beratungsansätze und Dienstleistungen verbessert bzw. auf den Landwirt zugeschnitten werden, der Landwirt sich selbst mit Kollegen vergleichen kann und der Verbraucher die Möglichkeit bekommt das gekaufte Produkt zurückzuverfolgen. Andererseits können diese

⁶² *Bovensiepen et al.*, 2016

⁶³ *Schrijver et al.*, 2016

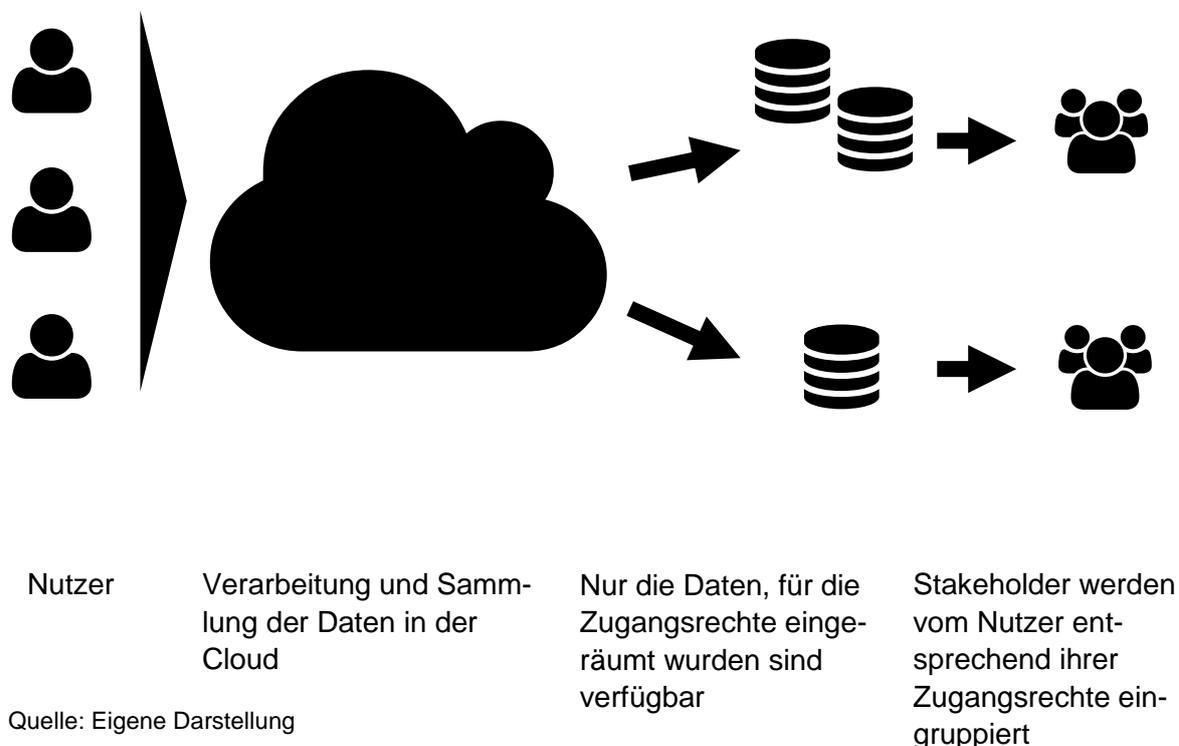
⁶⁴ *Bovensiepen und Hentrich*, 2015

Daten auch missbraucht werden. Landwirten und Verbrauchern könnte beispielweise ein Nachteil durch personalisierte Preise entstehen.

Nicht nur Handelspartner, auch die staatlichen Kontrollorgane könnten einen Vorteil gegenüber dem Landwirt durch die Digitalisierung seiner Produkte und Prozesse erlangen. Daher ist es wichtig, dass Datenschutz und –sicherheit gewährleistet sind. Dies wäre z. B. durch ein Treuhändler-System möglich, in dem zwischen dem Anwender und dem Hersteller ein neutraler Mittler steht, der die Daten anonymisiert. Im Rahmen von Cloud-Lösungen wird in weiten Teilen ein Rollenrechtekonzept vorangetrieben. Dieses ermöglicht es dem Datenbereitsteller (z. B. dem Landwirt oder dem Konsumenten) nicht nur auf seine Daten zuzugreifen, sondern auch auf Benchmarkings durch andere Betriebe oder auf Empfehlungen, die aus den Daten tausender Nutzer generiert werden. Weiterhin kann der Datenbereitsteller seine Stakeholder (z. B. Berater, Abnehmer) in verschiedene Gruppen unterteilen und diesen unterschiedliche Zugangsrechte einräumen (vgl. Abbildung 8). Die Verwendung der erhobenen Daten in Benchmarkings und Optimierungsalgorithmen erfordert verbesserte Kenntnisse der Datenstrukturen und der dahinterliegenden Prozesse. Die Ausrichtung von Big Data-Anwendungen und -Logiken ermöglicht weiteres Verbesserungspotential.

Abbildung 8

Modell eines Rollenrechtekonzepts in Cloud-Anwendungen



Weiterhin muss geklärt werden, wer Berechtigter der durch Digitalisierung entstehenden Daten ist. Ist es derjenige, dessen Daten erhoben werden (z. B. Landwirt) oder derjenige, der die Daten über seine Möglichkeiten erhebt (Hersteller von Anwendungen und Technologien)? Ebenso muss dafür gesorgt werden, dass die Daten, die unter deutschem Datenschutzrecht erstellt werden, nicht ohne das Einverständnis des Betroffenen wandern. Neben diesen datenschutzrechtlichen Fragen besteht auch die Frage der Datensicherheit bei Cloud- und individuellen Lösungen und der Anwendungssicherheit im Internet der Dinge. Insbesondere dort, wo durch Robotik und Drohnen der öffentliche Raum betroffen ist, sind Implikationen der Sicherheit und Haftung zu bedenken. Auch hier bietet sich an, über die Auswirkungen der Verschränkung von Dienstleistungsangeboten nachzudenken.

Die Problematik der Datenrechte betrifft in ähnlicher Form auch die anderen Akteure in der Agrar- und Ernährungswirtschaft bis hin zum Verbraucher.

7.6 Bildung

Arbeiten von *Richter* zeigen, dass die Kapitalintensität und die Zusammensetzung der Arbeitskräfte verschiedener Wirtschaftssektoren sehr unterschiedlich von der Digitalisierung betroffen sind.⁶⁵ Der Sektor der Landwirtschaft, der von Arbeitskräften geringer Spezialisierung geprägt ist, war demnach nicht von einer Verschiebung der Fähigkeiten der Arbeitskräfte betroffen, sodass der technologische Wandel in den USA von 1970 bis 2005, der frühen Phase der Digitalisierung, zu keiner Verschiebung in der Zusammensetzung der Arbeitskräfte geführt hat. Es ist zu vermuten, dass gerade in Familienbetrieben manuelle und Managementaufgaben gekoppelt bleiben.

Laut einer Studie von *Schrijver et al.* können die Fähigkeiten, die Landwirte in Zukunft benötigen in drei Bereiche gegliedert werden⁶⁶: Zum einen müssen die Landwirte die neue Technik einsetzen und auch warten können. Die neuen Anwendungen und Technologien sammeln viele Daten, die für eine richtige Verwendung in den richtigen Kontext gebracht und richtig interpretiert werden müssen. Weiterhin brauchen Landwirte Können im Bereich ihrer Unternehmensumwelt, was bedeutet, dass entsprechende Regularien (z. B. zur Verwendung von Drohnen) bekannt sein und neue Entwicklungen verfolgt werden müssen. Zuletzt sind Fähigkeiten im Management unabdingbar. Die Anforderungen hieran werden durch die Digitalisierung nicht geringer, sondern sogar anspruchsvoller. Beispielsweise muss der Einsatz der neuen Technik entsprechend organisiert werden und auf eventuelle Vorbehalte von Mitarbeitern oder anderen Anspruchsnehmern reagiert werden. Lassen sich durch den Einsatz von Smart Farming-Technologien Skalenerträge und Spezialisierungsvorteile erzielen, hat dies wiederum

⁶⁵ *Richter*, 2013, 2014

⁶⁶ *Schrijver et al.*, 2016

Auswirkungen auf die Orientierung im Wertschöpfungssystem. Weiterhin muss Zeit für die Einarbeitung der Mitarbeiter in die Technik eingeplant werden. Zudem muss beurteilt werden, welche Form der Digitalisierung für den einzelnen Betrieb sinnvoll ist.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, bedarf es einer gezielten Aus-, Fort- und Weiterbildung. Zum einen muss bereits in das Curriculum der landwirtschaftlichen Ausbildung der Einsatz moderner, digitalisierter Technik integriert werden. Dadurch kann eine Scheu gegenüber der Digitalisierung abgebaut werden und das Interesse bei zukünftigen Betriebsleitern geweckt werden. Entsprechende Fort- und Weiterbildungsangebote werden benötigt, um bestehenden Betrieben den Umstieg zu erleichtern und auch Bedenken zu minimieren. Darin ist zudem die Chance zu sehen, dass durch die Digitalisierung Berufe im Agribusiness und in der Landwirtschaft eine neue Attraktivität erfahren.

Für diese Aufgaben müssen staatliche, neutrale Anbieter sowie Hersteller entsprechende Angebote liefern. Dabei ist auch eine Anpassung der Beratungsstruktur erforderlich, einerseits hin zu einer Aktualität der Informationen und andererseits zu einem Zusatznutzen. Die Aktualität von Informationen ist seit jeher eine wichtige Herausforderung für Beratungsanbieter, in der heutigen Zeit mit sich ständig ändernder Technologie jedoch umso wichtiger. Der benötigte Zusatznutzen ist aus mehreren Blickwinkeln wichtig. Zum einen ist durch die größer werdende Komplexität von landwirtschaftlichen Maschinen und Stalleinrichtungen eine Beratung durch die entsprechenden Hersteller häufig indiziert. Zum anderen bieten kostenlose Anbieter vermehrt Alternativen zu den Angeboten staatlicher Stellen (z. B. GoogleMaps als alternatives Kartenmaterial zu dem der Vermessungsämter).

8 Fazit

Die Digitalisierung bietet großes Potenzial, doch viele Fragen sind noch offen

Die Agrar- und Ernährungswirtschaft unterscheidet sich von anderen Wertschöpfungsketten durch ihren komplexen und integrierten Charakter, weshalb sie vielmehr als Wertschöpfungsnetzwerk betrachtet werden sollte. Weiterhin ist sie im hohen Maße von der Natur und Umweltbedingungen beeinflusst.

Das Wertschöpfungsnetzwerk der Agrar- und Ernährungswirtschaft steht vor wichtigen Herausforderungen, wie der notwendigen Effizienzsteigerung bei gleichzeitiger Ressourcenschonung sowie der Schaffung von Transparenz über die Herstellungsprozesse. Auf diese Herausforderungen kann die Digitalisierung teilweise Einfluss nehmen, z. B. durch Optimierungsansätze digitaler Anwendungen und Technologien und digitalisierte und damit transparente und nachverfolgbare Prozessketten.

Daneben kann die Digitalisierung von Nutzen sein, die Vielfalt in der Landwirtschaft zu erhalten und zu fördern. Sie kann dafür sorgen, dass Tiere sich frei bewegen können und der Landwirt sie dennoch über ihr Bewegungs- und Aktivitätsmuster beobachten kann. Es können neue Formen des Intercropping (Anbau mehrerer Arten in einem Feld) umgesetzt werden und durch mechanische Pflanzenschutztechnologien mit Unterstützung aus der Robotik der Einsatz von Herbiziden und evtl. auch anderen Pflanzenschutzmitteln reduziert werden. Insgesamt wäre es somit gerade in der kleinstrukturierten bayerischen Agrarwirtschaft möglich, Heterogenität in den Produktionsbedingungen als Teil des Produktionssystems zu verstehen und zu erhalten. Darüber hinaus können gerade kleinteilige Anwendungen, beispielsweise aus dem Betriebsmanagement, bayerische Landwirte mit kleinen Betrieben und begrenzten finanziellen Ressourcen wirksam unterstützen.

Allerdings wirft die Digitalisierung auch neue Herausforderungen auf, die es zu managen gilt. Dazu gehören die Netzverfügbarkeit im ländlichen Raum, der Datenschutz und die Notwendigkeit von entsprechenden Bildungsangeboten. Wichtig ist es, realistische Anwendungsszenarien zu entwickeln, um potentielle Anwender der Technologie nicht zu enttäuschen. Auch müssen niedrigschwellige Einstiegsangebote sowohl in Bezug auf die Investitionskosten als auch die Usability der Maschinen und Applikationen konzipiert werden. Solche niedrigschwelligen Angebote sollten risikoarme Einstiegsoptionen für den Landwirt bieten. Interessant könnten in diesem Zusammenhang auch Simulationsanwendungen sein, in denen der Landwirt verschiedene Management-Empfehlungen virtuell umsetzen kann, sodass er bei seiner Entscheidung unterstützt wird.

Viele noch offene Fragen bedürfen zusätzlicher Forschung, z. B. in Bezug auf die Pflanzen-Boden-Wetter-Interaktionen oder zu Fragen des Tierverhaltens und der Tiergesundheit. Auch bedarf die Robotik weiterer Entwicklungsförderung und gesellschaft-

licher Begleitung. Mögliche Geschäftsmodelle und die Governance der Wertschöpfungsnetzwerke sind zu untersuchen. Die Ausbildung zukünftiger Experten in der Agrar- und Ernährungswirtschaft sollte diese Forschungsbereiche widerspiegeln, damit sie zukünftig in Beratung und Ausbildung über digitale Kompetenzen verfügen und diese vermitteln können. Hierbei steht insbesondere eine Fortentwicklung der Ausbildung im Bereich der Agrartechnik an, z. B. in den Fachgebieten der Mechatronik und Informatik, aber auch die Vermittlung von Kompetenzen in der Datenanalyse und -interpretation in den Pflanzen-, Tier- und Wirtschaftswissenschaften.

Weiterhin ist es wichtig Simulationsmodelle agrarischer Systeme weiterzuentwickeln, um die verschiedenen Datenkomponenten integrieren zu können. Dazu wird vor allem eine valide Datengrundlage und die Entwicklung zuverlässiger Sensorsysteme benötigt. Diese Sensorsysteme müssen mobil und unter unterschiedlichsten Umwelt- und Wetterbedingungen verlässliche Daten liefern. Dazu ist zum einen deren Energieversorgung (z. B. durch Energy Harvesting) als auch deren Messgenauigkeit sicherzustellen. Für smarte, integrierte Lösungen benötigt man weiterhin Big Data-Ansätze zur Verknüpfung unterschiedlich skalierten und objektbezogener Daten.

Um die Akzeptanz der Digitalisierung durch die Anwender zu fördern, sollte auf vorhandene Netzwerke aufgebaut werden und mit Hilfe staatlicher Unterstützung Clouds entwickelt werden. Dafür könnten vorhandene Kooperationen in Bayern (z. B. Erzeugergemeinschaften) mögliche Infrastrukturen bieten, da sie produktionsspezifische Kompetenzen und Netzwerke bereitstellen. Diese Netzwerke hätten auch Potential zur Datenbündelung und -auswertung, so dass aus der Fläche experimentelle Daten zur Validierung möglicher Modelle gewonnen werden können. Die Rahmenbedingungen für die Datenrechte und Datensicherheit sind zu klären. Zusätzlich müssen für die Anwender klare Regelungen in Bezug auf die Haftung bei Fehlfunktionen geschaffen werden, wenn autonome Systeme in die Anwendung kommen sollen.

Die durch die Digitalisierung ermöglichte gesteigerte Transparenz der Produktionsprozesse bietet die Chance, Konsumenten neu in die Wertschöpfung einzubeziehen und sie am Produktionsprozess teilhaben zu lassen. Hierdurch kann das Verbrauchervertrauen gestärkt werden. Derzeit stehen viele Konsumenten der Landwirtschaft und auch der Ernährungswirtschaft kritisch gegenüber. Jedoch ersetzt Transparenz nicht automatisch fehlendes Vertrauen, sondern erfordert auch die Möglichkeit des Einwirkens auf die Produktionsprozesse durch den Konsumenten. Ob marktbasierende Elemente im derzeitigen gesellschaftlichen Klima hier ausreichen werden, bleibt fraglich.

Literaturverzeichnis etc.

- Allen, Douglas und Lueck, Dean (2002)** *The Nature of the Farm: Contracts, Risk, and Organization in Agriculture.* Cambridge: MIT Press.
- AT Kearney (2016)** *Agriculture Is Fertile Ground for Digitization.* Düsseldorf / Chicago: A.T. Kearney, Inc., über: <https://www.atkearney.de/documents/856314/9452388/Agriculture+Is+Fertile+Ground+for+Digitization.pdf/063ac53c-9448-4247-be72-9e4d76cfde09> (aufgerufen am 18.04.2017).
- Bayerische Staatskanzlei (2006)** *Bayerisches Gesetz zur nachhaltigen Entwicklung der Agrarwirtschaft und des ländlichen Raumes (Bayerisches Agrarwirtschaftsgesetz – BayAgrarWiG).* München: Bayerische Staatskanzlei, über: <http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayAgrarWiG/True> (aufgerufen am 18.04.2017).
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (2016)** *Bayerischer Agrarbericht 2016.* München: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, über: <http://www.agrarbericht-2016.bayern.de/landwirtschaft-laendliche-entwicklung/index.html> (aufgerufen am 20.01.2017).
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien Energie und Technologie (2015)** *Industriebericht Bayern 2015.* München: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien Energie und Technologie, über: http://www.iwconsult.de/fileadmin/user_upload/downloads/public/pdfs/Industriebericht_Bayern_2015_final.pdf (aufgerufen am 18.04.2017).
- Bothum, Deborah et al. (2014)** *The Wearable Future - Consumer Intelligence Series.* Ohne Ort: PWC, über: <http://www.pwc.com/us/en/technology/publications/assets/pwc-wearable-tech-design-oct-8th.pdf> (aufgerufen am 18.04.2017).
- Bovensiepen, Gerd et al. (2015)** *Vom Acker bis zum Teller Die vierte industrielle Revolution hat begonnen.* Ohne Ort: PWC.
- Bovensiepen, Gerd et al. (2015b)** *Store 4.0 Zukunft des stationären Handels.* Ohne Ort: PWC, über: <https://www.pwc-wis-sen.de/pwc/de/shop/publikationen/Store+40+Zukunft+des+stationaeren+Handels/?card=15956> (aufgerufen am 18.04.2017).
- Bovensiepen, Gerd et al. (2016)** *Quo vadis, agricola? Smart Farming: Nachhaltigkeit und Effizienz durch den Einsatz digitaler Technologien.* Ohne Ort: PWC, über: <https://www.pwc.de/de/handel-und-konsumguter/assets/smart-farming-studie-2016.pdf> (aufgerufen am 18.04.2017).
- Bovensiepen, Gerd und Hentrich, Carsten (2015)** *Lebensmittelunternehmen im digitalen Wandel.* Ohne Ort: PWC, über: <http://digital.pwc-tools.de/digitalisierung/> (aufgerufen am 20.02.2017).
- Bowman, Kim (2008)** *Economic and Environmental Analysis of Converting to Controlled Traffic Farming.* In: 6th Australian Controlled Traffic Farming Conference, über:

- [http://www.ctfsolutions.com.au/ebm3-doc/132275/Bowman Economics.pdf](http://www.ctfsolutions.com.au/ebm3-doc/132275/Bowman_Economics.pdf)
(aufgerufen am 18.04.2017).
- Bundeskartellamt (2014)** *Sektoruntersuchung Lebensmitteleinzelhandel*. Bonn: Bundeskartellamt, über:
http://www.bundeskartellamt.de/Sektoruntersuchung_LEH.pdf%3F__blob%3DpublicationFile%26v%3D7 (aufgerufen am 18.04.2017).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2016)** *Landwirtschaft verstehen - Fakten und Hintergründe*. Berlin: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, über:
https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?__blob=publicationFile (aufgerufen am 18.04.2017).
- Chemnitz, Christine et al. (2017)** *Konzernatlas. Daten und Fakten über die Agrar- und Lebensmittelindustrie 2017*. Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung.
- Chu, Junhong et al. (2008)** *Research Note—A Comparison of Within-Household Price Sensitivity Across Online and Offline Channels*. *Marketing Science*, 27(2), 283–299.
- Dannenberg, Peter und Franz, Martin (2014)** *Essen aus dem Internet*. *Standort*, 38(4), 237-243.
- Deloitte (2012)** *eTransform Africa: Agriculture Sector Study - Sector Assessment and Opportunities for ICT*. Ohne Ort: Deloitte, über:
http://siteresources.worldbank.org/EXTINFORMATIONANDCOMMUNICATIONANDTECHNOLOGIES/Resources/282822-1346223280837/Agriculture_FullReport.pdf (aufgerufen am 18.04.2017).
- Döhler, Helmut et al. (2009)** *Faustzahlen für die Landwirtschaft*. 14. Auflage. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- Dressler, Norbert et al. (2015)** *Business Opportunities in Precision Farming: Will Big Data feed the World in the Future?* München: Roland Berger Strategy Consultants GmbH.
- EDEKA AG (2017)** *Produkt-Rückverfolgbarkeit*. Hamburg: EDEKA Zentrale AG & Co Kg, über:
<https://www.edeka.de/unsere-marken/edeka-qualitaetsversprechen/rueckverfolgbarkeit/info.jsp> (aufgerufen am 30.01.2017).
- EHI Retail Institute (2015)** *Lebensmittel E-Commerce 2015*. Köln: EHI Retail Institute GmbH.
- Frisch, Jürgen et al. (2014)** *Betriebsplanung Landwirtschaft 2014/2015*. 24. Auflage. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- Gandorfer, Markus et al. (2003)** *Der Einsatz moderner Informationstechnologien im Pflanzenbau - ein Beispiel aus der teilflächen- spezifischen Stickstoffdüngung*. *Zeitschrift für Agrar-informatik*, 2(04): 27-33.
- Garnett, Tara und Godfray, Charles (2012)** *Sustainable Intensification in Agriculture. Navigating a Course through Competing Food System Priorities*. Oxford: Oxford Martin School, über:
[http://futureoffood.ox.ac.uk/sites/futureoffood.ox.ac.uk/files/SI_report - fi-](http://futureoffood.ox.ac.uk/sites/futureoffood.ox.ac.uk/files/SI_report_-_fi-)

nal.pdf (aufgerufen am 18.04.2017).

- Gereffi, Gary et al. (2005)** *The Governance of Global Value Chains*. Review of International Political Economy, 12(1), 78–104.
- Gesellschaft für Konsumforschung (2015)** *Reise nach Jerusalem. Consumer Index*. Total Grocery 02, über: https://www.gfk.com/fileadmin/user_upload/dyna_content/DE/documents/News/Consumer_Index/CI_02_2015_oD.pdf (aufgerufen am 18.04.2017).
- Grewal, Dhruv et al. (2012)** *Retail Value-Based Pricing Strategies: New Times, New Technologies, New Consumers*. Journal of Retailing, 88(1): 1–6.
- GS1 Germany (2017)** *fTRACE Ein Klick und Sie wissen Bescheid*, über: <http://www.ftrace.com/de/de> (aufgerufen am 30.01.2017).
- Howard, Philip (2016)** *Concentration and Power in the Food System Who Controls What We Eat?* New York: Bloomsbury Academic.
- Howard, Philip (2017)** *Seed Industry Structure*, über: <https://msu.edu/~howardp/infographics.html> (aufgerufen am 07.03.2017).
- JRC (2014)** *Precision Agriculture: an Opportunity for EU Farmers- Potential Support With the Cap 2014 - 2020. In-Depth Analysis*. Brüssel: Joint Research Centre of the European Commission (JRC), über: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529049/IPOL-AGRI_NT\(2014\)529049_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529049/IPOL-AGRI_NT(2014)529049_EN.pdf) (aufgerufen am 18.04.2017).
- Kinsey, Jean (2001)** *The New Food Economy: Consumers, Farms, Pharms, and Science*. American Journal of Agricultural Economics, 83(5): 1113–1130.
- Kloepfer, Florian (2011)** *Wirtschaftlichkeit von Precision Farming*, über: http://www.landwirtschaft-bw.info/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Service/Veranstaltungen/Nachlese/2011/2011_04_06%20Precision-Farming_DL/Kloepfer%20-%20Wirtschaftlichkeit%20von%20Precision%20Farming.pdf (aufgerufen am 18.04.2017).
- Kompetenzzentrum für Ernährung (2014)** *Lebensmittelverluste und Wegwerfraten im Freistaat Bayern*. Freising: Kompetenzzentrum für Ernährung (KErn) an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, über: <http://www.kern.bayern.de/mam/cms03/wissenstransfer/dateien/lebensmittelverluste-bayern-2014.pdf> (aufgerufen am 18.04.2017).
- Labrecque, Lauren et al. (2013)** *Consumer Power: Evolution in the Digital Age*. Journal of Interactive Marketing, 27(4): 257–269.
- Lopotz (2013)** *Precision Farming Rechnen sich die Investitionen?* Münster: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, über: <https://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/rueckblick/pdf/2013-06-19-rentabilitaet-pf.pdf> (aufgerufen am 18.04.2017).
- Munich RE (2017)** *Transfer von Agrar- und Wetterrisiken*. München: Munich Re, über:

- <https://www.munichre.com/de/reinsurance/business/non-life/agro/solutions/index-insurance/index.html> (aufgerufen am 18.04.2017).
- OECD (2016)** *Farm Management Practices to Foster Green Growth*. Paris: OECD Publishing.
- OECD und FAO (2016)** *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025. Special Focus: Sub-Saharan Africa*. Paris: OECD Publishing.
- Poppe, Krijn et al. (2013)** *How ICT is changing the Nature of the Farm: a Research Agenda on the Economics of Big Data, Farming Systems Facing Global challenges*. Berlin: IFSA.
- Poppe, Krijn et al. (2015)** *Big Data A European Perspective on the Economics of Big Data*. Farm Policy Journal, 12(10): 11–19.
- Porter, Michael und Heppelmann, James (2015)** How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. Harvard Business Review, 114(Oktober): 96-112.
- Pretty, Jules et al. (2010)** *The top 100 Questions of Importance to the Future of Global Agriculture*. International Journal of Agricultural Sustainability, 8(4): 219–236.
- Reichardt, Maike und Jürgens, Carsten (2009)** *Adoption and future Perspective of Precision Farming in Germany: Results of several Surveys among different Agricultural Target Groups*. Precision Agriculture, 10(1): 73–94.
- Richter, Barbara (2013)** *Essays on the Skill Premium and the Skill Bias of Technological Change*. London: London School of Economics, über: http://etheses.lse.ac.uk/756/1/Richter_Essays_Skill_Premium.pdf (aufgerufen am 18.04.2017).
- Richter, Barbara (2014)** *The Skill Bias of Technological Change and the Evolution of the Skill Premium in the US since 1970*. The B.E. Journal Macroeconomics, 14(1): 379–417.
- Schrijver, Remco et al. (2016)** *Precision Agriculture and the future of Farming in Europe*. Scientific Foresight Study. Brussels: European Union.
- Statistisches Bundesamt (2007)** *Gliederung der Klassifikation der Wirtschaftszweige*. Ausgabe 2008 (WZ 2008). Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, über: https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/klassifikationenwz2008.pdf;jsessionid=9BDD69D903F9A53DDC9170DBB2BCFA90.cae2?__blob=publicationFile (aufgerufen am 18.04.2017).
- Stenmarck, Åsa et al. (2016)** *Estimates of European Food Waste Levels*. Stockholm: IVL Swedish Environmental Research Institute, über: <https://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/Estimates%20of%20European%20food%20waste%20levels.pdf> (aufgerufen am 18.04.2017).

- The Royal Society (2009)** *Reaping the Benefits: Science and the Sustainable Intensification of Global Agriculture*. London: The Royal Society.
- Treue, Peter (2003)** *Potenziale und Grenzen teilflächenspezifischer N-Düngung in Schleswig-Holstein/ Precision Agriculture Potenziale und Grenzen teilflächenspezifischer N-Düngung in Schleswig-Holstein / Precision Agriculture*. Kiel: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, über: <https://www.icp.uni-kiel.de/de/schriftenreihe/dateien/29> (aufgerufen am 18.04.2017).
- Tullberg, Jeffrey et al. (2007)** *Controlled Traffic Farming—From Research to Adoption in Australia*. Soil and Tillage Research, 97(2): 272–281.
- Verbraucherzentrale Brandenburg (2017)** *E-Food im Frischemarkt*. Potsdam: Verbraucherzentrale Brandenburg, über: <http://www.verbraucherzentrale-brandenburg.de/media246207A.pdf> (aufgerufen am 18.04.2017).
- Wagner, Peter (2005)** *Aspekte der Wirtschaftlichkeit von Precision Farming*. Fachgespräch Teilflächenspezifischer Pflanzenbau und Parallelfahreinrichtungen. Stuttgart: ALB Baden-Württemberg.
- Yildirim, Selcuk und Röcker, Bettina (2016)** *Intelligente und smarte Verpackungen*. Lebensmittel-Industrie, 1/2, über: <http://www.lebensmittelindustrie.com/archiv/2016/ausgabe-12/intelligente-und-smarte-verpackungen/> (aufgerufen am 18.04.2017).
- Zenger, Xaver und Friebel, Robert (2015)** *Agrarstrukturentwicklung in Bayern*. Freising: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, über: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/agrarstrukturentwicklung-bayern_lfl-information.pdf (aufgerufen am 18.04.2017).

Ansprechpartner / Impressum

Christine Völzow

Büroleiterin des Präsidenten und des Hauptgeschäftsführers

Telefon 089-551 78-104

Telefax 089-551 78-106

christine.voelzow@vbw-bayern.de

Impressum

Alle Angaben dieser Publikation beziehen sich grundsätzlich sowohl auf die weibliche als auch auf die männliche Form. Zur besseren Lesbarkeit wurde meist auf die zusätzliche Bezeichnung in weiblicher Form verzichtet.

Herausgeber

vbw
Vereinigung der Bayerischen
Wirtschaft e. V.

Max-Joseph-Straße 5
80333 München

www.vbw-bayern.de

© vbw Dezember 2017

Weitere Beteiligte

Prof. Jutta Roosen und
Sabine Groß
Lehrstuhl für Marketing und
Konsumforschung
TU München