

Die Charta zur Digitalisierung der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft

Nadja El Benni¹, Ulrich Ryser², Martina Rösch², Marco Mattmann³, Florian Abt⁴, Landry Paupe⁵ und Markus Gusset⁶

¹Agroscope, 8356 Ettenhausen, Schweiz

²AGRIDEA, 8315 Lindau, Schweiz

³fenaco, 3001 Bern, Schweiz

⁴BBZ Arenenberg / Swiss Future Farm, 8268 Salenstein, Schweiz

⁵Schweizer Bauernverband SBV, 5201 Brugg, Schweiz

⁶Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 3003 Bern, Schweiz

Auskünfte: Nadja El Benni, E-Mail: nadja.el-benni@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs11-91> Publikationsdatum: 7. Mai 2020



Bundesrat Johann Schneider-Ammann unterzeichnet die Charta zur Digitalisierung der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft im Juni 2018. (Foto: BLW)

Zusammenfassung

Auch wenn in den letzten Jahrzehnten grosse Fortschritte in der technologischen Entwicklung sowohl in der Innen- als auch der Aussenwirtschaft verzeichnet wurden, bleibt derzeit noch viel Potenzial der Digitalisierung ungenutzt. Die Gründe dafür sind vielfältig. Erstens bedarf es einer technischen Infrastruktur, etwa ein flächendeckendes Breitbandnetz oder Datenplattformen für die Datensammlung, den Datentransfer und die Prozessvernetzung. Zweitens muss aus den zur Verfügung stehenden Daten Wissen gewonnen werden, um einen echten Mehrwert aus der Digitalisierung zu gewinnen. Drittens müssen die rechtlichen Rahmenbedingungen so ausgerichtet sein, dass die Sicherheit von Mensch, Tier und Umwelt gewährleistet werden kann. Die verschiedenen

Akteure der Land- und Ernährungswirtschaft sind sich der Herausforderungen bewusst und haben im Jahr 2018 in einem breit abgestützten Verfahren unter der Federführung des Bundesamts für Landwirtschaft BLW gemeinsam eine Charta zur Digitalisierung der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft lanciert. Anhand von Fallbeispielen zeigt der Beitrag, wie Mitglieder der Chartagemeinschaft zur Digitalisierung des Sektors beitragen, und mit welchen Herausforderungen die Forschung, Beratung, Privatwirtschaft und Verwaltung konfrontiert sind.

Key words: charter on the digitalisation of Swiss agriculture and food production, sustainable solutions, cooperation.

Stand der Digitalisierung in der Landwirtschaft

Sowohl in der tierischen Produktion als auch im Pflanzenbau hat die Forschung und Entwicklung im Bereich der Automatisierung und Digitalisierung seit den 1980er-Jahren grosse Fortschritte erzielt. Ein gutes Beispiel für die Automatisierung und Digitalisierung in der tierischen Produktion ist der Melkroboter. Aufbauend auf Entwicklungen von den in der Industrie eingesetzten Robotern, Lasertechnologien und Technologien zur Tieridentifikation begann in den 1980er-Jahren in England und den Niederlanden die Entwicklung von automatischen Melksystemen. Im Jahr 1992 wurde der erste kommerziell verfügbare Melkroboter in den Niederlanden in Betrieb genommen und Mitte der 1990er-Jahre folgten Deutschland und Dänemark (Holloway und Bear 2017). Im Jahr 1999 wurde in der Schweiz der erste Melkroboter in Betrieb genommen. Die Nutzung von Melkrobotern in der Praxis steigt seitdem rapide an und im Jahr 2014 lag der Anteil an Melkroboter-nutzenden Milchviehbetrieben bei ca. 25 % in Dänemark und Schweden, 20 % in den Niederlanden, ca. 7 % in Deutschland und knapp 5 % in der Schweiz (Barkema *et al.* 2015).

In der Schweiz zeigt sich neben der stetig zunehmenden Nutzung von Melkrobotern (Schweizer Bauer 2017) ausserdem eine weite Verbreitung von Milchmengenmessgeräten, Kraftfutterabruffütterungen sowie Halsband- und Milchflusssensoren. Hingegen sind beispielsweise elektronische Ohrmarken, Aktivitätssensoren oder elektronische Weidemanagement- und Wiegesysteme wenig verbreitet (Groher *et al.* 2020b). Aus der Literatur sowie aus persönlichen Gesprächen mit Landwirtinnen und Landwirten sind Gründe für die Nutzung automatischer Melksysteme die Entlastung von körperlich schwerer Arbeit, die gewonnene Flexibilität im Tagesablauf sowie die zunehmende Schwierigkeit, Arbeitskräfte zu finden – d. h., die Effizienzsteigerung und Vereinfachung des Arbeitsalltags stehen im Vordergrund (Groher *et al.* 2020c, d).

Auch im Ackerbau hat die Präzisionslandwirtschaft in den 1980er-Jahren begonnen und war zu Beginn der 1990er-Jahre mit ersten Technologien auf dem Markt erhältlich (Finger *et al.* 2019), während die Vernetzung der verschiedenen digitalen Lösungen für den Acker- und Futterbau sowie zwischen den verschiedenen Technikanbietern erst am Anfang steht. Diagnostische Technologien, die sensorbasierte Informationen z. B. zur Erntequalität, Bodenfeuchte oder auch Ertragskarten liefern, sind aktuell weiter verbreitet als applikative Technologien. Letztere nutzen diese Informationen und

setzen sie in einem Produktionsverfahren um, z. B. die teilflächen- oder pflanzenspezifische Applikation von Düngern und Pflanzenschutzmitteln. Heutzutage am weitesten verbreitet und in den meisten neuen Traktoren¹ bereits beim Kauf integriert sind *Global-Navigation-Satellite-System* (GNSS)-gesteuerte Lenksysteme (Finger *et al.* 2019; Groher *et al.* 2019; Groher 2019; Groher *et al.* 2020a). So zeigten Umfragen bei deutschen Landwirtinnen und Landwirten, die Präzisionstechnologien nutzen, dass zwar 50–70 % dieser Landwirte GNSS zur Flächenvermessung verwenden, aber nur jeder fünfte der Befragten eine teilflächenspezifische Düngungstechnologie.

Auch in der Schweiz wurde basierend auf einer repräsentativen Befragung im Jahr 2018 festgestellt, dass 42 % der Landwirte mit Ackerbau oder Spezialkulturen eine der abgefragten Technologien nutzen. Die Adoption von Fahrerassistenzsystemen ist dabei weitaus höher als von elektronischen Messsystemen an den Maschinen und zeigt, dass derzeit Technologien vor allem zur Reduzierung körperlich anstrengender Arbeit genutzt werden und weniger für Managemententscheidungen in der Produktion, z. B. die gezielte Ausbringung von Produktionsmitteln (Groher *et al.* 2019; Groher 2019). Sowohl in der tierischen als auch der pflanzlichen Produktion ist der mit wenigen Ausnahmen relativ geringe Verbreitungsgrad digitaler Technologien in der Praxis auf unterschiedliche Faktoren zurückzuführen. Zum einen sind digitale Technologien noch nicht genügend reif für den praktischen Einsatz, zum anderen sind die verschiedenen Technologien und Geräte aktuell kaum miteinander vernetzt und damit das Management und der Informationsgewinn entsprechend erschwert. Offene Fragen betreffen vor allem die technische Infrastruktur und die rechtlichen Rahmenbedingungen (z. B. El Benni 2019; Finger *et al.* 2019).

Die verschiedenen politischen Entscheidungsträger sind sich dieser Chancen und Herausforderungen bewusst, die vor allem mit rechtlichen und technischen Fragestellungen der Datennutzung und der Datenvernetzung zusammenhängen (BMNT 2018; BMEL 2018; Kritikos 2017; Wiseman *et al.* 2019, Sanderson *et al.* 2018). In der Schweiz haben sich im Jahr 2018 Akteure der Land- und Ernährungswirtschaft zusammengeschlossen und unter der Federführung des Bundesamts für Landwirtschaft BLW gemeinsam eine Charta lanciert, deren Inhalt und Umsetzungsstand anhand von Fallbeispielen in diesem Beitrag erläutert wird².

¹Dies gilt für Traktoren ab 150 PS.

²Teile dieses Beitrags wurden dem Beitrag von El Benni (2020) entnommen.

Die Charta zur Digitalisierung der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft

Die Charta zur Digitalisierung der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft ist in die im April 2016 verabschiedete Strategie «Digitale Schweiz» eingebettet, die ihrerseits die folgenden vier Kernziele verfolgt: Innovation, Wachstum und Wohlstand in der digitalen Welt, Chancengleichheit und Partizipation aller, Transparenz und Sicherheit sowie Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung. Um diese Ziele zu erreichen, ist gerade im Bereich der Land- und Ernährungswirtschaft ein intensiver Austausch und eine verstärkte Zusammenarbeit aller relevanten Akteure für die Verwendung von Agrardaten von zentraler Bedeutung. Die Notwendigkeit einer solchen Charta entstammte einem vom BLW organisierten

Workshop zur Digitalisierung der Land- und Ernährungswirtschaft im August 2017 (Gusset 2017). Daher wurde in einem breit angelegten Prozess unter der Federführung des BLW eine Charta mit zwölf gleichwertigen Leitlinien zum Umgang mit digitalen Daten und Anwendungen definiert (Tab. 1).

Im Rahmen eines vom BLW organisierten Lancierungs-events, dem Tag der digitalen Vernetzung, wurde im Juni 2018 die Charta vom damaligen Bundesrat Johann N. Schneider-Ammann und zahlreichen Unternehmen und Organisationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette unterzeichnet (Abb. 1). Mit der Unterzeichnung der Charta verpflichteten sich die Unternehmen und Organisationen, einen aktiven Beitrag für die Digitalisierung der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft zu leisten (s. Abschnitt «Beispiele der Aktivitäten und Umsetzung der Leitlinien»). Die Chartageinschaft soll

Tab. 1 | Leitlinien der Charta zur Digitalisierung der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft

Leitlinien	
<p>Die folgenden zwölf Leitlinien zum Umgang mit digitalen Daten und Anwendungen stellen eine Konkretisierung und Komplementierung der relevanten Aktionsfelder und Ziele der Strategie «Digitale Schweiz» für die Land- und Ernährungswirtschaft dar. Alle Leitlinien sind dabei gleichwertig.</p>	
<p>Nutzen im Vordergrund I.</p> <p>Wir setzen uns dafür ein, dass die Digitalisierung die Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Akteure entlang der Wertschöpfungskette stärkt, die Effizienz bei Bund und Kantonen erhöht, den administrativen Aufwand reduziert sowie das Tierwohl, den Schutz natürlicher Ressourcen und die Ressourceneffizienz weiter verbessert.</p>	
<p>Transparenz II.</p> <p>Wir wollen, dass die Akteure Zugang zu Informationen über die Nutzung ihrer Daten haben und wollen sie über die Existenz von Datenplattformen und deren Verwendung informieren.</p>	
<p>Zugang zu Daten III.</p> <p>Wir fördern den freien Zugang zu anonymisierten Daten. Der Zugang zu nicht-anonymisierten Daten soll nur nach Freigabe durch diejenigen Akteure, welche die Daten generiert haben, möglich sein.</p>	
<p>Befähigung IV.</p> <p>Wir unterstützen die Nutzung von Daten durch einen offenen Austausch über definierte Schnittstellen und wollen so die Akteure befähigen, das grosse Wertschöpfungspotenzial der Daten zu nutzen.</p>	
<p>Fairer Wettbewerb V.</p> <p>Wir engagieren uns für einen fairen Wettbewerb unter den Anbietern zum Nutzen der Akteure entlang der Wertschöpfungskette.</p>	
<p>Wert der Daten VI.</p> <p>Wir vertreten die Position, dass Daten einen Wert haben. Diejenigen Akteure, die ihre Daten zur Verfügung stellen, sollen dadurch nicht benachteiligt werden, sondern einen Nutzen daraus ziehen können.</p>	
<p>Datenhoheit VII.</p> <p>Wir stellen uns hinter den Grundsatz, dass die von den Akteuren generierten und in Datenplattformen bereitgestellten Daten nur für die ausdrücklich bestimmten Zwecke verwendet und ohne Genehmigung nicht an Dritte weitergegeben werden dürfen.</p>	
<p>Infrastruktur zur Datenübertragung VIII.</p> <p>Wir bemühen uns, dass die notwendigen Anwendungen und Infrastrukturen gezielt so entwickelt und ausgebaut werden, dass die Anforderungen einer Nutzung der Daten in möglichst allen Regionen der Schweiz erfüllt werden.</p>	
<p>Mehrwerte durch Vernetzung der Daten IX.</p> <p>Wir verpflichten uns, standardisierte Datenformate und Schnittstellen zu verwenden. Wir anerkennen die Masterdaten und Übermittlungsformate des Bundes und nutzen diese. Dadurch wird die Vernetzung der Daten ermöglicht und Mehrwerte können generiert werden.</p>	
<p>Sorgfaltspflicht X.</p> <p>Wir sind bestrebt, dass die Akteure hinsichtlich der unternehmerischen Pflichten im gewissenhaften Umgang mit ihren Daten sensibilisiert sind und sie diese Verantwortung wahrnehmen.</p>	
<p>Forschung, Wissenstransfer und Innovation XI.</p> <p>Wir unterstützen Forschungsaktivitäten, zielgruppengerechte Weiterbildungs- und Beratungsdienstleistungen sowie innovative Geschäftsideen. Synergien sollen genutzt, Ressourcen gebündelt und Wissen übertragen werden, um Innovationen anzustossen.</p>	
<p>Technologische Entwicklung XII.</p> <p>Wir fördern die Weiterentwicklung von Anwendungen und Technologien, um einen erkennbaren Nutzen der Digitalisierung für die Akteure entlang der Wertschöpfungskette zu schaffen.</p>	

ein gemeinsames Bewusstsein schaffen, die Zusammenarbeit fördern, den Handlungsbedarf aufzeigen und letztlich dazu beitragen, die Digitalisierungsstrategie umzusetzen sowie das anspruchsvolle Zukunftsthema Digitalisierung präsent zu halten.

Organisatorisch wurde ein Ausschuss geschaffen, der sich aus Vertretenden der Forschung (Agroscope, Vorsitz), der Beratung (AGRIDEA, Geschäftsstelle), der Verwaltung (BLW), der Industrie (fenaco, Robert Aebi Landtechnik) und der landwirtschaftlichen Praxis (SBV) zusammensetzt. Arbeitsgruppen, geführt von Ausschussmitgliedern, erarbeiten Aktivitäten und Projekte entlang der Leitlinien. Das Engagement im Ausschuss als auch in den Arbeitsgruppen ist freiwillig und wird seitens der entsprechenden Unternehmen und Organisationen aus eigenen Mitteln gestellt.

Für den Austausch von Informationen und die gemeinsame Bearbeitung von Dokumenten innerhalb der Chartagemeinschaft stellt die AGRIDEA die Online-Austauschplattform AGRIconnect zur Verfügung. Ausserdem wurde mit www.agridigital.ch eine vom BLW finanzierte und von der AGRIDEA betriebene Website eingerichtet, auf der die Chartagemeinschaft vorgestellt und über deren Aktivitäten berichtet wird. Materialien wie Poster oder auch die Charta in gedruckter Form können von der Geschäftsstelle bezogen werden. Eine Jahrestagung nimmt sich aktuell wichtiger Themen im Rahmen der Charta an. So wurde im Jahr 2019 das Thema «Mehrwert aus vernetzten Daten» behandelt, wobei dem Datentransfer und dem Datenschutz eine wichtige Rolle zukam. Im Jahr 2020 wird das Thema «künstliche Intelligenz» aufgegriffen, das auch für Anwendungen in der Land- und Ernährungswirtschaft von zunehmendem Interesse ist.

Die Chartagemeinschaft umfasste per 31. Dezember 2019 insgesamt 110 institutionelle Mitglieder, die sich per Unterschrift dazu verpflichtet haben, den Leitlinien der Charta zu folgen. Mit 46 % (N = 50) setzt sich der Grossteil der Chartagemeinschaft aus Privatunternehmen zusammen, wobei deren Grösse sehr unterschiedlich ist. Sowohl Coop, Migros als auch die fenaco sind teils mit ihren Sub-Unternehmen vertreten. Die Verbände machen 36 % (N=40) aller Chartamitglieder aus und umfassen Branchenorganisationen der Tierhaltung, des Pflanzenbaus und der Landtechnik. Die öffentliche Verwaltung ist mit einem Anteil von 18 % (N=20) vertreten, wobei hierzu auch sechs Forschungsinstitutionen zählen. Die vertretenen Bundesämter sind das BLW und das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV. Die Charta kann weiterhin von interessierten Unternehmen und Organisationen unterzeichnet werden.

Beispiele der Aktivitäten und Umsetzung der Leitlinien

Anhand ausgewählter Beispiele wird der aktuelle Stand der Arbeiten ebenso wie die Herausforderungen einzelner Akteure bei der Umsetzung der Digitalisierung gemäss den Leitlinien der Charta beschrieben.

Beitrag der Bundesverwaltung

Das BLW beteiligt sich mit verschiedenen Aktivitäten an der Digitalisierung der Land- und Ernährungswirtschaft, wobei neben dem Akteursdialog der Fokus auf der Förderung des Datenaustausches durch den Bund liegt. Ein dabei zentrales Instrument ist das agrarpolitische Informationssystem AGIS, das der Oberkontrolle im Bereich der Direktzahlungen und der Evaluation und Weiterentwicklung der Agrarpolitik dient. Als Drehscheibe für eine koordinierte und harmonisierte Benutzung administrativer Daten zu den landwirtschaftlichen Betrieben sind die Hauptkomponenten von AGIS die landwirtschaftlichen Struktur- und Direktzahlungsdaten und die produzierte Milchmenge pro Betrieb. AGIS wird aus verschiedenen Quellen wie z. B. aus Datenbeständen der Kantone und aus der Milch- oder Tierverkehrsdatenbank (TVD) alimentiert (Abb. 2), und AGIS-Daten können folgend dem Landwirtschaftsgesetz an Bundesbehörden und Dritte übertragen werden. Die elektronische Meldung sowie der Bezug von Daten und Informationen findet dabei via das Portal Agate statt, über das registrierte Nutzer auf verschiedene eingebundene Applikationen zugreifen können, z. B. auf das Internetprogramm HODUFLU zur Verwaltung von Hof- und Recyclingdüngerverschiebungen in der Landwirtschaft.

Eine weitere Aktivität des Bundes, die in einem breiten Konsultationsprozess mit Kantonen und Behörden vorangetrieben wird, ist das Masterdatenkonzept, bei dem drei Bundesämter (BLW, BFS, BLV) zusammenarbeiten, um das Management öffentlich-rechtlicher Daten entlang der Lebensmittelkette zu vereinfachen. Dazu sollen Daten harmonisiert und standardisiert werden und identische Informationen nur noch einmalig erfasst werden müssen. Derzeit laufen Arbeiten, um den Mindestumfang an gemeinsamen Daten für mehrere Anwendungen und Problemfelder zu identifizieren, die Datenflüsse zu beschreiben sowie Lösungs- und Umsetzungsvorschläge zu erarbeiten.

Mit dem Projekt Datenfreigabe für Dritte und Drittapplikationen (DfD2), dessen Umsetzung im Dezember 2019 begonnen hat, können Drittorganisationen Daten aus AGIS, HODUFLU und anderen Applikationen des



Abb. 1 | Die Chartageinschaft arbeitet daran, die Chancen der Digitalisierung für die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft zu nutzen und die Risiken zu minimieren. (Foto: BLW)

Bundes beziehen. Voraussetzung für den Datenbezug ist das Einverständnis des Dateneigentümers.

Die Herausforderungen mit der Vernetzung und Inwertsetzung der Daten sind vielfältig und umfassen betriebliche, technische und rechtliche Fragestellungen. Zum Beispiel arbeiten die Kantone derzeit mit fünf verschiedenen Informationssystemen zur Erhebung der landwirtschaftlichen Strukturdaten zuhanden des BLW. Eine Harmonisierung wäre in dieser Hinsicht wünschenswert. Seitens der landwirtschaftlichen Betriebe besteht ausserdem der Wunsch nach einer administrativen Vereinfachung und automatisierten Erhebung relevanter Daten. Der Aufwand der Datenaufbereitung und Abklärungen zur benötigten Infrastruktur ist hinsichtlich personeller Ressourcen enorm, auch da bisher kaum harmonisierte Daten bestehen, die rechtlichen Rahmenbedingungen zum Teil unklar sind (Kritikos 2017) und die schnellen technologischen Entwicklungen auf dem Markt – auch aufgrund der damit einhergehenden hohen (Umstellungs-)Kosten – Hürden für eine rasche Umsetzung darstellen.

Beitrag von Barto

Die Barto AG (www.barto.ch) wurde 2017 im Handelsregister eingetragen mit dem Zweck der Erbringung von Dienstleistungen im IT-Bereich sowie dem Aufbau und Betrieb von Softwareplattformen und -lösungen, insbesondere für die administrative Vereinfachung für Landwirtschaftsbetriebe und das Erbringen von damit

zusammenhängenden Dienstleistungen. Seit März 2018 ist die Smart-Farming-Plattform online und seit November 2019 kooperiert Barto mit dem Technologiepartner 365FarmNet, dessen Plattform laufend für die Schweizer Rahmenbedingungen optimiert wird. Getragen wird Barto durch verschiedene Aktionäre der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft: Die Identitas AG und die fenaco Genossenschaft halten je einen Anteil von 34,5 %, Swissherd 10 %, AGRIDEA 6,3 %, swissherdbook und Braunvieh Schweiz je 5 %, Schweizer Milchproduzenten 2,5 %, Holstein Switzerland 2 % und Mutterkuh Schweiz 0,2 %.

Neben der Funktion als Datenplattform stellt Barto verschiedene Module für landwirtschaftliche Betriebe zur Verfügung mit dem Ziel, den administrativen Aufwand in Zusammenhang mit der Dokumentations- und Nachweispflicht zu reduzieren. Das Modul «Tierverkehr Rinder» zeigt den tagesaktuellen Rinderbestand des Betriebes und weitere Tierdetails und ermöglicht die Meldungen an die TVD, die Generierung von Begleitdokumenten und die Bestellung von Ohrmarken. Das Modul «Suisse-Bilanz» ermöglicht die Berechnung von Plan- und Kontrollbilanzen inklusive der Futterbilanz für das agrarpolitische Programm graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion (GMF) (Mack *et al.* 2017; Mack *et al.* 2019a, b) und für den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN), der Voraussetzung für den Erhalt von Direktzahlungen ist. Das Modul «Wiesen- und Auslaufjournal» ermöglicht die Dokumentation der Bewirtschaftung

von Grünlandparzellen und den Auslauf der gehaltenen Nutztiere und ist auch als Mobile App verfügbar. Dieses Modul unterstützt damit die Nachweispflichten im Zusammenhang mit den Tierwohlprogrammen des Bundes für «Besonders tierfreundliche Stallhaltung» und «Regelmässigen Auslauf im Freien».

Die digitale Transformation ist komplex, kostspielig und zeitintensiv. Zum einen steht Barto, wie viele andere Akteure auch, vor der Herausforderung, dass keine einheitlichen Standards für den Datenaustausch bestehen, wie dies zum Beispiel für den Austausch von GIS-Polygonen notwendig wäre. Auch datenschutzrechtliche Fragen beim Austausch von Daten erschweren die Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Akteuren. Eine weitere Herausforderung ist die Finanzierung technischer Lösungen für den kleinen Schweizer Markt, für den aufgrund der anderen agrarpolitischen Rahmenbedingungen spezifische Lösungen entwickelt werden müssen. Als Massnahmen verfolgen Barto, wie auch 365FarmNet, das Prinzip der «Coopetition». Damit steht die Plattform allen interessierten Akteuren offen und Branchenpartner können eigene Applikationen auf Barto anbieten.

Eine im öffentlichen Diskurs immer wieder aufkommende Herausforderung von Barto sind die von unterschiedlichen Akteuren bestehenden Bedenken gegenüber dem Claas-nahen Technologiepartner 365FarmNet als auch gegenüber der fenaco Genossenschaft als einer der grössten Aktionärin im Verbund und Generalimporteur von Produktionsmitteln mit vielfältigen Aktivitäten in der Lebensmittelindustrie, dem Detailhandel und dem Energiebereich. In diesem Zusammenhang sichert Barto in seinen AGB und Datenschutzbestimmungen den Betriebsleitenden die Verwaltungshoheit über die eigenen Betriebsdaten zu. Das bedeutet, dass die Daten ohne ausdrückliche Zustimmung nicht weitergegeben werden dürfen und für jede Applikation eine ausdrückliche Zustimmung abgegeben werden muss.

Beitrag von Agroscope

Die Zielsetzung von Agroscope ist es, mithilfe der Digitalisierung und auf Basis der damit zur Verfügung stehenden Daten einen Mehrwert für die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft zu schaffen. Dabei stehen zwei Kernbereiche im Vordergrund:

a) **Produktionsoptimierung und datenbasierte Entscheidungsunterstützung.** Ziel ist es, die Potenziale sensorgesteuerter, automatisierter Technologien und Verfahren eingebettet in die betrieblichen und agrarpolitischen Rahmenbedingungen zu nutzen und Empfehlungen zur Optimierung von Produktionsver-

fahren und Managemententscheidungen abzuleiten. Die Nutzung neuer Technologien im Produktionsprozess und die Inwertsetzung der damit zusammenhängenden grossen Datenmengen steht damit im Vordergrund, wobei auch Technologien gemeinsam mit Partnern für die Schweizer Landwirtschaft entwickelt werden. So arbeitet Agroscope beispielsweise an Sensoren, die den Wasser- oder auch Nährstoffbedarf von Tomaten im Gewächshaus in Echtzeit ermitteln und so Managemententscheidungen unterstützen können (Tran *et al.* 2019), oder auch an einem Verfahren zur ortsspezifischen automatisierten Wiesenüber-saat (Sax *et al.* 2019). Das für die Forschung wertvolle sensorbasierte Monitoringsystem RumiWatch erfasst eine Vielzahl von Parametern des Futterraufnahme-, Wiederkau- und Bewegungsverhaltens (Zehner *et al.* 2019; Rombach *et al.* 2018) und kann für das Gesundheitsmonitoring und die tierindividuelle Fütterungsoptimierung eingesetzt werden (Shafiullah *et al.* 2019; Werner *et al.* 2018). In verschiedenen Projekten wird zudem der Nutzen neuer Technologien für die Schweizer Landwirtschaft eruiert, z. B. bei der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung (Argento *et al.* 2019), der automatisierten Bewässerung von Spezialkulturen wie Kakao (Cardoso Moreira Waldburger *et al.* 2019) oder Apfelbäumen, dem für die Schweizer Strukturen angepassten Controlled-Traffic-Farming light (Latsch und Anken 2019) oder der Evaluierung verschiedener Messsysteme für das Tiermonitoring (Brown-Brandl *et al.* 2019; Marsiglio Sarout *et al.* 2018; Werner *et al.* 2018; Riekert *et al.* 2020).

b) **Handlungsempfehlungen zuhanden Praxis und Politik** durch die Generierung von Erkenntniswissen zu den Adoptions- und Diffusionsprozessen neuer Technologien (Groher *et al.* 2020b, c, d; Reissig 2020) und die Zurverfügungstellung von Informationen zu neuen Technologien und deren Einsatzmöglichkeiten (Stachowicz und Umstätter 2020; Stoinescu *et al.* 2020; Umstätter *et al.* 2020; Anken und Lehrmann 2019). Ziel ist es, Empfehlungen abzuleiten, unter welchen Voraussetzungen die Digitalisierung erfolgreich in der Praxis etabliert werden kann. Auf Grundlage der Kenntnisse der agrarpolitischen Prozesse und Rahmenbedingungen und in enger Vernetzung und im Austausch mit den verschiedenen Akteuren in der Land- und Ernährungswirtschaft werden Handlungsempfehlungen entwickelt. Ein aktuelles Beispiel ist die Zulassung von Drohnen für die Applikation von Pflanzenschutzmitteln (Anken *et al.* 2018; Agroscope 2019).

Die Herausforderungen bei der Umsetzung eines Forschungsprogramms im Bereich der Digitalisierung liegen in der Breite des dafür notwendigen inhaltlichen und methodischen Wissens, der rasanten Marktentwicklung neuer Technologien und den Ansprüchen der Nutzergruppen aus Praxis und Politik, möglichst schnell Lösungen auch auf unvorhersehbare oder unterjährige Ereignisse (z. B. aufgrund extremer klimatischer Bedingungen) zu liefern. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit und Bündelung von Kompetenzen aus der Informatik, Elektronik, Ingenieurwissenschaften, Agronomie und Sozialwissenschaften sowie vielen weiteren Themenbereichen ist unabdingbar, um Nutzen aus der Digitalisierung für die Landwirtschaft zu generieren. Dazu arbeitet Agroscope mit verschiedenen nationalen und internationalen Forschungspartnern zusammen.

Beitrag von AGRIDEA

AGRIDEA als schweizerische Beratungszentrale und Wissensdrehscheibe im Landwirtschaftlichen Innovations- und Wissenssystem (LIWIS) hat die Aufgabe, sich proaktiv und lösungsorientiert in starken Partnerschaften

und als Querdenkerin für nachhaltige, bodenständige Lösungen in der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft zu engagieren, somit auch in der Digitalisierung. Bereits in den 1990er-Jahren hat die AGRIDEA das Betriebsmanagementsystem AGRO-TECH entwickelt, das bis heute im Einsatz ist. Es verfügt über eine App zur mobilen Erfassung von Felddaten und ermöglicht den Datenaustausch mit der TVD sowie der Buchhaltungssoftware AGRO-TWIN. Diese ganzheitliche Sicht auf den Landwirtschaftsbetrieb war auch der Grund, sich als Initiatorin für den Aufbau von Barto zu engagieren. Dies kann in der heutigen Zeit allerdings nur gelingen, wenn sich möglichst viele Akteure beteiligen, da die Kosten hoch und der Schweizer Markt klein ist.

Ausserdem sensibilisiert die AGRIDEA für die neuen Möglichkeiten und fördert die Verwendung von digitalen Tools im LIWIS. So wird die Digitalisierung mit seinen verschiedenen Ausprägungen an den Veranstaltungen der AGRIDEA thematisiert und unter den verschiedensten Blickwinkeln beleuchtet. Aktuell sind verschiedene Projekte am Laufen, bzw. neu entwickelte Produkte auf dem Markt:

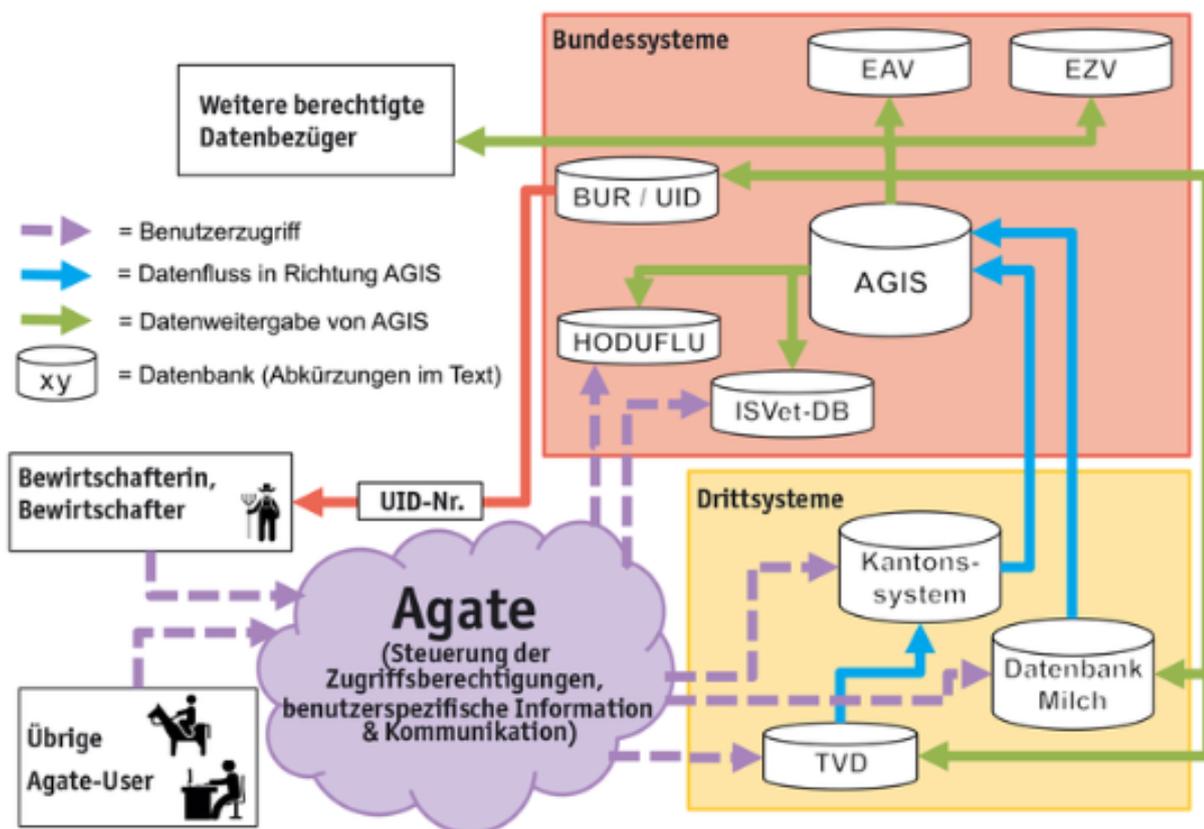


Abb. 2 | Wichtigste Datenflüsse zwischen Bewirtschaftern, Kantonen und Bund.

Quelle: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/politik/datenmanagement.html>

- **AGRIDEA-App:** Diese App funktioniert wie ein Kiosk: Sie enthält aktuelle Informationen wie Publikationen, News, Videos und Kurse.
- **AGRIconnect:** Dieses Collaboration-Tool wird intern und extern für die Zusammenarbeit in Projekten eingesetzt und wird im LIWIS intensiv genutzt. Es ermöglicht eine gemeinsame Datenablage sowie zusätzliche Funktionalitäten wie Blog, Wiki etc.
- **AGRIPedia:** Diese digitale Datensammlung löst nicht nur die Ablage von Papierdokumenten ab, sondern liefert einen echten Mehrwert durch interaktive Elemente (z.B. Saatgutmengenrechner). Das Angebot auf AGRIPedia ist teils gratis und teils kostenpflichtig erhältlich.
- Pilotprojekt **Blended Counseling** zusammen mit dem Beratungsforum Schweiz: In anderen Teilen der Welt wird diese Art der Beratung schon intensiv eingesetzt. Ziel dieses Pilotprojekts ist, die Möglichkeiten in der Schweiz zu testen und Erfahrungen zu sammeln u. a. auch bezüglich Akzeptanz. Blended Counseling ist eine Kombination von Face-to-Face- und Online-Beratung. Dieses Konzept hat grosses Potenzial bezüglich Kosteneinsparungen bzw. der besseren Ressourcennutzung in der Beratung.
- Pilotprojekt **Chatbot-Einsatz in der Beratung** (künstliche Intelligenz): Mit Hilfe eines Chatbots könnten die Beratungskräfte bei einfachen Fragen entlastet werden, damit sich diese auf die komplexen Fragestellungen konzentrieren können. Erste Abklärungen zeigen, dass ein Chatbot bei klar definierten Fragen/Antworten und grossem Volumen an Fragen sehr hilfreich ist. Als zweites Einsatzgebiet bietet sich ein Chatbot als Navigationshilfe an, um über mehrere Informations-Datenbanken und -Quellen die Triage und Qualitätssicherung sicherzustellen.

Die Herausforderungen im Bereich der Digitalisierung sind vielseitig. Zum einen sind die Fragestellungen so komplex, dass diese fast nur im Rahmen eines Pilotprojekts sinnvoll getestet werden können. Zum anderen sind die digitalen Lösungen fast immer kostenintensiv. Drittens braucht es eine intensive Begleitung, damit die neuen Produkte akzeptiert werden. Viertens ist es sehr schwierig, ein funktionierendes Businessmodell zu etablieren, da die Bereitschaft, für digitale Angebote zu bezahlen, bisher wenig verbreitet ist. Zu guter Letzt muss auch darauf hingewiesen werden, dass kein ein-

heitliches Kundenverhalten vorhanden ist, so dass die Produkte sowohl analog (d. h. auf Papier) als auch digital angeboten werden müssen.

Beitrag der Swiss Future Farm

Die Swiss Future Farm ist eine öffentlich-private Partnerschaft zwischen dem Kanton Thurgau, vertreten durch das Bildungs- und Beratungszentrum (BBZ) Arenenberg, der GVS Agrar AG sowie der AGCO Corporation. Als Kompetenzzentrum der Schweiz für eine digitale und datenbasierte nachhaltige Landwirtschaft verfolgt die Swiss Future Farm das Ziel, Smart Farming in der Landwirtschaft greifbar zu machen. Das Pilotprojekt wurde 2017 auf dem ehemaligen Versuchsbetrieb von Agroscope in Tänikon gestartet, der per Januar 2017 vom Kanton Thurgau in Pacht genommen wurde. Die Projektpartner verfolgen auf der Swiss Future Farm folgende drei Ziele: Das Greifbarmachen der Digitalisierung für die Praxis, die Unterstützung von Forschung und Entwicklung sowie der Wissenstransfer.

Die Umsetzung der Projekte erfolgt durch die drei Mitarbeitenden des Operating Teams auf der Swiss Future Farm, wobei jeder Projektpartner einen Mitarbeitenden für das Projekt gestellt hat. Dank der Partnerschaft mit der GVS Agrar AG und der AGCO Corporation stehen auf der Swiss Future Farm die für die Umsetzung der Digitalisierung benötigten Maschinen, inklusive Software, sowie das personelle Know-how zur Verfügung. In praxisnahen Versuchen, deren Ausgangspunkt stets eine Fragestellung aus der landwirtschaftlichen Praxis bildet, wird der Nutzen von Smart-Farming-Technologien eruiert. Durch die konsequente Datenerfassung auf dem Betrieb werden die Technologien auf ihren Beitrag zu nachhaltigen Verfahren in der Landwirtschaft überprüft. Das Herzstück der Swiss Future Farm bildet der Wissenstransfer und -austausch, der gleichermassen von allen Partnern betrieben wird. Dies geschieht sowohl in gemeinsamen als auch durch die einzelnen Partner durchgeführten Veranstaltungen für die Praxis, Beratung und Forschung.

Agroscope als Forschungspartner der Swiss Future Farm fokussiert sich am Standort Tänikon auf ein gesamtbetriebliches, Indikatoren-basiertes Management mit Hilfe der Digitalisierung, wobei der Versuchsbetrieb einem typischen kleinstrukturierten, diversifizierten Schweizer Landwirtschaftsbetrieb entspricht und als Plattform für unterschiedlichste Versuche in diesem Zusammenhang dient.

Dank der Partnerschaft zwischen den privaten Anbietern aus der Landtechnik, der öffentlichen Bildung und Beratung sowie der Zusammenarbeit mit der Forschung

ist die Swiss Future Farm ein europäisches Pionierprojekt, das Kompetenzen aus Landwirtschaft, Vermittlung und Landtechnik bündelt. Für ein langfristiges Gelingen ist es zentral, dass sich die Interessen der Beteiligten weiterhin in gemeinsamen Zielen wiederfinden. Für die Swiss Future Farm, die als Demonstrationsbetrieb einen starken Fokus auf den Bereich der Anwendung legt, liegt eine grosse Herausforderung in der Kompatibilität der Systeme. Diese bildet eine Voraussetzung für die Vernetzung von Betriebsprozessen und den Austausch von Daten des Betriebs mit externen Systemen sowie der Forschung.

Beitrag des Schweizer Bauernverbands

Der Schweizer Bauernverband (SBV) ist die grösste Schweizer Interessenvertretungsorganisation der Landwirtschaft. Diese Position auf agrarpolitischer Ebene ermöglicht ihm die Teilnahme an einer Vielzahl von Projekten oder Arbeitsgruppen, die sich mit der Digitalisierung der Landwirtschaft befassen. Es war für den SBV deshalb selbstverständlich, zu den Unterzeichnern der Charta zu gehören.

Der SBV sieht in der Digitalisierung ein grosses Potenzial. In naher Zukunft sollte es möglich sein, die Erwartungen der Gesellschaft besser zu erfüllen. Es können Produktionsmittel wie Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel eingespart und so der ökologische Fussabdruck der Landwirtschaft verringert werden. Autonom agierende Roboter zur Unkrautbekämpfung, Kartierungssysteme der Ernten oder NIRS (Nahinfrarotspektroskopie)-Sensoren sind potenzielle Lösungen für aktuelle politische Herausforderungen. Der Pflanzenbau ist aber nicht allein betroffen. Auch die verschiedenen Tiersektoren können eine Reduzierung der Produktionsmittel anstreben. Individuelle Tierfütterung, Früherkennung von Krankheiten oder die optimale und automatisierte Bewirtschaftung des Stallklimas können zu einer Reduzierung der Futter- oder Antibiotikamenge in der Tierhaltung führen. Auch die Bereiche der Betriebsführung und des Betriebsmanagements können und müssen von der Digitalisierung betroffen sein. Die administrative Vereinfachung, eine immer wiederkehrende Forderung des SBV, die doch so schwer zu erreichen scheint, könnte durch den automatisierten Datenaustausch oder die einfache und einheitliche Datenerfassung gefördert werden.

Der SBV führt keine eigentliche Entwicklung durch. Er versucht jedoch, seinen Projekten und Realisierungen digitale Züge zu verleihen. Ein Beispiel ist die Möglichkeit, Einkäufe in Hofläden mit der Twint-App zu bezahlen. Auch wenn dies nichts Revolutionäres ist, so handelt es sich doch um eine Entwicklung, die für die Bevölkerung

sichtbar ist und ein modernes Bild der Landwirtschaft vermittelt.

Die Hauptaufgabe des SBV besteht darin, die Interessen der Bauernfamilien zu vertreten und ihnen bei den verschiedenen Projekten eine Stimme zu geben. Der Ausschuss der Chartagemeinschaft, der Ausschuss und die Begleitgruppe des DfD2-Projekts des Bundes oder auch der Verwaltungsrat von Barto sind Institutionen, in denen der SBV vertreten ist und am Entscheidungsprozess teilnimmt. Auch auf agrarpolitischer Ebene versucht der SBV, die Botschaft der Digitalisierung zu fördern. Er unterstützt die Initiativen des Bundes in dieser Richtung und versucht, wenn immer möglich, Vorschläge zu unterbreiten, die der Schweizer Landwirtschaft zugutekommen.

Trotzdem sieht der SBV nicht nur Chancen in der Digitalisierung. Es gibt auch Risiken, die mit dem Aufkommen digitaler Technologien im täglichen Leben der Landwirtinnen und Landwirte verbunden sind. Der Datenschutz ist ein Thema, das im Zusammenhang mit Landwirtschaft 4.0 oft diskutiert wird. Kritisch sind dabei nicht die Strukturdaten, sondern vielmehr beispielsweise erntebezogene Daten. Sie sind ein zentrales Element im Rahmen der Marktspekulation. Eine Verwendung von solchen Daten würde grossen Preisdruck auf die Landwirte ausüben. Die Kosten für den Kauf, den Unterhalt oder die Aktualisierung dieser Technologie stellen ebenfalls einen kritischen Punkt dar. Im Vergleich zum Ausland weisen die schweizerischen Landwirtschaftsbetriebe kleine Strukturen auf. Ist es also rentabel, teure Smart-Farming-Innovationen in so kleinem Massstab einzusetzen? Mit welchen Mitteln können sie wirtschaftlich interessant gemacht werden? Diese Fragen müssen beantwortet werden.

Der SBV ist an der Digitalisierung des Schweizer Agrarsektors beteiligt. Es braucht aber einen pragmatischen Ansatz, der auf den Interessen der Bauernfamilien basiert, um einen produktiven Fortschritt zu ermöglichen.

Schlussfolgerungen zum Nutzen der Chartagemeinschaft

Die Lancierung der Charta zur Digitalisierung der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft im Jahr 2018 rückte die Thematik in den Fokus des sektoralen Interesses – und war und ist damit wichtiger Impulsgeber für einen anhaltenden Diskurs zu diesem Thema. Die im Rahmen der Chartagemeinschaft entwickelten Projektideen und Aktivitäten stossen auf grosses Interesse der Unterzeichnenden, was sich in den jeweils gut besuchten Veranstaltungen zeigt.

Die Charta trägt zur Diskussion aktueller sowohl nationaler als auch internationaler Fragestellungen bei, und der Ausschuss unterstützt bei der Lösungsfindung und Beantwortung dieser Fragestellungen im Schweizer Kontext. Dazu werden Online-Umfragen zu bestehenden Fragen in Zusammenhang mit der Charta bei den Mitgliedern der Chartagemeinschaft durchgeführt, die dann im Rahmen von Tagungen oder Workshops von Experten beantwortet werden. Bisherige Themen waren zum Beispiel Datenschutz und Datennutzungsrechte auf der Jahrestagung 2019 und ein geplanter Workshop zum Thema Datenaustausch im Jahr 2020.

Betrachtet man die Aktivitäten einzelner (ausgewählter) Akteure, so zeigen sich verschiedenste Herausforderungen bei der Umsetzung der Leitlinien der Charta:

- a) Die Forschung und Entwicklung im Themenbereich Digitalisierung ist auf interdisziplinäre Zusammenarbeit angewiesen und kann immer häufiger nur in Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft stattfinden, da dort die neuen Sensortechnologien und Plattformlösungen entwickelt werden.
- b) Die Standardisierung des Datenaustauschs und die Bewältigung der grossen Investitionen ist nur in partnerschaftlicher Zusammenarbeit möglich, von *Cooperation* (Zusammenarbeit) bis *Coopetition* (Kooperationswettbewerb).

- c) Die Interessen der einzelnen Akteure sind sehr unterschiedlich. Daraus entstehen zum Teil Zielkonflikte, die das Vorankommen der Digitalisierung verlangsamen. Der Diskurs zwischen allen Akteuren verbessert aber das gegenseitige Verständnis und hilft, breit abgestützte Lösungswege zu finden, die eine höhere Akzeptanz und grösseren Erfolg haben werden als vereinzelte, nicht aufeinander abgestimmte Aktivitäten einzelner Interessenvertreter.

Die Charta dient der Vernetzung und dem Bauen von Schnittstellen zwischen den verschiedenen Akteuren der Land- und Ernährungswirtschaft. Die Chartagemeinschaft ist gefordert, miteinander die Zukunft zu gestalten, denn ohne enge Kooperation sind die bestehenden Herausforderungen mit der Digitalisierung kaum lösbar. Die Vernetzung der von privatwirtschaftlicher Seite zur Verfügung gestellten Technologien miteinander und mit den Systemen der Verwaltung bedingt die Schaffung entsprechender rechtlicher Rahmenbedingungen und Regelungen für einen sicheren Datenaustausch. Die Aufgabe der Verwaltung könnte die Förderung einer Dateninfrastruktur sein, mit dem Ziel, einen standardisierten Datenaustausch zwischen der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft zu ermöglichen. Dazu gehören zum Beispiel die Festsetzung von technischen Standards, standardisierte Programmierschnittstellen und die Entwicklung der dazu notwendigen Prozesse. ■

Literatur

- Agroscope, 2019. Schweiz bewilligt Sprühdrohnen als erstes Land Europas. Medienmitteilung vom 25.07.2019. Zugang: <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-75881.html> [23.3.2020].
- Anken T., Dubuis P.-H. & Lebrun M., 2018. Mit Drohnen Abdrift und Lärm meiden. *Landfreund* 8, 2–4.
- Anken, T., Lehrmann, A. 2019. Datenstrasse 5G eröffnet neue Welten, *Schweizer Bauer*, 2019, 23.
- Argento F., Anken T., Liebisch F. & Walter A., 2019. Crop imaging and soil adjusted variable rate nitrogen application in winter wheat. In: Precision Agriculture '19 – Proceedings of the 12th European Conference on Precision Agriculture, 8–11 July, Hrsg. ECPA, Montpellier, France, 1–8.
- Barkema H.W., von Keyserlingk M.A.G., Kastelic J.P., Lam T.J.G.M., Luby C., Roy J.-P., LeBlanc S.J., Keefe G.P. & Kelton D.F., 2015. Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of Dairy Science* 98, 7426–7445.
- Brown-Brandl T., Adrion F., Maselyne J., Kapun A., Hessel E.F., Saeys W., van Nuffel A. & Gallmann E., 2019. A review of passive radio frequency identification systems for animal monitoring in livestock facilities. *Applied Engineering in Agriculture* 25 (4), 579–591.
- BMEL, 2018. Digitalisierung in der Landwirtschaft – Chancen nutzen – Risiken minimieren. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Referat 717, Rochusstrasse 1, 53123 Bonn.
- BMNT, 2018. Digitalisierung in der Landwirtschaft – Entwicklung, Herausforderungen und Nutzen der neuen Technologien für die Landwirtschaft. Bericht der Plattform Digitalisierung in der Landwirtschaft des Bundesministeriums Nachhaltigkeit und Tourismus, Stubenring 1, 1010 Wien, ISBN 978-3-903129-84-9.
- Cardoso Moreira Waldburger T., Monney P., Anken T., Cockburn M., Audrey E., Lecoeur J., Brini M., Forster D. & Jöhr H., 2019. Growing Cocoa in Semi-Arid Climate – a Scalable Use Case for Digital Agriculture. *Agroscope Science* 86, 1–65.
- El Benni N., 2019. Digitalisierung: Noch viele Fragen offen. *Blick ins Land* 5, S. 31.
- El Benni N., 2020. Der Umgang der Schweiz mit der Digitalisierung der Land- und Ernährungswirtschaft. In: Digitalisierung für Mensch, Umwelt, Tier (Hrsg. A. Meyer-Aurich et al.). Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn.
- Finger R., Swinton S.M., El Benni N. & Walter A., 2019. Precision Farming at the Nexus of Agricultural Production and the Environment Annual Reviews Resour. Econ. 11 (online first) <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-093929>.
- Groher T., Heitkämper K., Stark R. & Umstätter C., 2019. Technology adoption across different enterprises in Swiss plant production. In: Poster Proceedings of the 12th European Conference on Precision Agriculture, July 8–11, Montpellier, France. S. 86–87. e-book publication. SupAgro Montpellier. ISBN 978-2-900792-49-0.

- Groher T., 2019. Einsatz neuer Technologien im Pflanzenbau. *UFA-Revue* **10**, 53–55.
- Groher T., Heitkämper K., Walter A., Liebisch F. & Umstätter C., 2020a. Status quo of adoption of precision agriculture enabling technologies in Swiss plant production. *Precision Agriculture* (eingereicht).
- Groher T., Heitkämper K. & Umstätter C., 2020b. Digital technology adoption in Swiss livestock production with a special focus on ruminant farming. *Animal* (eingereicht).
- Groher T., Heitkämper K., Stark R., Umstätter C., 2020c. Stand der Digitalisierung in der Schweizer Wiederkäuerhaltung. *In: Digitalisierung für Mensch, Umwelt, Tier* (Hrsg. A. Meyer-Aurich et al.). *Lecture Notes in Informatics (LNI)*, Gesellschaft für Informatik, Bonn.
- Groher T., Heitkämper K. & Umstätter C., 2020d. Einsatz von Robotik auf Schweizer Milchviehbetrieben. *In: Arbeit unter einem D-A-C-H – Automatisierung und Digitalisierung in der modernen Landwirtschaft*, 22. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, Tänikon, 2020. *Agroscope Science Nr. 94* (erscheint im Herbst 2020).
- Gusset M., 2017. Digitalisierung: mutige Akteure gefragt. *Agrarforschung Schweiz* **8** (11–12), 450–451.
- Holloway L. & Bear C., 2017. Bovine and human becomings in histories of dairy technologies: a robotic milking systems and remaking animal and human subjectivity. *The British Society for the History of Science* **2**, 215–234.
- Schweizer Bauer, 2017. Wir erleben ein Rekordjahr. Zugang: <https://www.schweizerbauer.ch/tiere/milchvieh/wir-erleben-ein-rekordjahr-38498.html> [28.10.2019].
- Kritikos M., 2017. Precision Agriculture in Europe: Legal, Social and Ethical Considerations. Europäische Kommission, Brüssel.
- Latsch A. & Anken T., 2019. Soil and crop responses to a «light» version of controlled traffic farming in Switzerland. *Soil and Tillage Research* **194**, 1–10.
- Mack G., Heitkämper K., Käufeler B. & Möbius S., 2017. Evaluation der Beiträge für Graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion (GMF). *Agroscope Science* **54**, S. 1–99.
- Mack G., Heitkämper K. & El Benni N., 2019a. Welche Faktoren beeinflussen die Wahrnehmung des administrativen Aufwands? *Agrarforschung* **10** (3), 104–109.
- Mack G., Kohler A., Heitkämper K. & El Benni N., 2019b. Determinants of the perceived administration costs caused by the uptake of an agri-environmental program. *Journal of Environmental Planning and Management*. Zugang: <https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1515311> [23.3.2020].
- Marsiglio Sarout B.N., Waterhouse A., Duthie C.-A., Poliy C.H.E.C., Haskell M.J., Berger A. & Umstätter C., 2018. Assessment of circadian rhythm of activity combined with random regression model as a novel approach to monitoring sheep in an extensive system. *Applied Animal Behaviour Science* **27**, 26–38.
- Reissig L., 2020. Wahrnehmung der Digitalisierung in der Landwirtschaft durch Betriebsleiter von Betriebsgemeinschaften in der Schweiz. *In: Digitalisierung für Mensch, Umwelt, Tier* (Hrsg. A. Meyer-Aurich et al.). *Lecture Notes in Informatics (LNI)*, Gesellschaft für Informatik, Bonn.
- Riekert M., Klein A., Adrion F., Hoffmann C. and Gallmann E. (2020): Automatically detecting pig position and posture by 2D camera imaging and deep learning. *Computers and Electronics in Agriculture* (akzeptiert).
- Rombach M., Münger A., Niederhäuser J., Südekum K.-H. & Schori F. 2018. Evaluation and validation of an automatic jaw movement recorder (RumiWatch) for ingestive and rumination behaviors of dairy cows during grazing and supplementation. *Journal of Dairy Science* **101**, 2463–2475.
- Sanderson J., Wiseman L. & Poncini S., 2018. What's behind the ag-data logo? An examination of voluntary agricultural data codes of practice. *International Journal of Rural Law and Policy* **1**, 1–21. Zugang: <https://doi.org/10.5130/ijrlp.1.2018.6043> [23.3.2020].
- Sax M., Latsch R. & Anken T. 2019. Automated site-specific overseeding of grassland, VDI-Berichte Nr. 2361, 165–170.
- Shafiullah A.Z.M., Werner J., Kennedy E., Leso L., O'Brien B. & Umstätter C., 2019. Machine learning based prediction of insufficient herbage allowance with automated feeding behaviour and activity data, *Sensors* **19** (20), 4479–4498.
- Stachowicz J. & Umstätter C., 2020. Übersicht über kommerziell verfügbare digitale Systeme in der Nutztierhaltung: Angebot für Milchkühe am grössten, für Mast- und Milchschafe sowie Ziegen am kleinsten. *Agroscope Transfer* **294**, 1–28. Zugang: <https://doi.org/10.34776/at294g>.
- Stoinescu A., Reissig L. & Mack G., 2020. Does e-government contribute to a reduction of farmers' administrative burdens in Switzerland. *In: Digitalisierung für Mensch, Umwelt, Tier* (Hrsg. A. Meyer-Aurich et al.). *Lecture Notes in Informatics (LNI)*, Gesellschaft für Informatik, Bonn.
- Tran D., Dutoit F., Najdenovska E., Wallbridge N., Plummer C., Mazza M., Raileanu L.E., Camps C., 2019. Electrophysiological assessment of plant status outside a Faraday cage using supervised machine learning, *Scientific Reports* **9**: 17073. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53675-4>.
- Umstätter C., Martini D. & Adrion F., 2020. Opinion Paper: Digitales Tiermonitoring – Was bringt die Zukunft? *Landtechnik* **75** (1), 14–23.
- Werner J., Leso L., Umstätter C., Niederhäuser J., Kennedy E., Geoghegan A., Shalloo L., Schick M. & O'Brien B., 2018. Evaluation of the RumiWatchSystem for measuring grazing behaviour of cows. *Journal of Neuroscience Methods* **300**, 138–146.
- Wiseman L., Pesce V., Zampati F., Sullivan S., Addison C. & Drolet J., 2019. Review of codes of conduct, voluntary guidelines and principles relevant for farm data sharing. *CTA Working Paper 19/01*, Griffith University, Queensland, Australia.
- Zehner N., Niederhäuser J.J., Schick M. & Umstätter C., 2019. Development and validation of a predictive model for calving time based on sensor measurements of ingestive behavior in dairy cows. *Computers & Electronics in Agriculture* **161**, 62–71.