

# Chancen und Herausforderungen am Standort Nordrhein-Westfalen

Gutachten im Auftrag des Landtags von Nordrhein-Westfalen | Vergabenummer 20343LO





Landwirtschaft 4.0 – Chancen und Herausforderungen  
am Standort Nordrhein-Westfalen

**Verantwortlich:**

Claas KGaA  
Mühlenwinkel 1  
33428 Harsewinkel  
[www.claas.com](http://www.claas.com)

**Ansprechpartner & Projektleiter:**

Klaus-Herbert Rolf  
Tel: +49 170 455 6711  
[klaus-herbert.rolf@claas.com](mailto:klaus-herbert.rolf@claas.com)

**Autor\*innen und Mitwirkende (in alphabetischer Reihenfolge):**

Nadine Bietendüvel, Claas E-Systems  
Benedikt Bodensteiner, Claas KGaA  
Nicola Bohne, 365FarmNet  
Cay-Alexander Hüneke, Claas KGaA  
Jennifer Koula, CLAAS Vertriebsgesellschaft mbH  
Julia Mehr, Claas Vertriebsgesellschaft mbH  
Matthias Mumme, Claas KGaA  
Dr. Eberhard Nacke, Claas KGaA  
Klaus-Herbert Rolf, Claas KGaA  
Martin Schulze Westenhorst-Mersmann, Claas KGaA  
Dr. Thilo Steckel, Claas E-Systems  
Dr. Steffen Walter, Claas E-Systems  
Dorothee Wendt, 365FarmNet



# Gliederung:

<b>Abstrakt</b>	5
<b>1. Vorbemerkung</b>	9
<b>2. Status Quo Landwirtschaft 4.0 in Nordrhein-Westfalen</b>	12
2.1 NRW im nationalen und internationalen Vergleich	12
2.1.1 Status-Quo der digitalen Transformation der Landwirtschaft in Deutschland	12
2.1.2 NRW als Landwirtschaftlicher Produktionsstandort: Bedeutung und Strukturen	14
2.1.3 Bewertung des landwirtschaftlichen Produktions- und Technologiestandortes NRW im nationalen und internationalen Vergleich	19
2.2 Übergeordnete Zielvorgaben als Wegweiser für Landwirtschaft 4.0 in NRW	23
2.2.1 Ökologische Zielvorgaben	23
(1) Artenschutz	24
(2) Grundwasserschutz	24
(3) Bodenschutz	27
(4) Emissionsreduktion	28
(5) Ressourcenschonung	30
(6) Lebensqualität	31
2.2.2 Ökonomische Ziele	32
(1) Optimierung von Produktivität und Ressourceneinsatzes	32
(2) Reduzierung der Bürokratie in der Landwirtschaft	34
(3) Stabilisierung der Einkommenssituation in der Landwirtschaft	35
(4) Qualitätskontrolle durch Monitoring und Dokumentation	35
2.2.3 Weiche Ziele	37
(1) Work-Life-Balance	37
(2) Verbrauchervertrauen/Image	40
(3) Tierwohl	41
2.3 Zurückliegende und aktuelle Förderprogramme	43
2.4 Datenschutz und Datenhoheit	48
2.4.1 Beschreibung	48
2.4.2 Branchenempfehlungen	50
2.4.3 Datenschutzgrundsätze	52
2.4.4 Agrardatenplattformen	54
2.5 Zusammenfassung von Potenzialen und Zielen	55



<b>3. Wissenschaftlicher Beitrag</b>	57
3.1 Methodik	57
3.2 Ergebnispräsentation: Quantitative und qualitative Befragung von Landwirt*innen, Lohnunternehmer*innen und Stakeholdern der Agrarbranche in NRW	60
(1) Status-Quo der Digitalisierung	64
(2) Infrastruktur	71
(3) Schnittstellen	72
(4) Aus- und Weiterbildung	75
(5) Beratung und Betreuung	78
(6) Fördermaßnahmen	79
(7) Datenhoheit	80
3.3 Umfragebasierende SWOT-Analyse	82
<b>4. Handlungsempfehlungen</b>	84
(1) Infrastruktur	85
(2) Schnittstellen	86
(3) Vernetzung der Nahrungsmittelproduktion	88
(4) Aus- und Weiterbildung	90
(5) Beratung und Betreuung	93
(6) Fördermaßnahmen	95
(7) Daten nutzen – fair und nachhaltig	98
<b>5. Zusammenfassung</b>	99
Literaturverzeichnis	101
Glossar	110
Abkürzungsverzeichnis	116
Anhang	118





## Abstrakt

Die Industrie befindet sich in zwei gravierenden Transformationsprozessen: erstens in der Digitalisierung, die eine nach wie vor ungebrochene Beschleunigung und Durchdringung aller Bereiche des geschäftlichen, des öffentlichen und des privaten Lebens erfährt. Zweitens in der so genannten „Grünen Wende“, die eine völlige CO<sub>2</sub>-Neutralität anstrebt und darüber hinaus durch weitere konkrete umweltwirksame Maßnahmen einen drastischen Wandel in allen Lebensbereichen mit sich bringen wird.

Die Landwirtschaft wird dabei eine zentrale Rolle spielen, wobei Digitalisierung und Grüne Wende synergetisch zusammenspielen werden. Das heißt, konkrete Maßnahmen zum Erreichen der Nachhaltigkeitsziele werden wesentliche Treiber der fortschreitenden digitalen Transformation der Landwirtschaft sein. Dabei spielt die Steigerung der Effizienz ebenso eine Rolle wie ein umfassendes Monitoring.

Vor diesem Hintergrund hat die Enquete-Kommission „Enquetekommission V – Gesundes Essen. Gesunde Umwelt. Gesunde Betriebe“ des Landtags Nordrhein-Westfalen die Claas KGaA mit der Erstellung eines Gutachtens zum Thema „Landwirtschaft 4.0 – Chancen und Herausforderungen am Standort Nordrhein-Westfalen“ beauftragt.

Das vorliegende Gutachten beginnt mit einer übergeordneten Standortbetrachtung und Status-Quo-Beschreibung der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen als Treiber der Digitalisierung. Anschließend werden konkrete Befragungen und Auswertungen von Umfragen, Workshops und Experteninterviews mit Landwirt\*innen, Lohnunternehmer\*innen und Stakeholdern der Agrar- und Lebensmittelbranche in Nordrhein-Westfalen (NRW) beschrieben. Daraus werden Handlungsempfehlungen hinsichtlich einer erfolgreichen Weiterentwicklung der Landwirtschaft 4.0 in NRW unter Berücksichtigung einer SWOT-Analyse und von möglichen Reboundeffekten abgeleitet.

Aus der Analyse der IST-Situation und den Ergebnissen der quantitativen und qualitativen Forschung, dass NRW aufgrund bestimmter Standortvorteile gute Ausgangsbedingungen für eine zügige und effiziente Weiterentwicklung von Landwirtschaft 4.0 hat – auch wenn Bereiche wie digitale Infrastruktur oder Schnittstellen, synchron zur Situation im gesamten Bundesgebiet, noch nicht in befriedigendem Umfang vorhanden sind.



Zu diesen Standortvorteilen gehören:

- Eine hohe Anzahl innovativer, überwiegend inhabergeführter Landtechnik Unternehmen
- Im bundesweiten Vergleich eine sehr starke Lebensmittelverarbeitung mit ebenfalls oftmals inhabergeführten Unternehmen
- Sehr gute Vernetzung der o.g. Unternehmen u.a. Verbände
- Starke Hochschullandschaft mit Schwerpunkten auf den Bereichen Agrartechnik und Landwirtschaft 4.0
- Sehr gute, zielführende Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Industrie
- Im bundesweiten Vergleich eine sehr hohe Anzahl und Dichte landwirtschaftlicher Lohnunternehmen, die oftmals weiter in der digitalen Transformation sind als Landwirtschaftsbetriebe und deshalb eine Position als Treiber der Digitalisierung einnehmen
- Vergleichsweise kleine Flächenstrukturen, die den Effekt digitaler Anwendungen verstärkt

Dagegen sind Standortnachteile überwiegend struktureller und infrastruktureller Natur zu nennen, diese sind:

- Durch kleinere Betriebsgrößen im nationalen (Neue Bundesländer) und internationalen Vergleich (Nordamerika, Südamerika, Russland, China) sind in NRW geringere Skalen- und Größeneffekte möglich. Zudem ist die Investitionsstärke einzelner Betriebe geringer.
- Unzureichende Mobilfunknetzabdeckung und geringe Breitbandverfügbarkeit
- Fehlen einer (einheitlichen) digitalen Schnittstelle zu Behörden und Ämtern

Damit zeigt sich ein gemischtes Bild, was die Wettbewerbsfähigkeit des Bundeslandes NRW anbelangt. Da jedoch die Stärken überwiegen, ist die Ausgangslage im nationalen Vergleich als gut zu bewerten. Auch im internationalen Vergleich ist die Ausgangslage besser als ein Vergleich der strukturellen Rahmenbedingungen vermuten lässt. Insbesondere die innovative Landtechnikindustrie in NRW und die starke Lebensmittelproduktion sind hierbei zu nennen. Werden diese beiden noch näher zusammengebracht und mit der landwirtschaftlichen Praxis vernetzt, so kann die Landwirtschaft in NRW auch im internationalen Vergleich wettbewerbsfähig bleiben.

Um die vorhandenen Stärken zu Nutzen und bestehende Schwächen und Hemmnisse zu überwinden, empfiehlt dieses Gutachten die nachfolgend zusammengefassten Handlungen.



### **Infrastruktur:**

- Ausbau einer flächendeckenden Infrastruktur ohne „blinde Flecken“

### **Schnittstellen:**

- Entwicklung einer bundeseinheitlichen digitalen Schnittstelle zur Optimierung der landwirtschaftlichen Produktion
- Entwicklung einer bundeseinheitlichen Schnittstelle für die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP)
- Förderung einer gemeinsamen Daten-Semantik
- Initiative zur Vereinheitlichung von Schnittstellen auf Landesebene

### **Vernetzung der Nahrungsmittelproduktion:**

- Förderung eines Netzwerkes zwischen landwirtschaftlicher Praxis, Verarbeitung und Maschinenbau im Bereich Landtechnik und Verarbeitungstechnik
- Bildung eines Round Table mit relevanten Stakeholdern aller o.g. Bereiche zur Erarbeitung eines „Big Pictures“ und sich daraus ableitender konkreter Maßnahmen

### **Aus- und Weiterbildung:**

- Überarbeitung der Lehrpläne und zukünftig kontinuierliche Anpassung an die Fortschritte der digitalen Transformation
- Incentivierung beruflicher Weiterbildungen ohne bürokratische Hemmnisse
- Förderung von Kooperationen zwischen verschiedenen Bildungsträgern und Stakeholdern im vor- und nachgelagerten Bereich
- Förderung von interdisziplinären Schulungskonzepten

### **Beratung und Betreuung:**

- Vorgelagerter Bereich (Hersteller/Anbieter) ist primär in der Verantwortung: quantitative und qualitative Beratung und Betreuung sollte gesichert und weiter ausgebaut werden
- Sicherung und Ausbau der Beratungsleistung und Beratungsqualität der Landwirtschaftskammer

### **Fördermaßnahmen:**

- Verstärkung des Förderungsschwerpunktes auf Forschung, Entwicklung und Implementierung digitaler Lösungen und Technologien
- Dadurch Reduzierung der Zeit bis zur Marktreife (time to market)
- Förderung neuer Technologien erst ab einem gewissen Reifegrad (technical readiness level 6 (TRL))
- leistungsbezogene direkte monetäre Förderung nach praxisgerechten Key Performance Indicators (KPIs)
- einzelbetriebliche direkte monetäre Förderung mit zielgerichteten KPI-basierten Vorgaben
- frühzeitige Einbeziehung aller relevanten Stakeholder der Produktionskette (Praxis und vor- und nachgelagerter Bereich) in die Entwicklung von Fördermaßnahmen und in die Entscheidungsfindung



**Daten nutzen – fair und nachhaltig:**

- Mehrwerte für Landwirt\*innen schaffen, damit Akzeptanz der Datenbereitstellung steigt
- Vertrauen durch erhöhtes Verständnis für Datennutzung schaffen
- Transparente Kommunikation der Behörden, wofür und durch wen Daten verwendet werden
- Schaffung eines verbindlichen Rechtsrahmens zur partnerschaftlichen Datennutzung

Die Einzelmaßnahmen werden detailliert in den Handlungsempfehlungen (Kapitel 4) dargestellt.



# 1. Vorbemerkung

Die Digitalisierung gilt als der größte Megatrend seit der industriellen Revolution im 19. und frühen 20. Jahrhundert. Sie betrifft mittlerweile alle Bereiche des öffentlichen und privaten Lebens, aber auch nahezu alle Bereiche der Wirtschaft. Sie dient dabei verschiedenen übergeordneten und individuellen Zielen:

- Schnelle, kleinräumige und direkte digitale Datenerfassung und/oder Positionserfassung
- Schneller Online-Datentransfer und -Dataaustausch
- Weiträumige Nutzung von Algorithmen für die Datenanalyse, beispielsweise zur Erkennung von Mustern und Korrelationen, und die Lösung von Problemstellungen in dynamischen Prozessen
- Einführung von Automatismen, autonomen Prozessabläufen und künstlicher Intelligenz
- Rückverfolgbarkeit von Daten
- Einfache Archivierung und schneller, unkomplizierter Zugriff auf Informationen und Daten

Dadurch wird eine direkte und schnelle Messbarkeit, sowie Vergleichbarkeit von Informationen ermöglicht. Dies führt durch abgeleitete Prozessanpassungen zu einer Verbesserung der Effizienz, einer Steigerung der Produktivität und zu einer Qualitätsabsicherung von Arbeitsprozessen und Produkten. Unter dem Aspekt Effizient bekommt, neben wirtschaftlichen Aspekten wie Kosteneffizienz und Kostenwettbewerb, Nachhaltigkeit einen stärker werdenden Fokus. Zudem bilden Rückverfolgbarkeit und Steigerung des Tierwohls sowie die gesamtheitliche Dokumentation – teils verknüpft mit der Teilnahme an Förderprogrammen – wichtige Teilaspekte.

Landwirtschaft 4.0 steht im deutschen Sprachraum als Schlagwort für die digitale Transformation der Landwirtschaft bzw. für den internationalen Sammelbegriff Precision Farming. Dieser fasst die unterschiedlichsten Innovationsansätze im Ackerbau und, als Precision Livestock Farming (PLF), auch in der Tierhaltung zusammen. Dabei werden vier Hauptfelder der Digitalisierung die Landwirtschaft nachhaltig bestimmen (Wilfried Aulbur et al. 2019):

1. Bildverarbeitung und Sensorik
2. Robotics
3. Automatisierung
4. Big Data

Diese wirken stets im Verbund von mindestens zwei, oft aber auch drei und teils aller vier technologischen Hauptfelder. Die Bereiche der digitalen Transformation der Landwirtschaft sind in der Literatur hinlänglich beschrieben. Daher wurden diese nicht ausführlich in das vorliegende Gutachten eingearbeitet und werden lediglich dort, wo es als Hintergrundinformation oder für die Erklärung von Sachverhalten hilfreich ist, aufgeführt.



## REBOUND

### UMFRAGE

Begriffsbestimmung

#### Wie ist die Situation?

In der Landwirtschaft besteht zur Digitalisierung kein einheitliches Begriffsverständnis.

#### Welche Rebound-Effekte ergeben sich?

Dies erschwert die Beschreibung von Problemen, Erwartungen und Maßnahmen, was zu unscharfen Aussagen und Fragen führen kann. Resultierende Probleme können sich bereits innerbetrieblich ergeben, spätestens jedoch an der Schnittstelle zu Dritten (Lieferunternehmen, abnehmende Unternehmen, Beratungsunternehmen).





Die digitale Transformation wird in fünf Stufen kategorisiert, wobei Stufe 1 die „analoge“ Ausgangslage darstellt. Für die Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurde daher auf die Einbeziehung von Stufe 1 verzichtet, und stattdessen in den Umfragen, Workshops und Experteninterviews mit Stufe 2 – d.h. die ersten digitalen Anwendungen im Betrieb und auf den Maschinen – eingestiegen. Es wurde daher entschieden, die erste Stufe des theoretischen Stufenmodells der Digitalisierung für den wissenschaftlichen Beitrag zu streichen und Stufe 1 bereits als Einstieg in die Landwirtschaft 4.0 zu definieren. Das in der Methodik verwendete Stufenmodell umfasst folglich nur vier Stufen, beginnend bei Stufe 1 und der digitalen Abwicklung oder Unterstützung von Dokumentationspflichten. Es endet mit Stufe 4 und der Vernetzung aller Teilbereiche des Unternehmens (siehe 3.2 (1)). Ziel der digitalen Transformation ist es, möglichst viele Landwirtschaftsbetriebe und infolgedessen auch den mit ihnen vernetzten Dienstleistungssektor (Lohnunternehmen) in Stufe 4 zu transformieren.

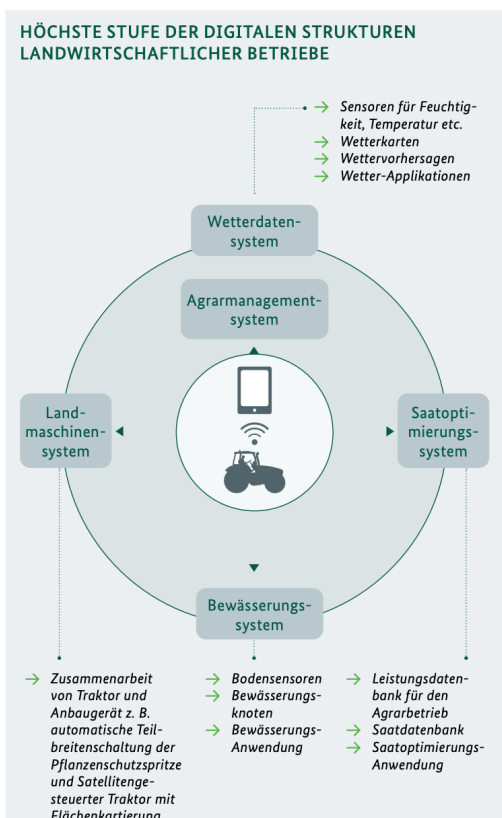


Abbildung 1: Umfassende Digitalisierung auf einem landwirtschaftlichen Betrieb (Stufe 4 im vorliegenden Gutachten; Stufe 5 im allgemeinen Stufenmodell der Digitalisierung) (Quelle: BMEL)



#### Bernhard Conzen

Präsident des Rheinischer Landwirtschafts-Verband

„Ob Klimawandel oder Biodiversität – die Landwirtschaft wird eine maßgeblich Rolle bei der Bewältigung der großen Herausforderungen unserer Zeit spielen. Diese Aufgabe kann sie nur leisten bei konsequenter Anwendung verfügbarer Technologien. Neben der Nutzung moderner genetischer Verfahren kommt der Digitalisierung dabei eine Schlüsselrolle zu. Intelligente Sensoren in Verbindung mit digitaler Landtechnik werden zukünftige Arbeitsprozesse in den Sonderkulturen und der Pflanzenproduktion erleichtern. In der Tierhaltung werden neue Techniken zusätzlich das Wohl des Tieres fördern. Voraussetzung dafür sind einheitliche Schnittstellen, die dabei helfen, in allen Bereichen der täglichen Arbeit die Digitalisierung voranzubringen und deren Vorteile effektiv zu nutzen. Für mich ist wichtig, dass wir als Bauern zu jeder Zeit die Hoheit über die unsere Betrieben betreffenden Daten haben.“



Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Voraussetzungen in vielerlei Hinsicht geschaffen werden. Die Grundvoraussetzung bilden hierbei eine flächendeckende Infrastruktur, sowie einheitliche Schnittstellen zur Datenübertragung. Darüber hinaus müssen die Aus- und Weiterbildung, die Beratung und Betreuung, sowie die Datenhoheit und Datensicherheit verbessert werden. Um eine möglichst reibungslose und zielgerichtete digitale Transformation zu ermöglichen, müssen Industrie, Politik, Verbände und Landwirtschaftsbetriebe bzw. Lohnunternehmen zusammenarbeiten. Darüber hinaus ist es notwendig, dass konkret abgestimmte und zielgerichtete Maßnahmen eingesetzt werden.



Abbildung 2: Landwirtschaft 4.0 ist kein ausschließliches Thema für große Flächenstrukturen. Prozentual betrachtet ist der Effekt in kleineren Strukturen sogar größer. (Bild: FarmFacts)



## 2. Status Quo Landwirtschaft 4.0 in Nordrhein-Westfalen

Im folgenden Kapitel soll der Ist-Zustand der Landwirtschaft 4.0 in Nordrhein-Westfalen beleuchtet und im nationalen Kontext eingeordnet werden. Dabei geht es auch um die Frage, wie die Strukturen und Betriebsausrichtungen des Bundeslandes besondere Notwendigkeiten in der Digitalisierung und somit Förderschwerpunkte erfordern. Grundlage dafür ist zunächst eine Darstellung der landwirtschaftlichen Produktion losgelöst von der digitalen Transformation, da Betriebsstrukturen und Betriebsschwerpunkte die Einsatzbreite digitaler Anwendungen maßgeblich beeinflussen. Eine Bewertung des Status-Quo der Landwirtschaft 4.0 ist daher nur objektiv möglich, wenn dieser in Relation zu den genannten Faktoren gesetzt wird.

Zu diesem Zweck ist es von Belang, zunächst einen Statusbericht zur digitalen Transformation der Landwirtschaft in Deutschland abzugeben. Dieser lässt Rückschlüsse auf diesem Gebiet für Nordrhein-Westfalen zu, da es keine aussagekräftigen Literaturquellen und Umfrageergebnisse zu diesem Thema mit Abgrenzung auf das Bundesland Nordrhein-Westfalen gibt.

### 2.1 NRW im nationalen und internationalen Vergleich

#### 2.1.1 Status-Quo der digitalen Transformation der Landwirtschaft in Deutschland

Die Digitalisierung landwirtschaftlicher Prozesse und der Austausch digitaler Daten zwischen den Betrieben und den vor- bzw. nachgelagerten Wirtschaftspartnern gewinnen in der Praxis seit Jahren kontinuierlich an Bedeutung. So nutzen laut Rohleder et al. (2020) 82 Prozent ( $n = 500$ ) der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland Smart-Farming-Technologien. Das Anwendungspotential digitaler Technologien in diesem Segment wird laut derselben Umfrage durch den Einsatz von Fütterungsautomaten bzw. intelligenten Fütterungssystemen (46 Prozent), GPS-gesteuerten Landmaschinen (45 Prozent), Agrar-Apps für Smartphone und Tablet sowie Farm-/Herdenmanagement-Systemen (beide 40 Prozent) getragen. Somit ist rein prozentual betrachtet die digitale Transformation in der Außen- und in der Innenwirtschaft aktuell etwa zu gleichen Teilen Praxis. Dabei zeigt sich ein deutlicher Trend bei größeren Betriebsstrukturen ab 100 ha, wo mit 91 Prozent nahezu flächendeckend digitale Lösungen genutzt werden (Abbildung 3).



**Prof. Dr. Wolfgang Kath-Petersen**  
Technische Hochschule Köln

„Die Digitalisierung in der Landtechnik unterstützt den Landwirt in seinem Bestreben Ressourcen zu schonen und die Wirtschaftlichkeit der Produktionsverfahren zu optimieren. Die verschiedenen Methoden helfen in der Praxis Produktionsmittel gezielt auszubringen, betrieblich relevante Daten zu erheben und auszuwerten und damit die Organisation des Betriebes insgesamt zu schärfen. Routinemäßige Arbeiten werden durch die Unterstützung digitaler Methoden vereinfacht und konstant mit gleichbleibend hoher Qualität erledigt. Das leistet Smart Farming für den Betriebsleiter und entlastet ihn damit von zahlreichen Kontrollfunktionen in der täglichen Praxis, fordert aber gleichzeitig einen besonderen Einsatz für die Interpretation der Daten, um die Prozesse ständig zu verbessern. Der Standort Nordrhein-Westfalen bietet hier in hervorragender Weise eine enge Vernetzung von Praxis, Beratung, Industrie und Forschung. Ein enger Austausch zwischen den Partnern unterstützt den raschen Einsatz moderner digitaler Verfahren, um den wirtschaftlichen Erfolg der landwirtschaftlichen Betriebe langfristig zu sichern. Eine gezielte öffentliche Forschungsförderung kann diesen Prozess beschleunigen und hilft die neuen Methoden zügig in die Praxis zu bringen.“

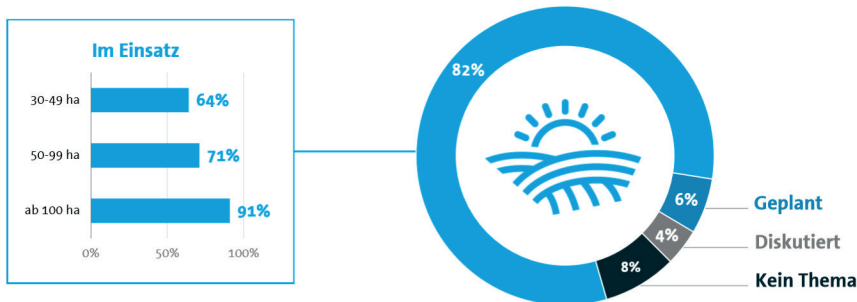


Abbildung 3: Verbreitung digitaler Technologien auf Landwirtschaftsbetrieben in Deutschland (n=500); Quelle: (Rohleder et al., 2020)

Im Bereich der Tierhaltung/Innenwirtschaft ist der Prozess der Fütterung am weitesten digitalisiert und automatisiert, in der Außenwirtschaft sind es GPS-basierte Lenksysteme. Bei zukünftigen Investitionen liegt der Fokus auf künstlicher Intelligenz (KI) (35 Prozent), Sensortechnik (38 Prozent) und teilflächenspezifischer Applikation von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln (41 Prozent).

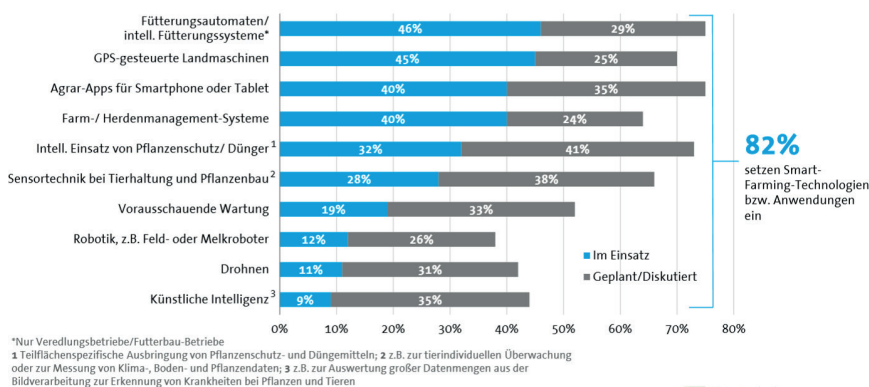


Abbildung 4: Bereits genutzte und zukünftig geplante digitale Lösungen auf Landwirtschaftsbetrieben in Deutschland (n=500); Quelle: (Rohleder et al., 2020)

Gleichzeitig sagen 58 Prozent, dass die Digitalisierung zu den größten Herausforderungen gehört, vor denen sie als Landwirt\*innen stehen. Dennoch und trotz aller Skepsis bzgl. einiger Fragestellungen, wie beispielsweise zu den Themen Datenhoheit und Datenschutz, herrscht Optimismus: 73 Prozent sind der Meinung, dass die Digitalisierung mehr Chancen als Risiken bietet. Im Vergleich zur Umfrage „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ von Rohleder und Krüskens (2016a) ist hier eine Steigerung festzustellen: Damals waren nur 66 Prozent (n = 521) dieser Meinung, wobei neben den getätigten technischen Fortschritten auf dem Gebiet Landwirtschaft 4.0 und eine bessere Aufklärung/Information der Landwirte möglicherweise der anhaltende Strukturwandel einen Einfluss auf das Umfrageergebnis hatte.



**Torben Calenberg**

Geschäftsführer und Gründer, Betrico

„Digitale Lösungen müssen sich für Landwirt\*innen lohnen (Kosten/Nutzen). Staatliche Förderung von Softwarelösungen kann die Digitalisierung der Landwirtschaft voranbringen, da es für viele Landwirte eine große Hürde ist in Technik zu investieren, die sie nicht sehen/ anfassen können, obwohl ein Nutzen klar zu belegen ist.“





## 2.1.2 Nordrhein-Westfalen als landwirtschaftlicher Produktionsstandort: Bedeutung, Strukturen und Problemzonen

Um die Chancen und Risiken der Landwirtschaft 4.0 objektiv bewerten zu können, ist eine detaillierte Betrachtung des landwirtschaftlichen Produktionsstandortes Nordrhein-Westfalen erforderlich. Produktionsschwerpunkte und Betriebs- sowie Flächenstrukturen spielen bei der Erarbeitung von Roadmaps und Einzelmaßnahmen eine wesentliche Rolle, da diese, um eine möglichst große Wirksamkeit zu erzielen, speziell auf die Bedürfnisse der Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen in Nordrhein-Westfalen ausgerichtet sein sollten.

Typisch für die Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen ist die intensive Tierhaltung mit Schwerpunkt in den nördlichen und nordwestlichen Landkreisen. Im größten Teil des Bundeslandes betreiben mehr als 60 Prozent der landwirtschaftlichen Betriebe Viehhaltung, in 10 Kreisen sogar mehr als 80 Prozent (Abbildung 5) (IT NRW, 2020). Während der Bundesdurchschnitt der Viehdichte bei 1,1 GV/ha (Großvieheinheiten pro Hektar) liegt, ist er in Nordrhein-Westfalen mit 1,6 GV/ha fast 50 Prozent höher und damit auf einem vergleichbaren Niveau wie in Niedersachsen. Eine weitere Betrachtung zu diesem Thema ist in Kapitel 2.1.3 dargelegt. Die Schwerpunkte der Tierhaltung werden in den einzelnen Bundesländern von unterschiedlichen Tierarten bestimmt: In Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen werden zusammen mehr als die Hälfte aller Schweine in Deutschland gehalten (DeStatis, 2021). Dementsprechend hoch ist das Aufkommen an organischem Dünger, wodurch die vergleichsweise hohen Nitratwerte im Grundwasser, insbesondere in den genannten nördlichen und nordwestlichen Landkreisen, erklärt werden können. Näheres dazu unter 2.2.1 (2).



**Norbert Reichl**

Geschäftsführer,  
Food-Processing Initiative e.V.

„Die Land- und Ernährungswirtschaft ist ohne jede Frage profilgebende für NRW. Dies begründet sich nicht nur auf die Umsätze und Arbeitsplätze, sondern auch auf die Vielfalt und Qualität der Produkte, die den Bürgern täglich zur Verfügung gestellt werden. Mit den steigenden Anforderungen an eine nachhaltige und klimaneutrale Produktion, steht der Sektor aber auch vor großen Herausforderungen und befindet sich in einem dynamischen Transformationsprozess.“

Anteil der viehhaltenden Betriebe an allen landwirtschaftlichen Betrieben in NRW 2016  
in den kreisfreien Städten und Kreisen

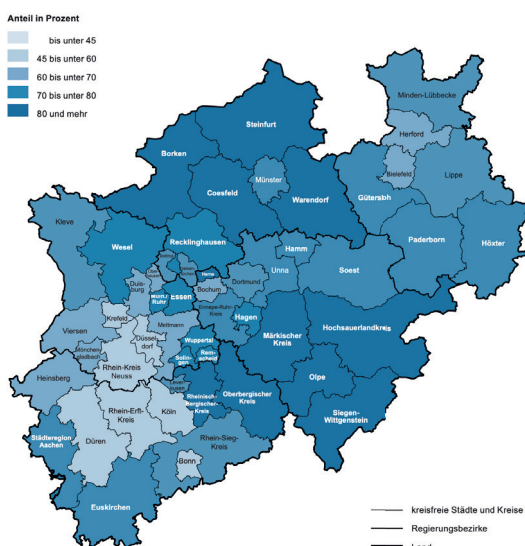


Abbildung 5: Anteil viehhaltende Betriebe in NRW (IT NRW, 2020)





Der Anteil viehhaltender Betriebe ist in den nördlichen und südlichen Kreisen vergleichbar hoch (>80 Prozent), die Viehdichte in GV/ha ist im Norden Nordrhein-Westfalens jedoch deutlich höher als im Süden. Dies lässt sich durch die in den nördlichen Kreisen tendenziell schlechteren Bodenqualitäten, sowie den dortigen Größenstrukturen erklären. (IT NRW, 2020).

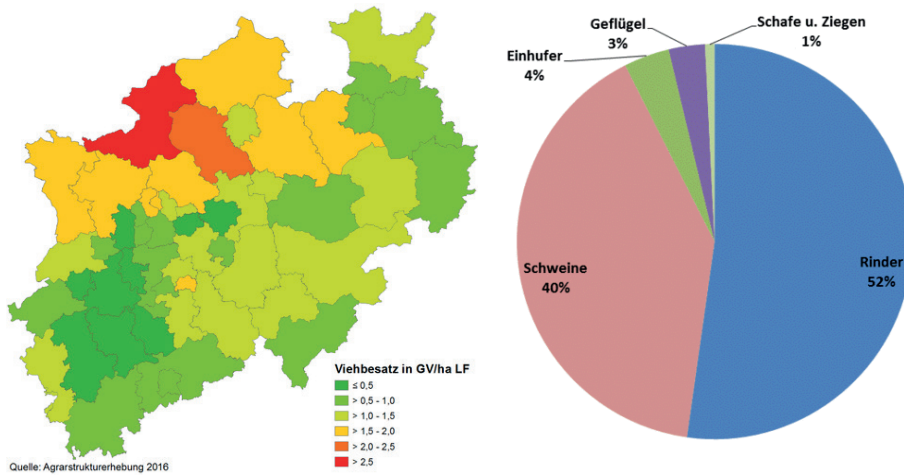
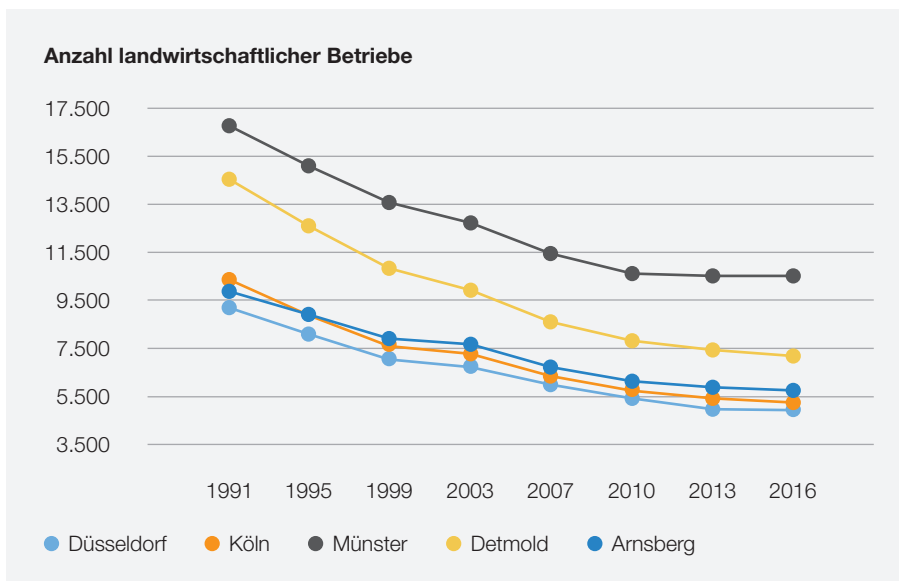


Abbildung 6: Viehdichte in GV je ha landwirtschaftliche Fläche in NRW und Aufteilung der GV auf die Nutztierarten in NRW, Quelle: (IT NRW, 2018)

Auch die Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen verzeichnet einen kontinuierlichen Strukturwandel.



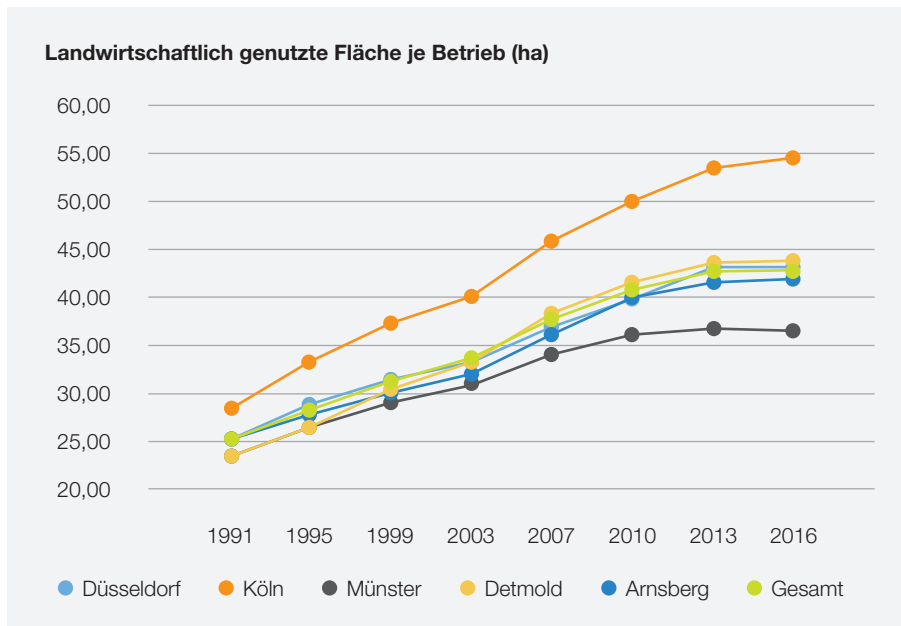


Abbildung 7: Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe (oben) und die Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Betrieb in den Regierungsbezirken in NRW, Quelle: (LWK NRW, 2017)

Wie die Abbildung der Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe in den fünf Regierungsbezirken Düsseldorf, Köln, Münster, Detmold und Arnsberg zeigt, hat die Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe in den meisten Bereichen in den zurückliegenden 30 Jahren (Betrachtungszeitraum 1991 bis 2016) stark abgenommen (LWK NRW, 2017). Weiter in die Vergangenheit zurückreichende Erhebungen ab 1979 bestätigen, dass diese Entwicklung nahezu konstant über mehrere Jahrzehnte erfolgte. Da die landwirtschaftliche Fläche dagegen nur geringfügig schrumpfte, sind die durchschnittlichen Betriebsgrößen stark gewachsen (Abbildung 8). Allerdings verliert der Strukturwandel seit etwa 2010 etwas an Geschwindigkeit. Dazu dürfte vor allem beigetragen haben, dass sich im bevölkerungsreichen Bundesland NRW relativ viele kleinere Betriebe eine erfolgreiche Nische durch die Umstellung auf regionale Produkte, Direktvermarktung, Sonderkulturen oder Öko-Landbau erarbeitet haben. Die Zahl der Lohnunternehmen nimmt zu, da der Trend zu Großmechanisierung und Dienstleistungen (z.B. Gülleausbringung) bzw. zu komplexeren Prozessketten und Technologien (z.B. NIRS, bodenschonende Laufwerke, Strip-Till, usw.) eine Eigeninvestition häufig nicht wirtschaftlich erscheinen lassen. Heute wirtschaften laut Lohnunternehmerverband NRW rund 550 landwirtschaftliche Lohnunternehmen im Vollerwerb in NRW, und damit etwa 16,5 Prozent der rund 3.320 in Deutschland registrierten Vollerwerbsunternehmen dieses Bereichs – was im bundesdeutschen Vergleich einer überproportional hohen Anzahl bzw. Dichte landwirtschaftlicher Lohnunternehmen entspricht (LU-web, 2021; Matthes, 2021). Die Lohnunternehmen in NRW sind teilweise aus Landwirtschaftsbetrieben hervorgegangen, ein Teil davon führt heute parallel zum Lohnunternehmen auch noch einen Landwirtschaftsbetrieb im Nebenerwerb.



Exakte Daten für eine klare Abgrenzung und für eine Rückverfolgung der Umwandlung von Landwirtschaftsbetrieben zu landwirtschaftlichen Lohnunternehmen in den letzten Jahrzehnten liegen jedoch nicht vor. Ebenso lässt sich aufgrund einer fehlenden Datenbasis nicht beziffern, wie viele Landwirtschaftsbetriebe in NRW ihren Maschinenpark überbetrieblich einsetzen, aber nicht als Lohnunternehmen registriert sind.

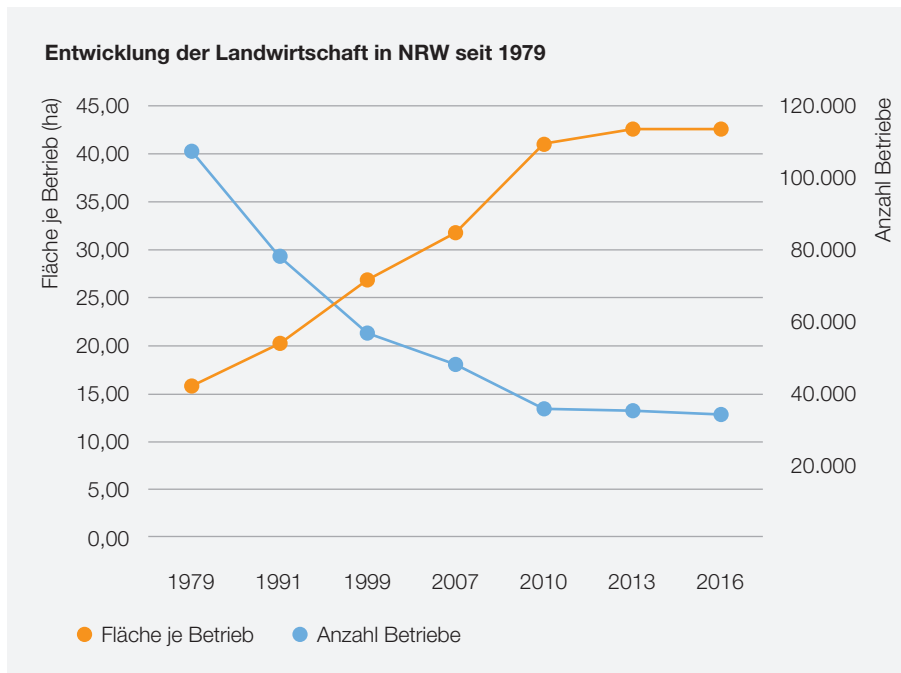


Abbildung 8: Entwicklung der landwirtschaftlichen Nutzfläche je Betrieb in Relation der Anzahl der Landwirtschaftsbetriebe in NRW, Quelle: (LWK NRW, 2017)

Trotz des starken Rückgangs der Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe in NRW nimmt die Anzahl ökologisch wirtschaftender Betriebe zu. Alleine von 2009 bis 2019 stieg die Anzahl um rund 50 Prozent auf 2.300 Betriebe, wobei die bewirtschaftete Fläche um 30 Prozent auf 95.000 ha anstieg. Das heißt, bei einem mengenbezogenen Anteil von 7,5 Prozent beträgt der Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche 6,5 Prozent. NRW liegt damit unter dem Bundesdurchschnitt. Die Schwerpunkte in der ökologischen bzw. biologischen Produktion liegen dabei im Gemüsebau (9,4 Prozent der Freilandfläche in ha), der Milchproduktion (2,9 Prozent der produzierten Menge in Tonnen) und der Produktion von Eiern (5,2 Prozent der produzierten Eier). Der Anteil biologisch wirtschaftender Betriebe im Ackerbau und in der Fleischproduktion (Schwein, Rund, Geflügel) ist unterrepräsentiert (Liste, 2019).

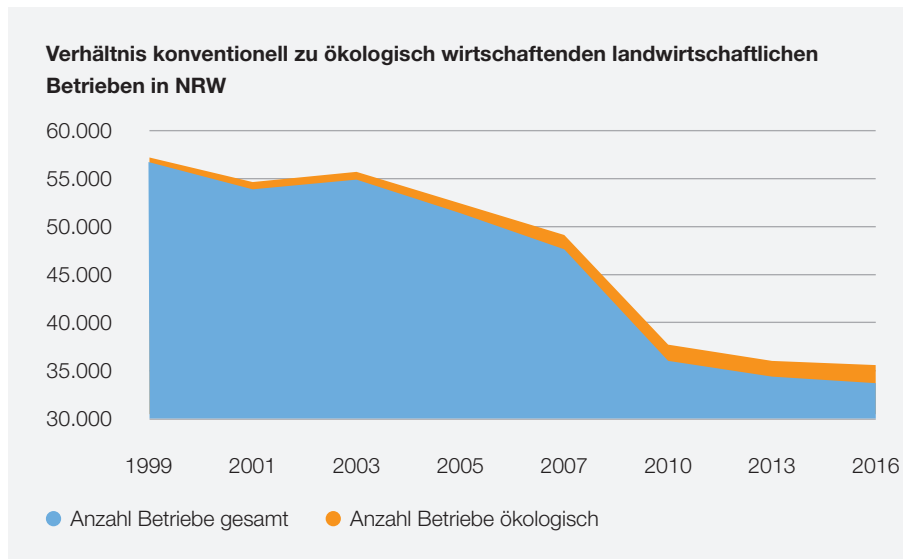


Abbildung 9: Bei abnehmender Zahl landwirtschaftlicher Betriebe nimmt die Zahl der Ökobetriebe kontinuierlich zu. (Quelle: IT NRW, 2021)

Die großen Megatrends der Digitalisierung betreffen ökologisch bzw. biologisch wirtschaftende Betriebe in gleicher Weise wie etwa konventionelle Betriebsformen oder Zwischenformen (Haller et al., 2020). Daher werden Öko- und Biobetriebe im Literaturteil wie im wissenschaftlichen Beitrag dieses Gutachtens nicht gesondert betrachtet.



Abbildung 10: Digitale Technologien unterstützen in der konventionellen Landwirtschaft genauso wie in der Hybridlandwirtschaft und der biologischen bzw. ökologischen Landwirtschaft (Quelle: Claas).



### 2.1.3 Bewertung des landwirtschaftlichen Produktions- und Technologiestandortes NRW im nationalen und internationalen Vergleich

Mit fast 18 Mio. Einwohnern ist Nordrhein-Westfalen das bevölkerungsreichste Bundesland Deutschlands (DeStatis, 2020a). Dieser Wert trifft auf die im bundesdeutschen Vergleich höchste Viehdichte von 1,6 GV/ha (DeStatis 2021) mit einer Viehdichte von 1,4 – 3,6 GV/ha in den nördlichen Kreisen (Vgl. Deutschland: 1,1 GV/ha). Ähnliche Werte hat sonst nur noch Niedersachsen.

Etwas mehr als die Hälfte der GV entfällt auf Rinder, rund 40 Prozent auf Schweine und der Rest auf Einhufer, Schafe und Ziegen sowie Geflügel. Bis 2007 war die Zahl der GV in NRW rückläufig, seitdem steigt sie wieder leicht an. Dabei ist die stärkste Zunahme in den Bereichen Schwein und Geflügel zu verzeichnen (IT NRW, 2018).

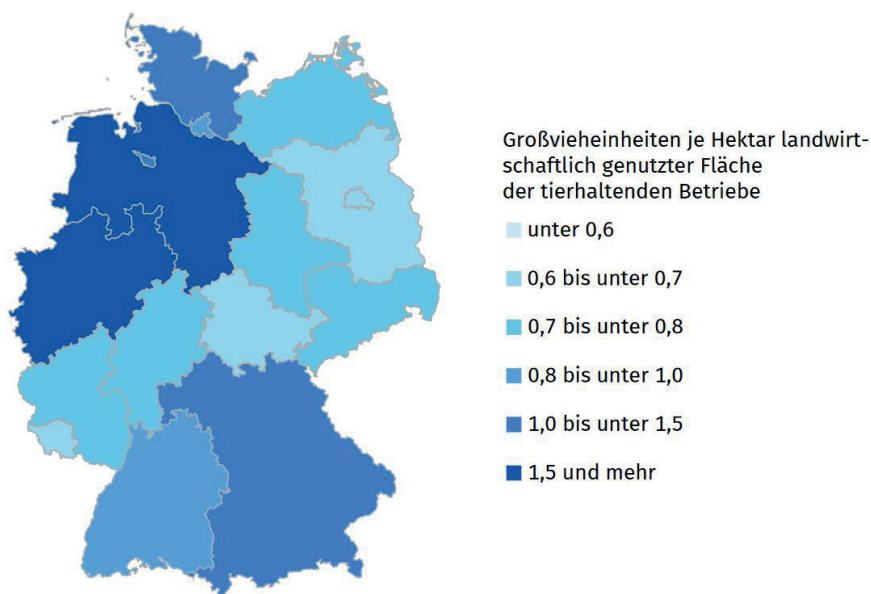


Abbildung 11: Viehdichte in Großvieheinheiten (GV) je Hektar Quelle: (DeStatis, 2021)



**Norbert Reichl**

Geschäftsführer,  
Food-Processing Initiative e.V.

„Hierbei ist entscheidend, nicht nur spezifische Lösungen für ausgewählte Prozessschritte der Erzeugung und Herstellung von Lebensmitteln in Land- und Lebensmittelwirtschaft zu fokussieren, sondern auch solche Prozesse und Technologien in den Blick zu nehmen, die mehrere Stufen der Wertschöpfungskette vom Acker zum Teller umfassen. Nur dann werden die Potenziale des Transformationsprozesses für alle Akteure umfassend erschlossen und die umgesetzten Innovationen erzielen die gewünschten Wirkungen für mehr Nachhaltigkeit und Klimaschutz.“





Das Zusammentreffen von hoher Bevölkerungsdichte einerseits und hoher Viehdichte andererseits erzeugt ein Konfliktpotenzial, welches über das Thema Grundwasserqualität bzw. Nitratbelastung hinausgeht. Für die nachhaltige und wettbewerbsfähige Weiterentwicklung der Landwirtschaft in NRW ist diesem Umstand eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen, denn es ergeben sich daraus für die digitale Transformation Chancen und Potenziale – vor allem in den Bereichen Tierwohl und organische Düngung.

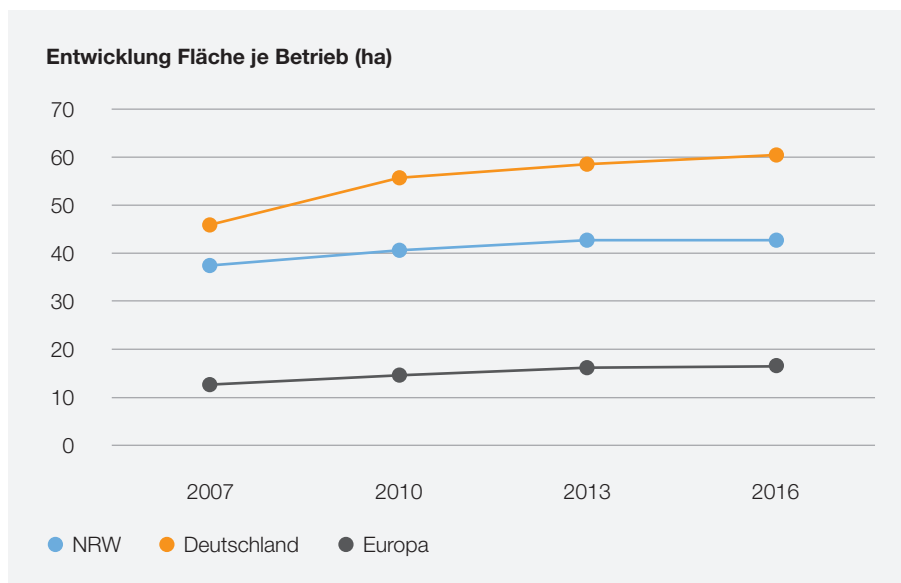


Abbildung 12: Entwicklung Fläche je Betrieb, Deutschland und Europa im Vergleich. Quelle: (LWK NRW, 2017).

Als wesentlicher Standortvorteil Nordrhein-Westfalens kann die Anzahl innovativer, überwiegend familiengeführter Landtechnikhersteller genannt werden. Diese sind in einigen Bereichen weltweit technologisch führend und auch in der digitalen Transformation bezogen auf ihre Produkte teils weit fortgeschritten (Ammon, 2018; BDI, 2021; Eilbote, 2019; Strottdrees, 2017). Um diese Position im internationalen Wettbewerb auch mit Blick auf die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft in NRW zu bewahren und ggf. weiter zu stärken, könnten zukünftig noch mehr gezielte Förderprogramme für gemeinsame Forschungsprojekte beispielsweise im Public-Privacy-Bereich, ausgerollt werden. Dazu später mehr in dem Kapitel Handlungsempfehlungen.

Eine weitere Besonderheit NRWs ist die starke lebensmittelverarbeitende Branche. „In Nordrhein-Westfalen zählt die Lebensmittelwirtschaft zu den bedeutendsten Gewerbezweigen und hat die höchsten Beschäftigungs- und Umsatzwerte im bundesdeutschen Vergleich. Im Jahr 2018 erwirtschaften allein in der lebensmittelverarbeitenden Industrie (ohne Handwerk, ohne vor- und nachgelagerte Branchen) 158.366 Beschäftigte in 1.085 Betrieben rund 40 Milliarden Euro Umsatz und versorgten die Bevölkerung über die Landesgrenzen hinaus mit Lebensmitteln.“ (Food-Processing Initiative, 2020)



**Burkhard Sagemüller**

Entwicklungsleiter,  
LEMKEN GmbH & Co. KG

„Bei der Entwicklung innovativer landwirtschaftlicher Lösungen übernehmen andere Bundesländer eine führende Rolle, in NRW ist nur geringe Aktivität in diesem Bereich zu verzeichnen. Hier werden aktuell die Chancen vergeben die Mittel des Kohleausstiegs zum Teil für den Aufbau / Ausbau einer in die Zukunft gerichteten Landwirtschaft zu nutzen.“

„Hochschulstandorte mit einem landwirtschaftlichen Fokus und angeschlossene Innovation Hubs können stark dazu beitragen, wichtige Zukunftsthemen der Landwirtschaft zu lösen. Deutschlandweit zeigen Beispiele, dass es dadurch möglich ist, Forschung und Industrie zu vernetzen, Förderprojekte zu akquirieren und erfolgreiche Ausgründungen zu ermöglichen. Solche Aktivitäten werden in NRW von der Politik in kleinster Weise gefördert und gefördert.“

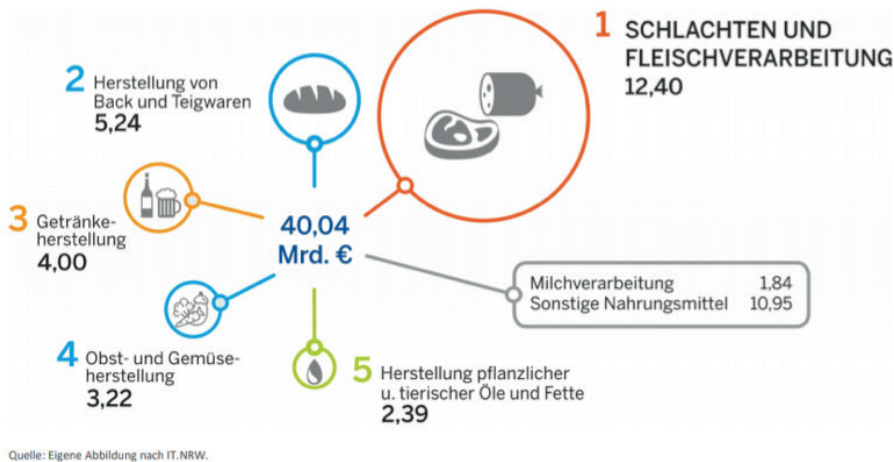


Abbildung 13: Umsatz in der Ernährungsindustrie in NRW nach Teilbranche in Mrd. Euro (2018; Quelle: Ernährungswirtschaftsbericht NRW 2020)

Die Lebensmittelwirtschaft ist dabei mit über 90 Prozent der gesamten Betriebe durch kleine und mittelständische Unternehmen geprägt. 54 Prozent der Betriebe beschäftigt weniger als 50 Mitarbeiter\*innen, wogegen nur ein Prozent der Unternehmen mehr als 1.000 Beschäftigte haben. Zudem ist der Großteil der Betriebe inhabergeführt (Food Processing Initiative, 2020). Regionale Schwerpunkte lassen sich den Bereichen Fleischverarbeitung (Ostwestfalen), Obst- und Gemüsebau (Rheinland) und Milcherzeugung (Niederrhein) zuordnen (Food Processing Initiative, 2020).

Zudem verfügt Nordrhein-Westfalen über wichtige, praxisnahe und anerkannte Bildungseinrichtungen für die Landwirtschaft und Landtechnik, die eine enge Zusammenarbeit bei Forschungsprojekten und der Studierendenförderung mit regionalen und überregionalen Landtechnikherstellern betreiben. Zu ihnen gehören:

- Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- Fachhochschule Südwestfalen/Soest
- Technische Hochschule Köln
- Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe (Standort Lemgo + Höxter)
- Hochschule Rhein-Waal
- Hochschule Niederrhein (Lebensmittelwissenschaften)
- Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse
- Fachschulen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Borken, Herford, Kleve, Köln-Auweiler, Meschede, Münster, Essen (Gartenbau))



Abbildung 14: Vernetzung erfordert eine leistungsfähige digitale Infrastruktur und Schnittstellen für einen reibungslosen Datentransfer (Bild: Claas)

Für einen erfolgreichen Ausbau der Digitalisierung müssen Mobilfunknetzabdeckung und Breitbandausbau die notwendige Infrastruktur bereitstellen. Die bundesweiten Versorgungsaufgaben der Bundesnetzagentur verpflichten Mobilfunkanbieter zu einer Netzabdeckung mit mindestens 100 Mbits/s in mindestens 98 Prozent der Haushalte bis Ende 2022. Dies entspricht einer 75- bis 85-prozentigen Flächenversorgung innerhalb Deutschlands. Zudem müssen zusätzlich 500 Basisstationen mit mindestens 100 Mbits/s in „weißen Flecken“ bis Ende 2022 in Betrieb genommen werden. Eine weitere Verpflichtung besteht darüber hinaus für weitere 1.000 Standorte in „weißen Flecken“.

Nach Berechnungen von IT.NRW lag der Anteil der mit LTE (3.9G) versorgten Fläche in Nordrhein-Westfalen Ende 2020 über alle Anbieter hinweg bei 98,7 Prozent. Die einzelnen Mobilfunknetze erreichen eine LTE-Flächenversorgung von bis zu 94 Prozent, darunter:

- Deutsche Telekom 99,5 Prozent
- Vodafone bei 99,4 Prozent
- Telefónica/O2 99,2 Prozent

Nach Unternehmensangaben der IT.NRW wurden seit Unterzeichnung 2018 mehr als 1.200 LTE-Standorte neu errichtet und über 4.700 Standorte auf LTE umgerüstet. Zudem haben die Mobilfunknetzbetreiber zusätzlich zu den im Mobilfunkpakt gegebenen Zusagen laut eigenen Angaben rund 7.000 Kapazitätserweiterungen an bestehenden LTE-Standorten vorgenommen. Hier wirkte der im Juni 2018 im Rahmen des Förderprogramms für den zügigen Mobilfunkausbau geschlossene Mobilfunkpakt zwischen dem Land NRW und den Anbietern Telefónica Germany, Telekom Deutschland und Vodafone. Ziele der Partnerschaft sind die gemeinsame sukzessive Schließung der „weißen Flecken“ im Mobilfunk, die Schaffung stabiler Rahmenbedingungen für die Unternehmen für Investitionen in neue Netze und die Stimulierung von frühzeitigen und schnellen Investitionen in qualitativ möglichst hochwertige 5G-Netze. Konkrete Zielsetzungen waren hierbei, dass 99 Prozent der Haushalte bis Ende 2019 so zu versorgen sind, dass die weitestgehend störungsfreie Nutzung von Sprache und mobilem Internet möglich ist sowie bestehende Funklücken entlang der Hauptverkehrswege, wie Autobahnen und Bahntrassen, geschlossen werden



**Prof. Dr. Wolf Lorleberg**

Dekan Fachbereich Agrarwirtschaft, Fachhochschule Südwestfalen

„Fundiertes Domänenwissen in Verbindung mit digitaler Kompetenz ist der Schlüssel zur einer nachhaltigen Landwirtschaft. Diese Qualifikationen zu vermitteln ist die zentrale Aufgabe unserer Lehre, gleichzeitig muss eine Kultur des lebenslangen Lernens in der Gesellschaft verankert werden. Diese Herausforderung sollte von allen beruflichen Bildungseinrichtungen so aufgegriffen und verstanden werden“



und bis Sommer 2021 die Neuerrichtung von 1.350 Basisstationen sowie die Umrüstung von 5.500 bestehenden Basisstationen erfolgen soll.

Mit fast 4.000 installierten 5G-Erweiterungen (Mitte 2020: 1.550) hat der Ausbau des 5G-Netzes deutlich an Fahrt aufgenommen. Einzelne Anbieter versorgen nach eigenen Angaben inzwischen rund zwei Drittel der Haushalte in NRW mit 5G (Wirtschaft.NRW, 2021).

## 2.2 Übergeordnete Zielvorgaben als Wegweiser für Landwirtschaft 4.0 in Nordrhein-Westfalen

Zielvorgaben von Landwirtschaft 4.0 können grob in ökologische Ziele, ökonomische Ziele und weiche Ziele geclustert werden. Zwischen diesen Zielgruppen gibt es teils Synergieeffekte, teils aber auch Reboundeffekte. Soll die digitale Transformation beispielsweise als ein ökologisches Ziel den Betriebsmitteleinsatz optimieren und reduzieren, so hat dies auch einen direkten Effekt auf das ökonomische Ziel der Verbesserung der Einkommenssituation der Landwirte. Auf der anderen Seite ist ein weiches Ziel z.B. die Verbesserung der Work-Life-Balance von Landwirten durch weniger Bürokratie, was durch einen Reboundeffekt aufgrund steigender Anforderungen an Daten- und Maßnahmendokumentation möglicherweise ins Hintertreffen gerät. Mögliche relevante Reboundeffekte sind gesammelt im Anhang aufgelistet und beschrieben.

### 2.2.1 Ökologische Ziele

Ökologische Ziele umfassen die Gesamtheit der positiven Umwelteffekte der Landwirtschaft 4.0 in den Bereichen Flora und Fauna, Boden, Wasser, Luft und Ressourcennutzung. (BLE, 2018; BMU, 2016a). Sie sollen an dieser Stelle als ein Bezugspunkt für die späteren Handlungsempfehlungen nur kurz zusammengefasst dargestellt werden. Einige digitale Technologien können dabei in mehreren der nachfolgend aufgeführten Bereiche wirken. So lässt sich durch eine standortangepasste Ablagetiefe bei der Aussaat in Abhängigkeit von Bodentemperatur und Bodenfeuchte die Keimung und die nachfolgende Bestandsentwicklung verbessern, beschleunigen und vergleichmäßigen. Dies führt zu einer besseren Unkrautverdrängung, einem schnelleren Reihenschluss und einem heterogeneren Bestand (Knappenberger & Köller, 2005). Infolgedessen lassen sich Effekte, wie ein geringerer Aufwand an Pflanzenschutzmitteln, insbesondere Herbiziden, eine bessere Ausnutzung von künstlich zugeführten Nährstoffen (Dünger) und ein besserer Schutz vor Austrocknung ableiten. Das bedeutet, dass bereits mit einer Maßnahme Effekte hinsichtlich Artenschutz, Bodenschutz und Wasserschutz eingeleitet werden können. Einsparungen bei Pflanzenschutz und Düngung lassen sich dabei wiederum optimal durch Nutzung von Sensorik und digitalen Bestandsbonituren erreichen (BLE, 2018; BMEL, 2021b).



**Hubertus Beringmeier**

Präsident, Westfälisch-Lippischer Landwirtschaftsverband

„Das Agribusiness rund um die Tierhaltung spielt für die Wirtschaft in NRW eine bedeutende Rolle. Wir haben dies im Rahmen einer Studie untersuchen lassen. Politische Maßnahmen müssen deshalb immer auch die Auswirkungen auf das gesamte Cluster in den Blick nehmen, um Wertschöpfung und Arbeitsplätze zu erhalten.“





### **(1) Artenschutz:**

Der Schutz der Artenvielfalt wurde durch politische Wegweiser wie den Green Deal und die Farm to Fork Strategie mit einer hohen Priorität versehen (Lehmann, 2020). In der gesellschaftlichen und politischen Debatte wird die Landwirtschaft als einer der Hauptverursacher des Artenrückgangs betrachtet. Über das „Insektenschutzpaket“ der Bundesregierung wurden hier bereits verschiedene Maßnahmen verabschiedet (BMU, 2019). Die Digitalisierung der Landwirtschaft kann einen Beitrag zu den gesetzten Zielen leisten. Eine Studie aus den USA zeigt, dass ein neun Prozent Rückgang beim Herbizideinsatz erreicht werden kann, wenn digitale Technik eingesetzt wird. Weiteres Potential wird in der Nutzung neuester und kommender digitaler Technologien gesehen, sodass ein Rückgang von 15 % erreicht werden könnte. (AEM, 2021).

Zu diesen Technologien gehört die teilflächenspezifische bzw. einzelpflanzen-spezifische Applikation durch:

- a) Einzeldüsenabschaltung über elektrische Ventile zum effizienteren Einsatz von Pflanzenschutzmittel (PSM), da nur sehr geringe Überlappungen auftreten, zusätzlich in Kombination mit Kamerasystem können grüne Pflanzen oder sogar Unkrautpflanzen erkannt und einzeln behandelt werden (Tastowe, 2020).
- b) Pulsweitenmodulation zur bedarfsgerechten Applikation der Einzelpflanze z.B. beim Einsatz von Wachstumsreglern (Wegener, 2017).
- c) Direkteinspeisung zur Echtzeitdosierung von PSM, so dass eine teilflächenspezifische Anwendung verschiedener Mittel möglich wird (Pohl et al., 2017).
- d) Grundlage für teilflächenspezifische Applikation sind verlässliche Applikationskarten mit Informationen z. B. zu Schaderregern (Wegener, 2017).

### **(2) Grundwasserschutz:**

Die Landwirtschaft steht weltweit in der Kritik, zur Verschmutzung des Grundwassers beizutragen. In Deutschland und Nordrhein-Westfalen steht dabei der Aspekt Nitratgehalt im Vordergrund. Zahlreiche Maßnahmen, wie die generelle Reduzierung der organischen und anorganischen Stickstoffdüngung oder der Eingrenzung zulässiger Zeitfenster und fruchtfolgespezifischer Düngemaßnahmen, sind in der Düngeverordnung geregelt. Diese benennt darüber hinaus digitale Technologien für die Steuerung, Erfassung und Dokumentation von Ausbringungsmengen und im Kontext von Nährstoffkreisläufen, auch von Erntemengen. Dies umfasst in erster Linie die exakte Düngebedarfsermittlung und regelkonforme Ausbringung des Düngers (LWK NRW, 2018; DüV, 2020): Anhand von Bodenproben über Versorgungszustände individueller Standorte, Satelliten- oder Drohnenbildern über die zugehörige Biomasseentwicklung und reale Pflanzenzustände werden individuelle Applikationskarten für Dünger oder Pflanzenschutzmaßnahmen erstellt. Die teilflächenspezifisch korrekte Ausbringung von Wirtschaftsdüngern kann dann anhand einer Messung von Inhaltsstoffen durch Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) erfolgen (Lichti et al., 2018).



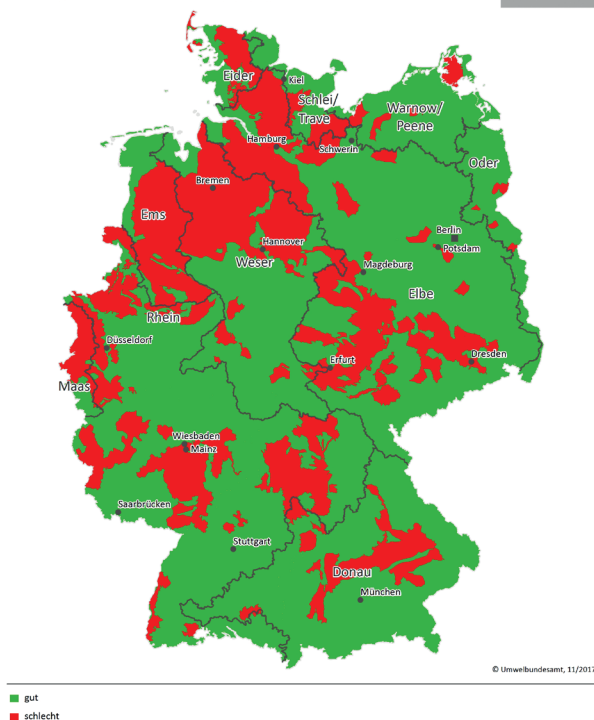


Das Resultat ist im Idealfall eine Verknüpfung von Boden-, Biomasse- und Applikationskarten auf sich ergänzender Informationsbasis (Satellitendaten, Echtzeit-Sensordaten, Bodenanalysedaten, usw.). Nur durch Einsatz dieser digitalen Technologien ist ein genaues Düngen nach Entzug möglich (BLE, 2018). Durch die Koppelung der Messwerte mit GPS-Positionsdaten erfolgen diese Prozesse teilflächenspezifisch und damit dem Ertragspotenzial des Bodens angepasst, was zusätzlich eine (lokale) Überdüngung und damit die Gefahr des Auswaschens von Nährstoffen ins Grundwasser verhindert (BLE, 2018).

Auf der Seite der Ausbringtechnik von Düngern helfen Randstreuvorrichtungen und GPS-basierende Teilbreitenschaltungen (Section Control), Einträge in Oberflächengewässer oder in das Grundwasser zu verhindern, bzw. zu reduzieren (BLE, 2018). Zudem wird seitens der Applikationstechnik angestrebt, Dünger noch gezielter dort zu platzieren wo er tatsächlich benötigt wird. Erste Hersteller haben so z.B. Einzelkornsämaschine im Sortiment, die Dünger während der Aussaat nicht mehr als Band unter die Saatreihe legen, sondern gezielt an bzw. unter das Korn (Profi, 2019). Laut Forschungsprojekt für Punktgenaue Düngersapplikation bei der Maisaussaat (PUDUMA) lassen sich dadurch bis zu 25 Prozent Düngemittel einsparen (TH Köln, 2019). Diese Einsparung entspricht der Düngermenge, die nicht ertragswirksam ist.

Grundwasserkörper in Deutschland, die aufgrund von Nitratbelastungen  
in einem schlechten chemischen Zustand sind

Umwelt  
Bundesamt



Geobasisdaten: GeoBasis-DE / BKG 2015  
Fachdaten: Berichtportal WasserBlick/BKG, Stand 23.03.2016  
Bearbeitung: Umweltbundesamt, Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Abbildung 15: Grundwasserkörper in Deutschland, Quelle: (UBA, 2020c)



Aufgrund der regional sehr hohen Viehdichte (siehe 2.1.1) sollte diesem Aspekt in Nordrhein-Westfalen eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Gerade hier kann neben verbesserten Ausbringtechniken durch den vermehrten Einsatz von Sensoren und durch eine weitere Verbreitung digitaler Dokumentations-technologien ein unmittelbarer Mehrfachnutzen durch die digitale Transformation erzielt werden. Effekte lassen sich zunächst digitalisiert messen (z.B. Ausbringmengen), wirken aber teilweise erst verzögert (z.B. Nitratwerte im Grundwasser durch langwierigen Grundwasserneubildungsprozess) (AktionBlau, 2021; BMU, 2016b).

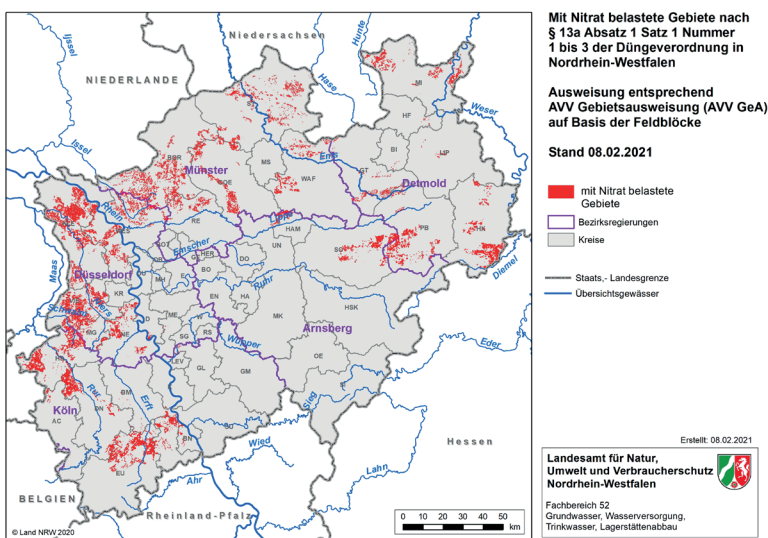


Abbildung 16: Ausweisung der Nitrat belasteten Gebiete nach § 13a, Quelle: (LANUV, 2021)

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Schutz der Ressource Grundwasser zur Sicherstellung der quantitativen Trinkwasserversorgung. Insbesondere in Sonderkulturen/Intensivkulturen, wie im Gemüsebau, aber auch in sonstigen beregungswürdigen Kulturen, wie der Kartoffel oder stellenweise Mais, wird Grundwasser für die Bewässerung oder Beregnung entnommen. Dadurch kann es vor allem in trockenen Jahren mit wenig Niederschlag zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels kommen (BMU, 2008; Deutscher Bundestag, 2016). Digitale Technologien können durch eine bedarfsgerechte, intelligente Steuerung der Beregnung die Grundwasserentnahme und die Verdunstung signifikant reduzieren (Europäische Kommission, 2016b).

Weiterhin kann das verfügbare Wasser durch eine standortangepasste Bewirtschaftung von Agrarflächen optimaler genutzt werden – beispielsweise über die teilflächenspezifische Anpassung der Saatmenge und der späteren Bestandsdichte. Untersuchungen in den USA konnten bisher einen Rückgang des Wasserbedarfs um 4 Prozent durch Nutzung digitaler Technologien feststellen, mit einem Potenzial von weiteren 21 Prozent bei breiter Anwendung und Nutzung modernster und kommender Technologien (AEM, 2021).



### (3) Bodenschutz:

Das Ökosystem Boden ist einerseits Lebensraum für eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt, Filter für unser Grundwasser und wichtiger CO<sub>2</sub>-Speicher, zum anderen die wichtigste Ressource zum Erzeugen pflanzlicher und tierischer Nahrungsmittel. Durch Degradation, also Auszehrung, Erosion oder Verdichtung, sind Struktur und Fruchtbarkeit der Böden gefährdet und müssen durch vielfältigste Maßnahmen bewahrt und geschützt werden (BMEL, 2015). Eine Herausforderung dabei ist, dass historisches Wissen zu den landwirtschaftlichen Nutzflächen durch verschiedene Einflüsse zunehmend verloren geht (BMEL, 2021b). Die relevanteste Kompensation dieses Aspekts kann durch digitale Technologien im Bereich Bodenanalyse/Bodenkartierung (pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Bodenart, Nährstoffgehalte, N<sub>min</sub>, usw.) und Ertragskartierung bzw. Ertragspotenzialkarten erfolgen (Claas KGaA mbH, 2010). Daraus folgt eine teilflächen-spezifische, standortangepasste Bewirtschaftungsmethodik, die nicht den Maximalertrag als Primärziel definiert, sondern einen dem Potenzial des Bodens angepassten Optimalertrag. Unterstützen können digitale Online-Technologien, wie Nährstoffsensoren (z.B. N-Sensor) oder Inhaltsstoffmessungen (Nahinfrarot/NIRS). Der rentable Einsatz ist derzeit für viele Betriebsstrukturen noch nicht darstellbar, weshalb die Technik überwiegend von Lohnunternehmen und Großbetrieben eingesetzt wird (Langenberg, Nordhaus & Theuvsen, 2017) und weitere Einsatzmöglichkeiten von technischer Seite entwickelt werden (NIRS z.B. zunächst für Feldhäcksler und Gülleausbringung, mittlerweile auch für Ladewagen und zukünftig möglicherweise auch auf Pressen verfügbar) (Schuitemaker, 2015).

Durch geeignete Algorithmen kann in durch Wind oder Wasser erosionsgefährdeten Lagen der Bodenbedeckungsgrad durch eine teilflächenspezifische, sensorgesteuerte Bodenbearbeitung gezielt gesteuert und so das Erosionsrisiko gesenkt werden (Schüle & Köller, 2008).

Weitere nennenswerte Effekte zum Bodenschutz resultieren aus einer optimalen Planung von Fahrspuren durch Spurplanungsassistenten, welche die Anzahl der Fahrspuren auf Flächen reduziert (Eilbote Online, 2021). Für jeden Schlag wird eine Auswahl möglicher Fahrspuren erstellt. Anhand von Kennwerten, wie die Anzahl der Wendungen, kann die individuell effektivste Fahrspurplanung an das Lenksystem übermittelt werden. Zudem lassen sich die Fahrspuren auch exportieren und dadurch für mehrere Maschinen nutzen. Mit der Festlegung einer optimalen A-B-Linie für die Bearbeitung von Flächen können zusätzlich Arbeitszeit und Dieselskosten eingespart werden, was zu einer effizienteren und ressourcenschonenden Boden- und Feldbearbeitung führt (Holpp et al., 2012; Spekken & Bruin, 2013).

Zusätzlich wird die Anzahl der Überfahrten auf landwirtschaftlichen Flächen durch Nutzung großer Arbeitsbreiten reduziert. Dies wird insbesondere durch digitale Technologien wie GPS-Lenksysteme bzw. –Spurführungssysteme effizient ermöglicht (Holpp et al., 2012).



**Dominik Haselhorst**

Director Products Arable Systems  
Division, Kverneland Group

„Bodenkartierung ist bisher ja eigentlich noch ein ganz schwarzes Tuch. Wir haben zwar die Reichsbodenschätzung in Deutschland, aber diese Daten sind nicht digitalisiert und wurden nicht weiterentwickelt. Es wäre sinnvoll die Reichsbodenschätzung zu einer Art Reichsbodenschätzung 2.0 weiterzuentwickeln und die Möglichkeit zu liefern diese Daten dann mit zukunftsweisenden Technik (Sensoren, Satelliten) zu verknüpfen. Diese Reichsbodenschätzungen 2.0 sollte das Land NRW bereitstellen oder zumindest fördern würde.

Das wichtige wäre die Verknüpfung der ganzen erhobenen Parameter zu einer sinnvollen Entscheidungshilfe (Karte) – da fühlen sich die Landwirte oft ein Stück weit alleine gelassen! Durch eine begleitende Beratung ist der Nutzen von Bodenkarten im Pflanzenbau groß. Düngemittel, Pflanzenschutzmittel, Saatgut, Wasser, Diesel, Emissionen, so ziemlich alles kann dadurch eingespart und effizienter genutzt werden.“



Erforscht wurde zudem ein Multisensorsystem zur Bodenschonung (Überprüfung der Befahrbarkeit durch Online-Messung von Bodensetzung, Spurtiefe und Reifeneinfederung inkl. Monitoring vom Boden im Anschluss der Maßnahme) (Thünen, 2021), das bisher jedoch nicht zur Praxisreife gelangt ist. Einen dialogbasierenden Ansatz bildet das System CEMOS für Traktoren, welches dem Fahrer bei vorhandener Reifendruckregelanlage bzw. Vorhandensein von Schnellfüllventilen und Kompressor Empfehlungen für den optimalen Reifeninnendruck in Abhängigkeit vom Bodenzustand und der auszuführenden Arbeit gibt (sowie Empfehlungen für die optimale Ballastierung und die optimale Einstellung von Pflug und Grubber) (CLAAS KGaA mbH, 2020). Das System Grip Assistant gibt dem Fahrer ebenfalls anhand verschiedener Eingabeparameter wie Bodenart, Bodenzustand, Arbeitstiefe und Gerätebreite- sowie Geräteausstattung Empfehlungen für die passende Ballastierung und den passenden Reifeninnendruck, arbeitet anders als CLAAS CEMOS für Traktoren jedoch nicht an einem permanenten Optimierungsprozess während der Arbeit in Korrespondenz mit dem Fahrer (AGCO Fendt, 2021). Beiträge zum Erosionsschutz können digitale Technologien auch im Bereich der Sätechnik liefern. Mittels Intervallfahrgassen kann das ungehinderte Abfließen von Niederschlägen und Böden in Hanglagen reduziert oder verhindert werden. Aktuell wird diese Funktion vom Fahrer manuell per Elektronik aktiviert, denkbar wäre zukünftig aber eine automatische Schaltung nach Schlagkarte oder Flächenprofilkarte (Amazon, 2021).

#### **(4) Emissionsreduktion:**

Die Erzeugung von Nahrungsmitteln erzeugt überall auf der Welt einen ökologischen Fußabdruck. Neben CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht die Landwirtschaft insbesondere in der Tierhaltung und der damit verbundenen organischen Düngung Emissionen der Klimagase Methan und Lachgas, und gilt damit als ein relevanter Treiber des Treibhauseffekts. Seit der Wiedervereinigung im Jahr 1990 sind laut UBA (2020a) die Treibhausemissionen aus der Landwirtschaft zurückgegangen, was insbesondere durch den Rückgang der Tierbestände in den neuen Bundesländern zu erklären ist. Aufgrund der hohen Viehdichte in NRW muss der weiteren Reduktion von Treibhausgasen in der Tierhaltung mithilfe digitaler Technologien (z.B. Sensoren zur Erfassung der Methanemissionen auf Ställen, Lagerstätten oder schlecht abgedichteten Biogasanlagen) und weiterer Ansätze, wie einen Ausbau der Methanreduktion über die Vergärung von Rindergülle in Biogasanlagen und der Abführung und Nutzung von Methan aus Lagerstätten wie Silos, eine hohe Priorität zugeordnet werden (Scheffler & Wiegmann, 2019). Die Ansätze zur Reduktion der Emissionen durch digitale Technologien sind vielseitig. Im Ackerbau kann der CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch satellitengestützte Lenksysteme reduziert werden, indem die Überlappung von Arbeitsbreiten und dementsprechend die Anzahl an Fahrspuren und die gefahrene Strecke auf das notwendige Mindestmaß hin optimiert werden. Dies bringt weitere nachhaltige Effekte mit sich, wie eine Reduzierung der überfahrenen Fläche und somit eine Schonung der Ressource Boden (VDMA, 2019).





In der Prozesskette der organischen Düngung mit Gülle oder Gärresten sorgt die Verknüpfung von Ertragsdaten mit einer gezielten Ausbringungsmengensteuerung für bedarfsgerechte Applikationen und verhindert in Verbindung mit anderen Maßnahmen, wie beispielsweise der Vorgabe maximal zulässiger Ausbringungsmengen, eine Überdüngung. Dies reduziert sowohl Ammoniak- wie auch Lachgasemissionen, die v.a. bei Umsetzungsprozessen im Boden entstehen (BLE, 2021a; Scheffler & Wiegmann, 2019; UBA, 2020b). Bei Einsatz mineralischer Stickstoffdünger kann es bei Umsetzungsprozessen im Boden ebenso zu Lachgasemissionen kommen. Präzise Düngerstreuer mit satellitengestützten Teilbreitenschaltungen und das bedarfsgerechte Düngen auf Basis von Applikationskarten oder per Online-Verfahren in Verbindung mit Stickstoffsensoren können insgesamt die erforderliche Düngermenge und Stickstoffüberschüsse reduzieren, Überlappungen und Überdüngungen vermeiden und so die Düngeeffizienz steigern. Ein optimierter Einsatz von Düngemitteln erhöht die sogenannte N-Produktivität und reduziert so die Entstehung unnötiger Lachgasemissionen (BLE, 2018).

Deutliche Emissionsreduktionen sind darüber hinaus durch Einsatz moderner Ausbringverfahren mit bodennaher Applikation oder direkter Einarbeitung organischer Reststoffe möglich. Diese sind teils nur mit Unterstützung digitaler Technologien möglich - wie z.B. das Strip-Till-Verfahren, bei dem für die organische Düngung wie auch die spätere Aussaat ein Lenksystem mit RTK-Korrektur erforderlich ist (LWK NRW, 2021; USDA, 2008).

Neben der Vermeidung von Klimagasemissionen im Pflanzenbau bietet Landwirtschaft noch das einzigartige Potential, durch Humusanreicherung längerfristig CO<sub>2</sub> im Boden zu binden. Dieses zukunftsweisende Potential werden Landwirt\*innen nur unter vermehrter Anwendung neuer Sensorik und weiterer digitaler Technologien erschließen können.



Abbildung 17: Automatische Lenksysteme und Fahrspurplanungsprogramme reduzieren den Ressourcenverbrauch unter vielen Gesichtspunkten (Bild: Claas).



##### (5) Ressourcenschonung:

Unter den Oberbegriff Ressource fallen Bereiche, die hier bereits als Einzelziele definiert und beleuchtet wurden – wie Wasser, Boden oder Nährstoffe. An dieser Stelle soll daher auf die noch verbleibende Primärressource der Kraftstoffe eingegangen werden. Digitale Technologien bieten hier eine große Breite an Möglichkeiten der Einsparung, vorrangig von Dieseldieselkraftstoffen. Eingeleitet wurden diese Prozesse durch die Einführung satellitengestützter Spurführungs- und Lenksysteme, die durch Verringerung der Überlappung zwischen Fahrspuren Doppelbearbeitungen reduzierten und so die zurückgelegte Strecke für die Bearbeitung landwirtschaftlicher Flächen verringern konnten. Der Einspareffekt ist umso größer, je genauer die Spurführung erfolgt, wobei die derzeit höchsten Genauigkeitsgrade von +/- 2,5 cm durch Einsatz von RTK-Korrektursignalen erreicht wird. Das Potenzial zum Einsparen von Diesel beträgt hier bis zu 10 Prozent und kommt insbesondere bei der Bodenbearbeitung und Aussaat sowie bei Arbeiten auf dem Grünland (Düngung/organische Düngung, Mahd, Zettwenden, u.a.) zum Tragen, während Maßnahmen der Bestandspflege auf Feldern an feste Fahrgassen gebunden sind und Lenksysteme hier in erster Linie die Fahrer\*innen entlasten (Holpp et al., 2012; VDMA, 2019).

Zusätzliches Einsparpotenzial bietet die Nutzung der bereits unter (3) beschriebenen Fahrspurplaner, die anhand der Flächengeometrie eine optimale Fahrstrategie für möglichst wenig Fahrspuren errechnen und den Fahrer\*innen mehrere Optionen als Auswahl zur Verfügung stellen. Anwendungen liegen hier ebenfalls primär in der Bodenbearbeitung und Aussaat, wobei der Einspareffekt umso größer ist, je unregelmäßiger eine Fläche geformt ist (Eilbote Online, 2021). In der Bodenbearbeitung liegen weitere Potenziale zur Reduzierung des Dieselsverbrauchs durch digitale Technologien. So kann einerseits, durch Einsatz von Bodenscannern im Online-Verfahren in Verbindung mit Bodenbearbeitungsgeräten mit hydraulischer Tiefenführung, die Arbeitstiefe während der Fahrt in Abhängigkeit zum Wassergehalt zur Dichte des Bodens automatisch variiert werden (z.B. AgXtend SoilExplorer mit DepthXcontrol). Andere Systeme können die Arbeitstiefe auf Basis von im Vorfeld erstellten Bearbeitungskarten variieren. Das Einsparpotenzial ist umso größer, je heterogener die vorherrschenden Bodenverhältnisse sind (Möbius et al., 2018).

Erwähnt werden soll an dieser Stelle auch ein Einspareffekt auf Transportwegen. Jede Einsparung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auf dem Feld senkt den Energieinput für die Produktion und für den Transport. Bereits aufgeführte Einsparungen bei den genannten Produktionsmitteln verbessern demzufolge bereits die Nachhaltigkeit vor ihrer (reduzierten) Verwendung.



**Dr. Klaus Kunz**

Head of Sustainab. & Bus. Stewardship,  
Bayer AG

„Neben dem Klimaschutz haben wir uns verpflichtet, unseren ökologischen Fußabdruck entlang unserer Wertschöpfungskette weiter zu verringern, um den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und den Verlust von Biodiversität zu stoppen. Mit einer entsprechenden Innovationspipeline werden die Landwirte den Ertrag bestehender landwirtschaftlicher Nutzflächen weiter steigern und die Umweltbelastung durch Pflanzenschutzmittel bis 2030 um 30% senken können. Diese Ziele werden zukünftig auch durch den starken Hebel der Digitalisierung unterstützt, unter anderem mit Data Science und Digital Farming können Landwirte mit weniger Ressourcen genug produzieren. Genauso wichtig ist uns, die Landwirte bleiben die Besitzer der Informationen, die sie uns zur Verfügung stellen, einschließlich der Daten, die generiert werden. Die Landwirte müssen zustimmen, bevor ihre Informationen für andere als die in unseren Richtlinien beschriebenen Zwecke verwendet werden.“





Abbildung 18: GPS-basiert arbeitende Teilbreiten- und Einzelreihenschaltungen reduzieren den Mittelaufwand und entlasten die Umwelt (Bild: Amazone).

#### **(6) Lebensmittelqualität:**

Durch Nutzung digitaler Technologien, wie bedarfsgerechte und teilflächenspezifische bzw. sogar einzelpflanzenspezifische Applikation oder GPS-basierende Teilbreitenschaltungen (Section Control), sind erhebliche Einsparungen bei Pflanzenschutzmitteln (Fungizide, Insektizide, Herbizide) möglich. Nachgewiesene Einsparungen von Mitteln durch den Einsatz digitaler Lösungen fördern automatisch die Lebensmittelsicherheit (BMBF, 2019): Potentielle Rückstände von Mitteln und deren Metabolismen werden vermieden, während gleichzeitig eine engmaschige Überwachung der Pflanzen- und Tiergesundheit erfolgt. Wie bereits beschrieben, kann digitale Technik dazu führen, dass eine Reduktion des Herbizideinsatzes von neun Prozent erreicht werden kann. Das Risiko für potentielle Rückstände lässt sich dadurch weiter minimieren.



## 2.2.2 Ökonomische Ziele

### (1) Optimierung von Produktivität und Ressourceneinsatz:

Die digitale Transformation soll durch eine Beschleunigung von Arbeitsprozessen und durch eine Verbesserung der Genauigkeit (z.B. Lenksysteme, Applikationsmengenregulierung, usw.) die Produktivität steigern. Dies kann entweder durch höheren Output bei optimiertem Ressourceneinsatz oder durch konstantem Output bei geringerem Ressourceneinsatz realisiert werden (Thommen et al., 2016). Lösungen zur Steigerung der Produktivität werden im Folgenden betrachtet. Dabei wird einerseits zwischen der Innen- und Außenwirtschaft differenziert. Andererseits wird die übergeordnete Arbeitsplanung betrachtet.

Beispiele aus der Außenwirtschaft:

- GPS-Lenksystem: Versuche beim Grubbern zeigen 15 Prozent Zeitersparnis beim Wendevorgang (Holpp et al., 2012); Die Zeitersparnis ist dabei abhängig von der Arbeitsbreite des Anbaugerätes, der Flächengröße und der Flächengeometrie, der Breite des Vorgewendes und der Fahrstrategie – also ob Spur an Spur oder in Beeten gearbeitet wird. Durch GPS-Lenk- und Spurführungssysteme ist problemlos und hochgenau das Arbeiten in Beeten möglich, was eine deutliche Ersparnis der Wendezeiten bedeutet. Je nach durchgeführter Arbeit geht damit eine Reduzierung der Überlappungen von 5 bis 10 Prozent und so eine Reduzierung von Arbeitszeit, Treibstoff, Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmitteln einher. Bei Arbeiten ohne Fahrgasse, wie beispielsweise beim Düngen auf Grünland, kann die Genauigkeit eines ungeübten Fahrers um 22 Prozent erhöht werden. Dies ermöglicht ein ressourcenschonendes Arbeiten bei gleichzeitiger Steigerung der Flächenleistung und Reduzierung der erforderlichen Arbeitszeit (LfL, 2006).
- Section Control in Form von GPS-gesteuerter Zu- und Abschaltung von Applikationstechniken wie Pflanzenschutzspritzen kann eine Einsparung von 15 Prozent bei Betriebsmitteln (Mineraldünger, Pflanzenschutzmittel, Saatgut) erreichen. Der Effekt ist umso größer, wenn kleinflächige und unregelmäßige Flächenstrukturen, wie z. B. in NRW verbreitet, vorliegen. Der Einsatz von Section Control in der Ausbringung von Betriebsmitteln erfüllt durch die Einsparung von Betriebsmitteln gleichzeitig ökologische Zielvorgaben (AEM, 2021).
- WeedSeeker: Durch Nutzung dieser Punktspritztechnologie sind laut Hersteller Herbizid-Einsparungen von bis zu 90 Prozent möglich (Deter, 2020a).

Als Ergebnis einer volkswirtschaftlichen Analyse zu Precision Farming wird ein Nettonutzen im Durchschnitt über die Untersuchungsjahre von +24,91 Euro/ha bis +244,80 Euro/ha festgestellt (Karpinski, 2014). Durch Reduktion von Aufwänden und Ertragssteigerung kann ein ökonomischer Effekt von +2 Euro/ha bis +32 Euro/ha inklusive der monetären Bewertung des höheren Proteingehalts durch Teilflächenbewirtschaftung erzielt werden (Gandorfer, 2006).



## REBOUND

### SCHNITTSTELLEN

Fehlende Kompatibilität

#### Wie ist die Situation?

Fehlen einheitliche Schnittstellen oder sind sie zu kompliziert angelegt, wird die tägliche Arbeit in der Landwirtschaft erschwert. Das technische Potenzial von Systemen lässt sich nicht ausschöpfen, der administrative Aufwand ist unangemessen hoch.

#### Welche Rebound-Effekte ergeben sich?

Auch wenn sich ISOBUS als Norm und Technologie in der Praxis immer mehr durchsetzt, gibt es andere Bereiche, in denen der Datenaustausch mangels geeigneter Spezifikationen und Schnittstellen unterbleibt oder zu einem hohen manuellen Aufwand führt. Große Lücken sind bei semantischen Technologien und bei einheitlichen Begriffen für das betriebliche Management festzustellen.



**Christian Müller**

Geschäftsführer, Müller Elektronik in Salzkotten

„Gerade bei der Flächenstruktur der landwirtschaftlichen Betriebe in Nordrhein-Westfalen Betriebe bringt Sektion-Control TOP (Präzise Einzeldüsenschaltung) eine Reduktion von 10 bis 15 % ohne Ertragsminderung. Bei Fördermaßnahmen sollten die Bestandsmaschinen mitberücksichtigt werden, hier liegt ein weiteres bisher ungenutztes Potential zur Reduzierung von Pflanzenschutzaufwand.“



Beispiele aus der Innenwirtschaft:

- WeightCheck von Big Dutchman: Das System ermöglicht laut Hersteller das Wiegen von Schweinen mit einer Genauigkeit von 98,5 Prozent über die gesamte Mastperiode und infolgedessen verbesserte Mastergebnisse durch optimierte Schlachtgewichte sowie frühzeitige Problemerkennung und einfachere Kontrolle (Big Dutchman, 2021).
- Vernetzung im Kuhstall: Sensoren erfassen Aktivitäts- und Gesundheitsdaten jeder Kuh. Dies fördert das Tierwohl (siehe 2.2.3), aber auch die Wirtschaftlichkeit des Betriebes (LfL, 2017).
- Automatische Melksysteme (AMS): Diese sind wirtschaftlich im Vorteil gegenüber der Referenz Fischgräten-Melkstand bei voller Auslastung (60 - 70 Kühe). Die Arbeitszeiteinsparung beträgt 10 bis 19 Prozent (Gazzarin et al., 2014).
- Automatisches Fütterungssystem in der Rinderhaltung: Der Investitionsbedarf liegt 11 bis 20 Prozent höher als ohne automatisches Fütterungssystem. Dafür werden 4 bis 8 Prozent Arbeitszeit eingespart, was neben dem ökonomischen Nutzen einen positiven Effekt auf die Work-Life-Balance der Landwirt\*innen hat. Ein wirtschaftlicher Betrieb ist ab ca. 100 Tieren möglich (Gazzarin et al., 2014).



Abbildung 19: Autonomer Futtermisch- und Fütterungsroboter (Bild: Kuhn)



**Maximilian von Loebbecke**

Geschäftsführer, 365FarmNet

„Es muss ein echtes Problem geben, welches durch digitale Lösungen viel einfacher gelöst werden kann als vorher, sonst wird sich die Technik nie breitenwirksam durchsetzen. Subvention steigert nicht den fehlenden Mehrwert einer digitalen Lösungen, die sich allein nicht durchsetzt. Wettbewerb und Kundenorientierung führen eher zum Erfolg, insbesondere wenn derzeitigen betriebliche Herausforderungen wie Prozesskostenoptimierung (Rentabilität) und Dokumentationsoptimierung digital unterstützt werden können.“



Beispiele aus dem Farm Management:

Einsparungen sind hier insbesondere in Verknüpfung mit digital gesteuerten Landmaschinen möglich, z.B. bei der Ausbringung von Betriebsmitteln mit Düngerstreuern, Pflanzenschutzspritzen oder Sämaschinen. Das Einsparen von landwirtschaftlichen Ressourcen erfolgt in erster Linie durch optimale Organisation der Arbeitsschritte

- Farm Management Information Systeme (FMIS): Hierbei handelt es sich um Software Systeme, die landwirtschaftliche Daten verwalten, verarbeiten und analysieren. Ziel der Analyse sind Auswertungen und Reports als Unterstützung bei Managemententscheidungen hinsichtlich Anbau- und Bestandsplanung (z.B. 365FarmNet).
- Digitale Feldmanagement Beratung: Diese Systeme unterstützen insbesondere Entscheidungsprozesse bei der Aussaat, Düngung und beim Pflanzenschutz (Zeitpunkt der Maßnahme, Art der Pflanze/des Düngers/des Pflanzenschutzmittels). Basisinformationen bei der Anwendung derartiger Systeme sind z.B. Biomassekarten (z.B. Satellitenaufnahmen wie Claas Crop View), historische Ertragskarten, Bodenkarten, Wetterdaten (Satelliten- oder Daten lokaler Wetterstationen) oder auch die digitale, sensorische Unkrauterkennung. Der Xarvio Feld Monitor soll 12 Prozent Fungizideinsparung bei 1,7 Prozent Ertragssteigerung und somit bis zu 33 Euro/ha mehr Deckungsbeitrag ermöglichen (Xarvio, 2021).

## (2) Reduzierung der Bürokratie in der Landwirtschaft:

2017 fielen im Durchschnitt auf landwirtschaftlichen Betrieben 32 Stunden pro Monat zur Erfüllung der bürokratischen Pflichten an. Dies entspricht einer Steigerung von 14 Prozent gegenüber 2014 (Krenn, 2017).

Dabei ist ein besonderer bürokratischer Aufwand dem Bereich Tierhaltung zuzuordnen. So sind die größten Bürokratie- und Kostentreiber in der Landwirtschaft die Meldung und Kennzeichnung von Tieren, die Sammelanträge und die Dokumentation und Anwendung von Arzneimitteln (Rothfuß, 2012). Wie ein Gutachten des Fraunhofer Instituts zeigt, lässt sich durch wirksames staatliches E-Government (die elektronische Abwicklung von Geschäftsprozessen der öffentlichen Verwaltung) der Aufwand für den Anwender um 34,8 Prozent und für die Verwaltung um 32,7 Prozent reduzieren (Fromm, 2016). Beispiele für Potenziale und Anwendungsbereiche mit dem Ziel des Bürokratieabbaus in der Landwirtschaft:

- Der Rinderpass muss beim Tiertransport nicht mehr mitgeführt werden, was bei Transportbeteiligten die Kosten um schätzungsweise 16 Mio. Euro pro Jahr reduziert.
- Eine Durchführung der Lohnstatistik im Intervall von nur noch vier Jahren würde ca. 800.000 Euro jährlich bei Landwirtschaftsbetrieben und Handwerksbetrieben einsparen.
- Durch Einführung des Kombibelegs zur Aufzeichnung von Arzneimittelanwendungen wurden Doppelbuchungen von Landwirt\*innen und Tierärzt\*innen ersetzt und dadurch ca. 2,2 Mio. Euro Ersparnis erzielt (Bundesregierung, 2021).



**Dr. Heiner Stiens**

Geschäftsführer, Land24 GmbH

„Mit Hilfe eines möglichst dichten Netz von Wetterstation eine effektive Pflanzenbauberatung fördern. So können Infektionskrankheiten ressourcenschonender im Pflanzenbestand behandelt werden. Eine solche Maßnahme zählt gleichermaßen in die ökonomische und ökologische Bilanz ein. In Mittelpunkt der Förderung sollte die Entwicklung und Weiterentwicklung der Prognosemodelle stehen, diese Prognosen sollten über einheitliche Schnittstellen mit dem FMIS der Landwirt\*innen verbunden sein.“





### (3) Stabilisierung der Einkommenssituation in der Landwirtschaft:

Wie aus (1) und (2) hervorgeht, wirken sich die Betriebsmittelreduktion und die Steigerung der Produktivität entlang der gesamten Kette unmittelbar auf die Einkommen aus – teils mit weiteren positiven Effekten wie eine Verbesserung der Work-Life-Balance. Es wurde aufgezeigt, dass beispielsweise durch Precision Farming ein signifikantes Einsparpotenzial bei Betriebsmitteln und Arbeitszeiteinsatz besteht. Zur Verbesserung der Einkommenssituation spielt neben der Wirtschaftlichkeit des landwirtschaftlichen Betriebes aber auch die Stabilität des Einkommens eine Rolle. Dies kann beispielsweise durch ein intelligentes und breites Risikomanagement erfolgen, wie durch:

- Preisabsicherung: z.B. Milchpreis an Warenterminbörse (Kalverkamp et al., 2015)
- Stabilität der Ausgaben: z.B. bedarfsgerechter Maschinenbezug/kapazitätsbezogene Miete, Nutzung von Garantiepaketen und/oder Servicepaketen mit planbaren Reparatur-, Wartungs- und Servicekosten (Deter, 2021)
- Reduktion der Ausfallzeit einer Maschine durch Überwachung funktionsrelevanter Parameter und Wartungsintervalle per Telemetrie und predictive Maintenance (Digital Twin, Remote Service) (Fraunhofer ITWM, 2021)

### (4) Qualitätskontrolle durch Monitoring und Dokumentation:

Durch eine qualitativ hochwertige und nachhaltige Produktion kann die Wertschöpfung der Agrar- und Lebensmittelbranche in NRW gesteigert werden. Durch die Anwendung digitaler Lösungen versprechen sich die Unternehmen eine Stärkung der Wettbewerbsposition bei gleichzeitiger Verringerung des Kostendrucks und eine bessere Erfüllung der Kundenerwartungen vor den Aspekten Nachhaltigkeit oder regionale Erzeugung (Food Processing Initiative (2020). Dies zeigt, dass Digitalisierung nicht als Selbstzweck gesehen wird, sondern als zielführendes Werkzeug (key enabling technologies).

Dies bietet einerseits Chancen für Unternehmen, die neue Technologien und Lösungen entwickeln und anbieten (Technologieseite), aber auch für die Anwenderseite. „Die kontinuierliche Qualitätssicherung durch digitales Monitoring (digital twin), die lückenlose Rückverfolgbarkeit (u.a. über Blockchain), das Schließen regionaler Kreisläufe (zirkuläres Wirtschaften), die Vermeidung von Abfällen (durch KI), die Nutzung von Nebenströmen und die Erschließung neuer Proteinquellen (Bioökonomie) sollen hier nur als Schlaglichter genannt werden, um das „Spektrum der Möglichkeiten“ zu umreißen.“ (Food Processing Initiative, 2020)



**Ingo Müller**  
CEO, DMK Group

„Das Festpreismodel Fixed Price von DMK ist ein einfaches und sicheres Absicherungsmodell, das über eine Webplattform allen Genossenschaftsmitgliedern zugänglich gemacht wird. Landwirt\*innen erhalten darüber die Möglichkeit, einen Teil Ihrer Milchmenge zum Festpreis abzusichern und bekommen dadurch mehr Planungssicherheit. Dank gut verständlicher und jederzeit digital verfügbarer Informationsangebote sowie einer einfach zu handhabenden Plattform finden sich Landwirte leicht zurecht.“



Beispiele für eine zielgerichtete, effektive Qualitätskontrolle (Innenwirtschaft/Tierhaltung):

- Tiergesundheits-Monitoring: Ein Beispiel ist der Tiergesundheitsindex (TGI) der Qualität und Sicherheit GmbH (QS) für Mastschweine. Er ermöglicht dank seiner vier Teilindices eine detaillierte Information für Tierhalter\*innen über Schlachtbefunde, um mögliche Defizite in der Haltung aufzudecken. Der jeweils zuständige Schlachthof übermittelt hierbei die Daten an die QS-Befunddatenbank, aus der quartalsweise der TGI für die Landwirtschaftsbetriebe berechnet und mitgeteilt wird (Herrmann, 2018).
- Transparenz der Lieferketten: Die Anwendung von Blockchain-Technologie in Kombination mit IoT (Internet of Things) kann zu einer effizienteren Aufzeichnung von Ereignissen in einer Wertschöpfungskette führen und zudem durch fälschungssichere Daten das Vertrauen in die Kontrollinstanz erhöhen (Schnitker & Kemper, 2019).
- Frühwarnsysteme: Ein Beispiel sind so genannte „Tankwächter“, die von Milchviehhalter\*innen genutzt werden können (verpflichtend in den Niederlanden). Das System ermittelt mit Hilfe von Sensoren das Über- oder Unterschreiten von Grenzwerten, beispielsweise Milchtemperatur, Aktivität des Rührwerks und Kühl- und Reinigungszeit. Dabei lassen sich Sollwerte und Alarmschwellen hinterlegen. Eine Weitergabe der Informationen, z.B. zum Fahrer des Milchtankers, ist über Vernetzung möglich (Signal per SMS). In der höchsten Alarmstufe wird dem Milchtanker mitgeteilt, dass keine Abholung erfolgen soll bzw. darf (top agrar, 2021).
- Kontrolle der eigenen Arbeitsqualität: FMIS können einerseits zur Dokumentation und Auswertung vor dem Hintergrund der eigenen Betriebsoptimierung genutzt werden, andererseits unter Einbindung Dritter auch als Kontrollwerkzeug im Rahmen eines Qualitätsmanagements (Bartels et al., 2020).
- Überprüfung der Futterration sowie Futterverteilung oder Milchqualitätskontrollsysteme am Melkroboter: In der Rinderhaltung kann eine automatisierte Qualitätskontrolle in verschiedene Prozesse, wie die Fütterung oder beim Melken, eingebunden werden (Dinamica Generale, 2021; Lely, 2021).

Beispiele für eine zielgerichtete, effektive Qualitätskontrolle (Außenwirtschaft):

- Fahrerassistenzsysteme auf Landmaschinen: Diese überwachen permanent die Arbeitsqualität durch Einsatz von Sensorik und Sollwerten bzw. Alarmschwellen (Beispiel Claas Cemos Auto Threshing: Die automatisierte Durchsatzkontrolle kontrolliert beim Drusch Parameter wie Bruchkorn oder Besatz, und passt bei Bedarf automatisch den Dreschkorbabstand und die Dreschtrommeldrehzahl an) (CLAAS KGaA mbH, 2021).



**Dr. Beate Maaßen-Francke**

Product manager Farm Management Software, GEA Farm Technologies

„Die Digitalisierung auf Milchviehbetrieben hat bereits vor über 30 Jahren mit Einführung der ersten Herdenmanagementprogramme begonnen. Heute befindet sie sich mit mobilen Systemen, die eine Datenverfügbarkeit in Echtzeit gewährleisten (bei flächendeckender Netzabdeckung), auf der Überholspur. Die Herausforderung liegt jetzt darin, die Datenvielfalt an Tierleistungs- und Gesundheitsdaten in relevante Informationen zu übersetzen, die dem Landwirt eine schnelle und verlässliche Entscheidungsgrundlage bieten. Dies ermöglicht zum einen ein vorausschauendes Gesundheitsmanagement und eine nachhaltige Steigerung des Tierwohls. Zum anderen verschafft es landwirtschaftlichen Familien eine Flexibilisierung ihrer Arbeitsroutinen und -spitzen. Im Mittelpunkt steht immer der Anwender, der mit Hilfe von guten Schulungs- und Weiterbildungsangeboten in die Lage versetzt werden muss, den besten Nutzen aus der Digitalisierung zu ziehen.“





- Sensortechnik auf Applikationsgeräten: Durch sensorische Überwachung relevanter Qualitätsparameter, teils in Verbund mit einer automatisierten Dosier- oder Justiervorrichtung, wird die Arbeitsqualität während der Arbeit permanent überwacht und optimiert. Ein Beispiel dafür ist die Überwachung der Ablagequalität bei Einzelkornsämaschinen (Sollstellen, Doppel- und Fehlbelegungen, VK der Längsverteilung) bis hin zur Dokumentation (John Deere SeedStar), die Kontrolle der Dosiermenge bei Drillmaschinen (z.B. Väderstad SeedEye) oder die Kontrolle der Verteilgenauigkeit beim Mineraldüngerstreuer (z.B. Amazone Argus/Argus Twin) (Agrarheute, 2016a; DLG, 2019b; Wehrspann, 2014)

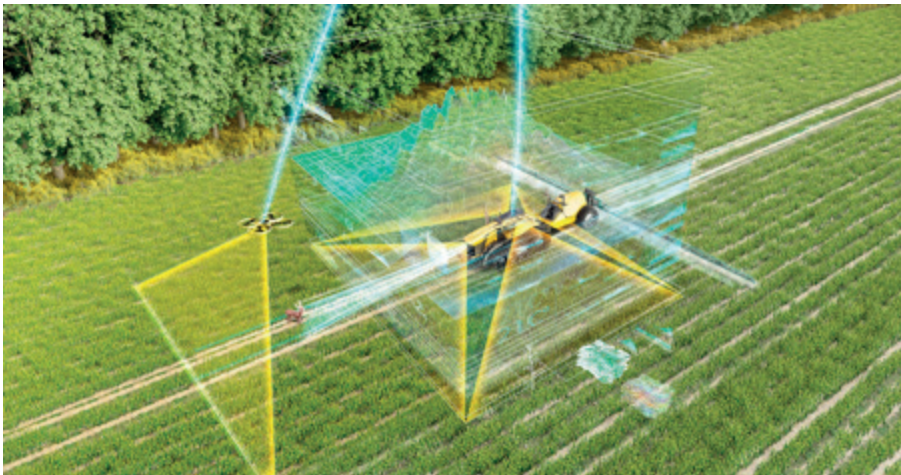


Abbildung 20: In der Außenwirtschaft kann eine Vielzahl von Sensortechnologien für ressourcenschonende Bewirtschaftung genutzt werden (Bild: Continental AG).

### 2.2.3 Weiche Ziele

#### (1) Work-Life-Balance:

Die Berufsgruppe der Landwirte gehört trotz aller Fortschritte im Bereich der Mechanisierung und Automatisierung noch immer zu den am stärksten belasteten. Zu rein körperlichen Belastungen und Überlastungen sowie langen Arbeitszeiten (Vollzeitbeschäftigte in der Landwirtschaft: 48,8h Wochenarbeitszeit im Vergleich zu 41,4h Wochenarbeitszeit im (DeStatis, 2018) kommen zunehmend psychische Belastungen und Arbeitsüberlastung durch ein gestiegenes Stresslevel aufgrund vielfältiger Ursachen (z.B. wirtschaftliche Situation des Betriebes, Wetterkapriolen/Extremwetterereignisse/Dürreperioden; volatile Entwicklungen an den Rohstoffmärkten, emotionale Debatten und Hetze in den Sozialen Medien, verschlechtertes Ansehen des Berufsstandes, so genanntes „Bauernbashing“, anonyme Drohungen, usw.) den gestiegenen Bürokratieaufwand. Dies führt zu einer Zunahme von Burnout-Fällen bei Landwirt\*innen, was heutzutage die zweithäufigste Ursache für Erwerbsminderung in der Landwirtschaft ist (BLE, 2021b; Hoffmann, 2020).



#### REBOUND

##### TECHNOLOGIEFOLGEN

Direktvermarktung und Regionalisierung

##### Wie ist die Situation?

Eine mangelhafte Digitalisierung erschwert die Direktvermarktung und Regionalisierung.

##### Welche Rebound-Effekte ergeben sich?

Anbieter\*innen können ihre Produkte und Dienstleistungen nicht ausreichend gut darstellen, weder inhaltlich und zeitlich noch vom Ablauf her. Angebot und Nachfrage finden nicht zueinander.



Zudem haben Landwirte eine Suizidrate, die über dem Durchschnittswert der Bevölkerung liegt (Zinke, 2019). Landwirtschaft 4.0 kann durch Automatisierung von Arbeitsabläufen und der Verminderung bzw. Reduzierung von monotonen, ermüdenden Arbeiten positive Effekte auf das Wohlbefinden während der Arbeitszeit der Landwirt\*innen haben. Beispiele hierfür sind der Einsatz von automatischer Maschineneinstellung- und Optimierung, Robotern, automatischen Spurführungssystemen (teils mit automatisiertem Wendevorgang am Vorgehende) und autonomes Fahren, programmierbare Vorgewende-Management-Systemen einer automatisierten Futterausgabe, fernsteuerbaren Agrardrohnen, unbemannten Fahrzeugen in der Innenwirtschaft und weitere Formen von Assistenzsystemen. So können z.B. Melkroboter die Arbeitszeit von Milchviehhaltenden Landwirt\*innen flexibilisieren und an die „normalen“ Arbeitszeiten anpassen (Umstätter, 2017).

Darüber hinaus kann z.B. durch eine automatisierte Dokumentation der generelle Arbeitsaufwand für die Betriebsleitenden reduziert werden. Dieser Effekt kann allerdings durch steigende Dokumentationsansprüche (Mehrdokumentation) oder eine Verkomplizierung von Förderanträgen teilweise oder sogar gänzlich aufgehoben werden (Krenn, 2017).

Beispiele für zeitsparende Technologien durch Landwirtschaft 4.0 sind:

- Vernetzte Geräte: Konnektivität unter Maschinen, Geräten und Plattformen mit automatisierter Datenspeicherungs- und Datenaustauschprozessen (DLG, 2019a)
- Steuerung und Kontrolle auf mobilen Endgeräten: Durch die Möglichkeit, Betriebsabläufe auf mobilen Endgeräten zu überwachen, entstehen Zeiterparnisse durch reduzierte Wegzeiten und die Bereitschaft der Landwirt\*innen die Betriebsstelle zu verlassen kann sich erhöhen (DLG, 2019a).
- Big Data und Smarte Technologien: Der Einsatz von Big Data und smarten Technologien ist vergleichbar mit vernetzten Systemen, und liefert eine Betriebsablaufoptimierung, die wiederum Zeitersparnisse generiert. Zudem können durch Big Data Analysen und smarte Sensortechnologien Probleme frühzeitig erkannt werden. Dies macht die Problemlösung und somit auch den Arbeitsalltag einfacher und planbarer (DLG, 2019a).
- Digitalisierung in der landwirtschaftlichen Verwaltung: Digitalisierungsprozessen in der landwirtschaftlichen Verwaltung, im Management und der Ausrüstung der IT-Infrastruktur reduzieren den Arbeitszeitbedarf für Dokumentation und Antragstellungen (BMBWF, 2018).
- Verbesserung von Prognosen: Verbesserte und zuverlässige Daten durch ein engmaschiges Sensornetz über z.B. Niederschlag, Bodenfeuchte und Schaderregerprognose können die Komponente „Unwissenheit“ über den Ist-Zustand auf dem Feld reduzieren und somit das Stresslevel der Landwirt\*innen positiv beeinflussen (BLE, 2021d).



- Block Chain Technologie: Block-Chain-Ansätze (Distributed Ledger Technology) können die Transparenz der LWS gegenüber den Verbrauchenden stärken und somit das Vertrauen in die landwirtschaftlichen Produkte stärken (Linsner et al., 2019).
- Direktvermarktung: Der direkte Vertrieb eigener Produkte ist heute von lokalen Verkaufsstellen wie Wochenmarkt oder eigene Hofstelle entkoppelt. Dank digitaler Verkaufsplattformen und der Möglichkeit eigener, individueller Marktplätze (z.B. Websites) können die eigenen Produkte, teils in Zusammenhang mit den eigenen Wertevorstellungen, flexibler und besser als je zuvor vertrieben und marketingtechnisch beworben und präsentiert werden (Linsner et al., 2019).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Landwirtschaft 4.0 folgende positive Effekte auf die Work-Life-Balance erreichen kann:

- Zeitersparnis und Reduktion der Wochenarbeitszeit
- Stressreduktion durch verbessertes Monitoring und Mehrinformationen über den betrieblichen Ist-Zustand (Prämisse: Mehrinformationen werden anwenderfreundlich ausgewertet)
- Reduzierte physische Belastung: Monotone, ermüdende und physisch anstrengende Arbeit wird von z.B. Robotern oder autonomen Landmaschinen übernommen (z.B. Unkraut hacken, Fütterung, Entmistung etc.)
- Höhere Produktivität bei gleichem Input: Verbessertes Betriebsergebnis (Prämisse: Kosten der Digitalisierung sind geringer als der Gewinn durch die Effizienzsteigerung)
- Bessere Vermarktungsmöglichkeiten durch Online-Direktvermarktung und Handelsplattformen
- Stärkung des Verbraucher\*innenvertrauens in landwirtschaftliche, und hierbei insbesondere regionale Produkte, über Block-Chain Ansätze o.ä. und somit Besserstellung des Berufsstandes Landwirt\*in in der Bevölkerung



Abbildung 21: Autonome Landmaschinen und AgBots können insbesondere bei zeitintensiven, monotonen und ermüdenden Arbeiten eine deutliche Entlastung bringen (Bild: AgXeed).



Abbildung 22: Autonomer Futterschieber im Einsatz in der Milchviehhaltung (Bild:JOZ).

## (2) Verbrauchervertrauen/Image:

Landwirt\*innen sind einer emotional geführten Debatte hinsichtlich Ressourcenschonung, Tierwohl und anderen Themen ausgesetzt. Dabei kommt einerseits der Trend hin zur Urbanisierung zum Tragen, der einen zunehmenden Anteil der Bevölkerung von der (regionalen) Lebensmittelerzeugung entfernt. Andererseits wird Kritik durch die Sozialen Medien bis zu Anfeindungen, Hetze und Drohungen verstärkt und kanalisiert (Michel, 2017). Digitale Technologien und Lösungen können helfen, einerseits unter Qualitäts- und Tierwohlaspekten durch mehr Transparenz und eine konkrete Dokumentation das Vertrauen der Verbraucher\*innen in die Landwirt\*innen und die von ihnen erzeugten Lebensmittel zu verbessern, andererseits die Verbraucher durch eine gezielte (persönliche wie auch) digitale Kommunikation wieder näher an die Lebensmittelproduktion heranzuholen. Ansätze hierfür sind beispielsweise lückenlose und fälschungssichere digitale Dokumentationsketten in der Erzeuger- und Verarbeitungskette oder Webcams in Ställen einerseits, und betriebliche Websites sowie Social-Media-Kanäle (Facebook, Instagram, YouTube) oder Blogs andererseits (BLE, 2021c).

Durch die zunehmende Digitalisierung der Landwirtschaft kann sich als Reboundeffekt jedoch auch eine weitergehende Entfremdung von Landwirt\*innen und Verbraucher\*innen einstellen, da die digitale Transformation das Bild einer industriellen, auf Profit ausgerichteten Landwirtschaft noch verstärkt. Dieser Punkt wird gesondert im Anhang „Reboundeffekte“ diskutiert.



### BEST PRACTICE

Mithilfe von elektronischen Ohrmarken wird die Rückverfolgbarkeit in der Schweinefleischproduktion (in der Schweiz) verbessert.



#### Kathrin Asseburg

Koordinierungsstelle für Digitale  
Bewertungssysteme der Landwirt-  
schaftskammer NRW

„Digitalisierung hilft extrem beim Tierwohl und beim Ressourcenschutz. Mithilfe der Digitalisierung kann man individueller, exakter und schneller auf das Tier eingehen. Hier hat insbesondere die Früherkennung von Krankheiten unendliches Potenzial.“





### (3) Tierwohl:

Durch die abnehmende Akzeptanz in der Bevölkerung für landwirtschaftliche Nutztierhaltung und Fleischkonsum steigen die Ansprüche an eine nachhaltige Tierhaltung und den Aspekt Tierwohl. Im Gegensatz dazu sind die durchschnittlichen GV je Betrieb in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich gestiegen. Die Zahl der Betriebe mit Schweinehaltung in Deutschland ist im Zeitraum von 2010 bis 2019 um mehr als ein Drittel (35 Prozent) gesunken (DeStatis, 2020b), wobei die Zahl der kleinen Betriebe mit Schweinehaltung besonders stark zurück gegangen ist. Eine nahezu gleichbleibende Gesamtzahl der Schweine verteilt sich hier auf immer weniger Betriebe. Die auch als „Höfesterben“ bezeichnete Entwicklung betrifft vor allem kleinere Betriebe. So gab es 2010 noch 4.200 Höfe mit Beständen unter 100 Schweinen. Knapp neun Jahre später waren es nur noch 1.700 – ein Minus von 60 Prozent (DeStatis, 2020b).

Eine ähnliche Tendenz lässt sich auch für die Rinderhaltung aufzeigen, hier ging die Zahl kleinerer Haltungen (1 - 199 Tiere) im Zeitraum von 2010 bis 2019 um 26 Prozent zurück, während die Zahl größerer Haltungen (ab 200 Tiere) um 14 Prozent stieg. Die Zahl der kleinen Betriebe mit Schweinehaltung geht besonders stark zurück (DeStatis, 2020b). Die Anzahl Tiere, die von einer Person betreut wird, hat sich somit in den letzten Jahren immer weiter erhöht und die Tierhalter haben oft nur wenig Zeit für den Umgang mit den Tieren bzw. entfernen sich Landwirt und Tier immer weiter voneinander (Norton et al., 2019) und der Beobachtungsgrad verringert sich ebenso, wie die Häufigkeit des Kontakts zwischen Landwirt und Nutztier (Buller et al., 2020).

Die zunehmende Anzahl an Tieren ist es für Landwirte schwieriger bis unmöglich geworden, alle Tiere zuverlässig und im erforderlichen Maß unter den Aspekten Verhalten und Gesundheit zu überwachen (Berckmans, 2017). Noch deutlicher als in der Rinder- und Schweinehaltung tritt dieser Effekt in der Geflügelhaltung in Erscheinung, in der Verluste von Einzeltieren keine wirtschaftliche Relevanz haben. In diesem Spannungsfeld zwischen wirtschaftlichen Zwängen, immer weniger Zeit für das einzelne Tier und steigenden Anforderungen an das Tierwohl, kann modernste Technik die Tiere näher an den Landwirt\*innen heranbringen, indem sie dem Landwirt kontinuierlich relevante Informationen über die Tiere und dadurch einen tieferen Einblick in ihre Bedürfnisse liefert und so den Landwirt unterstützt (Norton et al., 2019). Das bedeutet, dass Landwirtschaft 4.0/Precision Livestock Farming durch „digitale Darstellung“ der Nutztiere zu Entscheidungen der Landwirt\*innen führen kann, die sich nicht allein am Gewinn orientieren, sondern jederzeit an den tatsächlichen Bedürfnissen der Tiere und ihrer Pflege. Ergänzt wird dieser Effekt durch Alarmierungsfunktionen (Echtzeit-Warnung) bei Gefahr in Verzug oder relevanten Anlässen, wie dem Abkalben.



**Andreas Böske**

Head of Marketing Communications, Big Dutchman International GmbH

„Kann man Schweine artgerecht halten, die Umweltbelastung minimieren und trotzdem Geld damit verdienen? Man kann: Es gibt praxiserprobte Lösungen, die Gesundheit, Vitalität und Wohlergehen der Tiere fördern, die Umwelt schützen und sich dennoch rechnen.

Die Digitalisierung spielt auch dabei eine tragende Rolle. Eine umfangreiche Sensorik, verteilte Intelligenz, weitreichende Datenanalysen und die Vernetzung verschiedener Systeme der Wertschöpfungskette können entscheidend dabei helfen, dass die Prozesse noch tier- und ressourcenschonender verlaufen. Doch: zusätzliche Kosten müssen sich auch für den Landwirt lohnen!“





Technologien aus dem Precision Livestock Farming bieten das Potenzial und den Vorteil, die Gesundheit und das Verhalten von Tieren auf eine Weise zu überwachen, die über die konventionelle Tierschutzüberwachung und -beobachtung hinausgeht und dabei die Möglichkeit bietet das Verhalten der Tiere ohne den sogenannten „Beobachtereffekt“, welcher in der Regel mit einer Beeinflussung des gezeigten Verhaltens einhergeht, zu beobachten (Buller et al., 2020). Das ermöglicht eine neue Herangehensweise sowohl an die Daten als auch an das Tier, die eine Neubewertung dessen, was Wohlbefinden ist und wie es bewertet werden kann. (Buller et al., 2020). Ein weiterer gewichtiger Vorteil ist die Möglichkeit, eine 24/7-Überwachung der Tiere und des Tierwohls durchzuführen, was bei ausschließlicher Beobachtung durch Mitarbeiter\*innen nicht umsetzbar wäre. Durch die sensorische Beobachtung erfolgt vor dem Aspekt Tierwohl im Idealfall das Erfassen sich anbahnender Erkrankungen, schon bevor es sichtbare Symptome gibt. Dies ermöglicht ein rasches Handeln, welches eventuell sogar dazu führt, dass die Krankheit gar nicht ausbricht, oder aber einen milderen Verlauf erfährt, weil frühzeitig wirkungsvoll eingegriffen/behandelt werden kann. Allein für sich stehende Daten haben jedoch eine zu geringe Aussagekraft, und können nur durch intelligente Verknüpfung mit Algorithmen zu den erhofften Effekten führen.

Oftmals müssen mehrere Probleme in der Tierhaltung, wie die Überwachung der Tiergesundheit und des Tierschutzes, die Reduzierung der Umweltbelastung und die Sicherstellung der Produktivität des Prozesses, gleichzeitig gelöst werden (Berckmans, 2017).

In der Praxis beinhalten PLF-Technologien im Allgemeinen das Anbringen von Sensoren, Systeme für die elektronische Tiererkennung oder andere Formen von Beobachtungs-/Überwachungstechnologie an einzelnen Tieren und/oder ihrer Umgebung, die die kontinuierlich eine Reihe von verschiedenen Parametern überwachen. Algorithmen werden dann eingesetzt, um Indikatoren zu generieren und Anomalien in diesen Zeitseriendaten zu erkennen. Beispiele für Technologien des PLF sind (Buller et al., 2020):

- Echtzeit-Ortungssysteme (Real-Time Locating Systems), um die Position von Tieren zu erkennen und auf ihre Aktivität zu schließen (z. B. CowView) (GEA).
- Beschleunigungssensoren zur Messung, ob ein Tier steht, liegt, sich bewegt, frisst oder Wiederkauverhalten zeigt (z. B. Heat'Live, Time'Live und Feed'Live) (IceRobotics).
- Kameras gekoppelt mit Bildanalyse (z. B. Kinect-Kameras zur Erkennung von Aggressionen bei Schweinen, um die Verteilung und Aktivität von Schweinen bzw. Geflügel zu beschreiben, oder der Einsatz von Verfahren der Bildanalyse zur Inspektion von Fußballen bei Geflügel im Schlachthof)
- Tonaufnahmen zur Erkennung von Husten oder Vokalisationen von Tieren (z. B. SoundTalk) (SoundTalks).



- Temperatur- und Feuchtigkeitsaufzeichnung in Ställen, oder im Inneren der Fahrzeuge, die Tiere transportieren.
- Temperatur der Tiere selbst (z. B. Moow-Pansen-Bolus (moow, 2021))
- Waagen zum automatischen Wiegen von Tieren oder zur Kontrolle ihrer Fütterung.
- Spezielle Sensoren zur Überwachung von Biomarkern wie dem Pansen-pH-Wert bei Kühen (z. B. e-Cow FarmBolus), Hormonen (z. B. Herd Navigator mit Progesteron Nachweis in der Milch) oder Gase (z. B. ChickenBoy (Faromatics, 2021)).
- Elektronische Identifikation von Großtieren (Rinder, Schweine) mithilfe von RFID-Technologie.

Die Anzahl von PLF-Technologien, die auf dem Markt verfügbar sind, wächst (Buller et al., 2020). Jedoch ist noch viel Forschung und Abgleich mit der Praxis notwendig, um das Potenzial an technischen Möglichkeiten des PLF auszuschöpfen. Durch die benannten Maßnahmen im Bereich Precision Livestock Farming kann es in diesem Zusammenhang zu relevanten Rebound-Effekten kommen, die an späterer Stelle beschrieben werden.

### 2.3 Zurückliegende und aktuelle Förderprogramme

Förderprogramme zum Voranbringen der Landwirtschaft 4.0 wurden in den letzten Jahren verschiedentlich auf den Weg gebracht und umgesetzt. Teils waren Technologien für die digitale Transformation von Arbeitsprozessen in anderen Primärzielen, vorrangig zur Steigerung der Nachhaltigkeit in der landwirtschaftlichen Produktion, enthalten. So führt das „Investitionsprogramm Landwirtschaft“ beispielsweise „Neue Maschinen und Geräte zur Düngerausbringung, mechanischen Unkrautbekämpfung und zum Pflanzenschutz einschließlich der GPS-Grundausstattung“ (Rentenbank, 2021) in der Positivliste, und somit u.a. NIRS-Systeme für die Inhaltsstoffanalyse bei Ernteprozessen und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, Düngerstreuer und Pflanzenschutzspritzen mit Section Control und weitere Technologien (Rentenbank, 2021).

Die gezielte Förderung der digitalen Transformation kann über verschiedene Ebenen erfolgen:

- EU-Ebene: Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) (BMEL, 2019).
- Bundesebene (DE): Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK), Bundesprogramm Ländliche Entwicklung für Modell- und Demonstrationsvorhaben (BULE); Beispiel: Investitionsprogramm Landwirtschaft (Rentenbank, 2021).
- Länderebene (NRW): Eigene Fördertöpfe und/oder aus EU-/Bundesmitteln, meistens sind die Förderprogramme Mischfinanzierungen (BMEL, 2019); Beispiel: Clusterbildung (MULNV NRW, 2021a).



#### REBOUND

##### FÖRDERMASSNAHMEN

Zweckgebundene Förderung

##### Wie ist die Situation?

Zweckgebundene Förderung bezieht sich häufig auf Produkte, nicht auf die Etablierung und Optimierung von Prozessen.

##### Welche Rebound-Effekte ergeben sich?

Die Förderung von Prozessen ist für die Gebenden ein schwierig zu steuerndes Instrument. Liegt der Schwerpunkt hingegen auf Produkten, werden diese auch eingeführt. Bei ausreichend hoher Komplexität werden damit organisatorische Probleme als Begleiterscheinung in den Betrieb „importiert“.



Darüber hinaus kann die Landwirtschaft von Fördermaßnahmen anderer, branchenfremder Bereiche profitieren. Hier seien beispielhaft zu nennen:

- Breitbandausbau (NGA/GAK-Förderung in NRW)
  - Notwendige Voraussetzung, um digitale Techniken zu fördern (Höner, 2021).
  - Politisches Ziel: Bis 2025 flächendeckendes Gigabit-Netz in Deutschland (BMVI, 2021).
  - Förderung in zwei Stufen: Zunächst Förderung der „weißen Flecken“, also Gebiete mit Internetgeschwindigkeiten kleiner 30 Mbit/s. Zukünftig sollen auch Gebiete mit Internetgeschwindigkeiten zwischen 30 Mbit/s und 1 Gbit/s gefördert werden („graue Flecken“) (Gigabitbüro des Bundes, 2020).
  - Mobilfunknetz wird durch den Ausbau der Festnetzinfrastruktur (v.a. Glasfaserausbau) profitieren (BMVI, 2021).
- Open Data (Geodaten) (MULNV NRW, 2021b).

Neben direkten Fördermaßnahmen über gezielte, zeitlich begrenzte und auf bestimmte Technik- und Prozessfelder begrenzte Förderprogramme kommen auch indirekte Förderungen vor. So steht Landwirt\*innen in Bayern seit 2020 ein kostenloses RTK-Korrektursignal zur Verfügung, dessen Lizenz normalerweise einen mittleren bis hohen drestelligen Betrag pro Jahr kostet. Teils wurde in der Vergangenheit die Jahresgebühr für RTK-Lizenzen gefördert, in Regionen wie Niederösterreich ist dies derzeit beispielsweise auch noch der Fall.

Fördermöglichkeiten werden nicht nur von öffentlicher Hand bereitgestellt, sondern auch von anderer Seite. Dabei wird nicht nur zwischen Fördergebern, sondern auch zwischen Förderarten, Fördergebieten, Förderbereichen und Förderzeiträumen unterschieden.

Tabelle 1: Grobaufgliederung vorhandener Fördermöglichkeiten

Fördergeber	Förderart	Fördergebiet	Förderbereich	Förder- zeitraum
Staatlich (Zuschuss)	Monetär (Zuschuss)	EU, Bund, Land	Tierproduktion (NH3-Emissions- minderung)	Einmalig (Zuschuss)
Nicht-Staatlich: (Venture Capital Geber)	Nicht-monetär (Bildungsangebote, rechtliche Barrieren)		Pflanzenbau (Reifendruckluft- regelanlage)	Mittelfristige Förderung (Garanten)
			Andere Bereiche (Breitbandausbau)	Langfristige Förderung (Darlehen)

Beispiele in Klammern



Steigt man tiefer in die Aufgliederung dieser Punkte ein, so ergibt sich eine große Anzahl an Fördermöglichkeiten.

(a) Fördergeber:

(1) Staatliche Fördermöglichkeiten (Europäische Kommission, 2016a):

- Zuschuss z. B. für Studierende oder Unternehmensberatungen
- Darlehen (lange Laufzeiten, günstige Zinssätze, tilgungsfreie Startjahre)
- Beteiligungen (staatliches Venture Capital: z. B. KfW-Beiligungsfinanzierung für Start-ups)
- Garantien: Übernahme von Garantieverprechen zur Stärkung der Rechte des Geschäftspartners
- Bürgschaften: Motivation der Banken zur Kreditvergabe (Kreditnehmer haftet jedoch für gesamten Kreditbetrag)
- Subventionen (z. B. Agrarsubventionen)
- Preise (Gewinner von Wettbewerben im Rahmen von Horizont 2020 erhalten Preise)
- Öffentliche Aufträge in Form von Ausschreibungen
- (Kooperations-) Projekte mit Hochschulen z. B. Experimentierfelder (dpa, 2019) (BMEL, 2021a)
- Zulagen: z. B. Forschungszulagen: Eigenständiges steuerliches Nebengesetz zum ESt- und KSt-Gesetz zur Förderung der Forschungsausgaben (BMWi, 2021)
- Steuerermäßigungen/-gutschriften: Bsp. Frankreich Steuergutschriften für Forschung und Entwicklung sowie Investitionen in innovative Technik (Auch für LW): 20 Prozent Steuervergütung bei Investition (enterprise europe network, 2018)

(2) Nicht-staatliche Fördermöglichkeiten:

- Corporate venture capital (z. B. Robert Bosch Venture Capital)
- Accelerator (z. B. DNA accelerator program)
- Incubator (Robert Bosch Startup GmbH)
- Business Angels
- Crowd Funding (NRW Bank, 2020)
- Stipendien (Claas Stiftung, 2021)

(b) Förderart:

(1) Monetär: siehe (a)

(2) Nicht-monetär:

- Bildungsangebote/Aufklärung/Beratung, um Digitalkompetenzen aufzubauen und Berührungspunkte ggü. Technik zu mindern (Rohleder & Krüsken, 2016b).
- Anwenderfreundlichkeit, geringe Komplexität = Erlernbarkeit der Innovation (Gandorfer et al., 2017).



- Interdisziplinäre Aktivitäten zwischen naturwissenschaftlichen, verfahrenstechnischen, sozioökonomischen und ernährungsphysiologischen Expertisen stärken, um Digitalisierung zu fördern (Cress et al., 2019). Z. B. Clusterbildung in NRW
- Rechtliche Barrieren bewältigen (Rohleder & Krüsken, 2016b)
  - Regulierung von Drohnen
  - Datensicherheit und Datenhoheit

(c) Fördergebiet:

- EU-Ebene: Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) (BMEL, 2019)
- Bundesebene (DE): Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK), Bundesprogramm Ländliche Entwicklung für Modell- und Demonstrationsvorhaben (BULE)
  - Beispiel: Investitionsprogramm Landwirtschaft (Rentenbank, 2021)
- Länderebene (NRW): Eigene Fördertöpfe und/oder aus EU-/Bundesmitteln, meistens sind die Förderprogramme Mischfinanzierungen (BMEL, 2019)
  - Beispiel: Clusterbildung (MULNV NRW, 2021a)

(d) Förderbereich:

- Landwirtschaft:
  - Bei Förderung von nachhaltigen Investitionsgütern sind tierhaltende Betriebe, Ackerbaubetriebe und Mischbetriebe getrennt zu betrachten
  - Ökosystemdienstleistungen sollten nach Kurth T. et al. (2019) weiterhin im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) verwaltet werden. Die Mischbetriebe haben bei beiden Ansätzen die Möglichkeit Förderungen anzunehmen.
- Förderung branchenfremder Bereiche mit Subventionswirkung auf digitale Landtechnik
- Breitbandausbau (NGA/GAK-Förderung in NRW)
  - Politisches Ziel: Bis 2025 flächendeckendes Gigabit-Netz in Deutschland (BMVI, 2021).
  - Förderung in zwei Stufen: Zunächst Förderung der „weißen Flecken“, also Gebiete mit Internetgeschwindigkeiten kleiner 30 Mbit/s. Zukünftig sollen auch Gebiete mit Internetgeschwindigkeiten zwischen 30 Mbit/s und 1 Gbit/s gefördert werden („graue Flecken“) (Gigabitbüro des Bundes, 2020).
  - Mobilfunknetz wird durch den Ausbau der Festnetzinfrastruktur (v.a. Glasfaserausbau) profitieren (BMVI, 2021).
- Open Data (Geodaten) (MULNV NRW, 2021b)



**Dr. Hartmut Matthes**

Bundesverband Lohnunternehmen e.V.  
LU Service GmbH

„Landwirte stehen regelmäßig vor der Frage: Eigen- oder Fremdmechanisierung. Was für den Einsatz teurer Großmaschinen gilt, spiegelt sich zunehmend auch bei der Digitalisierung wieder. Nicht immer können oder wollen Landwirte es selber machen, sondern beauftragen ihren Lohnunternehmer. Ihr Angebot entwickelt sich immer mehr von den maschinennahen hin zu daten- und managementnahen Dienstleistungen.“





#### (e) Förderzeitraum

- Einmalig: Investitionsförderung (z. B. Investitionsprogramm Landwirtschaft)
- Mittelfristige Förderung: Garantien
- Langfristige Förderung: Darlehen

Der Großteil der Förderprogramme und Fördermöglichkeiten zielt mittlerweile auf Maßnahmen und Technologien zur Verbesserung der Nachhaltigkeit ab. Dabei spielt die digitale Transformation eine zunehmend wichtige Rolle. Dementsprechend fördern einige Bundesländer bereits gezielt Betriebe, die sich in Landwirtschaft 4.0 entwickeln oder weiterentwickeln wollen. Dabei werden in den Bundesländern verschiedene Schwerpunkte gesetzt, welche wie folgt zusammengefasst werden können:

- Aufklärung, Information/Vernetzung, Beratung
- Marktdurchdringung bereits praxistauglicher Technik fördern
- Forschung und Entwicklung

Relevante Erfolgsfaktoren für Förderprogramme sind nach Becker et al. (2018):

- Relevanz: Es muss ein passender Schwerpunkt zu aktuellen Fragestellungen gefunden werden. Dazu sollten Zielgruppen stärker involviert werden. Diese können bei der umfänglichen Identifikation von Innovationsschwerpunkten hilfreich sein. Projektergebnisse zeigen meist keine marktreife, sodass Relevanz z. B. über Feldtage oder Experimentierfelder dargestellt werden kann.
- Akzeptanz: Bedeutend für diesen Erfolgsfaktor sind Anwendungsorientiertheit, Verknüpfung von Wissenschaft und Wirtschaft, hohe Erfolgsaussichten bei der Projektbeantragung und fachlich qualifizierte Betreuung durch den Projektträger. Alle Zielgruppen müssen auf direktem Weg erreichbar sein (z.B. bei KMU). Aktives Multiplikatoren-Management zur Steigerung der indirekten Kommunikation sollte begleitend angestrebt werden. Die politisch motivierte Themensetzung muss nachvollziehbar und klar kommuniziert sein. Zur Verbesserung der Akzeptanz kann z.B. auch eine partizipative Herangehensweise bei der Projektthemenfindung führen.
- Effektivität: Geht der Frage nach, ob die definierten Programmziele erfüllt werden. Werden sie erfüllt, stellt sich die Frage, wie sie transferiert werden. Publikationen und Innovationstage reichen i.d.R. nicht aus zum Wissenstransfer. Mehrwerte im Bereich dieses Erfolgsfaktors entstehen vor allem durch die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft und/oder die Generierung von Forschungsverbünden.



**Erwin Schlütter**

Bundesverband Lohnunternehmen e.V.  
LU Service GmbH

„Das aktuelle Investitionsbeihilfe-Programm „Bauernmilliarde“ ist gut gemeint, aber nicht gut gemacht. Statt direkter Investitionsbeihilfen wäre es sinnvoller die Durchführungsmaßnahmen an sich zu fördern. Auslastung und professioneller Umgang mit der (digitalen-) Technik fällt dem Lohnunternehmer leichter als dem Landwirt, der in der Regel weniger Zeit und Erfahrung im Umgang mit den Maschinen und Geräten hat. Höhere Kosten bei der Anschaffung von Ausrüstung, die helfen die gesetzten umweltpolitischen Ziele zu erreichen, werden entsprechend auf den Arbeitspreis umgelegt, für die wiederum der Landwirt eine Kompensation, sprich Förderung bekommt.“



- Effizienz: Im Vordergrund steht das Input-Output-Verhältnis, nicht allein die Höhe des Mitteleinsatzes. Überjährige Mittelbindung führt oft zu einem Effizienzverlust, da Projektmittel in spätere Haushaltsjahre verlagert werden. Dies hat zur Folge, dass ein geringer Abruf der Fördermittel je Haushaltsjahr sowie eine monetäre Einschränkung bei der Bewilligung auftreten können
- Kohärenz: Es stellt sich die Frage, inwieweit Förderprogramme mit der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) kohärent sind. Es sollte ein Gleichklang in den Zielen, den Instrumenten zur Zielerreichung sowie im Zukunftsbild der LW vorliegen.

## 2.4 Datenschutz und Datenhoheit

### 2.4.1 Beschreibung

Unter 2.1 wurde der Status-Quo der digitalen Transformation der Landwirtschaft in Deutschland erklärt. Die Konsequenz dieser disruptiven Entwicklung ist: Es fallen Unmengen an Daten an, die gekennzeichnet sind durch Diversität, Heterogenität und unterschiedliche Qualität, sowie durch teils unterschiedliche Formate. Speichern, Übertragen und Verarbeiten ziehen zwangsläufig nicht nur technische, sondern auch rechtliche Fragen nach Datenschutz und Datensicherheit nach sich. Zumal mit dem Fortschreiten digitaler Technologien in den Bereichen Erkennen, Sammeln und Transferieren die Möglichkeiten der Erfassung, Auswertung und Nutzung von Daten nahezu exponentiell steigen. Parallel dazu lassen sich diese extremen Datenmengen in Verbindung mit Datenmanagementsystemen in Echtzeit nutzbar machen. Was diesen Punkt angeht, scheinen Landwirtinnen und Landwirte keine Berührungsängste zu haben. 95 Prozent wären laut Rohleder et al. (2020) bereit, digitale Betriebsdaten zur Verfügung zu stellen – unter den Voraussetzungen:

- a) dass sie dadurch Schäden frühzeitig erkennen und beheben können
- b) durch die erzielte Transparenz höhere Preise erzielen können
- c) weniger bürokratischen Aufwand zu haben

Dies ist ein außergewöhnlich hoher Anteil, und auch hier ist eine Steigerung im Vergleich zur 2016 durchgeführten Umfrage festzustellen: Noch vier Jahre zuvor waren es 84 Prozent (Rohleder & Krüsken, 2016a).

Laut Prof. Dr. Hans W. Griepentrog, Robotikexperte am Institut für Agrartechnik an der Universität Hohenheim, hemmen jedoch ungelöste datenschutzrechtliche Fragen eine umfassendere Nutzung der digitalen Technik. Er sieht darin sogar eines der essentiellen Probleme des Smart Farming. Der Grund liegt auf der Hand: Aus Sicht der Landwirtinnen und Landwirte sind damit existentielle Fragen nach Datenhoheit, Datenmissbrauch und IT-Sicherheit inklusive Haftung verbunden (Agrarheute, 2016b).



## REBOUND

### DATENSICHERHEIT

Der Wert von Daten

#### Wie ist die Situation?

Der Mehrwert an neuen Daten ist für Landwirt\*innen sehr wichtig. Der Datenschutz kann dabei in den Hintergrund treten.

#### Welche Rebound-Effekte ergeben sich?

Landwirt\*innen würden bei wertvollen Daten Zugeständnisse bei dem Daten Sharing in Kauf nehmen.



Eine Analyse der landwirtschaftlichen Wirtschaftspartner verdeutlicht die Vielseitigkeit der Akteure und ihre Interessen an den Agrardaten. Härtel (2020) nennt in ihrem Gutachten „Europäische Leitlinien bzw. Regeln für Agrardaten“ an erster Stelle Landwirtschaftsbetriebe, Lohnunternehmen und Maschinenringe. Diesen stehen in der digitalen Wertschöpfungskette Landtechnikhersteller, Landtechnikhändler, Cloudanbieter, Agrar-Plattformbetreiber sowie Farmmanagement-Software-Anbieter gegenüber. Hinzu kommen Agrarberater\*innen, Agrarfachhändler\*innen und freie wie auch herstellergebundene Landtechnik-Werkstätten. Auch Saatguthersteller, Pflanzenschutzmittel- und Düngemittelhersteller spielen darüber hinaus eine Rolle – teils mit eigenen Agrarmanagement-Plattformen (z.B. Bayer mit Climate FieldView). Weitere Player sind Banken und Versicherungen, Datenhändler\*innen, Agrarwarenterminbörsen, Agrarinvestor\*innen, Agrarlandspekulant\*innen und auf Big Data Analytics spezialisierte Unternehmen.

Einig sind sich alle genannten Wirtschaftspartner i.d.R. darin, die Agrardaten zu teilen und zu nutzen. Dies jedoch erfolgt unter dem Blickwinkel unterschiedlichster Interessen. So möchten die Anbieter\*innen digitaler Tools und Plattformen mit ihrem jeweiligen Geschäftsmodell Gewinne erwirtschaften und ihre Investitionen in die erforderliche Technik amortisieren. Um zielgruppengenaue Services anbieten zu können, ist im Sinne der Kundengewinnung und -bindung das Wissen um Bedürfnisse und Anforderungen der Landwirt\*innen unerlässlich. Landwirt\*innen wünschen sich jedoch digitale Souveränität und damit Daten-Souveränität. Das heißt: Sie allein möchten entscheiden, welche der in ihrem Unternehmen aufgezeichneten Agrardaten auf welche Weise und in welcher Intensität für die Nutzung durch Dritte zur Verfügung stehen, wobei der Schutz vor Datenmissbrauch höchste Priorität genießen muss. Andererseits benötigen sie selbst für die eigene Betriebsführung und Anbauplanung Zugriff auf die Daten. Abhängigkeiten von einem einzigen Anbieter und fehlende Kompatibilitäten schränken dabei die Entscheidungsfreiheit ein, jederzeit den Digital-Anbieter wechseln zu können. Zudem besteht die Gefahr einer Monopolisierung durch Datenakkumulationen. Ein Machtgleichgewicht zwischen Landwirt\*innen sowie Digital-Anbietern im Sinne eines fairen Interessenausgleiches ist deshalb aus Sicht von Härtel (2020) grundlegend für die Ausgestaltung von Datennutzungsbestimmungen. Verhandlungspositionen auf Augenhöhe wirken einem „take it or leave it“, dem sich Landwirtinnen und Landwirte gefühlt ausgesetzt sehen, entgegen (Härtel, 2020).



## 2.4.2 Branchenempfehlungen

Vor diesem Hintergrund ergeben sich Branchenempfehlungen zur Datenhoheit der Landwirt\*innen. Die Datenschutz-Grundverordnung (Amtsblatt der Europäischen Union, 2016) von 2016 ist dabei ein erster und wichtiger Schritt zur Klärung von datenschutzrechtlichen Fragen, wobei hier nach Artikel 1 der Schutz personenbezogener Daten im Vordergrund steht. Zu den wichtigsten Branchenempfehlungen gehören die im Folgenden aufgeführten:

(1) Einen Versuch bildet die gemeinsame Branchenempfehlung von DBV et al. (2018) („Datenhoheit des Landwirtes“). In diesem Papier werden bei der Nutzung digitaler landwirtschaftlicher Betriebsdaten als gemeinsame Prinzipien „[...] Klarheit, Fairness und Sicherheit [...]“ (S. 2) unter den Wirtschaftspartnern genannt. Ziel ist es laut DBV et al. (2018), die digitale Datenhoheit der Landwirt\*innen „[...] unter Wahrung der Nutzungsmöglichkeiten der Digitalisierung zu sichern.“ (S. 2) Unter „Eigentum der Daten“ (S. 2) betonen DBV et al. (2018), „[...] dass die auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen bzw. in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben gewonnenen Daten grundsätzlich den Bewirtschaftern bzw. Eigentümern dieser Betriebe gehören und von diesen umfassend genutzt werden dürfen, unabhängig davon, ob diese Daten manuell, automatisiert oder durch andere technische Hilfsmittel (z. B. elektronische Datenverarbeitungsprogramme) entstanden sind.“ (S. 2) Betriebsrelevante Daten, die eine Identifikation der Bewirtschafter zulassen, sollen als personenbezogene Daten den gesetzlichen Regelungen unterliegen. Bezüglich der auf den Betrieben gewonnenen Daten, die nicht personenbeziehbar und/oder nicht unmittelbar betriebsrelevant sind, sollen Landmaschinenhersteller, -handel, -handwerk sowie Lohnunternehmen und Maschinenringe Transparenz über die Nutzung dieser Daten zusichern. Unter dem Gesichtspunkt „Datensouveränität“ sollen die Landwirt\*innen als Inhaber der Daten das Recht auf jederzeitige Auskunft über die von den Wirtschaftspartnern erhobenen, verarbeiteten und gespeicherten Daten haben und das Recht auf jederzeitige vollständige Löschung und Rückübertragung der betrieblichen Daten, soweit gesetzliche Aufbewahrungsfristen dem nicht entgegenstehen. Bei Daten in abgeleiteter, aggregierter und anonymisierter Form, die keinen Rückschluss auf den Inhaber der Daten erlauben, sollen Landwirt\*innen als Dateneinhaber von ihren Wirtschaftspartnern über die Verwendungszwecke informiert werden. Änderungen sollen unverzüglich mitgeteilt werden (DBV et al., 2018).

(2) In einem Positionspapier der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft DLG (2018) werden Forderungen zum Thema „Digitale Landwirtschaft“ klar und deutlich: „Alle betrieblichen Daten gehören dem Landwirt!“ (S. 5). Weiter heißt es laut DLG (2018): „Er hat die Datenhoheit [...] Autorisierung, Kontrolle und Transparenz müssen gewährleistet werden.“ (S. 5).



Eine weitere Forderung lautet, den Datenschutz und die Datensicherheit bezüglich der Betriebs- und Geschäftsdaten auszubauen. Im Sinne der DLG handelt es sich hier um Betriebsgeheimnisse. Der gesetzliche Datenschutz über personenbezogene Daten muss auch „[...] auf Betriebs-, Maschinen- und Geschäftsdaten ausgedehnt werden.“ (S. 5) Eine weitere zentrale Forderung betrifft die Transparenz insbesondere bei der „Big Data Analyse“. Sie ist aus Sicht der DLG „[...] nur dann sinnvoll, wenn die Nutzer von digitalen Kommunikationsplattformen den Austausch ihrer Daten zum Zwecke der Auswertung autorisieren und von den daraus gewonnenen Informationen profitieren.“ (S. 5)

(3) Auf EU-Ebene ist der Verhaltenskodex für den Austausch landwirtschaftlicher Daten mithilfe vertraglicher Vereinbarungen von Relevanz. Nach Härtel (2020) braucht die Landwirtschaft aufgrund ihrer Spezifika einen besonderen rechtlichen Rahmen. Wie Härtel (2020) in ihrem Gutachten darlegt, bestehen diese Spezifika darin, dass „[...] die Landwirtschaft gekennzeichnet ist durch ihre Besonderheit der biologischen Produktionsweise (und damit stets volatiler Abhängigkeit von Umwelt, Klima, Wetter, Boden), die sich mit ökonomischen, technologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen und Gestaltungsoptionen verbindet.“ (S. 4) Hinzu kommt ihre wichtige Aufgabe, die weltweite Ernährung zu gewährleisten und Nachhaltigkeitsziele zu erfüllen. Härtel (2020) gibt eine Schlussfolgerung: „Aktuell gilt es, die adäquaten rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen für Digital Farming zu schaffen, die eine wettbewerbsfähige und nachhaltige europäische Landwirtschaft benötigt. Vor diesem Hintergrund wird das Ziel der Etablierung eines gemeinsamen europäischen Agrardatenraums verfolgt [...].“ (S. 4). Zu diesem Datenraum gehört nach Härtel (2020) als wesentlicher Bestandteil eine „European Agricultural Data Governance“.

Einen zentralen Rechtsbereich dieses europäischen Agrardatenraums bildet nach Härtel (2020) das „Agrardatenrecht“. „Für den B2B-Bereich von Digital Farming sind wesentliche Aspekte einer Agrardaten-Governance in dem „EU-Verhaltenskodex für den Austausch landwirtschaftlicher Daten mit Hilfe vertraglicher Vereinbarungen“ [...] niedergelegt worden“. (S. 4f.). Dieser „EU Code of conduct on agricultural data sharing by contractual agreement“, 2018 von neun Organisationen/Verbänden aus dem Agrarbereich unterzeichnet, bietet eine Orientierung für die Ausgestaltung von agrardatenrechtlichen Vertragsbestimmungen, deren Einhaltung freiwillig ist. Bei der Ausgestaltung von Rechten beim Data Sharing fokussiert er sich auf die nicht-personenbezogenen Daten (Härtel, 2020). Copa Cogeca et al. (2020) stellen fest, dass grundsätzlich der Datenurheber das Recht hat, zu bestimmen, wer auf die von ihm generierten Daten zugreifen und sie nutzen kann. Datenurheber meint den Betreiber eines landwirtschaftlichen oder ernährungswirtschaftlichen Unternehmens. Einzelheiten wie Zweck der Erhebung, gemeinsame Nutzung und Datenverarbeitung sollen in einem speziellen Teil des Vertrages geregelt werden.





Ferner dürfen die Wirtschaftspartner Daten nicht ohne Zustimmung des Datenurhebers verarbeiten. Im Hinblick auf die Weitergabe der Daten an Dritte sollen die Daten grundsätzlich aggregiert, pseudonymisiert oder anonymisiert werden (Copa Cogeca et al., 2020).

In ihrer Bewertung des EU Code of Conduct kommt Härtel (2020) zum Ergebnis, „[...] dass dieser gute Ansätze enthält, die geeignet sind, einen ausgewogenen Interessenausgleich zwischen den Marktteilnehmern herzustellen.“ (S. 59) Problematisch ist für Härtel (2020), dass eine Reihe von Leitlinien in den Formulierungen unklar bleiben und damit auch „[...] keine konkreten Empfehlungen bei der Behandlung von potentiellen Interessenkonflikten [...]“ (S. 60) bieten. Dies betrifft insbesondere die Frage der Datenurheberschaft (Data Ownership). Es werde nicht deutlich, welche konkreten Rechte den Landwirtinnen und Landwirten bei einer Mehrfachurheberschaft von Daten (mehrere Akteure sind Datenurheber) im Rahmen der digitalen Datenwertschöpfungskette genau zustehen. Ferner sagt der Code nichts darüber, ob und inwiefern die Interessen der Landwirtinnen und Landwirte unter dem Aspekt von unterschiedlichen Betriebsgrößen berücksichtigt werden könnten (Härtel, 2020). Härtel (2020) zieht ein Fazit: „Hierdurch bestehen unter Zugrundelegung des EU Code of Conduct Schutzlücken für landwirtschaftliche Unternehmer, die es zu schließen gilt.“ (S. 60).

### 2.4.3 Datenschutzgrundsätze

Im Hinblick auf einen EU-Agrardaten-Rechtsakt ist es aus Sicht von Härtel (2020) geboten, Datengrundprinzipien zu formulieren und zu fixieren. Sie nennt in diesem Zusammenhang die nachfolgenden Kriterien. An erster Stelle wird Transparenz genannt. Damit sind aus der Sicht von Härtel (2020) folgende Fragen verbunden:

- (1) Welche Daten werden verarbeitet? Um welche Art von Daten handelt es sich und wie detailliert sind diese?
- (2) Zu welchen Zwecken werden diese Daten verarbeitet (ausgetauscht, genutzt und von Dritten weiterverwendet/weitergegeben)?
- (3) Welche Rechte und Pflichten bestehen mit Blick auf die Daten?“ (S. 25)

Härtel (2020): „[...] Mit anderen Worten ist laut offenzulegen, welche Daten wofür und für wen verarbeitet werden und wer welche Daten wofür auf welche Art und Weise nutzen darf. Jeder Landwirt wird darüber informiert, mit wem und worum Daten geteilt werden.“ (S. 25)



## REBOUND

### TECHNOLOGIEFOLGEN

Verlust der Datenhoheit

#### Wie ist die Situation?

Landwirt\*innen sorgen sich wegen des Verlustes über die Datenhoheit.

#### Welche Rebound-Effekte ergeben sich?

Wenn die Datenhoheit (subjektiv gefühlt) nicht sichergestellt ist, wird die Adaption digitaler Technologien gebremst.



Die formulierten Datenschutzgrundsätze werden nachfolgend erklärt:

- **Fairness:** Fairness beim Agrardatenaustausch und in Verträgen wird nach Härtel (2020) ausdrücklich im EU Code of Conduct verlangt. Auch DBV et al. (2018) betonen die Fairness unter den Wirtschaftspartnern. Fairness als Grundsatz für die Verarbeitung personenbezogener Daten ist zudem in Art. 5 I lit. a Amtsblatt der Europäischen Union, 2016 (2016) verankert.
- **Datenportabilität:** Fehlende Datenübertragbarkeit hindert Landwirt\*innen daran, den Digital-Anbieter zu wechseln. Also geht es laut Härtel (2020) darum, die Datenabhängigkeit von einem Anbieter zu minimieren und, dass Digital-Anbieter Datenübertragbarkeit erlauben und ermöglichen. Nach dem Code of Conduct hat der Datenurheber das Recht, die im Vertrag genannten Daten zu seinem Betrieb in einem strukturierten, häufig genutzten und maschinenlesbaren Format zu erhalten. Auch hat er das Recht, diese Daten an einen anderen Datennutzer zu übermitteln, sofern im Vertrag nichts anderes vereinbart wurde (Copa Cogeca et al., 2020).
- **Interoperabilität:** Auch fehlende Interoperabilität verschiedener Systeme oder Daten kann zur Abhängigkeit von einem Digital-Anbieter führen. Verhindern lässt sich dies laut Härtel (2020) durch Standardisierungen und offene Schnittstellen.
- **Datensicherheit:** Der EU Code of Conduct verweist laut Härtel (2020) in Bezug auf die Sicherheit von personenbezogenen Daten auf die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO). Als konkrete Maßnahmen nennt der Code zum Beispiel Pseudonymisierung. In Bezug auf nicht-personenbezogene Daten wird die allgemeine Pflicht des Nutzers zum Schutz der Daten des Datenurhebers gegen Verlust, Diebstahl, unbefugten Zugang und Veränderung durch unbefugte Personen festgehalten. Bei Vorfällen von Hacking, Beschlagnahme etc. soll der betroffene Datenurheber unverzüglich über die Gefährdung der nicht-personenbezogenen Daten und die ergriffenen Maßnahmen informiert werden (Härtel, 2020).
- **Datenqualität:** Datenqualität ist dann relevant, wenn aufgrund „schlechter“ Daten Verarbeitungsfehler auftreten. Explizite gesetzliche Regelungen zur Datenqualität existieren laut Härtel (2020) für den B2B-Bereich bislang noch nicht. Unter „Haftung und Rechte des geistigen Eigentums“ im EU Code of Conduct heißt es dazu: „Der Urheber der Daten gewährleistet die Richtigkeit und/oder Vollständigkeit der Rohdaten nach seinem besten Gewissen.“ (Copa Cogeca et al., 2020). Eine Pflicht zur Gewährleistung von Datenqualität auf Seiten des Digital-Anbieters wird laut Härtel (2020) nicht explizit erwähnt. Für die Datenqualität in Verträgen sollen aus der Sicht von Härtel (2020) als Orientierung gelten: „Korrektheit, Vollständigkeit, Eindeutigkeit, Zuverlässigkeit, Genauigkeit, Konsistenz, Redundanzfreiheit, Relevanz, Einheitlichkeit, Aktualität und Verständlichkeit der Daten.“ (S. 30).



#### 2.4.4 Agrardatenplattformen

Aus Sicht von Härtel (2020) können zur praktischen Umsetzung der rechtlichen Datensouveränität von Landwirtinnen und Landwirten auch Agrardaten-Plattformen beitragen. Als Voraussetzung sollen diese Plattformen Datengrundsätze einhalten, in Bezug auf digitale Datenwertschöpfungsketten innovationsfördernd und nutzerfreundlich sein. Als eine beispielhafte Agrardaten-Plattform, die auch dem Datengrundsatz der Interoperabilität Rechnung trägt, nennt Härtel (2020) „DataConnect“, die erste direkte, herstellerübergreifende und industrieoffene Cloud-to-Cloud-Lösung für die Landwirtschaft.

Diese Datenschnittstelle, für die sich die landwirtschaftlichen Akteure Claas, 365FarmNet, John Deere, Case IH, New Holland und Steyr zusammengeschlossen haben, ermöglicht den Austausch von Maschinendaten zwischen den Webportalen und erlaubt dadurch Landwirtinnen und Landwirten, die Informationen ihrer gemischten Maschinenflotte in dem System seiner Wahl zu überwachen. In der Vergangenheit war dies wesentlich aufwändiger, da jeder Hersteller Maschinendaten nur im eigenen Portal aufzeichnet und die Landwirtin und der Landwirt deshalb mehrere Plattformen nutzen mussten, um Informationen von seiner Flotte zu sehen. Der Aufbau der direkten Cloud-to-Cloud Lösung ermöglicht einen automatischen Datenfluss ohne zusätzlichen Aufwand. Durch den Datenaustausch in Echtzeit ist ein Live-Überblick der kompletten Maschinenflotte möglich. DataConnect funktioniert ohne zusätzliche Hard- und Softwarekomponenten und gewährleistet eine sichere Datenverarbeitung (Eilbote, 2019).

Die Fragen, ob die Landwirtschaft in Deutschland eine staatliche Datenplattform braucht, welche Daten relevant sind und wie eine solche Plattform technisch aufgebaut sein könnte, beantwortet eine Machbarkeitsstudie von Bartels et al. (2020). In der Zusammenfassung wird betont, dass es weniger um die Frage geht, „[...] ob solche Angebote geschaffen werden müssen, sondern vielmehr, wie diese ausgebaut und ggf. zusammengeführt werden können.“ (S. 420) Unter Datenarten und -bereitstellung hält der Abschlussbericht fest, dass „[...] viele Daten für sehr unterschiedliche Zwecke benötigt [...]“ (S. 421) werden, wobei bei der Bereitstellung der Daten die Datenqualität eine besondere Rolle spielt. Das bedeutet, „[...] dass die großen Mengen an benötigten Daten möglichst offen, computerlesbar, einheitlich, standardisiert und bundesweit zentral zugänglich den einzelnen Nutzern zur Verfügung gestellt werden sollten.“ (S. 422) Bartels et al. (2020) halten ferner fest, dass grundsätzlich ein Vertrauen in die vom Staat bereitgestellten Daten besteht, aber dass bei der Übermittlung eigener Daten aufseiten der Landwirt\*innen eine „[...] deutliche Zurückhaltung erkennbar [...]“ (S. 422) ist. Als Konsequenz ergibt sich, dass „[...] der Umgang mit den Themen Datenhoheit und Transparenz für die staatliche Datenplattform von besonderer Relevanz [...]“ ist. (S. 423).



#### BEST PRACTICE

In der Schweiz bindet der Bund die Privatwirtschaft bei der Gestaltung von Schnittstellen für die geplante digitale Nachhaltigkeitsplattform Pflanzenschutzmittel mit ein.



Bartels et al. (2020) schlagen deshalb eine „[...] klare Trennung der Plattformbereiche in Informationsplattform, Antragsplattform und Melde- und Dokumentationsplattform [...]“ (S. 423) vor. In der Praxis bedeutet dies für Bartels et al. (2020): „Die Landwirt\*innen haben zentralen Zugriff, aber es muss dem Eindruck entgegengetreten werden, dass damit alle staatlichen Stellen automatisch auf alle von Landwirt\*innen übertragenen Daten in der Plattform Zugriff haben bzw. bekommen können. Eine Trennung in separate Bereiche ist notwendig und mit technischen Mitteln auch durchsetzbar.“ (S. 423) Als eine technische Lösung empfehlen Bartels et al. (2020) ein „[...] Dashboard zu Datensouveränität und Transparenz [...]“ (S. 423) insbesondere im administrativen Bereich. Die Vorteile sind laut Bartels et al. (2020): Die Landwirtin und der Landwirt können einsehen, für welche Zwecke welche staatliche Stellen auf welche Daten auf Grund welcher Legitimation bereits Zugriff haben. Andererseits können sie, sofern gewünscht, Daten für weitere Zwecke freigeben. Als grundsätzlich wichtig halten Bartels et al. (2020) fest, „[...] dass für jede Funktionalität der Nutzen des Angebots bzw. der Funktionalität für den jeweiligen Stakeholder immer gut erkennbar sein muss, um Akzeptanz zu fördern.“ (S. 423).

## 2.5 Zusammenfassung von Potenzialen und Zielen

Als Zwischenfazit der Basisdatenanalyse und Literaturrecherche lässt sich festhalten: Nordrhein-Westfalen ist das Bundesland mit der höchsten Viehdichte und gleichzeitig der höchsten Einwohnerzahl. Dies verursacht nicht nur Spannungen zwischen Verbraucher\*innen und Landwirt\*innen bzw. Lohnunternehmer\*innen, sondern stellt Nordrhein-Westfalen vor weitere Aufgaben. Um insbesondere die Methan- und Lachgasemissionen aus der Tierhaltung und der damit verbundenen organischen Düngung zu reduzieren, müssen die Viehbestände mit großer Wahrscheinlichkeit verringert werden, um die mittel- und langfristigen Klimaziele zu erreichen. Die damit einhergehenden sehr wahrscheinlichen Einkommensverluste müssen durch neue Einkommensquellen in der Landwirtschaft kompensiert werden.

Begleitend kann der breitere Einsatz moderner digitaler Technologien in der Tierhaltung und bei der Ausbringung organischer Dünger die Entstehung relevanter Klimagase wie Methan und Lachgas reduzieren. Zudem bietet die Vergärung von Exkrementen aus der Tierhaltung, insbesondere Rindergülle, in Biogasanlagen weiteres Potenzial, um Methanemissionen und somit auch Lachgasemissionen in der Landwirtschaft zu verringern. Hierbei bieten sich Ansätze für die stärkere Nutzung von Sensoren zur Erfassung der Methanemissionen aus Biogasanlagen und Lagerstätten und zur Messung der Inhaltsstoffe bei der Abfuhr und Ausbringung der Gärreste.

Eine wachsende Bedeutung kommt dem Aspekt Tierwohl zu. Landwirtschaft 4.0 als Precision Livestock Farming bietet zahlreiche Ansätze, um einerseits das Tierwohl zu verbessern und andererseits die Arbeitsbelastung der Landwirt\*innen zu reduzieren.



**Heribert Qualbrink**

Einkaufsleiter Landwirtschaft,  
Westfleisch SCE

Als Unternehmen ‚von Bauern für Bauern‘ stehen die Interessen unserer Mitglieder im Zentrum unseres Handelns. Die Kombination von Genossenschaftsprinzip und Landwirtschaft bietet eine hervorragende, gemeinsame Basis zur nachhaltigen Herstellung hochwertiger Lebensmittel hier in Nordwestdeutschland. Und nachhaltiges Wirtschaften braucht moderne Technik heute mehr denn je. Die Arbeit in der ‚Erzeugungskette Fleisch‘ war und ist immer anspruchsvoll und die Anforderungen werden weiter steigen. Regionalisierung, Immissionsschutz und Tierwohl sind nur einige der Schlagworte, die den Strukturwandel vorantreiben. Um all diese Themen bewältigen zu können ist eine aufrichtige Berücksichtigung des ländlichen Raums bei digitalen Infrastrukturprojekten und der politische Wille zu ressortübergreifendem und zuweilen auch grenzüberschreitendem Denken und Handeln unerlässlich. Bäuerliche Familienbetriebe brauchen bestmögliche Unterstützung zum Erfüllen der auf sie zukommenden Aufgaben. Kultur ist, wenn etwas kultiviert wird. Deshalb müssen Innovationen, Digitalisierung und KI auch genutzt werden, um neben dem Schutz der Umwelt und der weiteren Verbesserung von Haltungsbedingungen gesamthaft weiterzuentwickeln, was allzu gern für selbstverständlich gehalten wird unsere Agrarkultur.“



Ein wesentlicher Standortvorteil Nordrhein-Westfalens ist die hohe Anzahl innovativer Landtechnikhersteller und weiterer Unternehmen aus dem Bereich Agrartechnik, sowie die große Anzahl anerkannter Bildungs- und Forschungseinrichtungen auf den Gebieten der Landwirtschaft und der Landtechnik. Darüber hinaus ist als Standortvorteil die starke weiterverarbeitende Lebensmittelbranche mit einem großen Anteil inhabergeführter Unternehmen zu benennen. Dies bietet Chancen im Bereich gemeinsamer Forschungen in Verbundprojekten, welche die gesamte Kette von der vorgelagerten Industrie über die Lebensmittelerzeugung und die Lebensmittelverarbeitung bis hin zur Ladentheke abdecken können.

Die LTE-Netzabdeckung konnte in den letzten Jahren deutlich verbessert werden, u.a. durch den Mobilfunkpakt zwischen dem Land NRW und Mobilfunkanbietern. Ebenso wurde seit 2020 die 5G-Verfügbarkeit deutlich ausgebaut. Im Ländlichen Raum braucht es v.a. in dünn besiedelten Regionen weitere Förderprogramme, um den Breitbandausbau weiter voranzubringen.

Erwähnt werden muss in diesem Zusammenhang, dass nahezu alle benannten Problemstellungen und Lösungsansätze durch Landwirtschaft 4.0 sowohl auf die konventionelle Landwirtschaft wie auch die Biologische Landwirtschaft anwenden lassen – ebenso wie auf Zwischenformen wie Hybridlandwirtschaft, Regenerative Landwirtschaft usw.

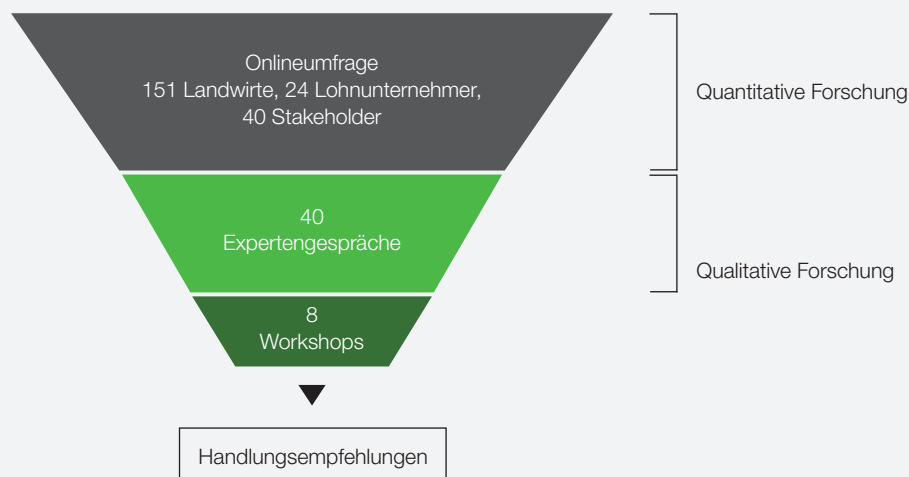




## 3. Wissenschaftlicher Beitrag

### 3.1 Methodik

Informationen aus der landwirtschaftlichen Praxis rund um das Thema digitale Transformation in der Landwirtschaft/Landwirtschaft 4.0 liegen in der Literatur und in sonstigen Quellen fast ausschließlich ohne spezifische Fokussierung oder Aufbereitung auf einzelne Bundesländer vor. Aus diesem Grund wurde beschlossen, für die Erstellung des vorliegenden Gutachtens eigene Umfragen, Workshops und Interviews durchzuführen. Hierbei wurde nach dem „Mixed Methods“-Ansatz im Explorativen Design vorgegangen. Bei dieser Methodik wird zur Beantwortung einer konkreten Forschungsfrage zunächst eine quantitative Forschung durchgeführt. Zur Vertiefung der Ergebnisse wird im Anschluss eine qualitative Forschung angewendet (Genau, 2020).



#### Schritt 1: Quantitative Forschung

Für die quantitative Forschung wurde zunächst eine Onlineumfrage für Landwirte und Lohnunternehmer entwickelt. Diese umfasste 40 Fragestellungen und wurde im Zeitraum vom 22. März bis 30. April 2021 durchgeführt. An der Umfrage nahmen 151 Landwirt\*innen und 24 Lohnunternehmer\*innen aus NRW teil (n gesamt = 175). Die Umfrageteilnehmer konnten freiwillig an der Befragung teilnehmen, sodass die Auswahl nach dem Zufallsprinzip erfolgte. Die Streuung wurde durch persönliche Kontakte und elektronische Newsletter (E-Mail-Versand) unterstützt. Es flossen ausschließlich Ergebnisse von Fragebögen in die Auswertung ein, die komplett beantwortet wurden.



Der quantitative Fragebogen enthielt skalierte Fragen mit einer Skala von 1 bis 5, wobei 1 „sehr schlecht“, 5 „sehr gut“ und 3 „neutral“ bedeutete. Die Weiterleitung der Umfrageteilnehmer war aufgrund einer Fragebogenstruktur mit Verzweigungslogiken in Abhängigkeit von Betriebsschwerpunkt möglich, was eine Fokussierung auf verschiedene Bereiche der Landwirtschaft zuließ. Die Struktur des Fragebogens ergab sich aus den Forschungsfragen und wurde dahingehend ausgearbeitet.

Als Ergänzung dazu wurde eine Online-Umfrage für Stakeholder der Agrarbranche in NRW ausgearbeitet und an diese nach einem telefonischen Einführungsgespräch für die Beantwortung weitergeleitet. In den Unternehmen konnte die Online-Umfrage dann an die richtigen Ansprechpartner\*innen für die Thematik weitergeleitet werden. An der Stakeholder-Umfrage nahmen 30 Stakeholder aus dem vor- und nachgelagerten Bereich sowie von Verbänden und Organisationen teil.

## **Schritt 2: Qualitative Forschung**

Nach Abschluss der Onlinebefragungen wurden Workshops organisiert, um die Umfrageergebnisse zu präsentieren und zu diskutieren. Bei diesem Schritt des „Mixed Methods“-Ansatzes sollen Ergebnisse der quantitativen Forschung verifiziert und vertieft sowie nicht eindeutige oder zu hinterfragende oder überraschende Ergebnisse diskutiert werden.

Für die Workshops wurden Landwirte und Lohnunternehmer gezielt angeschrieben und eingeladen. Die Teilnehmer wurden in kleine Gruppen von 3 bis 5 Teilnehmern aufgeteilt, wobei die Zusammensetzung nach Betriebsschwerpunkt, Betriebsgröße, Digitalaffinität und Grad der Digitalisierung im Betrieb sowie dem Alter erfolgte.

Die Workshops fanden unter Berücksichtigung einer definierten Agenda statt. Dabei erfolgte im ersten Schritt eine Abfrage des Grundverständnisses des Begriffs „Digitalisierung“ im Allgemeinen, wobei die Teilnehmer\*innen teilweise auf Beispiele aus der landwirtschaftlichen Praxis verwiesen. Anschließend wurden die Ergebnisse der Onlineumfragen in Form einer PowerPoint-Präsentation dargestellt und diskutiert. Schließlich erfolgte eine Diskussion zu Handlungsempfehlungen. Dabei wurden folgende sechs Themenbereiche vorgegeben:

- Infrastruktur
- Schnittstellen
- Fördermaßnahmen
- Datensicherheit
- Bildung und Weiterbildung
- Beratung und Betreuung

Alle Workshops wurden aufgezeichnet und protokolliert.

Weitere Workshops wurden mit Stakeholders der Agrarbranche durchgeführt. Diese Workshops liefen nach dem gleichen Muster ab, wie die der Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen.



Im Vorfeld der Stakeholder-Workshops wurden ergänzend individuelle Experteninterviews mit Stakeholdern aus der Landwirtschaft durchgeführt. Diese wurden telefonisch oder per E-Mail kontaktiert, die Interviews fanden in digitalen Meetings (Skype, Teams) statt. Für die Durchführung der Interviews wurde die so genannte „problemzentrierte Interviewform“ angewendet. Bei dieser Art der Befragung sollen subjektive Wahrnehmungen und Erfahrungen der Befragten zu einem bestimmten Problemkomplex herausgestellt werden. Dabei werden zunächst offene Fragen gestellt, damit die Befragten ihre Erfahrungen möglichst frei wiedergeben können. Dennoch ist diese Interviewform auf die Untersuchung einer bestimmten Problemstellung ausgelegt, auf die die durchführende Person bei Bedarf durch gezielte Fragen immer wieder zurückführen kann. Grundsätzlich besteht das problemzentrierte Interview daher aus Erzählphase, Nachfragen und Ad-Hoc-Fragen.

Zitate aus den durchgeführten Experteninterviews wurden im Nachgang den Interviewteilnehmern zur Freigabe für die Wiedergabe im Gutachten zugesendet.

Die Herausforderungen bei der Herangehensweise an die Umfrage waren vielschichtig:

- sehr heterogene Verbreitung von Digitalisierung in der Landwirtschaft
- Kein gemeinsames Begriffsverständnis der Digitalisierung
- Zeit und Budget-Restriktionen erlauben keinen wirklich detaillierten Einblick, sondern eher eine Richtungsfindung
- Zeitpunkt März - Mai für eine Befragung und Mitarbeit von Landwirt\*innen eher ungünstig, da bereits mitten in der Saison (ein Gutachten zwischen November und Februar wäre besser geeignet)
- Sehr diverses Feld an Akteuren/ Stakeholdern > Hoher Aufwand, alle mit einzubeziehen

Dennoch konnte eine große Anzahl an Beteiligten gewonnen werden, was unter Berücksichtigung der im Literaturteil zusammengefassten Grundlagen und Aussagen die Ableitung einer umfangreichen Liste konkreter Handlungsmaßnahmen ermöglichte. Dabei lässt sich ein Teil der Handlungsempfehlungen nach unserer Einschätzung auch auf andere Bundesländer übertragen. Dennoch bietet gerade der Standort NRW besondere Standortbedingungen, um die digitale Transformation der Landwirtschaft weiter voranzutreiben (siehe 2.1.4; 4. Handlungsempfehlungen > (3) Schnittstellen).



### 3.2 Ergebnispräsentation: Quantitative und qualitative Befragung von Landwirt\*innen, Lohnunternehmer\*innen und Stakeholdern der Agrarbranche in NRW

Die Onlineumfrage im Rahmen der quantitativen Forschung wurde insgesamt von 175 Teilnehmern vollständig durchgeführt und somit für die Auswertung herangezogen, davon 151 Landwirt\*innen und 24 Lohnunternehmer\*innen. 87 Prozent der Umfrageteilnehmer arbeiten im Haupterwerb, 13 Prozent im Nebenerwerb. Die Umfrageteilnehmer\*innen waren überwiegend männlich (87,41 Prozent), der Altersschwerpunkt lag bei 46 bis 65 Jahren (46,53 Prozent) gefolgt von 31 bis 45 Jahren (29,86 Prozent) und 16 bis 30 Jahren (21,53 Prozent). 86 Prozent der Teilnehmer sind als Inhaber (30 Prozent), Betriebsleiter/Geschäftsführer (54 Prozent) bzw. Verwalter (2 Prozent) als Entscheider einzustufen. Die Betriebsgrößen liegen mit 65 Prozent im Bereich von 50 bis 200 ha (37 Prozent 50 – 100 ha, 28 Prozent 100 – 200 ha) über dem Mittel in NRW, während die regionale Verteilung auf die Regierungsbezirke etwa der Realverteilung in NRW entspricht. Mit 93 Prozent dominieren konventionell wirtschaftende Betriebe die Umfrage.

	Anzahl	Häufigkeit
Landwirt*in	151	86 %
Lohnunternehmer*in	24	14 %
<b>Gesamt</b>	175	100%

Alter	Anzahl	Häufigkeit
16 bis 30	31	22 %
31 bis 45	43	30 %
46 bis 65	67	46 %
Älter als 65	3	2 %
<b>Gesamt</b>	144	100%

Geschlecht	Anzahl	Häufigkeit
Männlich	125	87 %
Weiblich	17	12 %
Divers	1	1 %
<b>Gesamt</b>	143	100%



Regierungsbezirk	Anzahl	Häufigkeit
Köln	10	7 %
Düsseldorf	9	6 %
Münster	49	34 %
Detmold	33	23 %
Arnsberg	31	22 %
Sonstige	11	8 %
<b>Gesamt</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>

Position	Anzahl	Häufigkeit
Betriebsleiter/Geschäftsführer	79	54 %
Verwalter	3	2 %
Inhaber	44	30 %
Mitarbeiter	20	14 %
<b>Gesamt</b>	<b>146</b>	<b>100 %</b>

	Anzahl	Häufigkeit
Ökologisch	10	7 %
Konventionell	133	93 %
<b>Gesamt</b>	<b>143</b>	<b>100 %</b>

Betriebsgröße	Anzahl	Häufigkeit
< 50 ha	25	17 %
50 bis 100 ha	54	37 %
100 bis 200 ha	41	28 %
> 200 ha	26	18 %
<b>Gesamt</b>	<b>146</b>	<b>100%</b>





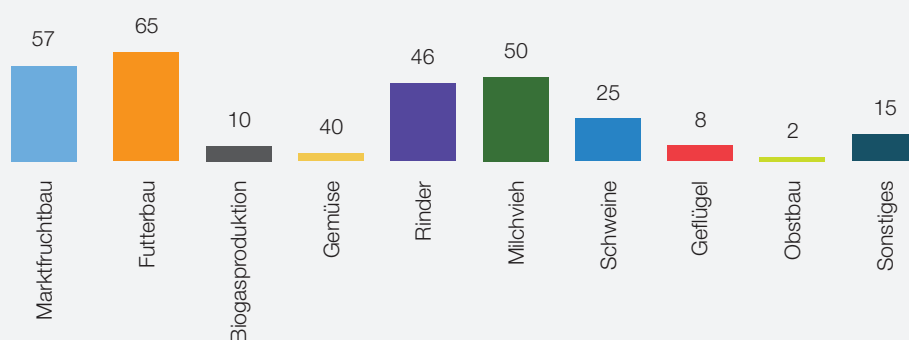
Viehbestand	Mittelwert
Rinder	104
Milchvieh	116
Sauen	206
Mastschweineplätze	1795
Geflügel	3488

Abbildung 23: Detaillierte Übersicht der demografischen und Betriebsdaten der Umfrageteilnehmer

Eine weitere detaillierte Abfrage der Betriebsstrukturen zeigt Schwerpunkte in den Bereichen Futterbau (64,83 Prozent), Marktfruchtbau (57,24 Prozent), Milchviehhaltung (49,66 Prozent) und Rinderhaltung (Mutterkuhhaltung, Mastbullen; 45,52 Prozent). Knapp ein Viertel der Umfrageteilnehmer gab Schweinehaltung/Schweinezucht als Betriebszweig an (24,83 Prozent). Knapp 10 Prozent sind in der Biogasproduktion tätig (9,66 Prozent), gefolgt von Geflügelhaltung (8,28 Prozent), Gemüsebau (4,14 Prozent) und Obstbau (2,07 Prozent). Der starke Fokus auf die Tierhaltung und die Verteilung auf die Betriebszweige insgesamt entspricht einem repräsentativen Bild der Landwirtschaft in NRW.

#### Welche Betriebszweige sind auf Ihrem Betrieb vertreten?

Häufigkeit in % (bezogen auf Anzahl der Teilnehmer: 145)

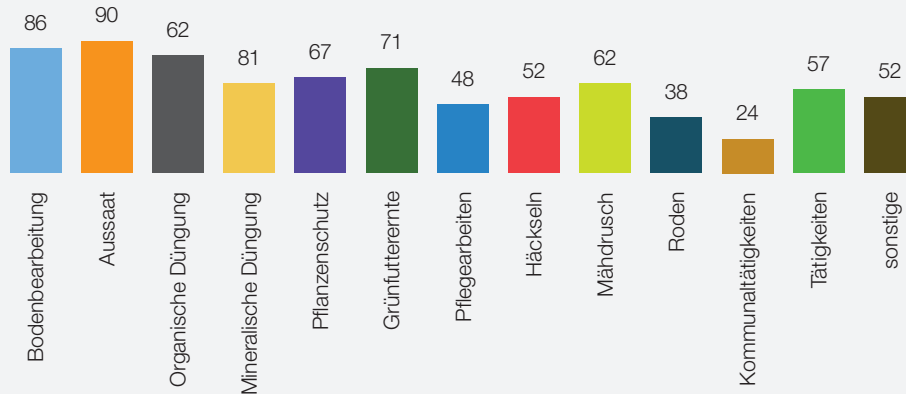




Abgefragt wurde zudem, welche Arbeiten im Betrieb selbst durchgeführt werden:

#### Welche Tätigkeitsbereiche werden durch Ihr Unternehmen abgedeckt?

Häufigkeit in % (bezogen auf Anzahl der Teilnehmer: 21)

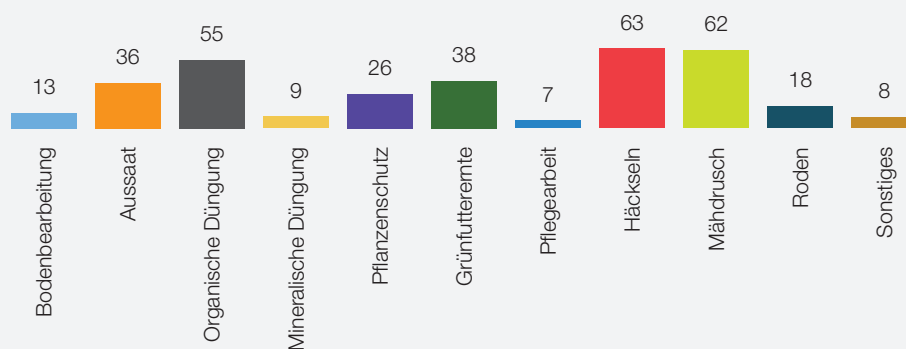


Hierbei zeigt sich ein hoher Grad der Eigenmechanisierung bei der Aussaat, der Bodenbearbeitung und der organischen Düngung.

In einer weiteren Frage gaben die Landwirt\*innen an, welche Arbeiten auf ihren Betrieben durch Lohnunternehmen übernommen werden:

#### Welche Tätigkeitsbereiche werden in Ihrem Betrieb durch Lohnunternehmen abgedeckt?

Häufigkeit in % (bezogen auf Anzahl der Teilnehmer: 134)





Dort, wo die Summe der Tätigkeitsbereiche mit Eigenmechanisierung und die von Lohnunternehmer\*innen durchgeführten Tätigkeiten die 100 Prozent deutlich überschreiten, erfolgt die Durchführung der Arbeiten aufgeteilt. So fällt in den Bereich Aussaat die klassische, häufig in Eigenmechanisierung durchgeführte Drillsaat (Getreide), aber auch die immer häufiger von Lohnunternehmern durchgeführte Einzelkornsaat (Mais, Rüben, Gemüse). In der Getreideernte wird dagegen oftmals noch mit dem eigenen Mähdrescher gearbeitet, und ein Lohnunternehmen bei Bedarf zur Unterstützung angefordert. Im Tätigkeitsbereich der Grünfütterernte wird erfahrungsgemäß ein Teil der Prozesskette Mähen > Zetten/Wenden > Schwaden von den Landwirt\*innen selbst, ein anderer Teil von Lohnunternehmen übernommen.

Dort, wo die Summe der Tätigkeiten mit Eigenmechanisierung und durch Lohnunternehmer\*innen deutlich unter 100 Prozent liegt, führen nicht alle befragten Betriebe diese Arbeiten durch – beispielsweise Roden, da nicht alle Umfrageteilnehmer Zuckerrüben oder Kartoffeln anbauen.

Auf den folgenden Seiten werden die Ergebnisse der Onlineumfragen, Experteninterviews, Workshops und Stakeholder-Befragungen nach den folgenden Themenbereichen dargestellt:

- Status- Quo der Digitalisierung
- Infrastruktur
- Schnittstellen
- Aus- und Weiterbildung
- Fördermaßnahmen
- Datensicherheit
- Beratung und Betreuung

Diese Kategorisierung wird später in Kapitel 4 für die Handlungsempfehlungen fortgeführt, ergänzt um weitere relevante Themenbereiche.

Ergänzt werden die Ergebnisse der Onlineumfrage durch Zitate und sinngemäße Wiedergabe von Anmerkungen aus der qualitativen Forschung, also den geführten individuellen Interviews wie auch aus den Workshops, in denen die Ergebnisse präsentiert und diskutiert wurden.

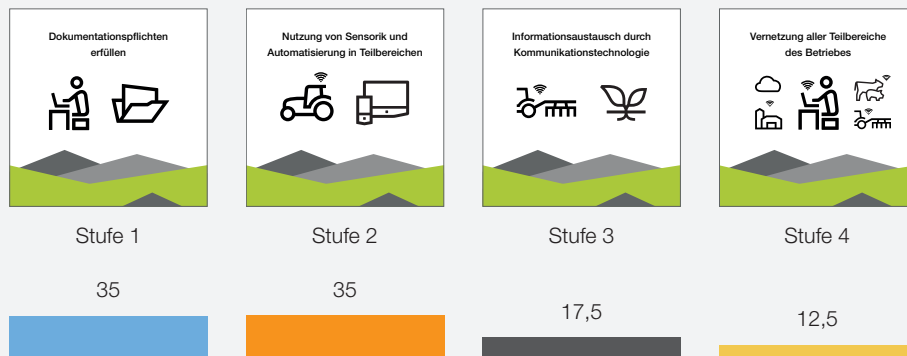
### **(1) Status-Quo der Digitalisierung:**

Im Fragenbereich zur Digitalisierung wurde zunächst für die drei Betriebsschwerpunkte Ackerbau, Milchvieh- und Rinderhaltung sowie Schweinehaltung/Schweinezucht erfasst, auf welchem Stand der Digitalisierung sich die Umfrageteilnehmer mit ihren Betrieben heute sehen:



### Entscheiden Sie, welches der Bilder Sie Ihrem Betrieb hinsichtlich der digitalen Entwicklung zuordnen würden. (Ackerbau)

Häufigkeit in %



### Entscheiden Sie, welches der Bilder Sie Ihrem Betrieb hinsichtlich der digitalen Entwicklung zuordnen würden. (Milchvieh/Rinder)

Häufigkeit in %



### Entscheiden Sie, welches der Bilder Sie Ihrem Betrieb hinsichtlich der digitalen Entwicklung zuordnen würden. (Schweine)

Häufigkeit in %



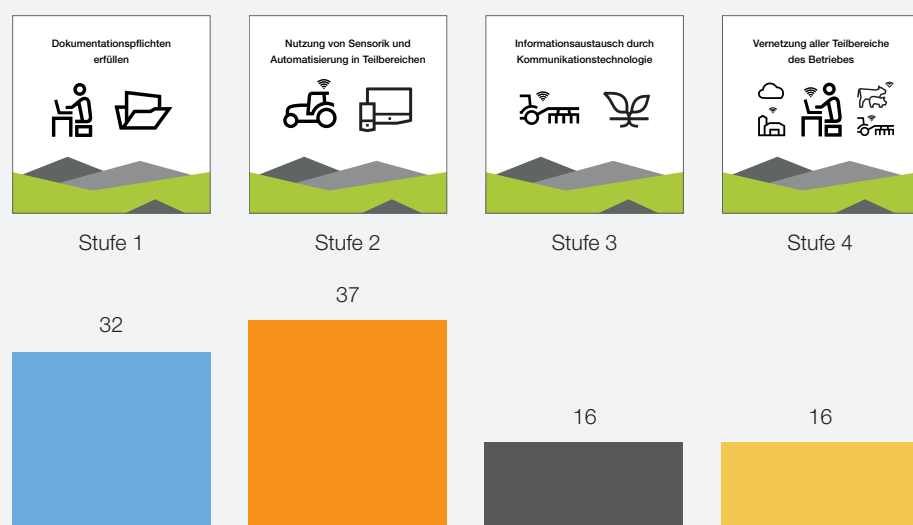


Aus den Antworten geht hervor, dass sich die Mehrheit in Stufe 1 oder Stufe 2 sieht. Stufe 1 und Stufe 2 machen zusammen aktuell ca. 70 Prozent der befragten Betriebe aus – unabhängig vom Betriebsschwerpunkt. Betrachtet man alle Stufen der Digitalisierung differenziert, so zeigt sich ein Technologievorsprung im Bereich der Milchvieh- und Rinderhalter\*innen. Mit 28,38 Prozent gab hier ein signifikant geringerer Teil der Befragten an, sich in Stufe 1 zu sehen. In Stufe 3 sehen sich dagegen signifikant mehr Milchvieh- und Rinderhalter\*innen. In Stufe 4 dagegen sind die Verhältnisse zwischen den Betriebsschwerpunkten bzw. Betriebszweigen wieder ähnlich.

Auch die teilnehmenden Lohnunternehmer\*innen sehen sich überwiegend in Stufe 1 oder Stufe 2 der digitalen Transformation, wobei die Umfrageergebnisse nur in Relation zu den Ergebnissen der Ackerbauern in der Teilnahmegruppe der Landwirt\*innen gesetzt werden können. Erwartungsgemäß sind weniger Lohnunternehmen als Ackerbaubetriebe in Stufe 1 angesiedelt, da Lohnunternehmen aufgrund der Abrechnung ihrer Dienstleistungen i.d.R. kaum mehr in Stufe 1 arbeiten können. Dennoch überrascht, dass sich fast ein Drittel der Lohnunternehmer\*innen noch in Stufe 1 sieht. Ebenso überraschend ist der geringe Anteil von nur 15,79 Prozent in Stufe 3 – und damit sogar weniger, also bei den Ackerbaubetrieben. Relativiert wird dieser Vergleich durch den höheren Anteil von Lohnunternehmen, die sich bereits in Stufe 4 sieht. Dieser ist mit 15,79 Prozent signifikant höher als bei allen befragten Landwirtschaftsbetrieben. Hierbei sei angemerkt, dass der Digitalisierungsgrad von Lohnunternehmen häufig von der Zahlungsbereitschaft ihrer Kunden für digitale Zusatzleistungen abhängt.

#### Entscheiden Sie, welches der Bilder Sie Ihrem Betrieb hinsichtlich der digitalen Entwicklung zuordnen würden. (Lohnunternehmen)

Häufigkeit in %



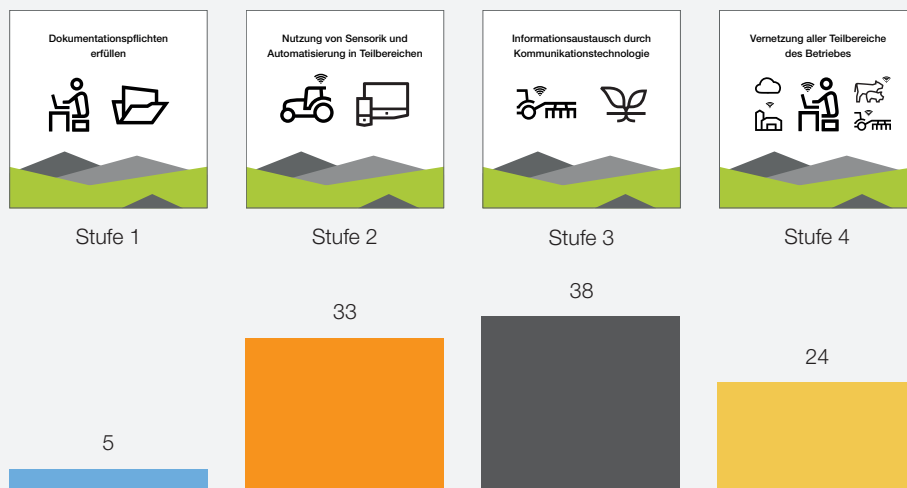




Stakeholder-Befragung: Auf der anderen Seite wurde im Rahmen der Stakeholder-Befragung eruiert, wie der vorgelagerte Bereich – in diesem Fall die Landtechnikindustrie – in NRW das eigene Portfolio an digitalen Lösungen für Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen einordnet. Der Fokus liegt hier insbesondere auf den Stufen 2 bis 4, während die für den Einstieg in die digitale Transformation wichtige Stufe 1 unterrepräsentiert ist.

**Entscheiden Sie, welches der Bilder Sie hinsichtlich Ihres Angebotes an digitalen Anwendungen Ihrem Unternehmen zuordnen würden.**

Häufigkeit in %



Zum besseren Verständnis soll die für die Umfrage genutzte vereinfachte Abstufung der Digitalisierung an dieser Stelle umfassender und unter Verwendung der allgemeinen 5-stufigen Aufgliederung der Digitalisierung beschrieben werden (nach Krafft, 2018):

**Stufe 1: Manuelle Prozesse mit geringem IT-Einsatz**

Ein Unternehmen der Stufe 0 setzt kaum IT-Technik ein. Das heißt, quasi alle Prozesse laufen analog bzw. manuell. In der Kommunikation setzt man sich auf das gesprochene Wort (telefonisch oder persönlich) und den handgeschriebenen Brief. Die Buchführung erfolgt manuell (Eingabe in den PC bzw. handschriftlich). Es ist ein digitales Produkt im Einsatz, z.B. ein PC oder ein Smartphone.

**Stufe 2: Einsatz von Informationssystemen, digitalen Unterstützungssystemen und Auswertung weniger Datenquellen**

In Stufe 2 wird die Datenverarbeitung komplexer. Betriebe in Stufe 2 nutzen Buchhaltungsprogramme und führen erste komplexe Berechnungen durch. Durch Datenmanagementsysteme und Informationssysteme werden betriebswirtschaftliche und agronomische Daten verdichtet und ausgewertet. Im Betriebsalltag können Maschinen komplexere Prozessschritte durchführen – beispielsweise ein Traktor mit GPS-Spurführungssystem und ISOBUS.



Die Kommunikation erfolgt teilweise per E-Mail, wenngleich auf Papier nicht verzichtet werden kann. Ein Drucker für Ausdrücke ist vorhanden. Es ist mindestens ein Büroarbeitsplatz mit PC vorhanden, Mitarbeiter verfügen über ein Handy oder ein Smartphone.

### **Stufe 3: Internet-Technologie und vernetzte Maschinen halten Einzug**

Alle Mitarbeiter des Betriebes haben Zugang zu einem PC mit Internetanschluss. Informationen auf Papier werden aber nicht seltener, da zusätzlich immer noch alles ausgedruckt wird. Im Betriebsalltag wird vieles mittels Software organisiert. Planungen erfolgen in den Abteilungen teilweise per Software, zum Beispiel mit einem Planungstool und digital angelegten Aufträgen. Maschinen sind mit Datenmanagementsysteme vernetzt, z.B. per Telemetrie für die Dokumentation von Arbeiten und Prozessdaten, über ein Fuhrparkmanagement oder zum Ausführen von Arbeitsaufträgen. Entscheidungen im Unternehmen werden zunehmend datengestützt getroffen. Mitarbeiter verfügen über ein Smartphone.

### **Stufe 4: Erste umfassende Automatisierungsschritte und zentrale Datenschnittstelle**

Betriebsinterne Prozesse werden vollständig per Software begleitet oder gesteuert, beispielsweise Arbeitsaufträge, Rationsgestaltung usw.. Jeder weiß, wann wer was zu tun hat. Das ermöglicht eine hochgradige Vernetzung im Unternehmen und ein schnelles Reagieren auf externe und interne Einflüsse. Einzelne Abläufe sind bereits hochgradig automatisiert, wie z.B. die Dokumentation von Prozessdaten, Ertragsdaten usw.

Unternehmensinterne Systeme werden miteinander vernetzt, sodass sie automatisch Daten austauschen können (z.B. Fuhrpark-Management und Routenplanung in Lohnunternehmen mit untereinander vernetzten Maschinen; breite Anwendung von ISOBUS und Konnektivität von Traktoren und Geräten). Mitarbeiter sind per betrieblichem Smartphone oder Tablet in das Informations- und Datennetzwerk des Unternehmens eingebunden. Alle Daten sind in einem zentralen externen Pool organisiert und abgelegt, i.d.R. in einer Cloud externer Anbieter bzw. Dienstleister.

Entscheidungen werden in dieser Stufe in hohem Maße datengetrieben und teils automatisiert getroffen. Planungen werden vereinzelt von Software automatisiert erstellt, wie z.B. Aussaatkarten, Düngekarten usw. Viele Prozesse laufen automatisch und werden per Software überwacht und dokumentiert.

### **Stufe 5: Das umfassend digitale Unternehmen**

In Stufe 5 arbeitet das Unternehmen vollständig digital. Alle Prozesse laufen umfassend datengetrieben, es besteht eine zentrale, bereichsübergreifende Planung. Die genutzte Software greift dabei auf gelernte Muster zurück, die über kontinuierlich gesammelte Daten vorausgegangener Jahre errechnet wurden.



Ökologische Vorgaben (z.B. Cross-Compliance, Düngeverordnung) werden dabei ebenso berücksichtigt wie ökonomische Rahmenbedingungen und aktuelle Markttrends (z.B. Preisentwicklungen an den Rohstoffmärkten beim Einkauf von Düngemitteln, Verkauf von Getreide oder vereinbaren von Kontrakten). Über Software hat das Unternehmen Zugriff auf alle Kanäle im Internet und nutzt diese Datenbasis, um Trends abzuleiten und das unternehmerische Handeln und Planen daraufhin anzupassen.

Der Arbeitsalltag ist vollständig über ein zentrales digitales Agrarmanagementsystem automatisiert. Entscheidungen werden auf Basis von gelernten Mustern und vorgegebenen Regeln vollständig automatisiert getroffen, und nicht mehr auf Basis des „Bauchgefühls“ getroffen. Die Entscheidungen werden automatisch zur Verfolgung vollständig dokumentiert und bei Bedarf Dritten zur Verfügung gestellt.

Die Beschaffung von Betriebsmitteln erfolgt vollständig automatisch, indem die benötigten Güter und Dienstleistungen auf speziellen Bieterplattformen nachgefragt werden und dann die Software die verschiedenen Angebote bewertet und entscheidet. Dabei werden im Betriebsalltag auch schon Ausfälle von Maschinen prognostiziert und darauf z.B. der Ersatzteilbedarf ermittelt (z.B. Fern-diagnose per Telemetrie).

Arbeitsprozesse und Maschinen, bzw. in der Tierhaltung Herden und Einzeltiere, werden permanent automatisch überwacht. Dabei werden alle relevanten Parameter erfasst (GPS-Position, Status, Leistungsparameter, Verbrauch, Tierwohlparameter, usw.). Durch das ständige Lernen kommen weitere Parameter hinzu, es erfolgt eine ständige Neubewertung und Neugewichtung relevanter Daten. Bei Abweichungen werden automatisiert Prozesse in Gang gesetzt, um die Ursachen beseitigen.

Ist die Stufe fünf in einem Unternehmen erreicht, dann werden Effizienz und Produktivität des Unternehmens fast ausschließlich durch die Optimierung der Software bestimmt.

Die oben genannten Stufen wurden von den Autoren auf vier Stufen reduziert, da sich die Umfrage an Landwirte richtete, die bereits mit digitalen Anwendungen arbeiten. Die Stufen werden wie folgt definiert:

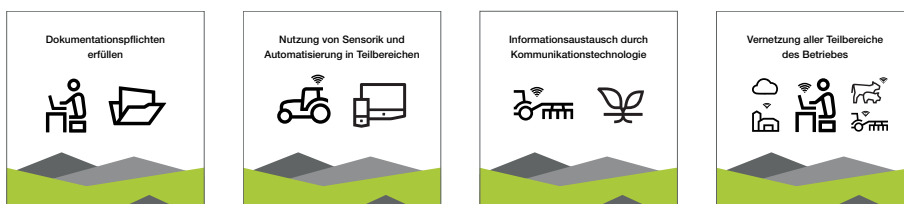


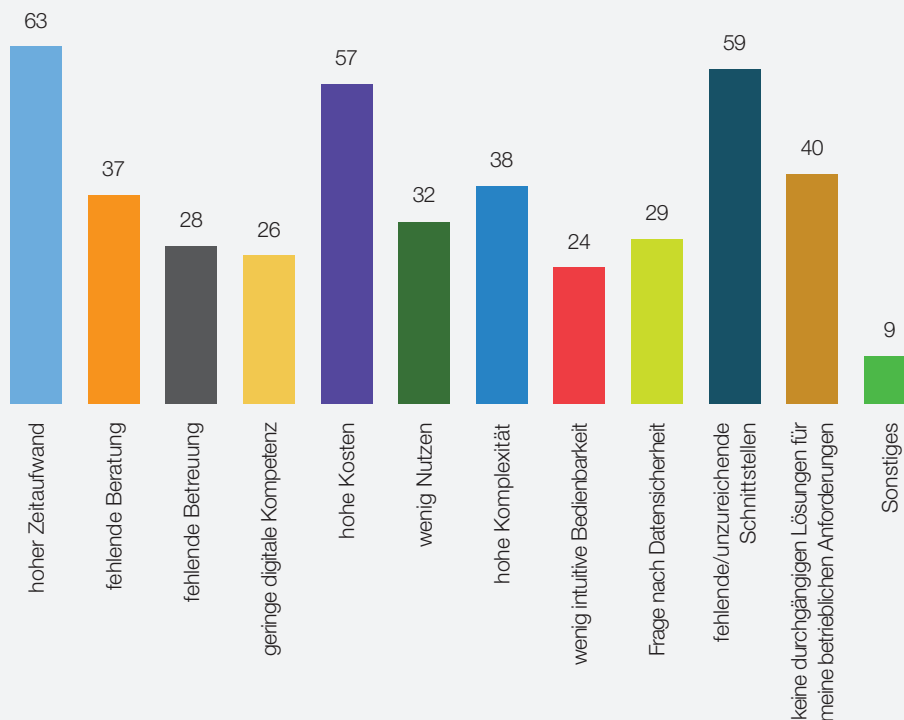
Abbildung 24: Für die methodische Vorgehensweise angepasste Stufen der Digitalisierung in der Landwirtschaft (Stufe 1, 2, 3, 4 v.l.n.r.)



Beim Einstieg in die Landwirtschaft 4.0 müssen landwirtschaftliche Betriebe und Lohnunternehmen zahlreiche Herausforderungen, Hürden und Hemmnisse überwinden. Diese sind teils betriebsintern vorzufinden, teils infrastrukturell bedingt oder durch andere Umweltbedingungen vorgegeben.

### Wo lagen die Einstiegsprobleme in die Digitalisierung Ihres Betriebes?

Häufigkeit in % (bezogen auf Anzahl der Teilnehmer: 141)



Die Mehrheit der befragten Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen benennt den hohen Zeitaufwand als Hemmnis (63,12 Prozent). Auf Platz 2 der Hemmnisse folgen bereits fehlende oder unzureichende Schnittstellen (58,87 Prozent), wobei in der Fragestellung aufgrund der hohen Komplexität im ersten Schritt keine Unterscheidung zwischen den relevanten Schnittstellen (industriell/behördlich; Landmaschine/Arbeitsgerät/Automat <> FMIS/Agrarmanagementsoftware; usw.). Platz 3 nimmt der Aspekt „hohe Kosten“ ein (56,74 Prozent). Ebenfalls eine hohe Relevanz fällt auf die Hemmnisse „keine durchgängigen Lösungen für den Betrieb“ (40,43 Prozent), „hohe Komplexität“ (38,3 Prozent) und „fehlende Beratung“ (36,88 Prozent). Der Aspekt der Datensicherheit wird immerhin noch mit 29,08 Prozent gewichtet. Hier zeigt sich in der subjektiven Wahrnehmung in Fachmedien und in Gesprächen mit Landwirt\*innen ein etwas anderes Bild, welches das Thema Datensicherheit in der Reihe relevanter Hemmnisse mit stärkerer Gewichtung versieht.



## (2) Infrastruktur:

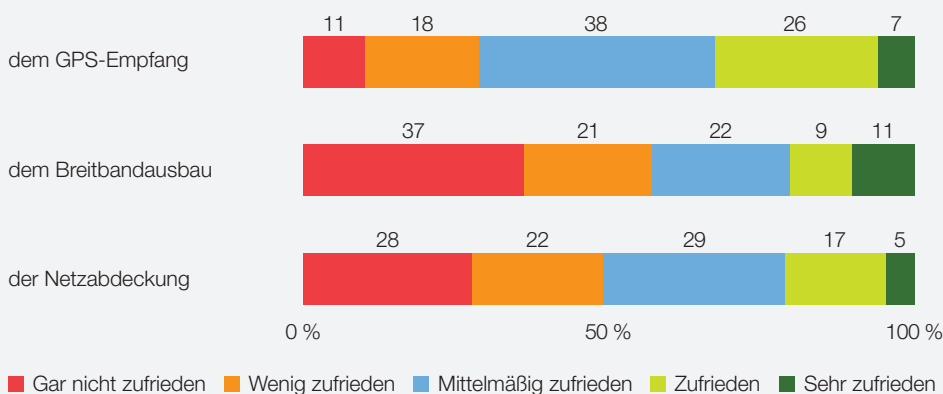
Landwirtschaft 4.0 erfordert eine umfassende digitale Infrastruktur für die Übermittlung von Informationen und Daten. Hierbei stehen die folgenden drei Möglichkeiten der Datenübertragung im Fokus:

- Satellitenverbindung (GPS-Ortung)
- Breitband (Internet, Cloud > Anbindung von FMIS und Agrarmanagementprogrammen; Zugang zu Daten und Behörden, usw.)
- Mobilfunknetz (Korrektursignale, mobile Endgeräte z.B. für Telemetrieanwendungen im Rahmen von Maschinenüberwachung/Flottenmanagement/Remote Service), mobile Erreichbarkeit)

Die Umfrageteilnehmer zeigen eine ausgewogene Zufriedenheit mit einer ungefähren Normalverteilung im Bereich des GPS-Empfangs. Deutlich schlechter fällt die Zufriedenheit mit den Bereichen Breitbandausbau und Netzabdeckung aus. Beim Breitbandausbau findet sich zwar der höchste Wert maximaler Zufriedenheit (10,79 Prozent), jedoch auch der höchste Wert maximaler Unzufriedenheit (36,69 Prozent). Dies zeigt, dass die Breitbandverfügbarkeit heute extrem heterogen ist.

### Wie zufrieden sind Sie mit...

Häufigkeit in %



**Dr. Rainer Langner**

Vorstandsvorsitzender, Vereinigte Hagelversicherung WVaG

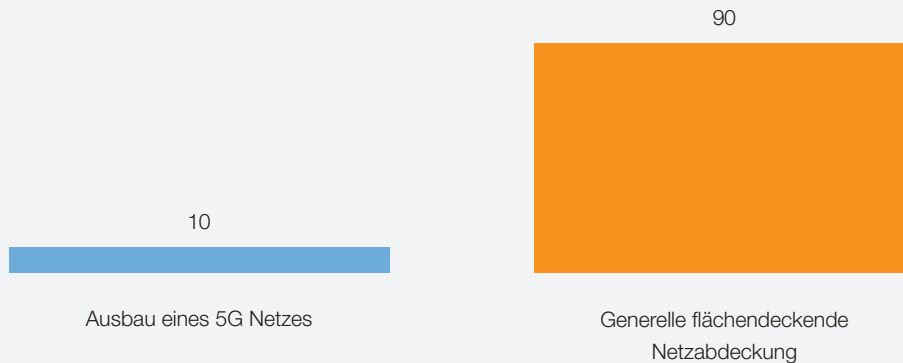
„Eine große Schwachstelle in den Digitalisierungsmaßnahmen unserer Anwendung ist z.B. die mangelnde Netzverfügbarkeit. So mussten wir mit unserem digitalen Schadenregulierungsassistenten eine On-/Offline-Lösung entwickeln, die Mehrkosten von einem deutlich 6-stelligen €-Betrag verursachte. Wenn Digitalisierungsfortschritte im großen Stil erreicht werden sollen, müssen von öffentlicher Hand erfasste Daten auch verfügbar sein und für die jeweiligen Dienstleister – natürlich unter Berücksichtigung von Datenschutzvorgaben – verwendet werden können. Hier gibt es ein positives Beispiel: In Polen, wo wir als Versicherer tätig sind, sind etwa 40 Mio. Katasterparzellen, die jeden Tag aktualisiert werden, digital hinterlegt. Verantwortlich dafür sind die Zentren für Geodäsie und Kartographie. Diese Daten sind kostenlos zugänglich – digital über ein Geo-Portal oder auch über private Portale, so dass uns als Vereinigte Hagelversicherung 99 % der versicherten Parzellen georeferenziert zur Verfügung gestellt werden. Dies hat Vorteile in der Verwaltung und in der Schadenregulierung für den Versicherer und für den Landwirt. Von diesen Idealvorstellungen sind wir in Deutschland noch weit entfernt.“





### Wo sehen Sie einen größeren Handlungsbedarf bzw. eine größere Notwendigkeit?

Häufigkeit in %



### (3) Schnittstellen:

Schnittstellen zu Behörden oder zum nachgelagerten Bereich sind heute noch nicht oder nur vereinzelt vorhanden, obwohl der Bedarf auch hier sehr groß ist. Die Umfrageergebnisse zur Zufriedenheit mit den digitalen Anwendungen zeigt derzeit ein sehr negatives und heterogenes Bild, was auf Nachfrage in den Workshops und Experteninterviews vor allen Dingen durch fehlende Schnittstellen begründet ist. So hieß es in einem der in der qualitativen Phase durchgeführten Workshops, es würden „durchgängige Systeme“ benötigt. Beispielsweise sei der Datentransfer beim Flächenantrag je nach Bundesland unterschiedlich (Workshop 27.04.2021 17 Uhr)

Am besten schneiden in der Zufriedenheit die Industrie, die Vertriebspartner und der Landhandel ab, wo bereits 12 bis 19 Prozent ein „gut“ (Wert 4) und nur 3,91 bis 5,83 Prozent die Bewertung „sehr schlecht“ (Wert 1) vergaben. Ein völlig anderes Bild zeigt sich bei den Bundesländern, dem Bund und Behörden und Ämtern, die sehr geringe prozentuale Anteile im Bereich von Wert 4 und Wert 5 belegen – dafür aber sehr hohe prozentuale Werte bei Wert 1.

Die fehlenden Schnittstellen sind ein großes Hemmnis für den weiteren Ausbau der Digitalisierung. Dazu heißt es in einem Workshop, dass eine vollständige Vernetzung der Prozesse ohne die Kompatibilität verschiedener Systeme von unterschiedlichen Stakeholdern nicht voranschreiten kann (Workshop 27.04.2021 17 Uhr).

Zudem gibt es zwar für die Außenwirtschaft Standards wie den ISOBUS und Institutionen wie die Agricultural Industry Electronics Foundation (AEF) für die gemeinsame Entwicklung und Weiterentwicklung von Standards, dies würde für die Innenwirtschaft derzeit noch fehlen. „Es wurde mal ein Standard namens ISO-agriNET eingeführt, auf den sich die Hersteller noch immer nicht eingestellt haben. Es bedarf einer Initiative oder eines Gremiums.“ (Interview 29.04.2021 11:30 Uhr)



### FÖRDERMASSNAHMEN

Einbinden von Stakeholdern

#### Wie ist die Situation?

Anreize zur Förderung der Digitalisierung sind nur dann erfolgreich, wenn alle Stakeholder eingebunden werden.

#### Welche Rebound-Effekte ergeben sich?

Werden Stakeholder unangemessen in die Entwicklung und Durchführung von Förderprogrammen eingebunden, kommt es zu Projekten, die lediglich der Finanzierung von Arbeitsplätzen dienen, den eigentlichen Erfolg aber zweitrangig werden lassen. Der Einsatz öffentlicher Mittel ist dann kritisch zu sehen.



**Dominik Haselhorst**

Director Products Arable Systems  
Division Kverneland Group

„Diese ganzen Insellösungen (Telemetrie) bringen alle solange nichts, bis sie auf eine einheitliche Lösung gedrängt wurden. ISO-BUS ist dafür eigentlich ein gutes Beispiel, dass eine gemeinsame Schnittstelle in der Landwirtschaft funktionieren kann.“



Schnittstellen gehören prinzipiell zur Infrastruktur, sollten im Bereich der Landwirtschaft 4.0 aufgrund der vielfältigen Stakeholder und Ansprüche jedoch gesondert betrachtet werden. Als eine der ersten Schnittstellen der digitalen Transformation der Landwirtschaft gilt das Landwirtschaftliche Bus-System (LBS) von 1991, das 2001 in den ISOBUS überführt wurde. Diese Schnittstelle wurde zunächst für den standardisierten Datenaustausch zwischen Traktor und Anbaugerät entwickelt, wobei das ISO-XML-Format eine tragende Rolle spielt. Heute ist der ISOBUS eine wichtige Grundfunktion in der Precision Farming- und Landwirtschaft 4.0-Umwelt (Uppenkamp, 2021).

Aufgrund der zunehmenden Vernetzung von immer zahlreicheren digitalen Anwendungen und Plattformen werden von den Herstellern und Anbietern teils individuelle Application Programming Interfaces (API) bereitgestellt, die einen offenen herstellerübergreifenden Datentransfer ermöglichen. Beispiele dafür sind die Vernetzung der Climate FieldView Plattform mit Horsch-Applikationstechnik oder mit Claas Telematics (Schuhbauer, 2021; Schürer, 2021).

Einen offenen Datenaustausch bieten auch Schnittstellen wie DataConnect oder agrirouter, bei denen Maschinendaten und im Falle von agrirouter auch agronomische Daten herstellerübergreifend ausgetauscht werden können (Deter, 2019, 2020b).

Zudem bieten viele Landtechnikhersteller heute eigene Schnittstellen für den Datenaustausch zwischen ihren eigenen Maschinen, einer eigenen Datenplattform bzw. Kundenplattform und den eigenen Vertriebspartnern an. Beispiele hierfür sind Claas Telematics mit Claas connect und John Deere JDLink mit John Deere Operations Center (Feuerborn, 2020; Zapf, 2021).

Bisher sind also überwiegend der vorgelagerte Bereich und die landwirtschaftliche Praxis vernetzt, auch wenn hier noch weitere Maßnahmen und weitere Vernetzungen erfolgen müssen, und derzeit noch bestehende Barrieren zu überwinden. Zudem muss der Datenaustausch noch weiter vereinfacht und automatisiert werden.



**Torben Calenberg**

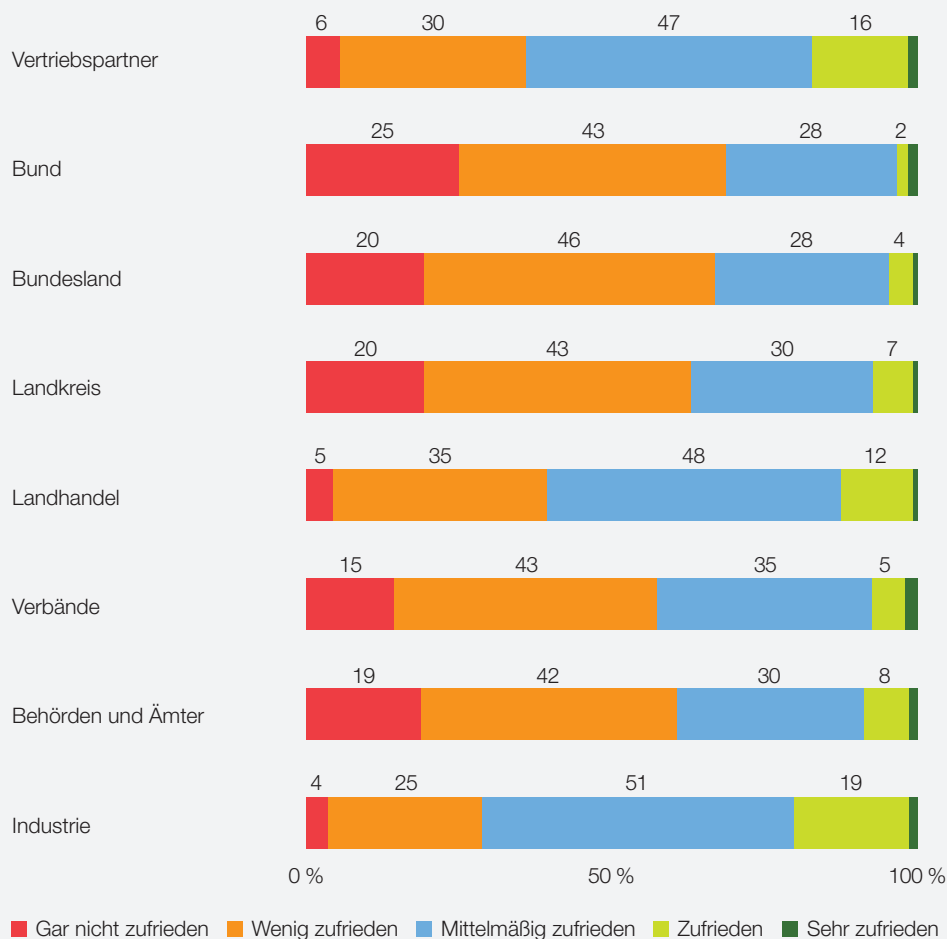
Geschäftsführer und Gründer, Betrico

„Wir brauchen eine einheitliche Schnittstelle, von der wir leider noch sehr weit entfernt sind. Wenn Dokumentation eingefordert wird, sollten die Behörden auch die entsprechende Voraussetzung (Schnittstellen, etc.) dafür liefern um den Landwirten das erfüllen der Pflichten zu ermöglichen. Die Landwirtschaft in NRW ist sehr inhomogen, dies ist ein zusätzliches Hemmnis für eine zügige Digitalisierung. Von - ich schicke meine Zettel in einem Schuhkarton zum Steuerberater – bis – ich bin ein volldigitaler Landwirt mit Farmmanagementsoftware und Assistenzsystemen - ist alles dabei.“



### Wie zufrieden sind Sie mit den digitalen Anwendungen folgender Institutionen?

Häufigkeit in %



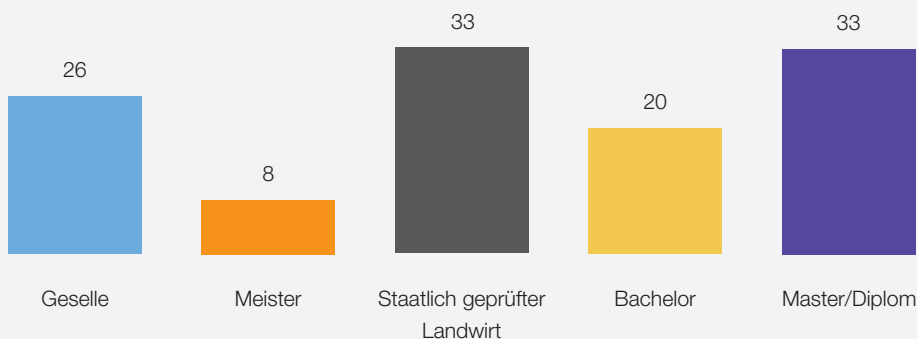


#### (4) Aus- und Weiterbildung:

Eine bedeutende Rolle für das Voranschreiten der digitalen Transformation steht der Aus- und Weiterbildung von Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen, aber auch von Führungskräften und Mitarbeitern der gesamten Hierarchie in den Betrieben zu. Neben Basics in Bezug auf Verständnis und Anwendung digitaler Werkzeuge, die bereits in der Schullaufbahn vermittelt werden müssen, muss die berufliche Aus- und Weiterbildung umfassendes Spezialwissen zu Landwirtschaft 4.0 vermitteln. Ein wachsender Teil der Betriebsleiter\*innen besitzt heute einen Hochschulabschluss, wobei dennoch Defizite hinsichtlich Landwirtschaft 4.0 vorhanden sind, sofern der Studienschwerpunkt nicht entsprechend auf diese Thematik ausgerichtet wurde. Für eine erfolgreiche Durchdringung der Landwirtschaft mit digitalen Anwendungen müssen aber auch „einfache“ Mitarbeiter wie Maschinenführer oder Melker „mitgenommen“ werden – trotz einer weiteren Automatisierung der entsprechenden digitalen Lösungen.

#### Welche Abschlüsse haben Sie?

Häufigkeit in % (bezogen auf Anzahl der Teilnehmer: 145)



Die Umfrageergebnisse zeigen ein starkes Ungleichgewicht bei der Vermittlung von digitalen Anwendungsprozessen in der Ausbildung. Je nach Bereich (Betriebsmanagement, Assistenzsysteme, Datenmanagement) gaben 64 bis 76 Prozent der Befragten an, dass diese Themen in der Ausbildung gar nicht (Wert 5) bis kaum (Wert 4) thematisiert wurden.



#### REBOUND

##### FÖRDERMASSNAHMEN

Schulung und Lehrmaterialien

##### Wie ist die Situation?

Schulungen und Lehrmaterialien sind unabdingbar für den Bildungserfolg. Dies ist momentan nur mäßig aufeinander abgestimmt, sowohl in staatlichen Bildungseinrichtungen als auch in der gewerblichen Wirtschaft.

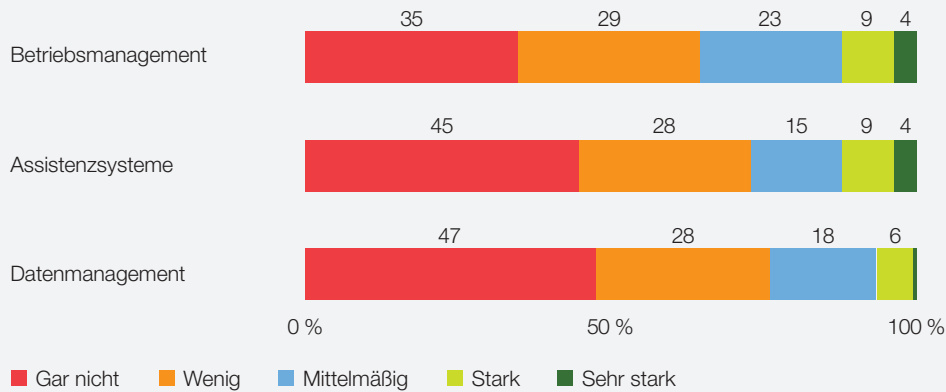
##### Welche Rebound-Effekte ergeben sich?

Ein Mangel an Bildung und Lehrmaterialien verhindert erfolgreiches Handeln in allen Bereichen der Landwirtschaft.



### Wie stark wurden folgende Anwendungsbereiche der Digitalisierung in Ihrer Ausbildung thematisiert?

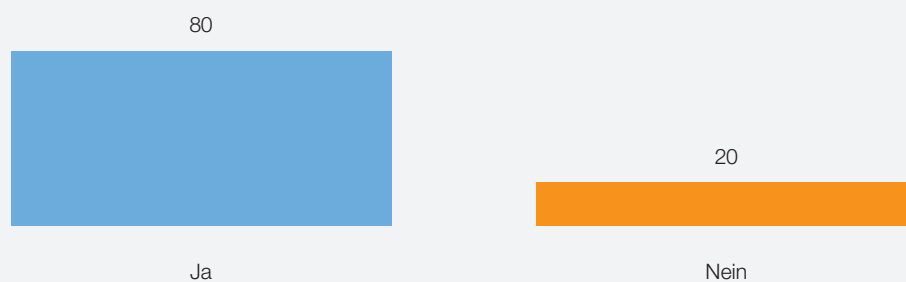
Häufigkeit in %



Dabei gaben 80 Prozent der an der Umfrage teilnehmenden Lohnunternehmer\*innen an, dass die Nachfrage nach digitalen Technologien stark vom Wissensgrad ihrer Kunden abhängt. Die Durchdringung der Landwirtschaft mit digitalen Lösungen muss also auch im Dienstleistungssektor über die Aus- und Weiterbildung der Landwirt\*innen erfolgen.

### Hängt die Nachfrage nach digitalen Anwendungen von der Ausbildung Ihrer Kunden ab?

Häufigkeit in %



Für eine entsprechende Vermittlung von digitalem Wissen ist es jedoch notwendig, weiter zu denken und auch die Aus- und Weiterbildungsorte selbst in den Blick zu nehmen. So ergab die Diskussion zu diesem Thema in einem der durchgeführten Workshops, dass Weiterbildung der Berufsschullehrer ein großer Schwachpunkt sei (Workshop 27.04.2021 10 Uhr).

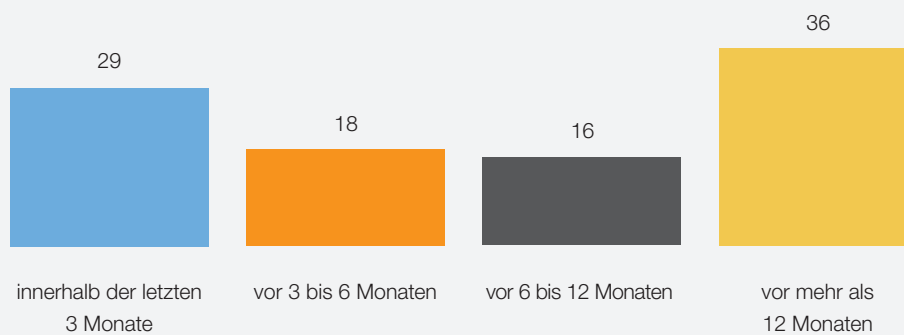




Aufgrund der hohen Arbeitszeitbelastung fehlt Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen häufig die Zeit für Weiterbildungsmaßnahmen. Dadurch liegt die letzte Weiterbildung bei der Mehrheit der Befragten bereits mehr als 12 Monate zurück. Dennoch wird auch angegeben, dass Angebote für Weiterbildungen zu Landwirtschaft 4.0 fehlen.

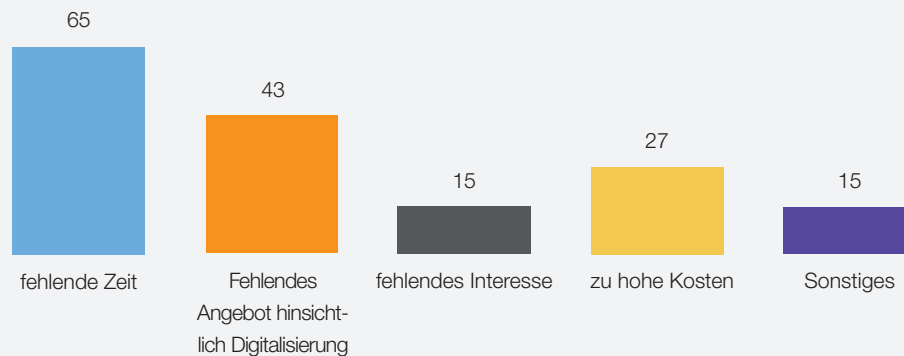
#### Wann haben Sie zuletzt ein Aus- bzw. Weiterbildungsangebot in Anspruch genommen?

Häufigkeit in %



#### Was hindert Sie daran Aus- und Weiterbildungsangebote zu nutzen?

Häufigkeit in % (bezogen auf Anzahl der Teilnehmer: 132)

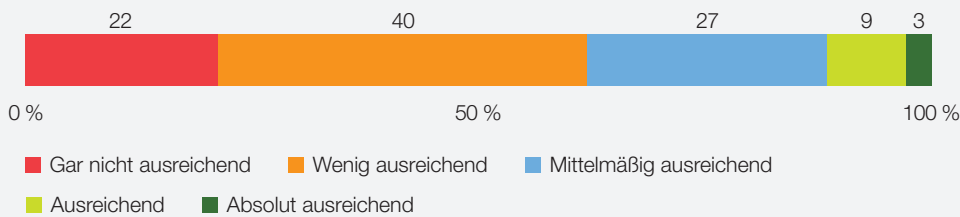




Dies bestätigt eine konkrete Fragestellung dazu in der quantitativen Forschung über die Online-Umfrage, in der fast 62 Prozent der Befragten mit Wert 1 und Wert 2 antwortete:

**Ist das Weiterbildungsangebot hinsichtlich digitaler Anwendungen Ihrer Meinung nach ausreichend?**

Häufigkeit in %



Die Thematik der Aus- und Weiterbildung wird im Kapitel Handlungsempfehlungen weiterführend aufgegriffen und diskutiert.

### (5) Beratung und Betreuung:

Neben der Aus- und Weiterbildung spielt unter Knowlegde-Aspekten auch die Beratung und Betreuung eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung von Landwirtschaft 4.0. Diese kann durch zahlreiche Institutionen erfolgen:

- Officialberatung (z.B. Landwirtschaftskammern, Landesanstalten, usw.)
- Private Beratungsunternehmen (direkt oder als Verbundberatung mit der Officialberatung)
- Hersteller/Anbieter von Technologien und Lösungen
- Verbände (z.B. Bauernverbände, Maschinenringe, Lohnunternehmerverbände)
- Fachmedien
- Fachmessen, Fachtagungen und sonst. Veranstaltungen, wobei die Beratung hier auch durch Vertreter von Industrie, öffentlichen Institutionen oder privaten Beratungsunternehmen erfolgt)

Je komplexer Prozesse, Technologien und Anwendungen sind, umso größer ist der Aufwand für die Beratung und Betreuung. Dies bestätigt auch die quantitative Onlineumfrage, bei der mehr als 42 Prozent der Befragten bei der digitalen Weiterentwicklung des eigenen Betriebes einen großen Einfluss bei der Beratung sehen. In der Befragung wurde nicht zwischen den beratenden Institutionen (siehe oben) unterschieden.



**Dr. Hermann Schmitz**

Leiter Landwirtschaft Pfeifer und Langen

„Wir von Pfeifer & Langen können in Kombination von Beratung und moderner Technologie die Zielerreichung der „Farm-to-Fork“-Strategie fördern. Eine digitale Infrastruktur in der Fläche ist dafür notwendig. Ich sehe z. B. die Kombination von moderner Hacktechnik und Spot Spraying als Brückentechnologie zur Zielerreichung.“



**Benjamin Schutte**

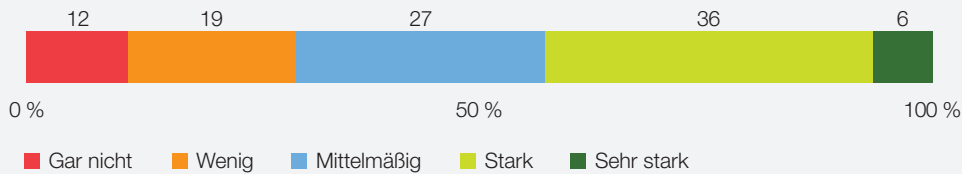
Geschäftsführung Vertrieb,  
CLAAS Vertriebsgesellschaft mbH

„Bei Claas werden die Kunden durch ein Tandem aus hausinternen easy-Spezialisten und Connectivity Beratern auf Seiten der Vertriebspartner auf ihrem Weg in die digitalisierte Landwirtschaft begleitet. Dies ermöglicht eine Kombination aus technischem Fachwissen und einer möglichst kundennahen Betreuung und Beratung.“



#### Wie viel Einfluss hat die Beratung auf die digitale Weiterentwicklung Ihres Betriebes?

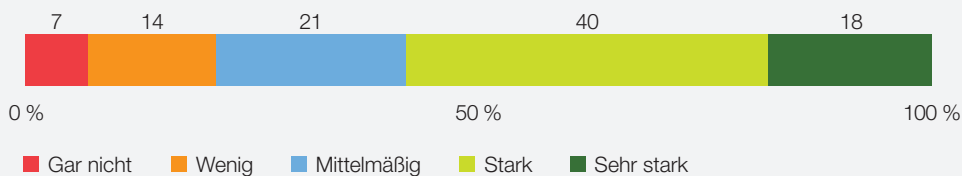
Häufigkeit in %



Während die Beratung vor der Anschaffung einer Technologie oder der Anwendung eines Verfahrens oder eines Prozesses erfolgt, wird die Betreuung während der Anwendung notwendig – oftmals v.a. in den frühen (Einarbeitungs-)Phasen. In der quantitativen Onlineumfrage gaben rund 58 Prozent der Befragten an, dass die Beratung einen großen bis sehr großen (Wert 4 und Wert 5) Einfluss auf die digitale Weiterentwicklung ihres Betriebes hat. Damit wird der Betreuung mehr Gewichtung beigemessen, als der Beratung.

#### Wie viel Einfluss hat die Betreuung auf die digitale Weiterentwicklung Ihres Betriebes?

Häufigkeit in %



#### (6) Fördermaßnahmen:

Fördermaßnahmen stellen ein wichtiges Instrument für eine Weiterentwicklung von Landwirtschaft 4.0 dar. Dafür stehen verschiedene Werkzeuge und Maßnahmen zur Verfügung (Kapitel 2.3). Neben Inhalten und Zielen von Fördermaßnahmen ist die Kommunikation an die relevanten Stakeholder extrem wichtig. Laut der quantitativen Online-Umfrage fühlt sich nur ein sehr geringer Teil der Befragten ausreichend zu Fördermaßnahmen informiert (Wert 4 und 5), während negative Bewertungen zu dieser Fragestellung mehr als 71 Prozent ausmachen.



**Dr. Thorsten Krämer**

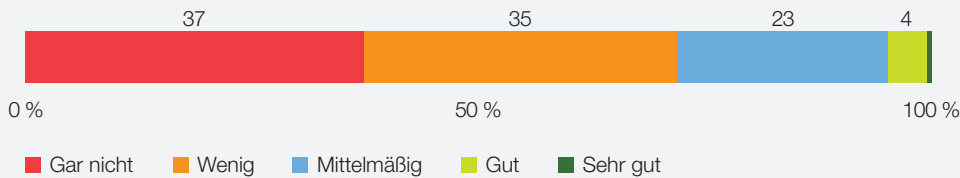
Raiffeisen Waren-Zentrale Rhein-Main eG

„Die Verwendung digitaler Lösungen in landwirtschaftlichen Betrieben nimmt zu, wenn eine Förderung sowohl auf einzelbetrieblicher Ebene (z.B. Beratungsleistungen) als auch flächenspezifisch (z.B. x €/ha bei Nutzung von variablen Aussaat-/Dünge- oder Pflanzenschutzapplikationskarten) erfolgt.“



**Wie gut fühlen Sie sich zu öffentlichen Fördermaßnahmen hinsichtlich der Digitalisierung in der Landwirtschaft informiert?**

Häufigkeit in %



Da sich aus den Antworten in der Online-Befragung, aber auch in den Workshops und den Experteninterviews zahlreiche Verbesserungsvorschläge ergaben, soll auf den Punkt Fördermaßnahmen in den Handlungsempfehlungen (siehe 2.3) näher eingegangen werden.

**(7) Datenhoheit:**

Als eines der schwerwiegendsten Hemmnisse für die Weiterentwicklung der Landwirtschaft 4.0 wird häufig das Thema Datenhoheit genannt. Dennoch wird diesem Aspekt auch großes Potenzial zugeschrieben, insbesondere hinsichtlich einer gewissen Transparenz vor den Aspekten Umweltschonung und Produktion hochwertiger, gesunder Nahrungsmittel. „Die Datenerhebung zur Transparenzschaffung hat ein riesen Potential den Beruf des Landwirtes in der Gesellschaft besser zu stellen.“ (Dominik Haselhorst; Kverneland Group)

Daher scheint eine gewisse Diskrepanz zwischen der Wahrnehmung des Themas Datenhoheit und individuellen Standpunkten der Landwirt\*innen zu geben: Die Datenhoheit ist nicht das Problem, warum man sich der Digitalisierung nicht mehr öffnet (Workshop 27.04.2021 10 Uhr).

Zudem wird häufig angebracht, dass der Datenhoheit eine immer geringere Wertung gegeben wird, je größer der Vorteil für die Landwirt\*innen bei Bereitstellung bestimmter Daten ist: Was sind Daten wert? Solange der Landwirt einen Mehrwert sieht, spielt Datensicherheit keine große Rolle (Workshop 28.04.2021 14 Uhr).

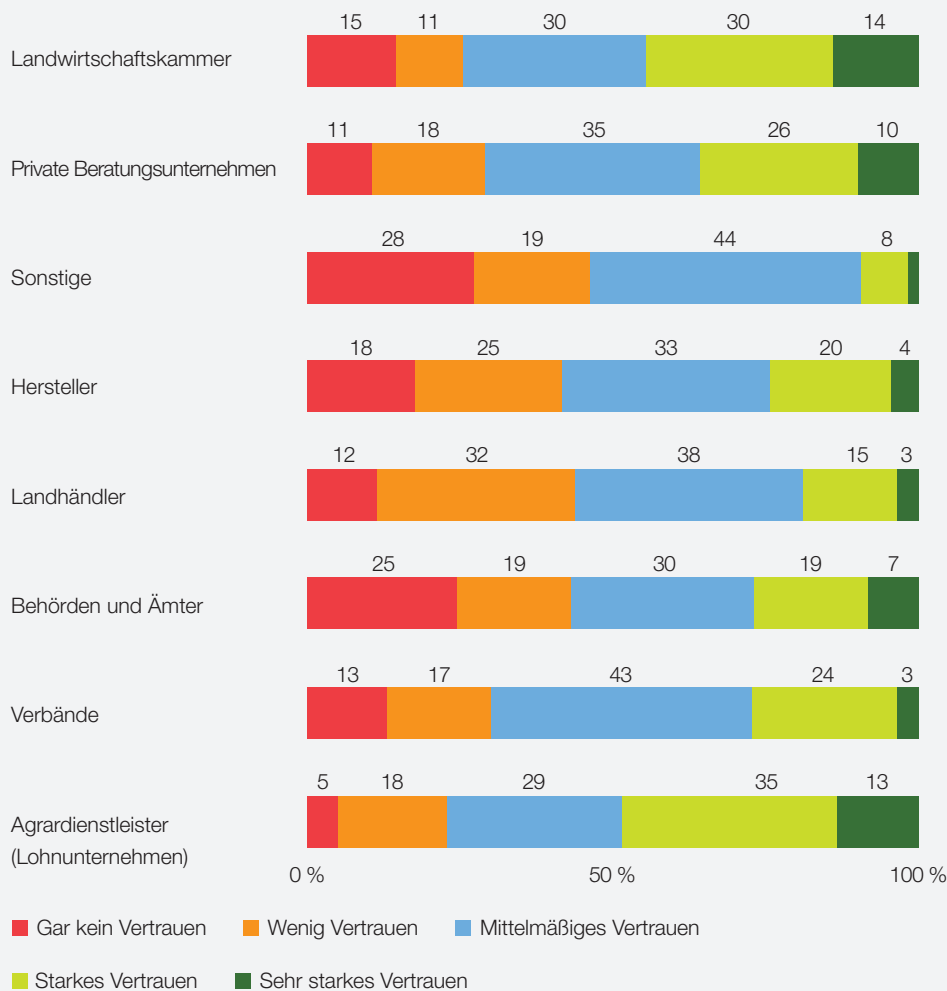
Dabei spielen monetäre (Einkommenssituation/Rentabilität) und nicht-monetäre (z.B. Work-Life-Balance) Gesichtspunkte eine Rolle. Dennoch ist nicht von der Hand zu weisen, dass es Unsicherheiten und Ängste bzgl. möglicher Restriktionen oder Strafen bei der Bereitstellung sensibler Daten für staatliche Datenbanken oder Datenmanagementplattformen gibt (Workshop 28.04.2021 18 Uhr).



Aus der quantitativen Onlineumfrage geht hervor, dass Lohnunternehmen, private Beratungsunternehmen und die Landwirtschaftskammer (NRW) das höchste Vertrauen bei den Landwirt\*innen unter dem Aspekt Datensicherheit genießen. Dagegen ist das Vertrauen in Hersteller, in den Landhandel und in Behörden und Ämter deutlich niedriger. Gründe für diese Gewichtung und mögliche Lösungen zur Steigerung des Vertrauens werden in den Handlungsempfehlungen (siehe (7) in 4. Handlungsempfehlungen) näher betrachtet und diskutiert.

#### Zu welchen Instanzen haben Sie hinsichtlich der Datensicherheit das meiste Vertrauen?

Häufigkeit in %







Aus Herstellersicht hemmt die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) ein Stück weit die breite Anwendung von digitalen Lösungen (z.B. Datenerhebung für das Flottenmanagement, insbesondere GPS-Koordinaten und Status der Maschine), da eine Maschinenüberwachung unter gewissen Aspekten auch einer Mitarbeiterüberwachung nahekkommt. Technische Lösungen wie Blockchain können jedoch nicht eingeführt werden, solange die Datenerhebung nicht vollständig gesichert ist.

### **3.3 Umfragebasierte SWOT-Analyse der Landwirtschaft 4.0 in NRW**

Aus den Ergebnissen der Umfragen, Workshops und Experteninterviews ergeben sich Ansätze für eine klassische SWOT-Analyse hinsichtlich der übergeordneten Technikfolgenabschätzung. Diese lassen sich sowohl auf den Standort NRW wie auch auf die bundesweite Landwirtschaft beziehen.

Konkret für den Standort NRW ist die SWOT-Analyse stets in Zusammenhang mit den genannten Standortbedingungen und Standortvorteilen zu betrachten (siehe 2.1.2 & 2.1.3). Interessant wäre vor diesem Hintergrund ein Abgleich mit anderen Bundesländern, insbesondere mit den Neuen Bundesländern mit deutlich anderen Agrarstrukturen und verbreitet genossenschaftlichem Ansatz. Dies könnte Ansatz einer weiterführenden Studie sein.

#### **Interne Faktoren:**

Grundsätzlich sind die Landwirt\*innen uneinig bzw. unsicher, ob die Digitalisierung die Work-Life-Balance verbessert oder verschlechtert. Mobilität, Arbeitserleichterung und Zeitersparnis stehen einer zunehmenden Komplexität und wachsenden Datenmengen gegenüber. Hier gilt es, für einen erfolgreichen weiteren Ausbau der Landwirtschaft 4.0 die Vorteile stärker in den Vordergrund zu rücken – beispielsweise durch eine Vereinfachung der Bürokratie, eine Verbesserung des Anwenderwissens zu digitalen Lösungen und noch mehr Automatismen.

In der betriebsinternen Perspektive wird die Digitalisierung überwiegend positiv betrachtet. Fahrerentlastung und Automatisierung sind hier die relevantesten Stärken, aber auch den Bereichen Qualitätssicherung, Kontrolle, Genauigkeit und Effizienz wird eine große Bedeutung beigemessen. Auch Ertragssteigerungen bzw. Ertragssicherung werden als Stärken genannt.

#### **Externe Faktoren:**

In der Betrachtung externer Einflüsse werden Kontrolle, Einfluss auf den Tierschutz und die Digitalisierung als Investitionsmöglichkeit von etwa jeweils der Hälfte der Befragten als Chance und Risiko gesehen. Abhängigkeit und Datenhoheit werden als größte Risiken gesehen, während Öffentlichkeitsarbeit, Belegbarkeit (Dokumentation/Monitoring), Transparenz und Imagepflege als Chancen angesehen werden. Hierbei übernimmt Digitalisierung im Zusammenspiel mit anderen Maßnahmen in Hinblick auf Regionalität und Umweltschutz und der Möglichkeit neuer Geschäftsmodelle eine wesentliche Schlüsselfunktion.



Grundsätzlich zeigt sich, dass das Risiko der Datenhoheit überwunden werden kann, wenn sich durch Nutzung der Daten das Image der Landwirtschaft verbessert und ein positiver Effekt auf die wirtschaftliche Situation der Betriebe gegeben ist.

### Stärken

- Automatisierung
- Fahrerentlastung
- Qualitätsicherung
- Mobilität
- Wirtschaftliche Analyse / Entscheidungshilfe
- Arbeitserleichterung
- Effizienzsteigerung
- Kontrolle / Genauigkeit / Dokumentationssicherheit

### Schwächen

- Datenmengen
- Komplexität

### Chancen

- Belegbarkeit
- Neue Geschäftsmodelle
- Öffentlichkeitsarbeit
- Imagepflege
- Prognosefähigkeit
- Transparenz
- Regionalität
- Umweltschutz
- Rückverfolgbarkeit

### Risiken

- Bürokratie
- Datensicherheit
- Abhängigkeit
- Datenhoheit



**Jörg Sudhoff**

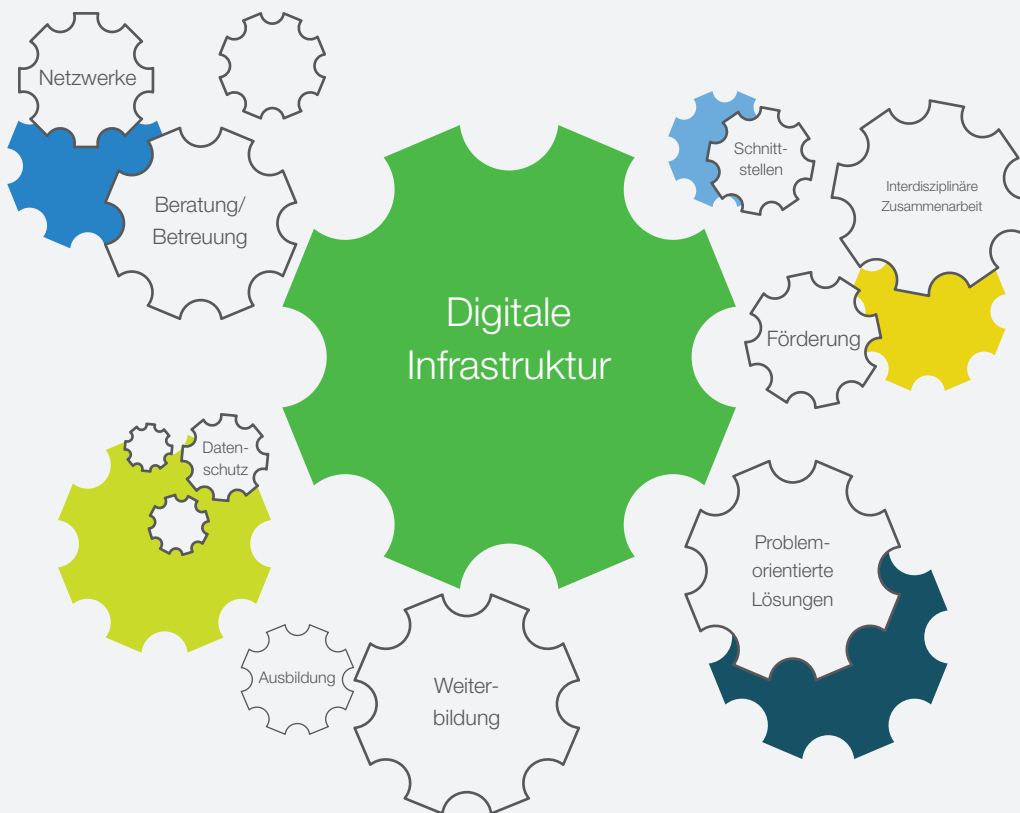
Mitglied des Vorstandes, AGRAVIS

„Der Mut zur Veränderung benötigt in der Landwirtschaft hier und da noch mehr Begeisterungsfähigkeit. Die Digitalisierung wird uns aber hier Schritt für Schritt neue Möglichkeiten aufzeigen. Um diese Chancen aber tatsächlich auch erlebbar zu machen, müssen Wirtschaftlichkeit und Risiken in Einklang kommen.“



#### 4. Handlungsempfehlungen

Aus der quantitativen und qualitativen Forschung gemäß des Mixed Methods-Ansatzes werden konkrete Handlungsempfehlungen in den in Kapitel 3.1 aufgeführten Bereichen präsentiert. In Interviews mit Verbänden und Unternehmen der Agrarbranche wurden Standpunkte und Erfahrungen hinsichtlich der digitalen Transformation in der Praxis direkt abgefragt, wobei auch Unternehmen des vor- und nachgelagerten Bereichs (z.B. Landtechnikhersteller, Versicherungen) eingebunden wurden. Zudem wurden die Ergebnisse der Umfragen präsentiert und mit den Interviewteilnehmern kritisch diskutiert bzw. mit den Erfahrungen aus ihren Bereichen abgeglichen. Aus der Summe der Schlussfolgerungen und Einschätzungen in den drei Etappen der Informationsevaluierung werden nun Handlungsempfehlungen und konkrete Roadmaps für jeden Bereich der Digitalisierung abgeleitet.



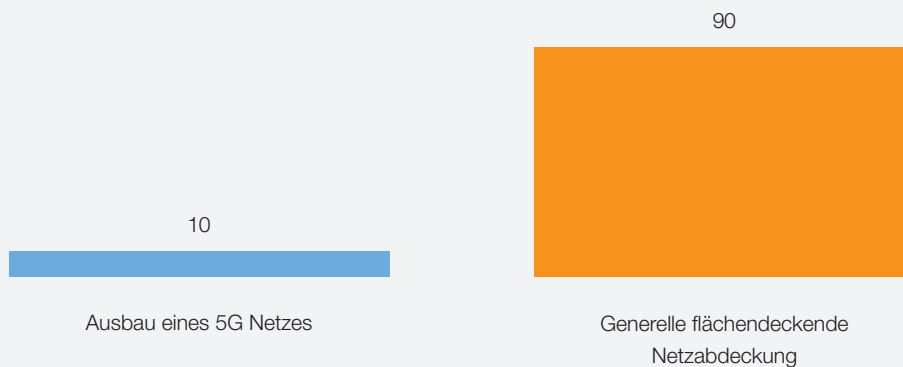


### (1) Infrastruktur:

Aus der quantitativen und qualitativen Forschung ging hervor, dass seitens der Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen eine deutliche Unzufriedenheit mit der aktuellen Infrastruktur besteht. Dies betrifft insbesondere den Breitbandausbau und die Netzabdeckung. Auf die konkrete Fragestellung, ob der Ausbau des 5G-Netzes oder eine generelle flächendeckende Netzabdeckung Vorrang haben sollte, beantwortet fast 90 Prozent der Teilnehmer dies zugunsten der flächendeckend guten Netzqualität.

#### Wo sehen Sie einen größeren Handlungsbedarf bzw. eine größere Notwendigkeit?

Häufigkeit in %



Diese ist für die Grundlagen der Kommunikation in vielen Betrieben – also über das Smartphone, ebenso wichtig, wie für Bereitstellung von RTK-Korrekturdaten für automatische Lenksysteme und die teilflächenspezifische Applikation (ebenso wie für Section Control-Funktionen) und für die Nutzung von Datentransfers per Telemetrie (auf Basis von GSM/UMTS).

Auch der Breitbandausbau muss für eine erfolgreiche weitere digitale Transformation der Landwirtschaft zügig vorangetrieben werden. Dabei geht es um den schnellen und sicheren Zugang zu server- oder cloudbasierten Datenplattformen und Schnittstellen genauso, wie um Zugang zu Vermarktungsplattformen (Warenterminbörsen; Direktvermarktung) und um die Präsentation des eigenen Betriebes für die Öffentlichkeitsarbeit, die Direktvermarktung oder weitere Möglichkeiten wie Urlaub auf dem Bauernhof-Angebote. Dabei beschäftigen Internetprobleme nicht nur die Landwirt\*innen, sondern auch den vor- und nachgelagerten Bereiche (z.B. externe Wartung eines Melkroboters, Remote Service eines Mähdreschers, usw.) (Workshop 28.04.2021 14 Uhr). Zudem ist ein flächendeckender Breitbandausbau wichtig für die Attraktivität des Ländlichen Raumes als Lebensmittelpunkt – beispielsweise junge Familien mit Kindern. Angesichts des zukünftig zu erwartenden immer stärkeren Trends hin zu Homeoffice erhält dieser Aspekt eine noch wichtigere Relevanz.



### Handlungsempfehlung

- Ausbau einer flächendeckenden digitalen Infrastruktur ohne blinde Flecken

### Zu erwartende Vorteile | Landwirtschaft und Agribusiness

- Erleichterung des Datenaustausches zwischen verschiedenen Plattformen
- Einsatz neuer Technologien für eine nachhaltige Nahrungsmittelproduktion (Cloud, Blockchain)
- Neue Geschäftsmodelle (Onlinevermarktung usw.)
- Ausbau neuer Servicedienstleistungen (Fernwartung, Webinare, Tutorials)
- Erleichtertes Personal- und Flottenmanagement (Aushilfen und Saisonkräfte)

### Zu erwartende Vorteile | Allgemein

- Steigerung der Lebensqualität des ländlichen Raumes
- Steigerung der Attraktivität von Arbeitsplätzen im ländlichen Raum
- Vorteile für die Aus- und Weiterbildung im ländlichen Raum
  - Nutzung von Onlineschulungsangeboten

## (2) Schnittstellen:

Die Verfügbarkeit von Schnittstellen stellt einen gewichtigen Faktor für die erfolgreiche digitale Transformation der Landwirtschaft dar. Auch hier zeigen sich bei der Befragung von Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen sowie Stakeholdern der Agrarbranche Schwächen. Dabei werden verschiedene Schnittstellen unterschieden – die teilweise bereits breit verfügbar sind, teils aber auch noch entwickelt werden müssen. Defizite kristallisierten sich in der quantitativen und qualitativen Forschung vor allem in Bezug auf Schnittstellen zu Behörden und Ämtern, aber auch in der Innenwirtschaft, heraus.

Zur Konnektivität innerhalb von Lebensmittelunternehmen und in der Lebensmittel-Wertschöpfungskette vermerkt die Food Processing Initiative (2020): „Das Erfassen und Überwachen von Daten einer Maschine oder Anlage ist eine Sache, aber viel interessanter wird es, wenn die Daten von verschiedenen Maschinen oder sogar verschiedenen Anlagen aggregiert, verglichen und genutzt werden können. Deshalb brauchen intelligente Systeme in der Lebensmittelindustrie die Möglichkeit, sich miteinander zu verbinden und Informationen auszutauschen, am ehesten über die Cloud. Anbieter digitaler Lösungen werden Zeit und Ressourcen in die Implementierung strenger Sicherheitslösungen investieren müssen, aber auch in die Gewinnung des Vertrauens der Unternehmen in der Lebensmittelwertschöpfungskette.“



**Maximilian von Loebbecke**

Geschäftsführer, 365FarmNet

„Eine dringliche Aufgabe des Staates ist, seine Ämter und Behörden zu digitalisieren und für einheitliche, funktionierende Schnittstellen zu sorgen. Hierfür darf man auch pragmatisch sein und bereits vorhandene und funktionierende Standards übernehmen. Landwirtschaftliche Betriebe und die Industrie werden diese bedienen mit entsprechenden Applikationen, auch um bisher komplex umsetzbare Antrags und Prüfverfahren oder Nachweispflichten digital zu erfüllen. Hier sehe ich den größten Bedarf und die größten Chancen für eine drastische Reduktion der Bürokratiekosten. Aufbau und Bereitstellung der Applikationen selbst sind Aufgabe der Wirtschaft, nicht des Staates.“



### BEST PRACTICE

ISOBUS ist ein Beispiel wie einheitliche Schnittstellen in der Landwirtschaft funktionieren können.



### BEST PRACTICE

Funkzellenabfragen Transparenzsystem Berlin (FTS). Die Software gehört dem Land Berlin und wurde durch eigene Kompetenzen entwickelt. Dies hat zu starken Kosteneinsparungen geführt. Zudem können andere Bundesländer eine Lizenz zur Nutzung dieses Systems erwerben, die wesentlich günstiger ist als die eigene Entwicklung oder private unternehmerische Angebote. Beispiel dafür, wie das Land NRW z.B. eine Software zur digitalen Dokumentationsverwertung aufbauen kann an die Landwirt\*innen Daten übermitteln, die dann auch von anderen Bundesländern übernommen wird.





Daraus ergeben sich zwei wesentliche Handlungsbereiche:

1. Bundeseinheitliche Schnittstelle zur Optimierung der landwirtschaftlichen Produktion: Zugriff auf relevante Daten und Informationen zur Optimierung und beschleunigten Bearbeitung, beispielsweise Bodenkarten, Höhenkarten, Anträge, Richtlinien, Dokumentationen usw. NRW ist hier in diesem Bereich verglichen mit anderen Bundesländern bereits ziemlich weit. Allerdings müssen hier weitere Anstrengungen unternommen werden, um Schnittstellen weiter voranzutreiben. NRW kann dabei als Best-Practise-Vorbild für andere Bundesländer dienen.

2. Entwicklung einer bundeseinheitlichen Datensprache bzw. Daten-Semantik für GAP, Cross Compliance und ggf. QS. Dies würde dazu führen, dass jedes Farm Management Informations System (FMIS) dahingehend programmiert werden könnte, was den Datenaustausch und die Automatisierung von Bereichen wie der Anbauplanung erheblich vereinfachen würde. Im Optimalfall können Daten zu beispielsweise Cross Compliance- oder QS-Vorgaben direkt von den Behörden in FMIS integriert bzw. übertragen werden, wodurch eine Aktualisierung bei veränderten Richtlinien nur von den Behörden erfolgen muss.



**Burkhard Sagemüller**

Entwicklungsleiter,  
LEMKEN GmbH & Co. KG

„In NRW gibt es starke Unternehmen im landwirtschaftlichen Bereich, die aus Mangel an Institutionen, wissenschaftlichen Standorten und Projekten heute häufig in anderen Bundesländern aktiv sind. Es gibt kaum Forschungsprojekte mit landwirtschaftlicher oder landtechnischer Ausrichtung, die von einer Forschungseinrichtung oder einer Hochschule in NRW initiiert werden.

Es müssen Projekte gefördert werden, die für eine Vernetzung und Kompatibilität in der Landwirtschaft eintreten, um einer Monopolisierung entgegenzuwirken. Darunter zählen im speziellen diskriminierungsfreien Zugang zu landwirtschaftlichen Plattformen, standardisierte Datenformate und eine Sicherstellung der Interoperabilität von Systemen. Bei einem solchen Thema könnte NRW eine richtungsweisende Rolle übernehmen.

Die Landwirtschaft und die Landtechnik werden eine wesentliche Rolle bei der weitergehenden Digitalisierung der Gesellschaft übernehmen. Denn Digitalisierung der Gesellschaft bezieht sich nicht nur auf die Nutzung von mobilen Endgeräten und die Mobilität. Ein deutlich weiterreichendes Feld ist die Ernährung und das Wohlbefinden der Gesellschaft. Hier müssen die Aktivitäten in NRW deutlich erhöht werden.“

#### Handlungsempfehlung

- Bundeseinheitliche Schnittstelle als zentrale Datenaustauschplattform für alle
- behördlichen Daten, Anträge, Dokumentationen (Katasterdaten, Bodenschätzung, PSM-Datenbank, Wetterdaten)
- Bundeseinheitlich Schnittstelle für GAP
- Förderung einer gemeinsamen Daten-Semantik (Tier- und Pflanzenproduktion)
- Initiative zur Vereinheitlichung von Schnittstellen auf Länderebene ist notwendig

#### Zu erwartende Vorteile | Landwirtschaft und Agribusiness

- Vereinfachung des Zugangs zu Officialdaten durch Schaffung einer zentralen Zugangsschnittstelle
- Vereinfachung der Übermittlung von Anträgen und Erledigung von Dokumentationspflichten
- Optimierung von pflanzenbaulichen Maßnahmen bis hin zur teilflächenspezifischen Bewirtschaftung (Applikationskarten usw.)  
> Steigerung der Effizienz und Einsparung von Betriebsmitteln
- Verbesserung der Produktion unter Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit
- Erleichterung des Datenaustausches zwischen verschiedenen Plattformen
- Erleichterte Erfüllung von Dokumentationspflichten
- Bessere Kommunikation zwischen Akteuren der Landwirtschaft  
> Imageverbesserung der Landwirtschaft/Öffentlichkeitsarbeit

#### Zu erwartende Vorteile | Allgemein

- Bessere Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln
- Behördliche Effizienz wird gesteigert und damit die Kosten für die Allgemeinheit verringert



### (3) Vernetzung der Nahrungsmittelproduktion

NRW zeichnet sich durch eine überdurchschnittlich ausgeprägte Lebensmittelwirtschaft mit den im bundesweiten Vergleich höchsten Beschäftigungs- und Umsatzkennwerten aus (Food Processing Initiative, 2020). Anspruch ist es, bei Qualität und Verarbeitung der produzierten Lebensmittel weltweit führend zu sein. Gleichzeitig sind am Standort NRW wichtige und in ihren Produktbereichen teils führende Landtechnikhersteller angesiedelt. Eine Besonderheit ist hierbei, dass viele Unternehmen aus dem vor- und nachgelagerten Bereich inhabergeführt sind. Daraus ergeben sich Chancen, Innovationen und Unternehmertum im Bereich der Produktions- und Verarbeitungstechnik für Produkte vom Feld und aus dem Stall zusammenzubringen und gemeinsam mit der Praxis sowie verschiedenen Bildungsträgern an der weiteren digitalen Transformation und der digitalen Unterstützung beim Erreichen von Zielen der „Farm to Fork“ Strategie zu arbeiten. Ziel sollte es sein, die Produktion von Nahrungsmitteln mit den vor- und nachgelagerten Bereichen mithilfe der Digitalisierung noch enger zu vernetzen. Dabei könnte auf bereits bestehende Schnittstellen in der Landtechnik und Erfahrungswerte der Hersteller bei der Einführung herstellerübergreifender Datenschnittstellen (ISOBUS, APIs) zurückgegriffen werden. Dies kann v.a. unter Stärkung der regionalen Vermarktungsketten zu einer engeren Bindung von Erzeugerseite und Verbraucherseite führen. Die SWOT-Analyse in Kapitel 4 zeigt eine grundsätzliche Bereitschaft seitens der Landwirt\*innen dazu.

#### Handlungsempfehlung

- Förderung der Entwicklung eines Netzwerkes zwischen Landwirtschaft, Verarbeitung und Maschinenbau im Bereich Landtechnik und Verarbeitungstechnik
- Die Digitalisierung in diesen Bereichen kann die Ziele von „Farm to Fork“ unterstützen und den Transformationsprozess erleichtern.
- Bildung eines Round Table mit allen Stakeholdern aus den oben genannten Bereichen zur Erarbeitung eines Big Pictures

#### Zu erwartende Vorteile | Landwirtschaft und Agribusiness

- Bessere Nutzung von vorhandenen Daten aus der Produktion
- Verbesserung der Nachhaltigkeit der Lebensmittelerzeugung
- Verbesserung der Transparenz in allen Stufen

#### Zu erwartende Vorteile | Allgemein

- Höhere Transparenz
- Bessere Kommunikation zwischen Akteuren der Landwirtschaft und den Endverbrauchern
- Sicherung von Arbeitsplätzen und Produktionsstandards in NRW
- Praxisorientierte Referenzprojekte sichern Innovation und Marktanteile



**Norbert Reichl**

Geschäftsführer,  
Food-Processing Initiative e.V.

Es wird entscheidend sein, die Unternehmen in diesem Prozess zu unterstützen, um die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken und Arbeitsplätze zu schaffen. Hierbei kommt zunächst der Innovationsförderung eine wichtige Rolle zu, die nicht nur die Erforschung, sondern insbesondere die Entwicklung neuartiger, anwendbarer Lösungen bei Produkten, Prozessen, Technologien und Geschäftsmodellen bis zur Marktreife zum Ziel hat. Zudem gilt es, den Aufbau von Netzwerken – oder moderner „Cluster“ – zu fördern, um die Akteure des Innovations-Ökosystems Ernährungswirtschaft aus Produktion, Verarbeitung, Technologie und Forschung in einen engen Dialog zu bringen und damit den Transfer und die Etablierung nachhaltiger Innovationen zu begünstigen. Nicht zuletzt sind Entwicklungsräume in wichtigen Zentren des Sektors zu etablieren, um neue Lösungen zu testen und zu erproben, die dann in den Unternehmen eingesetzt werden können.



Dies deckt sich mit Aussagen der Food Processing Initiative (2020). Diese empfiehlt, aus dem traditionellen Innovationsökosystem (IÖS) eine Transformation hin zu einem digitalen Innovationsökosystem zu initiieren. „In diesem IÖS werden neue Lösungen für die Agrar- und Ernährungswirtschaft vor allem durch das Zusammenspiel von Partnern aus der Prozesstechnik, der Forschung und Entwicklung und Akteuren aus der Agrar- und Lebensmittelkette entwickelt, die ein zentrales „Dreieck“ im Innovationszyklus bilden.“

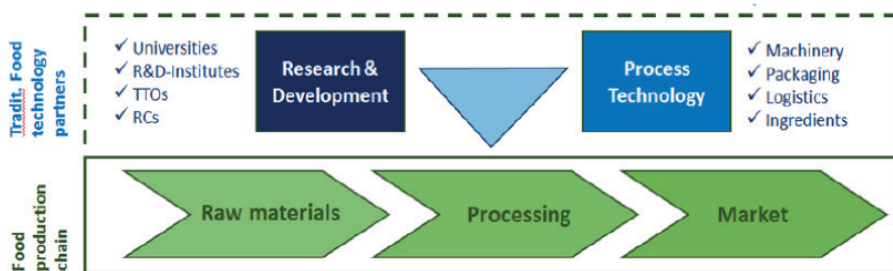


Abbildung 23: Bisheriges traditionelles Innovationsökosystem (Quelle: Food Processing Initiative, 2020)

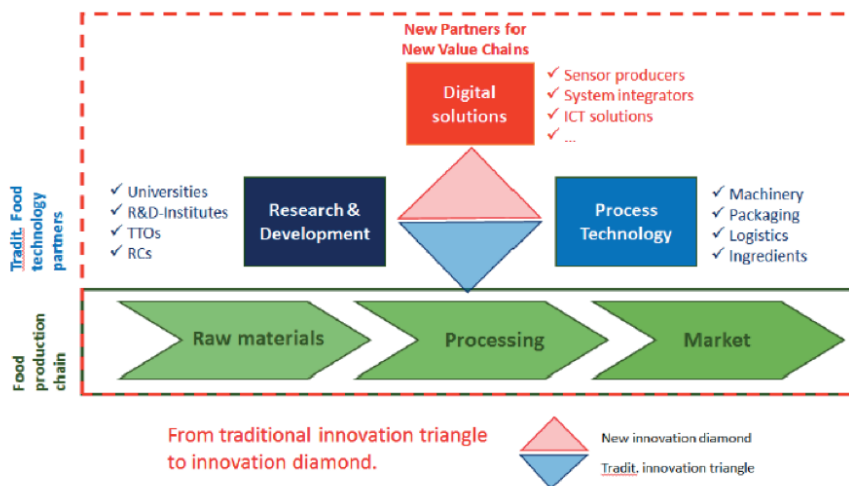


Abbildung 24: Digitales Innovationsökosystem (Quelle: Food Processing Initiative, 2020)



**Dr. André Vielstädte**

Geschäftsführer, Tönnies Central Services GmbH & Co. KG

„Unser Nachhaltigkeitsziel in der gesamten landwirtschaftlichen Lebensmittelkette ist es in Kreisläufen zu denken, zu handeln und damit auch zu digitalisieren. Ein Beispiel ist die digitale Erfassung des Nitratgehalts im Schweinestall, die pflanzen-genaue Ausbringung des Düngers und damit die exakte Kartographierung der Ackerflächen. Auch die digitale Erfassung der Futterzusammensetzung und die individuelle Betreuung des Tieres muss weiterentwickelt werden, um das oberste Ziel des Kreislaufsystems zu erfüllen. Wir dürfen nicht mehr in das System herein-geben, als wir wieder herausholen.“



#### (4) Aus- und Weiterbildung:

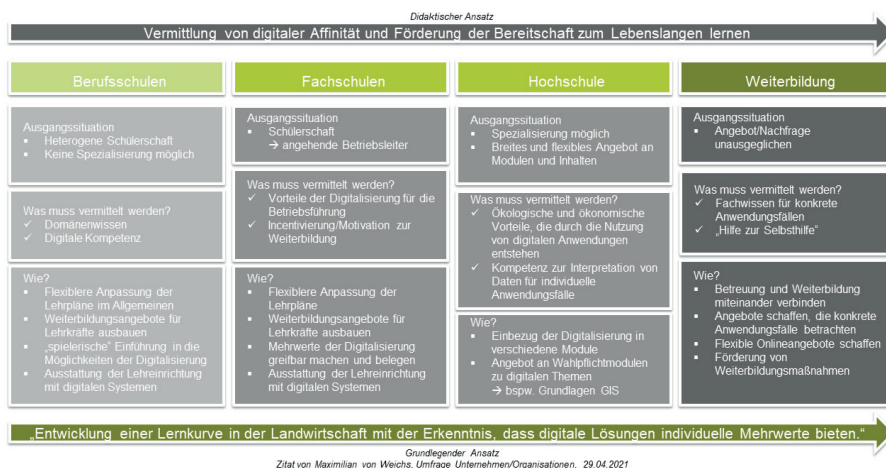
Aus der quantitativen und qualitativen Forschung ging hervor, dass Grundlagen- und Anwenderwissen zu Landwirtschaft 4.0 in der Ausbildung oftmals noch zu wenig vermittelt wird. Dies stellt ein wesentliches Hemmnis für den Einstieg oder die Weiterentwicklung des Betriebes in Richtung Landwirtschaft 4.0 (Digitalisierung Stufe 1 bis 4) dar. Als Grundlage für eine qualifizierte Ausbildung in diese Richtung ist es erforderlich, dass das Ausbildungspersonal auf dem aktuellen Stand des Wissens ist. Besonders an Berufsschulen ist die Vermittlung von Wissen und Kompetenz zu Landwirtschaft 4.0 aufgrund der heterogenen Schülerschaft und der teils eher geringen finanziellen Möglichkeiten eine große Herausforderung, während Hochschulen bessere Möglichkeiten und i.d.R. eine bessere Vernetzung zu relevanten Stakeholdern der Landtechnikbranche besitzen.



**Andreas Pelzer**

Leiter der Bereiche Bildung und Rinderhaltung im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse der Landwirtschaftskammer Nordrhein Westfalen

„Mensch, Tier und Technik haben lange Zeit immer zusammen funktioniert. Heute reicht das nicht mehr aus, heute brauchen wir Mensch, Tier, Technik und Digitalkompetenz – alles muss aufeinander abgestimmt werden. Landwirte sind hier oft technisch und fachlich überfordert.“



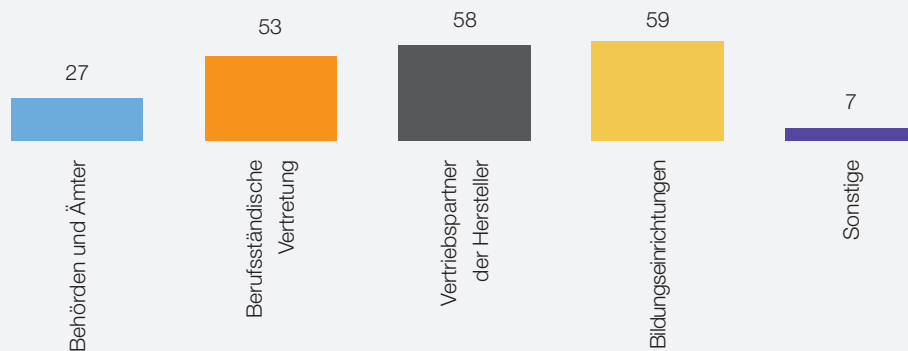
Quelle: Julia Mehr, Bachelorthesis, 2021



Dort, wo aus vielfältigen Gründen kein ausreichendes Wissen zu Landwirtschaft 4.0 in der Ausbildung vermittelt wurde, besteht die Möglichkeit dieses über eine individuelle Weiterbildung anzueignen oder zu vertiefen. Laut der quantitativen Forschung werden hier Bildungseinrichtungen und Vertriebspartner in etwas zu gleichen Anteilen in der größten Verantwortung gesehen, gefolgt von berufsständischen Vereinigungen (z.B. Bauernverbände, Lohnunternehmerverbände, Maschinenringe, usw.). Behörden und Ämter folgen erst an vierter Stelle.

#### Welche Institutionen sollten sich um den Ausbau der Weiterbildung im Bereich der Digitalisierung bemühen?

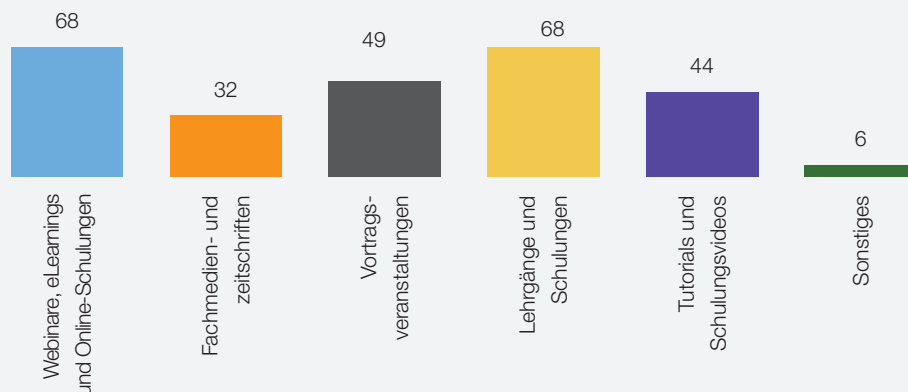
Häufigkeit in % (bezogen auf Anzahl der Teilnehmer: 139)



Für die Weiterbildung wünscht sich der Großteil der Umfrageteilnehmer\*innen Lehrgänge und Schulungen mit Präsenz, gefolgt von Webinaren und Vortragsveranstaltungen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass Präsenzveranstaltungen vornehmlich auf Monate außerhalb der Hauptsaison gelegt werden sollten – also nach Möglichkeit mit Terminen von November bis Februar.

#### Auf welchen Wegen würden Sie persönlich Ihre Weiterbildung durchführen?

Häufigkeit in % (bezogen auf Anzahl der Teilnehmer: 140)







Wichtig im Zusammenhang mit Weiterbildungen ist es, Wissen anhand praktischer Anwendungen zu vermitteln. Von Seiten der Lohnunternehmerverbände heißt es dazu: „Wenn man den Mitarbeitenden die Technik theoretisch erklärt, schalten sie sofort ab. Es muss eine praxisnahe Weiterbildungsmöglichkeit geben, um junge Mitarbeiter\*innen für die Vorteile von digitalen Anwendungen zu begeistern.“

Maßnahmen für eine grundsätzliche Verbesserung der Aus- und Weiterbildung in Richtung Landwirtschaft 4.0 wären:

- Überarbeitung der Lehrpläne und Ausbildungsmaterialien bei zukünftig noch enger getakteter kontinuierliche Anpassung an den technischen Fortschritt
- Flexible Anpassung der Lehrpläne an die digitale Bedingung der heutigen und zukünftigen Landwirtschaft > technologische Entwicklung und Praxis dürfen die Lehre nicht überholen
- Weiterbildung von Berufsschullehrern
- Lehre von Domänen-Wissen, ergänzt durch die Vermittlung einer digitalen Grundkompetenz
- Digitale Werkzeuge für den Unterricht
  - Patenschaft durch Hersteller für die Berufsschulen (gemeinsames Engagement der Hersteller)
- Incentivierung von beruflicher Weiterbildung ohne bürokratische Hemmnisse
  - Anreize schaffen, wie beispielsweise einen Bildungsgutschein
  - Bürokratie abbauen: Der NRW Bildungsscheck ist beispielsweise verbunden mit einem hohen bürokratischen Aufwand für die Bildungseinrichtung und den Empfänger. Die Bildungseinrichtung muss sich das Geld „zurückholen“. Einfacher wäre es, der Empfänger ginge mit der Rechnung zum Amt und bekäme den Förderungsfähigen Teil zurück.
- Förderung von Kooperationen zwischen verschiedenen Bildungsträgern und Stakeholdern in vor- und nachgelagerten Bereich
- Förderung von interdisziplinären Schulungskonzepten





#### Handlungsempfehlung

- Überarbeitung der Lehrpläne und kontinuierliche Anpassung
- Incentivierung von beruflicher Weiterbildung ohne bürokratische Hemmnisse
- Förderung von Kooperationen zwischen verschiedenen Bildungsträgern und Stakeholdern im vor- und nachgelagerten Bereich
- Förderung von interdisziplinären Schulungskonzepten

#### Zu erwartende Vorteile | Landwirtschaft und Agribusiness

- Positive Auswirkungen auf eine nachhaltige Produktion
- Bessere Ausnutzung des Potentials von technischen Innovationen
- Potential der Digitalisierung auch für kleinere Betriebe nutzbar machen
- Neubewertung der Digitalisierung als Chance für den landwirtschaftlichen Betrieb und dessen Zukunft

#### Zu erwartende Vorteile | Allgemein

- Wahrscheinliche Übertragbarkeit auf andere Berufsfelder bzw. Wirtschaftszweige

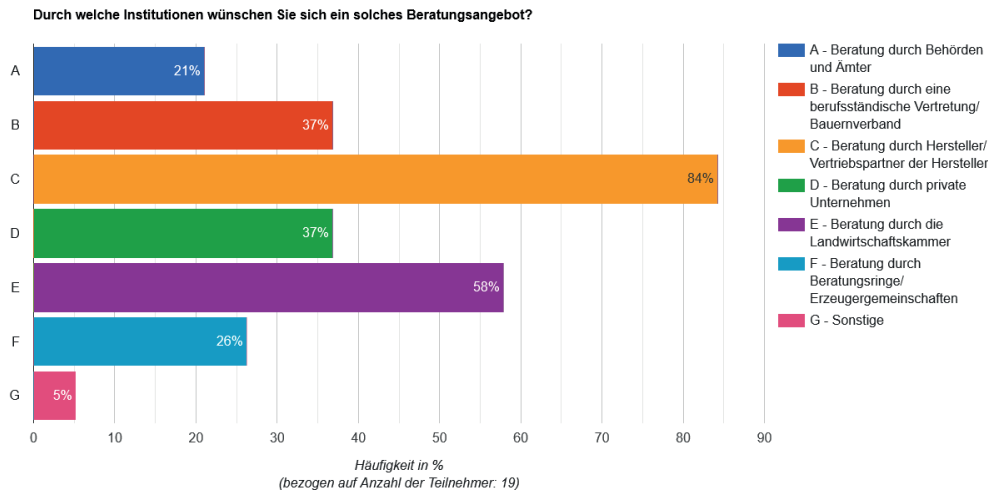
### (5) Beratung und Betreuung:

In der quantitativen und qualitativen Befragung wurde das Beratungsangebot deutlich als nicht ausreichend identifiziert, während dem Einfluss von Beratung und Betreuung auf die digitale Weiterentwicklung eine große Relevanz beige-messen wird. Laut Umfrageergebnissen wünscht sich die große Mehrheit der Befragten (81 Prozent) ein Beratungsangebot durch Hersteller oder Vertriebs-partner der Hersteller. Dieser Beratungswunsch kann sicher als vorwiegend produktbezogen gedeutet werden, während eine neutrale Bewertung eher von Seiten anderer Stakeholdern gewünscht wird. Dies kann beispielsweise die mit 58 Prozent an zweiter Stelle genannte Landwirtschaftskammer sein, oder aber berufsständische Vereinigungen und private Beratungsunternehmen (je 37 Pro-zent). Beratungsringer, Erzeugergemeinschaften und Ämter/Behörden folgen auf den hinteren Rängen (26 bzw. 21 Prozent).

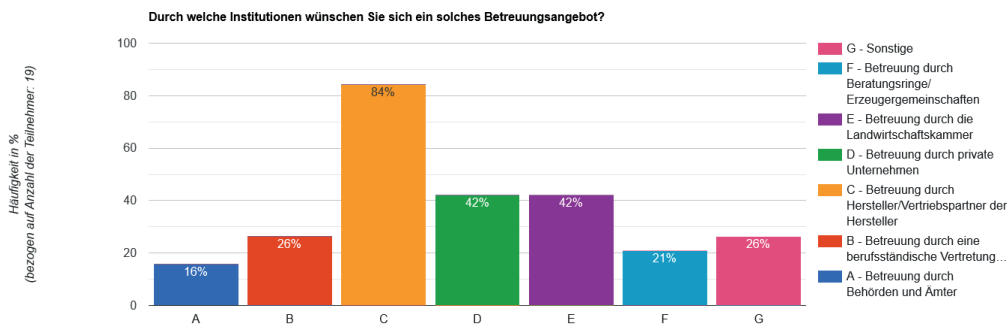


#### BEST PRACTICE

Remote Service und Webinare sind ein Beispiel für kundenorientierte Betreu-ungs- und Beratungsangebote.



Wichtiger noch als die Beratung ist die Betreuung von digitalen Technologien. Auch hier stehen erwartungsgemäß Hersteller und deren Vertriebspartner mit 84 Prozent an erster Stelle, da diese die Produkte am besten kennen und betreuen können. Landwirtschaftskammer und private Beratungsunternehmen folgen wie schon beim Bereich „Beratung“ gleichauf mit 42 Prozent, während berufsständische Vertretungen sowie Ämter/Behörden eine untergeordnete Bedeutung beigemessen bekommen – auch das entspricht den Erwartungen.



Anhand der Umfrageergebnisse und der Experteninterviews sowie den Workshops geführten persönlichen Gesprächen zeigt sich, dass insbesondere Hersteller und Anbieter aus dem vorgelagerten Bereich in der Verantwortung stehen, die Quantität und Qualität von Beratung und Betreuung zu sichern und ggf. Weiter auszubauen. Da auch die Beratung der Landwirtschaftskammer hoch angesiedelt wird, kann als Handlungsempfehlung abgeleitet werden dort die Beratungsleistung und Beratungsqualität zukünftig zu sichern und ebenfalls ggf. weiter auszubauen.



## (6) Fördermaßnahmen:

In Bezug auf Fördermaßnahmen wurden in der quantitativen Forschung vor allem die Kommunikation kritisiert. Dies kann die Kommunikation von Fördermaßnahmen an sich meinen, aber auch die Kommunikation von Kriterien und der Antragstellung.

Kritisiert werden aber auch Fördermaßnahmen selbst. So sollten vor der Anschaffung von Technik oder Software besser Schulungen oder Informationsmaterial gefördert werden, damit sich Landwirte erstmal mehr mit digitaler Technik auseinandersetzen (Geförderte Weiterbildungsmaßnahmen) (Workshop 27.04.2021 17 Uhr). Hier liegt u.a. die Befürchtung zugrunde, dass bei rein monetärer Förderung Investitionsentscheidungen auf wenig fundierter Basis getroffen werden, und nicht die optimale Lösung für den jeweiligen Betrieb angeschafft und gefördert wird. Eine Möglichkeit der Steuerung dahingehen wären beispielsweise unterschiedliche Förderquoten je nach Teilnahme an der Digitalisierung als Motivationsförderung (Interview 29.04.2021 11:30 Uhr). Diese Forderung deckt sich mit der Definition von „Innovation“ als Summe aus Forschung, Entwicklung und Implementierung, nach der eine Förderung erst ab einem bestimmten Entwicklungsstand (technical readiness level  $\geq 6$ ) und bis zu einem gewissen und bis zu einem gewissen Entwicklungsstand neuer technologischer Anwendungen (technical readiness level = 9) sinnvoll erscheint (Europäische Kommission, 2014).



Quelle: Nevonex, Bosch



## FÖRDERMASSNAHMEN

Flächenbezogene Förderungen

### Wie ist die Situation?

Flächenbezogene Förderungen erfolgen zu wenig auf Basis von Hebeleffekten. Lohnunternehmen sind aufgrund ihrer hohen Maschinenauslastung und der Nutzung aktueller Technik durch einen hohen Hebeleffekt gekennzeichnet.

### Welche Rebound-Effekte ergeben sich?

Beim Einsatz von Fördermitteln ist immer die Wirksamkeit in der Verwendung zu betrachten. Wird der Hebeleffekt nicht beachtet, werden Chancen in der Digitalisierung vergeben.



**Dr. Thomas Schilling**

Geschäftsführung, XARVIO

„Durch die Verbindung von digitalen Mehrwert – Modellen und angepassten Software-Abos mit skalierbaren Leistungsumfang sowie kundenorientierten Modulpaketen bieten verschiedene Softwareanbieter bereits optimale Bedingungen für die landwirtschaftlichen Betriebe zum Einstieg in das digitale Farm- und Feldmanagement. Die Mehrzahl der SaaS Subskription – Modelle liegen jedoch unter jeder der heutigen Mindestfördergrenzen und sind somit nicht förderfähig. Dabei könnten hier mit gezielter Förderung sehr viel mehr Betriebe sowohl in der Pflanzenproduktion als auch in der Tierhaltung digitalisiert werden. Dies würde zusätzlich das Interesse der Landwirte wecken, die mehrheitlich immer noch zögerlich der Digitalisierung gegenüberstehen.“



Kritik an Fördermaßnahmen kommt auch von Seiten der Lohnunternehmerverbände. Sie bringen eine flächenbezogene Förderung ins Spiel: Lohnunternehmen bringen z.B. mehr Digitalisierung in die Fläche, wurden bei dem Investitionsförderprogramm aber nur mit 20 Prozent bezuschusst (Workshop 28.04.2021 18 Uhr). Ergänzend können Maschinengemeinschaften speziell gefördert werden, um Anreize für die gemeinsame Anschaffung neuer digitaler Technologien durch mehrere Betriebe zu schaffen. Gerade in der Außenwirtschaft liegt die Rentabilitätsschwelle für spezielle oder komplexe digitale Technologien oftmals sehr hoch, wodurch sich die Anschaffung durch einzelne Betriebe teilweise nicht lohnt.

Hinsichtlich konkreter Handlungsempfehlungen bietet sich die Aufgliederung in eine anwenderorientierte und übergeordnete Förderung und eine direkte monetäre Förderung an.

Anwenderorientierte, übergeordnete Förderung:

#### Handlungsempfehlung

- Forschungsförderung und Förderung der Implementierung neuer Technologien und sinnvoller Farm Management Software auf den Betrieben
- Reduktion der Zeit bis zur Marktreife
- Förderung bis zum TRL 9
- Förderung erst ab TRL 6

#### Zu erwartende Vorteile | Landwirtschaft und Agribusiness

- Ökonomische und ökologische Vorteile von technischem Fortschritt schneller nutzbar machen
- Kontinuierlicher Innovationspipeline für Agrarbetriebe

#### Zu erwartende Vorteile | Allgemein

- Ergebnisse aus der Grundlagenforschung können somit zielgerichteter in der Praxis implementiert werden



#### BEST PRACTICE

Anwendungsorientierte Förderung von Landtechnik in Bayern: Landwirt\*innen bekommen eine Summe X für jeden Kubikmeter Gülle erstattet der mit Emissionsreduzierender Technik ausgebracht wurde. Dies fördert die spezielle Ausbringungstechnik (also auch Nachrüstung) und sorgt für weniger Marktverzerrung.



Hierunter fällt auch die Förderung neuer Technologien direkt im Bereich von F&E, da diese besonders zielführend in Hinblick auf eine schnelle Umsetzung in die Praxis (time to market) sein kann. Projekte können rein auf industrieller Seite, auf Forschungsseite oder in Verbundprojekten (z.B. Agri-GAIA, resKIL und weitere zur Förderung von KI in der Landwirtschaft; Smart Sensors 4 Agri-Food für die Entwicklung einer EU-weite Plattform und eines unterstützenden Geschäftsökosystems zwischen Agrar- und Ernährungsclustern) gefördert werden.

Direkte monetäre Förderung:

#### Handlungsempfehlung

- Leistungsbezogene Förderung nach praxisgerechten KPIs
- Einzelbetriebliche Förderung mit zielgerichteten KPI-basierten Vorgaben
  - Nur digitaler Anteil soll gefördert werden
  - Nur ganzheitliche Konzepte sollten gefördert werden („digital jetzt“)
- Frühzeitige Einbeziehung aller relevanten Stakeholder in die Entscheidungsfindung

#### Zu erwartende Vorteile | Landwirtschaft und Agribusiness

- Ökonomische und ökologische Vorteile von technischem Fortschritt schneller nutzbar machen
- Leistungsbezogene Förderung bringt digitale Lösungen schneller in die Fläche

#### Zu erwartende Vorteile | Allgemein

Grundsätzlich wird als Handlungsempfehlung ein gesamtheitlicher Ansatz der Förderung alleinstehender Technik vorgezogen. Dabei sind folgende Richtlinien relevant:

- Digitale Lösungen führen vor allem im Verbund zu einem Mehrwert und einer signifikanten Effizienzsteigerung. Gesetzte und erreichte Ziele und die Umsetzbarkeit müssen überprüft werden.
- Fördermaßnahmen sollten sich mehr auf die Digitalisierung der Wertschöpfungskette in der Landwirtschaft fokussieren.
- Eine frühzeitige Einbeziehung aller Stakeholder in der Landwirtschaft und in den vor- und nachgelagerten Bereichen wird empfohlen. Machbarkeit und praktischer Nutzen werden früher überprüft, Hemmnisse und Rebound-Effekte frühzeitig identifiziert und gemeinsam Lösungen erarbeitet.





### (7) Daten nutzen – fair und nachhaltig:

Auf das Thema Datenhoheit wurde in der Ergebnispräsentation der quantitativen und qualitativen Forschung umfassend eingegangen. Dabei zeigt sich, dass bei einem unmittelbaren Vorteil für die Landwirt\*innen durch Bereitstellung ihrer Daten dem Aspekt Datenhoheit eine untergeordnete Relevanz beigemessen wird. Dennoch ist das Vertrauen in eine staatliche Datenplattform gering – vornehmlich aus Angst vor Restriktionen oder Strafen bei Verstößen (Workshop 28.04.2021 18 Uhr).

Daraus lassen sich konkrete Maßnahmen ableiten. Im ersten Schritt ist es notwendig, Aufklärung zum Thema Datenhoheit zu betreiben und so ein erhöhtes Verständnis für die Datennutzung zu erreichen. Darüber hinaus zeigt sich in der Auswertung der quantitativen und qualitativen Forschung, dass bei Schaffung konkreter Mehrwerte die Sensibilität bzgl. der Datenhoheit bei den Landwirt\*innen sinkt. Da zudem das Vertrauen in Behörden und Ämter gering ist, ist eine transparente Kommunikation über die Verwendung der seitens der Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen bereitgestellten Daten erforderlich. Zusätzlich muss ein verbindlicher Rechtsrahmen für die Datennutzung geschaffen werden.

#### Handlungsempfehlung

- Mehrwerte für die Landwirte schaffen, sodass Akzeptanz der Datenbereitstellung wächst
- Vertrauen durch erhöhtes Verständnis für Datennutzung schaffen (Wo & Wann fließen die Daten), Dateninhaber muss über den Datenstrom entscheiden dürfen (Anwendungsbezogene Freigabe)
- Transparente Kommunikation von den Behörden darüber, inwieweit Daten von ihnen weitergenutzt werden.
- Schaffung eines verbindlichen Rechtsrahmens zur partnerschaftlichen Datennutzung, der eine Benachteiligung der mittelständischen Unternehmen in NRW verhindert.

#### Zu erwartende Vorteile | Landwirtschaft und Agribusiness

- Bereitschaft in digitale Technik zu investieren (Bsp. Arbeitersparnis durch automatische Dokumentation)
- Steigende Bereitschaft für intelligente Datennutzung entlang der Wertschöpfungskette mit Mehrwerten für alle beteiligten Partner
- Faire Datenströme ermöglichen nachhaltige Nutzung mit ökologischem und ökonomischem Mehrwert

#### Zu erwartende Vorteile | Allgemein

- Wissen schafft Vertrauen, durch eine transparente Kommunikation vom Landwirt zum Verbraucher
- Regionalität fördern, indem sich der Verbraucher gezielter für dokumentierte Produkte entscheiden kann





## 5. Zusammenfassung

Landwirtschaft 4.0 ist eine Gemeinschaftsaufgabe für Politik, Praxis und Industrie (vor- und nachgelagerter Bereich). Ohne Digitalisierung werden sich die gesetzten Nachhaltigkeitsvorgaben nicht erreichen lassen, weshalb die Zukunft des landwirtschaftlichen Produktionsstandortes NRW unmittelbar von einer erfolgreichen digitalen Transformation abhängt.

Um aus einer drohenden Nachzügler-Position in eine Führungsposition zu wechseln, müssen alle Stakeholder konstruktiv und mit Hochdruck zusammenarbeiten. Ziel sollte eine langfristige Vision für die Landwirtschaft 4.0 in NRW mit einem Zeithorizont bis 2050 sein. Diese gemeinsame Vision sollte einen in einem Big Picture für nächsten Schritte in „2030 – 2040 – 2050“ der zukünftigen Landwirtschaft und der Ernährungswirtschaft in Nordrhein-Westfalen münden, und mit abstrakten und mit konkreten Zielen und Zeitplänen unterlegt werden. Diese könnten wie folgt lauten:

- Nachhaltige Transformation der Agrar- und Ernährungswirtschaft
- Effektive Vernetzung der Hochschulen fachrichtungsübergreifend
- Interdisziplinäres Netzwerk entlang der Lebensmittelproduktion (Forschung/Lehre, Hersteller und Produzenten, aber auch Zulieferer (Maschinenbau, Startups))
- Förderung von Think Tanks im Bereich der Lebensmittelproduktion
- Stärken ausbauen sowie Schwächen abbauen und so nachhaltige Spitzenpositionen festigen und Arbeitsplätze nachhaltig sichern

### Big Picture 2030

- NRW nimmt eine Leuchtturm- bzw. Vorbildfunktion und Vorreiterrolle für andere Bundesländer und internationale Regionen ein, was die Zusammenarbeit von Politik, Praxis und Industrie anbelangt.
- NRW produziert Lebensmittel höchster Qualität und erreicht die CO<sub>2</sub> Ziele Europas mit einer nachhaltigen und umweltschonenden Produktion.
- Verbraucher stehen voll und ganz hinter den in NRW produzierten Lebensmitteln.
- Regionale Produkte machen einen signifikanten Teil der verzehrten Grundnahrungsmittel in NRW aus.



### **Big Picture 2040**

- Zufriedene Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen mit ausreichender Work-Life-Balance und stabilen, guten Einkommen bilden die Basis einer sicheren und gesunden Ernährung in NRW.
- Die besten und kompetentesten Nachwuchskräfte für die Landwirtschaft und die Landwirtschaft 4.0 werden in NRW ausgebildet.
- Alle Bereiche der Nahrungsmittelproduktion inklusive Behörden sind untereinander vernetzt und ermöglichen einen reibungslosen Datenaustausch in alle Richtungen.

### **Big Picture 2050**

- In NRW produzierte Lebensmittel sind in Deutschland und Europa ein Garant für höchste Qualität, wobei jeder Punkt in der Produktionskette lückenlos rückverfolgbar ist. Produziert in NRW ist ein Markenzeichen.
- Die Landtechnikhersteller und die Hersteller von Verarbeitungstechnik aus NRW festigen global die führende Stellung in ihren Bereichen.

NRW bietet dafür solide bis gute Voraussetzungen, wie innovative Landtechnikhersteller, eine anerkannte und aktive Landwirtschaftskammer, kompetente Hochschulen, zukunftsgerichtete Landwirt\*innen und Lohnunternehmer\*innen mit motivierten jungen Generationen und eine starke Lebensmittelverarbeitung. In vielen Bereichen funktioniert die interdisziplinäre Zusammenarbeit bereits sehr gut, kann aber noch weiter ausgebaut und vertieft werden.

Handlungsbedarf gibt es sowohl im Bereich der digitalen Infrastruktur, wie auch bei digitalen Schnittstellen, der Aus- und Weiterbildung und der Beratung und Betreuung.

Grundvoraussetzungen für den erfolgreichen Ausbau der Landwirtschaft 4.0 müssen dabei auch aus anderen Bereichen geschaffen werden, wie beispielsweise die Versorgung mit schnellem Internet und flächendeckendem zuverlässigem Mobilfunk.



## Literaturverzeichnis

- AEM. (2021). The Environmental Benefits of Precision Agriculture in the United States.
- AGCO Fendt. (2021). Der Erfolgsfaktor für Grip. <https://www.fendt.com/de/traktoren/1000-vario-grip>\*10.05.2021.
- Agrarheute. (2016a). Bestandsführung: Amazone ZA-TS Argus Twin. <https://www.agrarheute.com/technik/ackerbau-technik/bestandsfuehrung-amazone-za-ts-argus-twin-518939>\*10.05.2021.
- Agrarheute. (2016b). Ungelöste Fragen bei der Datensicherheit blockieren ‚Landwirtschaft 4.0‘: Smart Farming. <https://www.agrarheute.com/management/finanzen/ungeloeste-fragen-datensicherheit-blockieren-landwirtschaft-40-521436>\*21.04.2021.
- AktionBlau. (2021). Nitrat im Grundwasser. <https://wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/1160>\*11.05.2021.
- Amazone. (2021). Neue Sätechnik für modernen Ackerbau: D9 AD. <https://www.topagrar.com/dl/2/8/0/7/0/2/6/Amazone.pdf>
- Ammon, F. (2018). Ein Güllefass für Precision Farming. <https://www.agrarheute.com/traction/news/guellefass-fuer-precision-farming-549410>\*11.05.2021.
- Aulbur, W., Henske, R., Morris, G. & Schelfi, G. (2019). Farming 4.0: How precision agriculture might save the world. [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_precision\\_farming.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_precision_farming.pdf)
- Bartels, N., Dörr, J., Fehrmann, J., Gennen, K., Groen, E. C., Härtel, I., Henningsen, J., Herlitzius, T., Jeswein, T., Kunisch, M., Martinin, D., Rauch, B., Roßner, S., Striller, B. & Walter, L.-S. (2020). Machbarkeitsstudie zu staatlichen digitalen Datenplattformen für die Landwirtschaft: Abschlussbericht Machbarkeitsstudie. [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/\\_Digitalisierung/machbarkeitsstudie-agrardatenplattform.pdf;jsessionid=7AF8C3A6ECCAFD85A52552797FB5270A.live831?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Digitalisierung/machbarkeitsstudie-agrardatenplattform.pdf;jsessionid=7AF8C3A6ECCAFD85A52552797FB5270A.live831?__blob=publicationFile&v=3)
- BDI. (2021). Der größte Landmaschinenhersteller Deutschlands. <https://bdi.eu/themenfelder/wirtschaft-und-gesellschaft/superlative-made-in-germany/der-groesste-landmaschinenhersteller-deutschlands/>\*11.05.2021.
- Becker, A., Stenger, M., Schobert, B., Altmann, M., Kerlen, C., Mäder, S. & Gorges, J. (2018). Evaluierung des Programms zur Innovationsförderung des BMEL (2006-2015).
- Berckmans, D. (2017). General introduction to precision livestock farming. *Animal Frontiers*, 7(1), 6–11. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0102>
- Big Dutchman. (2021). Schweinehaltung: Künstliche Intelligenz und Kamera „wiegen“ Schweine. <https://www.big-dutchman.de/de/schweinehaltung/aktuelles/detail/schweinehaltung-mit-kuenstlicher-intelligenz-und-kamera-wiegen/>\*10.05.2021.
- BLE. (2018). Effizient düngen - Anwendungsbeispiele zur Düngeverordnung. <https://www.ble-medienservice.de/1770/effizient-duengen-anwendungsbeispiele-zur-duengeverordnung?c=230>
- BLE. (2021a). Ammoniak-Emissionen: Eine Minderung ist dringend notwendig. <https://www.praxis-agrar.de/betrieb/recht/ammoniak-emissionen/>\*30.03.2021.
- BLE. (2021b). Burnout – Auch in der Landwirtschaft ein Problem. <https://www.praxis-agrar.de/betrieb/betriebsfuehrung/burnout/>\*11.05.2021.



- BLE. (2021c). Erfolgreiche Verbraucherkommunikation über soziale Medien. [https://www.praxis-agrar.de/betrieb/verbraucherdialog/verbraucherkommunikation/\\*11.05.2021](https://www.praxis-agrar.de/betrieb/verbraucherdialog/verbraucherkommunikation/*11.05.2021).
- BLE. (2021d). Vorhaben „Computergestützte Prognosen und Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz“ im Ackerbau. [https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungen-Auftraege/Ackerbaustrategie/Prognosemodelle/prognosemodelle\\_node.html\\*11.05.2021](https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungen-Auftraege/Ackerbaustrategie/Prognosemodelle/prognosemodelle_node.html*11.05.2021).
- BMBF. (2019). Digitale Lösungen für eine nachhaltigere Landwirtschaft. [https://www.bmbf.de/de/digitale-loesungen-fuer-eine-nachhaltigere-landwirtschaft-10470.html\\*11.05.2021](https://www.bmbf.de/de/digitale-loesungen-fuer-eine-nachhaltigere-landwirtschaft-10470.html*11.05.2021).
- BMBWF. (2018). Digitalisierung in der Landwirtschaft: Entwicklungen, Herausforderungen und Nutzen der neuen Technologien für die Landwirtschaft. <https://www.bmlrt.gv.at/service/publikationen/land/digitalisierung-in-der-landwirtschaft.html>
- BMEL. (2015). Bodenschutz und Landwirtschaft. [https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/bodenschutz.html\\*11.05.2021](https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/bodenschutz.html*11.05.2021).
- BMEL. (2019). Bund- und Länder-Förderung - Förderwegweiser. [https://www.bmel.de/DE/themen/laendliche-regionen/foerderung-des-laendlichen-raumes/bund-und-laender-foerderung/foerderwegweiser.html;jsessionid=D6694E2D-141C7C0A697F67EAAC553DAD.internet2852\\*26.03.2021](https://www.bmel.de/DE/themen/laendliche-regionen/foerderung-des-laendlichen-raumes/bund-und-laender-foerderung/foerderwegweiser.html;jsessionid=D6694E2D-141C7C0A697F67EAAC553DAD.internet2852*26.03.2021).
- BMEL. (2021a). Digitalisierung - Digitale Experimentierfelder – Ein Beitrag zur Digitalisierung in der Landwirtschaft. [https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitale-experimentierfelder.html\\*26.03.2021](https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitale-experimentierfelder.html*26.03.2021).
- BMEL. (2021b). Digitalisierung in der Landwirtschaft: Chancen nutzen – Risiken minimieren. [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/digitalpolitik-landwirtschaft.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=9](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/digitalpolitik-landwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=9)
- Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (2020). [http://www.gesetze-im-internet.de/d\\_v\\_2017/](http://www.gesetze-im-internet.de/d_v_2017/)
- BMU. (2008). Grundwasser in Deutschland. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3642.pdf>
- BMU. (2016a). Den ökologischen Wandel gestalten: Integriertes Umweltprogramm 2030. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/integriertes\\_umweltprogramm\\_2030\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/integriertes_umweltprogramm_2030_bf.pdf)
- BMU. (2016b). Verminderung der Nitratbelastung des Grundwassers. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz\\_3712\\_23\\_250\\_nitratbelastung\\_grundwasser\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3712_23_250_nitratbelastung_grundwasser_bf.pdf)
- BMU. (2019). Aktionsprogramm Insektenschutz: Gemeinsam wirksam gegen das Insektensterben. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/aktionsprogramm\\_insektenschutz\\_kabinettversion\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/aktionsprogramm_insektenschutz_kabinettversion_bf.pdf)
- BMVI. (2021). Das Breitbandförderprogramm des Bundes. [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/relaunch-des-breitbandfoerderprogramms.html\\*16.04.2021](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/relaunch-des-breitbandfoerderprogramms.html*16.04.2021).
- BMWi. (2015). Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft. [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-und-digitale-wirtschaft.pdf%3F\\_\\_blob%3DpublicationFile%26v%3D3](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-und-digitale-wirtschaft.pdf%3F__blob%3DpublicationFile%26v%3D3)
- BMWi. (1. April 2021). Neue Forschungszulage in Deutschland: Deutschland gewinnt als Standort für Forschung und Innovationen weiter an Attraktivität. BMWi. [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2020/02/kapitel-1-10-neue-forschungszulage-in-deutschland.html\\*01.04.2021](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2020/02/kapitel-1-10-neue-forschungszulage-in-deutschland.html*01.04.2021).



- Buller, H., Blokhuis, H., Lokhorst, K., Silberberg, M. & Veisser, I. (2020). Animal Welfare Management in a Digital World. Animals. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.3390/ani10101779>
- Bundesregierung. (2021). Bessere Rechtsetzung und Bürokratieabbau: Landwirtschaft. [https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/buerokratieabbau/landwirtschaft-463520\\*10.05.2021](https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/buerokratieabbau/landwirtschaft-463520*10.05.2021).
- CLAAS KGaA mbH. (2010). Dienstleistung Bodenkartierung. [http://www.claas-e-systems.com/uploads/tx\\_clagrocom/Bodenkartierung.pdf](http://www.claas-e-systems.com/uploads/tx_clagrocom/Bodenkartierung.pdf)
- CLAAS KGaA mbH. (2020). CEMOS für Traktoren. [https://www.claas.de/produkte/technologien/ce-mos-2020\\*16.04.2021](https://www.claas.de/produkte/technologien/ce-mos-2020*16.04.2021).
- CLAAS KGaA mbH. (2021). Fahrerassistenzsysteme. [https://www.claas.de/produkte/maehdrescher/lexion-6900-5300/fahrerassistenzsysteme?subject=CVG\\_de\\_DE\\*10.05.2021](https://www.claas.de/produkte/maehdrescher/lexion-6900-5300/fahrerassistenzsysteme?subject=CVG_de_DE*10.05.2021).
- Claas Stiftung. (1. April 2021). Helmut Claas Stiftung. [https://www.claas-stiftung.de/\\*01.04.2021](https://www.claas-stiftung.de/*01.04.2021).
- Copa Cogeca, CEMA, fertilizers europe, Ceettar, EFFAB, ESA, FEFAC, European Crop Protection & CEJA. (2020). EU Code of conduct on agricultural data sharing by contractual agreement.
- Cress, U., Bosnjak, M., Overmann, J., Bellingrath-Kimura, S. D., Bertschek, I., Kießling, F., Kobsda, C., Vuorimäki, J. & Sommer, M. (2019). Leibniz digital - Werkstattberichte.
- DBV, BMR, BLU, DLG, DRV, LandBauTechnik-Bundesverband & VDMA. (2018). Datenhoheit des Landwirts: Gemeinsame Branchenempfehlung von DBV, BMR, BLU, DLG, DRV, LandBauTechnik Bundesverband, VDMA für die Erhebung, Nutzung und den Austausch digitaler Betriebsdaten in der Land- und Forstwirtschaft. [https://www.bayerischerbauernverband.de/sites/default/files/2018-06/2018-datenhoheit\\_des\\_landwirts.pdf](https://www.bayerischerbauernverband.de/sites/default/files/2018-06/2018-datenhoheit_des_landwirts.pdf)
- DeStatis. (2018). Arbeitszeiten 2018: Längste Arbeitszeiten in der Land- und Forstwirtschaft, kürzeste im Verarbeitenden Gewerbe. [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/03/PD20\\_071\\_133.html\\*11.05.2021](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/03/PD20_071_133.html*11.05.2021).
- DeStatis. (2020a). Bevölkerung nach Nationalität und Bundesländern. [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/bevoelkerung-nichtdeutsch-laender.html\\*10.05.2021](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/bevoelkerung-nichtdeutsch-laender.html*10.05.2021).
- DeStatis. (22. Januar 2020b). Trend zu Großbetrieben in der Landwirtschaft - Schweinehaltung besonders betroffen [Press release]. [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/01/PD20\\_N001\\_413.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/01/PD20_N001_413.html)
- DeStatis. (21. Januar 2021). „Landwirtschaft im Wandel – erste Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2020“ [Press release]. Wiesbaden. [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressekonferenzen/2021/LZ2020/statement-lz2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressekonferenzen/2021/LZ2020/statement-lz2020.pdf?__blob=publicationFile)
- Deter, A. (25. Februar 2019). Datenaustausch-Plattform agrirouter gestartet. top agrar online. <https://www.topagrar.com/technik/news/datenaustausch-plattform-agrirouter-gestartet-10366880.html>
- Deter, A. (2020a). Automatische Lenkung und Ausbringungssteuerung von Trimble für Einsteiger. top agrar online. <https://www.topagrar.com/technik/news/automatische-lenkung-und-ausbringungssteuerung-von-trimble-fuer-einsteiger-11948148.html>
- Deter, A. (3. November 2020b). Claas, 365FarmNet und John Deere starten DataConnect. top agrar online. <https://www.topagrar.com/technik/news/claas-365farmnet-und-john-deere-starten-dataconnect-12395189.html>
- Deter, A. (1. April 2021). Claas erweitert Garantie- und Servicepakete für Traktoren. top agrar online. <https://www.topagrar.com/technik/news/claas-erweitert-garantie-und-servicepakete-fuer-traktoren-12521921.html>



- Deutscher Bundestag. (2016). Landwirtschaftliche Grundwassernutzung: Beeinflussung des Grundwasserspiegels und der Grundwasserqualität durch Bewässerung. <https://www.bundestag.de/resource/blob/436840/ac7b82c5e-2f2a9020f450c0dc9bfb045/wd-8-023-16-pdf-data.pdf>
- Dinamica generale. (2021). MEHRWERT-LÖSUNGEN FÜR MILCHBETRIEBE UND RINDERZÜCHTER, DIE PRODUKTION UND UMSATZ MAXIMIEREN. <https://www.dinamicagenerale.com/public/brochures/de/ONFARM-A1-19.pdf?v=1>
- DLG. (2018). Digitale Landwirtschaft: Ein Positionspapier der DLG. [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/ausschuesse\\_facharbeit/DLG\\_Position\\_Digitalisierung.pdf](https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/ausschuesse_facharbeit/DLG_Position_Digitalisierung.pdf)
- DLG. (2019a). Digitalisierung in der Landwirtschaft: Wichtige Zusammenhänge kurz erklärt. DLG-Merkblatt 447. [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt\\_447.pdf](https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt_447.pdf)
- DLG. (2019b). Väderstad SeedEye-Körnerzählung: Automatische Saatmengenregulierung in Echtzeit in Weizen und Raps (DLG-Prüfbericht 7029).
- dpa (2019). Bund fördert digitale Landwirtschaft mit 50 Millionen Euro. [proplanta.de. https://www.proplanta.de/agrar-nachrichten/agrarpolitik/bund-foerdert-digitale-landwirtschaft-mit-50-millionen-euro\\_article1571319904.html](https://www.proplanta.de/agrar-nachrichten/agrarpolitik/bund-foerdert-digitale-landwirtschaft-mit-50-millionen-euro_article1571319904.html)
- Dr. Christina Umstätter (2017, Januar). Smart Farming und Arbeit 4.0. Der Mensch im Mittelpunkt! <https://docplayer.org/112532035-Smart-farming-und-arbeit-4-0-der-mensch-im-mittelpunkt.html>
- VERORDNUNG (EU) 2016/679 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung), EUR-Lex (2016). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679>
- Eilbote. (2019). DATACONNECT: Jetzt fünf Hersteller dabei. [https://www.eilbote-online.com/artikel/dataconnect-jetzt-fuenf-hersteller-dabei-36276\\*21.04.2021](https://www.eilbote-online.com/artikel/dataconnect-jetzt-fuenf-hersteller-dabei-36276*21.04.2021).
- Eilbote Online. (2021). 365 FarmNet: Lacos Fahrspurplanung: Routen optimieren und Ressourcen sparen. [https://www.eilbote-online.com/artikel/365-farmnet-lacos-fahrspurplanung-routen-optimieren-und-ressourcen-sparen-36187/\\*12.05.2021](https://www.eilbote-online.com/artikel/365-farmnet-lacos-fahrspurplanung-routen-optimieren-und-ressourcen-sparen-36187/*12.05.2021).
- enterprise europe network. (2018). Förder- und Finanzierungsinstrumente Frankreich. [https://nrweuropa.de/fileadmin/user\\_upload/Nordrhein-Westfalen/Seiten/Publikationen/Laenderinfos/Laenderinfo\\_Frankreich\\_2018-07.pdf](https://nrweuropa.de/fileadmin/user_upload/Nordrhein-Westfalen/Seiten/Publikationen/Laenderinfos/Laenderinfo_Frankreich_2018-07.pdf)
- Europäische Kommission. (2014). Technology readiness levels (TRL): Horizon 2020 - Work programme 2014-2015. [https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014\\_2015/annexes/h2020-wp1415-annex-g-trl\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/annexes/h2020-wp1415-annex-g-trl_en.pdf)
- Europäische Kommission. (2016a). Arten der EU-Förderung. [https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/how-eu-funding-works/types-funding\\_de\\*26.03.2021](https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/how-eu-funding-works/types-funding_de*26.03.2021).
- Europäische Kommission. (2016b). Intelligentes System für präzisere Bewässerung. CORDIS. [https://cordis.europa.eu/article/id/151724-a-smarter-more-precise-irrigation-system/de\\*10.05.2021](https://cordis.europa.eu/article/id/151724-a-smarter-more-precise-irrigation-system/de*10.05.2021).
- eurostat. (2021). Indikatoren landwirtschaftlicher Betriebe nach landwirtschaftliche Fläche, betriebswirtschaftlicher Ausrichtung, Standardproduktion, Rechtsform und NUTS-2-Regionen. [https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/main/data/database\\*10.05.2021](https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/main/data/database*10.05.2021).
- Faromatics. (2021). The perfect management tool for farmers. [https://faromatics.com/products/\\*12.05.2021](https://faromatics.com/products/*12.05.2021).





- Feuerborn, B. (2020). Datenaustausch: John Deere Operations Center. [https://www.agrarheute.com/technik/ackerbautechnik/datenaustausch-john-deere-operations-center-565910\\*10.05.2021](https://www.agrarheute.com/technik/ackerbautechnik/datenaustausch-john-deere-operations-center-565910*10.05.2021).
- Food Processing Initiative. (2020). CLAAS-Studie - Bausteine zur Lebensmittelwirtschaft.
- Fraunhofer ITWM. (2021). Optimierung der Anlageneffektivität durch Machine Learning: Condition Monitoring und Predictive Maintenance. [https://www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/sys/maschinenmonitoring-und-regelung/predictive-maintenance-instandhaltung-machinelearning.html\\*10.05.2021](https://www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/sys/maschinenmonitoring-und-regelung/predictive-maintenance-instandhaltung-machinelearning.html*10.05.2021).
- Fromm, J. (2016). Gutachten zum Bürokratieabbau durch Digitalisierung: Kosten und Nutzen von E-Government für Bürger und Verwaltung. <https://www.zukunftskongress.bayern/wp-content/uploads/2016/02/Fromm.pdf>
- Gandorfer, M., Schleicher, S., Heuser, S., Pfeiffer, J. & Demmel, M. (2017). Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung und ihre Herausforderungen.
- Gandorfer, M. (2006). Bewertung von precision farming dargestellt am Beispiel der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung [Dissertation, TU München, München]. Deutsche Nationalbibliothek.
- Gazzarin, C., Nydegger, F. & Zähler, M. (2014). Wie wirtschaftlich ist der Roboter: Kosten und Nutzen von Automatisierungsverfahren in der Milchviehhaltung (Agroscope Transfer Nr. 3). <https://arenenberg.tg.ch/public/upload/assets/76403/Wie%20wirtschaftlich%20ist%20der%20Roboter.pdf>
- GEA. (2021). CowDetect - a revolutionary tool for livestock. [https://www.gea-cowview.com/\\*10.05.2021](https://www.gea-cowview.com/*10.05.2021).
- Genau, L. (2. Juli 2020). Mixed-Methods als Methode für deine Abschlussarbeit. Scribbr. <https://www.scribbr.de/methodik/mixed-methods/>
- Gigabitbüro des Bundes. (2020). Förderung in „Grauen Flecken“ von EU-Kommission genehmigt - Gigabitbüro des Bundes. [https://gigabitbuero.de/artikel/foerderung-in-grauen-flecken-von-eu-kommission-genehmigt/\\*16.04.2021](https://gigabitbuero.de/artikel/foerderung-in-grauen-flecken-von-eu-kommission-genehmigt/*16.04.2021).
- Haller, L., Moakes, S., Niggli, U., Riedel, J., Stolze, M. & Thompson, M. (2020). Entwicklungsperspektiven der ökologischen Landwirtschaft in Deutschland. [https://www.agrarheute.com/media/2020-04/2020-03-17\\_texte\\_32-2020\\_oekologische-landwirtschaft.pdf](https://www.agrarheute.com/media/2020-04/2020-03-17_texte_32-2020_oekologische-landwirtschaft.pdf)
- Härtel, I. (2020). Gutachten zum Thema „Europäische Leitlinien bzw. Regeln für Agrardaten“ (European Agricultural Data Governance).
- Herrmann, W. (2018). QS berechnet Tiergesundheitsindex für Schlachtschweine. [https://www.agrarheute.com/tier/schwein/qs-berechnet-tiergesundheitsindex-fuer-schlachtschweine-547301\\*10.05.2021](https://www.agrarheute.com/tier/schwein/qs-berechnet-tiergesundheitsindex-fuer-schlachtschweine-547301*10.05.2021).
- Hoffmann, V. (2020). Burnout: Wer kann helfen?, Vanessa Hoffmann. [https://www.bildungsserveragrar.de/fileadmin/Redaktion/Fachzeitschrift/2020-3/BB\\_Agrar\\_03\\_2020\\_Burnout\\_Wer\\_kann\\_helfen.pdf](https://www.bildungsserveragrar.de/fileadmin/Redaktion/Fachzeitschrift/2020-3/BB_Agrar_03_2020_Burnout_Wer_kann_helfen.pdf)
- Holpp, M., Anken, T., Sauter, Monika, Kroulik, Milan & Hensel, O. (2012). Nutzen automatischer Lenksysteme (ART-Bericht). [https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/publikationen/suchen/merkblaetter/\\_jcr\\_content/par/externalcontent.external.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BILmNoL2I0LUNIL0VpbnplbH/B1Ymxa2F0aW9uL0Rvd25sb2FkP2VpbnplbHB1Ymxa2F0aW9u/SWQ9MzAyNjE=.pdf](https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/publikationen/suchen/merkblaetter/_jcr_content/par/externalcontent.external.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BILmNoL2I0LUNIL0VpbnplbH/B1Ymxa2F0aW9uL0Rvd25sb2FkP2VpbnplbHB1Ymxa2F0aW9u/SWQ9MzAyNjE=.pdf)
- Höner, G. (8. März 2021). Christoph Grimme: „Infrastruktur und Netzabdeckung müssen besser werden“. top agrar online. <https://www.topagrar.com/technik/news/christoph-grimme-infrastruktur-und-netzabdeckung-muessen-besser-werden-12498735.html>



- IceRobotics. (2021). Research Products. [https://www.icerobotics.com/researchers/\\*10.05.2021](https://www.icerobotics.com/researchers/*10.05.2021).
- Interview 29.04.2021 11:30 Uhr. Interview durch J. Mehr. Es wurde interviewt Büscher, W.
- IT NRW. (2018). Tierhaltung in NRW. [https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/landwirtschaft-und-ernaehrung/tierhaltung\\*05.05.2021](https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/landwirtschaft-und-ernaehrung/tierhaltung*05.05.2021).
- IT NRW (2020). Viehhaltung in Nordrhein-Westfalen, 1–30. <https://webshop.it.nrw.de/gratis/Z249%20202052.pdf>
- IT NRW. (2021). Agrarstrukturhebung/Landwirtschaftszählung. [https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online?operation=statistic&levelindex=0&levelid=1619419225161&code=41141#abreadcrumb\\*10.05.2021](https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online?operation=statistic&levelindex=0&levelid=1619419225161&code=41141#abreadcrumb*10.05.2021).
- Kalverkamp, J., Burchardi, H., Lilie, C., Achler, E. & DLG-Ausschuss für Milchproduktion und Rinderhaltung. (2015). Milchpreisabsicherung an den Warenterminbörsen: DLG-Merkblatt 411. [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt\\_411.pdf](https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt_411.pdf)
- Karpinski, I. H. (2014). Volkswirtschaftliche Analyse einer flächenweiten Einführung von Precision Farming in Deutschland. <https://doi.org/10.18452/17033>
- Knappenberger, T. & Köller, K. (2005). Chancen und Herausforderungen einer Echtzeitregelung der Saattiefe. Agrartechnische Forschung(3), 49–52.
- Krafft, K. (16. Januar 2018). Wie das vollständig digitale Unternehmen arbeitet. CIO. <https://www.cio.de/a/wie-das-vollstaendig-digitale-unternehmen-arbeitet,3574107>
- Krenn, K. (2017). Bürokratie: Landwirte sitzen immer länger am Schreibtisch. [https://www.agrarheute.com/management/buerokratie-landwirte-sitzen-immer-laenger-schreibtisch-537312\\*10.05.2021](https://www.agrarheute.com/management/buerokratie-landwirte-sitzen-immer-laenger-schreibtisch-537312*10.05.2021).
- Kurth T., Rubel, H., zum Meyer Felde, A., Krüger, J. A., Zielcke, S., Günther, M. & Kemmerling, B. (2019). Sustainably securing the future of agriculture: Impulses and scenarios for ecological, economic and social sustainability – using agriculture in Germany as an example.
- LANUV. (2021). Grundwasserschutz und Düngeregulierung: Ministerium veröffentlicht finale Kulisse nitratbelasteter Gebiete. [https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/pressemitteilungen/2684-grundwasserschutz-und-duengeregulierung-ministerium-veroeffentlicht-finale-kulisse-nitratbelasteter-gebiete\\*05.05.2021](https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/pressemitteilungen/2684-grundwasserschutz-und-duengeregulierung-ministerium-veroeffentlicht-finale-kulisse-nitratbelasteter-gebiete*05.05.2021).
- Lehmann, N. (2020). EU-Agrarstrategie Farm to Fork: Die Agrarwende aus Brüssel. [https://www.agrarheute.com/farm-to-fork-agrarstrategie-green-deal-566179\\*10.05.2021](https://www.agrarheute.com/farm-to-fork-agrarstrategie-green-deal-566179*10.05.2021).
- Lely. (2021). MQC Sensorsystem. [https://www.lely-eder.de/neumaschinen/melken/lely-astronaut-melkroboter-a4/mqc-sensorsystem/\\*10.05.2021](https://www.lely-eder.de/neumaschinen/melken/lely-astronaut-melkroboter-a4/mqc-sensorsystem/*10.05.2021).
- LfL. (2006). Ackerbau vor neuen Herausforderungen. [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p\\_23434.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_23434.pdf)
- LfL. (2017). Big Data im Kuhstall: Der Bauernhof der Zukunft. [https://www.lfl.bayern.de/verschiedenes/ueberuns/185589/index.php\\*10.05.2021](https://www.lfl.bayern.de/verschiedenes/ueberuns/185589/index.php*10.05.2021).
- Lichti, F., Thurner, S. & Henkelmann, G. (2018). Was kann NIRS in der Landwirtschaft leisten? Optische Messtechnik zur Bestimmung von Trockensubstanz und Inhaltsstoffen (32 Nr. 2). <https://www.biogas-forum-bayern.de/media/files/0004/was-kann-nirs-in-der-landwirtschaft-leisten.pdf>



- Linsner, S., Kuntke, F., Schmidbauer-Wolf, G. M. & Reuter, C. (2019). Blockchain in Agriculture 4.0 - An Empirical Study on Farmers Expectations towards Distributed Services based on Distributed Ledger Technology. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3340764.3340799>\*10.05.2021.
- Liste, P. (2019). Wie viel Öko steckt in NRW? <https://www.wochenblatt.com/landwirtschaft/nachrichten/wie-viel-Oeko-steckt-in-nrw-11863424.html>\*11.05.2021.
- LU-web. (2021). Wer sind Lohnunternehmer und welche Wirtschaftskraft haben sie? [https://lu-web.de/marketing/markt/\\*10.05.2021](https://lu-web.de/marketing/markt/*10.05.2021).
- LWK NRW. (2017). Zahlen zur Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen 2017: Strukturen und Produktionsmethoden der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft nach der Agrarstrukturhebung 2016. <https://www.landwirtschaftskammer.de/wir/pdf/zahlen-landwirtschaft-2017.pdf>
- LWK NRW. (2018). Düngerecht, Düngeverordnung. <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/duengeverordnung/index.htm>\*10.05.2021.
- LWK NRW. (2021). WRRL: Gewässerschutz durch das Gülle-Strip-Till-Verfahren. <https://www.landwirtschaftskammer.de/Landwirtschaft/wasserschutz/pdf/wrrl-guelle-strip-till.pdf>\*30.03.2021.
- Matthes, H. (29. April 2021). Interview durch J. Mehr. Microsoft Teams.
- Michel, U. (26. April 2017). Wenn Bauern bloggen: Politik und Lifestyle in der Landwirtschaft. [teltarif.de. https://www.teltarif.de/teltarif.de/twitter-bauer-snapchat-instagram-facebook/news/68355.html](https://www.teltarif.de/teltarif.de/twitter-bauer-snapchat-instagram-facebook/news/68355.html)
- Möbius et al. (2018). Verfahrenstechnik für die Bodenbearbeitung und Aussaat. *traction*, 75–85. <https://www.bmbf.de/de/digitale-loesungen-fuer-eine-nachhaltigere-landwirtschaft-10470.html>
- moow. (2021). Moow rumen bolus. <http://moow.farm/>\*10.05.2021.
- MULNV NRW. (2021a). Cluster und Netzwerke: Neue Ideen durch Vernetzung und Austausch. <https://www.umwelt-wirtschaft.nrw.de/foerderung/cluster-und-netzwerke>\*25.03.2021.
- MULNV NRW. (26. März 2021b). Breitbandversorgung. <https://www.umwelt.nrw.de/landwirtschaft/laendliche-raeume/breitbandversorgung>\*26.03.2021.
- Norton, T., Chen, C., Larsen M. L. V. & Berckmans, D. (2019). Review: Precision livestock farming: building ‘digital representations’ to bring the animals closer to the farmer. *Animal*, 13, 3009–3017. <https://doi.org/10.1017/S175173111900199X>
- NRW Bank. (2020). Ergänzung zum Crowdfunding. NRW.BANK Landesbank Nordrhein-Westfalen. [https://www.nrwbank.de/de/themen/gruendung/0830\\_Gruendung\\_MicroCrowd.html?gclid=EAlalQobChMlyoy4sOhr7wIV\\_QSiA-x3AtgSJEAAYASAAEgli9PD\\_BwE\\*07.04.2021](https://www.nrwbank.de/de/themen/gruendung/0830_Gruendung_MicroCrowd.html?gclid=EAlalQobChMlyoy4sOhr7wIV_QSiA-x3AtgSJEAAYASAAEgli9PD_BwE*07.04.2021).
- Pohl, J.-P., Rautmann, D., Nordmeyer, H. & Hörsten, D. von (2017). Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln - eine Technologie für Precision Farming im Pflanzenbau. *Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft : Fokus: digitale Transformation - Wege in eine zukunftsfähige Landwirtschaft ; Referate der 37. GIL-Jahrestagung 06. – 07. März 2017 in Dresden, Germany*, 268, 117–120. [https://www.openagrar.de/receive/openagrar\\_mods\\_00030895](https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00030895)
- Profi (28. September 2019). Amazone: FertiSpot. *profi online*. <https://www.profi.de/aktuell/neuheiten/amazone-ferti-spot-11844551.html>



- Rentenbank. (2021). Investitionsprogramm Landwirtschaft. [https://www.rentenbank.de/foerderangebote/bundesprogramme/landwirtschaft/\\*26.03.2021](https://www.rentenbank.de/foerderangebote/bundesprogramme/landwirtschaft/*26.03.2021).
- Rohleder, B. & Krüskens, B. (2016a). Digitalisierung in der Landwirtschaft. <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Bitkom-Presskonferenz-Digitalisierung-in-der-Landwirtschaft-02-11-2016-Praesentation.pdf>
- Rohleder, B. & Krüskens, B. (2. November 2016b). Digitalisierung in der Landwirtschaft.
- Rohleder, B., Krüskens, B. & Reinhardt, H. (2020). Digitalisierung in der Landwirtschaft. [https://www.bitkom-research.de/system/files/document/200427\\_PK\\_Digitalisierung\\_der\\_Landwirtschaft.pdf](https://www.bitkom-research.de/system/files/document/200427_PK_Digitalisierung_der_Landwirtschaft.pdf)
- Rothfuß, K. M. (2012). Bürokratie in landwirtschaftlichen Betrieben - Dargestellt am Beispiel von Milchviehbetrieben in Baden-Württemberg [Dissertation]. Universität Hohenheim, Hohenheim. [http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2013/858/pdf/Diss\\_K\\_Rothfuss.pdf](http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2013/858/pdf/Diss_K_Rothfuss.pdf)
- Scheffler, M. & Wiegmann, K. (2019). Quantifizierung von Maßnahmenvorschlägen der deutschen Zivilgesellschaft zu THG - Minderungspotenzialen in der Landwirtschaft bis 2030: Kurzstudie im Auftrag der Klima-Allianz Deutschland.
- Schnitker, K. & Kemper, S. (2019). Ermittlung der Potenziale von ausgewählten Distributed Ledger Technologien (Blockchain) in der Agri-Food-Chain am Beispiel des QS-Systems [Projektbericht]. Hochschule Osnabrück, Osnabrück. <https://www.q-s.de/services/files/qs-wissenschaftsfonds/Forschungsbericht-Ermittlung-Potenziale-ausgew%C3%A4hlte-Distri.pdf>
- Schuhbauer, J. (6. Mai 2021). Climate FieldView von Bayer und CLAAS TELEMATICS vereinfachen Bewirtschaftungsmaßnahmen durch offenen. Moderner-Landwirt.de. <https://moderner-landwirt.de/climate-fieldview-von-bayer-und-claas-telematics-vereinfachen-bewirtschaftungsmaßnahmen-durch-offenen-datenaustausch/>
- Schuitmaker. (2015). Neu: Rapide mit NIR-sensor für die Trockenmassebestimmung. <https://www.schuitmaker-landtechnik.de/aktuell/aktuelles/neu-rapide-mit-nir-sensor-f%C3%BCr-die-trockenmassebestimmung.html>\*12.05.2021.
- Schüle, T. & Köller, K. (2008). Erosion Control by using Site-Specific Tillage. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca(65), 259–263.
- Schürer, J. (2021). Auch Horsch vernetzt sich mit Climate Corporation von Bayer. <https://www.agrarheute.com/technik/ackerbautechnik/horsch-vernetzt-climate-corporation-bayer-577850>\*10.05.2021.
- SoundTalks. (2021). Health and much more. [https://www.soundtalks.com/\\*10.05.2021](https://www.soundtalks.com/*10.05.2021).
- Spekken, M. & Bruin, S. de (2013). Optimized routing on agricultural fields by minimizing maneuvering and servicing time. Precision Agriculture, 14(2), 224–244. <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9290-5>
- Strotdrees, G. (2017). DLG: Zweimal Gold für Westfalen. <https://www.wochenblatt.com/landwirtschaft/nachrichten/dlg-zweimal-gold-fuer-westfalen-8879696.html>\*11.05.2021.
- Tastowe, F. (8. Juni 2020). Teilbreitenschaltung: Wie viele Teilbreiten braucht man eigentlich? top agrar online. <https://www.topagrar.com/technik/news/teilbreitenschaltung-wie-viele-teilbreiten-braucht-man-eigentlich-12082420.html>
- TH Köln. (2019). Weniger Dünger bei gleichem Ertrag. [https://www.th-koeln.de/hochschule/weniger-duenger-bei-gleichem-ertrag\\_69848.php](https://www.th-koeln.de/hochschule/weniger-duenger-bei-gleichem-ertrag_69848.php)\*06.04.2021.
- Thommen, J.-P., Achleitner, A.-K., Gilbert, D. U., Hachmeister, D. & Kaiser, G. (2016). Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht (8. Aufl.). Springer-Verlag.



- Thünen. (2021). Thünen-Institut: Multisensorsystem zur Bodenschonung. Institut für Agrartechnologie. [https://www.thuenen.de/de/at/projekte/umwelttechnologie-bodenpflanze/multisensorsystem-zur-bodenschonung/\\*29.03.2021](https://www.thuenen.de/de/at/projekte/umwelttechnologie-bodenpflanze/multisensorsystem-zur-bodenschonung/*29.03.2021).
- top agrar. (2021). Neun Tankwächter im Vergleich. [https://www.topagrar.com/rind/aus-dem-heft/neun-tankwaechter-im-vergleich-11562624.html\\*05.05.2021](https://www.topagrar.com/rind/aus-dem-heft/neun-tankwaechter-im-vergleich-11562624.html*05.05.2021).
- UBA. (2020a). Ammoniak-Emissionen. [https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen#entwicklung-seit-1990\\*30.03.2021](https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen#entwicklung-seit-1990*30.03.2021).
- UBA. (2020b). Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen. [https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft\\*30.03.2021](https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft*30.03.2021).
- Uppenkamp, N. (2021). ISOBUS - welche Vorteile hat der Einsatz des Systems? [https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/technik/elektronik/zeltechnik/isobus.htm\\*28.04.2021](https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/technik/elektronik/zeltechnik/isobus.htm*28.04.2021).
- USDA. (2008). Strip-Till Iowa Job Sheet. [https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen#beschlusse-zur-emissionsminderung-\\*30.03.2021](https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen#beschlusse-zur-emissionsminderung-*30.03.2021).
- VDMA. (2019). Mehr Ertrag, weniger CO<sub>2</sub>: Diesel sparen mit innovativer Landtechnik. [https://lt.vdma.org/documents/18374/0/158404VDMA\\_Leitfaden\\_EKoTech\\_Screen\\_de.pdf/084cad3d-0f4d-ffcc-3d30-52dcc29888a3](https://lt.vdma.org/documents/18374/0/158404VDMA_Leitfaden_EKoTech_Screen_de.pdf/084cad3d-0f4d-ffcc-3d30-52dcc29888a3)
- Wegener, K. (8. November 2017). Pflanzenschutz - Technische Herausforderungen von gestern. JKI. Phytosanitary Days, Pardubice. <http://www.rostlinolekari.cz/sites/default/files/2017-11/Neue%20technische%20L%C3%B6sungen%20f%C3%BCr%20die%20pr%C3%A4zise%20und%20sichere%20Anwendung%20von%20Pflanzenschutzmitteln.pdf>
- Wehrspann, J. (2014). iPad apps helps users visualize planting. [https://www.farmprogress.com/electronics/new-seedstar-mobile-app-john-deere\\*10.05.2021](https://www.farmprogress.com/electronics/new-seedstar-mobile-app-john-deere*10.05.2021).
- Wirtschaft.NRW. (2021). Mobilfunkausbau in Nordrhein-Westfalen. [https://www.wirtschaft.nrw/mobilfunk-nrw\\*12.05.2021](https://www.wirtschaft.nrw/mobilfunk-nrw*12.05.2021).
- Workshop 27.04.2021 10 Uhr. Interview durch J. Mehr, & Rolf, Klaus-Herbert, Bodensteiner, Benedikt. Es wurden interviewt Edeler, B., Schulte, M. C.
- Workshop 27.04.2021 17 Uhr. Interview durch J. Mehr, & Rolf, Klaus-Herbert, Bodensteiner, Benedikt. Es wurden interviewt Hueneke, C. A., Pfannstiel-Wolf, J., Freiherr von Weichs, B., Meierfrankenberg, U.
- Workshop 28.04.2021 14 Uhr. Interview durch J. Mehr, & Rolf, Klaus-Herbert, Bodensteiner, Benedikt. Es wurden interviewt Leifert, J., Kämmerling, V., Schürmann, C.
- Workshop 28.04.2021 18 Uhr. Interview durch J. Mehr, & Rolf, Klaus-Herbert, Bodensteiner, Benedikt. Es wurden interviewt Matthes, H., Schlüter E.
- Xarvio. (2021). FIELD MANAGER. [https://www.xarvio.com/de/de/products/field-manager.html\\*10.05.2021](https://www.xarvio.com/de/de/products/field-manager.html*10.05.2021).
- Zapf, N. (2021). Claas erneuert digitale Kundenplattform connect. [https://www.agrartechnikonline.de/news/claas-erneuert-digitale-kundenplattform-connect/\\*10.05.2021](https://www.agrartechnikonline.de/news/claas-erneuert-digitale-kundenplattform-connect/*10.05.2021).
- Zinke, O. (2019). Tabu-Thema: Selbstmorde von Landwirten. [https://www.agrarheute.com/land-leben/tabu-thema-selbstmorde-landwirten-554007\\*11.05.2021](https://www.agrarheute.com/land-leben/tabu-thema-selbstmorde-landwirten-554007*11.05.2021).

Nicht gekennzeichnete Grafiken: Quelle CLAAS



## Glossar

**Applikationskarten** beinhalten ortsdifferenzierte Informationen über Anwendungseinstellungen (Saatmenge, Düngemenge, Bearbeitungstiefe), die über den Jobrechner der landwirtschaftlichen Zugmaschine zur Regulierung der Anbaugeräte (Drillmaschine, Düngerstreuer, Grubber) verarbeitet werden können.

**Außenwirtschaft** bezeichnet im landwirtschaftlichen Sinne die feldarbeitsbezogenen betrieblichen Abläufe, Produkte und Arbeiten.

**Ballastierung** bezeichnet die Gewichtsaufladung und -verteilung von z.B. landwirtschaftlichen Zugmaschinen, die abhängig von verrichteter Arbeitsweise und Traktorentyp anzupassen ist. Grundsätzlich ist eine Lastenverteilung von 40% auf der Vorderachse und 60% auf der Hinterachse anzustreben.

**Best-Practice** beschreibt bereits etablierte Verfahren und Vorgehen, die sich als vorteilhaft herausgestellt haben.

**Big Data** ist ein allgemeiner Begriff, der für die Beschreibung umfangreicher Mengen unstrukturierter und semi-strukturierter Daten verwendet wird, die Unternehmen, Behörden und Verwaltungen täglich produzieren. Eine große Datenmenge wird dann als Big Data bezeichnet, wenn der Umfang zu groß oder zu komplex ist, um sie per Hand zu verarbeiten. Das gilt vor allem für Daten, die sich stetig ändern.

**Biomassekarten** können unter anderem mit Hilfe von Satelliten, Drohnen, und Sensoren Bildern erstellt werden und stellen die relative Pflanzenmasse ortsdifferenziert dar.

**Blockchain** ist eine ursprünglich für den Finanzmarkt entwickelte Technologie. Sie macht es möglich, jegliche Art von Information in einer öffentlich einsehbaren Datenbank zu speichern, zu verarbeiten, zu teilen und zu verwalten. In einer kontinuierlichen Liste von Datensätzen („Blocks“) werden diese mittels eines kryptografischen Verschlüsselungsverfahrens verkettet.

**Cloudbasiert** beschreibt ein System, mit dem auf Anwendungen oder Services zugegriffen werden kann, die nicht auf eigenen Hardware-Komponenten installiert werden müssen. Der Anwender greift über das Internet auf eine IT-Infrastruktur eines Anbieters zu und muss dazu nur die notwendige Hardware anschaffen.

**CO<sub>2</sub> Neutralität** (oder klimaneutral) wird in verschiedenen Zusammenhängen verwendet und beschreibt Verfahren, Anwendungen und Produkte, die keinen Einfluss auf die Kohlendioxid-Konzentration der Atmosphäre haben und insofern nicht klimaschädlich sind.





**Datenschutz** meint den Schutz personenbezogener Daten und sichert das Grundrecht von Personen auf informationelle Selbstbestimmung. Darüber hinaus sind der Schutz des Persönlichkeitsrechts und der Schutz der Privatsphäre weitere Elemente des Datenschutzes. Durch den Datenschutz werden nicht die Daten selbst geschützt, sondern die Freiheit des Menschen, selbst zu bestimmen, wie mit seinen Daten umgegangen wird und wer welche Informationen erhalten darf.

**Digitalisierung** im ursprünglichen Sinn meint das Umwandeln von analogen Informationen in digitale Formate – es geht also darum, digitale Darstellungen von analogen Informationen, physischen Objekten oder Ereignissen zu schaffen. Digitalisierung schließt damit auch die digitale Veränderung von Instrumenten, Geräten und Fahrzeugen ein.

**Datenmanagementsysteme** dienen zur rechnergestützten Erfassung, Speicherung, Pflege, Verarbeitung, Analyse und Visualisierung von Daten. Es handelt sich um die Software und die Datenbank, die in einem Informationssystem genutzt werden.

**Experimentierfelder** sind digitale Testfelder auf landwirtschaftlichen Betrieben, auf denen beispielsweise untersucht werden soll, wie digitale Techniken optimal zum Schutz der Umwelt, zur Steigerung des Tierwohls und der Biodiversität sowie zur Arbeitserleichterung eingesetzt werden können.

**Farm Management Informations Systeme (FMIS)** sind Software Systeme, die landwirtschaftliche Daten verwalten und eine unkomplizierte Nutzung dieser ermöglichen. Alles wird abgespeichert und ist jederzeit einfach und schnell abrufbar.

**HIT-Datenbank** beschreibt das Herkunftssicherungs- und Informationssystem Tiere welches als zentrale Datenbank in München Transparenz über die Herkunft und den Lebenslauf eines Tieres schaffen soll. Gleichzeitig soll die Datenbank auch der Tierseuchenbekämpfung - nämlich der Rückverfolgbarkeit von Tieren in Seuchenfällen - sowie der Prämienregelung und der Prämienkontrolle dienen.

**Hybridlandwirtschaft** beschreibt eine Weiterentwicklung der konventionellen Landbewirtschaftung mit Elementen aus dem ökologischem Landbau wie z.B. Hacken und Striegeln. Dieses Konzept versucht die Vorteile aus konventioneller sowie ökologischer Landwirtschaft zu vereinen.

**Innenwirtschaft** bezieht sich auf die betriebsbezogenen Aufgaben und Prozesse, die im Zusammenhang mit der Stallhaltung von Nutztieren stehen.

**Intervallfahrgasse** bedeutet, dass in Fahrgassen im Wechsel z.B. Getreide gesät bzw. nicht gesät wird, so dass die Fahrgassen weiterhin erkennbar sind, aber dennoch Bewuchs zum Erosionsschutz da ist.



**ISO-XML** ist das Dateien Format, welches von ISOBUS Terminals verarbeitet und zur Steuerung von Anbaugeräten genutzt werden kann. Andersherum gibt das ISOBUS Terminal ISO-XML Dateien aus, die dann in Ackerschlagkarteien abgelegt und verarbeitet werden können. Applikationskarten werden häufig im Shape-Format erstellt und dann für eine bessere Datenübertragung zur Landmaschine in ein ISO-XML Format transformiert. ISO-XML Formate enthalten im Vergleich zu Shape-Dateien zusätzlich zu den Applikationswerten noch Informationen wie Schlagname, Kunde, Fahrer, Mittelnamen oder Ähnliches.

**ISOBUS** ist der geläufige Name für landtechnische Datenbus-Anwendungen, die konform zu der Norm ISO 11783 sind. Diese Norm definiert erstens die physikalischen Eigenschaften, wie Stecker und Leitungen, zweitens die Art der Teilnehmer und drittens die Datenformate und Schnittstellen des Netzwerkes.

**ISO-agriNET** ist ein Datenprotokoll, welches die Grundlage für das DLQ-Datenportal liefert und die Datenkommunikation von Rechenzentren, landwirtschaftlichen Betrieben und der Industrie in Echtzeit ermöglicht.

**Landwirtschaft 4.0** (Smart Farming, Digital Farming, e-Farming, Bauernhof 4.0) bezeichnet den modernen Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Landwirtschaft.

**Lenksysteme** bezeichnen Lenkeinrichtungen von Landmaschinen, bei denen der Lenkwinkel der gelenkten Räder durch ein hydraulisches, elektronisches und/oder mechatronisches System eingestellt werden kann. Diese lenken die Landmaschinen mithilfe von GPS Koordinaten automatisch.

**Megatrends** haben eine Dauer von mindestens mehreren Jahrzehnten und sind globale Phänomene. Megatrends zeigen Auswirkungen in allen gesellschaftlichen Bereichen, in der Ökonomie, im Konsum, im Wertewandel, im Zusammenleben der Menschen, in den Medien, im politischen System etc.

**Nitratbelastung** beschreibt den Nitratgehalt von Grundwasser und Oberflächengewässern. Die Nitratbelastung wird über ein Messnetzwerk kontrolliert und darf in Deutschland z.B. für Trinkwasser den Grenzwert von 50 mg/l nicht überschreiten.

**Ökosystemdienstleistung** bezeichnet in der verbreitetsten Definition die „Nutzenstiftungen“ bzw. „Vorteile“, die Menschen von Ökosystemen beziehen. Ökosystemdienstleistungen sind sehr vielseitig und können unter anderem sauberes Trinkwasser, saubere Luft, Bestäubungsleistungen von Insekten, Holzzuwachs in Wäldern, aber auch der Freizeitwert der Natur selbst sein.

**Precision Farming** ist die zielgerichtete und ortsdifferenzierte Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen unter Berücksichtigung kleinräumiger natürlicher Wachstumsbedingungen und aktueller Zustände.



**Precision livestock farming** (Dairy livestock farming) ist der Einsatz fortschrittlicher Technologien, um den Beitrag jedes Tieres zu optimieren.

**Pulsweitenmodulation** beschreibt das hochfrequente An- und Abschalten von Spritzdüsenkörpern, um bei variierender Ausbringungsmenge ohne Wechsel der Spritzdüse ein gleichbleibendes Verteilungs- und Sprühbild zu gewährleisten.

**Rebound-Effekt** sind Effekte, die dazu führen, dass das Einsparungspotential von Effizienzsteigerungen nicht oder nur teilweise verwirklicht werden. Da die Effizienzsteigerung oft mit Kosteneinsparungen beim Verbraucher verbunden ist, führt dies dazu, dass 1) das Produkt intensiver genutzt wird, 2) zusätzliche Produkte der gleichen Art erworben werden oder 3) dass die Verbraucher die freigewordenen Mittel für andere energieverbrauchende Produkte und Dienstleistungen verwenden. Im Beispiel der Digitalisierung in der Landwirtschaft kann von einem Rebound-Effekt gesprochen werden, wenn die Möglichkeit der automatischen Dokumentation dazu führt, dass von behördlicher Seite mehr Dokumentation verlangt wird und die Landwirt\*innen Schlussendlich keine Zeitersparnis haben.

**Regenerative Landwirtschaft** ist ein Ansatz, der Pestizide und Kunstdünger ablehnt und dabei die Regeneration des Mutterbodens, die Biodiversität und den Kreislauf des Wassers verbessern soll.

**Remote Service** ist ein Verfahren, über das technische Dienstleistungen mit Hilfe von Telekommunikationsnetzwerken an einem entfernten Ort erbracht werden. Das Hauptaugenmerk bei Remote Service liegt auf proaktivem Service und multimedialer Kommunikation.

**Rinderpass** ist der Ausweis eines jeden Rindes in Deutschland und enthält Daten darüber zu wem das Rind gehört, sowie Lebensohrmarkennummer, Geburtsdatum, Geschlecht, Rasse, Ohrmarkennummer der Mutter, Daten des Geburtsbetriebes bzw. Angaben zur Herkunft bei Einfuhr und die Registrierungsnummer jedes weiteren Halters bzw. Besitzers mit Zu- und Abgangsdatum.

**RTK-Korrektursignale** vergleichen in Echtzeit (RTK=Real Time Kinematik) die Daten der Landmaschine und der fest eingemessenen Referenz-GPS-Antennen, welche sich in der Umgebung der Landmaschine befinden. Die Referenz-GPS-Antennen sind eingemessen und berechnen den Fehlerwert der Satellitensignale.

**Schnittstellen** sind Teile eines Systems, welche der Kommunikation dienen und den einheitlichen Austausch gewährleisten.

**Shape-Datei** ist das in der Landwirtschaft verwendete Standardformat für die Erstellung von z.B. Applikations-, Ertrags- und Biomassekarten.

**Shareholder** sind Personen, die Anteilseigner eines Unternehmens sind.



**Sonderkulturen** sind in der Landwirtschaft und ihrer statistischen Auswertung die Bereiche der Pflanzenproduktion, die als besonders arbeits- und kapitalintensiv gelten. Darunter fallen unter anderem: Weinbau, Obstanbau, Hopfen, Feingemüse, Gemüse, Tabakanbau, Gewürzanbau, Arzneipflanzen, Blumenkulturen.

**Stakeholder** sind Personen oder Gruppen, die ein berechtigtes Interesse am Verlauf oder Ergebnis eines Prozesses oder Projektes haben.

**Strip-Till** ist ein Konservierungssystem, das eine minimale Bodenbearbeitung verwendet. Es kombiniert die Vorteile der Bodentrocknung und -erwärmung bei der konventionellen Bodenbearbeitung mit den bodenschützenden Vorteilen der Direktsaat, indem nur der Teil des Bodens gestört wird, der die Samenreihe enthalten soll.

**Strukturwandel** bezeichnet Veränderungen in der Gesamtheit der Agrarstruktur in einer Region zu einem bestimmten Zeitpunkt. Hierbei ändern sich z.B. bestehende Verhältnisse für die Produktion und die Vermarktung von Agrarerzeugnissen.

**Synergieeffekte** sind positive Resultate oder positive Wirkungen des Zusammenschlusses oder der Zusammenarbeit zweier Organisationen, Unternehmen, Produkte oder Anwendungen.

**Technology Readiness Level** (TRL), auf Deutsch als Technologie-Reifegrad übersetzt, ist eine Skala zur Bewertung des Entwicklungsstandes von neuen Technologien auf der Basis einer systematischen Analyse. Er gibt auf einer Skala von 1 bis 9 an, wie weit eine Technologie entwickelt ist.

**Teilbreitenschaltung** (section control) übernimmt die komplette automatische Steuerung der Teilbreiten beim Spritzen, Säen oder Düngen und reduziert so Fehlstellen, Überlappungen und zu hohe Dosierungen auf ein Minimum.

**Telemetrie** ist die Übertragung von Messwerten eines am Messort befindlichen Messfühlers zu einer räumlich getrennten Stelle. An dieser Empfangsstelle können die Messwerte entweder nur gesammelt und aufgezeichnet oder auch sofort ausgewertet werden.

**Tierwohl** ist eine Bezeichnung für die Gesundheit und das Wohlbefinden von Tieren, insbesondere von Nutztieren. Das Tierwohl umfasst die Aspekte körperliche Gesundheit, die Ausführbarkeit von natürlichen Verhaltensweisen („Normalverhalten“) und das emotionale Wohlbefinden der Tiere.

**Vorgewende-Management-Systeme** übernehmen das automatische Ausheben und Einsetzen des Anbaugerätes, sowie das Drehen der Zugmaschine am Feld-Anfang und Feld-Ende.



**Wendezeit** bezeichnet die Zeit, die benötigt wird, um eine Landmaschine am Anfang oder Ende eines Feldes zu drehen und wieder in den Arbeitsgang einzusetzen.

**Wertschöpfungskette** bzw. Wertkette stellt die Stufen der Produktion als eine geordnete Reihung von Tätigkeiten dar. Diese Tätigkeiten schaffen Werte, verbrauchen Ressourcen und sind in Prozessen miteinander verbunden.

**Work-Life-Balance** steht für einen Zustand, in dem Arbeits- und Privatleben miteinander in Einklang stehen.



## Abkürzungsverzeichnis

- AEM** - The Association of Equipment Manufactures
- AEF** – Agricultural Industry Electronics Foundation
- API** – Application Programming Interfaces
- BDI** – Bundesverband der Deutschen Industrie
- BLE** – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
- BMBF** – Bundesministerium für Bildung und Forschung
- BMEL** – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
- BMU** - Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
- BMWi** – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
- BULE** - Bundesprogramm Ländliche Entwicklung für Modell- und Demonstrationsvorhaben
- DBV** – Deutscher Bauernverband
- Destatis** – Statistisches Bundesamt
- DLG** – Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
- DSGVO** – Datenschutz-Grundverordnung
- DüV** - Düngeverordnung
- ELER** - Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
- F&E** - Forschung und Entwicklung
- FMIS** – Farm Management Information System
- GAK** - Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz
- GAP** – Gemeinsame Agrarpolitik
- GPS** – Global Positioning System
- GSM** - Global System for Mobile Communications
- GV** - Großvieheinheiten
- IoT** – Internet of Things
- IÖS** - Innovationsökosystem
- IT NRW** – Information und Technik NRW
- IT** - Informationstechnik
- KI** - Künstliche Intelligenz
- KMU** - Kleinunternehmen, kleine und mittlere Unternehmen
- KPI** – Key Performance Indicator
- KTBL** – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
- LBS** – Landwirtschaftliche Bus-System
- LANUV** - Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
- LfL** – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
- LTE** - Long Term Evolution





**LWK** – Landwirtschaftskammer

**MULNV** - Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz

**NGA** – Next Generation Acces

**NIRS** – Nahinfrarotspektroskopie

**NRW** – Nordrhein-Westfalen

**UMTS** – Universal Mobile Telecommunications System

**PLF** – Precision Livestock Farming

**PSM** – Pflanzenschutzmittel

**PUDUMA** - Punktgenaue Düngerapplikation bei der Maisaussaat

**QS** - Qualität und Sicherheit GmbH

**RTK** – Real Time Kinematic

**TGI** - Tiergesundheitsindex

**TRL** – Technical Readiness Level

**UBA** – Umweltbundesamt

**USDA** - United States Department of Agriculture

**VDMA** - Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau



Land	Name	Förderart	Förderbereich	Quelle
Baden-Württemberg	„Landwirtschaft 4.0 nachhaltig. digital“	<p>Nicht monetär: Rechtliche und technische Voraussetzungen schaffen, Clusterbildung, Bildungs- und Beratungsangebot erweitern, Bürokratie verringern, Unterstützung des öffentlichen Diskurses zur Anwendung digitaler Technologien</p> <p>Monetär: Projektunterstützung durch EIP-Aufruf (Europäische Innovationspartnerschaft)</p>	<p>Tiergerechte Nutzzierhaltung und Schlachtung</p> <p>Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel</p>	<p><a href="https://mlr.baden-wuerttemberg.de/de/unsere-themen/landwirtschaft/landwirtschaft-40/strategische-ansaetze/">https://mlr.baden-wuerttemberg.de/de/unsere-themen/landwirtschaft/landwirtschaft-40/strategische-ansaetze/</a></p> <p><a href="https://foerderung.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Foerderwegweiser/EIP-Foerderaufruf+2021">https://foerderung.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Foerderwegweiser/EIP-Foerderaufruf+2021</a></p>
Bayern	„Bayrisches Sonderprogramm Landwirtschaft Digital“	Monetär: Investitionszuschüsse	<p>Teil A: Digitalbonus Agrar (Agrarsoftware)</p> <p>Teil B: Düngesensor-Technologie (25 % Zuschuss für Sensor)</p> <p>Teil C: Digitale Hack- und Pflanzenschutztechnik (25 % Zuschuss)</p> <p>Teil D: Sensorik in der Tierhaltung zur Steigerung des Tierwohls (25 % Zuschuss)</p>	<p><a href="https://www.stmelf.bayern.de/baysldigital">https://www.stmelf.bayern.de/baysldigital</a></p>
Hessen	„Digitale Strategie Hessen“	<p>Monetär: Investitionszuschüsse</p> <p>Nicht monetär: Beratung zur Digitalisierung</p>	<p>Fünf Bereiche: Agrarsoftware, Sensor-Technologie zur Düngung, Hack- und PSM-Technik, Systeme zur Überwachung des Gesundheitszustandes, Beratung zur Digitalisierung</p>	<p><a href="https://www.hessen.de/presse/pressemitteilung/landwirtschaftliche-betriebe-bei-digitalisierung-unterstuetzt">https://www.hessen.de/presse/pressemitteilung/landwirtschaftliche-betriebe-bei-digitalisierung-unterstuetzt</a></p>



Land	Name	Förderart	Förderbereich	Quelle
Niedersachsen	„Der Niedersächsische Weg“	Nicht monetär: Kooperationsvertrag zwischen Umweltverbänden, staatlichen Behörden und Landwirtschaftsverbänden	Dialog auf Augenhöhe zur Erreichung gemeinsamer Klimaschutzziele	<a href="https://www.artenretter-niedersachsen.de/vertrag/">https://www.artenretter-niedersachsen.de/vertrag/</a>
		Monetär: Projektförderung (z. B. „PraxisLabor Digitaler Ackerbau“)	Ackerbau: Land- und Sensortechnik	
	„Masterplan Digitalisierung“	Monetär: Zuschüsse in Höhe von 1 Mrd. €	Investitionszuschüsse nicht für Landwirte, sondern Hochschulen etc.	<a href="https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/landwirtschaft/agrarforderung/foerderung-von-digitalisierungsprojekten-193367.html">https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/landwirtschaft/agrarforderung/foerderung-von-digitalisierungsprojekten-193367.html</a>
			Beteiligungen an Projekten wie z. B. „Experimentierfelder digitale Landwirtschaft“ und „Digitaler Stall der Zukunft“	
	„Digitalbonus Niedersachsen“	Monetär: Zuschüsse in Höhe von 15 Mio. €	Allgemein KMU-Förderung zur Anschaffung von Hard- und Software sowie IT-Sicherheit	<a href="https://www.mw.niedersachsen.de/startseite/themen/digitalisierung/digitalbonus_niedersachsen/digitalbonus-niedersachsen-180266.html">https://www.mw.niedersachsen.de/startseite/themen/digitalisierung/digitalbonus_niedersachsen/digitalbonus-niedersachsen-180266.html</a>
	„Digitalisierungspreis Agrar und Ernährung“	Monetär: Preisgeld in Höhe von 10.000 €	Nachhaltigkeit, Tierwohl, Verbraucherschutz, Wettbewerbsfähigkeit, Transparenz der Wertschöpfungsketten oder Datenschutz	<a href="https://www.ml.niedersachsen.de/digitalisierungspreis/digitalisierungspreis-agrar-und-ernaeh-ung-182109.html">https://www.ml.niedersachsen.de/digitalisierungspreis/digitalisierungspreis-agrar-und-ernaeh-ung-182109.html</a>
		Monetär: Zuschüsse in Höhe von 12 Mio. €	Wirtschaftsdüngerlagerkapazitäten	<a href="https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/zwolf-millionen-euro-foerderung-fur-umwelt-und-klimaschutz-191677.html">https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/zwolf-millionen-euro-foerderung-fur-umwelt-und-klimaschutz-191677.html</a>
			Abdeckungen für bestehende Lagerkapazitäten  Gülleaufbereitungsanlagen  Digitale Landtechnik	



## Landwirtschaft 4.0 – Chancen und Herausforderungen am Standort Nordrhein-Westfalen

Land	Name	Förderart	Förderbereich	Quelle
Rheinland-Pfalz	„DigiBoost“	Monetär: Zuschüsse bis zu 15.000 € pro Unternehmen	Allgemein KMU-Förderung (auch LW): Digitalisierung von Geschäftsprozessen	<a href="https://mwvlw.rlp.de/de/presse/detail/news/News/detail/schmitt-neuer-digiboost-unterstuetzt-kleine-betriebe-bei-digitalisierung-bis-zu-15000-euro-zusc/">https://mwvlw.rlp.de/de/presse/detail/news/News/detail/schmitt-neuer-digiboost-unterstuetzt-kleine-betriebe-bei-digitalisierung-bis-zu-15000-euro-zusc/</a>
Hessen		Monetär: Investitionszuschüsse	Maschinenförderung: Zur Minderung von Umweltbelastungen, zur Minderung von Emissionen bei Düngerausbringung, zur gezielten Unkrautbekämpfung, Direktsaat und Strip-Till, Doppelmessermähwerke, Rebflächen-Bewirtschaftung, innovativen Techniken in der LW	<a href="https://mwvlw.rlp.de/de/presse/detail/news/News/detail/wiss-ing-neue-maschinenfoerderung-fuer-die-landwirtschaft/">https://mwvlw.rlp.de/de/presse/detail/news/News/detail/wiss-ing-neue-maschinenfoerderung-fuer-die-landwirtschaft/</a>