

# Chancen und Risiken der Digitalisierung in der Landwirtschaft

Stefanie Reith, Jürgen Frisch, Martin Kunisch

Die Landwirtschaft setzt – wie auch andere Branchen – bereits eine Vielzahl an digitalen Technologien ein, was einen maßgeblichen Einfluss auf die Arbeitsgestaltung hat. Dies wird dann als Arbeit 4.0 bezeichnet. Ziel dieses Beitrages ist es, das Arbeitssystem in der Landwirtschaft zu charakterisieren und aufzuzeigen, inwieweit sich Arbeitsinhalte und –bedingungen infolge von Digitalisierungsprozessen verändern und welche Auswirkungen dies auf die Arbeitspersonen hat. Darauf basierend wird ein aktueller Überblick über die mit dem digitalen Wandel verbundenen Chancen und Potenziale gegeben. Ebenso werden Spannungsfelder und Risiken analysiert. Das Arbeitssystem verändert sich insofern, dass mit „Big Data“ Informationen neuer Qualität zur Verfügung stehen. Durch den Informationszuwachs und die Vernetzung von Systemen – sowohl im Stall als auch auf dem Feld – ergeben sich erweiterte Handlungsspielräume. Arbeitsabläufe können zunehmend digitalisiert ausgeführt werden. Die Arbeitspersonen sind vermehrt mit Planungs- und Kontrollaufgaben sowie der Reflektion von Produktionsprozessen konfrontiert. Bei der Durchführung von Aufgaben können Assistenz- und autonome Systeme unterstützen und die Personen bei verschiedenen Funktionen ergänzen oder ersetzen. Die neuen Arbeitsstrukturen sind insbesondere durch Prozesse der Flexibilisierung, Entgrenzung, neue Formen der Zusammenarbeit und zunehmende Relevanz von Wissensarbeit geprägt. Das Volumen der Daten (in Echtzeit) und die Vielfalt an Informationen erhöhen die Anforderungen an die Fähigkeiten, die Fertigkeiten und die Kompetenzen der Arbeitspersonen. Wesentliche Herausforderungen bei der Umsetzung digitaler Lösungen liegen unter anderem in der fortschreitenden Komplexität der Systeme, in der IT-Sicherheit und in der Investitionsbereitschaft. Daraus folgt, dass Kompetenzen und Qualifikationen ständig den Erfordernissen der digitalen Transformation anzupassen sind.

## Schlüsselwörter

Digitalisierung, Arbeit 4.0, Arbeitssystem, Big Data, Landwirtschaft 4.0

„Arbeit“ ist das bewusste und zielgerichtete (körperliche und geistige) Tätigsein des Menschen zum Zwecke der Bedarfsdeckung (SCHLICK 2010). AUERNHAMMER (1986) beschreibt sie als ein sich permanent wiederholender Zyklus aus Wahrnehmen, Entscheiden und Umsetzen von Informationen.

In der Landwirtschaft ist sie der wichtigste, jedoch auch knappste Produktionsfaktor (SCHICK 2012).

Die Arbeit wird von zwei unterschiedlichen Zielsetzungen bestimmt: Objektbezogen dient sie der Produktion von Gütern, Informationen und Dienstleistungen. Die Absicht ist, ein optimales Verhältnis von Arbeitsaufwand und Ertrag zu schaffen, um die Arbeitsproduktivität zu steigern („Produktivitätsaspekt“). Im subjektbezogenen Sinne verfolgt die Arbeit persönlichkeitsorientierte Aspekte. Sie wird als Anstrengung, die einen besonderen Sinn für den Menschen stiftet sowie als eine Möglichkeit zur Selbstverwirklichung definiert („Humanitätsaspekt“) (SCHLICK et al. 2010). Voraussetzung ist,

dass die Bedingungen, unter denen Menschen Arbeit verrichten, folgende Eigenschaften aufweisen: Schädigungslosigkeit, Ausführbarkeit, Erträglichkeit und Beeinträchtigungsfreiheit. Zudem ist es wichtig, dass die Standards sozialer Angemessenheit nach Arbeitsinhalt, Arbeitsaufgabe, Arbeitsumgebung sowie Entlohnung und Kooperation erfüllt sind (SCHLICK 2010). Die Definition zeigt, dass insbesondere humane Zielstellungen (Motivation, Persönlichkeitsentwicklung, Gesundheitsschutz) das arbeitswissenschaftliche Wirken prägen.

In allen Bereichen der Landwirtschaft (Pflanzenbau, Tierhaltung, Betriebsführung) ist eine zunehmende Technisierung zu beobachten. Schon seit jeher hat der technologische Fortschritt die Gestaltung der Arbeit beeinflusst, und in diesem Sinne kann auch die Digitalisierung als bedeutender Treiber von Veränderungsprozessen in der Arbeitswelt angesehen werden – im Alltag als auch in der Wirtschaft. Ein wichtiger Gestaltungsparameter der Nutzung technischer Hilfsmittel ist der Umfang, in dem ein Arbeitsprozess durch die Automatisierung beziehungsweise Digitalisierung modifiziert werden kann.

Die mit der Digitalisierung verbundenen Trends und Herausforderungen sind vielfältig. Neue Technologien können dazu beitragen, die Arbeit menschengerechter zu gestalten; sie können jedoch auch physische und psychische Belastungssituationen hervorrufen, die es zu bewerten gilt (SENDER 2016).

Der vorliegende Beitrag vermittelt aus arbeitswissenschaftlicher Sicht Einblicke in die Bedeutung der Arbeit für den Menschen sowie dessen Rolle im Arbeitssystem. Zudem wird aufgezeigt, wie sich durch die zunehmende digitale und mobile Technologie Arbeitsinhalte und Anforderungsprofile verändern sowie welche Chancen und Risiken mit dem Einsatz der dadurch produzierten Datenmengen in der Landwirtschaft verbunden sind.

## Arbeitssystem

Im Arbeitssystem tritt der Mensch mit anderen Menschen und mit technischen Hilfsmitteln in Interaktion, sodass durch den Einsatz zweckmäßiger Hilfsmittel aus einer bestimmten Eingabe (Input) eine Ausgabe (Output) entsteht (AUERNHAMMER 1986). Arbeitswissenschaftlich geht es also um die Erfüllung einer Arbeitsaufgabe eines Arbeitssystems durch das Zusammenwirken von Mensch und Arbeitsmittel mit dem Arbeitsgegenstand. Nach REFA (1971) ist der Mensch bzw. die Arbeitsperson als Handlungsträger das aktive und wichtigste Element im Arbeitssystem. Er ist bei allen Formen menschlicher Arbeit in seinen individuellen und sozialen Beziehungen zu den weiteren Elementen des Arbeitssystems sowohl Ausgang als auch Ziel der jeweiligen Betrachtungen (Abbildung 1). Werden Arbeitssysteme (grundlegend) neugestaltet, z. B. infolge von Digitalisierungsprozessen, sind die Anforderungen menschlicher Arbeit zu berücksichtigen (SCHLICK et al. 2010).

Die Größe von Arbeitssystemen ist nicht festgelegt. Je nach Betrachtungszweck kann eine sehr kleine Arbeitsaufgabe bereits als Arbeitssystem dargestellt werden – das kleinste Arbeitssystem ist der einzelne Arbeitsort (Mikro-Arbeitssystem) – oder aber der gesamte Betrieb bildet das Arbeitssystem (Makro-Arbeitssystem). Ausschlaggebend sind die Formulierung der Arbeitsaufgabe und damit die geforderte Detailliertheit der Betrachtung (AUERNHAMMER 1986, REFA 1971).

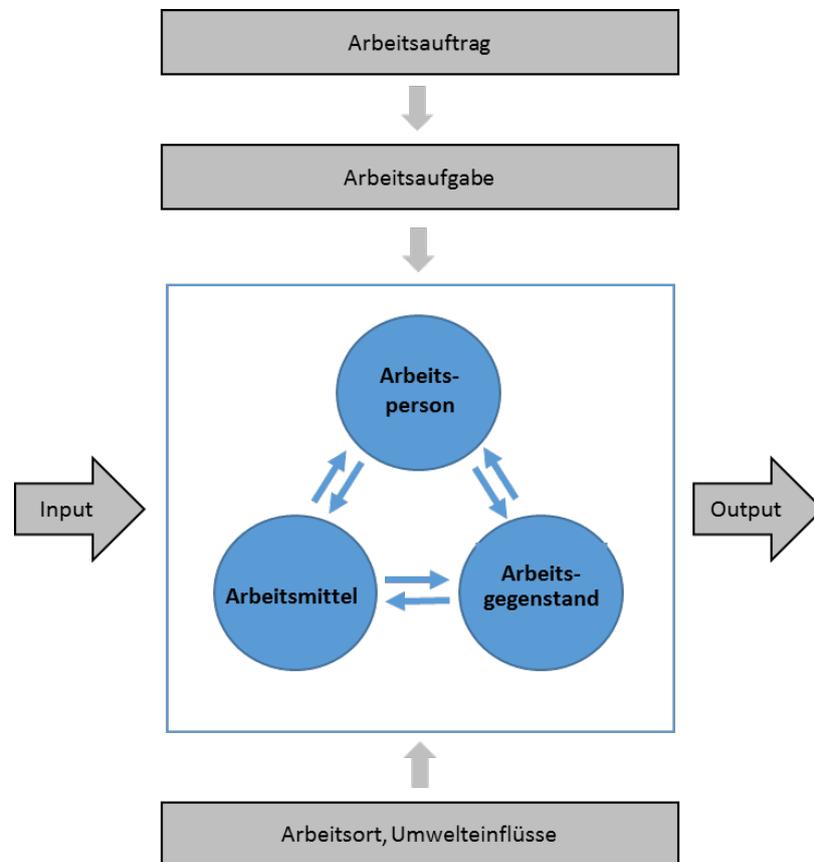


Abbildung 1: Elemente des Arbeitssystems (REFA 1971, verändert)

Arbeitssysteme werden mit folgenden Systemelementen beschrieben:

- **Arbeitsaufgabe:** Zweck des Arbeitssystems
- **Arbeitsablauf:** räumliche und zeitliche Folge der Interaktion zwischen Arbeitsperson einerseits und Arbeitsmittel und -gegenstand andererseits, um letztere gemäß der Arbeitsaufgabe zu verändern
- **Input:** Arbeitsgegenstände, Menschen, Informationen, Energie, die zur Ausführung der Arbeitsaufgabe erforderlich sind
- **Arbeitsperson:** Person, die die Arbeit ausführt
- **Arbeitsmittel:** Werkzeuge, Maschinen, Geräte, Möbel, Einrichtungen und Informationstechnologie, die im Arbeitssystem benutzt werden
- **Arbeitsgegenstand:** Stoffe, Güter, Energien sowie ebenso Lebewesen, die im Arbeitssystem verändert werden
- **Umwelteinflüsse:** physikalische, chemische, biologische, organisatorische und soziale Faktoren, die auf das Arbeitssystem und die Eigenschaften von Arbeitsperson, Arbeitsgegenstand und Arbeitsmittel wirken sowie unter Umständen auch vom Arbeitssystem erzeugt werden
- **Output:** Material, Informationen und Energie, die im Sinne der Arbeitsaufgabe modifiziert, verwendet oder produziert wurden

## Menschliches Leistungsvermögen

Beschäftigte in der Landwirtschaft werden durch ihre Arbeit häufig mit gesundheitsbelastenden und -gefährdenden Faktoren konfrontiert (RIEGER 2001):

- Gesundheitsschäden und -beeinträchtigungen infolge berufsbedingter Krankheiten (beispielsweise Rückenbeschwerden)
- Unfall- und Verletzungsrisiken (wie etwa durch den Umgang mit Tieren, Chemikalien, Maschinen)
- Physikalische Belastungen und unangenehme Arbeitsumgebungen (z. B. infolge von Hitze, Kälte, Geruchsbelästigung, Lärm)
- Chemische Belastungen (z. B. Reinigungsmittel, Pflanzenschutzmittel)
- Biologische Arbeitsstoffe (z. B. arbeitsbedingte Infektionsgefahren, toxische und allergische Wirkungen durch den Kontakt mit Mikroorganismen, Staubpartikel, Gase, Aerosole)
- Tätigkeiten, die schwere körperliche Arbeit (z. B. schweres Heben oder Tragen) oder unbequeme Körperhaltungen bedingen
- Tätigkeiten, die keine Entscheidungsspielräume und Partizipationsmöglichkeiten hinsichtlich Planung und Gestaltung der eigenen Arbeit zulassen
- Soziale Isolation oder erschwerte Kommunikation während der Arbeit durch Absonderung von Arbeitsplätzen
- Organisatorische Bedingungen, die die sozialen Beziehungen außerhalb der Arbeit und die Freizeitgestaltung beeinträchtigen (z. B. durch ungünstige Arbeitszeiten)

Die im BKK Gesundheitsreport beschriebene Entwicklung zeigt, dass unter den verschiedenen Krankheitsgruppen insbesondere psychische Störungen zunehmen - in der Landwirtschaft an zweiter Stelle nach den Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems. Bedeutsame Stressoren sind die zunehmende Bürokratie, Unsicherheiten durch wandelnde gesetzliche Rahmenbedingungen, der aufgrund gesellschaftlicher Kritik hervorgerufene soziale Druck sowie Arbeiten unter zeitlichem und finanziellem Druck (KNOOP und THEUVSEN 2018).

Die menschliche Arbeitsleistung unterliegt einer sowohl inter- als auch intraindividuellen Streuung. Das Leistungsvermögen wird von der Leistungsfähigkeit und der Leistungsbereitschaft bestimmt:

- Leistungsfähigkeit: physiologische (Leistungskapazität der Organe/Organsysteme) und psychologische (informativ-mentale Komponenten) Voraussetzungen zur Erbringung einer Leistung
- Leistungsbereitschaft: physiologische (Erregungsniveau von Organen/Organsystemen) und psychische Bereitschaft (Leistungshaltungen und Motive) zur Erbringung einer Leistung

Die individuellen Unterschiede des Leistungsvermögens beziehen sich sowohl auf die Konstitution und Disposition als auch auf verschiedene Qualifikations- und Kompetenzmerkmale (AUERNHAMMER 1986, SCHLICK et al. 2010). Im Vergleich zu den Merkmalen der Konstitution, welche im Lebenszyklus einer Person im arbeitswissenschaftlich relevanten Rahmen nicht veränderbar sind, können Dispositionseigenschaften als veränderbar angenommen werden. Zudem spielen unterschiedliche Anpassungsmerkmale eine Rolle. Die Charakteristika der Eignung sollten bei der Gestaltung von Arbeitssystemen berücksichtigt werden. Da sie sowohl positiv als auch negativ die Leistung beeinflussen können, sind sie in ihrer Gesamtheit zu betrachten. Leistungsmindernde Merkmale (Alterungspro-

zesse) können jedoch durch entsprechende leistungssteigernde (Qualifizierungsmaßnahmen, Ausdauertraining) kompensiert werden (SCHLICK et al. 2010, SCHULTETUS 2006).

Das Leistungsvermögen wird ferner durch verschiedene aus der Arbeitsaufgabe und -umgebung resultierende Belastungsfaktoren bestimmt. Diese wirken von außen auf den Menschen ein und sind hinsichtlich weiterer Arbeitssysteme verallgemeinerbar (Abbildung 2). Sie können den Menschen positiv wie negativ beanspruchen. Im positiven Sinne ist eine Beanspruchung durch ein generelles Wohlbefinden einhergehend mit der Aktivierung und Weiterentwicklung von Kompetenzen geprägt. Fehlbeanspruchungen hingegen führen langfristig zu physischen und psychischen Belastungen.

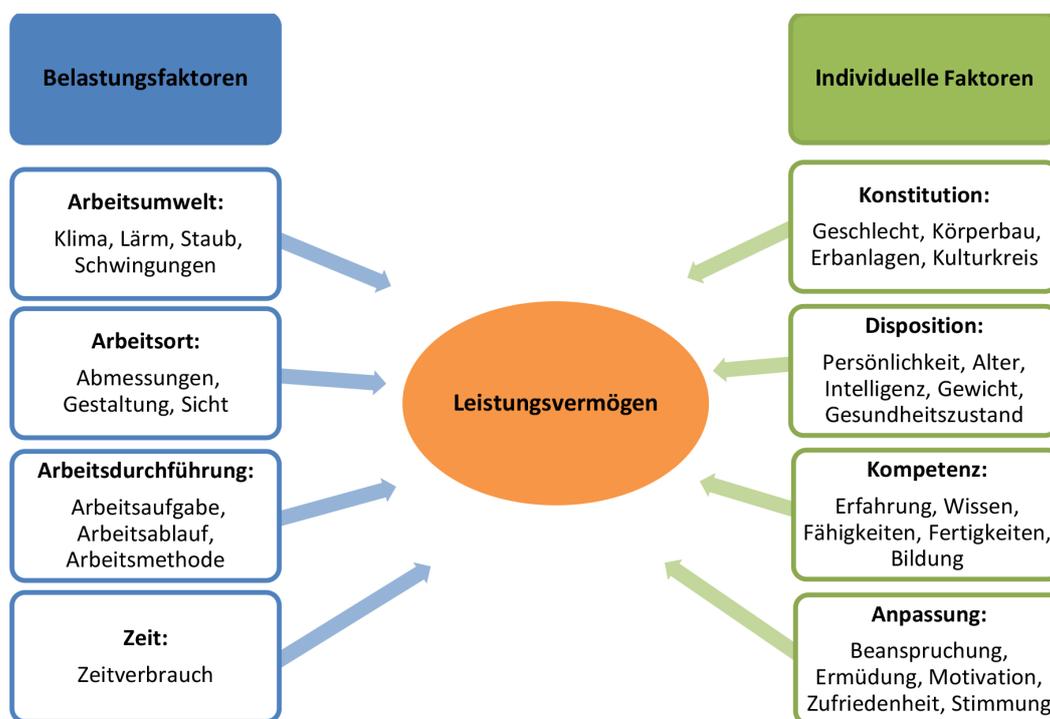


Abbildung 2: Belastungs- und individuelle Faktoren mit Einfluss auf das menschliche Leistungsvermögen (SCHLICK et al. 2010, verändert)

## Arbeit 4.0 – Chancen und Risiken

Der digitale Wandel beeinflusst maßgeblich die Arbeitswelt aller Branchen und wird als vierte Stufe der industriellen Revolution als Arbeit 4.0 bezeichnet. Die zunehmende Nutzung von digitalen und mobilen Technologien geht mit einer Veränderung der Arbeitsinhalte und Anforderungsprofile einher. Kennzeichnend für Big Data ist das Zusammenführen der durch die Digitalisierung erzeugten Daten (MUCKENHUBER 2018). Digitale Daten als Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung kann durch die fünf „V“ charakterisiert werden. Beschrieben wird „die Fähigkeit, große Datenmengen (Volume) aus unterschiedlichen Quellen und mit unterschiedlicher Struktur (Variety) in hoher Geschwindigkeit (Velocity) zu sammeln, zu verarbeiten, zu speichern und mit guter Qualität (Veracity) und der Zielsetzung eines wirtschaftlichen Nutzens (Value) auszuwerten“ (LIPPOLD 2017). Für einen effizienten Einsatz – generell und im landwirtschaftlichen Betrieb – müssen die Daten also elektronisch verfügbar, maschinenlesbar, konsequent strukturiert und mit praxistauglichen Schnittstellen sowie interoperablen Standards ausgestattet sein. Die Hauptziele von Big Data sind ein besseres Verständnis der Realität auf Basis umfangreicher Daten sowie die Formulierung datengestützter Aussagen, um somit fundierte Entscheidungen treffen zu können (MUCKENHUBER 2018).

Das Arbeitssystem verändert sich insofern, als es zu einer Funktionsteilung zwischen Mensch und Technologie kommt. Die Rolle der Arbeitsperson transformiert sich so vom Erbringen der Arbeitsleistung in das Planen und Überwachen des Arbeitsablaufs. Dadurch ergeben sich neue Interaktionsformen und kooperative Beziehungen zwischen Arbeitsperson und Arbeitsmittel sowie Arbeitsgegenstand. Man spricht, da die Aufgaben gemeinsam in Symbiose erledigt werden, von Mensch-Maschinen-Kollaborationsprozessen (MUCKENHUBER 2018). Dies gilt insbesondere für den Bereich der Entscheidungsfindung, indem die Arbeitsperson durch die zunehmende Erfassung und Auswertung von Daten und Informationen unterstützt wird. So soll beispielsweise in der Tierhaltung die Technologie (beispielsweise Sensorsysteme, die Daten zur Haltungsumgebung, zum Tierverhalten sowie biologische Daten erfassen und zusammenführen) die Entscheidungsprozesse im Herdenmanagement erleichtern, objektivieren und so zu einer verbesserten Tiergesundheit, Fruchtbarkeit und höherer Produktionsleistung führen. Big Data in Verbindung mit sinnvollen Auswertungsalgorithmen ermöglicht es, neue Zusammenhänge offenzulegen. Das Erkennen von Mustern in Daten erlaubt es, Ereignisse kurzfristig vorherzusagen bzw. Prognosemodelle für etwaige (Tiergesundheits-)Risiken zu entwickeln sowie Einflussfaktoren und Zusammenhänge zu identifizieren. Für den Landwirt sind daher verbesserte Produktionsprozesse und Managementtätigkeiten zu erwarten (HOFFMANN und RIEKERT 2018). Die modernen Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten erlauben neue Arbeitsmodelle, sodass sich die traditionellen Arbeitszeiten und -orte zunehmend auflösen und die Organisation der Arbeit mehr und mehr an Flexibilität gewinnt (Abbildung 3). Die Ausstattung der Betriebe mit digitalen Lösungen bietet jedoch nicht nur Vorteile und Chancen; sie birgt auch potenzielle Risiken, die sich nachteilig auf das Arbeitssystem auswirken.



Abbildung 3: Veränderung des Arbeitsablaufs innerhalb des Arbeitssystems durch die zunehmende Digitalisierung

### Flexibilisierung der Tätigkeiten

Mit der Digitalisierung verschieben sich Arbeitsinhalte und -bedingungen. Die Digitalisierung induziert eine Polarisierung des Qualifikationsniveaus: Tätigkeiten für niedrige Qualifikationsniveaus ohne große Handlungsspielräume auf der einen Seite und solche für qualifizierte Experten mit hohen Handlungsspielräumen, die sich selbst organisieren (ZIMMERMANN 2017), auf der anderen Seite. Die Vielzahl an Daten und Informationen bedingt eine zunehmende Komplexität der Aufgaben, wodurch die Anforderungen an Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen steigen, während manuelle Fertigkeiten an Bedeutung verlieren (KRABEL 2006, ZIMMERMANN 2017). Neben Komplexitäts-, Abstraktions-, Problemlösungs- und Kommunikationsanforderungen betrifft dies insbesondere die Fähigkeit, selbstgesteuert zu agieren, sich selbst zu organisieren, systemisch zu denken und kreativ mit ergebnisoffenen Prozessen umzugehen (BECKER 2015, SPIESS 2017). Aufgrund der zurückgehenden Routinetätigkeiten wird das Wissen des arbeitenden Menschen eher für eine Reflektion und Verbesserung des Produktionsprozesses benötigt. Bisher langfristige Planungen werden durch kurzfristige Planungen und folglich spontane Entscheidungen ersetzt (ZIMMERMANN 2017). Aufgrund der hohen Dynamik des digitalen Wandels haben das Know-how und die Fähigkeiten der Arbeitsperson eine kürzere Halbwertszeit. Es wird daher die Motivation und die Fähigkeit erwartet, sich neuen Aufgaben zu stellen, Routine abzulegen und das durch regelmäßige fachliche Fort- und Weiterbildung erworbe-

ne Wissen up to date zu halten. Hinsichtlich der neu entfaltenen Potenziale sind insbesondere solche Kompetenzen von Belang, die die Handlungsfähigkeit in unbestimmten, neuen, unstrukturierten Situationen unterstützen (ERPENBECK und SAUER 2001).

Auch in der Landwirtschaft wird eine hohe Eigenverantwortung und Qualifikation erwartet (PIERPAOLI et al. 2013). Viele Arbeiten finden außerhalb des Hofes und in Abwesenheit des Betriebsleiters statt, sodass die Arbeitspersonen verantwortungsbewusst entscheiden müssen, wie ein Prozess auszuführen ist. Zudem ist nach REINECKE (2015) ein hohes Erfahrungswissen notwendig, da Fehler in der Prozessdurchführung (beispielsweise Erntevorgänge) oft mit nennenswerten finanziellen Einbußen verbunden sind. Erfahrungsaustausch und Weitergabe von Wissen, wie etwa die Einstellung verschiedener Parameter von Maschinen, die auf demselben Schlag eingesetzt werden, sind neben einer guten Zusammenarbeit für die Effizienz und Qualität der Prozesse essentiell.

Die Flexibilisierung der Tätigkeiten und der Bedeutungszuwachs an Wissen und Fähigkeiten können den Menschen jedoch auch überfordern und somit eine erhöhte psychische Belastung verursachen. Die Arbeit des Menschen in automatischen Systemen ist arbeitswissenschaftlichen Studien zufolge nicht unproblematisch. Unter den Bedingungen der Digitalisierung und des technologischen Wandels führen Leistungsverdichtung, zunehmende Beschleunigung und Stress nicht selten zu eingeschliffenen Verhaltens- und Denkmustern. Tätigkeiten werden dann nicht mehr bewusst, sondern eher ferngesteuert bzw. automatisch erledigt. ZIMMERMANN (2017) bezeichnet dies als „Spirale des Autopiloten-Modus“.

### **Automatisierung und Robotik**

Automatische und/oder autonome Systeme haben nicht nur einen positiven Einfluss auf die Arbeitsproduktivität, sondern auch auf die Gestaltung der Arbeit. Routinearbeiten werden durch die Automatisierung reduziert. Prozesse werden wiederholbarer und können präziser ausgeführt werden (z. B. GPS-gestützte Lenkung) (REINECKE 2015). Auch in der Landwirtschaft wird die körperliche Arbeit zunehmend durch (unbemannte) Maschinen substituiert. Der arbeitende Mensch erfährt somit eine Entlastung von monotonen und auch gesundheitlich belastenden Arbeiten (BECKER 2015). Indem er von repetitiven Tätigkeiten entlastet wird, kann er seine Konzentration dem Arbeitsgerät und wichtig(er)en Situationen widmen, wodurch Fehler und Unfälle vermieden werden können (REINECKE 2015). Gleichzeitig birgt dies jedoch das Risiko von einseitigen Bewegungsmustern und Bewegungsarmut, wenn Tätigkeiten von automatischen Systemen übernommen werden.

Mittels automatisch erfasster Informationen, welche gefiltert und aufbereitet zur Verfügung gestellt werden, können Arbeitsaufgaben, wie etwa Dokumentationspflichten, erleichtert werden. Durch freiwerdende Kapazitäten menschlicher Arbeit entstehen neue Tätigkeitsfelder, wie kognitive und analytische Tätigkeiten, interdisziplinäre Arbeit an neuen Prozessen oder zur Entwicklung neuer Produkte (KRABEL 2016).

Der verstärkte Einsatz von Maschinen, Sensoren und Software zielt durchaus darauf ab, dass menschliche Tätigkeiten von technisierten Systemen übernommen werden. Die Sorge um einen vermehrten Abbau von Arbeitsplätzen ist daher nicht unbegründet (KRABEL 2016, SPIESS 2017). Unter den Landwirten (einschließlich Forstwirten und Gärtnern) geben rund 42 % an, dass sie ihren Arbeitsplatz bedroht sehen (RENNERT 2017). In der Folge schafft der digitale Wandel in der Landwirtschaft neue Berufsbilder wie etwa Data Scientist, Programmierer, Tätigkeiten im Handel- und Dienstleistungsbereich, Business-Intelligence-Spezialisten, Arbeitsplaner (POLLMANN 2017).

Als hinderlich wird die fortschreitende Komplexität der Systeme gesehen. Systemfunktionen und -abläufe sind oft nicht hinreichend bekannt, um sie effektiv kontrollieren zu können (HIRSCH-KREINSEN 2015). Die Handlungsautonomie des Menschen kann dann verloren gehen, wenn die Systeme Fehler diagnostizieren und diese selbständig durch die automatische Umsetzung der Handlungsempfehlungen beheben (MAYER 2014).

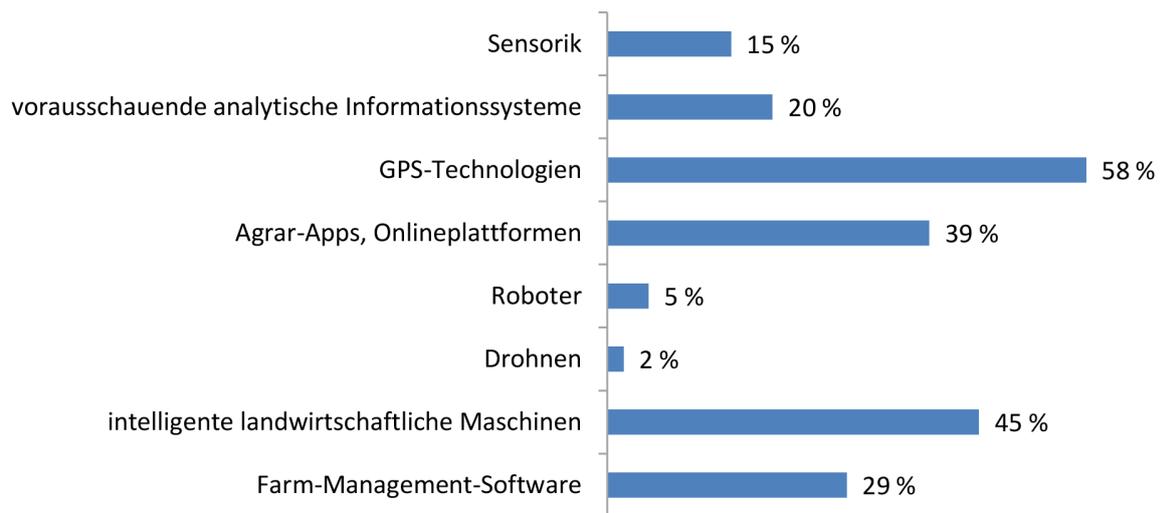


Abbildung 4: Einsatz verschiedener digitaler Technologien und Anwendungen im Pflanzenbau (BOVENSIEPEN et al. 2016, verändert)

Eine Literaturrecherche ergab, dass international gesehen der Markt für „Precision Agriculture“-Technologien noch wenig etabliert ist (PIERPAOLI et al. 2013). Die Ergebnisse einer Umfrage zum Stand der Digitalisierung in Deutschland, herausgegeben von der PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (PwC), legten offen, dass mehr als die Hälfte der Landwirte bereits in digitale Technologien investiert hat und so eine Kostenreduktion und eine Steigerung der Prozesseffizienz verzeichnen konnte (BOVENSIEPEN et al. 2016) (Abbildung 4). BOVENSIEPEN et al. (2016) stellten fest, dass die Investitionsbereitschaft positiv mit der Flächenausstattung korreliert. Auch in der internationalen Literatur ist die Betriebsgröße der am häufigsten zitierte Faktor mit Einfluss auf die Adaption neuer Systeme (PIERPAOLI et al. 2013). In kleinstrukturierten Betrieben hingegen ist die Verbreitung digitaler Technologien in der Praxis noch sehr begrenzt. Warum die Investitionsbereitschaft der Landwirte eher zurückhaltend ist, zeigten die Ergebnisse einer umfangreichen Medienanalyse (ROOSEN 2017). In dieser – ergänzt durch die Ergebnisse aus der internationalen Literatur (PIERPAOLI et al. 2013) – konnten folgende Akzeptanzhemmnisse identifiziert werden: Rentabilität von Investitionen bzw. fehlende finanzielle Ressourcen, technische Störanfälligkeit und unzureichender Breitbandausbau, Inkompatibilität und fehlende Entscheidungsalgorithmen, eine komplizierte Bedienung sowie unzureichende Kompetenzen (v. a. IT-Know-how). Zudem spielen der Datenschutz und die Datenhoheit eine Rolle. Um einer Beschleunigung des Strukturwandels entgegenzuwirken, ist das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft bestrebt, insbesondere kleine und mittlere Betriebe zu stärken, die Chancen der Digitalisierung wahrzunehmen und zu nutzen (BMEL 2017).

## Assistenzsysteme

Sie können den Menschen bei der Durchführung von komplexen Aufgaben unterstützen und ihn zunehmend bei verschiedenen Funktionen ergänzen. Die mit der Vernetzung und Datenerfassung korrelierende Menge an Informationen kann für den Menschen nützlich sein, um infolge entsprechender Hinweise und Handlungsempfehlungen Prozesse wahrzunehmen und Entscheidungen zu treffen. Der Einsatz von Assistenzsystemen kann auch die Sicherheit und die Gesundheitsbedingungen fördern. In die Arbeitsumgebung oder in die Kleidung integrierte Sensoren bieten durch akustische oder visuelle Warnfunktionen Schutz sowie komfortable und optimale ergonomische Bedingungen für die Arbeitsperson. So sind auch Personen niedrigerer Qualifikation und ältere oder körperlich eingeschränkte, sehbehinderte, Personen in der Lage neue Technologien zu bedienen (ZIMMERMANN 2017). Die Produktivität kann folglich in einem längeren Arbeitsleben erhalten bleiben (BECKER 2015). Eine Erweiterung ihrer Arbeitswelt ist mithilfe von beispielsweise 3D-Visualisierungen, Datenbrillen oder Kamera-Monitor-Systemen (in der Landwirtschaft beispielsweise an einem Frontanbaugerät zur Erweiterung des Sichtfeldes beim Einbiegen auf eine Straße oder als Fahrer-Assistenzsystem beim Rückwärtsfahren) möglich. Wichtig ist, dass die Handlungskompetenz erhalten bleibt.

## Flexibilisierung des Arbeitsortes und der Arbeitszeit

Die mobile Verfügbarkeit von Daten in Echtzeit und die Nutzung immer leistungsstärkerer, internetfähiger Endgeräte erlauben eine räumliche und zeitliche Entgrenzung der Arbeit. Die klassische Ortsgebundenheit zur Verrichtung von Arbeit ist – mit Ausnahme der meisten produktionsbezogenen Arbeiten – nicht mehr erforderlich. Der Mensch kann jederzeit von jedem beliebigen Ort über Schnittstellen auf ein System zugreifen, um zu kommunizieren, Maschinen und Anlagen zu warten und zu steuern oder Fehler zu diagnostizieren und beheben. Somit können nicht nur Dienstwege eingespart werden; Menschen werden auch von Gefahrenbereichen wie etwa Verkehrswege und Gefahrstofflager ferngehalten. Auch in der Tierhaltung ist es möglich, die Gefahr von Unfällen zu reduzieren. So kann beispielsweise in der Schweinehaltung der direkte Kontakt zum Tier durch automatische Sortierschleusen verringert werden. Ganz allgemein gesprochen lässt sich die Work-Life-Balance verbessern, indem berufliche Ansprüche und private Bedürfnisse besser vereinbar sind (ZIMMERMANN 2017).

Die räumliche und zeitliche Entgrenzung der Arbeit hat maßgeblichen Einfluss auf die Art und Weise der Kommunikation. Eine direkte Kommunikation zwischen den Menschen vor Ort ist verringert – mit negativen Auswirkungen auf den Teamzusammenhalt, die Vertrauensbildung und die gemeinsame Bewältigung von Problemen. Es besteht zudem die Gefahr, dass nur noch dann kommuniziert wird, wenn ein dringender Beweggrund vorliegt (RUMP 2017).

Durch die neuen Medien, wie Onlinekommunikationsmöglichkeiten (in Echtzeit) oder die Nutzung von Sofortnachrichtendiensten, erhöht sich die Geschwindigkeit der Informationsübermittlung, sodass eine Antwort sofort möglich ist und teilweise auch erwartet wird. Dies hat sicherlich Vorteile, verschärft jedoch auch psychische Belastungen, indem sich der Mensch stärker unter Druck gesetzt fühlt (u. a. durch Präsenz- und Online-Anzeigen) und eine ständige Erreichbarkeit vorausgesetzt wird. In der Landwirtschaft ist beispielsweise die Erreichbarkeit eines Herdenbetreuers (Milchviehbetrieb mit automatischem Melksystem) permanent erforderlich (Telefonalarmierung), um den 24-h-Betrieb aufrechtzuerhalten. Arbeitswissenschaftlichen Studien zufolge wirken sich die permanente Erreichbarkeit, regelmäßig überlange Arbeitszeiten und Entgrenzungstendenzen nachteilig auf die psychi-

sche Gesundheit und die langfristige Leistungsfähigkeit der arbeitenden Person aus. Die Folgen sind Zunahme an Arbeitsunfähigkeitstagen, innere Kündigung, Demotivation und Burnout (COLLATZ und GUDAT 2011, SPIEB 2017). Nach KNEIPS und PFAFF (2019) nimmt die Anzahl an Arbeitsunfähigkeitstagen in der Land- und Forstwirtschaft aufgrund von psychischen Störungen tendenziell zu.

### **IT-Sicherheit und Datenschutz**

Der Erfolg der digitalen Transformation hängt entscheidend vom Datenschutz und der IT-Sicherheit ab. Oft lassen sich die Gefahren bei der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien nicht direkt wahrnehmen. Mittels der Systeme werden Daten und Informationen des menschlichen Lebens erfasst, analysiert und gespeichert. Durch selbstlernende Algorithmen können Verhaltensweisen und Ereignisse vorhergesagt und transparent gemacht werden. Es wird befürchtet, dass vertrauliche personen- oder betriebsbezogene Daten nicht mehr ausreichend kontrolliert werden können und dass die Selbstbestimmung verringert wird (HOFSTETTER 2017, LEPPING und PALZKILL 2016). Auch Landwirte haben Bedenken, dass ihr Betrieb zunehmend „gläsern“ wird und sie von Softwarelösungen von Drittanbietern abhängig werden (POLLMANN 2017). MYLONAS et al. (2013) bezweifeln, ob Nutzer überhaupt fähig sind, sicherheitsrelevante Entscheidungen zu treffen und geeignete Sicherheitskontrollen durchzuführen. Häufig mangelt es an Grundkenntnissen und an Bewusstsein für die Privatsphäre-Risiken auf der Software-Ebene. Die bisher nicht benötigte Qualifikation der landwirtschaftlichen Arbeitspersonen im Hinblick auf den Datenschutz und den Schutz vor missbräuchlicher Verarbeitung ihrer Daten kompliziert das Verständnis über die erforderlichen Prozesse (REUTER et al. 2018). GANDORFER et al. (2017) postulieren, dass landwirtschaftliche Betriebe von der Weitergabe ihrer Daten unmittelbar profitieren müssen, damit Landwirtschaft 4.0 Realität wird.

### **Schlussfolgerungen**

Zielsetzung des vorliegenden Beitrages war die Analyse der Auswirkungen des digitalen Wandels auf die Arbeitssysteme in der Landwirtschaft. Die Digitalisierung bietet einem landwirtschaftlichen Betrieb verschiedene Möglichkeiten und Perspektiven: eine nachhaltige Bewirtschaftung der Flächen sowie eine optimale Tier-, Produktions- und Produktüberwachung. Das primäre Ziel ist die Steigerung von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit. Dies ist aufgrund diverser Planungs- und Optimierungsansätze mit einem umfangreichen Wandel der Arbeitssysteme und der Schaffung innovativer Produkte und Dienstleistungen verbunden. Traditionelle Modelle werden vermehrt zugunsten neuer Möglichkeiten der Arbeitsgestaltung abgelegt. Die Folgen der fortschreitenden Flexibilisierung und Entgrenzung von Arbeit und deren Reichweite sind derzeit jedoch noch nicht eindeutig vorhersehbar.

Die Automatisierung kann hinsichtlich menschlicher Arbeit assistierende und ersetzende Wirkungen haben. Die Hauptanforderung besteht in dem Willen und in der Fähigkeit, benötigte Kompetenzen möglichst früh zu identifizieren und Qualifikationen den Erfordernissen des digitalen Wandels anzupassen. Dies verlangt, dass das Bildungssystem stärker auf die neuen technologischen Herausforderungen ausgerichtet wird. Dazu ist es jedoch auch wichtig, dass die Politik die gesetzlichen Rahmenbedingungen schafft. Die Aufgabe der IT-Branche und der Industrie ist, die Produkte und Anwendungen leicht verständlich und benutzerfreundlich zu gestalten. Häufig wird die Datenhaltung in der Cloud kritisch gesehen, sodass dem Datenschutz und der Datensicherheit eine besonders hohe Priorität zugesprochen wird. Es ist sicherzustellen, dass sensibel mit den Daten umgegangen

wird und jederzeit nachvollziehbar ist, wer die Daten wofür verwendet. Ob das Potenzial der Digitalisierung voll ausgeschöpft werden kann, hängt auch davon ab, ob es gelingt, öffentliche Daten (z. B. Geodaten), ohne Zugangshürden für die Landwirtschaft bereitzustellen. Die Datennutzung darf nicht durch unterschiedliche Datenformate erschwert werden. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, kann die Digitalisierung zu einer nachhaltigen Landwirtschaft beitragen.

## Literatur

- Auernhammer, H. (1986): Landwirtschaftliche Arbeitslehre. Weihenstephan, Eigenverlag des Institutes für Landtechnik der TU München
- Becker, K.-D. (2015): Arbeit in der Industrie 4.0 – Erwartungen des Instituts für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. In: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Hg. Botthof, A.; Hartmann, E. A., Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, S. 23–29
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2017): Digitalpolitik Landwirtschaft – Zukunftsprogramm: Chancen nutzen – Risiken minimieren. [https://www.raiffeisen.de/sites/default/files/wp-content/uploads/downloads/2017/08/2017\\_08\\_18\\_Ware\\_Digitalisierung\\_AnI-BMEL-Zukunftsprogramm.pdf](https://www.raiffeisen.de/sites/default/files/wp-content/uploads/downloads/2017/08/2017_08_18_Ware_Digitalisierung_AnI-BMEL-Zukunftsprogramm.pdf), Zugriff am 30.08.2023
- Bovensiepen, G.; Hombach, R.; Raimund, S. (2016): Quo vadis, agricola? Smart Farming: Nachhaltigkeit und Effizienz durch den Einsatz digitaler Technologien. <https://www.pwc.de/de/handel-und-konsumguter/assets/smart-farming-studie-2016.pdf>, Zugriff am 30.08.2023
- Collatz, A.; Gudat, K. (2011): Work-life-balance. Göttingen, Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG
- Erpenbeck, J.; Sauer, J. (2001): Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm „Lernkultur Kompetenzentwicklung“. QUEM-report – Schriften zur beruflichen Weiterbildung 67, S. 9–66, Berlin, Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung e. V.
- Gandorfer, M.; Schleicher, S.; Heuser, S.; Pfeiffer, J.; Demmel, M. (2017): Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung und ihre Herausforderungen, In: Ackerbau - technische Lösungen für die Zukunft, Hg. Wendl, G., Deggendorf, Tagungsband der Landtechnischen Jahrestagung, S. 9–20
- Hirsch-Kreinsen, H. (2015): Digitalisierung von Arbeit: Folgen, Grenzen und Perspektiven. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 43, Technische Universität Dortmund
- Hoffmann, C.; Riekert, M. (2018): Big Data Analytics in der Tierwohldebatte. Zwischenstand im Projekt „Landwirtschaft 4.0: Info-System“, 38. GIL-Jahrestagung „Digitale Marktplätze und Plattformen“, 26.–27.02.2018, Kiel
- Hofstetter, Y. (2017): EMANZIPIERT EUCH! Menschwerdung im digitalen Zeitalter. In: CSR und neue Arbeitswelten, Hg. Spieß, B.; Fabisch, N., Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, S. 73–90
- Knoop, M.; Theuvsen, L. (2018): Die Gesundheit am Arbeitsplatz in der Landwirtschaft: Wo liegen die Belastungen, wie wird die Arbeit erleichtert und die Gesundheit gefördert? [http://ageconsearch.umn.edu/record/275846/files/Vortrag\\_148.pdf](http://ageconsearch.umn.edu/record/275846/files/Vortrag_148.pdf), Zugriff am 30.08.2023
- Knieps, F.; Pfaff, H. (2019): Schwerpunktthema Psychische Gesundheit und Arbeit. In: BKK Gesundheitsreport 2019, Hg. Knieps, F.; Pfaff, H., Berlin, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 130
- Krabel, S. (2016): Arbeitsmarkt und Digitalisierung – Wie man benötigte digitale Fähigkeiten am Arbeitsmarkt messen kann. In: Digitalisierung, Hg. Wittpahl, V., Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, S. 99–107
- Lepping, J.; Palzkill, M. (2016): Die Chance der digitalen Souveränität. In: Digitalisierung, Hg. Wittpahl, V., Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, S. 17–25
- Mayer, F. (2014): Unterstützung des Menschen in Cyber-Physical-Production-Systems. In: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Hg. Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B., Wiesbaden, Springer-Verlag, S. 481–491
- Muckenhuber, P. (2018): Big Data – Der Nutzen für Gesundheitsschutz in der Tierhaltung. 21. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, 13.–14. 03. 2018, Wieselburg

- Mylonas, A.; Kastania, A.; Gritzalis, D. (2013): Delegate the smartphone user? Security awareness in smartphone platforms. *Computers & Security* 34(0), pp. 47–66
- Pierpaoli, E.; Carli, G.; Pignatti, E.; Canavari, M. (2013): Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review. *Procedia Technology* 8, pp. 61–69
- Pollmann, B. (2017): Digitale Landwirtschaft: IT für Acker und Stall. <https://biooekonomie.de/digitale-landwirtschaft-it-fuer-acker-und-stall>, Zugriff am 30.08.2023
- REFA (Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung) (1971): *Methodenlehre des Arbeitsstudiums: Grundlagen*. München, Carl Hanser-Verlag
- Reinecke, M. (2015): Gute Arbeit in der Industrie 4.0 – aus Sicht der Landtechnik. In: *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*, Hg. Botthof, A.; Hartmann, E. A., Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, S. 65–68
- Rennert, D.; Kliner, K.; Richter, M. (2017): Arbeitsunfähigkeit. In: *BKK Gesundheitsreport 2017*, Hg. Knieps, F.; Pfaff, H., Berlin, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 35–104
- Reuter, C.; Schneider, W.; Eberz, D.; Bayer, M.; Hartung, D.; Kaygusuz, C. (2018): Resiliente Digitalisierung der kritischen Infrastruktur Landwirtschaft – mobil, dezentral, ausfallsicher. In: *Mensch und Computer 2018 – Workshopband*, Hg. Dachsel, R., Weber, G., Gesellschaft für Informatik e. V., S. 623–632
- Rieger, M. A. (2001): *Biologische Belastungen der Beschäftigten in der Landwirtschaft*. Habilitationsschrift, Bergische Universität – Gesamthochschule Wuppertal
- Roosen, J. (2017): Digitalisierung in Land- und Ernährungswirtschaft. [https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Freizugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Planung-und-Koordination/2017/Downloads/Studie\\_Digitalisierung-Landwirtschaft-Stand-04-12-17.pdf](https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Freizugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Planung-und-Koordination/2017/Downloads/Studie_Digitalisierung-Landwirtschaft-Stand-04-12-17.pdf), Zugriff am 30.08.2023
- Rump, J.; Eilers, S. (2017): Arbeit 4.0 – Leben und Arbeiten unter neuen Vorzeichen. In: *Auf dem Weg zur Arbeit 4.0*, Hg. Rump, J.; Eilers, S., Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, S. 4–77
- Schick, M. (2012): Arbeitswissenschaft. In: *Jahrbuch Agrartechnik 2012*, Hg. Frerichs, L., Braunschweig, TU Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, S. 1–10
- Schlick, C.; Bruder, R.; Luczak, H. (2010): *Arbeitswissenschaft*. Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag
- Schultetus, W. (2016): *Arbeitswissenschaft – von der Theorie zur Praxis*. Köln, Wirtschaftsverlag Bachem
- Sendler, U. (2016): *Industrie 4.0 grenzenlos*. Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag
- Spieß, B. (2017): Perspektivwechsel in der Arbeitskultur des 21. Jahrhunderts – angeleitet von einer neuen ökonomischen Vernunft. In: *CSR und neue Arbeitswelten*, Hg. Spieß, B.; Fabisch, N., Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, S. 27–49
- Zimmermann, K. (2017): Digitalisierung der Produktion durch Industrie 4.0 und ihr Einfluss auf das Arbeiten von morgen. In: *CSR und neue Arbeitswelten*, Hg. Spieß, B.; Fabisch, N., Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, S. 53–72

## Autoren

**Dr. Stefanie Reith** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Team Team Tierhaltung, Standortentwicklung, Immissionsschutz, **Dr. Jürgen Frisch** war wissenschaftlicher Mitarbeiter im Team Digitale Technologien und **Dr. Martin Kunisch** ist Hauptgeschäftsführer am Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt, E-Mail: s.reith@ktbl.de.