

27. HÜLSENBERGER GESPRÄCHE 2018

Landwirtschaft und Digitalisierung

H. WILHELM SCHAUMANN STIFTUNG

27. Hülseberger Gespräche 2018
der H. Wilhelm Schaumann Stiftung

Hülseberger Gespräche 2018

Landwirtschaft und Digitalisierung

Inhaltsverzeichnis

Begrüßung.....	W. WEISTHOFF	7
Digitale Landwirtschaft – Welcher Weg ist vorgezeichnet?.....	A. WALTER	10
Diskussion		
Das Netz der Netze – Und seine Bedeutung für die Digitale Landwirtschaft.....	G. P. FETTWEIS, N. FRANCHI	21
Diskussion		
Landtechnikentwicklung im Digitalisierungshype – „Evolutionär oder Disruptiv?“.....	T. HERLITZIUS	30
Diskussion		
Robotik im Ackerbau.....	J. HERTZBERG	44
Diskussion		
Digital Farming Solutions for Every Farm.....	R. CHUA	57
Diskussion		
Digitalisierung von Stoffströmen in der Tierhaltung.....	E. HARTUNG	60
Diskussion		
Real-time monitoring of animals – Precision Livestock Farming	D. BERCKMANS	70
Diskussion		
Digitalisierung des Stalles – aktueller Stand und Perspektiven	W. BÜSCHER	79
Diskussion		

Innovationstrend „Smart Farming“ aus Sicht von Landtechnikherstellern.	P. PICKEL	89
Diskussion		
Digitale semantische Modelle der Kulturlandschaft zur fachübergreifenden Informationsintegration	T. H. KOLBE	104
Diskussion		
Methoden und Potenziale der Datenverarbeitung – Umsetzungsstrategien in Pflanzenbau, Pflanzenernährung und Pflanzenzüchtung.	K. PILLEN	121
Diskussion		
Methoden und Potenziale der Datenverarbeitung – Umsetzungsstrategien Tierhaltung, Tierernährung und Tierzüchtung.	K.-U. GÖTZ, J. DUDA	132
Diskussion		
Rechtliche Herausforderungen der Digitalisierung der Landwirtschaft – am Beispiel des Dateneigentums und -schutz	J. MARTÍNEZ	143
Diskussion		
Exemplarische betriebswirtschaftliche Auswirkungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft und im Agribusines.	E. BAHRS	161
Diskussion		
Zusammenfassung	G. BREVES	170
Schlusswort.	E. KALM	174
Referenten der HÜLSENBERGER GESPRÄCHE 2018.		176
Teilnehmer der HÜLSENBERGER GESPRÄCHE 2018		179
Hülsenberger Gespräche von 1965 bis 2018		185

Begrüßung zu den »27. Hülseberger Gespräche 2018«



Sehr geehrte Herren Seiller, sehr geehrte Damen und Herren,

im Namen des Kuratoriums und des Vorstandes der H. Wilhelm Schaumann Stiftung begrüße ich Sie recht herzlich zu den 27. Hülseberger Gesprächen. Wir freuen uns, dass Sie unserer Einladung so zahlreich gefolgt sind.

Ich möchte auch alle Referenten und Diskussionsleiter begrüßen und mich für Ihre Zusage bedanken, uns im Rahmen der diesjährigen 27. Hülseberger Gespräche Informationen, Visionen und Denkanstöße zu geben.

Mit dem diesjährigen, sehr aktuellen Generalthema „Landwirtschaft und Digitalisierung“ werden wir ein neues, aber sehr interdisziplinäres Arbeitsfeld in der Pflanzen- und Tierproduktion betrachten. Viele Fragen werden uns beschäftigen.

Wann hat das Zeitalter der Digitalisierung begonnen und welche Kenntnisse haben wir über ihre Entwicklung? Wird hiermit nur die Umwandlung analoger Daten, wie bei einem Foto oder einem Text in digitale Daten beschrieben, oder ist es die Erfassung einer zu digitalisierenden Messgröße? Welche Auswirkung hat die Digitalisierung auf unser heutiges und auch zukünftiges Leben?

Welche Entwicklung hat die Digitalisierung der verschiedenen Produktionsprozesse in Pflanzen- und Tierproduktion bereits erreicht und wie werden dadurch zukünftig die Betriebsabläufe in der Landwirtschaft verändert? Welche Daten werden in den einzelnen Produktionsebenen erhoben und wie werden die verschiedenen Daten weiterverarbeitet? Kann mit der Digitalisierung die Effizienz in der Produktion von Nahrungsmitteln verbessert werden und können vorhandene Ressourcen effektiver genutzt werden? Bietet sich die Chance, die Transparenz in der Produktion zu verbessern?

Es muss aber auch die Frage erlaubt sein, ob die Digitalisierung nicht nur Chancen sondern auch Risiken bietet. Können wir zukünftig diese Datenberge noch überblicken und verarbeiten? Ist der Landwirt der Zukunft gläsern?

Diese Fragen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr sollen Sie nur eine Anregung geben, sich mit dem diesjährigen Leitthema auseinander zu setzen.

Wenn wir den Beginn der Digitalisierung suchen, verbietet es sich eigentlich, von einer digitalen Revolution zu sprechen.

Es ist nicht die digitale Photographie oder das digitale Text-Dokument. Stattdessen betrachten wir einen Entwicklungsprozess, bei welchem wir auf das Jahr 1805 zurückblicken dürfen. Damals wurden bereits bei einem Webstuhl festgelegte Codes in Arbeitsanweisungen übertragen. Mit der Entwicklung des Morsens in den Jahren ab 1837 fand dann eine Übertragung und Verarbeitung festgelegter Tonsignale statt. Heute sollten mehr als 99 % aller Informationen digital gespeichert sein.

Das Leitthema der diesjährigen Hülsenberger Gespräche „Landwirtschaft und Digitalisierung“ werden wir in fünf Tagungsblöcke aufteilen.

Im ersten Tagungsblock geben unsere Referenten einen Einblick in die Thematik. Wie wird die Digitale Landwirtschaft aussehen? Können wir das Schlagwort Industrie 4.0 auf die Landwirtschaft 4.0 übertragen? Ist es nur die Digitalisierung der Produktionsprozesse oder wird die Landwirtschaft noch stärker in den vor- und nachgelagerten Bereich eingebunden? Welche technischen Voraussetzungen, hier sei vornehmlich an die Datenübertragung gedacht, müssen für eine weitere Entwicklung der Digitalisierung geschaffen werden?

Der folgende Tagungsblock wird sich mit dem Thema „Precision Farming“ beschäftigen. Es ist nicht nur die GPS-Steuerung eines Schleppers gemeint. Vielmehr werden Disziplinen wie die Pflanzenzüchtung, die Pflanzenernährung, der Pflanzenschutz noch intensiver miteinander verknüpft. Unsere Referenten werden hierbei hoffentlich auch die Frage beantworten, wie die Schnittstellen zwischen den beteiligten Unternehmen in der Pflanzenproduktion zukünftig aussehen werden.

Es schließt sich im dritten Tagungsblock die Tierproduktion, das „Livestock Farming“ an. Welche Daten von jedem Einzeltier, wie z. B. die Ergebnisse der Milchkontrolle, Schlachtabrechnungen und Befunddaten in der Geflügel- und Schweinemast

werden erfasst und anschließend für betriebliche Entscheidungen hinzugezogen? Welche Sensortechnik wird zukünftig benötigt und wie wird der Stall von morgen für mehr Tierwohl und Produktqualität aussehen?

Am morgigen Tag werden wir Fragen zur Methodik der Datenverarbeitung diskutieren.

Wie können Stoffströme erfasst werden? Welche Hilfestellung bietet die Digitalisierung dem Landwirt bei den bürokratischen Herausforderungen nach der Novellierung der Düngeverordnung? Wie findet zukünftig die Vernetzung zwischen der Pflanzen- und Tierproduktion statt? Haben wir bereits funktionierende Schnittstellen im Einsatz und wie sehen die Umsetzungsstrategien aus?

„Wem gehören die Daten und wie kann ich meine Daten schützen“ werden wir ebenso diskutieren wie auch die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen aufgrund einer zunehmenden Digitalisierung. Beantwortet werden muss auch die Frage, welche Rolle der Landwirt zukünftig in den Produktionsabläufen spielt. Kann die Produktion aus dem Stallbüro erfolgen oder muss auch sein Auge den Ackerschlag oder die Herde beobachten und dann mit Erfahrung und Weitsicht die Produktion steuern? Welche Unterstützung benötigt der Landwirt auch mit einer fortschreitenden Digitalisierung bei den täglichen Betriebsabläufen durch Handel und Beratung?

Abrunden möchten wir die Veranstaltung mit dem Vortrag von Herrn Prof. Dr. Liessmann zu dem provokant gewählten Thema „Surfen, Schwimmen oder Untergehen: Der Mensch in der Datenflut“. Wir hoffen, dass alle bisherigen Diskussionen der diesjährigen Veranstaltung nicht ad absurdum geführt werden.

Sehr geehrte Damen und Herren, mit der fortschreitenden Digitalisierung werden die Produktionssysteme und Arbeitsprozesse verändert, aber nicht revolutioniert. Neue Herausforderungen und neue wissenschaftliche Fragestellungen entstehen und fordern wissenschaftliche Disziplinen, die in der

Vergangenheit nicht immer mit der Landwirtschaft in Verbindung gesehen worden sind. Gleichzeitig stellt sich aber die Frage, ob auch Lehrstühle an den landwirtschaftlichen Hochschulen eingerichtet werden müssen, die sich intensiv mit der Digitalisierung beschäftigen? Ist es ein neues Wissenschaftsgebiet, das von den Daten getrieben wird? Die Algorithmen sind blind und die Erklärungen und Entwicklungen müssen von den Menschen erfolgen.

Die Landwirtschaft und das landwirtschaftliche Umfeld verändern sich stetig. Dieses spiegelt sich auch in den diesjährigen Hülsenberger Gesprächen wider. Die H. Wilhelm Schaumann Stiftung ist ihren Prinzipien in der mehr als 50-jährigen Geschichte treu geblieben. Neben der gemeinnützigen Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses in den Nutztierwissenschaften ist insbesondere die Ausrichtung von agrarwissenschaftlichen Fachtagungen, wie den Hülsenberger Gesprächen, ein Diskussionsforum, welches Ihnen, sehr geehrte Gäste, die Möglichkeit eröffnet, aktuelle Themen gemeinsam mit Ihren Kolleginnen und Kollegen interdisziplinär zu diskutieren.

Ein besonderer Dank gilt den Herren Charles und Olivier Seiller, die mit persönlichem und finanziellem Engagement ermöglichen, dass die vom Stiftungsgründer Herrn H. Wilhelm Schaumann im Jahr 1967 ins Leben gerufene Stiftung ihre in der Satzung festgelegten Ziele weiterführen kann.

Sehr geehrte Damen und Herren,
„Der größte Feind des Wissens ist nicht Unwissenheit, sondern die Illusion, wissend zu sein.“ Dieses Zitat des kürzlich verstorbenen Physikers Steve Hawkins wird uns bei den diesjährigen Hülsenberger Gesprächen begleiten.

Wir haben nicht die Illusion, allwissend zu sein. Ich wünsche uns, dass alle Referenten in ihren Vorträgen neue Sichtweisen und Denkanstöße vermitteln und wir mit Ihnen, wie es auch der Stiftungsgründer Herr H. Wilhelm Schaumann immer wieder gewünscht hat, einen intensiven und interdisziplinären Meinungsaustausch führen und ein solides Fundament für die weitere wissenschaftliche Bearbeitung und praktische Umsetzung schaffen. Nutzen Sie die diesjährigen Hülsenberger Gespräche zu intensiven Diskussionen mit unseren Referenten und auch mit Ihren Kollegen.

Bevor ich nun Herrn Professor Dr. Bahrs für die Moderation des ersten Tagungsblockes das Wort erteile, möchte ich uns allen einen erfolgreichen Verlauf der 27. Hülsenberger Gespräche wünschen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Digitale Landwirtschaft – Welcher Weg ist vorgezeichnet?



Einleitung

Vor rund hundert Jahren begann die ‚Industrialisierung‘ der Landwirtschaft – heute erleben wir den Beginn ihrer Digitalisierung. Dieser Prozess – von manchen als ‘vierte Revolution’ der Landwirtschaft oder als ‘Landwirtschaft 4.0’ bezeichnet – bietet eine Fülle von Chancen, aber auch von Risiken. Viele auf Digitalisierung beruhende Neuerungen der Landwirtschaft, die bald eine breite Anwendung finden werden, sind heute absehbar (Brewster & Willemer 2018). Dazu gehören zum Beispiel verbesserte Betriebsabläufe, eine Minimierung der zu applizierenden Pestizide im Pflanzenbau, verbesserte Diagnosemöglichkeiten für Krankheiten von Pflanzen und Tieren, präzisere Werkzeuge für die Züchtung und ein schnellerer und umfassenderer Informationsaustausch zwischen Geräten aber auch Personen. Darüber hinaus werden Daten von Maschinen, Betriebsabläufen und Umweltparametern miteinander in Beziehung gebracht: Big Data hält Einzug in die Landwirtschaft (Wolfert et al. 2017). Wie rasch solche Verbesserungsmöglichkeiten auf breiter Front umgesetzt werden, kann jedoch nur schwer vorhergesagt werden und die Umsetzung hängt von verschiedenen Faktoren ab, die sich zwischen Produktionssystemen und Ländern unterscheiden. Letztendlich wird der zu erzielende Preis für Produkte, die mit Hilfe neuer Technik produziert wurden, von grosser Bedeutung dafür sein, wie schnell eine neue Technologie sich durchsetzt. In Ländern wie Deutschland und der Schweiz wird der Preis jedoch stark durch staatliche Massnahmen beeinflusst – und

die Zusammenhänge zwischen Landwirtschaft, Umwelt und menschlicher Gesundheit entscheiden zunehmend mit darüber, wie Landwirtschaft betrieben wird. Daher ist die Einführung neuer Techniken im Rahmen der Digitalisierung der Landwirtschaft notwendigerweise mit einem gesellschaftlichen Diskurs verbunden (Walter et al. 2017). Einem Diskurs, der sich mit kurzfristigen Veränderungen befasst – aber auch mit der Frage, welche langfristige Vision mit Hilfe dieser ‘systemverändernden’ Neuerungen verfolgt wird. Die Frage ist in vielerlei Hinsicht also nicht: ‘Welcher Weg ist vorgezeichnet’ – sondern: ‘Welchen Weg wollen wir vorzeichnen oder ausloten?’.

Die Digitalisierung bietet die Chance, Landwirtschaft nicht nur kostengünstiger, sondern vor allem ‘besser’ – also nachhaltiger – zu gestalten. Dazu sollte meines Erachtens ein offener Dialog mit Skeptikern der technischen Weiterentwicklung geführt werden. Ebenso sollten meines Erachtens ‘Leitbilder’ entwickelt und diskutiert werden, die es erlauben, abzuschätzen, auf welche Formen von Landwirtschaft wir eventuell zusteuern. Und wir sollten uns der Frage stellen, was wir als Gesellschaft von ‘der Landwirtschaft’ erwarten.

Technische Möglichkeiten und Chancen

Die heutigen technischen Möglichkeiten erlauben es, Daten in Mengen zu speichern und zu verarbeiten, die noch vor wenigen Jahren unvorstellbar waren (Wolfert et al. 2017). Dies erlaubt wiederum die Konstruktion von Maschinen, die Arbeiten übernehmen,

welche zuvor von Menschen ausgeführt wurden. Zudem können wesentlich mehr Entscheidungsprozesse basierend auf neuartiger Sensorik und Modellen durchgeführt werden. Dies ermöglicht ein differenzierteres Vorgehen bei der Anwendung von Hilfsstoffen. Melkroboter, GPS-assistierte Traktorlenksysteme und Mähdrescher mit teilflächenspezifischer Ernteerfassung sind schon seit längerem im Einsatz (King 2017). Tiere können mit Hilfe von elektronischen Sperren ohne einen Zaun in einem bestimmten Bereich einer Weide eingehegt werden (Umstätter 2011). Dünger kann basierend auf der Intensität der Grünfärbung eines Pflanzenbestandes ausgebracht werden (Mulla 2013). Satelliten erfassen regelmässig das Erscheinungsbild der Vegetation. Ernte-, Handelsanwendungs- und Liefermengen verschiedenster landwirtschaftlicher Hilfsstoffe und Produkte werden registriert und könnten miteinander in Zusammenhang gebracht werden. Unbemannte Fluggeräte können heute Bilder von jeder gewünschten Situation erstellen, wenn ein Interesse daran besteht. Die Pflanzenzüchtung beginnt, den ‚Züchterblick‘ mit der Analyse von Gensequenzen und von Bildmaterial zu ergänzen (White et al. 2012; Walter et al. 2015) und wir erleben den Beginn der bildgestützten Erkennung von Pflanzenkrankheiten (Wahabzada et al. 2016).



Im Bereich der Pflanzen-Phänotypisierung wurden in den vergangenen Jahren viele Anstrengungen unternommen, um mit Hilfe von ‘Phänomobilen’ (Deery et al. 2014) oder mit Hilfe von fest installierten Kamera-Einrichtungen (Abb. 1) so präzise wie möglich die Eigenschaften von Pflanzen in Züchtungsexperimenten zu charakterisieren (Kirchgessner et al. 2017; Virlet et al. 2017). Die ersten Erfolge zeigen, dass es so gelingen kann, vor allem die Dynamik von Eigenschaften von Pflanzen besser zu verfolgen, als dies zuvor möglich war (Abb. 2). Dies erlaubt zum Beispiel die Selektion von Genotypen, die besser an Kühle angepasst sind (Grieder et al. 2015; Kronenberg et al. 2017) und es ist absehbar, dass durch solche differenzierten Feld-Monitoring-Verfahren auch die Selektion von trocken- hitze- oder krankheitstoleranten Genotypen erleichtert wird. Um solche technischen Entwicklungen für ein weites Spektrum von Anwendungen in der Pflanzenzüchtung nutzbar zu machen, braucht es jedoch noch erhebliche Forschungsanstrengungen. So ist es beispielsweise bisher sehr schwer, in Freilandbedingungen selbst so einfache Parameter wie den Bedeckungsgrad des Bodens hochpräzise zu charakterisieren, da die variablen Lichtbedingungen zu grossen Schwierigkeiten führen (Guo et al. 2013; Yu et al. 2017). Mit Hilfe von machine learning Algorithmen und decision tree Modellen kann man je-

Abbildung 1: Feld-Phänotypisierungs-Anlage FIP der ETH Zürich in Lindau-Eschikon. Auf einer Fläche von ca. 1 ha können Parameter von Kulturpflanzen mit Hilfe eines Sensorkopfs bildgebend vermessen werden. Der Sensorkopf ist an Kevlar-Seilen befestigt, deren Länge durch die Ansteuerung von Winden koordiniert manipuliert wird. Dadurch kann der Sensorkopf jeden Punkt über dem Feld erreichen. Die Höhe der vier Masten beträgt 24 m. Derzeit werden Weizen (zwei Schläge), Soja, Mais, Buchweizen und Rotklee auf dem Feld angebaut und nach Regeln guter landwirtschaftlicher Praxis in einer Fruchtfolge bewirtschaftet.

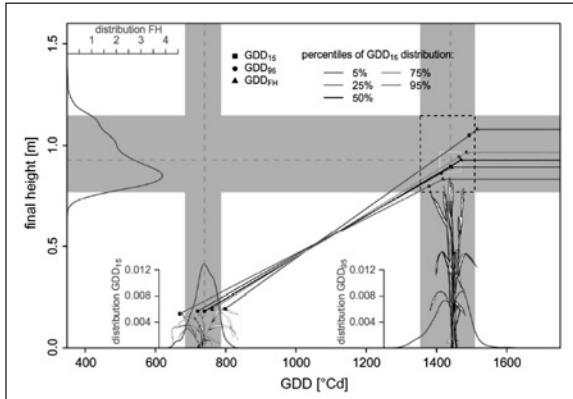


Abbildung 2: Varianz der Höhenentwicklung eines Panels von 339 europäischen Winterweizen-Sorten, die mit Hilfe der FIP verfolgt wurde (aus Kronenberg et al. 2017). GDD: Growing Degree Days. Die Fitgeraden (im Original unterschiedlich gefärbt) zeigen die Entwicklung von fünf verschiedenen Klassen von Sorten, die sich im Beginn (Zeitpunkt, zu dem 15% der Endhöhe erreicht waren) und im Ende (Zeitpunkt, zu dem 95% der Endhöhe erreicht waren) ihrer Höhenwachstumsphase sowie in ihrer erreichten Endhöhe voneinander unterscheiden. Grau hinterlegte Flächen zeigen die 95%-Intervalle dieser drei Parameter.

doch eine Anzahl von Klassen für unterschiedliche Lichtbedingungen und Kontraste zwischen Pflanze und Hintergrund definieren, die auch unter Freilandbedingungen zum Beispiel die Unterscheidung von Pflanze und Hintergrund zunehmend verbessern.

Die Weiterentwicklung von Algorithmen, die Pflanzen in ihrer Grösse und Form analysieren können liegt auch einer Reihe von weiteren Anwendungen zugrunde, die im Bereich der Präzisions-Landwirtschaft zum Beispiel darauf abzielen, Pflanzenkrankheiten zu erkennen (Mahlein et al. 2018) oder Unkräuter so zu detektieren, dass eine automatisierte Behandlung möglich wird (Lottes et al. 2017). Ein Anwendungsbeispiel hierfür ist das EU-Forschungsprojekt Flourish (Walter et al. 2018), das die automatisierte Erkennung von Unkraut-Nestern sowie Heterogenitäten von der Luft aus zum Ziel hat (Abb. 3). In Flourish dient die Erkennung von solchen Regionen im Feld gleichzeitig dazu, einen autonomen Feldroboter an diese Stellen zu manövrieren, um dort dann eine verfeinerte Analyse durchzuführen und beispielsweise Unkräuter mechanisch zu entfernen.

Solche Verfahren, aber auch die gezielte Applikation von Pestiziden ausschliesslich an den Stellen eines Feldes, die einen Unkrautbefall oder die Überschreitung einer Schadschwelle aufweisen, haben ein hohes Potential dafür, die Aufwandmengen von Pestiziden



Abbildung 3: Drohne (links oben) und Feldroboter (rechts links unten), die im Rahmen des H2020-Projektes 'Flourish' autonom miteinander interagieren, um Unkrautbekämpfung sowie Bodenbearbeitung durchzuführen. Die im Original farbcodierte Karte (oben Mitte) zeigt Abstufungen des 'normalized difference vegetation index', die von 0 bis 1 reichen und zur Charakterisierung des Pflanzenbedeckungsgrades und des Düngungszustandes verwendet werden. Die im Original farbig maskierte Detailkarte (rechts oben) eines Zuckerrübenfeldes zeigt die automatische Trennung in Kulturpflanze und Unkraut, aufgrund derer der Feldroboter ortsspezifische Bekämpfungsmassnahmen durchführt.

stark zu reduzieren. Daher engagieren sich auch namhafte Hersteller von Landtechnik und Hilfsstoffen in diesem Metier (z.B. John Deere durch Aquis von Blue River Technology; <http://www.bluerivertechnology.com/>; siehe auch <https://www.naio-technologies.com/en/>). Wie eingangs erwähnt, besitzen alle oben genannten, mit Digitalisierung verbundenen Technik-Entwicklungen das Potential, Landwirtschaft umweltfreundlicher zu gestalten. Ökologie stellt jedoch nur eine der drei Säulen dar, auf denen Nachhaltigkeit aufgebaut ist. Ökonomie und soziale Aspekte bilden die beiden anderen Säulen. Es stellen sich daher bei der Einführung dieser Techniken unter anderem folgende Fragen: Wird der Erlös des Landwirts steigen, wenn solche Verfahren eingeführt werden – oder ist die notwendige Technik so teuer, dass sie sich nur sehr grosse Betriebe leisten können? Wäre der Verbraucher bereit, ähnlich wie im Fall von 'Bio-Produkten' einen höheren Preis für Lebensmittel zu zahlen, die mit Hilfe neuer Technik umweltschonender angebaut wurden? Können von Seiten des Staates finanzielle Hilfen für die Einführung solcher Techniken angeboten werden? Wie verändert sich die Arbeitswelt durch die Einführung solcher Techniken? Welche Tätigkeiten werden überflüssig in der Landwirtschaft – kurz- oder langfristig?

Risiken und Entwicklung eines Leitbildes

Die technischen Entwicklungen beinhalten grosse Chancen für eine nachhaltigere Landwirtschaft. Sie müssen jedoch gut in den Betriebsablauf integriert werden, um wirklich die Schwelle zur breiten Anwendbarkeit zu überwinden. Das bedingt eine genaue Abstimmung mit den Nutzern dieser Technologie, aber auch das Hinterfragen der langfristigen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt, die Anbausysteme und die regulatorischen Gegebenheiten des Marktes, in dem diese Techniken eingesetzt werden (Walter et al. 2017). Ein rein von der technischen Entwicklung angetriebener Ausbau der Einsatzmöglichkeiten wird dazu führen, dass vor allem die finanzstarken Agrarunternehmen von der Digitalisierung profitieren würden; dass der Trend zu grösseren und einheitlicheren

Landwirtschaftsbetrieben weltweit zunehmen und die Schere zwischen den Möglichkeiten der Landwirtschaft in der industrialisierten Welt und in Entwicklungsländern sich noch weiter öffnen würde. Eine Beschleunigung dieser Entwicklung wirft daher viele Fragen auf – unter anderem auch die nach dem Rückhalt für die Landwirtschaft in der Bevölkerung, nach ihrer Nachhaltigkeit und danach, welche Tätigkeiten und Entscheidungsfreiräume für den Landwirt noch bleiben. Die Digitalisierung der Landwirtschaft sollte daher von vorneherein so ausgerichtet sein, dass das Interesse der Bevölkerung, der Landwirte und weiterer Stakeholder in Betracht gezogen werden, um nachhaltige Entwicklungen anzustossen (Walter et al. 2017). Meines Erachtens ist hierfür die Diskussion eines Leitbildes der Landwirtschaft, die wir uns für die kommenden Jahrzehnte vorstellen, von entscheidender Bedeutung. Einen Vorschlag für ein solches Leitbild möchte ich in den folgenden sechs Thesen zusammenfassen:

- 1.) *Das Berufsfeld der Landwirtschaft ist durch eine gesunde Mischung von körperlicher und geistiger Arbeit charakterisiert. Beide Aspekte sind für den Landwirt (oder die Landwirtin) fordernd aber nicht überfordernd.*
- 2.) *Landwirtschaft wird von vielen Personen betrieben – auch in Teilzeit, während kurzen Zeitabschnitten oder in der Freizeit; in der realen wie in der virtuellen Welt.*
- 3.) *Der Konsument versteht, was das Besondere an dem Produkt ist, das er vom Landwirt erworben hat. Er schätzt die Vorzüge dieses Produkts und er geniesst dessen Konsum.*
- 4.) *Die Nachhaltigkeit einer bestimmten Produktionsform wird immer wieder auf den Prüfstand gestellt und sie spiegelt sich im Preis des Produkts und in der staatlichen Unterstützung für den Landwirt wider.*

5.) *Das Führen eines diversen Betriebes, z.B. mit vielfältiger Fruchtfolge, wird belohnt. Neben den Vorteilen, den Betrieb in der Art und Weise und mit den Kulturen so weiterzuführen, wie man es gewohnt ist, etabliert sich ein Anreiz, in gewissen Grenzen Neues auszuprobieren und der Vielfalt Raum zu geben.*

6.) *Das Wissen und die Erfahrungen, die Landwirte und Konsumenten erwerben, beinhalten die Verpflichtung zur Weitergabe dieser Informationen. Neben den existierenden staatlichen Beratungsdiensten für Landwirte und Konsumenten sowie den Informationen durch Firmen und Verbände etabliert sich ein ‚Peer Review‘ Netzwerk mit ausbalancierten, zeitgemässen Kontrollmechanismen, das nationale und internationale Kontakte mit einschliesst.*

Schlussfolgerungen

Meines Erachtens ergeben sich für uns als Forschende heute zwei dringende Herausforderungen: Es liegt an uns, ein auf Langfristigkeit ausgelegtes Weiterentwickeln der Möglichkeiten durch die Forschung zu realisieren. Wir sind jedoch auch aufgefordert, unsere gesellschaftliche Verantwortung wahrzunehmen und eine z.B. die Diskussion eines Leitbildes für unsere Landwirtschaft anzustossen oder zumindest daran mitzuwirken. Im Idealfall wird Landwirtschaft dann während der kommenden Jahrzehnte so betrieben und weiterentwickelt werden können, dass sie von weiten Teilen der Gesellschaft als Kulturgut und positiver Wert verstanden wird und nicht als lästiges Übel.

Literaturverzeichnis

Brewster C & Willemer A (2018) Strategic Research and Innovation Agenda. http://ict-agri.eu/sites/ict-agri.eu/files/deliverables/Strategic_Research_and_Innovation_Agenda_v2_20180323.pdf

Deery D, Jimenez-Berni J, Jones H, Sirault X & Furbank R (2014) Proximal Remote Sensing Buggies and Potential Applications for Field-Based Phenotyping. *Agronomy* 4, 349–379.

Grieder C, Hund A & Walter A (2015) Image based phenotyping during winter: a powerful tool to assess wheat genetic variation in growth response to temperature. *Functional Plant Biology* 42, 387–396.

Guo W, Rage UK & Ninomiya S (2013) Illumination invariant segmentation of vegetation for time series wheat images based on decision tree model. *Computers and Electronics in Agriculture* 96, 58–66.

King A (2017) The future of agriculture. *Nature* 544, 21–23.

Kirchgessner N, Liebisch F, Yu K, Pfeifer J, Friedli M, Hund A & Walter A (2017) The ETH Field Phenotyping Platform FIP - A Cable-Suspended Multi-Sensor System. *Functional Plant Biology* 44, 154–168.

Kronenberg L, Yu K, Walter A, Hund A. 2017. Monitoring the dynamics of wheat stem elongation: genotypes differ at critical stages. *Euphytica* 213, 157.

Lottes P, Khanna R, Pfeifer J, Siegwart R & Stachniss C (2017) UAV-Based Crop and Weed Classification for Smart Farming. In *Proceedings of the International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*.

Mahlein AK, Kuska MT, Behmann J, Polder G & Walter A (2018) Hyperspectral sensors and imaging technologies in phytopathology – state of the art. *Annual Review of Phytopathology*. In press.

Mulla DJ (2013) Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems Engineering* 114, 358–371.

Umstätter C (2011) The evolution of virtual fences: A review. *Computers and Electronics in Agriculture* 75, 10–22.

Virlet N, Sabermanesh P, Sadeghi-Tehran P & Hawkesford MJ (2017) Field Scanalyzer: An automated robotic field phenotyping platform for detailed crop monitoring. *Functional Plant Biology* 44, 143–153.

Wahabzada M, Mahlein AK, Bauckhage C, Steiner U, Oerke EC & Kersting K (2016) Plant phenotyping using probabilistic topic models: Uncovering the hyperspectral language of plants. *Scientific Reports* 6, 22482.

Walter A, Finger R, Huber R & Buchmann N (2017) Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114: 6148–6150.

Walter A, Liebisch F & Hund A (2015) Plant phenotyping: from bean weighing to image analysis. *Plant Methods* 11, 1–11.

Walter A, Khanna R, Lottes P, Stachniss C, Siegwart R, Nieto J & Liebisch F (2018) A robotic approach for automation in crop management. In *Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture*.

White JW, Andrade-Sanchez P, Gore MA, Bronson KF, Coffelt TA, Conley MM, Feldmann KA, French AN, Heun JT, Hunsaker DJ, Jenks MA, Kimball BA, Roth RL, Strand RJ, Thorp KR, Wall GW & Wang G (2012) Field-based phenomics for plant genetics research. *Field Crops Research* 133, 101–112.

Wolfert S, Ge L, Verdouw C & Bogaardt M-J (2017) Big data in Smart Farming – a review. *Agricultural Systems* 153, 69–80.

Yu K, Kirchgessner N, Grieder C, Walter A & Hund A (2017) An image analysis pipeline for automated classification of imaging light conditions and for quantification of wheat canopy cover time series in field phenotyping. *Plant Methods* 13, 15.

Diskussion



BAHR, HOHENHEIM,

das Auditorium scheint noch etwas diskussionsträge zu Beginn der Veranstaltung zu sein, was vielleicht auch daran liegt, dass die Tierfraktion hier größer ist als die Pflanzenfraktion, aber bitte, Sie haben das Wort.

BRUCKMAIER, BERN

Sie haben jetzt eine Vielfalt von Möglichkeiten gezeigt, was man zum Teil mit der verfügbaren Technik und so weiter, alles messen kann. Und ich habe das Gefühl, was wir momentan erleben, ist, dass die Industrie viel entwickelt, was wir messen können und man gibt aber dem Landwirt nicht an die Hand, was er mit diesen Messungen machen soll. Wie sehen Sie das? Wie sind da die Zuständigkeiten verteilt? Ich meine, die Industrie will vor allem verkaufen. Wenn man sich die Handbücher, die so mit verschiedenen Sensorik-Systemen daherkommen, anschaut, muss man eigentlich sagen, der Landwirt hat nicht wirklich eine gute Anleitung, was er damit machen soll.

ANTWORT

Ja, das ist ein ganz wichtiger Problembereich, der nur durch einen Dialogprozess gelöst werden kann. Es liegt da auch wieder in der Natur der Sache, dass Firmen und auch wir technisch verspielten Wissenschaftler Dinge entwickeln, die erst mal noch nicht in der Anwendung gebraucht werden. Ein Beispiel war bei den Entwicklungen, die wir für die Pflanzenzüchtung gerade machen. Da wird sich vieles davon erst

überhaupt in Jahrzehnten verwenden lassen, aber manche Dinge kann man eben auch schon schnell umsetzen.

Und ich denke, man sollte da den Entwicklungen nicht zu schnell einen Riegel vorschieben oder zu skeptisch dagegen sein, man muss miteinander kommunizieren und muss entweder von Seiten der Landwirte oder von Seiten der institutionellen Strukturen ausloten, welche Dinge wie intensiv jetzt schon gebraucht werden oder gebraucht werden können, was auch wünschenswert wäre. Deswegen mein Plädoyer für eine Entwicklung eines Leitbildes, wenn man weiß, wo man in einem realistischen Zeitraum in zehn Jahren sein möchte, fällt es leichter dies zu beantworten, was jetzt für die nächsten zwei, drei Jahre eigentlich konkret bereitgestellt werden muss.

BRUNSCH, POTSDAM

Wenn ich jetzt die Schlussfolgerung sehe, da ist der dritte Punkt „sustainability is green“. Sie haben vorher in Ihrem Vortrag auch darauf hingewiesen, dass wenn alles so weitergeht, wie es sich im Moment andeutet, dann enden wir im ökologischen Kollaps. Sind denn Ihre Schlussfolgerungen ausgewogen, nicht so viel Unterstützung für den ohnehin eingeschlagenen Weg und gleichzeitig mehr Risikoversorge?

ANTWORT

Das kann schon sein, aber ich bin prinzipiell ein Optimist und kein Skeptiker, und ich bin überzeugt, dass genügend Leute sich sehr lautstark melden wer-

den, sobald die ersten Anzeichen eines Kollapses kommen. Umweltprobleme werden heutzutage von vielen Institutionen, von vielen besorgten Landwirten sehr, sehr genau unter die Lupe genommen, und ich glaube, es hat sich über die letzten Jahrzehnte ein System entwickelt, das relativ sensibel darauf reagieren wird, wenn es zu Fehlentwicklungen kommt.

Ich will damit nicht sagen, dass wir uns als Wissenschaftler zurücklehnen sollen und können, sondern ich möchte damit sagen, ich möchte für den Mut werben, den wissenschaftlichen Weg, den wir selbst begehen können, auch zu gehen, und stolz darauf zu sein, was wir an Technik entwickeln können, den aber auch kommunizieren müssen mit den Stakeholdern, die wir um uns herum haben.

Und zum Umweltkollaps, ich glaube, die Menschheit ist letztendlich wachsam genug, auch wenn sie mal irgendwo eine Fehlentwicklung einschlägt, auch wenn es zur Entwicklung von Pestiziden kommt, die dann, wenn sie in großer Menge freigesetzt werden, ein Fischsterben im Rhein verursachen wie vor dreißig Jahren mit Atrazin, dass dann es zwar einige Jahre dauern wird, bis das dann gebannt wird, aber dass man solchen Entwicklungen Einhalt gebieten kann.

Aber zu Recht, das ist ein Punkt, für den ich immer wieder kritisiert werde, dass, wenn man diese Technologie zu sehr forciert, man eben auch der Steigbügelhalter für solche beschleunigten Entwicklungen hin in Richtung Umweltkollaps sein kann.

STUMPENHAUSEN, WEIHENSTEPHAN

Sie haben Smart Farming definiert als Technologie plus Diversität plus Netzwerke plus Institutionen. Das war auch schon notwendig für Landwirtschaft 2.0 und 3.0, ohne den wäre es nicht gegangen. Ich glaube, dass unterschiedlich für die Landwirtschaft 2.0 innerhalb der Landwirtschaft und innerhalb der Gesellschaft eine große Akzeptanz war, das bröckelte schon bei Landwirtschaft 3.0 in der Automatisierung. Glauben Sie nicht, dass wir viel, viel größere Probleme haben werden, Landwirtschaft 4.0, so wie Sie es eben dargestellt haben, durchzusetzen auch in der Akzeptanz sowohl bei der Landwirtschaft als auch

bei der Gesellschaft? Ich erwähne nur, das ist ja heute Gang und Gäbe, dass mal eine Stelle einbricht und wir werden dann nach Ihrer Vision 24 Stunden am Tag Roboter auf dem Feld laufen haben und Drohnen, die drüber schwirren, um mal ein negatives Szenario aufzuzählen. Wie wird das angenommen werden von der Gesellschaft und was können wir dafür tun auch als Wissenschaftler, um im Vorfeld für eine gute Stimmung in diese Richtung zu sorgen?

ANTWORT

Da müssen wir auch das tun, was wir dafür tun können, um das Arbeitsumfeld zu ändern. Das heißt, es dürfen eben nicht nur Roboter und Drohnen die Arbeit machen, sondern man muss gerade junge Leute auch wieder integrieren können in diesen Arbeitsprozess der Landwirtschaft, man muss dafür sorgen können, dass Praktika auf dem Niveau durchgeführt werden, dass Situationen aus der Landwirtschaft mit solchen Robotern oder Drohnen aufgenommen werden, auch projiziert werden auf die Smartphones der jungen Leute, die dann dort mit schauen können, ist ein Bestand krank oder ist er nicht krank. Wenn man solche Situationen schafft, in denen junge Leute mit integriert werden, in denen sie das Gefühl haben, wir können einen Beitrag dazu leisten, dass Landwirtschaft nachhaltiger wird, dass hier Produkte entstehen, dann, glaube ich, wird es auch einen breiteren Rückhalt geben. Der Schlüssel sind die jungen Leute in der Generation 15 bis 25, mit denen wir gemeinsam arbeiten müssen, welche Form von Weiterentwicklung in der Landwirtschaft wollen wir.

Wenn dabei herauskommt, Landwirtschaft ist ein Feld, da brauchen wir die nächsten zwanzig, dreißig Jahre noch keine Maschinen, dann ist es so. Ich bin aber überzeugt davon, dass wir mit den Visualisierungsmöglichkeiten, die wir haben, herankommen an zum Beispiel Pflanzenkrankheiten, um dann zum Beispiel auch wieder Schadschwellen auf dem Feld festzulegen. Ein Punkt, der jetzt im Moment nicht so gehandhabt wird, wie es eigentlich vom Gesetzgeber vorgesehen ist, wo eigentlich der Landwirt durch sein Feld gehen sollte zu den entsprechenden

Zeitpunkten und überprüft, ob an so und so vielen Blättern eine bestimmte Krankheit auftritt oder nicht. Sondern es wird nach Empfehlungen gehandelt und dann gespritzt. Und wenn wir hier dazu kommen, dass wir ein Monitoring-System haben, das anzeigen kann, es gibt wahrscheinlich ein Überschreiten einer Schadschwelle, bitte, Landwirt, schau mal raus, bitte mach eine Sondierung, ob hier schätzungsweise eine Schwelle überschritten ist, dann hätte ich Optimismus, dass auch mehr junge Leute wieder ein positives Bild entwickeln. Kann blauäugig sein, aber das ist meine Vision der Dinge.

PILLEN, HALLE

Sie hatten es in der Einleitung schon angesprochen, es geht auch um Ausbildung und jetzt gerade in dem letzten Vortrag kam das auch schon ein bisschen zum Tragen. Wie sehen Sie die zukünftige Ausbildung von Agrarwissenschaftlern im beruflichen Bereich in diesem Bereich von „Agriculture“ oder „Artificial Intelligence“? Und dann, wie wirkt sich das Ihrer Meinung nach aus auf kleine und auf große Betriebe?

ANTWORT

Bei der Ausbildung an den Universitäten finde ich, dass viel Wert auf mathematisches Verständnis gelegt werden sollte, so dass die Absolventinnen und Absolventen, die wir haben, eben auch Probleme des „machine learnings“ verstehen können, das heißt, dass sie mit dazu beitragen können, laufende Prozesse, die der Detektion von problematischen Situationen in der Landwirtschaft durch automatisierte Bildverarbeitung dienen, dass sie die auch mit verstehen und mit steuern können, sodass sie dazu einen Beitrag leisten können. Das ist, glaube ich, ganz wichtig.

Das heißt, in der Hochschulausbildung sind wir dazu aufgerufen, fundiertes statistisches Wissen zu vermitteln, fundiertes Wissen auch im Hinblick auf Bildverarbeitung, wie sie heutzutage betrieben wird, auf „machine learning“. Ich denke, dass es ganz wichtig bleibt, Landwirten das Fundament mitzugeben, das seit Jahrzehnten in guten Ausbildungen gegeben wird im Hinblick auf ein solides Management von

Pflanzenbeständen und solides Management von Tierbeständen. Dann, denke ich, sind wir da gut aufgestellt. Die Entwicklungen, die wir an der Universität sowieso bei der Digitalisierung haben, verstärktes E-Learning, mehr Lernen zu Hause, mehr Interaktion mit Studierenden, das ist eine Entwicklung, die wir sowieso mitgehen müssen und ich denke, davon kann weltweit viel profitiert werden, weil dadurch auch Landwirte und die Agrarwissenschaftsausbildung in anderen Ländern automatisch mit gesteuert werden können.

Eine Lanze möchte ich noch brechen für ein verstärktes Unternehmertum, Mut, auch Startup-Firmen zu gründen mit diesen neuen technologischen Möglichkeiten, mit dem Spüren des Marktes, dem Spüren, was Konsumenten vielleicht wollen, wie man junge Leute an die Landwirtschaft heranbekommt. Das darf es gerne noch ein bisschen mehr geben. Zumindest beobachte ich das in der Schweiz, wo die junge Leute eher mal ein bisschen vorsichtig sind, sowieso keine Sorgen haben müssen vor Arbeitslosigkeit usw. Hier ein bisschen unternehmerischer Denken und eigene Ideen umzusetzen, das kann hilfreich sein.

PILLEN, HALLE

Ich hatte ja bewusst nachgefragt, kleine Betriebe und große Betriebe im Hinblick auf Ausbildung. Ich stelle mir jetzt vor, große Betriebe, die können hinterher zusätzliches Personal einstellen, die dann tatsächlich eben als Anwender auftreten. Bei den kleinen Betrieben wird das nicht möglich sein. Wo sehen Sie da eine Lösung für die kleinen Betriebe?

ANTWORT

Nischenmarkt. Wenn sich kleine Betriebe auf Nischen spezialisieren, die ihnen einen Vorteil bringen, auf Produktion von bestimmten Beeren, die noch nicht so stark im Markt drin sind, auf spezielle Angebote. So wie man schon lange Ferien auf dem Bauernhof macht, eben eine künstlerische Selbstentfaltung auf dem Bauernhof oder ähnliche Dinge zu betreiben, z.B. um alles anfassen zu können, dort, was weiß ich, mit VR-Brillen junge Leute durch das

Feld zu führen, solche Dinge zu machen. Ich glaube, das kann eine Chance für kleine Betriebe sein um eben die Diversität zu erhöhen und zu zeigen, dass sie in ihrem kleinen Betrieb viele verschiedene Kulturen bewirtschaften können. Wobei durch Digitalisierung eine verbesserte Information der Landwirte möglich ist. Darin sehe ich eine Chance.

PILLEN, HALLE

Sehen Sie auch eine Möglichkeit, das als Dienstleistung in den kleinen Betrieben einzukaufen, gibt es bereits Dienstleister, die eben tatsächlich „Artificial Intelligence“ von außen nehmen und anwenden?

ANTWORT

Absolut.

KOLBE, MÜNCHEN

Sie haben ja gezeigt, dass Sie mittlerweile sehr stark mit anderen Disziplinen zusammenarbeiten, also gerade eben eine Disziplin wäre zum Beispiel mein Wissensgebiet, Geoinformatik mit raumbezogenen Daten, Robotik, Bildverarbeitung und so weiter. Können Sie vielleicht sagen, wie Ihre Erfahrungen sind, ob und wie die Digitalisierung die Zusammenarbeit der landwirtschaftlichen Disziplinen untereinander verbessert? Das würde mich interessieren.

ANTWORT

Gute Frage. Sind die Innenwirtschaftler und die Außenwirtschaftler enger zusammengedrückt durch die Digitalisierung? Im Moment noch nicht. Wieder kann ich hauptsächlich auf meine persönlichen Erfahrungen verweisen. In der Schweiz sind viele Betriebe gemischt, man hat Pflanzen- und Tierproduktion auf einem Betrieb. Die Effizienzsteigerung im Betrieb kommt auch dadurch oder kann dadurch zustande kommen, dass die Produktionsabläufe stärker zusammenrücken, dass man das Management der Weidebestände, die man hat, die Führung von Tierbeständen auf der Weide oder auf der Alp mit Hilfe von digitalisierten Möglichkeiten verbessert. Und wir haben in den letzten zwei Jahren einige Forschungsanträge

gemeinsam entwickelt, die tierwissenschaftlichen Professuren und die pflanzenwissenschaftlichen Professuren. Ich bin noch nicht lange genug an der ETH, dass ich da einen sinnvollen geschichtlichen Überblick hätte, wie das in den letzten Jahren der Fall war, aber es ist definitiv bei uns zumindest so, dass diese Bildverarbeitungsmöglichkeiten von beiden Richtungen her genutzt werden und gemeinsam ausgebaut werden wollen. Der Wille ist da, wohin der Weg führt – offen. Aber ich bin da relativ optimistisch.

KAGE, KIEL

Herr Walter, vielen Dank für den schönen Vortrag. Ich weiß nicht genau, ob Sie dazu auch exakt Stellung nehmen können oder wollen. Sie haben ja sehr interessante Techniken vorgestellt, mehr aus dem Versuchsbereich, um Bestände zu charakterisieren, allerdings im Bereich Unkrautbekämpfung natürlich auch durchaus praktikable Ansätze. Wenn man sich die Praxis anschaut, mehr Unterstützung von Düngungsentscheidungen, Bewässerung gegebenenfalls, dann haben in den letzten ein bis zwei Jahren die Satelliten sehr stark zugenommen. Ich frage mich persönlich aber häufig, ist die Qualität und die Art dieser Daten tatsächlich ausreichend, um das zu erreichen, was wir eigentlich wollen, tatsächlich eben auch präziseren Pflanzenbau zu realisieren und ressourceneffizienter zu werden. Welche Art von Sensorik brauchen wir in Zukunft? Was ist tatsächlich erfolgsversprechend? Welche Art von Parametern sollten da im Vordergrund stehen, um auch tatsächlich Entscheidungen ableiten zu können? Und jetzt wieder noch mal ein Rückschluss, ist das mit diesen Informationen tatsächlich so gut möglich oder müssen wir doch näher an den Bestand ran? Vielleicht nicht ganz so eng wie Ihre Spidercam, aber wo liegen eigentlich dann die Trigger-Systeme, die uns vielleicht dann am ehesten weiterbringen? So vom Roboter, der direkt auf dem Boden fährt, bis zur Drohne / Satellit ist ja auch eine weite, weite Strecke.

ANTWORT

vielen Dank für die Frage, Herr Kage. Sie sprechen einen ganz wichtigen Punkt an, der die Gruppe in den Forschungsprojekten seit zwei, drei Jahren am stärksten beschäftigt, welche Daten sind zur sinnvollen Überwachung im Hinblick auf Pflanzenmanagement, auf Kulturführung auf dem Feld notwendig. Satellitendaten können weite Bereiche vom Feld abbilden, haben aber das Problem, dass, wenn es zum Beispiel bewölkt ist, der Satellitenüberflug sinnlose Daten meldet. Man hat bei jeder Luftbeobachtung das Problem, dass wenn der Sonnenstand anders ist, der den Bestand reflektiert. Das heißt, man muss hier relativ viele Parameter miteinander in Verbindung bringen, die die richtige Auswahl von unterschiedlichen Parametern muss die Forschungsarbeit noch zeigen.

Ich bin optimistisch, dass man mithilfe von kleinräumigen oder kleinen, fliegenden Systemen, solchen Drohnen oder vielleicht Fixed-Wing Systeme, das heißt, das sind wie ferngesteuerte Flugzeuge, die aber autonom ihren Weg finden, dass man da eine gute Distanz zum Bestand bekommt, die relevante Informationen mit Satellitendaten gekoppelt, durchaus auch ihren Wert haben können, die Bodenparameter teilweise aufnehmen können, die eben über viele Jahre hinweg gesammelt werden und dadurch auch eine Historie vom Feld zulassen, dass man in Verbindung von verschiedenen Skalen einen Mehrwert gewinnen kann.

Wir sehen, dass wir aus einer Vielzahl von Infos, die nur zehn, zwanzig Meter vom Bestand weg gemacht werden, mit solchen Quadroptern, mit anderen Systemen relativ gut die Färbung des Bestands charakterisieren können. Wir sehen, dass wir auch auf Bodeneigenschaften teilweise eingehen können, all das sind Punkte, die man vom Satelliten aus nicht machen kann. Von Satelliten aus kann man einschätzen, welche Art von Kultur auf dem Feld ist, man kann grob abschätzen, wie es dieser Kultur geht. In Frankreich gibt es ein entsprechendes System, in das sich Landwirte einkaufen können, die Düngungsempfehlungen basierend auf Satellitendaten erhalten. Das kann bei Großen Sinn machen, wird aber für

kleinräumige Managemententscheidungen nie Wirklichkeit, zwischen drin ist, zwischen dem Satelliten und dem Bestand und Bewölkung und Ähnliches eine große Fehlerquelle möglich.

Also ich denke, da wird man auf andere Trägersysteme gehen müssen und diese Trägersysteme sind aus meiner Sicht eben solche kleinen Flugmaschinen. Es sind nicht unbedingt Traktoren, die mit Kameras ausgestattet werden, die dann wiederum Probleme bereiten, und es werden wahrscheinlich auch die nächsten zwanzig Jahre keine laufenden hundeähnlichen Maschinen sein, die da das Monitoring machen. Von den kleinen Fluggeräten verspreche ich mir relativ viel.

BAHRS, HOHENHEIM

Ja, die letzte Frage bitte.

REENTS, VERDEN

Wir sind Anwender dieser Entwicklung in der Tierzucht und Tierhaltung und meine Frage geht dahin, es wird ja sehr viel gemessen, um irgendwelche Entscheidungen vorzubereiten oder Handlungsempfehlungen abzuleiten. Und bei den zwei Millionen Kühen, die wir in der Verwaltung haben, könnten wir in Daten schnell ertrinken. Wer macht eigentlich diese Verdichtung? Wir haben schon festgestellt bei unseren ersten Analysen mit Spektraldaten, dass „Machine Learning“ und so weiter sehr viel bessere Ergebnisse gibt als unsere linearen Modelle und diese Dinge. Aber sind das die agrarwissenschaftlichen Institute, die da aktiv daran forschen oder müssen wir uns mehr mit den Informatikern, Mathematikern und Statistikern an einen Tisch setzen, um gemeinsam diese Probleme zu lösen? Wie sehen Sie das?

ANTWORT

Meine Empfehlung ist, sorry auch wieder für die wachsweiche Antwort, nehmen Sie beide an den Tisch. Es wird beide brauchen. Also das ist die Erfahrung, die wir gemacht haben, wenn sie ausschließlich mit Informatikern kommunizieren, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass bestimmte Parameter des

Systems so verloren gehen, dass man am Schluss doch eine Lösung entwickelt, die dem Gesamtsystem gerecht wird. Das heißt, aus meiner persönlichen Erfahrung heraus ist es sinnvoll, sowohl den absoluten Spezialisten, der weiß, an welcher mathematischen Stelle sich vielleicht ein Bug einschleicht, den man nicht so ohne Weiteres erkennen kann, wenn sie den

mit am Tisch haben, wenn sie aber auch den Agrarwissenschaftler mit am Tisch haben, der die Probleme der Praxis soweit überblickt, dass er eben auch da sagen kann: „Ja, Moment, das geht jetzt am eigentlichen Ziel vorbei.“ Das kann dann in fünf Jahren anders aussehen, aber im Moment wäre das meine Empfehlung für die Fragestellung.

Das Netz der Netze – Und seine Bedeutung für die Digitale Landwirtschaft



Die mobile Funkkommunikation fing mit der Punkt-zu-Punkt-Verbindung als Walkie-Talkie an. Heute ist die mobile Kommunikation dominiert von der ubiquitär möglichen vernetzten Übertragung von Inhalten (auch „Content“ genannt), und ermöglicht die Anbindung jeglicher Objekte zum sog. „Internet-of-Things“ (IoT). Das war jedoch nur der erste Schritt.

Das tägliche Leben des Menschen ist dadurch bestimmt, mit der Umwelt zu interagieren. Mit unseren Sinnen können wir die Umgebung erfassen, und dadurch manövrieren und Entscheidungen treffen. Die Geschwindigkeit der Interaktion mit der Umwelt ist durch verschiedene physiologische Systeme erklärbar. Technische Systeme, mit denen der Mensch interagiert, sind genau dann in ihrer Reaktionszeit auf den Menschen angepasst, wenn die Verzögerungszeiten der Systeme für den Menschen unmerklich klein erscheinen. Ein Beispiel hierfür ist die Telefonie, in der die Sprache innerhalb von 100 Millisekunden übertragen werden muss (auditive Rückkopplung), damit die Verzögerung der Leitung nicht bemerkt wird. Hierauf ist die Telefonie ausgelegt.

Hingegen sind für eine taktil-visuelle Rückkopplung viel schnellere Reaktionszeiten vonnöten. Je nach Anwendung ist dafür meist nur eine Millisekunde Verzögerung des Systems zulässig. Ein Beispiel hierfür ist das flüssige und präzise Bewegen von Objekten auf einem Touchscreen. Diese Anforderung gilt ebenfalls für viele Beispiele der Interaktion von Maschinen mit der realen physischen Umgebung, wie z.B. Robotern in der Produktionstechnik, oder dem

Fahrsicherheitssystem ESP für die Stabilisierung des Autos. Durch Einführung von Kommunikations- und Steuersystemen, die diese taktile Interaktionszeit von einer Millisekunde ermöglichen, wird eine Innovationswelle ermöglicht. Das heutige Internet, welches für den Transfer von Inhalten/Content On-Demand ausgelegt ist (Sprache, Emails, Social Media Messages, Bilder, Video, etc.) kann somit zum Taktilen Internet umgebaut werden, in dem Menschen, Maschinen und digitale Prozesse mit taktilel Echtzeit steuernd in Systeme, Umgebungen und Abläufe eingreifen können. Es ist eine ganz neue Stufe für die Gesellschaft, Wirtschaft und Kultur.

In der Konsequenz steht demnach nun die nächste Mobilfunkrevolution „5G“ unmittelbar bevor [1-3]. Ziel ist es dabei, mit Hilfe von Mobilfunk zum ersten Mal robuste Fernsteuerungsaufgaben wie auch Echtzeitanwendungen mit verteilten Regelungsaufgaben über die Mobilfunknetz-Infrastruktur ermöglichen zu können, welche deterministische Übertragungs- und Interaktionszeiten in wenigen Millisekunden erfordern. Diese Vision des „Taktilen Internets“ stellt völlig neue Anforderungen an die Technik [4-5]. Kurze Reaktionszeiten, hohe Ausfallsicherheit, die Realisierung verteilter Edge Clouds, sowie hohe Sicherheit durch Anonymisierung sind nur einige Anforderungsbeispiele, welche die neuen Netze erfüllen müssen. In der nächsten Mobilfunkgeneration 5G kann zum ersten Mal durch eine individualisierte Dienstanforderung die Datenrate, Latenz, und Ausfallwahrscheinlichkeit mit Hilfe von sogenanntem „Network Slicing“ pro

Nutzungsanforderung angefordert werden [6]. Wir benötigen auch neue IoT-Kommunikationsplattformen als Kern eines jeden vernetzten Systems. Die dargestellten Herausforderungen und Möglichkeiten treiben den digitalen Wandel voran und zeigen eine Chancenvielfalt für neue Technologien, Dienste, Prozesse, Märkte und Wertschöpfung sowie eine Veränderung der Gesellschaft.

Implikationen für die Agrarwirtschaft

Für die Agrartechnik bedeutet dieser Schritt die Umsetzbarkeit der Vision „Landwirtschaft 4.0“ [7] [8][9] und damit verbunden ein unvorhergesehenes Potenzial der „Roboterisierung“ der Landwirtschaft. Heutige Ernteverbände können wesentlich effizienter eingesetzt werden, indem sie auf dem Feld vernetzt und gemeinschaftlich koordiniert werden. Auch kann die Düngung und Pflege bedarfsgenau portioniert werden. Ziel muss es sein, die Landwirtschaft hiermit sowohl umweltverträglicher als auch produktiver zu gestalten. Dies wird mit neuen Verfahren und Maschinen erreicht, die für jeden Anwendungsfall und die geographische Gegebenheit flexibel angepasst und optimiert werden können. Dies erfordert die Einbindung und Nutzung intelligenter und vernetzter Systeme (z.B. für selbstfahrende und kooperierende Arbeitsmaschinen, Massen von Sensoren, Schwarmroboter, Drohnen, Bauernhöfe, Farm-Management-Systeme, ERP-Systeme, etc.) in der Landwirtschaft, wodurch die Digitalisierung, Überwachung, Koordination und Optimierung von Landwirtschaftsprozessen erst ermöglicht wird. Die Kombination aus digitaler Infrastruktur, dem Taktilen Internet, smarten und einfach zu nutzenden Endgeräten sowie digitalisierten Prozessen bietet enorme Chancen zur Steigerung von Produktivität, Arbeitseffizienz wie auch zur Schaffung von Transparenz bei der Herstellung und entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

In Zukunft sind auch völlig neue Geräte in der Landtechnik möglich, die von der heutigen Technik mobiler Landmaschinen mit Rädern und Zugmaschinen stark abweichen. Beispielsweise können statt mit Rädern fahrende zukünftig auch auf Beinen laufende

Maschinen zum Einsatz kommen, die hochpräzise und individuelle Arbeiten bspw. an Pflanzen durchführen und zudem am Boden nur schwache Punktbelastungen erzeugen und auch nur dort, wo keine Nutzpflanzen stehen. Diese können auch in schwierigen Hanglagen und auf kleinsten Feldern eine hohe Effizienz erzielen. Auch werden neue Möglichkeiten für Luft- sowie Boden-basierte Systeme die Ertragskraft deutlich steigern, hin zu einer Präzisionslandwirtschaft bei gleichzeitiger Einhaltung gewünschter ökologischer Randbedingungen.

Der Landwirt / die Landwirtin oder Lohnunternehmen werden die Möglichkeit haben diese neuartigen semi-autonom arbeitenden Maschinen der Landtechnik als Verband steuern und überwachen zu können, und nicht mehr nur jede Maschine einzeln für sich. Hierdurch soll es möglich werden, selbst auf kleinen Feldern eine höchste Ertragskraft zu erzielen. Je nach geographischer Voraussetzung kann die angepasste ökologische Anforderung einer Kleinparzellierung wirtschaftlich rentabel sein.

Wichtig ist, dass der Landwirtschaftsbetrieb nicht notwendigerweise eine Funkabdeckung durch ein Mobilfunknetz zwingend erfordert, um die neue „Landwirtschaft 4.0“ des Taktilen Internets zu betreiben. Es wird jedem Betrieb eine Breitbandanbindung zum Hof wichtig sein. Komplementär hierzu kann der Betrieb ein lokales gemanagtes als auch Ad-Hoc Kommunikationsnetz nicht nur auf dem Hof, sondern auch auf den Feldern aufbauen. So wie wir heute in Wohnungen eine Breitbandanbindung erwarten, und sehr lokal WLAN-Systeme aufbauen und nutzen. Für den Landwirtschaftsbetrieb bedarf es allerdings lokaler Funknetze, die mehrere Kilometer Radius abdecken, mit Hilfe von Ad-Hoc-Kommunikationsfunktionen automatisch nach Bedarf aufgebaut werden können, Performance-Garantien einhalten, und daher als Netz selbst in ihrer Funktionalität und Leistungseigenschaft überwacht werden. Die landwirtschaftlichen Betriebe dürfen dabei jedoch nicht Telekommunikationsexperten werden müssen.

Diese Ad-Hoc sich selbst verwaltenden Netze mit der Robustheit und Funkausbreitung abgestimmt für

den Bedarf der Landwirtschaft gibt es heute nicht. Zudem ist in Deutschland nach wie vor in vielen ländlichen Räumen die mobile wie auch festnetzgebundene Internetanbindung bis dato nur begrenzt verfügbar und für die oben skizzierten Anwendungen meist ungenügend.

Mit der nächsten Mobilfunkgeneration 5G und deren Netzwerkfunktion „Network Slicing“ wird eine dem jeweiligen Dienstbedürfnis angepasste Konnektivität zur Verfügung gestellt, welche sich flexibel an die Anforderungen der jeweiligen Landwirtschaftsanwendungen anpassen kann. Dabei wird es möglich sein, dass verschiedene lokale bzw. regionale Netze virtualisiert und über eine gemeinsame physikalische Infrastruktur verwaltet und betrieben werden können. Allerdings darf nicht vergessen werden, dass diese Funktionalität noch nie in einem Mobilfunknetz vorheriger Generationen erreicht wurde. Die Network-Slicing-Technologie kann dabei, äquivalent zum „Carl Benz“ des Personenkraftwagens, als ein Meilenstein für das Taktile Internet interpretiert werden. Aber es muss noch viel gelernt werden.

Auch kann aktuell nicht davon ausgegangen werden, dass eine flächendeckende 5G-Abdeckung auf den Äckern zeitnah und kosteneffizient realisierbar sein wird. Insbesondere die anstehende 5G-Frequenzauktion kann hier zu gravierenden finanziellen Einschnitten bei den Netzbetreibern führen, so dass bei ihnen noch wesentlich mehr auf Kostenoptimierung geachtet werden muss. Durch die bis dato weltweit einmalige Situation in Deutschland, dass ab 2018 auf Anfrage durch die Bundesnetzagentur auch regionale 5G-Frequenzrechte, bspw. für Landwirte oder Gemeinden, in den Frequenzbereichen 3,7–3,8 GHz und 26 GHz vergeben werden können [10][11], sind in Zukunft jedoch auch weitere bzw. alternative Netzwerkausbau- und Betreiberkonzepte für ländliche bzw. land- und/oder fortwirtschaftlich genutzte Räume denkbar.

Zusätzlich zur Realisierung des Taktilen Internets für den Einsatz in der Landwirtschaft kann für reine Monitoring-Aufgaben basierend auf Sensoren beispielsweise der neue Funkstandard NB-IoT [12-13] ge-

nutzt werden, um jederzeit den aktuellen Zustand von Feldern, Landmaschinen und Nutztieren abzufragen und erfassen zu können. Natürlich muss die Datenerhaltung in diesem Fall dem Landwirtschaftsbetrieb in einer Lokalen und Privaten Cloud ermöglicht werden. Hierdurch kann auch bei Unwettersituationen jederzeit das Funktionieren des Betriebs gesichert werden, sowie den individuellen datenschutzrechtlichen Bedürfnissen eines Betriebs Rechnung gegeben werden.

Die Möglichkeiten erscheinen heute unvorstellbar groß und das erzielbare Potenzial möchte umgesetzt werden. Im Beitrag wird sowohl auf die technische Idee, das Potenzial speziell für die Landwirtschaft, die Abwägung des Hoffnungsträgers 5G-Mobilfunk in diesem Zusammenhang, als auch auf offene Herausforderungen eingegangen.

Schlussfolgerungen / Thesen

1. Mit der fünften Generation Mobilfunk, genannt „5G“, können wir alle Dinge mit dem Internet verbinden. Das Internet-der-Dinge wird es ermöglichen, die gesamte Landwirtschaftskette zu überwachen, zu digitalisieren, zu steuern und zu optimieren. Hierdurch kann mit weniger Arbeits- und Materialeinsatz ein wesentlich verbessertes Ergebnis bzgl. Einsatz von Spritz- und Düngemitteln als auch Ertrag erzielt werden.
2. 5G wird zusätzlich der Beginn des Taktilen Internets sein. Das Taktile Internet wird die Automatisierung von mobilen Geräten in unvorhergesehener Weise vorantreiben. Diese „Roboterisierung“ der Welt wird insbesondere in der Landwirtschaft deutliche Fortschritte ermöglichen.
3. Das Taktile Internet wird eine Verbesserung in der Landwirtschaft ermöglichen und insbesondere bzgl. Umweltverträglichkeit und Ertragskraft deutliche Steigerungen ermöglichen.
4. Die eingesetzte Technik in der Landwirtschaft wird sich dramatisch verändern, durch Entwicklung völlig neuer Maschinen, flexibel nutzbarer Cloud-Applikationen, weitergehenden Teil- und Vollautomatisierungsfunktionen sowie echtzeitfähiger Te-leoperationskonzepten. Dies muss heute erkannt

- werden, nicht nur damit die Zulieferindustrie, sondern auch das Verständnis und die Kompetenz der Landwirte entsprechend weiterentwickelt wird.
5. Der Landwirtschaftsbetrieb wird mit Hilfe einer eigenen lokale/private Cloud-Installation die sichere Datenerfassung und -haltung gezielt absichern können. Von hier aus wird er in Symbiose zum Mobilfunkzugang sein eigenes Ad-Hoc-Netz auf dem Hof sowie auch im Einsatz auf Feldern betreiben, um kosteneffizient die Möglichkeiten des Taktilem Internets voll zu nutzen.
 6. Die Landwirtschaft benötigt eigene Ad-Hoc-Funknetzlösungen, welche die funktionalen Voraussetzungen bzgl. Latenz, Bandbreite, Abdeckung und Verfügbarkeit, bei gegebenen geographischen Randbedingungen einhalten können.
 7. Deutschland hat durch seine hohe Kompetenz in den Bereichen Landwirtschaftsmaschinenbau, Landwirtschaftsprozesse sowie Integration und Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien eine Pole-Position, international führend im Rollout des Taktilem Internets für die Landwirtschaft zu sein und auch in der Technik hierfür Schlüsselkomponenten zu liefern.
 8. Das Opportunitätsfenster für die Einnahme der Pole-Position für Deutschland öffnet sich jetzt und schließt sich auch bald wieder. Eine koordinierte Aktion der Landwirtschaft, der Zulieferindustrie und des Bundes kann hier weichenstellend für Deutschlands Zukunft sein.

Literaturverzeichnis

- [1] G. Fettweis, "A 5G Wireless Communication Vision," *Microwave Journal*, Vol.55, no.12, pp 24-36, 2012.
- [2] 3GPP Specification, "TR38.802: Study on new radio access technology Physical layer aspects," TR38.802 V14.2.0, Release-14, September 2017, <http://www.3gpp.org/DynaReport/38-series.htm>
- [3] 3GPP Specification, "TS 23.501: System Architecture for the 5G System," TS 23.501, V1.5.0, Release-15, November 2017
- [4] G. Fettweis, "The Tactile Internet: Applications and Challenges," *IEEE Veh. Technology Magazine*, vol.9, no.1, pp. 64-70, 2014.
- [5] G. Fettweis, H. Boche, et al., "Taktiles Internet", VDE Positionspapier, März 2014, <https://shop.vde.com/de/vde-positionspapier-taktiler-internet-8>
- [6] <https://www.ericsson.com/en/networks/topics/network-slicing>
- [7] 365FarmNet, "Landwirtschaft 4.0 – Landtechnik anschlussfähig machen", White Paper. 2017
- [8] Präsidium des Deutscher Bauernverband (DBV), „Landwirtschaft 4.0 – Chancen und Handlungsbedarf“, Positionspapier, 2016.
- [9] BITKOM, „Digitalisierung in der Landwirtschaft“, Positionspapier, 2016.
- [10] Bundesnetzagentur, Bekanntmachung zu "Mobiles Breitband - Frequenzen für 5G", 16.05.2018, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OeffentlicheNetze/Mobilfunknetze/mobilfunknetze-node.html
- [11] Onlineartikel, „5G - Bundesnetzagentur wird Frequenzen auch lokal vergeben“, 16.05.2018, <https://www.golem.de/news/5g-bundesnetzagentur-wird-frequenzen-auch-lokal-vergeben-1805-134411.html>
- [12] M. Chen et al, "Narrow Band Internet of Things," *IEEE Access*, Vol. 5, INSPEC 17515793.
- [13] D. Lister et al, "Cellular IoT White Paper," <https://pdfs.semanticscholar.org/aea2/5def256e8a7cb468b113b44106a10b7dca49.pdf>

Diskussion



BAHRs, HOHENHEIM,

Ganz herzlichen Dank. Das war ein schönes Schlusswort. Vielleicht kriegen wir das gemeinsam hin. Ich denke, wir konnten beeindruckende Realitäten kennenlernen, berauschende Visionen, aber durchaus auch viele Herausforderungen, vor denen wir stehen, die bei dem einen oder anderen von Ihnen vielleicht Fragen ausgelöst haben. Sie haben das Wort.

GROSS, BERN

eine technische Frage. Ist es möglich, dass man, wenn man zwei Sendemasten hat, dass das Signal auf ein bestimmtes Empfängergerät geht, wenn freie Kapazitäten vorhanden wären?

Und die zweite Frage ist, es wurde auch kürzlich diskutiert, ob sich nicht Großkonzerne wie Amazon, Google und so weiter gewisse Datenströme priorisieren lassen, damit sie mehr, Flussrate haben, einen größeren Datentransfer. Kann man sich das dann kaufen? Wie werden dann diese Datenflüsse reguliert?

ANTWORT

Schöne Fragen. Also die erste Frage: Ja, Sie kennen das im Prinzip, wie ein verteiltes Richtmikrofon in der Audiotechnik können wir das auch in der Funktechnik machen. Das nennen wir „Coordinated Multipoint“, so heißt das schöne Stichwort dazu. Und das funktioniert tatsächlich. Das ist in diesem 10x mit inkludiert. Ja, also ich hatte gesagt, das ist genau eines

davon, weil sonst habe ich das Problem, wenn ich am Rand bin, bin ich genau in der Mitte zwischen zwei Positionen, da ist mein Signalpegel am kleinsten und ich kriege auch noch die größte Interferenz relativ gesehen. Und wenn ich diese Interferenz dann nicht als Interferenz sondern als positives Signal sehe und sage, ich halte genau für solche Terminals die Lots frei, dass die dann gemeinsam da hinsenden.

Die zweite Frage ging Richtung, das nennt sich „Network Slicing“. Ich habe keine deutsche Übersetzung, das tut mir leid. Und zwar, wenn Sie natürlich hergehen und wollen Autos über eine Straßenkreuzung fahren lassen, ohne dass es Ampeln gibt, also sozusagen wie das Instrument Landing System im Flugzeug schon ja funktioniert, Flugzeuge landen automatisch, so ähnlich wollen wir natürlich, wir loggen uns im Prinzip 30 Meter vor der Kreuzung ein, das Auto loggt sich ein und dann wird es drüber geleitet und dann brauchen wir weniger Asphalt in der Stadt, weil wir natürlich nicht mehr diese großen Parkplätze haben. Im Prinzip, vor jeder Ampel ist ein großer Parkplatz, ein Pufferspeicher für Autos. Und wenn wir das haben wollen, dann dürfen wir natürlich diese Autos nicht verlieren, dann dürfen die Pakete nicht verloren gehen. Wir müssen also sehr resilient sein, sehr zuverlässige Funksysteme haben, es geht. Da können wir noch mal darüber reden. Aber es geht und das heißt also, ich will durch meine Funkgarantien, die ich dann bekomme, diese kaufen, indem ich sage, ich will jetzt nicht von 10 auf 100 Kilobit oder von 10 auf 100 Megabyte, sondern diese zusätzlichen

Ressourcen nutze ich, dass ich die 10 Megabyte aber habe. Das heißt, die werden auch Geld kosten für solche Garantien.

Und dafür haben wir Network Slicing, dass ich dann vorneweg mit dem Netz verhandle, dass ich solche Garantien bekommen und das wird zusätzlich, diese Priorisierung wird dann noch Geld kosten. Ich meine, wir kennen es heute ja schon auf dem Kabel, Kabelfernsehen wird niemals abgeschaltet, wenn da gerade ein Crunch ist auf der Datenleitung vom Kabelmodem her. Das heißt also, Priorisierung verschiedener Kategorisierungen, damit leben wir jeden Tag, denken nur nicht so ganz immer darüber nach, aber es ist so. Ihre analogen Telefone im unteren Frequenzbereich werden niemals gedrosselt, nur weil oben gerade die Bits nur durchträufeln, weil die DSL-Leitung zu langsam ist. Das heißt, da gibt es schon Priorisierungen und so etwas wird es auch geben für solche besonderen Mission-Critical-Anwendungen. Da wird man das machen.

GÖTZ, GRUB

Habe ich Sie so verstanden, dass die Landwirtschaft ein besonderes Interesse am Netzausbau 5G hat?

ANTWORT

Das ist mein Verständnis.

GÖTZ, GRUB

andererseits sind wir ja nicht alleine auf dem Land und auch Amazon will seine Drohnen fliegen lassen auf dem Land und auch autonome Fahrzeuge werden die Straßen benutzen auf dem Land und in den meisten Bereichen sind die Felder ja nicht so groß, dass wenn das Netz die Straße abdeckt, das Feld selber nicht mehr abgedeckt ist. Also ist es denn wirklich so, dass wir uns da besonders bemühen müssen als Landwirte, oder tut das die Industrie für uns?

ANTWORT

Ja, das wäre schön. Wir müssen diese Ad-hoc-Netze machen, weil ich nicht darauf bauen kann, dass in irgendeiner tiefen Ecke, wo ich gerade mit meinem

Ackergerät unterwegs bin, dass da überall immer eine perfekte Abdeckung ist. Das heißt, ich muss also zusätzlich dieses Ad-hoc-Netz haben.

Die zweite Sache ist, wer soll das denn betreiben? Wenn wir in die Automobilindustrie schauen, wenn sie zu Bosch oder Conti gehen zum Beispiel, dann können sie heute schon sehen, autonomes Fahren funktioniert dann gut, wenn ich auf dem freien Land bin, im Schwarzwald bin, in Mecklenburg-Vorpommern, in der Sächsischen Schweiz, das ist egal wo. Da geht es heute schon, weil das ist nicht kompliziert ist. Ich brauche eine Straße, die hat zwei weiße Streifen rechts und links und dann kann das Auto sehr gut fahren, hat alle Daten ja schon drin, weiß genau, wo die Schlaglöcher sind durch die Vorfahrzeuge, die das über Kamerasysteme aufgenommen haben. Das heißt, ich kriege alles mit, weiß genau, wie ich beschleunigen muss usw. und kann dort autonom fahren. Ich kann in der Stadt nicht autonom fahren. Da brauche ich automatisiertes Fahren, das heißt, da brauche ich die Anbindung, weil da gibt es Fußgänger, Fahrradfahrer, da gibt es Autos, die nicht ganz regelnorm fahren in einer höheren Dichte als auf der Landstraße. Das heißt, die Automobilindustrie wird nicht helfen, die Straße vernünftig abzudecken, um solchen taktilen internetinteraktiven Systeme zu machen. Da werden wir, finde ich, selber die Lobby dafür sein müssen in der Landwirtschaft.

Und das Zweite, was ich sagte, ist, natürlich brauchen wir Glas an jeder Ecke, soweit wie es geht, weil ich meine, wenn ich einen Gigabyte da hinbringen will, geht das nicht mit einer Richtfunkstrecke, oder irgendwann mal 10 oder 100 Gigabyte. Das wird man mit Richtfunk nur sehr vereinzelt machen können. Wir müssen als zu den Höfen kommen, sage ich ganz offen, aber wir können nicht damit rechnen, dass die Mobilfunkabdeckung generell immer da ist.

PASCHER, BERLIN

vom Deutschen Bauernverband. Vielen Dank Herr Professor Fettweis, dass Sie so mal den Finger in die

Wunde gelegt haben, was die Bundespolitik anbelangt. Aber ich glaube, das Thema ist noch viel, viel breiter als jetzt nur die Versteigerung der Frequenzen. Wenn wir den Koalitionsvertrag sehen, dann geht der nur bis zu den Bundesautobahnen, was die Gigabyteversorgung anbelangt, und Bundeseisenbahn und dann ist Schluss und trotzdem ist von dynamischer Entwicklung die Rede. Aber was ist dynamisch? Zwanzig, dreißig, vierzig Jahre?

Also brauchen wir denn nicht, Sie haben es dankenswerterweise sehr stark auf Landwirtschaft bezogen, aber wir haben auch die kranken Menschen im ländlichen Raum, die überwacht werden sollen, das Scheunenfest, wo ein Auto auch auf einem Stück Wiese fährt oder viele andere Anwendungen. Also wir haben eigentlich im Grunde genommen die gleichen Use Cases wie in der Stadt plus Landwirtschaft, die gleichen, nur eben viel, viel weniger. Und deswegen eigentlich die Frage, die sich vielmehr stellt, braucht man nicht einen Masterplan jetzt bei der Nutzung der Frequenzen? Es geht um die Frequenzen. Und da heißt es ja, nur fünf Prozent werden überhaupt genutzt. 95 Prozent liegen brach, die unteren Frequenzen. Das ist ja nicht nur das DVB-T2, dieses Gartenfernsehen. Fünf Prozent der Bevölkerung nutzen das nur. Fünf Prozent. Und diese Bandbreiten könnten wir so gut gebrauchen für den ländlichen Raum und die unteren Frequenzen, die die Telekoms der Welt ja gekauft haben und jetzt darauf sitzen wie bei Bayern München, man kauft sich die guten Spieler ein von anderen Mannschaften und setzt die auf die Bank. Die werden nicht genutzt, diese Frequenzen.

Also ich glaube, ein Masterplan, wie wir diese Frequenzen, die da sind, aber nur nicht genutzt werden, wie wir die für eine flächendeckende Versorgung, Gigabyte-Versorgung hinkriegen.

ANTWORT

Sie sprechen mir aus dem Herzen.

PASCHER, BERLIN

Ja, den Masterplan braucht man.

ANTWORT

Ja, weil ich sage, ich habe es gestern, mit der Bundesregierung auf der Cebit-Eröffnung in Hannover besprochen und ich sage es mal so, wir brauchen so etwas wie einen Runden Tisch, wo man einfach mal die Netzbetreiber an den Tisch holt, aber nicht immer nur die Netzbetreiber, weil die bekämpfen sich wie die Alphetierchen. Entschuldigung, wenn ich das so mal ausplaudere. Und das heißt, wir brauchen auch einen Expertenkreis dazu, z.B. Experten, was die Nutzer angeht, damit wir genau die Anwender dabei auch haben.

Und dann bin ich ja viel zu sehr Techniker, so dass die Zielfunktionen und die Regelgrößen definiert sein müssen? Das sind zum Beispiel die unteren Frequenzen, das ist zum Beispiel, wie ich die Vergaberegeln, ob ich Geld dafür nehme oder Verpflichtungen, Ausbaupflichtungen stattdessen. Beides kann ich nicht machen; wenn das Geld einmal weg ist, ist die Ausbaupflichtung eine Farce, weil da wird keiner hinterher pochen und sagen: „Du darfst nicht ausbauen“, nachdem man schon Geld dafür bezahlt hat. Das haben wir ja schon ein paarmal erlebt.

Das heißt also, was sind die Regelgrößen? Wir sind normalerweise vernünftige Menschen, wie kommen wir da zusammen und wie kann man das Spiel so spielen, dass es nachher wirklich genau das gibt? Weil technisch ist es machbar. Das ist eigentlich das Schöne, was ich auch Ihnen sagen wollte, technisch ist es machbar. Das ist nicht so, als ob es technisch nicht ging, wenn wir uns hinhocken und sagen, jetzt machen wir es aber auch mal.

KOLBE, MÜNCHEN

schönen Dank für den spannenden Vortrag. Mit vielen Dingen stimme ich völlig überein, also gerade wenn Sie sagen, bessere Abdeckung ist dringend notwendig, Reichweitenerhöhung, Daten, insbesondere die Erhöhung der Übertragungsraten ist wichtig.

Zwei Punkte, die ich gerne infrage stellen möchte. Das eine ist die Frage, ist taktiler Internet zur Steuerung landwirtschaftlicher Maschinen wirklich nötig? Das ist die eine Frage, weil Sie reden ja davon, dass

Sie innerhalb einer Millisekunde reagieren wollen. Heutzutage ist es bei ganz vielen Anwendungen wie von Google oder Amazon, zum Beispiel Alexa und was weiß ich, da findet die Auswertung ja gar nicht vor Ort statt, sondern die findet am Rechenzentrum bei Google statt. Dann müssen sie die Daten schnell da hinkommen.

Und dann haben Sie vorhin gesagt im Grunde genommen, ein Teil des Narrativen war, der Landwirt baut dann quasi ein regionales Netzwerk auf und das gehört ihm dann. Ist das nicht eher wahrscheinlich, dass ihm das eine Firma herstellt oder mit einer Außenstelle möglicherweise von Google oder von irgendeiner anderen Firma, die dann im Prinzip diese Prozessierung macht? Die findet zwar auf seinem Grundstück statt, aber gehören tut sie ihm dann trotzdem noch nicht.

Also die Frage ist letzten Endes, müssen für die vielen Steuerungsprozesse, die sehr kritisch sind, müssen die nicht sowieso lokal laufen, sodass sie also, ich sage mal, diese Latenz von einer Millisekunde nicht unbedingt brauchen?

ANTWORT

also die eine Millisekunde ist wirklich der Extremfall, gebe ich zu. Sie können sich einfach mal von der Regelungstechnik her dies anschauen, was passiert im Auto. Ein Auto hat den Radabstand von ungefähr drei Metern und was passiert? Wenn das Auto um die Kurve fährt, kommt es zur Resonanzschwingung zwischen vorne und hinten und wenn die Resonanz durch unterschiedlichen Asphalt, Feuchtigkeit, oder sonst etwas, bricht das Auto plötzlich aus. Resonanzfrequenz bei drei Metern. Regelungstechnik, Damentregel, zehnmal schneller abtasten bei irgendeiner nichtlinear erzeugten Schwingung, dann kriege ich die unter Kontrolle wie bei ESP im Auto zwei Millisekunden, nicht eine, ja? Im Auto lokal.

Das heißt, wenn ich lokale Systeme im Verband steuern will, brauche ich das. Wenn ich Trucks habe, die sind fünf Meter Abstand mit 80 Kilometer pro Stunde, dann brauche ich fünf Millisekunden bei fünf Meter Abstand. Wenn ich sie auf der Autobahn 120

fahren lasse und die im Windschatten fahren sollen, fahren die ungefähr drei Meter aufeinander. Also so lokal ist das nicht und der Verband kann ja 100 Autos sein.

Das heißt, ich kann das System entwickeln. Sie haben recht, und wenn ich die Gamer anschau, die Onlinegamer oder die Internetgamer, die versuchen immer damit umzugehen, dass die Lichtgeschwindigkeit so langsam ist, 300 Kilometer pro Millisekunde und bei Glasfaser 200 Kilometer pro Millisekunde, das heißt, die können gar nicht so weit auseinander sein, auch der PC. Und deshalb haben die Internet-Gaming-Partys, aber da habe ich einen zweidimensionalen Bildschirm, will keinen Ball greifen, und dann braucht es 10 Millisekunden.

Also Sie haben recht, es gibt völlig unterschiedliche Anforderungen je nachdem. Wenn ich also eine Kamera mit einer 3D-Aufnahme mache und die soll schnell zugreifen und die soll wirklich da über das Feld rattern, was wir gerade vorher gesehen haben, dann ergeben sich daraus auch diese Latenzen. Das heißt, die sind unterschiedlich. Ich muss dann als Verband das in dieser Regelschleife halten. Wenn es ein Einzelobjekt ist, dann habe ich nicht diese Anforderungen. Ja, das ist unterschiedlich.

BAHRS, HOHENHEIM

während das Auditorium noch über die Exklusivität nachdenkt, Ihnen Fragen stellen zu können, stelle ich eine Frage. Und zwar, Sie haben verschiedene Formen dargestellt, wie das Netz im ländlichen Raum etabliert werden kann. Wenn wir jetzt die variable Datensicherheit mit einspielen, eine veränderte Reihenfolge der Prioritäten, ob und welches Netz etabliert werden sollte, Datensicherheit spielt ja aus vielerlei Gründen eine Rolle, über die wir im Rahmen dieser Tagung sicherlich noch sprechen werden.

ANTWORT

also wenn ich in einer Cloud meine Daten halten und auf diesen Daten halt eine Regelschleife fahre und sozusagen darauf zugreifen will, dann muss die relativ lokal sein. Ich sage immer, das Beispiel ist, das

Auto fährt über die Straßenkreuzung, das ist ungefähr dasselbe wie der mit seinem System. Ich will ja nicht wissen, ich will ja nicht alles preisgeben der ganzen Welt, das heißt, genauso muss ich, wenn zwei Autos über die Kreuzung fahren, muss ich alles wissen, Beschleunigungswerte, sind die Passagiere authentifiziert, wie schwer sind die Autos und so weiter und so fort. Das heißt, das Auto ist gläsern in dieser Cloud, die das steuert, und genauso dort. Und das heißt, was wir brauchen, die Informationen. Wenn alles privatisiert wird, sodass also verschleiert wird, sodass auf der einen Seite in meinem lokalen Ad-hoc-Netz und so weiter, da ist alles verschlüsselt natürlich, aber alles bekannt, sodass der Steuerrechner alles handeln kann. Hinterher im Netz darf da nichts von mehr zu sehen sein. Da kann es sein, ich weiß, da ist gerade irgendein Objekt unterwegs, weil diese Drohne sonst mit einer anderen Drohne vielleicht sonst kollidieren würde.

So und genau an solchen Problemen zu arbeiten, das ist ein riesen Thema. Dafür haben wir in Dresden das Barkhausen-Institut (Digitalisierung) gegründet. Da hat mich der Freistaat gebeten, das aufzubauen und zu leiten, wo wir genau an dem Thema arbeiten, wie bauen wir komplett sichere Hardware-, Software-, Betriebssystem- und Cloud-Plattformen, dass wir dort diese, sagen wir mal, Privatheit sichern. Es ist Privatheit, die wir sichern müssen. Wir müssen authentifizieren, wir müssen verschlüsseln. Das muss gemacht werden. Das kriegen wir durch reine Softwaretechnik nicht hin. Ja, das sehen wir ja, sobald es einen Fix gibt für irgendwie einen „Meltdown“ oder sonst etwas alles, kommt das nächste Problem hoch, weil wieder jemand einen Fehler in der Hardware gefunden hat. Also es muss kombinierte Hardware-Software-Lösungen geben. Spannendes Thema an sich.

BAHRS, HOHENHEIM

Wenn Sie an Angela Merkel einen Wunsch frei hätten und einen an Julia Klöckner, unsere Ministerin für ländliche Räume, welchen Wunsch würden Sie jeweils den beiden gegenüber äußern? Und Sie können

davon ausgehen, wenn Sie diesen Wunsch frei haben, dass er erfüllt wird.

ANTWORT

der erste Wunsch wäre genau dieser Runde Tisch, dass wir uns einfach mal hinsetzen und sagen, wir haben hier eine riesen Chance als Landwirtschafts-4.0-Pole-Position-Land, dort zu punkten und lasst uns zusammenkommen und einfach die Faktoren auf den Tisch legen, sodass wir dort das machen.

Und an Ihre Agrarministerin, wenn ich „Ihre“ sagen darf – meine ich es ja auch – ist, wenn ich es so sagen darf, ist es, dass sie mehr Verständnis ins Ministerium reinbringt für die Kommunikationstechnikthemen der Zukunft, sodass sie, es muss ja jetzt nicht von ihr gemanagt werden, es kann ja durch andere Ministerien gemanagt werden, verstehen Sie mich nicht falsch, aber dass in der Projektion das Leitthema kommt, das mit eingeschlossen ist und dass sie dann auch dort die richtigen Themen unterstützt. Wie zum Beispiel, dass sie sagt, gib jedem, der noch DVB-T-Empfänger hat, eine Satellitenschüssel auf dem Land und lass uns auf dem Land wenigstens die Frequenzen nutzen. Jeder Netzbetreiber würde kostenlos den Leuten eine Satellitenschüssel hinstellen, wenn er die Funkfrequenzen nutzen könnte und die Leute anbinden könnte und so etwas. Das heißt, diese Vision.

Ich bin ja auch in Aufsichtsräten von Firmen und da sage ich immer, wenn es darum geht, Kosten zu sparen und Dinge auszusuchen, das ist immer schön, da bin ich auch dafür, aber sehr oft hat man zwei Jahre später gesagt, genau an der falschen Stelle gespart, weil an sich war das zwar blutig, das hat keinen Profit gebracht. Und so ein bisschen ist diese Denke, auch im Landwirtschaftsministerium sind Visionen in diesem Bereich nötig, wenn wir gerade Richtung Kommunikationstechnik schauen und was das für ihren Bereich bedeutet.

Landtechnikentwicklung im Digitalisierungshype – „Evolutionär oder Disruptiv?“



Abstrakt

Mit der vor allem im letzten Jahrzehnt rapide zunehmenden Digitalisierung unserer Lebens- und Arbeitswelt erleben wir einen Wandel, der sich massiv und global auf gesellschaftliche und ökonomische Strukturen und Prozesse auswirkt und Wertschöpfungsketten komplett verändern kann. In der Entwicklung von Landtechnik trifft der Digitalisierungshype zusätzlich auf das grundlegende Hinterfragen der Grenzen bestehender Maschinenkonzepte und neuen Anforderungen resultierend aus den gesellschaftlichen Megatrends Neo-Ökologie, Gesundheit und Urbanisierung. Gegenüber dem immer noch anhaltenden Trend zu noch größeren und schwereren Landmaschinen finden sich vermehrt Ideen von kleineren, hinsichtlich ihrer Bearbeitungsfunktionen flexibel konfigurierbarer Maschinen, die gestützt auf moderne Informations-, Kommunikations- und Ortungssysteme weitgehend selbstständig und teilweise fahrerlos agieren. Auch die Elektrifizierung wird nicht nur bei Pkw und Bussen Einzug halten, sondern auch im Bereich der mobilen Arbeitsmaschinen und insbesondere in der Landtechnik.

Die Automatisierung von Maschinen und Verfahren ist heute der wichtigste Entwicklungstrend in der Branche der mobilen Arbeitsmaschinen. Dabei eröffnen uns die Technologien der Digitalisierung neue Perspektiven, um für den scheinbar unvermeidlichen Widerspruch zwischen Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit akzeptable Lösungen zu finden und gleichzeitig eine Erhöhung der Wertschöpfung zu re-

alisieren. Digitalisierung ist kein Selbstzweck, sondern steht, ähnlich wie bei Industrie 4.0, als Synonym für einen besonders hohen Grad der Automatisierung, weswegen auch gerne und oft die Begriffe Landwirtschaft 4.0 oder Farm 4.0 verwendet werden. Kern von Landwirtschaft 4.0 ist die Zusammenführung von Maschinenautomatisierung und Verfahrensa automatisierung durch Farm Management Systeme. Der Landwirt wird sich zum Manager seiner betrieblichen Abläufe entwickeln und in größerem Umfang auf qualifizierte Dienstleistungen in Planung, Auswertung und Technikeinsatz zurückgreifen.

Wir wissen um die gigantische Dynamik der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien und fragen uns wie genau die neuen Geschäftsfelder, die durch die Verfügbarkeit von IoT, 5G oder Big Data entstehen sollen, tatsächlich definiert sind. Noch viel mehr fragen wir uns, ob die etablierten und bisher technologiebestimmenden Platzhirsche in ihren prozessorientierten globalen Strukturen in der Lage sind, dieser Dynamik zu folgen und die unausweichliche Kannibalisierung des eigenen Geschäfts schnell genug realisieren bevor das andere gänzlich neue und branchenunbekannte Player tun, wie man es in der Musik- und Druckindustrie schon erlebt hat.

Konsequenterweise bedürfen die vor allem durch die Digitalisierung bedingten gesellschaftlichen wie ökonomischen Veränderungen neuer Denkweisen und Strategien, um mit den begleitenden Strukturveränderungen umgehen zu können. Insbesondere im ländlichen Raum erwarten wir von der Verbreitung

digitaler Dienste, dass Leben, Arbeiten und Wohnen auf dem Land vor allem für die junge, gut ausgebildete Generation wieder so reizvoll gestaltbar ist, dass damit dem allgemeinen Trend der Abwanderung entgegengewirkt und neue Wertschöpfungsnetzwerke erschlossen werden.

Die großen Herausforderungen vor dem Hintergrund der Grenzen bestehender Technikkonzepte

Rapide Wandlungsprozesse haben in den letzten vierzig Jahren das Gefüge von Landschaft, Siedlung, Wirtschaft, Verkehr, Sozial- und Infrastruktur der ländlichen Regionen Deutschlands erheblich beeinflusst. Demographische und sozioökonomische Umbrüche sowie die Verlagerungen von Wertschöpfungsketten im Zuge der Globalisierung, der Trend zu Urbanisierung und Industrialisierung beschränken zunehmend die Erwerbs- und Lebensgrundlagen auf dem Land.

Die Mechanisierungslösungen der Außenwirtschaft in der Agrarproduktion werden heute durch hoch technisierte Traktor Geräte Systeme und spezialisierte Selbstfahrer dargestellt und befinden sich momentan in der Phase des Umbruchs von „Stärker-Schneller-Breiter“ hin zu „Intelligent und Kommunikativ“. Durch den Einsatz mechatronischer Lösungen ist seit den 90-er Jahren die Automatisierung von Maschinen der wichtigste Trend in der Entwicklung von Landtechnik. Die klassischen Maschinenkonzepte moderner Landtechnik sind bis heute charakterisiert von wachsenden Speichervolumina, Arbeitsbreiten und Geschwindigkeiten und sind in den Grenzbereichen von Dimensionen und Maschinengewichten angekommen. Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Entwicklung der Motorleistung bei Mähdreschern in Europa und Amerika und den breiter werdenden Abstand zwischen unterem und oberem Leistungssegment, der ein Indikator dafür ist, dass die hohe Produktivität großer Maschinen in kleineren Betriebsstrukturen nicht wirtschaftlich umgesetzt werden kann und auch weiterhin ein Marktbedarf im unteren Leistungssegment besteht.

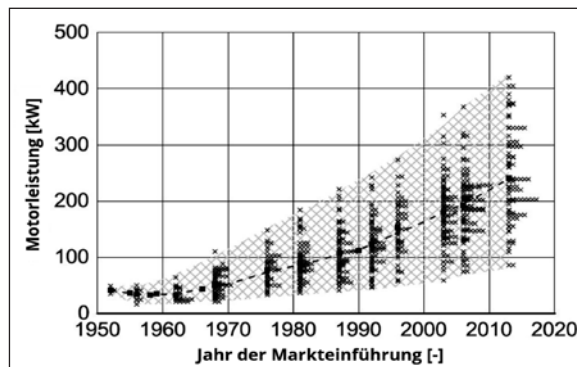


Abbildung 1 Wachstum der installierten Motorleistung und der Variantenvielfalt seit dem Markteintritt des Mähdreschers als Selbstfahrer [1]

Zu dem größer werdenden Entwicklungsaufwand zur Einhaltung der von der Straßenverkehrsordnung vorgegebenen Dimensions- und Achslastgrenzen kommen weitere Anstrengungen zur Herstellungseffizienz hinzu, um der Teilevielfalt durch die große Spreizung der Leistungsklassen mittels Plattformstrategien entgegenzuwirken. Abbildung 2 zeigt die Motorleistungswachstumsrate der beiden Schlüssel-

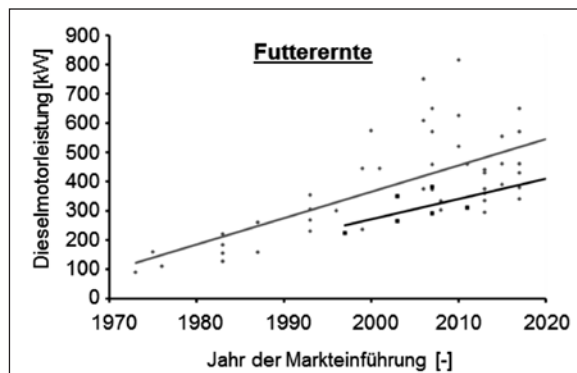


Abbildung 2: Wachstumsraten der installierten Motorleistung für Anwendungen in der Futterernte (grün - Feldhäcksler, blau - Schwadmäher) [2]

maschinen der Futterernte, wo die gleichen Gesetzmäßigkeiten zu beobachten sind.

Allgemein setzt sich in der Fachwelt immer mehr die Erwartungshaltung durch, dass sich in den kommenden zwanzig Jahren Maschinenkonzepte in Richtung hochautomatisierter, flexibel und teilautonom einsetzbarer Gerätesysteme mit elektrifizierten Antriebssystemen ändern werden. Begründbar ist diese Erwartung aus der aktuellen Problematik der Wachstumsgesetze, die in Abbildung 3 dargestellt ist.

Besonders der konzeptimmanente schlechte Fahrwerkswirkungsgrad am Traktor und der Prozesswirkungsgrad in Bodenbearbeitung wird Traktionskonzepte am Gerät zum Entwicklungsgegenstand machen. Gegenwärtig ist die hoch technisierte Landwirtschaft der Industrieländer mit folgenden grundlegenden Problemen konfrontiert, für die in absehbarer Zeit substantielle Lösungen gefunden werden müssen:

- Konzeptwandel von „Schwerer, Größer, Breiter“ zu „Smart & Connected“, das Erreichen der Konzeptgrenzen erzeugt eine Progression des Aufwandes im Verhältnis zum Nutzen.

- Nachhaltigkeit als neue Anforderung, das Negativeimage der “industrialisierten” Landwirtschaft als naturfeindlich verstärkt zukünftige Regulierung, wenn nicht vorher Antworten gefunden werden können.
- Überall 4.0, Digitalisierungstechnologien eröffnen neue Chancen (und Risiken), die in Verbindung mit dem Automatisierungstrend Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle umgestalten werden.

Automatisierung als wichtigster Trend

Der Entwicklungsschwerpunkt der Landtechnik-Hersteller ist seit den 90-er Jahren auf die Prozessautomatisierung gerichtet. Obwohl steuer- und regelbare Fahrzeugplattformen als Voraussetzung für Prozessautomatisierung und autonomes Fahren verfügbar sind, besteht bei der Erfassung von Informationen zu Bodeneigenschaften, Pflanzeigenschaften und zum Pflanzenbestand noch Forschungsbedarf. Für eine vollständige Prozessautomatisierung (Düngung, Ernte, Logistik) ist der derzeitige Entwicklungsstand zur Umfeld- und Prozess Sensorik noch unzureichend. In allen Bereichen landwirtschaftlicher Produktion wird eine Durchdringung mit Digitalisierungstechnologien stattfinden, die einen weiter steigenden Automatisie-

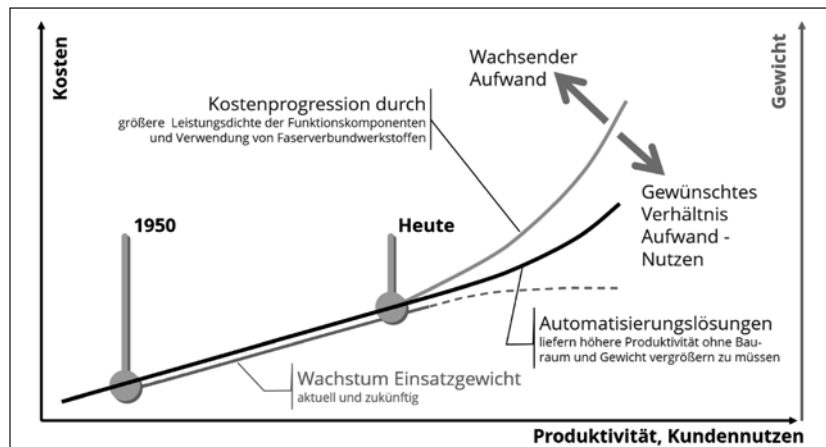


Abbildung 3: Gewichts- und Größenbegrenzung der Landtechnik verursachen eine Progression der Maschinenkosten.

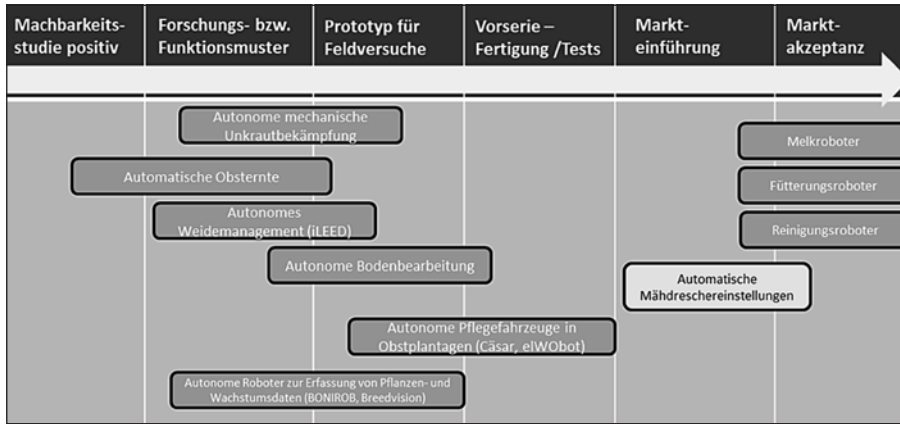


Abbildung 4 Nationaler Entwicklungsstand von Robotik in Tiertechnik und Pflanzenbau [3].

rungsgrad ermöglicht. Das seit Beginn der Mechanisierung der Agrarproduktion geltende Paradigma des kontinuierlichen Wachstums der Produktivität in einer Einheit (Maschine) könnte durch modulare Maschinensysteme in kleineren Einheiten und hohem Autonomiegrad abgelöst werden, wodurch Produktivität wieder skalierbar wird und in Stufen in den Verfahrensketten angepasst werden kann. Die bekannten Entwicklungstendenzen Automatisierung und Elektrifizierung werden dazu führen, dass zukünftig die Wertschöpfung im Gesamtsystem weniger vom Traktor abhängt und sich in Richtung Prozessführung am Gerät und zu den Farmmanagementsystemen verschiebt. Smart Farming und die Zusammenführung von Maschinenautomatisierung und Verfahrensautomatisierung kennzeichnen die zukünftige nachhaltige Agrarproduktion. Abbildung 4 gibt einen Überblick über den Entwicklungsstand von bekannten Forschungsprojekten zu autonomen Maschinen.

Digitale Transformation in der Landwirtschaft

Der Begriff der Digitalisierung der Landwirtschaft hat zwei Bedeutungen:

- im wörtlichen Sinne die Überführung von Informationen von einer analogen in eine digitale Speicherform und

- im übertragenen Sinn die Automation von Prozessen und Geschäftsmodellen durch das Vernetzen von Maschinen, die so zu cyberphysikalischen Systemen werden, um untereinander und mit Menschen zu interagieren.

Digitalisierung ist kein Selbstzweck, sondern steht ähnlich wie bei Industrie 4.0 als Synonym für einen besonders hohen Grad der Automatisierung, weshalb auch gerne und oft die Begriffe Landwirtschaft 4.0 oder Farm 4.0 verwendet werden. Technischer Fortschritt wurde bisher vor allem von den Landtechnikherstellern vorangetrieben, wodurch zunehmend die Schere zwischen hochproduktiven High-Tech-Maschinen und niedrig automatisierten Verfahrensabläufen sichtbar wird. Prädestiniert für die Umsetzung von Landwirtschaft 4.0 sind in erster Linie die Landwirte selbst, Lohnunternehmer, Berater und auf Landwirtschaft spezialisierte Elektronik- und Softwarehersteller. Allerdings ist auf Grund der eigenen Kompetenzen und Geschäftsmodelle jeder nur begrenzt in der Lage dazu. Daraus ergibt sich die Fragestellung, wer am schnellsten und am besten die notwendige Neuausrichtung zum Systemdenken aus Anwender- und Verbrauchersicht (Gesellschaft) bewältigt, oder ob doch neue und branchenfremde Firmen erfolgreich einsteigen können.

Digitalisierung ist eine Herausforderung für alle Lebensbereiche. Mithilfe digitaler Anwendungen können heute nicht nur einzelne Prozessabschnitte, sondern gesamte Wertschöpfungsketten optimiert werden. Die Digitalisierung macht vor keiner Branche halt und lässt neue Geschäftsmodelle entstehen. Neben den Bereichen der Produktion, Logistik oder Medizin spielt das Thema Digitalisierung und das Vorhandensein immer größer werdender Datenmengen und deren systematische Auswertung auch im landwirtschaftlichen Sektor eine große Rolle. Das aktuelle Interesse am Thema Big Data liegt zum einen an der rasant steigenden Verfügbarkeit großer Datenmengen aus Prozessen – gerade auch in „4.0“-Kontexten wie der landwirtschaftlichen Prozessführung, -kontrolle u. -dokumentation; es liegt zum anderen an der Tatsache, dass in der Forschung zur Künstlichen Intelligenz einige neuronale und statistische Lern- und Data Mining-Verfahren nach Jahren der Entwicklung und Erprobung nun auf moderner Rechnerhardware realistisch einsetzbar sind. Speziell für die Landwirtschaft/Landtechnik wird das Interesse an einer automatischen Wissensmodellierung durch laufende Veränderungen genährt: Wenn Betriebe bedingt durch den Strukturwandel in beträchtlicher Zahl aufgeben, dann geht dabei viel tradiertes Wissen über ihre Flächen und Prozesse verloren, die den erwerbenden Betrieben so nicht mehr zur Verfügung stehen.

Trotz vieler Vorteile ist der Wandel, den eine digitale Transformation herbeiführt und dessen Folgen noch nicht absehbar. Schon jetzt ist klar, dass digitale Technologien erhebliche Veränderungen, Chancen und Herausforderungen für verschiedenste Sektoren mit sich bringen werden. Neben steigender Flexibilität innerhalb der Arbeitsabläufe wird es zu Neu- und Umgestaltungen von Arbeitsprozessen kommen. Um von diesen laufenden technologischen Entwicklungen flächendeckend im Sinne einer Business-Intelligenz für landwirtschaftliche Prozesse profitieren zu können, müssen für die Betriebe, wenn und soweit sie über die entsprechende moderne Maschineninfrastruktur verfügen, einige wichtige Randbedingungen gegeben sein:

- stationäre und mobile Kommunikationsinfrastruktur zur Vernetzung mobiler Maschinen, stationärer Sensoren (IoT) und aller anderen in das Farm Management System eingebundenen Teilnehmer mit Anforderungen an Zuverlässigkeit, Robustheit und Sicherheit sowie Echtzeitfähigkeit so wie es in den Spezifikationen der fünften Generation des Mobilfunks (5G) [4] beschrieben wird,
- Transparenz der Datenströme und rechtlich wie technisch sichere Durchsetzung von Rechten an den lokalen und betriebsindividuellen Rohdaten [5] und am daraus extrahierten Objekt- und Prozesswissen,
- interoperable, offene Daten und Standards der Darstellung und Verarbeitung von Wissen über landwirtschaftliche Objekte (Maschinen, Schläge, Ressourcen etc.) und Prozesse (Feldbearbeitungsstrategien, Erntefenster, Betriebsstrukturen etc.).

Durch die kommunikationstechnisch nun nach außen offenen Systeme ist es essenziell von Beginn an die Rechte des Maschinenanwenders am Besitz seiner Daten und deren kompromisslose Sicherheit zu gewährleisten. Wenn dieser Aspekt nicht beginnend mit der ersten Idee in Hard- und Software der neuen Systeme integriert wird, dann wird es deutlich schwieriger oder sogar unmöglich die oft zitierten Chancen der Digitalisierung zu nutzen. Insgesamt müssen Zugriffsberechtigungen Besitzverhältnisse des Datenbestandes ein Abbild der realen Welt sein, die diese Daten darstellen sollen. Es ist daher notwendig, sinnvoll und nützlich, aus den im technischen Erfassungsprozess automatisch gewonnenen Informationen auch Berechtigungs- und Besitzstrukturen an Dateninhalten automatisch zu erzeugen und zuzuweisen. Ausgehend von den klar feststehenden Besitzverhältnissen an Immobilien (Felder, Ställe, Höfe, Verarbeitungsanlagen, Lagerplätze) und Maschinen kann durch intelligente Verknüpfung von Zeitpunkten und Orten von Gut-Übergabevorgängen eine schlüssige Zugriffs- und Berechtigungsstruktur des Datenbestandes automatisch hergestellt werden.

Die vielfältigen Möglichkeiten gesteigerter Wertschöpfung und neuer Geschäftsmodelle sind heute noch nicht ansatzweise definiert und werden in erster Linie von den landtechnischen Maschinenherstellern vorangetrieben. Diese haben technologisch zwar einen sehr guten Zugang sind aber gedanklich befangen in den Strukturen von „Embedded Systems“ und sehen und bewerten maschinenbezogene Vorteile höher als die verfahrens- und betriebsbezogenen Potenziale cyberphysikalischer Systeme. Letztendlich ist außerdem festzustellen, dass aufgrund der zunehmenden Vernetzung komplexer werdender Maschinen und Prozesse die Mensch-Maschine-Schnittstellen angepasst bzw. neugestaltet werden müssen.

Automatisierung und Weiterbildungsbedarf

Der Landwirt wird sich in einer digital transformierten Landwirtschaft zum Manager seiner betrieblichen Abläufe entwickeln und in größerem Umfang auf qualifizierte Dienstleistungen in Planung, Auswertung und Technikeinsatz zurückgreifen, die zum großen Teil über Farm Management Systeme integriert werden könnten. So wie für zukünftige Industrie 4.0 – Produktionsprozesse die Interaktion mit dem Be-

diener als neue Herausforderung erkannt ist, fühlen sich auch Beschäftigte in der Landwirtschaft durch die ständige Weiterentwicklung der Technik in zunehmenden Maße überfordert. Ständige Neuerungen erfordern eine fortwährende Weiterbildung, die nicht jeder als Bereicherung empfindet. Gleichzeitig verliert traditionelles Wissen – zumindest scheinbar – an Bedeutung. Durch die Technikentwicklung werden die Anforderungen an die Arbeit tendenziell höher. Dies führt dazu, dass für hochqualifizierte Fachkräfte die Berufschancen steigen, während einfachere Tätigkeiten zunehmend von Maschinen übernommen werden. Dies verschärft die Schwierigkeiten auf dem Arbeitsmarkt für Menschen mit geringerer Qualifikation oder mit Behinderung. Verschärfend kommt hinzu, dass mit steigendem Automatisierungsgrad und dem Übergang zu CPS bereits erlernte Fähigkeiten des Menschen wieder abnehmen, wenn sie in der täglichen Arbeitsroutine nicht abgerufen und verwendet werden (s. Abbildung 5).

Eine ganz neue und wichtige Fragestellung bei der Entwicklung zukünftiger hoch automatisierter Maschinensysteme ist deshalb, wie bereits im Automatisierungskonzept der Maschinensysteme der Erhalt

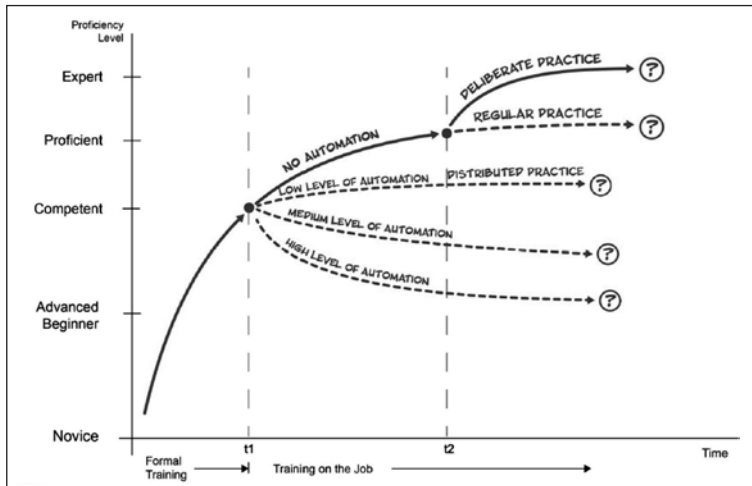


Abbildung 5 Das Dilemma der Automatisierung wodurch Bediener einerseits entlastet aber andererseits auch in ihren Kompetenzen nicht mehr gefordert und gefördert werden [6].

und Förderung von Kompetenzen der Bediener sichergestellt werden kann. Bisher wurde in der Entwicklung von mobilen Arbeitsmaschinen der Mensch zwecks Reduktion von Belastungen zunehmend von Routineaufgaben entbunden, was die Effizienz der Systeme und den Komfort der Bedienung verbessert hat, so dass sich die bisher erfolgreiche Strategie den Menschen von der direkten Prozessführung zu entkoppeln anscheinend als richtig darstellt und damit konsequenterweise zur Vollautomatisierung führt. Die Gegenhypothese, die unter anderem auch an der TU Dresden untersucht wird besteht darin, dass die für eine Vollautomatisierung zu erreichende „Zero Defect Operation“ [7] zwar in der Zukunft technisch denkbar ist, aber wirtschaftlich nicht in Balance zu den eingesparten Kosten für einen Bediener stehen wird und zusätzlich ethische Probleme aufwirft. Deshalb wird „shared control“ [8, 9] zwischen einem Automatisierungssystem (CPS bestehend aus einer oder mehreren Komponenten) und dem Menschen als eine alternative Herangehensweise an moderne Automatisierungslösungen gesehen und ist durchaus übertragbar auf die Prozess- und Verfahrensführung in Smart Farming- und Farm Management Systemen. Das Aufgabenfeld der Automatisierung von mobilen Arbeitsmaschinen erweitert sich dadurch deutlich in Richtung der Entwicklung, Implementierung und Evaluierung von Assistenzstrategien, die den Erwerb und die Pflege komplexer Problemlösungskompetenzen der Bediener von CPS fördern. Besonders wichtig ist es, dieses Aufgabenfeld interdisziplinär unter Einbeziehung von Arbeitswissenschaft, Ingenieurpsychologie und Mediendesign zusätzlich zum klassischen Mix von Maschinenbau und Informatik anzugehen.

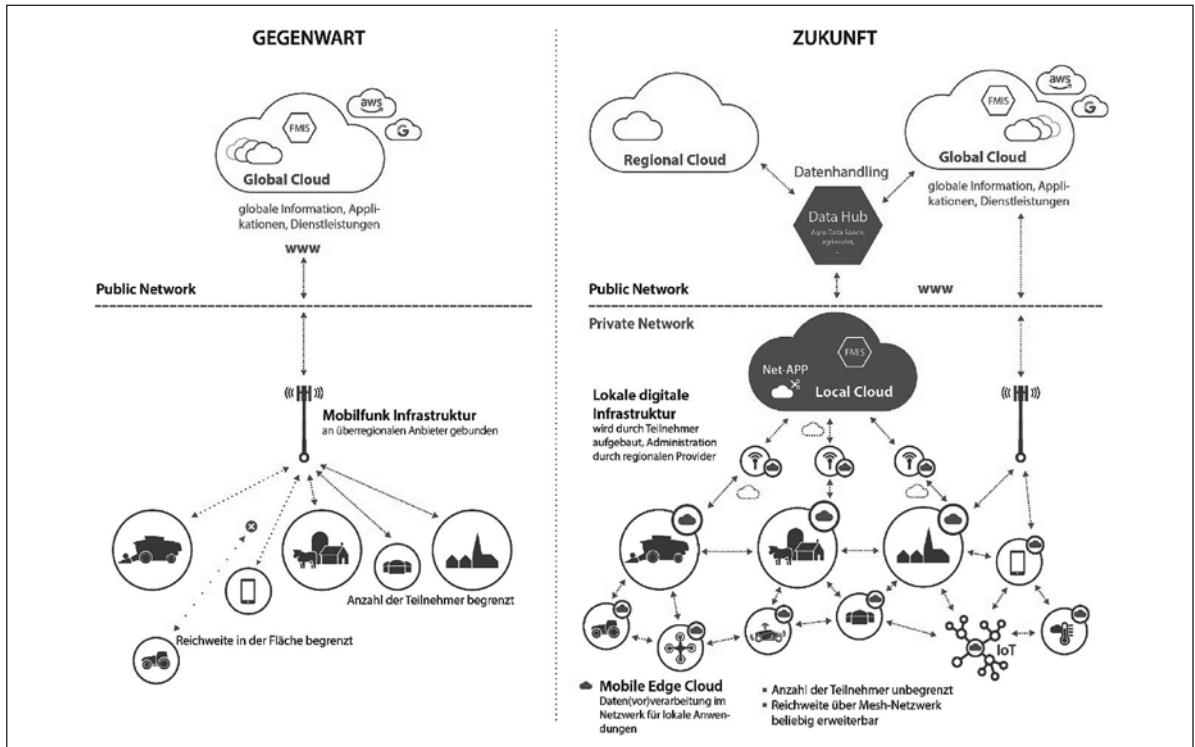
Die nächsten Schritte zur digitalen Transformation der Landwirtschaft

Die digitale Transformation in der Landwirtschaft bietet enorme Chancen und stellt sie gleichzeitig vor große Herausforderungen [10]. Sie kann, wird und muss einen wesentlichen Beitrag zur modernen, effektiven und die Nachhaltigkeit unterstützenden Prozessorganisation leisten und das Einbinden von

qualifizierten Dienstleistungen besonders im Bereich der Farm Management Systeme ermöglichen. Mit Hilfe von digitalisierten Prozessen können Wertschöpfungsketten ohne zusätzlichen Aufwand abgebildet und für die Verbraucher in hoher Transparenz dargestellt werden. Daraus werden sich schließlich neue Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetzwerke entwickeln, die den Erzeugern landwirtschaftlicher Produkte mehr Möglichkeiten eigener Gestaltung und Erhöhung ihrer Wertschöpfung durch Produktdifferenzierung ermöglichen könnten. Serviceleistungen können individualisiert und die Kostenstruktur für Produkte, Betriebsmittel und Serviceleistungen können durch den Einsatz digitaler Systeme reduziert werden.

Am 25. November 2016 fand im BMEL in Berlin die erste Sitzung der Gesprächsplattform „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ statt. Eingeladen waren betroffene Verbände, Wissenschaftler und Ressorts. Ziel der Gesprächsplattform ist es, die unterschiedlichen Verbände und Experten von Bund, Ländern und Wissenschaft zum Austausch über Chancen und Risiken der digitalen Transformation in der Landwirtschaft zusammenzuführen [10]. Handlungsempfehlungen sollen identifiziert und ein Interessenausgleich zwischen den beteiligten Akteuren durch das BMEL moderiert werden. Als Zwischenergebnis wurde eine Reihe von Handlungsempfehlungen definiert. Besonders hohe Priorität innerhalb dieser Handlungsempfehlungen wurde der Einrichtung von Test und Experimentierfeldern zur Erforschung und Demonstration von dezentralen mobilen Kommunikationsinfrastrukturen unter Verwendung des 2020 in praxiswirksam werdenden 5G-Mobilfunkstandards und der Einrichtung eines Kompetenzzentrums Landwirtschaft 4.0 als zentrale unabhängige, von Wissenschaft und Wirtschaft betriebene Einrichtung, zugeordnet.

Ohne digitale Infrastrukturen wird es keine Digitalisierung geben. Das Verständnis über erforderliche digitale Kommunikationsinfrastrukturen ist „DIE Grundlage“ für alle Betrachtungen und Entwicklungen im Kontext Digitalisierung, besonders im ländlichen Raum. Abbildung 6 zeigt den Unterschied zwischen



Im geplanten Testfeld sollen Kommunikationstechnologien demonstriert werden, die die Voraussetzung für die Nutzung von Robotertechnologien, autonomes Fahren, neue landwirtschaftliche Maschinensysteme und automatisierte Prozessführung in der Landwirtschaft darstellen. Diese Kommunikationstechnologien sind eine Sammlung neuer Mobilfunktechnologien sowie der damit verbundenen Dienste, gekennzeichnet durch Automatisierungstechnische Echtzeitfähigkeit, hohe Übertragungsrate und Zuverlässigkeit sowie Anbindungsmöglichkeit von massiv vielen Nutzern (Maschinen, Sensoren, Akteuren...), die der aktuelle 4G-Standard nicht liefert. Mit 5G werden Mobilfunk- und WLAN Technologien zusammenwachsen und damit bis zu 500 Mrd. Teilnehmer vernetzen, vom Server bis zum IoT-Sensor.

Literaturverzeichnis

- [1] Böttinger, S.: Stand und Tendenzen der Mähdrusch-Entwicklung in Beiträgen zum VDI-MEG Kolloquium „Mähdrescher“ vom 12./13. September 2013 in Stuttgart/Hohenheim, Heft Nr. 40, Herausgegeben von der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI, <http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2013/890>
- [2] Aumer, W.: Funktionsintegration elektrischer Antriebe in mobilen Arbeitsmaschinen in Fortschritte Naturstofftechnik, Springer-Verlag GmbH Deutschland 2018, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57457-7>
- [3] Herlitzius, T. Fehrmann, J.: Stand und Tendenzen der Roboteranwendungen im Bereich der Pflanzen- und Tierproduktion, Gutachten im Auftrag des Deutschen Bundestages, TU Dresden, 2017.
- [4] Fettweis, G.: Das Netz der Netze und seine Bedeutung für die digitale Landwirtschaft. 27. Hülsenberger Gespräche 2018 – Landwirtschaft und Digitalisierung, Hamburg, 2018.
- [5] Sonnen, J., Möller, J.: The Technical Concept of a Manufacturer-Independent web-based Data Exchange Platform for the Agricultural Sector. Proceedings 75th International Conference on Agricultural Engineering, Hannover, 2017.
- [6] Bainbridge, L.: Ironies of Automation, in Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems, Herausgeber: G. JOHANNSEN, J.E. RIJNSDORP, Pergamon, 1983, Seiten 129-135.
- [7] Pickel, P.: Insights from the corporate world – Innovation Trend “Smart Farming”. 27. Hülsenberger Gespräche 2018 – Landwirtschaft und Digitalisierung, Hamburg, 2018.
- [8] Kalyuga, S. (2009). Instructional designs for the development of transferable knowledge and skills: A cognitive load perspective. Computers in Human Behavior, 25(2), 332-338.
- [9] Kirschner, P. A., & van Merriënboer, J. J. (2013). Do learners really know best? Urban legends in education. Educational Psychologist, 48(3), 169-183.
- [10] Digitalpolitik Landwirtschaft – Zukunftsprogramm: Chancen nutzen – Risiken minimieren. Herausgeber Bundesministerium für Landwirtschaft und Ernährung, Referat 514. 2017

Diskussion



BAHRIS, HOHENHEIM

den Spruch merke ich mir für meine späteren Vorträge: „Ich beantworte jetzt schon die Fragen, die gleich in der Diskussion auftauchen werden.“

DOLOUSCHITZ, HOHENHEIM

ganz herzlichen Dank für diesen schönen Vortrag. Sie haben sehr plastisch die zwei Parallelentwicklungen dargestellt, die es geben kann, Schwarm- versus Großmaschine. Was mich interessieren würde, sind Sie der Auffassung, dass wir einen der beiden Wege gehen werden in Zukunft, oder dass wir hier eine Parallelentwicklung haben werden. Ich frage das insbesondere als Betriebswirt vor dem Hintergrund, dass wir nicht nur in Deutschland, sondern auch anderen Ländern sehr heterogene landwirtschaftliche Betriebsstrukturen haben, die irgendwo abgehängt würden, wenn wir uns in diese Großtechnologie allein weiterentwickeln würden.

ANWORT

also das ist sicherlich so, aber es kommt darauf an. Wenn ich mich heute festlegen müsste, würde ich sagen, die großen Maschinen verschwinden. Des Weiteren kann ich Ihnen zeigen, wie die Zugtraktoren verschwinden. Nun ist das ein großer Zeitraum. Wir stehen noch ganz am Anfang. Es ist natürlich intelligent zu sagen, ich weiß es nicht, oder ich habe eine Vision. Und die Vision ist eben, wir arbeiten mehr an diesen Systemen, und die sind sinnvoll für bestimmte Anwendungen. Und je mehr wir sie in die

Breite bringen werden, werden wir auch verstehen, was sie können und was sie nicht können. Wir werden nicht so dumm sein, leistungsfähige Großmaschinen an der Stelle zu ersetzen, wo das keinen Sinn macht und nicht notwendig ist.

Das heißt, wir müssen momentan keine kriegsentscheidende Aussage treffen, sondern wir können, indem wir an den neuen Systemen arbeiten, gleichzeitig betrachten, wie viel von den alten Systemen werden ihre Bedeutung behalten. Aber ich sehe schon, dass wir in diese neue Richtung Schwarmssysteme gehen werden. Die Betriebsstrukturen, in die ich solche Aktivitäten hineinstecken kann, steckt der Gedanke der Modularisierung, weil man durch Modularisierung der Systeme Entwicklungskosten senken kann und weil wir die Automatisierungsebene auch komplett aus dem System herausnehmen können und das ist bei dem heutigen Integrationsgrad von großen Maschinen nicht möglich. Dies ist alles tief im System verankert.

Wir können Automatisierung aus dem System nicht herausnehmen. Wir können nicht sagen, das Ding kostet jetzt 30.000 € weniger und hat keine Automatisierungsfunktion mehr. Weil es in der Entwicklung nicht so vorgesehen ist, bedeutet aber, ich habe sie immer dabei. Ich bekomme sie nicht los. Für die Modularisierungsebene der Zukunft würde man die Ebene so modular gestalten, dass man sie auch herausnehmen kann. Und dann mache ich einen Sitz darauf, dann kann ich das Ding auch in Indien oder Asien verwenden mit einem einfachen Bediener, der

keine höheren Anforderungen hat. Ich bin also in der Lage, und das geht eben heute nicht. Ich kann nicht für ein 40 mal 40 Meter Feld die gleiche symmetrische Plattform haben wie für ein 150 mal 150 Feld. Das sind verschiedene Maschinenplattformen, das sind sogar mehr als zwei, drei bis vier Plattformen, auf denen diese Umsetzungsspreizung stattfindet. Und mit den kleinen Systemen kommt man wieder rückwärts, kommt man mehr zu Plattformen und kann sich mehr um Prozessautomatisierung kümmern und muss sich weniger um Teilevielfalt, Kostenreduktion im Endeffekt kümmern.

BAHRS, HOHENHEIM

Sie haben auf der Folie vorhin Netzstrukturen darstellen können, ich glaube das war die Folie 27, die wir auch beim Kollegen Fettweis gesehen haben, dass dies eine Struktur ist, die erstrebens- und wünschenswert wäre. Jetzt überlege ich mal vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Rahmenbedingungen erscheint es noch zu teuer. Und es gibt Modelle, die das in der Praxis implementieren können, aber für eine langfristige Perspektive brauche ich es im ländlichen Raum. Wäre es denkbar, und jetzt denke ich mal aus der Perspektive von Telekommunikationsunternehmen, wie sie versucht haben, die Kunden an die Netze zu bringen. Dass Hardwarehersteller, sprich Landtechnikunternehmen in der Außen- und Innenwirtschaft im ländlichen Raum die Netze erstellen, um damit Kundenbindung zu schaffen, damit ihre Hardware abgenommen wird. Sie aber gleichzeitig für sich die Daten sicherstellen. Wäre dieses Subventionsmodell nutzbar, weil die Landwirte alleine dies möglicherweise nicht realisieren werden und können.

ANTWORT

der Landwirt wird derjenige sein, der ein lokales Kommunikationsnetz aufbaut. Das ist Quatsch. Der Landwirt versteht Pflanzen- und Tierproduktion und das sind seine Kernkompetenzen und das ist es eben. Und für das andere braucht man Dienstleistungen und Produkte, die er zuverlässig einkaufen kann. Hier steht ein Provider. Und das ist eben eines dieser

neuen Geschäftsfelder, und da ist es eben ein lokaler Provider z.B. in Lukka Testfeld. In Lukka war das ein Herr Schultze, der seine Hardware verkauft und der sich auch um die Konfiguration dieser Netze kümmert. Heute ist es ja so, die Hersteller bauen in ihren Maschinen proprietäre Modems ein, proprietäre Datenübermittlung. Weil die das können und weil die das Ding entwickelt haben, und es keine Wettbewerbssalternative gab. Da diskutieren wir im anderen Fall schon ganz andere Sachen.

Wie machen wir jetzt allgemeine Datenübertragung überhaupt. Wir sprechen über sechs Monate dicke Entwicklungszügen. Bei unseren Maschinen sprechen wir über fünf bis zehn Jahre Entwicklung. Das macht doch keinen Sinn. Wenn wir heute Funktechnologien in solch eine Maschine einbauen, integrieren, dann ist die zum Zeitpunkt des Startes der Produktion schon wieder veraltet weil die nächste Generation Mobilfunk raus ist. Also man muss da anders denken, kann da anders denken. Und wir kommen jetzt her. Der Hersteller denkt natürlich nicht als erstes so, und er möchte nach wie vor proprietäre Lösung machen, wir sagen jetzt, wir haben das reguläre Hardwarepaket, WLAN und Mobilfunk wachsen sowieso zusammen. Das packen wir jetzt an diese Dinger mit hinzu und können da administrieren. Wir haben eine neutrale Vermittlung von Daten, wir haben die Telekommunikationsprovider.

Auf die müssen wir jetzt nicht warten. Das wäre ja auch deren typisches Geschäftsfeld, aber wir müssen jetzt gar nicht mehr auf die warten und können es selbst machen. Und die Telekommunikationsprovider sind nicht mehr die Hardware Provider heute. Also eine Telekom verwendet Nokia Komponenten und das sind aber nicht die Netzprovider. Und diese lokalen Administratoren können jetzt Hardware und Netzwerkmanagement zusammen für ihre Region gestalten. Und das ist neue Wertschöpfung und das wäre die Chance, Wertschöpfungsketten aufzubrechen. Bestehende Wertschöpfungsketten neu zu machen und bis hin zur Vermarktung der Produkte.

Die Landwirte haben neue Chancen, und das sehen die auch selbst so, in der Differenzierung ihrer regio-

nenalen Produkte, was dann am Markt zu einer höheren Preisrealisierung führen würde. Und wir hatten das ganz am Anfang gehört, die Chance sind die jungen Menschen, wie kommen sie ins Land, indem wir interessante Arbeitsplätze bieten, und in solchen privaten Netzwerken gibt es ganz andere Arbeitsverhältnisse, die man gestalten kann. Und regional, transparent, durchschaubar, und vor Ort. Die anderen können immer noch machen was sie für gut und richtig halten. Aber sie müssen eben erst Mal, sie haben noch nicht durch die Monopolstellung der Technik wie sie heute existiert, in der Zange, sondern müssen in Wettbewerb treten mit den Dingen da unten und das ist dann positiv. Dieser Wettbewerb wird also die Dinge zum positiven beschleunigen weil wir eine ganz andere Interessenslage haben wie wir sie heute bei den fest etablierten in der Welt sehen.

BAHRS, HOHENHEIM

Wenn es um die Landwirtschaft geht, glaube ich mal ihrer Intuition, wer werden die Gewinner und Verlierer sein? Welche Regionen werden vor der Struktur Gewinner und Verlierer sein, und welche Betriebsstrukturen werden Gewinner und Verlierer sein?

ANTWORT

Digitalisierung hat die schöne Eigenschaft, meines Erachtens, dass wie bei Software, die kostet quasi nichts, und ob ich sie jetzt im großen Betrieb verkaufe oder im kleinen Betrieb verkaufe das macht erst mal keinen Kostenunterschied. Das kommt beim Softwareverkauf aber es ist nicht so dass sich nur große Betriebe Digitalisierung leisten können, das ist Quatsch. Von Digitalisierung können kleinere Betriebe genauso rezidieren wie große Betriebe. Die Frage ist, was mache ich da mit der Digitalisierung? Mit welchen Dienstleistern, mit welchen Systemen bin ich Partner, wie gestalte ich die gesamten Betriebsstrukturen. Das ist auch relativ unabhängig, kleinere Betriebe durchzustrukturieren ist ein bisschen einfacher, weil die Komplexität kleiner ist. Diejenigen, die Ideen entwickeln, wie sie mit neuen Technologien ihren Betrieb nicht nur kosteneffektiv durchstrukturieren,

sondern dann eben auch im Sinne von Produktdifferenzierung, Transparenz in der Erzeugungskette, Blockchain, um nochmal das in den Raum zu werfen, da darf man schon diskutieren. Das fängt ja da unten an, also diejenigen die sich aufstellen mit neuen Ideen versuchen Technologien umzusetzen, Partner zu finden und in Kommunen, Dörfer, die das unterstützen, die dort mit dabei sind, wenn wir Entwicklung haben zwischen Kommune, Dorf, und Ausbau und neuen Geschäftsmodellen, das sind die Dinge, die durch die Decke gehen werden, und meines Erachtens hängt das nicht von der Lage, sondern von denjenigen ab, die da agieren.

BAHRS, HOHENHEIM

Das heißt metropolnahe Gegenden werden nicht zwangsläufig die Gewinner sein, wenn es um die Landwirtschaft geht.

ANTWORT

Das glaube ich nicht. Das deutet schon metropolennah. Ob ich jetzt in der Metropole fahre ich genauso lange wie ich hinfahre. Und je größer die Mulden, desto schlimmer ist es. Durch Stuttgart einmal quer durch ist viel aufwändiger als elf Kilometer vom Land zu kommen. Da sind wir so klein. Ich glaube in Brasilien wäre das noch etwas anderes. Aber das glaube ich nicht. Ich denke wirklich es hängt an den Menschen, wie sie sich differenzieren. Und es können natürlich nicht alle gewinnen. Das ist klar. Und wenn ich diese dritte Wendung sehe in der Welt, auch wenn man mit den Landwirten draußen redet, was macht er mit Digitalisierung? Ein Drittel sagt, das müssen wir anfassen, dass es die Chance gibt, das gibt mir etwas, ich will losmachen. Ein Drittel sagt, ich warte noch ein bisschen ab, was ich damit soll, aber es ist bestimmt gut und es wird kommen. Und ich werde mit dabei sein, wenn es für mich wichtig ist. Ein Drittel sagt, alles Quatsch. Ich mache mein Geschäft weiter so wie bisher. Und mit diesem einen Drittel, das wirklich will, ist es schon völlig ausreichend, um die Dinge umzuwenden. In dem zweiten Drittel sind ja auch genügend Leute, die da mitmachen. Und das

letzte Drittel, von denen werden eben ein paar den Zug verpasst haben und das ist dann so.

SCHONS, BONN

von der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Tierzüchter. Ich will erst mal sagen, dass ich alle drei Vorträge sehr interessant fand. Und bei allen Vorträgen war das Thema Nachhaltigkeit angesprochen worden. Mir ist, als ich die Vorträge hörte, der Gedanke gekommen, wie wird eigentlich der bewährte Zirkulationszyklus gesehen, weil ich habe die Befürchtung, dass man dann zum Beispiel der Tierhaltung vorwerfen wird bei der Anwendung dieser digitalen Techniken, dass die Kuh nicht nur 10.000 Liter Wasser verbraucht, sondern vielleicht auch noch vier Megawatt Strom, um diese ganzen Systeme am Laufen zu halten, irgendwelche seltenen Erden, den man in Drohnen umbauen musste, damit sie funktionieren. Haben sie solche Diskussionen auch schon geführt, und wie müssten wir uns vielleicht positionieren, wenn wir als NGOs solche Vorwürfe machen.

ANTWORT

Sehr schön. Also dieses Imageproblem ist ja nicht umsonst. Das kennen wir alle miteinander. In der Vergangenheit war das ja so, der Wissenschaftler benennt Dinge, analysiert Dinge, stellt die Informationen bereit, und die Gesellschaft oder wer auch immer macht dann etwas daraus. Und das ist in meinen Augen nicht mehr ausreichend. Wir sind derartig komplex, derartig vernetzt. Wir in unserem Bereich, wir müssen rausgehen und deswegen, wenn sie sagen, wir sind omnipräsent, das ist etwas, was ich viel mehr weiß als andere, weil Dresden so eine tolle Gegend ist, sondern weil wir herausgehen müssen und diese Message liefern müssen, was geht. Wir müssen diese positive Stimmung verbreiten, bevor andere kommen und Bedenken äußern. Und wir sind ja spitze im Bedenken äußern und das ist auch eine menschliche Eigenschaft.

Ich will erst mal sagen, die Dinge müssen so bleiben und das ist gut für mich. Und dieses Bedenken äußern, das müssen wir verhindern. Wir müssen he-

rausgehen und sagen, wir sind noch nicht fertig. Wir haben einen Plan, wir arbeiten daran. Wir machen es vernünftig. Wir haben alle gute Ziele, mit denen arbeiten wir zusammen. Und gerade bei den NGOs, war es Glyphosat, davor war es die Gentechnik, wie man sich gute Dinge völlig aus der Hand nehmen lassen kann von anderen. Und in unserer heutigen Social Media Welt wissen wir ja auch, tödlich. Wenn das Statement einmal draußen ist, dann ist es gesagt, und jedes Argument dagegen, nicht gegen den, der das Argument bringt, sondern dann sagt der Rest der Welt, ich denke nicht mehr darüber nach. Der will sich ja nur verteidigen. Also stimmt es, was er da gemacht hat. Also wir müssen wirklich in unserer heutigen Welt die Führung in der Information übernehmen. Wir müssen das erste Statement machen, warum wir Dinge tun, warum es gut ist, Dinge zu tun. Und dabei in der Wissenschaft, die Industrie hat da immer Probleme, über Visionen zu sprechen, weil sie natürlich wettbewerbsrelevant sind, deswegen haben wir in der Wissenschaft an der Stelle tatsächlich in meinen Augen eine neue Bedeutung, wir müssen hinaus und sagen, hier ist das erste Statement. Da ist die Vision. Da muss man immer wieder mal auf den Busch klopfen. Immer wieder sagen und heute ist es so, und das ist eben der andere Punkt, wenn man einmal anfängt, über Digitalisierung zu sprechen, dann sitzen da drei drin und die kommen dann eine Woche später an, und sagen, das würde ich gerne noch einmal hören. Kannst du hier, kannst du da. Das habe ich in den letzten, ich habe nachgezählt, in den letzten Monaten 24 Vorträge über Digitalisierung gehalten, das ist so ungefähr, immer je nachdem über 25 Minuten, nichts aus diesen Dingen, weil ein wahnsinniger Informationsbedarf existiert und ich gehe aus jedem dieser Vorträge immer mit neuen Fragen heraus und mit neuen Informationen. Es schärft sich aber dieses Bild, wir müssen darüber reden. Und wir müssen die Führung in dieser Diskussion übernehmen. Wir werden nicht alles richtig machen. Wir können auch nicht alle Antworten geben. Aber wir müssen vorne sagen, so denke ich, ist es richtig, dass es geht. Da kann der NGO kommen und kann Bedenken äußern, und

dann sagen wir, ja, du bist Bedenkenträger. Ich habe doch schon einen Plan und hier ist meine Kompetenz. Aber wir müssen hinaus.

BAHRS, HOHENHEIM

weil wir noch eine Minute Zeit haben bis zur Mittagspause gibt es noch ein Abschlusssstatement von Herrn Fettweis.

FETTWEIS, DRESDEN

ich würde auch nochmal ein Plädoyer dafür geben, dass wir sagen, das ist immer mein Argument, wir können wesentlich kleinpartiieller werden, wir können das wesentlich ökologisch angepasster machen und haben damit Kosteneffizienz und mit hoher Produktivität mal kleinste Parzellierung, die genau bestimmen, was angebaut werden muss. Und das ist sagen wir mal etwas egal wie, das will eigentlich diese Gesellschaft immer haben.

BAHRS, HOHENHEIM

ganz herzlichen Dank. Ich denke, das war ein schönes Schlusswort, um auch diese Diskussionsrunde abzurunden. Erst mal herzlichen Dank an Herrn Herlitzius. Ich glaube, wir haben einen rasanten Rahmen gezogen über die weitere Veranstaltung. Aber ich glaube auch sagen zu können, dass wir uns alle eine Pause verdient haben, die bis 14 Uhr andauert. Pünktlich um 14 Uhr geht es weiter, und bis dahin stehen die kulinarischen Genüsse direkt vor der Tür. Wir schätzen die kurzen Wege. Guten Appetit.

Robotik im Ackerbau



Einleitung

Nur wenige würden sagen, im Ackerbau werden heutzutage Roboter eingesetzt. Andererseits finden sich die Themen Lokalisierung/Ortung, Umfelderkassung, Kartierung und Sensordateninterpretation Kapitel in jedem modernen Lehrbuch zu mobilen Robotern; Techniken, die dort beschrieben werden, entsprechen einigen von denen, die auf modernen Landmaschinen verwendet werden. Wenn man also auch nicht sagen möchte, moderne Landmaschinen seien Roboter – ihre Steuerung enthält auf jeden Fall einen hohen Anteil an Robotiktechnologie. Precision Farming ist ohne genau diesen Anteil technisch nicht möglich.

Soweit ist Robotiktechnologie im Ackerbau also schon jetzt ein Erfolg – übrigens im ähnlichen Sinn, wie sie es in der Automobiltechnik bereits heute in Fahrerassistenzsystemen ist. Dann stellt sich die Frage: Wie kann und wie sollte Robotik weiter oder tiefer in den Ackerbau einziehen?

Zwei große Linien sind sichtbar. Zum einen steigt die Automatisierung bzw. die Assistenzunterstützung auf aktuellen Maschinen in den aktuellen Prozessen weiter – in den einzelnen Maschinen wie auch in der Koordination und Kooperation mehrerer Maschinen wie zum Beispiel in Ernteketten. Das erhöht weiter die Schlagkraft, optimiert die Prozesse, vereinfacht die Bedienung, vervollständigt und systematisiert die Prozessdokumentation für Planungs- und weiter steigende Dokumentationszwecke.

Zum anderen werden in der Forschung an vielen Orten explizit Roboter, oft vollständig autonom operierende Roboter, für Ackerbau-Probleme entwickelt. Ihr offensichtlicher Vorteil ist, klein und damit wenig bodenbelastend zu sein und dauerhaft auf dem Schlag arbeiten zu können. Um sie real einzusetzen, sind zwei Probleme zu lösen, nämlich erstens, sie müssen technisch und von der Leistung her hinreichend robust sein; und zweitens, ihre Leistung muss in die entsprechenden Ackerbauprozesse so hineinpassen, dass ihr Betrieb ökonomisch sinnvoll ist. Nachdem der erste Punkt offensichtlich ist und technische Lösungen auf guten Wegen sind, scheint mir der zweite Punkt der eigentlich interessante zu sein. Die Frage ist nämlich nicht: Wie lösen wir mit neuer Technik bestehende Ackerbauprobleme? Sondern die interessantere Frage ist: Wie wollen wir Ackerbauprozesse so umorganisieren, dass sie unter Nutzung neuer technischer Möglichkeiten von Robotik und Datenverarbeitung besser sein können als bestehende Prozesse?

Diese Frage ist offensichtlich nicht aus der Informatik oder Robotik zu beantworten, sondern nur aus der Agrarwissenschaft und der Agrarpraxis; andererseits setzt ihre Beantwortung einen engen Dialog zwischen Informatik/Robotik und Agrarwissenschaft voraus. Dieser kurze Beitrag will helfen, diesen Dialog voran zu bringen. In seinen drei Abschnitten enthält er zunächst eine kurze Klärung, was der Begriff Robotik hier meint; dann skizziert er die aktuellen Beiträge der Robotik im Ackerbau; und schließlich benennt er Randbedingungen, die aus Sicht der Informatik und

Robotik beim möglichen Neuzuschnitt von Ackerbauprozessen.

Robotik und Künstliche Intelligenz (KI)

Ein Roboter im Sinne dieses Beitrags ist, nach der Definition aus Hertzberg et al. 2012, eine

- „frei programmierbare Maschine, die auf Basis von Umgebungssensordaten in geschlossener Regelung in Umgebungen agiert, die zur Zeit der Programmierung nicht genau bekannt und/oder dynamisch und/oder nicht vollständig erfassbar sind“.

Dieses Verständnis geht deutlich über das eines Roboters als „frei und wieder programmierbarer, multifunktionaler Manipulator mit mindestens drei unabhängigen Achsen“ hinaus, welches die VDI-Richtlinie 2860 vermittelt, die meist in der Automations-Robotik verwendet wird. Das Verständnis von Robotik im vorliegenden Text und gleichermaßen in der aktuellen Forschung und Entwicklung zur Künstlichen Intelligenz (KI) stellt die zielgerichtete Aktion von Maschinen in solchen Umgebungen in den Mittelpunkt, die nicht kontrollierbar sind, die folglich permanent durch Sensorik erfasst werden müssen und in denen nur Aktion in Abhängigkeit von der fortlaufenden Auswertung der Sensorik zum Ziel führt. Beispiele für Maschinen mit dieser Art von umgebungsabhängiger Aktion sind autonome oder fahrerassistierende PKWs ebenso wie autonome oder fahrerassistierende Landmaschinen.

Die erwähnte Verbindung zur KI (Russell & Norvig, 2010; Ertel, 2016) ist kein Zufall, weil die genannte Interpretation von Robotern und von Roboterprogrammierung seit der Etablierung dieses Gebiets in der Wissenschaft Mitte/Ende der 1950er Jahre einen der imaginären und damals noch utopischen Zielpunkte der Forschung darstellte. Darin kam und kommt bis heute die enge Verbindung zwischen physischem Agieren, interpretierendem Wahrnehmen der Umgebung und schlussfolgerndem Denken über Umgebungs- und Hintergrundwissen zum Ausdruck,

das dem modernen Verständnis der KI unterliegt. Die aktuelle öffentliche Wahrnehmung der KI als ein Gebiet, das sich ausschließlich oder weit überwiegend mit Maschinellen Lernverfahren aus großen Datenmengen befasst, blendet dieses weit umfassendere Verständnis gern aus – um den Preis, theoretisch wie praktisch hinter Erkenntnisse zurückzufallen, welche die KI längst hatte.

Robotiktechnologie in Landmaschinen und Agrarroboter

Wie schon in der Einleitung bemerkt, sind Bausteine von Robotiktechnologie in Landmaschinen verbreitet oder zumindest verfügbar, die am Markt zu kaufen sind und eingesetzt werden. Die Regelung der Prozessparameter einer Maschine – etwa in Mähdreschern, Häckslern, Rodern, Drillmaschinen, Feldspritzen – fällt im Einzelfall unter die obige Definition, auch wenn sie zumeist nicht in einer bewussten Perspektive auf KI und Robotik entworfen sein dürfte, sondern als konsequente Weiterentwicklung der Regelung in klassischer Landmaschinentechnik. (In der Stalltechnik ließen sich weitere Beispiele in derselben Richtung finden; dieser Beitrag konzentriert sich jedoch weiterhin auf die Situation im Ackerbau.) Bei automatischen Lenksystemen oder Systemen zur automatischen Befüllregelung beim Überladen lässt sich schon anders argumentieren: Hier sind unter Nutzung von Technologien aus der Robotik Funktionen entstanden, die schwerlich als Weiterentwicklung bzw. automatisierte Versionen klassischer Maschinenfunktionen zu verstehen sind und wo – ohne im Einzelfall die Entwicklungsgeschichte konkreter Produkte zu kennen – Robotiktechnologie zumindest Pate gestanden hat. Systeme in Forschungskontexten bauen explizit auf diesen Einfluss: Komplett autonome Steuerungen einzelner Maschinen, teilautonome Steuerungen aller oder einiger Maschinen in kooperierenden Gruppen oder die Optimierung von kooperativen Prozessen – etwa in der Ernte – werden oftmals explizit in den Kontext von Robotiktechnologie gestellt, die auf die Maschinenkontrolle übertragen wurde (z.B. Scheuren et al., 2013). Robotik-

Beiträge dieses Charakters zur Weiterentwicklung von Landmaschinen werden wir in der nächsten Zeit voraussichtlich immer mehr sehen und können sie zumindest als Prototypen bereits sehen, weil sie beispielsweise in Form von Fahrerassistenz marktnah sind und Mehrwert zu existierenden Produkten auf sehr direkte Weise schaffen können.

Nun wird gelegentlich angemerkt, die Entwicklung von Landmaschinen in Richtung immer schlagkräftiger und dabei oft auch immer größerer Einzelmaschinen habe eine Grenze erreicht: Die Bestimmungen der Straßenverkehrsordnung wie auch die Gefahr von Bodenverdichtung bei der Feldbearbeitung durch übermäßiges Gewicht setze dieser Entwicklungslinie ein natürliches Ende. Wenn und soweit dieses Argument zutrifft, dann kann Robotiktechnologie, in solchen im Kern konventionellen Maschinen eingesetzt, noch punktuell funktionale Verbesserungen erzielen, aber ändert nichts am prinzipiellen Entwicklungslimit. Hier setzen Arbeiten an, die ganz ausdrücklich auf die Entwicklung von *Agrarrobotern* zielen, also von relativ kleinen, fahrerlosen, typischerweise autonom operierenden Robotern für die Feldbearbeitung. Beispiele dafür sind die Roboterplattform Bonirob (Ruckelshausen et al., 2009) und MARS (Fendt, o.J.), ein Ansatz zum Einsatz von Roboter„schwärmen“. Auch Roboterdrohnen sind in diese Entwicklungslinie einzuordnen, wie sie zum Beispiel schon vor einiger Zeit im Projekt Wildretter (Wildretter, o.J.) entwickelt wurden. Alle diese Systeme bedienen, soweit sie nicht sowieso von vornherein als reine Forschungsprototypen entwickelt wurden, derzeit entweder eine enge Marktnische (etwa als im Fall des Bonirob) oder der Beweis steht aus, dass sie einen breiten Einsatznutzen haben, der sie entsprechend in den Markt bringen könnte.

Der Grund dafür könnte ganz praktisch darin liegen, dass die verfügbaren Agrarroboter technologisch zur Zeit noch nicht ausgereift genug sind, um marktauglich zu sein. Das mag zutreffen; aber meine Erklärung ist eine andere: Die aktuellen landwirtschaftlichen Prozesse haben sich mit der existierenden Technik in einer Richtung entwickelt, in der der

Einsatz von Robotern derzeit nur in Nischen einen Sinn ergibt. Physisch kleine, leichte Agrarroboter mit autonomer Steuerung sind keine Maschinen, die primär dafür geeignet sind, die aktuellen großen, hoch effizienten und hoch schlagkräftigen Landmaschinen in ihren aktuellen Arbeitsprozessen 1:1 zu ersetzen, die ihrerseits mit der Entwicklung der aktuellen Landmaschinentechnik coevolviert sind. Sondern sie sind eine Form von Technik, die zur Verfügung steht, um andere – alternative oder komplementäre – Prozesse in der Landwirtschaft zu unterstützen.

Ein fiktives, wenn auch in der Forschung verfolgtes Beispiel eines solchen anderen Prozesses wäre eine Sensorplattform, die – vom Boden aus oder als Drohne aus kurzer Distanz in der Luft – permanent den Bestand nach ersten Vor- oder Anzeichen von Pflanzenkrankheiten untersucht, um aufgrund der Früherkennung früher, gezielter und somit unter drastisch reduziertem Einsatz von Agrarchemie einzugreifen. Eine solche Roboterplattform, wenn sie denn funktionieren würde, diene nicht direkt einem Schritt im derzeit üblichen Prozess. In der Kostenrechnung ist somit nicht direkt darstellbar, dass ihr Einsatz mit den damit verbundenen Kosten die Prozesskosten insgesamt reduziert. Man müsste einen neuen Prozess definieren, der auf eine solche Art von Früherkennung aufbaut; dessen Gesamtkosten und Nutzen wären zu ermitteln; und dann könnte man diesen neuen Prozess – *der erst durch die Existenz dieses Agrarroboters möglich geworden ist* – mit dem alten vergleichen.

Die oft gestellte Frage „Was sollen denn eigentlich diese Agrarroboter?“ ergibt natürlich Sinn – aber wir Informatiker und Robotiker, die sie immer wieder gestellt bekommen, sind die falschen Adressaten dafür. Vom Kopf auf die Füße gestellt, müsste sie lauten: „Wie wollen denn eigentlich die Agrarwissenschaftler und Agrarpraktiker, dass sich Agrarprozesse ändern sollen?“ Vielleicht könnten Informatik, KI und Robotik dabei helfen, Wünsche zu erfüllen, wenn die Agrarwissenschaft sie im gegenseitigen Austausch über die neu entstehenden technischen Möglichkeiten formuliert?

Was soll sich ändern im Ackerbauprozess?

Informatiker sollten offensichtlich nicht diejenigen sein, die über die technischen Werkzeuge, die sie liefern können (und die sie natürlich laufend neu liefern – Ehrensache!), die Ziele und Randbedingungen vorgeben, denen gute Agrarprozesse entsprechen sollen. Für den Austausch über neue technische Möglichkeiten zur Neuentwicklung von Prozessen will ich drei Themen anreißen, auf die wir in Diskussionen über Informatik, KI und Robotik in Landwirtschaftsanwendungen immer wieder stoßen.

Digitalisierung und Smart Farming. Robotik im Ackerbau ist offensichtlich eng verknüpft mit den weiter gesteckten Themen Digitalisierung der Landwirtschaft und Smart Farming – was auch immer man genau unter diese beiden Begriffe fasst. Auf der einen Seite setzt Robotik Digitalisierung insofern voraus als Agrarroboter – ob als hoch automatisierte Versionen konventioneller Landmaschinen oder als kleine Systeme mit unkonventionellen Funktionen – Daten und Wissen über ihre Umgebung und ihren Auftrag in digitaler Form bekommen müssen. Ohne Digitalisierung keine Robotik. Anders herum sind Agrarroboter – wiederum in beiden Interpretationen – perfekt dafür geeignet, Daten aus ihrer Umgebung und ihren Prozessen zu liefern, weil sie sie über ihre Umgebungssensorik erheben, um zielgeleitet arbeiten zu können. Die Telemetriesysteme moderner Landmaschinen sind bereits Beispiele dafür; Agrarroboter mit KI-basierten Kontrollsystemen würden über Telemetriedaten hinaus in größerem Maß als heute üblich lokale Vorverarbeitung der Daten leisten („Interpretation“), die zusätzlich zu den Rohdaten zur Verfügung stehen. Robotik stützt also Digitalisierung. Wenn es darum geht Agrarprozesse unter Einbeziehung von Robotik-Möglichkeiten zu überarbeiten, dann muss Digitalisierung immer mitgedacht werden und damit die Anforderungen und Möglichkeiten, die sich daraus ergeben.

Systemgrenzen. Die landläufige Vorstellung eines Roboters folgt der biologischen Anschauung: Ein Roboter ist danach ein physisch abgeschlossenes, zusammenhängendes System, die Systemgrenze ist iden-

tisch mit der Grenze des Roboterkörpers. Technisch besteht kein zwingender Grund zu dieser Annahme. Die Systemgrenze eines Robotersystems kann ohne weiteres räumlich getrennte Einheiten umfassen. Extern von einer mobilen Einheit montierte Sensoren zum Beispiel können als Teil eines Robotersystems aufgefasst werden, ebenso mehrere kooperierende aber physisch getrennte, einzelne mobile Einheiten, wie etwa in einer Erntekette. Was als System modelliert und geregelt wird und was Umgebung ist, ist in gewissen technischen Grenzen – etwa physische Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten – nach praktischen Gesichtspunkten variierbar. Daher fällt es der Robotik leicht, statt in einzelnen Maschinen in Prozessen über viele Einzelmaschinen hinweg oder gar in Wertschöpfungsketten zu denken und diese entsprechend zu modellieren und zu regeln. Wie weit die Systemgrenzen in der Automatisierungsunterstützung von überarbeiteten Ackerbauprozessen zu ziehen sind, das ist eine Modellentscheidung, die sinnvoll nur von der Agrarseite zu treffen ist. Probleme an den Schnittstellen beim Übergang von Einzelsystemen untereinander könnten daran liegen, dass die Systemgrenzen zu klein gedacht sind; andererseits will man Systeme nicht unnötig komplex modellieren. Wenn aber mit der Digitalisierung der Landwirtschaft ihre Einbindung in die komplette Lebensmittelwertschöpfungskette mitgedacht werden soll, dann scheint mir das aus Technik-Sicht dafür zu sprechen, dass man bei der Modellierung von Agrarprozessen nicht in allzu kleinen Teilsystemen denken sollte, um die Anzahl der Systemschnittstellen klein zu halten.

Maschinelle Lernverfahren. Im öffentlichen Diskurs über KI ist es fast schon üblich, das Gebiet mit Maschinellern Lernen gleichzusetzen, also in der Regel mit statistischen Verfahren, um aus großen Mengen von Trainingsdaten Regularitäten herauszufinden, um etwa in Sensordaten Objekte oder Strukturen zu klassifizieren. Diese Verfahren haben in der Tat in den letzten Jahren einerseits durch die Verfügbarkeit von Massendaten und andererseits durch den Zuwachs an Rechenkapazität – auch der verbreiteten Möglichkeit zum Parallelrechnen – bemerkenswerte Erfolge

erzielt. Doch Lernverfahren sind nur eine Klasse von Werkzeugen im Werkzeugkasten der KI und wie bei allen Werkzeugen setzt ihr sachgemäßer Gebrauch Wissen über ihre Voraussetzungen, Möglichkeiten und Grenzen voraus. Das scheint bei der Begeisterung über Leistungen des Maschinellen Lernens gelegentlich unterzugehen. Lernverfahren sind derzeit zum Beispiel noch nicht gut darin, aus sehr wenigen Trainingsbeispielen zu lernen, vorhandenes Vorwissen einzubauen oder die Ausgaben zum Beispiel eines trainierten Klassifikators einem Nutzer auf Nachfrage auf einer hohen semantischen Ebene zu erklären – etwa in dem Sinn: „In Datensatz X wurde eine Pflanzenkrankheit Y an der Stelle Z erkannt, weil Färbung, Form und Umgebungskontext diese und jene passenden Charakteristika aufwiesen.“ An allen diesen Punkten wird geforscht. Derzeit stellen sie jedoch eine praktische Hürde dafür dar, rein lernbasierte Systeme („end-to-end learning“) gegen nominale Vorgaben zu verifizieren, Nutzern verständliche und akzeptable Erklärungen zu liefern und auf einen vorhandenen Fundus von reichem Theorie- und/oder Empiriewissen aufzusetzen, wie er definitiv in der Landwirtschaft existiert. Die KI hat von ihren Anfängen in den 1950er Jahren ganz wesentlich daran gearbeitet, unterschiedliche Wissensquellen zusammenzubringen, also etwa vorhandenes Theoriewissen (das typischerweise in einer elaborierten Terminologie ausgedrückt ist, die man nicht ohne Not verwerfen sollte) und empirisches „Erfahrungswissen“, das mit Lernverfahren erzeugt und auf das Theoriewissen bezogen werden soll. Wie das vor sich geht, ist für den allgemeinen Fall nicht verstanden. Neue Lernverfahren haben den Teil des Lernens aus Daten deutlich vorangebracht, das Grundlagenproblem der Kombination von Wissensquellen jedoch nicht gelöst. Möglichkeiten und Grenzen der KI im Allgemeinen und des Maschinellen Lernens im Besonderen müssen bewusst sein, wenn die entsprechenden Methoden zur Lösung von Problemen in der Landwirtschaft – wie in allen anderen Anwendungsbereichen – verwendet werden sollen.

Literaturverzeichnis

- Ertel, W. (2016) Grundkurs Künstliche Intelligenz: Eine praxisorientierte Einführung. 4. Aufl., Wiesbaden (Springer-Vieweg)
- Fendt (o.J.). MARS: Robotiksystem zur Aussaat und exakten Dokumentation. URL: <https://www.fendt.com/de/fendt-mars.html> (Zugriff: 28.6.2018)
- Hertzberg, J.; Lingemann, K.; Nüchter, A. (2012). Mobile Roboter. Eine Einführung aus Sicht der Informatik. Wiesbaden (Springer-Vieweg)
- Ruckelshausen, A.; Biber, P.; Dorna, M.; Gremmes, H.; Klose, R.; Linz, A.; Rahe, F.; Resch, R.; Thiel, M.; Trautz, D.; Weiss, U. (2009). BoniRob – an autonomous field robot platform for individual plant phenotyping. *Precision Agriculture* 2009:841-847
- Russell, S.; Norvig, P. (2010) Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3. Aufl., Pearson, 2010
- Scheuren, S.; Stiene, S.; Hartanto, R.; Hertzberg, J.; Reinecke, M. (2013). Spatiotemporally Constrained Planning for Cooperative Vehicles in a Harvesting Scenario. *KI – Künstliche Intelligenz*, 27(4):341-346
- Wildretter (o.J.). Wildtierschutz bei der Grünlandmäh. URL: <http://www.wildretter.de> (Zugriff: 28.6.2018)

Diskussion



RODEHUTSCORD, HOHENHEIM

Ganz herzlichen Dank, Herr Hertzberg. Und das Angebot für Fragen werden wir natürlich gerne aufnehmen. Vielen Dank auch, dass Sie uns so deutlich darauf hingewiesen haben, dass Weiterentwicklung eigentlich nur im ganz engen Schulterschluss zwischen den potentiellen Anwendern und den Informatikern erfolgen kann. Meine Damen und Herren, er hat ganz klar die Frage an uns gerichtet, was soll sich ändern? Und wenn Sie darauf spontan eine Antwort geben wollen, dann können wir das natürlich jetzt auch gleich mit in die Fragerunde einbinden. Bitte, wer möchte die erste Frage stellen oder Antwort geben auf die Frage, was soll sich ändern? Ich hätte die Frage, was würden Sie sich denn von der Bundeslandwirtschaftsministerin wünschen? Jetzt frage ich das Auditorium, was würden Sie sich denn von den Informatikern wünschen.

PASCHER, BERLIN

Vielen Dank für die sehr gute Frage. Die Frage aus der Sicht der Bauern ist eigentlich ziemlich klar. Wir wollen besser werden im Umgang mit Boden, Wasser, Luft, im Umgang mit den Tieren, weil wir stehen in einer sehr kritischen gesellschaftlichen Diskussion über heutige moderne Landwirtschaft, über Akzeptanz in der Landwirtschaft. Es geht sozusagen

um die Lizenz zum Produzieren. Und alles, was dazu beitragen kann, noch besser zu sein im Umgang mit den Ressourcen, kann uns da helfen. Damit wir der Gesellschaft und der Politik sagen können, wir wissen bestens Bescheid, was im Boden passiert, mit den Bodenlebewesen, was mit dem Bodendruck ist, was mit den Tieren ist, wann die sich wohl fühlen, wann die sich nicht wohl fühlen, um dann weg zu kommen von der Überregulierung. Die Bauern empfinden das als Überregulierung, was wir da haben. Das ist jetzt eine ganz allgemeine Antwort, aber die Zielrichtung ist ganz klar.

ANTWORT

das war ja keine Frage, das war ein Statement. Das verstehe ich. Das Problem ist, wir helfen Ihnen gerne dabei, besser zu werden, aber dann müssen Sie uns helfen bei den Einflussgrößen und damit bei der Wahl der aussagefähigen Parameter. Also bei Bodenschonung, das war ja genau das Beispiel. Da möchte man eben bei Bodenschonung besser werden. Und wenn wir nicht irgendwie gesagt bekommen oder es mit rausfinden können, was widerspricht denn der Bodenschonung? Sprich was belastet oder komprimiert den Oberboden, Unterboden besonders stark? Dann können wir nicht helfen zu optimieren. Die maschinellen Lernalgorithmen können unerwartete Zu-

sammenhänge herausfinden, wenn man die richtigen Daten reinsteckt, aber das ist ein bisschen Stochern im Nebel, wenn man das macht. Also wenn wir es spezifischer gesagt bekommen, können wir auch bessere Beiträge liefern.

BRUNSCH, POTSDAM

Herr Hertzberg, vielen Dank für diese ehrliche Aussage, denn es wird ja im Moment gerade bei den Diskussionen um Big Data immer der Eindruck vermittelt, diese kausal-deterministischen Zusammenhänge und Verständnisse, mit denen wir uns Jahrhunderte lang herumgequält haben, brauchen wir künftig bei Big Data nicht mehr. Und von mir aus wirklich nochmal ganz herzlichen Dank, dass Sie als Vertreter der künstlichen Intelligenz-Forschung diesen hybriden Lösungsansatz ausgesprochen haben. Und deswegen, glaube ich, haben Sie jetzt auch eine gewisse Ratlosigkeit bei vielen der Zuhörer erzeugt, weil uns ja letztlich bei der Diskussion um künstliche Intelligenz genau immer eingebläut wird, dass alles ohne die Zusammenhänge zu wissen dies zu erklären geht. Die Welt, die komplexe Welt, können Sie umso besser erklären, je mehr Sie Daten haben und je mehr Sie Kausalzusammenhänge berücksichtigen. Das ist doch das Bild, was häufig bei Diskussionen um Big Data vermittelt wird. Ich habe jetzt keine Frage an Sie, sondern ich wollte einfach mal danke sagen, dass Sie das mal relativiert haben.

ANTWORT

Bitte, gerne. Und ich stimme Ihnen völlig zu, dass genau dieses Bild gerne und häufig vermittelt wird. Und ich halte es in Ehren auch als ergrauter KI-Forscher für eine Katastrophe übrigens auch für das Gebiet KI, was da vermittelt wird. Es wurde bereits in früheren Jahren genauso versucht. Und da war die Datenlage viel schlechter, die Rechenkapazitäten waren viel schlechter. Das kann man natürlich immer sagen, das waren einfach noch nicht die Zeiten, wo man so etwas machen konnte. Aber ich glaube, es lag nicht nur an den Daten und fehlender Rechenkapazität, sondern es lag am Prinzip, dass man eben

genau diesen hybriden Ansatz eigentlich braucht. In der KI-Historie haben wir eigentlich bereits gute Daten gesammelt.

VON BÜLOW, BOSSEE

ich selber bin Landwirt. Und ich versuche jetzt mal die Definition. Ich sage ganz klar aus meiner Sicht: Produktivität, Rentabilität in der landwirtschaftlichen Produktion, und das unter Berücksichtigung maßgeblicher Rahmenbedingungen. Rahmenbedingungen ist Klimaschutz, ist aber auch Klimawandel. Das heißt auch die Diskussion mit schweren Maschinen, die uns jetzt schon zunehmend auf die Füße fallen aufgrund verdichteter Böden. Manchmal extreme Regenmengen, wir kennen das aus dem letzten Jahr aus Schleswig-Holstein. Es ist natürlich nicht so einfach greifbar, weil es ist ein Topf an Sachen, wo alle miteden. Also komme ich wieder zurück, Produktivität, Rentabilität. Das sind eigentlich die Dinge, die mich als Landwirt erstmal interessieren.

ANTWORT

Kann ich gut verstehen. Und auch der Punkt ist nicht so richtig greifbar. Genauso auch bei dem ersten Diskussionsbeitrag. Das Angebot besteht ja eigentlich genau darin zu sagen, klar, die Agrarwissenschaft soll bitte schön den Lead Part spielen, aber die Operationalisierung dieser abstrakten Ziele, die machen wir gemeinsam. Das ist eben das, was wir in diesem Bodenschonungsprojekt genau versuchen. Wenn wir die Bodenkundler alleine vor sich hin werkeln lassen, eben nicht immer mal wieder sagen, diese und jene Parameter, dann finden die alles Mögliche, aber nicht die Parameter, die wir anschließend für die Optimierung brauchen. Das heißt, man muss es wirklich zusammen machen.

PILLEN, HALLE

Für mich wäre die Frage an die Informatik weniger Prozesssteuerung, sondern mehr Vorhersage. Also Modellierung und darauf basierend Vorhersage, speziell in der Pflanzenzüchtung. In der Tierzüchtung ist das aber genauso. Wir haben DNA-Modelle und

würden aber eigentlich ganz gerne Umweltparameter, Klima etc. integrieren, um daraus eben noch bessere Pflanzen zu entwickeln, also die Genotypen vorherzusagen. Arbeiten Sie daran oder könnten Sie da eine Lösung finden?

ANTWORT

Also wir arbeiten daran. Haben noch nicht die Lösung. Also ich sehe deshalb positive Entwicklungen, weil eigentlich diese KI-artigen Vorstellungen von Robotersteuerung durchaus wichtig sind, dass ich aktiv eingreife aufgrund einer internen Vorhersage, die ich habe. Das heißt, ich möchte die Wirkung dessen, was ich im Eingriff erzeugen würde, selber schon abschätzen können. Das heißt, Vorhersage und Eingriff sind zwei Seiten derselben Medaille. Deshalb habe ich da keinen Unterschied gemacht. Also ich stimme Ihnen völlig zu, dass Vorhersagen in vielen Fällen, also gerade, wenn es um Entwicklung der Modelle geht natürlich, ein zentral wichtiger Punkt sind.

KORNBLUM, HAMBURG

Ich denke, wenn es darum geht, Wünsche zu äußern, dann machst du das einfach mal. Wenn ich überlege im Bereich der Sauenhaltung wendet der Landwirt etwa 13 Arbeitsstunden pro Jahr auf, die Tiere zu betreuen. Pro Mastschwein, denke ich, ist es eine gute Stunde. Ein Großteil dieser Tätigkeiten besteht aus Reinigungsarbeiten oder letztendlich, Tiere umzutreiben, umzulassen. Und das sind Routinen. Entwickeln Sie mir ein System, wie ich akkurat wirklich die Abteile reinigen kann, sodass sie in einem desinfektionsfähigen Zustand sind. Übernehmen Sie bitte gleich mit. Ja, mit Druck muss ich die Lanze vom Hochdruckreiniger so halten oder wenn es verschmutzt ist so, damit es nachher pico bello ist. Da kann ich den Landwirten so viel Freude machen, wenn ich denen diese Arbeiten abnehme. Und gleichzeitig kann ich Freiräume schaffen für vielleicht Öffentlichkeitsarbeit oder auch für andere Aktivitäten, mehr Zeit für das Tier.

ANTWORT

danke für den Vorschlag. Also perfekte Projektidee, klingt total machbar, auch ohne dass ich alles im Detail angucken muss. Sehr gut.

RODEHUTSCORD, HOHENHEIM

Vielleicht darf ich da mal kurz anschließen, bis der nächste Redner am Mikrofon ist, weil Sie gerade diesen Begriff Projektidee gebraucht haben. Für mich hat sich jetzt bei den Rückmeldungen hier schon auch ein bisschen die Frage aufgedrängt, wie muss ich mir denn zukünftig die Kanalisation all dieser Wünsche vorstellen? Ist das etwas, wo Sie sagen, das muss Forschungsprojekt-spezifisch erfolgen? Oder müssen wir vielleicht sogar überlegen, ob man dafür Plattformen aufbauen müsste, damit das wirklich auch koordiniert erfolgt und nicht immer nur Projekt-spezifisch? Gibt es da schon Ideen dazu?

ANTWORT

Also ich sage jetzt mal, z. Zt. Fördergelder für anwendungsorientierte Robotikanwendungen in der Landwirtschaft und allen anderen Anwendungen von Robotik zu bekommen, das scheint mir im Moment nicht die Schwachstelle zu sein. Da sind wir zur Zeit, glaube ich, sowohl national als auch auf EU-Ebene deutlich besser aufgestellt. Ich glaube, der Punkt, an dem es stärker hapert, ist wirklich dieser sehr grundlagenorientierte Punkt, dass also die Anwender und die Techniker, sage ich jetzt mal ganz allgemein, gemeinsam größere Szenarien entwickeln, wie das bei diesem Agrarsysteme der Zukunft zumindest geklungen hat. Schauen wir mal, wer letztendlich die Zuschläge bekommt. Also was ich tief vermisste, weil also anwendungsorientiert relativ kurzfristige Arbeiten, sozusagen die Low-hanging fruit, aus Sicht der Technik abzugreifen, das läuft, glaube ich, zur Zeit ganz gut. Aber die „High-hanging fruits“ überhaupt zu identifizieren und sich die Leitern zu bauen, um dorthin zu kommen, ich glaube, das ist im Moment der schwache Punkt in der Forschungsförderung. Da könnten wir weiter ackern, um da etwas zu bekommen.

WINDISCH, FREISING

Wir haben ja heute Vormittag schon einige Punkte dazu gehört. Wenn man sich diese Wünsche, die Formulierungen anhört, dann sieht man, dass wir alle sehr in Skalenebenen verhaftet sind. Also die letzten Wünsche waren ganz klar die Skalenebene des landwirtschaftlichen Betriebes. Dann war ein Wunsch, Skalen der Herde. Ich kann runtergehen zum Genom, ich kann aber auch Skalenebene Freistaat Bayern oder Bundesrepublik Deutschland nehmen. Also diese Vermischung oder die Durchgängigkeit der Skalene-

bene, die Unabhängigkeit der Digitalisierung von der Skalenebene, das ist etwas, woran wir noch gar nicht gewöhnt sind, das durchgehend zu betrachten und diese Trennungen aufzulösen. Und das ist auch die Frage, wie man solche künftigen Forschungsprojekte generiert.

HERTZBERG, OSNABRÜCK

Aus Zeitgründen konnte ich dies nicht behandeln. Danke Ihnen für diese Bemerkung und halte sie für richtig.



Digital Farming Solutions for Every Farm

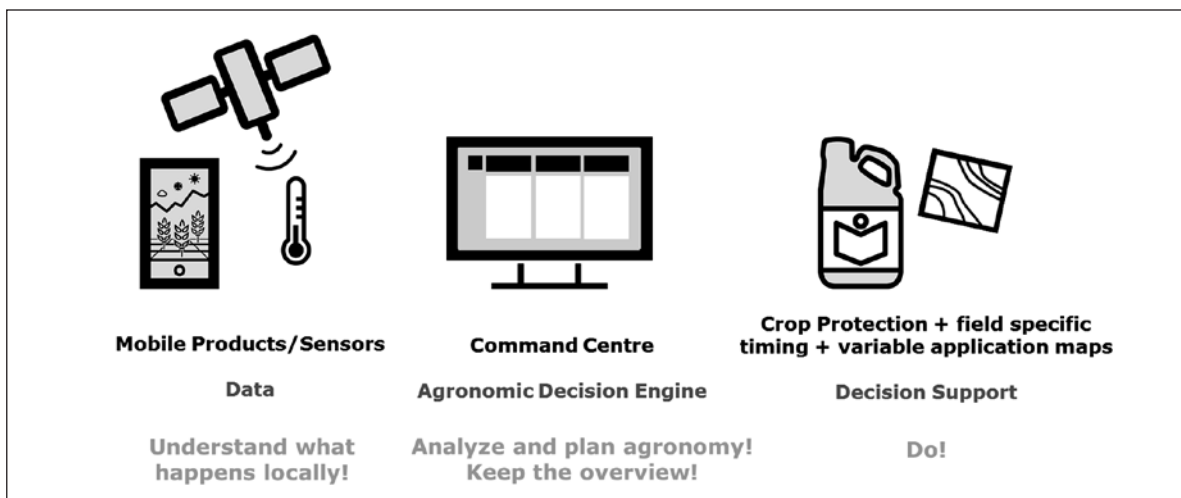
How Digital Farming Solutions Work

Various digital tools exist in the industry to fulfill different purposes. **Data** products are all about understanding what is happening locally. The data captured from various sources are then consolidated and analyzed in agronomic decision engines and combined with various insights to provide **actionable recommendations** field specifically.

Different needs in different geographies are driving adoption of various digital solutions in the area of field crops

Digital tools are already used in various farms today and we believe adoption of these tools would continue to grow in 3-digit growth rates in the next years driven by the following trends:

- China: Driven by need to achieve scale in farm operations and to ensure farmer safety



China has 300 million farms in operation today. The average farm size in China is only 0.50 hectares and mechanization of Crop Protection is only at 7%. There is a significant need in China not only to achieve efficiency in these very small and numerous farms but also to ensure farmer safety as manual application of Crop Protection exposes farmers to higher risks when compared to mechanized applications.

- Western Europe: Driven by need and regulations to use inputs sustainably – only where and when needed

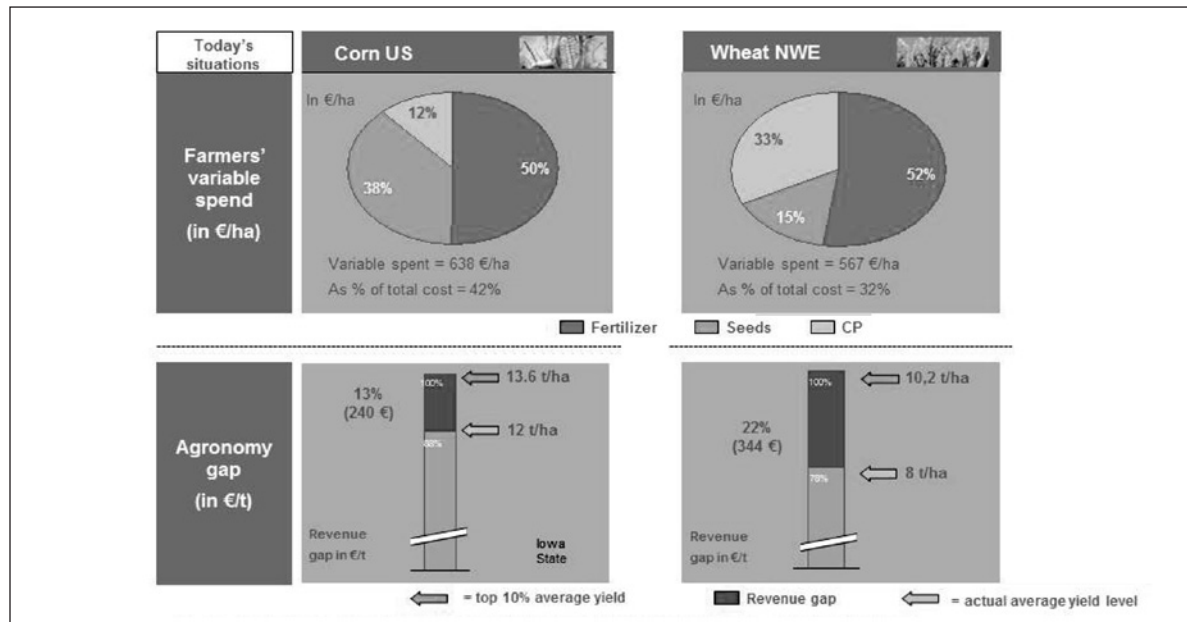
Farmers' desire to meet rising requirements in food production, along with regulatory bodies in Europe implementing regulations on the more transparent use of Crop inputs, are driving the adoption of Digital Farming solutions. If we look at adoption of Variable Rate Terminals (VRT) as a key indicator of adoption of digital farming solutions in general, we estimate

that the adoption of VRT in Western Europe is at 5% and will continue to exponentially grow in the near future following the over-all trend in North America.

- USA: Driven by need to increase return on investment in field crops

The most common crop rotation in the US in the area of Field Crops is Corn-Soy. In recent years, crop prices for Corn and Soy have been low and this leads to the situation that farmers' bottom lines are squeezed. This is an opportunity for Digital Farming and most Digital Farming solutions adopted in the market today are providing farmers with insights to maximize their return on investment.

If we deep-dive into crops in the different geographies, it becomes apparent that opportunities for optimization also vary across crops and geographies based on the job-step that is impacting return-on-investment the most.



Seeds and Fertilizers are the major components of variable cost of production in a Corn cropping system in the US contributing 88% over-all. It is therefore no surprise that most Digital Farming solutions in the US market are offering decision support recommendations on seeding and fertilizers as a means to bridge the yield gap.

In contrast in a Wheat cropping system in North West Europe, Crop Protection is the 2nd largest contributor to variable cost of production and optimization of its use is critical in Europe. This is why Digital Farming decision support tools are far more advanced in Europe than in other markets.

When choosing which job steps to optimize through digital, it is important to choose the job step with the highest relevance to farmers.

Business models in the industry

Emerging business models in the industry are addressing the needs of farmers in the market they operate in, such as North America or Asia.

Farmers Business Network

Farmers Business Network is already showing success in the US in supporting farmers to increase their return on investment using a crowdsourcing approach. Founded in 2014, Farmers Business Network (FBN) is a farmer-to-farmer agronomic information network.

Through crowdsourced data, FBN provides recommendations on seeds, fertility, and crop protection. In addition, the company sells generic products directly through their platform as well as connecting farmers to buyers of their crop.

They are one of the leaders in direct to farm Digital Farming solutions today with 17 million paid acres in North America. They have also successfully raised Venture Capital funding up to USD 200 million to date with a goal of having an Initial Public Offering (IPO) in the near-future.

XAG

XAG is already showing success in China in supporting farmer safety through drone-based applications and allowing farmers to scale their operations. XAG is also successful in having a direct communication channel with the large number of farmer base in China.

Founded in 2007, XAG is a drone / UAV spray and sensing manufacturer and service provider. They also provide various solutions –hardware, drone spray applications through partners, academy training on agronomy and drone piloting, and crop insights through remote sensing

Although XAG is one of the ~100 drone manufacturers in China, it is expected that they will take a leading position in the agricultural sector given their strong mission to develop smart farming [solutions] for sustainability.

Smart Sprayer Technologies

The table below summarizes the various Smart Sprayer technologies that are already in the market today with significant technology improvements expected in the near term.

The business model case studies above are a clear reflection that different Digital Farming solutions are already used in real life fields across the world today.

Bayer's Motivation to be in Digital Farming

Bayer believes that Digital Farming is critical to further increase agricultural production while using the planet's resources in an increasingly efficient and sustainable manner. We aim to develop effective technologies with the greatest possible benefit to the environment.

Bayer's driving principles in the area of Digital Farming

- Bayer's Know-how: Leverage our experience and expertise in agronomy in Seeds and Crop Protection and connect this expertise with digital technologies to derive more insights and value

Company	Tech used	Technology method	Tech specifications	On-farm problem being solved	Estimated farm-level investment on technology	Launch Year
	Camera on sprayer	- Identifies green areas, maps it, correlates green = weed patch; - Night spraying feasible	Not crop specific	Herbicide optimization (mostly in pre-burndown application)	From Croplands Australia-PhantomDrive system retails Weedit Kit: Eur 80.000 (+GST)	In-market in Australia, Argentina, Brazil, Canada, Russia; USA
	Camera on sprayer	- Identifies crop vs' weeds; weed in between planting rows - Ink jet nozzles allowing centimeters of accuracy with 0 drift	Tested in lettuce and cotton (0-12 inches) Speed: 6-8 mph	Herbicide optimization	-	Estimated in 2019
	Camera on sprayer	- Identifies crop vs' weeds; mixes individual nozzle prep - Has pre-mixing unit in entire spray system	Not crop specific	Crop Protection optimization	-	Estimated in 2019 +

- Current Focus: Optimization of crop protection field-specifically
- We are truly committed to collaborate with stakeholders to create innovative technologies

Summary

- Digital Farming is about solving an on-farm problem that is relevant to the target segment. The technologies used are only the means used to provide a solution.
- Commercial solutions are already used in real life fields across the world. Adoption still varies in the different regions as well as the type of Digital Farming solutions being used.
- When developing digital products, our learning from Bayer's Digital Farming journey is that it is important to start developing digital products WITH farmers, not for farmers. It is critical to have the mindset that farmers are partners instead of simply consumers of Digital Farming solutions.

Listening to our customer needs and the direction their farms are moving involves Digitalization, and

we at Bayer are passionate about being part of this evolution.

Sources

<http://www.xag.cn/en>

<http://www.bluerivertechnology.com/>

<https://www.farmersbusinessnetwork.com/>

<https://www.xarvio.com/en>

<https://www.statistik.sachsen-anhalt.de/>

USDA, "Farm Profits and Adoption of Precision Agriculture" <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=80325>

USDA, "Crop Production 2015 Summary" <https://www.usda.gov/nass/PUBS/TODAYRPT/cropan16.pdf>

Bayer, "Bayer and Bosch develop new, digital Smart Spraying solutions" <http://www.press.bayer.com/baynews/baynews.nsf/id/Bayer-and-Bosch-develop-new-digital-Smart-Spraying-solutions?>

Agribenchmark 2013/2014

Iowa State University for Max and Median Corn yields for Crop Insurance

Market research and team analysis conducted by the Bayer Digital Farming team

Diskussion



MODERATOR

Yes, thank you very much for your presentation and sharing your experiences with us. And also thank you for reminding us how important it is that problems can be very different in different parts of the world. So I am sure there will be many questions or comments.

DOLUSCHITZ, HOHENHEIM,

Thanks a lot for your nice presentation which I liked very much, and for introducing to us this interesting farmer business work FBN as a case study, which you did. I have three questions about this one. I was wondering which kind of organizational structure is behind this network? How is it organized? Second question would be, are agribusiness firms or companies also members of this network? And third question would be, who is doing the quality assurance of data which enters this system? Is there some editor or some assurance institution or whatever, just to make sure that the data are valid? And one comment to your summary, to the third point. It's actually also referring to the last presentation we had. I like very much the third point, which means participatory research. That could be an answer for many questions we raised today already. And as we know from other projects, the acceptance rate of technologies developed in such a way is much higher than when it only becomes developed by industry. Thanks.

ANTWORT

So maybe I will answer your question first on Farmers Business Network. So there are organisations that is funded by this big name Ventures, but they are operating as any organizations do. So Bayer manufactures, we are not affiliated with Farmers Business Network today. They operate very independently from any manufacturer or even distributors in the US market as far as I know. They have some relationship with wholesalers, but not really on the top-tier distributor level yet. So that is how they get their seeds and crop protection essentially. In terms of quality of data. So when they started, they had people in the Midwest area visiting farmers. And these people's goal is first to check that the farmer has uploaded, and second to make sure that the farmer uploads data on his whole farm, because essentially their whole business model is about people sharing. And if there is not a certain level of mass or a certain level of volume of data, then it does not work. So they in a way spent a lot, invested a lot of effort in terms of mass. And they had people on the ground knocking on farmers' doors to get their data. They did a very good job around creating a network of farmers. So all the young farmers today, they love being part of Farmers Business Network. It is like fraternity group for farmers now. They have done a really good job in terms of creating a network for farmers in the US. And that is also part of their success from a point. And in terms of developing with

farmers, I can also share with you quantitative statistics why for us this is really successful. So when at first we were running market research, we developed a screen prototype. We go to the farmer, interview the farmer. How happy are you with this screen? And usually those surveys come back with a 60 to 70 percent satisfaction rate on our products. Better not to ask them how happy they are or how satisfied they are, but we give them a finished product they will use across the season, they would still say they are only 60 to 70 percent satisfied. But if you ask them, will you use it again next season, 90 percent of them will say yes. So there is really this disconnect between satisfaction and usage. And for us, usage is what you measure. If you ask a farmer, are you happy, they will always say something they are not happy about. But at the end of the day, they use it. And that is when you know you have a successful product. So I would say all of the products in the market today have minimum repeat use rate of about 70 percent. So we can use that as your benchmark when you have your products and your prototype. So that is why we believe strongly in developing with the farmers because we have learned from our own experience. When you see the surveys you kind of freak out, 60 to 70 percent are so unhappy, but actually they use it in the end.

MODERATOR

Okay, thank you. Next question. Yes, please.

JUNG, KIEL

So if I remember correctly, you mentioned a camera-based system for distinguishing the crop and weed. Is that right? So my question is, how precise this system can distinguish between the two different plant species, the crop and the weed, because there are numerous weeds and they resemble the crop, at least in the very early stages of development.

ANTWORT

So the secret cause of all these recognition algorithms is not really the algorithm. So the machine you trained to run the algorithm runs in a static mode

essentially. The secret is the quality of pictures you train the algorithm with. So there is really a lot of... invested for all of the companies in the market that says they are doing machine learning to go picture by picture with a human being, an expert, actually annotating each and every disease, each and every weed, to whichever granularity. So right now the industry can say wow, machine learning. But all of that has a back end of an agronomist annotating pictures. It gets better over time, so the effect is really exponential. But at this stage, when people talk about machine learning and how you improve your algorithm, you improve your algorithm by making sure you have the best quality pictures that are annotated.

KÜHN, DUMMERSTORF

I have a more general question. The side of taking the picture is the one, and to provide a solution then is the other. How open is your device? So if there is a picture taken up so that there is a weed, and then there has to be sprayed some herbicides. So you provide this device for a particular chemical, a particular herbicide because... Do you allow the farmer to apply his own solution, identifying the weed and then having its own solution?

ANTWORT

So I think there are different models out there when it comes to solutions. Some are open systems, some are fixed. For the buyer essentially we made the decision as a company to have digital solutions that give you the best solution regardless if the underlying seed or crop protection is Bayer or not. The reason is, we believe we can only be competitive, if we give the best solution, regardless of what brand it is. Because there are other competitors out there, Farmers Business network who could not care less if it is a Bayer fungicide or not. So we believe we only have room to play, or it is essentially a license to operate to give objective recommendations in the market. Digital farming solutions, farmers will not accept it, if it is about selling more crop protection or if it is not the best solution for that farm.

MODERATOR

Perhaps related to that, my impression was that you of course have a focus on these spraying technologies and trying to improve them between different weeds and so on. If we keep in mind how complex this situation on the farm is, is the long-term plan to get this integrated in a broader concept managing the agronomy on the farm? Or is this thought to be maintained as a specific solution for spraying technologies? Also, the question is not only for other products, but also for other kinds of agronomy applications?

ANTWORT

Fertilization I cannot answer. I am not an expert in nutrition, but some of the spraying systems, they are open to all types of crop protection. All of the manufacturers today have efforts in developing formulations specific to different types of sprayers. So Bayer is not unique in this. There are products around developing the best formulation for drones, for all of these smart sprayers. So those are all ongoing. And that is why I believe once sprayers are broadly launching in the market, a farmer has full choice. I hope we develop the best formulation of course, but if we do not, the farmer has the choice. In terms of how this will change industry in general. We always believe that a decision supports life. So if we give you a recommendation about your farm, this has to go directly to the decision-maker. So in Europe, that is the farm. In the US, there are agronomists, not necessarily farmers. But we believe that this incident and decision-making has to go direct to the one making the decision. It does not mean that applicators do not have a role. We believe everyone has a role to play. So if we look at smart sprayer systems, custom applicators would have a big role there as well, because they are the ones who are managing implementation. So if you think about this, will this really be successful if it is not used correctly? And therefore there we see applicators to have a role.

MODERATOR

Thank you. Further questions or comments from the audience? So it is more or less the last chance because unfortunately, Roslyn will not be able to be with us until the end of the conference. But if there is no question for the moment, she will still be around us of course for the coffee break. So thank you very much again for your presentation and for sharing your views on company developments with us, Roslyn. Let us thank her again for coming here. Wonderful. And we have time for a coffee break now.

Digitalisierung von Stoffströmen in der Tierhaltung



Soll eine umfassende Digitalisierung von Stoff- bzw. Datenströmen im Bereich der Landwirtschaft (und damit auch der Tierhaltung) realisiert werden, sind zunächst die essentiellen Voraussetzungen dafür näher zu betrachten. Ausgangspunkt ist hierbei die Umwandlung von analogen Signalen, Informationen und/oder Daten in individuelle digitale Daten(-sätze). Die Basis für die Vernetzung dieser Daten stellt das Internet-der-Dinge dar. Durch diese Vernetzung entstehen sehr große, komplexe, unterschiedlich strukturierte und sich schnell ändernde Datenmengen (Big Data), die womöglich in Echtzeit verarbeitet und (sinnvoll) genutzt werden sollen. Hierzu ist jedoch zunächst zwingend ein entsprechend konzipiertes „offenes“ und über definierte Schnittstellen beliebig erweiterbares Daten(bank)managementsystem (bzw. Forschungsdatenmanagementsystem) für sogenannte Meta-Daten und unterschiedlichste Arten von „Anwendungen“ und Dienstleistungen zu entwickeln. Da ohne diese Voraussetzungen keine die Wertschöpfungskette begleitende oder übergreifende Digitalisierung von Stoff- bzw. Datenströmen im Bereich der Landwirtschaft real und vollständig umgesetzt werden kann, wird im nachfolgendem zunächst genauer auf diese Bereiche fokussiert bevor auf die generellen Anforderungen und die beispielhafte Umsetzung der Digitalisierung von Stoffströmen (z.B. in Form von Inhaltsstoffen) eingegangen wird. Denn das Kernproblem des Daten- und Informationsaustausches in der Landwirtschaft ist nicht das Fehlen von Standardisierung im Allgemeinen, sondern viel

mehr die mangelhafte semantische Interoperabilität zwischen verschiedenen Standards und Methoden der Datenrepräsentation für heterogene Datenquellen in verteilten (Datenbank-)Systemen. Daher müssen zu allererst Lösungen für diese Problematik entwickelt werden (z.B. mittels Semantic Web), mit denen Daten über Vokabulare und Ontologien auf eine Weise maschinenlesbar beschrieben werden können, dass Softwaresysteme (Apps) diese (in beschränktem Umfang) hinsichtlich der Bedeutung von Entitäten und Datenfeldern eigenständig interpretieren können. Ohne die Umsetzung dieser grundsätzlichen Voraussetzungen wird die vollständige Digitalisierung von Stoffströmen in der Landwirtschaft/Tierhaltung nicht umsetzbar sein.

Stoff- bzw. Datenströme der Tierhaltung zu digitalisieren beinhaltet zunächst die eher allgemeine Forderung praktikable und aussagefähige (Mess-)Parameter möglichst elektronisch (und evtl. georeferenziert) zu erfassen, diese in digitale Signale umzuwandeln und auf einer offenen und herstellerunabhängigen Datenplattform(en) so für Datenverschlüsselung, -management, -auswertung, -bewertung und -austausch vernetzt nutzbar zu machen, dass die jeweiligen (Urheber-)Rechte an Daten geschützt und die Sicherheit der Daten gewährleistet werden kann. Des Weiteren beinhaltet sie die (An-)Forderung, Daten Systemgrenzen übergreifend d.h. die Daten unterschiedlicher Betriebszweige (z.B. Innen- und Außenwirtschaft) oder auch die Daten gesamter Wertschöpfungsketten übergreifend miteinander zu vernetzen.

Dafür reicht es jedoch nicht aus sich ausschließlich auf den Austausch von (Meta-)Daten zu Datensätzen und auf bilaterale Vereinbarungen von Formaten zu stützen. Vielmehr müssen hierzu heterogene, verteilte Datenbestände umfassend integriert und maschinenlesbar verarbeitbar gemacht werden.

Im Zentrum der heutigen und zukünftigen Digitalisierung steht das *Internet-der-Dinge* (Internet of Things - *IoT*), auf dessen Basis die Vernetzung der „Daten und Dinge“ aller Akteure erfolgt. Die Ausgangsbasis für das IoT stellt die Entwicklung der RFID-Technologie im Bereich der Logistik dar, bei der die virtuelle und reale Welt miteinander verschmelzen. Hierbei sollten Computer (virtuelle Welt) in der Lage sein sich selbstständig „ohne den Menschen“ Informationen zu beschaffen; d.h. Dinge (reale Welt) können mittels Transponder durch ein entsprechendes Lesegerät „erkannt“ und ihnen Daten bzw. Informationen zugeordnet werden. Diese Technologie ist im Bereich der Innenwirtschaft/Nutztierhaltung Stand der Technik hinsichtlich der individuellen Erkennung und Rückverfolgung von Nutztieren. Im Bereich der Außenwirtschaft konnte sie sich (noch) nicht durchsetzen; die Forschung fokussierte hier z.B. auf dem „elektronischen Getreidekorn“ oder der elektronischen Kartoffel“. Durch die RFID-Technologie erhalten somit „Dinge“ (Menschen, Tiere, Waren, Geräte, etc.) ihre eigene individuelle Identität (individuelle Rückverfolgbarkeit). Gleichzeitig können „Zustände“ erfasst, gespeichert und weitergegeben sowie evtl. Aktionen durch Aktoren ausgeführt werden. Jedes „Ding“, d.h. Individuum, Gerät, Ware, etc. hat somit seine eigene „Identität“ und trägt ein Datenpaket, in dem es sich selbst beschreibt, seine Rolle im System/Prozess definiert und über seine Schnittstellen und Datenformate informiert. Damit wird es möglich allen Dingen, die bisher auf die Steuerung durch den Menschen/Bediener angewiesen sind, mittels elektronischer Vernetzung (Internet) eine Art „eigenes Leben“ zu geben (enchanted objects) und diese dann intelligent miteinander zu vernetzen (z.B. smart home: der Kühlschrank meldet wenn Milch eingekauft werden muss; smart livestock farming: das

Tier verändert durch sein Verhalten die Bedingung seiner Haltungsumwelt z.B. bezüglich der Fütterung oder Lüftung). Das IoT basiert somit zusammenfassend auf: der individuellen, unverwechselbaren und rückverfolgbaren Kennzeichnung von Objekten; der Speicherung individueller Information am/durch das Objekt oder in der dazugehörigen ortsunabhängigen Datenbank (z.B. in einer Cloud); der (selbstständigen) Vernetzung der Objekte; der individuellen Entscheidungsfindung auf Basis lokal ausgewerteter Information (Kontext-Sensitivität); der Nutzung individueller „Dienstleistungen“ z.B. in Form von Apps auf Abruf zur echtzeitnahen, ereignisorientierten Steuerung von Prozessen. Die „Welt“ bzw. die Umgebung/der Kontext, in der die Dinge agieren, wird ebenfalls durch die (eigenen) Daten beschrieben. Damit all dies möglichst in Echt-Zeit umgesetzt werden kann, spielt die reale Vernetzung und damit die Verfügbarkeit des Internets im ländlichen Raum eine zentrale Rolle. Hierbei ist zu beachten, dass sich ausgetauschte Daten nahezu in Echtzeit verbreiten können sowie nahezu kostenlos, unendlich oft kopierbar und faktisch nicht mehr zu löschen sind.

Die Umsetzung der Idee des IoT führt dazu, dass sehr große, komplexe und sich womöglich schnell ändernde Datenmengen erzeugt, verarbeitet und (sinnvoll) genutzt werden. Wenn diese Datenmengen so gestaltet sind, dass sie manuell oder mit klassischen Methoden der Datenverarbeitung nicht oder nur sehr begrenzt auszuwerten sind, wird auch vom sogenannten „*Big Data*“ gesprochen. Dementsprechend werden für Big-Data-Analysen eigens entwickelte Methoden der Datenspeicherung und -auswertung eingesetzt. Big Data kann anhand von vier Kriterien, die auch als die vier „V“ bezeichnet werden, charakterisiert werden: Volume, Velocity, Variety und Veracity.

Volume: Relevante Datenmengen beginnen im Terabyte-Bereich. Einzelbetriebliche Aufzeichnungen aus dem ISOBUS oder aus dem Stall liegen zurzeit volumenmäßig noch nicht im Bereich von Big Data.

Velocity: Spielt in der Landwirtschaft derzeit (noch) eine untergeordnete Rolle. Bei der Weiterentwicklung der Analyse von Pflanzenbeständen während der

Überfahrt oder des Überfluges, dem Monitoring des Tierverhaltens oder bei der Weiterentwicklung von in Echtzeit arbeitenden Telemetrie-Plattformen werden aber künftig wesentlich höhere Verarbeitungs- und Übertragungsgeschwindigkeiten gefordert sein.

Variety: Damit sind Daten in vielen verschiedenen Formaten und mit sehr unterschiedlichen z.B. zeitlich/räumlichen Strukturierungsgrad gemeint. Dieses Kriterium kommt dann zum Tragen, wenn in der Landwirtschaft damit begonnen wird, vielfältige Datenquellen zu nutzen, um komplexe Szenarien über die gesamte oder wesentliche Bereiche der Wertschöpfungskette abzubilden (wie z.B. bei der Digitalisierung von Stoffströmen bzw. Stoffflüssen in der Landwirtschaft).

Veracity: Die Notwendigkeit Daten zu verarbeiten, deren Aussagekraft nicht endgültig oder nur bedingt gesichert ist (wie z.B. bei der berührungslosen Erfassung von Inhaltsstoffen unter Praxisbedingungen auf landwirtschaftlichen Betrieben durch unterschiedlichste Akteure). Hier fehlen (bisher) entsprechende Erfahrungswerte. Es ist zu erwarten, dass die Akzeptanz in der Landwirtschaft (insbesondere aufgrund zu geringer Erhebungsgenauigkeiten) zumindest anfänglich vergleichsweise gering sein wird. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass die Bedeutung der Erarbeitung und Bereitstellung von belastbaren Referenzwerten bzw. sogenannten „Gold-Standards“ stark zunehmen wird. Denn nur durch diese kann die Belastbarkeit und hohe Aussagefähigkeit von meist durch Sensoren ermittelten/zur Verfügung gestellten Daten gewährleistet bzw. bewertet und überprüft werden.

Werden die vier „V“ als Kriterien angelegt, so ist die Landwirtschaft zurzeit also nur bedingt ein Einsatzgebiet für Big-Data-Technologien. Häufig wird Big Data in einem Atemzug oder gar synonym mit Entwicklungen genannt, die unter dem Begriff „Digitalisierung der Landwirtschaft“ zusammengefasst werden können. Dahinter verbergen sich Entwicklungen der Automatisierung und Robotik einerseits sowie des Datenaustauschs und der Vernetzung andererseits. Auch wenn die Digitalisierung sich sehr stark entwickelt und immer mehr neue Dienstleistungen rund

um Daten angeboten werden: der Zusammenhang mit Big Data muss nicht zwingend sein.

Big Data wird dazu führen, dass Forschung, Anwendung und Praxis näher zusammenrücken, da Daten von „Dingen aus der realen Welt“ d.h. von Versuchs- und Praxisbetrieben als Erkenntnisgewinn in einer Art „Virtuellen On-Farm Research“ genutzt werden könnten. So lassen sich mit Big-Data-Technologien Zusammenhänge aufdecken und Fragen beantworten, deren Erforschung bislang an der Komplexität des Systems und der fehlenden Interdisziplinarität der Forschenden gescheitert ist. Um diese fruchtbare Interdisziplinarität nutzbar und umsetzbar zu machen, ist jedoch die Infrastruktur für ein gemeinsames öffentliches **Forschungsdatenmanagement** zu schaffen und die Bereitschaft mitzubringen, individuelle Datenbestände und Erkenntnisse in diesen (öffentlichen) Pool einzubringen. Damit könnte die Qualitätssicherung von Daten/Erkenntnissen erhöht, Redundanzen vermieden und der interdisziplinäre Erkenntnisgewinn wesentlich erhöht werden. Jedoch ist die aktuelle diesbezügliche Situation im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass Metadaten meist nur über separate Veröffentlichungen/Datensätze vorliegen, diese Dateninhalte i.d.R. jedoch nur ungenügend beschrieben sind und die Daten in sehr heterogenen Formaten und zeitlich/räumlicher Strukturierung vorliegen. Darüber hinaus ist die Motivation für Forscher zurzeit gering, da derzeit (noch) keine adäquaten Anreize zum Aufbau und Umsetzung von einem gezielten (Forschungs-)Datenmanagements vorhanden sind.

Grundsteine notwendiger Komponenten, um die Bereitstellung von Daten bzw. eines adäquaten **Daten(bank)managements** im landwirtschaftlichen Bereich auch betriebszeig und betriebsübergreifend realisieren zu können, wurden in Projekten zunächst für die Außenwirtschaft und anschließend auch für die Innenwirtschaft beforscht. Wobei hierbei der Fokus im Wesentlichen auf der Standardisierung der Struktur (Syntax) (leider in „getrennten“ Ansätzen für Außen- und Innenwirtschaft) von Datenaustauschformaten lag. Als ein entscheidendes Fazit dieser vielfältigen Untersuchungen/Bemühungen wurde

jedoch immer deutlicher, dass ein Kernproblem des Daten- und Informationsaustausches in der Landwirtschaft nicht das Fehlen von Standardisierung im Allgemeinen ist, sondern viel eher eine mangelhafte semantische Interoperabilität zwischen verschiedenen Standards und Methoden der Datenrepräsentation für heterogene Datenquellen in verteilten Systemen. Einen möglichen Ansatz zur Lösung dieser Problematik stellen hierbei Technologien des Semantic Web dar, mit denen Daten über Vokabulare und Ontologien auf eine Weise maschinenlesbar beschrieben werden können, dass Softwaresysteme (Apps) diese (in definierten Umfängen) hinsichtlich der Bedeutung von Entitäten und Datenfeldern eigenständig interpretieren können. Erst mit einem solchen Ansatz wird die reale Umsetzung einer übergreifenden Auswertung von (Meta-)Datenbeständen überhaupt ermöglicht; aus der dann aus der „Vergangenheit“ für die „Zukunft“ (auch mittels künstlicher Intelligenz) „gelernt“ werden kann.

Um die erfassten bzw. die durch das Datenbankmanagement zur Verfügung gestellten Daten adäquat nutzen zu können, muss zunächst zwingend die Entwicklung gemeinsamer komplexer Datenbankmodelle in den Vordergrund rücken, an die wiederum angepasste Teilmodelle über definierte Schnittstellen andocken können. Am meisten Überwindung wird es jedoch kosten, Akzeptanz dafür zu entwickeln, dass möglicherweise nicht immer vollständig belastbare und nachvollziehbare Aussagen (z.B. aus „black-box-Modellen“ oder (selbst-)lernenden Algorithmen mittels künstlicher Intelligenz) zu einzelnen Sachverhalten getroffen werden. Hier bieten Big-Data-Methoden die Möglichkeit, die Unsicherheiten in Modellen transparent und mit entsprechenden Referenzwerten und (Gold-)Standards belastbarer zu machen.

Damit Big Data der Landwirtschaft in fachkompetenten Händen behalten werden kann, wäre es hilfreich, die Datenbestände zur landwirtschaftlichen Produktion und Forschung im Rahmen von Public-Private-Partnerships und im Sinne des Open Source und Open Access verfügbar zu machen.

Um eine „Roadmap“ zur *Digitalisierung von Stoffströmen in der Tierhaltung*/in landwirtschaftlichen Unternehmen zu erarbeiten und umzusetzen sind zunächst zwei Kernfragebereiche näher einzugrenzen:

- Welche Stoffströme/Flüsse sollen innerhalb welcher Systemgrenzen erfasst werden?
- Welchen Zwecken sollen die erfassten Daten dienen und für wen, wozu und in welcher „Datentiefe“ sowie in welchem Umfang nutzbar gemacht werden?

Für den Bereich der Tierhaltung liegt natürlich zunächst eine genaue Betrachtung der Nährstoffflüsse und ihrer Effizienz nahe, aber auch die Digitalisierung der Flüsse/Verwertung von In- und Outputs des Systems wie z.B. Betriebs-/Verbrauchsmittel, Energie, Arbeit, Dienstleistungen und/oder Leistungen für Gesellschaft und Umwelt erscheinen insbesondere dann sinnvoll, wenn Wertschöpfungsketten-übergreifend vernetzt werden soll. Die Zielsetzungen von Datenerfassung, vor allem aber die der Datenverwertung werden daher äußerst vielschichtig sein und zukünftig immer mehr vom reinen Beschreiben und dem modellbasierten Vorhersagen von „Prozessen“ hin zum selbstständigen Planen, Problemlösen und aktiver Entscheidungshilfe (Beratung durch künstliche Intelligenz) sowie zur umfassenden Bewertung vernetzter Prozessketten, zur Validierung der Transformation von (politischen) Maßnahmen und zur nachvollziehbaren Entlohnung „gesellschaftlicher“ Dienstleistungen tendieren.

Sollen unterschiedlichste Arten von Stoffströmen in der Tierhaltung bzw. im landwirtschaftlichen Unternehmen erfasst, vernetzt und für unterschiedlichste Anwender in Form von Anwendungen (Apps für z.B. Energie- und Nährstoffbilanzierung, Tierwohl- und Betriebsbewertung, etc.) nutzbar gemacht werden, sind zunächst die nachfolgenden grundlegenden Anforderungen zu erfüllen (die bislang noch fast überhaupt nicht praktische Realität sind): Betriebsteile und/oder unterschiedliche Betriebe wollen und können kooperieren und sind untereinander ebenso vollständig

datentechnisch vernetzt wie mit den entsprechenden (Betriebs-)Partner entlang der Wertschöpfungskette und werden zur „Kommunikation“ mit Verbrauchern, Gesellschaft sowie Behörden und Politik genutzt; die Datenerfassung interner (z.B. Stoffflüsse, Tierindikatoren, ökonomische Betriebskennzahlen, etc.) und externer Parameter (z.B. Wetter/Witterung, Märkte, Gesellschaftliche Interessen und Trends, etc.) Einflussparameter) über z.B. Sprache, Gesten, Sensoren, andere verfügbare Datenquellen, etc. ist in jedweder Form vollständig als digitale Information verfügbar und darüber können Stoffströme, Aktivitäten, Finanzen, etc. erfasst werden; Ziele an z.B. Art der Nachhaltigkeit und Sozialverträglichkeit der Produktion, Quantität und Qualität der Produkte, Tierwohl Vermarktungsweg(e), gesellschaftliche Akzeptanz, etc. sind formuliert und es gibt geeignetes Handwerkszeug in Form von Apps für Management, Prognose, Bewertung, Beratung, welche belastbare und individuelle Anbau/Aktions-Entscheidungen anbieten und eine betriebsübergreifende Optimierung aufgrund der gemeinsamen Datenbasis möglichen.

Um diese formulierten Anforderungen bzw. Bedingungen „nutzbare“ Realität werden zu lassen ist zunächst prioritär zu erreichen, dass: geeignete technische Lösungen entwickelt werden, welche eine Übertragung „analoger“ Daten von auf den Betrieben vorhandener (Verfahrens-)Technik in „digitale“ Informationen/Daten ermöglichen; diese komplexen und unstrukturierten Daten automatisch maschinenlesbar „sortiert“ und in betrieblichen Datenspeichern (wo und in welcher Art auch immer) übertragen werden; die automatische, herstellerunabhängige „Transformation“ von Daten aus der Innen- und Außenwirtschaft und damit deren ungehinderter Datenaustausch über gemeinsame Vokabulare und Ontologien ermöglicht wird; eine modular aufgebaute und frei skalierbare Datenzusammenführung aus mehreren betrieblichen Datenspeichern, inkl. der o.g. automatischen Daten-Transformation entwickelt wird, mit der gemeinsame Metamodelle (Datenmodelle) inkl. der Nutzung künstlicher Intelligenz erst ermöglicht wird; eine skalierbare, verteilte Datenspeicherung für viele Betrie-

be, große Datenmengen, lange Zeiträume, etc., und die damit verbundene dynamische Fortentwicklung von Schemata, Metamodellen und Ontologien konzeptionell (weiter-)entwickelt und umgesetzt wird; für eine dynamische Fortentwicklung von Daten- und Auswertungstools auch eine umfassende Erhebung der Bedürfnisse der jeweiligen Anwender erfolgt, da jederzeit neue Service- bzw. Dienstleistungsideen entstehen werden.

Die wesentlichen Herausforderungen für die betriebs-(zweig)übergreifende automatisierte Erfassung der Quantität und Qualität von Inhaltsstoffen liegen insbesondere im Bereich der beiden Big-Data-Kriterien: Variety und Veracity. Denn es handelt sich hierbei um zeitlich und räumlich sehr heterogene, unterschiedlich strukturierte und komplexe Daten(-sätze), die variabel (Sprache, Sensoren, Datenbanken, etc.), ortsspezifisch und/oder tierindividuell, hersteller- und geräteunabhängig sowie betriebszweigübergreifend (von der Außen- in die Innenwirtschaft und umgekehrt) erfasst und „weitergeleitet“ werden müssen (Abb. 1)

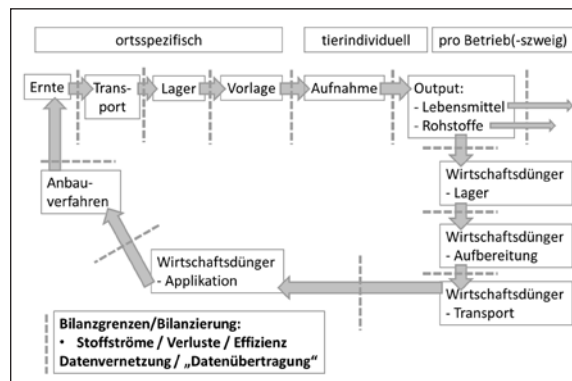


Abbildung 1: Möglicher Datenfluss und Systemschnittstellen zur vollständigen Bilanzierung von (inhaltlichen) Stoffströmen in der Innen- und Außenwirtschaft

Hinsichtlich der „Veracity“ liegen die entscheidenden Herausforderungen in den Bereichen der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der zu Erfassenden, und von Schnittstelle zu Schnittstelle zu übertragenen Daten bezüglich der Quantität und Qualität der Inhaltsstoffe. Sollen alle Teilbereiche der Prozesskette individuell bilanzierbar sein und die dort entstehenden Verluste bzw. die Effizienz der Inhaltstoffweitergabe bzw. –verwertung eindeutig erfasst werden, ist an allen Schnittstellen eine Datenerfassung sowie Datenweitergabe notwendig und eine Bewertung/Einschätzung der Datenzuverlässigkeit und –genauigkeit mehr als sinnvoll, um den die entsprechen Fehlertoleranzen sowie die Fehlerfortpflanzung über die gesamte Prozesskette einschätzen zu können (Abb. 1). Hierzu ist es ebenso notwendig die Ergebnisse zu den (regelmäßig durchzuführenden) Kontrollen von Genauigkeit und Wiederholbarkeit bzw. Kalibrierungen der an den jeweiligen Schnittstellen eingesetzten Technik/Sensorik zur Ermittlung von Quantität und Qualität zur erfassen und die Messdaten diesbezüglich automatisch zu „korrigieren“.

Die zur Erfassung der Stoffströme notwendige On-line/In-line-Ermittlung der Quantität – i.d.R. mittels Wiegung und/oder Durchflussmessung - stellt hinsichtlich Automatisierung, Genauigkeit und Kalibrierungen die sensor- und verfahrenstechnisch „geringste Hürde“ dar. Für die nicht invasive On-line/In-line-Bestimmung der Qualität bzw. der aktuellen Zusammensetzung an Inhaltsstoffen stellen spektroskopische Verfahren (z.B. NIRS) die grundsätzlich verheißungsvollste Mess-/Sensortechnik dar. Unter standardisierten und reproduzierbaren Erhebungsbedingungen (Labor- bzw. Forschungsbereich) werden damit bereits seit vielen Jahren in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen (sehr) hohe Genauigkeiten bei der (kommerziellen) Inhaltstoffbestimmung reproduzierbar erreicht. Diesen hohen Genauigkeiten bei der Bestimmung von Inhaltsstoffen lassen sich aber nicht „einfach“ auf Anwendungen unter Praxisbedingungen skalieren. Daher hinken die unter realen Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis zu erreichenden Analysegenauigkeiten denen unter Labor-/

Versuchsbedingungen immer noch so weit hinterher, dass diese zurzeit als keine breit verbreitete und hinsichtlich einer ausreichenden Genauigkeit allseits akzeptierte Methode angesehen werden (können). Denn die Genauigkeit und Belastbarkeit der damit ermittelten Werte unter realen Praxisbedingungen hängt neben standardisierten Verfahren zur repräsentativen Probennahme und Probenpräsentation vor allen von substratspezifischen, möglichst dynamisch angepassten und gepflegten betriebs- bzw. anwendungsspezifischen Kalibrierfunktionen und zu etablierenden Kalibrierstandards ab. Daher wird die Bedeutung der Erarbeitung und Bereitstellung von belastbaren Referenzwerten bzw. sogenannten „Gold-Standards“ stark zunehmen. Denn nur durch diese kann die Belastbarkeit der ermittelten Sensordaten gewährleistet werden. Dies ist die entscheidende Grundvoraussetzung für deren verbreitete Anwendung und Akzeptanz (wie z.B. durch Behörden im Rahmen der betrieblichen Dokumentationspflichten).

Diskussion



GROSS, BERN

Sehen Sie darin Vorteile für die Gesetzgebung oder die Interaktion mit der Gesetzgebung, wenn Sie auf Betriebsebene, auf individueller Ebene, Stoffströme bilanzieren? Beispielsweise für die Düngeverordnung, anstatt dass man einfach vom pauschalen Listenwert ausgeht?

ANTWORT

Diese Frage kann ich nur sehr ambivalent beantworten. Ich würde es mit einem eindeutigen Jain probieren. Ja, weil mit Sicherheit, wenn ich das von meiner Unternehmenseite her erstmal sehe, natürlich bestimmte Dokumentationspflichten mehr oder weniger damit erschlagen habe. Die Frage ist natürlich, habe ich eigentlich immer noch die Hoheit über meine Daten, wer mit ihnen in welchem Bereich arbeiten kann. Der ein oder andere überlegt sich das wahrscheinlich. Also daher muss man, glaube ich, gut überlegen ob man das tut. Wichtig ist bei der Frage glaube ich nur, dass ich als Dateninhaber die Freiheit der Entscheidung habe. Dass ich das tun kann. Dass Sie dorthin gehen oder eben nicht dorthin. Das ist das ganz Entscheidende. Das liegt letztendlich, glaube ich, an mir. Weil für viele Bereiche wäre es natürlich hochinteressant. Was aber, wenn wir uns das jetzt flächendeckend denken so wie wir Landwirtschaft haben, käme sicherlich das ein oder andere, ich nenne das jetzt mal vorsichtig, interessante Ergebnis heraus, dass Soll und Ist nicht immer so gut zusammenpassen.

BRUCKMAIER, BERN,

wie schätzt du das ein, welche Rolle möglicherweise das Tierwohl und die Gesundheit in diesem Bereich haben könnten? Man weiß also, wenn in bestimmten Haltungssystemen, wo Tiere offenbar dauerhaft unter Stress sind, sind die Zuwachsraten bei gegebener Futtermenge zum Beispiel schlechter und so weiter. Also wenn man eigentlich davon ausgeht, dass sich diese Stoffströme ja von der Futterpflanze über das Tier letzten Endes fortsetzen könnte, dürfte das eine ganz wesentliche Rolle spielen. Und wenn man den Faden hier ein bisschen weiterspinnt, wenn man ein bisschen auf die Konsumentenseite hört, all diese Technisierungen, Perfektionierungen, haben ja nicht den besten Ruf in der Öffentlichkeit oder bei den Konsumenten. Wenn man natürlich gute Gründe hätte das positive Effekte für die Tierhaltung sichtbar werden, dann wäre das gleich eine ganz andere Geschichte.

ANTWORT

Ich will das mal grundsätzlich mit einem knappen Ja beantworten. Weil letztendlich die Frage ist immer: Wie gehe ich mit diesen Fragen um und wie offensiv bin ich indem zu zeigen was positiv an meinem Verfahren ist und welche Wechselwirkungen ergeben sich. Und das ist ja, glaube ich, auch einer dieser Punkte warum diese Art Bewertung und Bewertungsindikatoren in Kombination mit Daten, glaube ich, so wichtig ist. Damit ich sowohl als Betriebsleiter auch anderen gegenüber, das heißt der Gesellschaft, mei-

nen Kunden gegenüber, zeigen kann was beinhaltet meine Art der Produktion. Und das kann man sich in diesem Bereich denken. Genauso, wir haben das heute Morgen schon andiskutiert, wie Fragen z.B. Auswirkungen auf die Biodiversität. Das heißt, man kann es als Chance nutzen. Damit kann ich natürlich nicht verhindern, dass vielleicht das ein oder andere mit den Daten passiert, was ich nicht möchte. Aber grundsätzlich würde ich immer erstmal sagen ich würde es als Chance sehen.

BERCKMANS, LEUVEN

the overall model, as you all it, is that at the end a model where the parameters have a physical or biological meaning or is it more an abstractive thing?

ANTWORT

In my opinion, what we really have to address is hat it could be both ways. The question is which way do we take because they have all advantages and disadvantages. Up to now I am personally going more in the direction... There was a good slogan when they introduced a Smart car. They said: Reduce it to the max. So in my opinion, we should have only a few parameters, which we can really measure. But this to be exact so that we have a reliable system. So that's my personal view.

BAHRS, HOHENHEIM

Wenn wir uns die Digitalisierung von Stoffströmen in der Tierhaltung anschauen und dass man viele Tiere (Rinder, Schweine, Geflügel) in den wichtigsten Bereichen der Nutztierhaltung in Deutschland hält. Was meinen Sie wie und in welcher Geschwindigkeit werden die Unterschiede der Digitalisierung von Stoffströmen mit allen Techniken aussehen und wie würden Sie das begründen?

ANTWORT

Das ist eine gute Frage. Wir nehmen mal den Stoffstrom von Inhaltsstoffen, also Nährstoffen als Beispiel. Dann würde ich mir eigentlich vorstellen, dass gerade in dem Bereich, wo man es nicht erwarten würde,

einmal Rinderhaltung sehr interessant ist. Weil, ich habe ja über die Nachernteverluste gesprochen, so habe ich es jetzt in der Hand ob ich jetzt 30 Prozent Verluste habe nachdem ich es vom Feld geholt habe, und ein Drittel weniger in den Stall bekomme oder vielleicht nur 15 Prozent, dann ist das schon ein entscheidender Punkt. Und weil ich dann natürlich auch genauer beschreiben kann wie sieht denn wirklich die Effizienz meiner Nährstoffverwertung aus. Und die ist ja durchaus im Bereich der Tierhaltung nicht immer so wie das der eine oder andere gerne hätte. Also da kann ich mir das gut vorstellen weil auch der restliche Bereich, zumindest von der Leistungsseite, gut beschrieben ist. Also was ist Milchmenge, Milchinhaltsstoffe. Eine Herausforderung, ist natürlich die Frage der tierindividuellen Futteraufnahme. Also deshalb könnte ich mir gut vorstellen, dass man das in diesem Bereich am ehesten mehr oder weniger durchdeklinieren kann. Was nachher die Nährstofffrachten angeht, was geht aus meinem Betrieb heraus, da ist natürlich, glaube ich, der Druck eher in den Intensivregionen wichtig. Das heißt, all das sozusagen, was kommt hinter dem Tierschwanz raus. Und wenn ich nur diesen Teilbereich betrachte, und das ist ja auch ein Bereich um den wir uns momentan viel mit anderen beschäftigen, das glaube ich, hat auch eine sehr starke Eigendynamik, aufgrund der politischen Rahmenbedingung. Das heißt da wird sich auch eine Menge tun. Also das wären die Bereiche, wo ich glaube, dass die Stoffstrombereichen wichtig sind und wo Nutzen entsteht, das wäre der Versuch meiner Einschätzung.

STUMPENHAUSEN, WEIHENSTEPHAN

Ich habe zwei Fragen. Punkt eins: Wir sind ja in der Innenwirtschaft schon sehr automatisiert mit sehr vielen Robotern. Was fehlt ist die Vernetzung oder die Vernetzbarkeit. Deswegen die erste Frage: Wer setzt dafür den Standard? Frage zwei: Wir haben schon gehört wir kommen um irgendwelche lokalen oder regionalen Clouds nicht herum. Wer entwickelt und betreibt diese Clouds zukünftig?

ANTWORT

Das sind zwei gute Fragen. Ich versuche mich mal mit der Ersten. Wer setzt den Standard? – Was wir schon gehört haben ist, die Entwicklung von Standards ist ein mühseliges Geschäft und dauert ewig. Und meistens geht die technische Entwicklung schon schneller, bis die Standards fertig sind. Frage: Macht es Sinn weiterhin auf die Standardisierung zu setzen und darauf zu hoffen? Ich glaub nicht, nein, sondern es ist ja eher die Frage: Wie kann ich das, was da ist, wirklich nutzen? Und dafür brauche ich keine neuen Standards. Also das heißt, ich würde nicht das Ziel darin sehen jetzt noch einen weiteren Standard auf den Weg zu bringen. Sondern viel wichtiger ist ja, dass das, was da ist, nutzbar gemacht wird. Und das hat nur bedingt etwas mit dem Standard zu tun. Wie kann ich die Werte in den Standards, die es ja gibt z.B. ISOnet oder ISOagriNET, wie kann ich diese besser nutzbar machen? Das, glaube ich, ist für meine Begriffe aussichtsreicher. Und zur zweiten Frage: Ja, wer stellt das zur Verfügung, richtig? Die Cloud war jetzt hier eine Frage. Ich weiß es nicht. Also wenn ich die Gespräche mit unseren Studierenden sehe, dann sind die ja alle sehr Cloudaffin. Bei Ihren Betriebsdaten sind alle vorsichtig. Also da geht diese Cloud-Affinität zurück. Ich muss die Möglichkeit als Unternehmer klar einschätzen, wo schicke ich meine Basisdaten hin. Der Dienst zum Datenaustausch muss von beiden akzeptiert werden. Ich glaube es muss ein flexibles System sein. Und eine Idee des Agrirouters, der angesprochen wurde, ist das ja letztendlich. Dem ist das egal wie und wo das gespeichert wird, Hauptsache ich stelle die Kommunikation sicher. Weil meine Überzeugung ist, dass wir schon da mehr dezentrale Lösungen haben und dass das verheißungsvoller ist als auf diese großen Lösungen, von zentralen Servern zu warten. Abgesehen wer soll das zahlen, wer soll das zur Verfügung stellen? – Glaube ich nicht.

ADAM, MÜNSTER

Herr Hartung, wir beschäftigen uns intensiv mit Stoffstrombilanzen in den Veredelungsregionen des Münsterlandes und mit dem Nährstoffmanagement,

sicherlich keines der größten. Aber ich würde mal behaupten, dass wir uns im Bereich der Tierhaltung so quasi in einem Bereich der Digitalisierung bewegen. Auf der einen Seite sehr gut erfasst was Landwirte zukaufen und was sie verkaufen. Aber im Bereich der sogenannten plausibilisierten Nährstoffbilanzen stoßen wir auf große Probleme, weil die Landwirte, das zeigt sich wahrscheinlich bei den innerbetrieblichen Stoffströmen, insbesondere was vom Acker kommt, in der Regel nur geschätzt wird. Das Problem entsteht dann dadurch, dass wir geschätzte Nährstofferträge mit exakt erfassten Verkaufsnährstoffen vergleichen. Und es kommt im Einzelfall zu Fällen, dass Betriebe gezwungen werden aufgrund der Bilanz Gülle abzugeben, die sie gar nicht haben. Sie reagieren genauso wie die Landwirte reagieren. Ich wollte Sie um Ihre Meinung bitten ob die Forderung besteht Können/müssen wir die Landwirte dazu ermuntern auch die innerbetrieblichen Stoffströme quantitativ und qualitativ zu erfassen, sprich jeder Futterwagen bevor er ins Silo geht über die Waage? Wenn ich das als Berater sage, muss ich Personenschutz beantragen. Aber Sie als Wissenschaftler leben da nicht ganz so gefährlich.

ANTWORT

Da wäre ich mir nicht so sicher. Das hängt immer davon ab wie weit Sie mit im politischen Geschäft sind. Ich glaube man muss sehr konsequent sein. Und konsequent ist, wenn ich diese Bilanzierung wirklich haben will, dann muss ich exakt die Masse bestimmen und dabei ist das Wiegen – Entschuldigung – das einfachste. Letztendlich, ich brauche eine stationäre oder mobile Waage. Was clever bei der Lösung sein muss, dass ich automatisch die Fahrzeugkontrolle habe, Beispiel, Häckslers im Bereich befüllt. Die Information muss er mit zur Waage nehmen. Dann wird das Gewicht zugeordnet. Der lädt im Silo ab. Das ist noch, relativ gesehen, einfach. Also die Massen, die machen mir nicht so das richtige Problem. Das Interessante ist die Nährstoffzusammensetzung, die Analyse. Weil, da sind wir wieder dabei, wir werden die Analysen dazu gemacht. Das heißt, wir brauchen

irgendwelche nicht invasiven Verfahren. Da liegt die Herausforderung. Weil, dann müssen wir auch so ehrlich sein und sagen: welche Genauigkeit will ich haben und unter welchen technischen und preislichen Voraussetzungen? – Und das ist, glaube ich, teilweise im Moment noch etwas ernüchternd. Genauigkeit, die eine Behörde gerne hätte, ist technisch vielleicht noch gar nicht realisierbar. Die Werte schwanken um plus 20 Prozent. Man braucht ja nur mal die DLG-Prüfung oder DLG-Prüfberichte nachsehen, wo liegen die Schwankungsbereiche. Dann muss ich aber auch akzeptieren, dass dieser Schwankungsbereich real ist und ich im Schwankungsbereich nicht weiß ob es in diese und die andere Richtung geht. Ich glaube das muss man einfach offen kommunizieren. Bloß, das wird durchaus anders gesehen. Die hätten gerne eine Zahl mit einer Genauigkeit, mit der sie gern arbeiten. Also daher, wie gesagt, die Inhaltsstoffanalyse ist für mich die Herausforderung. Und solange das natürlich nicht vernünftig gelöst ist, kommt es genau

zu den Effekten, die Sie angesprochen haben. Und dass das nicht etwas ist, was Landwirte motiviert um zu sagen „Da mache ich mit“, das ist natürlich völlig klar. Da haben Sie völlig recht. Da müssen wir einfach noch genauer werden und die Frage ist auch: Wer organisiert das dann? Wie gesagt, wir diskutieren das gerade in dieser kleinen Gruppe Digitalisierung und Wirtschaftsdünger. Da sind auch die Lohnunternehmer mit dabei und die Maschinenringe, der Bauernverband und die Landwirtschaftskammern. Und wir überlegen wer nimmt das dann in die Hand, um nachher zusagen wenn du das Paket nutzt, ist eine bestimmte Art der Dokumentationsgenauigkeit gewährleistet. Weil, wenn ich das nicht kann, kann ich den Rest vergessen. Entschuldigung für die lange Antwort.

RODEHUTSCORD, HOHENHEIM

Herr Hartung, ganz herzlichen Dank nochmal für Ihren Vortrag und die Diskussion.

Real-time monitoring of animals

-Precision Livestock Farming-Abstract



The worldwide demand for meat and animal products is expected to increase by at least 40% in the next 15 years. The first question is how to achieve high-quality, sustainable and safe meat production that can meet this demand. At the same time, livestock production is currently facing serious problems. Concerns about animal health in relation to food safety and human health are increasing all the time. Europe wants improved animal welfare and has made a significant investment in it. At the same time, the environmental impact of the livestock sector is far from being solved. Finally we must ask how the farmer, who is the central figure in this process, will make a living from more sustainable livestock production. One tool that might provide real opportunities is Precision Livestock Farming. Continuous, fully automatic monitoring and improvement of animal health, welfare, yields and the environmental impact should become possible. It has to be considered that animals, just like humans are CITS systems: Complex, Individually different, Time varying and Dynamic. This paper presents examples of systems that have already been developed in order to demonstrate the potential of this technology.

1. Problem

All published forecasts and predictions expect the *worldwide demand for meat* to increase by at least 40% in the next 15 years and by 75% in 2050 (FAO, 2007).

At the same time the world is worried about disease transfer from livestock to humans and this

makes *animal health* a top priority. There is significant room for improvement in the treatment of health problems on farms; for example use of antibiotics is far too high and must be reduced.

Europe has recently invested a lot of money in developing a methodology to score *animal welfare on farms*. The EU now wants to implement this in practice by means of new directives. Farmers, however, are already squeezed by so many rules and laws that this is not an attractive task for an independent entrepreneur.

Finally, we must find a means of implementing more sustainable livestock production systems as the *environmental impact* of our meat production system is currently too high. For example, more than 92% of the ammonia in the environment is due to animal production. In naturally ventilated buildings there is no accurate way of measuring the ventilation rate and consequently no accurate way of measuring gas emissions. Most of the livestock houses worldwide are naturally ventilated houses.

As a result of all these factors, it is no longer easy to make a living from livestock farming. Farmers have to manage a complex situation in balancing feed and energy costs against meat prices. The animal is influenced by many physical and social/environmental variables that must be controlled in order to manage a number of process outputs such as animal health and welfare, product quality, environmental impact and, last but not least, a decent economic return for the farmer.

Worldwide demand for animal products is increasing, but at the same time the number of farmers producing animals is decreasing year on year. As a consequence livestock farms will not become smaller but will continue to increase in size. Today the profit per animal is so low that the farmer needs to keep more animals in order to earn a decent income. As a result, he has *less time available per individual animal*, which makes it more difficult to monitor and manage his animals properly. This is a key problem: the modern farmer is too far away from the essential part of this biological process – the animal. He has to take more decisions sitting at his computer as he cannot spend enough time in contact with his animals.

Due to the economic constraints, it is unlikely that the number of animals on a farm will decrease. Even small farms with a limited number of animals must deal with problems such as product quality control, animal health and welfare and bio-security. Many stakeholders are involved in livestock production nowadays; these include the animal, the farmer, retailers, the equipment industry, consumers, the general public, the press and governments. For most of them it is clear that a new approach is needed if we are to solve the problems we are currently facing in livestock production. Wherever in the world this process takes place, farmers face the question of how to incorporate all the requirements for all the individual living organisms into a sustainable livestock production system.

2. Precision Livestock Farming: biology meets technology

The objective of Precision Livestock Farming is to create a *management system based on continuous automatic real-time monitoring and control of production/reproduction, animal health and welfare, and the environmental impact of livestock production.*

Precision Livestock Farming (PLF) is based on the assumption that continuous direct monitoring or observation of animals is crucial in enabling farmers to detect and control their health and welfare status at any given time. Ultimately, a happy and healthy

animal might provide the best guarantee of product quality in the long term. Nowadays the farmer can use modern technologies to measure different parameters on the farm (ventilation rate, feed supply, heating/cooling supply, etc.), but none of the tools available up to now has measured the most important variable in the production process: the animal.

Technological development and progress have advanced to such an extent that accurate and affordable tools are now available: cheap and powerful cameras, microphones, sensors (3D accelerometers including gyroscopes, temperature sensors, skin conductivity sensors, glucose sensors, etc.), wireless communication tools, internet connections, cloud storage, etc. Modern technology makes it possible to place cameras, microphones and sensors so close to the animal that they can replace the farmers' eyes and ears in monitoring individual animals.

The aim of PLF is to combine all the available hardware with intelligent software in order to extract information from all the data. PLF can offer a management tool that enables a farmer to monitor his animals automatically and to create added value by guaranteeing improved health, welfare, yields and environmental impact.

3. A living organism is a CITD system

Since we aim for an early warning system it is wise to focus on the first signs that can be monitored in a non-invasive and contactless way in a group of animals. When the animal experiences less ideal conditions it will show a first response in behavioural changes and these first signs should be picked up by the PLF sensing technology such as images and/or sound analysis.

As stated in the first EC PLF conference in 2003 (Berlin) a living organism is a so called "CITD system standing for Complex, Individually Different, Time-Varying and Dynamic (Berckmans and Aerts, 2006; Quanten et al., 2006). It is obvious that a living organism is much more complex than whatever mechanical, electronic system or ICT system. The complexity of information transmission in a single cell

of a living organism is much higher than most other systems that can be considered. In the biological research and the management of biological process (e.g. medical world, livestock world) in industry and society, the general trend still is to compare groups of living organisms by looking for statistical differences in experiments. Statistics is mainly developed for finding significant differences between the averages of groups. There however is not a single living organism that lives or acts as the purely theoretical average of a group since all living organisms are individually different in their responses. This imposes serious questions on the way a lot of research is done on animals and on humans. The time varying character of a living organism means that the way a living organism is responding to a (environmental) stimulus or stressor might be different every time when it happens. A living organism is constantly looking for a good energy balance and as a consequence is continuously changing its physical condition and mental status. Of course living organisms are dynamic systems.

This CSTD nature of living organisms has an important consequence on how what type of algorithms we have to develop. It implies that algorithms to monitor these time-varying individuals must continuously adapt to the individual and/or use principles that can be used in real time in the field application.

The method of this paper is to explain some basic principles by taking an example. In this case the example is the real time monitoring of infection in pigs by using real time sound analysis.

4. Examples of monitoring by PLF

3.1. Continuous health monitoring by real-time sound analysis

Respiratory pathologies are widespread in intensive pig farms; their incidence and prevalence are high and their principal symptom is coughing. The importance of these diseases must be viewed from both an economic and a hygiene perspective in terms of the high cost of veterinary intervention and

the loss of profit due to higher mortality (in 15% of cases) (Baumann, 2002) or a drop in production due to reduced feed conversion and a lower growth rate. It is very unlikely that a pig will reach the slaughter weight without having suffered some kind of respiratory problem (Leman, 1992). It is also known that detecting illness in individual animals and providing individual care or group-by-group mass treatment in response to illness are not very effective, and are also costly. It is crucial to investigate cough sounds with the aim of understanding respiratory diseases and to use bioacoustics for real-time monitoring purposes.

The importance of coughing as a means of continuous monitoring applies to animals as well as to humans. It has been shown that pig vocalisation is directly related to pain and classification of such sounds has been attempted (Marx, 2003). It is also common practice among veterinarians to assess cough sounds in pig houses for diagnostic purposes. In this regard, there have been attempts to identify the characteristics of coughing in animals (Moreaux, 1999; Van Hirtum, 2002a) and to automatically identify cough sounds from field recordings (Van Hirtum, 2002b; Van Hirtum, 2003).

Since the sound produced while coughing has special characteristics when the respiratory system is infected, the possibility of “labelling” the different sounds as soon as possible can be a very useful instrument for prompt disease detection so that targeted interventions can be prepared (isolation of the box, targeted use of antibiotics, etc.).

Algorithms to distinguish between pig coughs have already been validated. Initially, these algorithms were able to distinguish between sounds, then between coughs and sounds, and more recently between pathological and non-pathological coughs. (Van Hirtum et al., 1999; Chedad et al., 2001, Van Hirtum and Berckmans, 2002) (Figure 1).

Validation of these algorithms in the field, conducted in a piggery in Lombardy (Italy), has shown that the algorithms developed are able to classify the cough correctly in 86% of cases (Guarino et al., 2004).

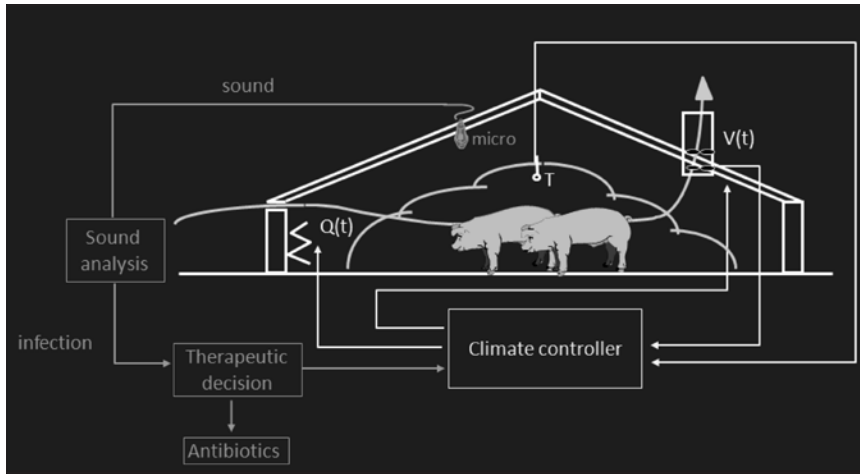


Figure 1: Sound analysis is used in real time to monitor the health status of pigs.

3.2. Continuous welfare monitoring by real-time image analysis

By introducing cameras into livestock houses it is possible to monitor the animals at an image speed up to 25 images per second using normal cameras. When top view cameras are used it is possible to develop many different algorithms that are easy to implement in real livestock houses.

In broilers, for example, the eYenamic system has been developed for continuous automatic monitoring of broiler behaviour in a livestock house. The EU specifies that a broiler farmer must carry out a visual inspection of his animals at least twice a day, but the eYenamic system does the job continuously. The zone occupation index and zone activity index of the broilers is calculated from the top view cameras in the broiler house (Figure 2). As shown in Figure 3, the zone occupation index of the birds can vary greatly from 15% at 02.00 hours to 50% in the afternoon when the inside temperature is higher in that specific zone. The 15% zone occupation index shows that birds only occupy that zone so that they are close to the drinking line for eating or the feeder pans, indicating that something might be wrong with the temperature or air flow pattern. If the system

generates abnormal values, it immediately sends the farmer an alarm message and advises him to check what is wrong with the animals.

Another interesting example is automatic camera analysis of dairy cows whenever they approach the milking robot. By carrying out image analysis and calculating model parameters from the image infor-

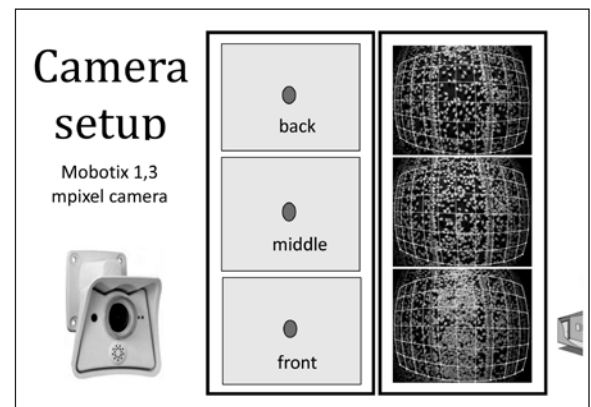


Figure 2: The eYenamic camera system for monitoring broiler behaviour.

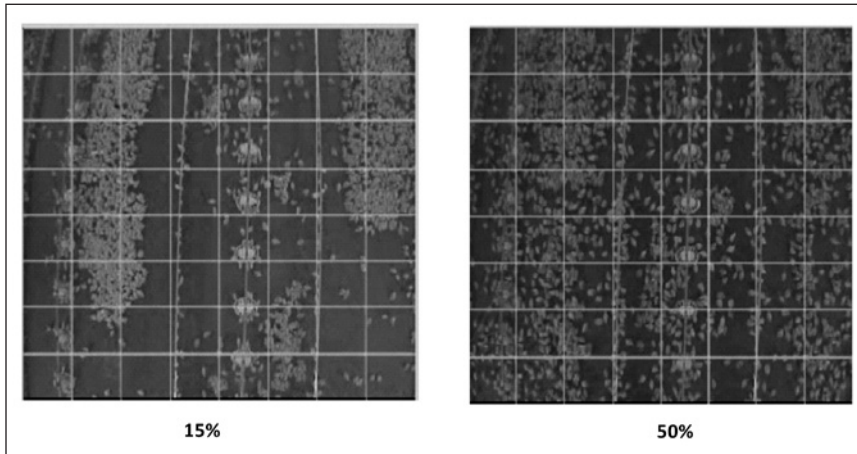


Figure 3: Images used to calculate animal activity, zone occupation index and animal distribution.

mation, it was possible to develop an algorithm for automatic detection of lameness problems in dairy cows. Such techniques provide continuous and fully automatic monitoring of all individual cows, a process which the farmer can no longer carry out himself (Figure 4).

5. Technology is ready to meet biology

Fortunately the *new technology* is now reaching the point where its application to biological processes becomes realistic. Wireless data transmission, for

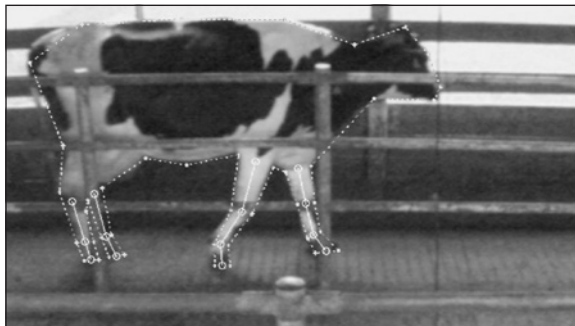


Figure 4: Real time image-based monitor to calculate gait parameters for lameness detection.

example, is becoming cheap and reliable. The sensor and sensing (camera, sound) technologies that are needed to develop Precision Livestock Farming (PLF) products, have become small and reliable enough to be used within the harsh environment of livestock production.

Within technology development there are some important rules and milestones which speed up both application of the technology and progress. One of these important rules is that the main factor determining the cost of technology is the number of units produced. The fact that devices such as mobile phones are so successful worldwide has an important impact on the decreasing cost of wireless communication and is pushing this technology into other applications such as PLF. Moreover, the livestock market involves huge numbers of animals and processes, making it possible to produce customised, applied technology at reduced costs.

6. Conclusion

If properly applied, Precision Livestock Farming will offer new opportunities to increase the efficiency and sustainability of farming and livestock production, to improve the health and welfare of animals and to guarantee full traceability of the entire supply chain

in order to provide the consumer with a guarantee of food safety.

New milestones could be reached in a short time, but if we are to achieve results quickly, a number of disciplines will have to come together and create new synergies in order to provide space and opportunities for a wide range of skills (veterinary, agricultural, engineering, ethological, medical, physical, mathematical, etc.).

PLF technology will create added value for many stakeholders, especially as a management tool for farmers, making it possible to improve animal welfare, health, efficiency and the environmental impact.

Bibliography

Baumann B., Bilkei G. Emergency culling and mortality in growing/fattening pigs in a large "farrow-to-finish" production unit. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 2002; 109, 26-33.

Berckmans D. 2003. Precision livestock farming research. First European Conference on Precision Livestock Farming, Berlin, Germany, June 15-19.

Chedad A., Moshou D., Aerts J.-M., Van Hirtum A., H. Ramon, D. Berckmans. 2001. Recognition system for pig cough based on probabilistic neural networks. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 79(4): 449-457.

De Wet L., Vranken E., Chedad A., Aerts JM., Ceunen J., and D. Berckmans. Computer-assisted image analysis to quantify daily growth rates of broiler chickens. *British Poultry Science* 44 (4): 524-532.

FAO Corporate Document Repository, Global and regional food consumption patterns and trends, Agriculture and Consumer Protection report, 2007.

Leman A.D., Straw B., Glock R., Mengeling W.L., D'allaire's., Taylor D. j. Diseases of swine. 7th edn., (1992) ed. Iowa State University Press.

Marx G., Horn T., Thielebein J., Knubel B., Von Borelle. Analysis of pain-related vocalisation in young pigs. *Journal of Sound and Vibration*. 2003; 266, 687-698.

Moreaux B., Beerens D., Gustin P. Development of a cough induction test in pigs: effects of sr 48968 and enalapril. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 1999; 22, 387-389.

Van Hirtum A., Aerts J.-M., Berckmans D., Moreaux B. and Gustin P. 1999. On-line cough recognizer system. *Journal of the Acoustical Society of America* 106(4:2): 2191.

Van Hirtum A., Berckmans D. Assessing the sound of cough towards vocality. *Medical Engineering & Physics*, 2002a; 24 (7-8), 535-540.

Van Hirtum A., Berckmans D. Automated recognition of spontaneous versus voluntary cough. *Medical Engineering Physics*, 2002b; 24 (7-8), 541-545.

Van Hirtum A., Berckmans D. Fuzzy approach for improved recognition of citric acid induced piglet coughing from continuous registration. *Journal of Sound and Vibration*, 2003; 266, 677-686.

Vranken E., Berckmans D. and V. Goedseels. 1996. New possibilities for bio-environmental control in livestock buildings. Proceedings of sixth international conference on computers in agriculture, Cancun, Mexico, June 1996, 489-496.

Diskussion



Thank you very much for the very interesting and informative overview about PLF and I learned this process is important, keep it simple in predictive models. And so, in this sense, we can say PLF is like a model predicted base control approach?

I think that's the right description. So the presentation is up for discussion. Who wants to start with questions?

GÖTZ, GRUB

Daniel, it looks to me as if you are always able to find features, simple to measure feature variable and that it's always enough to have one variable to explain a certain behaviour or to solve a certain problem. Is that really the case or are there also cases where you need four, five variables to have good results?

ANTWORT

Look what we did since '91. I can tell you there was not a case where we measured more than four variables and where we have a model with more than seven parameters. It's that because the system is varying in time. Your model must vary with the system and it's in the variation of the model parameters that the information is. And take now what they call deep learning, because nobody knows exactly what. But let's say it's a neural network. We tested a lot on that too. Then you can have a model with, let's say 200.000, parameters. – You never follow such a frustration in an animal. You cannot estimate 200.000 parameters. But where it works, that is for a very

complex situation that you want to recognize. For example in a factory you burn coffee to get a certain smell. There are like 500 components in that smell. And that particular smell will be recognized by your neural network. But it's that smell and nothing else. It's not a time-varying system. What you say in reality so far, the answer is yes. So far. Because a living organism shows anyway what he is doing. The way you walk, the way you talk, your posture – in everything. So why would you measure many things? And I want to come back to what Professor Hartung said. When you measure many things, the risk to mix very accurate with very inaccurate data, that's huge. So stick to something accurate. If I don't see the accuracy and the gold standard, I say "Don't use it!" Why? – It might put us on the wrong foot. Look into data, that are not worth to look at. It's wasting time and energy. So yes, what you say is true. Sorry that you said it! That's our big secret. But it's true. Yeah.

KRIETER, KIEL

Further questions? I also have one question to the models you used. You can use group models and you can also use models for animals. And for which grade makes it more sense to use group models and also animal specific models?

ANTWORT

Now, if you look to the economic side on cows you can have individual models. That starts too. It will come. I am really convinced, that we will get indi-

vidual models in a broiler house with 30.000. But today, like the camera, it's group. The big advantage of sound and camera is, you can do. Yeah. The type of model, it's real-time transfer functions. So it is the dynamics of the system that contains information. Let's say it's not that easy. A lot of work was pretty young from the University of Lancaster in that type of models. The only difference is, that we used them in real-time. There are a lot of criteria. There are more people, who know how to model something very complex. There are people, who know enough about the process to create value with it. And that's what I think is what matters – that you know enough about the process. So I still have to see that deep learning and neural networks. Still, today we don't have an example yet, where it really creates value. Artificial intelligence is just a general umbrella name for many things. If somebody says "I use artificial intelligence", you have no idea what he is doing. And maybe he doesn't know because he is using a model and he doesn't know "Yeah, it's there and I use it."

THEUVSEN, HANNOVER

How far are we in real farm implementation today?

ANTWORT

So, what we did in the last European project was a four-year project of eight million Euro. We gave the technology, that is the camera, the sound system and then positioning system for cows to 20 farmers all over Europe. We installed it and we were waiting what they would say about this technology. And that was really interesting because they didn't understand. Then we gave them twice a training on what the systems are doing. Will this ever work in reality? And what we could see, it was extremely interesting to get the feedback. Some of the things, like the sound, was working well. They make steps to make it now cheaper. Because there is not enough units per day installed, 500 units now worldwide. They want to make it cheaper. What happened, the main thing in that project is, that everybody, including us, we could see for four years day and night and what was

feasible. We also learned what big data was. And after six months we had 250 Terra. So we learned also to see how do we have to play with that by not pushing up all the data higher up. We should not do that. Calculate your real-time information at the lowest possible level. Don't straighten it up – It's a time-varying system, no need for that. We were not able to pay the people to go through the 250 Terra now. So we are very close and there is the sound system is really going commercial, is going hard now. The camera system not yet, but it will come. Yeah.

WIMMERS, DUMMERSTORF

So, what you do is, your real-time monitoring is, you're describing the status of an animal, which is great for managing the herd and the animal. Would it be possible to link these measurements with information on the situation and on servers, in order to make a trade, a phenotype, out of it? It would maybe be useful for breeding.

ANTWORT

Yeah, absolutely interesting question. Yeah, you're right. What we do in companies for stress at work, we use the system, the monitor that is measuring the three variables we need, and a phone. Then we do that also to know, so if they use the system, in the vibration and then they can label what stressor. They take it just from a list. Yeah? And the system gives, in an automated way, that possible list. I forgot to recharge it, which is quite stupid. But you get this type of thing. That is an orange day, means I used more mental energy than the body recovered. That's a Saturday – I recovered enough. But there you get a vibration when you go out of your zone and can label by clicking "I'm going through this." Now then you come to what you are saying and that is the future. Because then you can come to the phenotype and also you can come to suggestions to solve the problem. Because most people don't know what stressors are. The main reason to be busy with stress and animals is for the immune system. All the metabolic energy, that goes in the stress, is not available for production

and not for the immune system. When we get infections, after a period we are very tired or just before vacation, we were working hard. So it goes that way. Absolutely. Yeah.

NIEMANN, MARIENSEE

Thank you very much for the very stimulating talk. My question relates to the speaker. And my idea would be, if there are new tools available, that call for example optogenetics, where you combine genetics with some light imagine systems. And I could think, when I heard you talk, that this could fit in and would give you another step of depth and insight into the whole thing. Is that something, that you imagine in a couple of years or so? Is that something, that you have in mind?

ANTWORT

Yeah. I think, maybe it comes faster than we would think. If you see the possible features for example, if you see what is possible, that's a control problem. We monitor and we have to take an action. And that is absolutely going that way. I was showing the jury of a competition the new trick of feed-tec challenge. The winners, they do that. They see a disease, they make a micro fetch, a bio fetch, in seven days to handle that area. And if they don't have it yet, it just takes seven days, it's bacteria specific, in whatever species that bacteria appears. We absolutely go that way. Everything, which is measurable, you can use the approach. Absolutely I think so.

GAULY, BOZEN

University of Bolzano. I just guess my faculty has less students than you and your working group, but that was not the question. The question is: Do you think that we have to start, what we are doing towards the consumers? Do you see any risk that consumers refusing what we are doing?

BERCKMANS, LEUVEN

Now, we got a lot of criticism on the trajectory. We still get that in the intensive care project. After

six months we could predict who will die here and who will stay alive. And people were saying "Oh, you want to turn off the machine?" In reality the machine is turned off, in reality in many intensive cares. Now we made an algorithm. Can you disconnect the patient from the very expensive bed? Now, if you do research you will always get a lot of criticism. What people claim often "You make a robot out of an animal." Well, the question is what is the control trajectory you want to realize? What I think maybe I am naïve, but it's very good to be naïve and creative in research. I think that the animal will decide on the process it goes through. So the set point of the growth curve might be much more interesting for us. You see, that's the next step. We have and we can make fish swim where we want him to swim by just measuring the natural response, but let the animal decide. We don't interact with our animals. They're not so stupid. Pigs are very intelligent animals. We don't use that yet. And that's the way it goes. The new project we do is about imprinting on embryos. It is a 1,7 million Euro project. So I really think we have to look very far. We even dare to maybe reach this. So we should communicate. I have invited the groups, the pressure groups, for animal welfare, but they don't come. They are not interested. I think that's why they make their money. That's not their job, that's not what they live from. But it would be very good to communicate better. But we scientists are not good in communication. – Scientific communication, but not in this general thing. Although it's so important. You have a very good point there. Yeah.

Digitalisierung des Stalles – aktueller Stand und Perspektiven



Einführung in die Thematik

Die Digitalisierung der Landwirtschaft schreitet zwar mit großen Entwicklungsschritten voran; allerdings muss man bei landwirtschaftlichen Stallanlagen sehr stark zwischen den Tierarten und dem Vernetzungsgrad der Arbeitsteilung differenzieren. Unter „Digitalisierung“ sollen in diesem Beitrag folgende Aspekte betrachtet werden:

- der Datenaustausch zwischen verschiedenen Prozesscomputern innerhalb des Stalles,
- die Datenübertragung in und aus dem Internet,
- die Überwachung des Tierbestandes und des Gebäudes,
- der Aufbau von Netzwerken (verkabelt und drahtlos) im Stall,
- die zeitliche und räumliche Erfassung der Tierpositionen im Stall.

Weitergehende Anwendungen, die unter dem Begriff „Landwirtschaft 4.0“ subsummiert sind, sollen hier nicht betrachtet werden. Dazu gehören z. B. die Automatisierung von Abläufen, die Methoden der „Künstlichen Intelligenz“ zur Entscheidungsunterstützung oder Aspekte der Datensicherheit, die im Gesamtkontext natürlich auch eine wichtige Rolle für die Wissenschaft, Beratung und die praktizierenden Landwirte spielen.

Stand der Entwicklung

Milcherzeugung

Eine Vorreiterrolle bei der Digitalisierung von Stallanlagen hatte die Milchviehhaltung, weil viele einzeltierspezifische Anwendungen existieren und diese (in der Regel) in einem Herdenmanagement-System gebündelt verarbeitet werden. Sehr früh haben die Melktechnik-Hersteller erkannt, dass sie eine Schlüsselrolle einnehmen, weil die Milchleistungserfassung eine zentrale Rolle im Management des Tierbestandes steht. Das Herdenmanagement-Programm befindet sich meist auf einem PC in einem Büroraum, der sich üblicherweise in der Nähe des Melkstandes befindet. Über diesen PC ist der Stall dann mit dem Internet verbunden. Bereits 2001 beschreiben SCHÖN et al. die verschiedenen Nutzungsstufen des Herdenmanagements bei Milchkühen (Abb. 1).

Die tierindividuelle Kraftfutterzuteilung war somit – im Übrigen auch weit vor industriellen Einsätzen – einer der ersten Pionieranwendungen der RFID-Technik. In der Folge ist sie bei der Milchviehhaltung auch am weitesten entwickelt. Die einfachste Umsetzung des Precision Livestock Farming ist somit die Kraftfutterabruffütterung für Milchkühe. Ziel ist nach wie vor die tierindividuelle Zuteilung des Kraftfutters in Abhängigkeit der Milchmenge (DLG, 2006). Die gesamte Kraftfuttermenge soll aus physiologischen

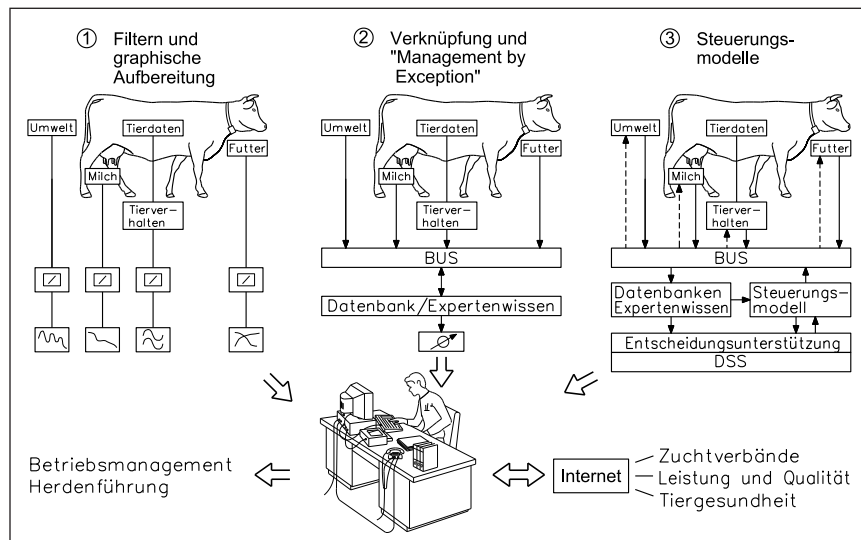


Abbildung 1: Datenmanagement in der Milchviehhaltung (Schön et al. 2001), DSS = System zur Entscheidungsunterstützung; BUS = System zur Datenübertragung.

Gründen in kleinen Portionen über den Tag verteilt werden. Kühe, die die ihnen zustehende Kraftfuttermenge nicht vollständig abgerufen haben, werden über Alarmlisten angezeigt und können dann kontrolliert werden. Ergänzend kann die Gewichtsentwicklung der Kuh über Durchlaufwaagen nach dem Melkstand in den Regelkreis einbezogen werden. In den meisten Betrieben wird die Körpergewichtsentwicklung über eine Scoring-Methode (Body Conditioning Index) einmal monatlich visuell bestimmt, so dass eine dauerhafte Über- oder Unterversorgung mit Kraftfutter nicht auftreten sollte. Dieser „Regelkreis“ hat sich in der intensiven Milcherzeugung sehr stark etabliert (gut bewährt) (Büscher, 2010).

Nach dieser Anwendung aus dem Bereich des Fütterungsmanagements kamen Systeme der Brunsterkennung hinzu, wobei diese zumeist auf der Tieraktivität (Positionsveränderungen) oder der Schrittzahl (Pedometer) basieren. Nach einer Lernphase von wenigen Tagen kann das Auswertungsprogramm anhand der zuvor ermittelten Daten für die zu erwartende Aktivität gleitende Mittelwerte erstellen (DLG, 2006).

Übersteigt die tatsächlich gemessene Aktivität signifikant den Erwartungswert, wird vom System eine entsprechende Meldung ausgegeben. Auf diese Weise lassen sich zwischenzeitlich 80 bis 90 % der Brunstvorgänge richtig feststellen (Sensitivität). Die nicht erkannten Brunstvorgänge ergeben zusammen mit den fälschlicherweise vorhergesagten Brunstvorgängen (Spezifität) jedoch eine Fehlerquote von 30-60 % des Gesamtsystems. Deshalb sind die Erfahrung und Qualifikation des Tierhalters nach wie vor wichtige Erfolgsfaktoren (Jungbluth et al. 2017).

Klassisches Anwendungsbeispiel für die Internet-Anbindung sind Tierbestandsveränderungen, die automatisch beim Anmelden von z. B. Kälbern nach der Geburt an die HIT-Datenbank (Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere) gemeldet werden. Aber auch die großen Melktechnik-Unternehmen legen perspektivisch immer größeren Wert auf eine Internet-Anbindung, um regelmäßig automatische Software-Updates zum Beispiel auf den Melkroboter aufspielen zu können. Automatisches Melken mit Einzelboxen gewinnt zunehmend an Bedeutung, da-

bei ist die Grundmotivation nicht die Arbeitseinsparung, sondern der Zugewinn an Lebensqualität, weil die täglichen, termingebundenen Arbeiten für das Melken entfallen. Automatische Melkstände werden erst seit wenigen Jahren am Markt angeboten und sind vor allem für Großbetriebe interessant, um Arbeitskräfte zu sparen.

Eier-Erzeugung und Geflügelmast

In der Geflügelhaltung werden üblicherweise alle Anwendungen von einem zentralen Stallcomputer gesteuert. Hier gibt es kaum Kompatibilitätsprobleme, da die Tierhalter die gesamte Stalltechnik von einem Lieferanten beziehen, der aus eigenem Interesse eine gemeinsame Datenhaltung anstrebt. In der Geflügelbranche wird viel darüber diskutiert, wie der Datenaustausch in einer arbeitsteiligen Erzeugung „betriebsübergreifend“ organisiert werden kann. Bei Cloud-Lösungen ist der Datenaustausch sehr elegant möglich; allerdings bestehen große Bedenken hinsichtlich eines Daten-Missbrauchs.

Klassische Anwendungen auf der Stallebene sind die Steuerung der Beleuchtung nach einem Lichtprogramm, die Erfassung der Tierleistung (Eizahl und Eigewicht) sowie die leistungsabhängige Futterzuteilung. Innerhalb der Eiersortierung laufen nahezu alle Abläufe digital ab. Die Erkennung von Blutflecken im Ei mit digitaler Bildverarbeitung war eine der ersten digitalen Anwendungen, die sich vollständig in größeren Anlagen etabliert hat.

In der Geflügelmast wird bei neueren, immissionschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen in einigen Bundesländern eine Abluftreinigung obligatorisch gefordert. Diese ist oft mit der Lüftungsanlage vernetzt, weil die Abluft-Volumenströme temperaturabhängig eingestellt werden. Da es früher häufig zu Manipulationen an den Abluftreinigungsanlagen kam, fordern die Genehmigungsbehörden obligatorisch ein „elektronisches Betriebstagebuch“ (KTBL, 2006). Eine Anlagenüberprüfung von der Behörde kann dann zum Beispiel so erfolgen, dass alle relevanten Daten auf einer SD-Speicherkarte im Stallklimacomputer abgelegt sind und diese Karte von

einem Notebook im Vorraum des Stalles ausgelesen wird. Dieses Prinzip erzeugt eine enorme Abschreckung, so dass Manipulationen praktisch nicht mehr vorkommen.

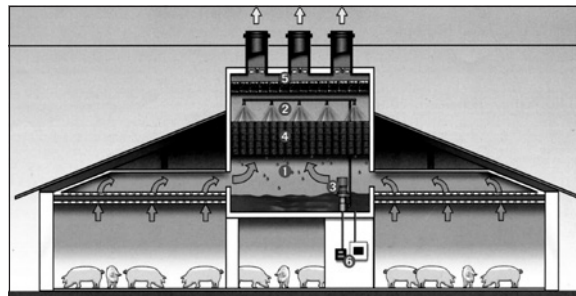


Abbildung 2: Abluftreinigungsanlage und integriertes elektronisches Betriebstagebuch (Bildquelle: Anonym; profi 7/2014).

Ferkelerzeugung und Schweinemast

In der Schweinehaltung gestaltet sich die interne Vernetzung der Prozesscomputer deutlich schwieriger, weil sich die einzelnen Hersteller immer noch nicht an dem Standard „ISOagriNet“ orientieren. Fütterung, Stallklima und Beleuchtung werden von verschiedenen Herstellern bezogen, getrennt als „Geräte“ im Stall installiert und laufen unabhängig voneinander ab (Jungbluth et al. 2017). Dieser Daten-Bus-Standard für die Innenwirtschaft basiert auf einer festen „Normierung“:

- der physikalischen Ausführung (Stecker und Kabelverbindungen),
- der Datenstruktur und Codierungen für eingehende und abgehende Meldungen,
- und von definierten Begrifflichkeiten für den gegenseitigen Informationsaustausch.

Besonders harten Bedingungen ist die Elektronik bei den Fütterungsanlagen ausgesetzt, weil sie mitten im oft feuchten Stall platziert sind und die Tiere sehr robust mit der Technik umgehen. In der Schweine-

mast und in der Ferkelerzeugung haben sich ganz unterschiedliche Fütterungssysteme auf der Basis digitaler Datenverarbeitung etabliert. Während in der Schweinemast keine „flächendeckende“ Einzeltier-Identifizierung eingesetzt wird, gewinnt die Abruffütterung in der Wartesauenhaltung immer mehr an Bedeutung, damit das Einzeltier optimal versorgt und individuell auf die Geburt vorbereitet werden kann (Jungbluth et al. 2017).

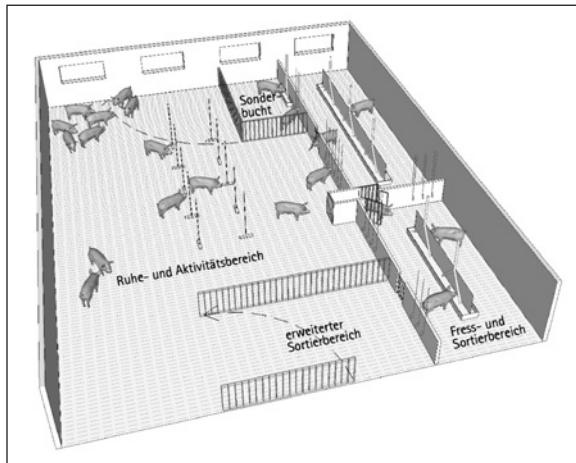


Abbildung 3: Funktionsprinzip der Sortierschleuse für die Großgruppenhaltung von Mastschweinen, wobei die Sortierung auf der Basis einer Wiegung oder optischen Vermessung basiert (Jungbluth et al. 2017).

In der Schweinemast setzen sich vermehrt Sortierschleusen in Verbindung mit der Großgruppenhaltung durch. Dabei werden die Mastschweine optisch vermessen bzw. gewogen und dann innerhalb der Gruppe als „überdurchschnittlich schnell wachsend“ oder „langsam wachsend“ eingestuft. Je nach Kategorisierung wird den Tieren unterschiedlich energiereiches Futter angeboten, um das Leistungspotenzial auszuschöpfen, bzw. um eine Überversorgung zu vermeiden (s. Abb. 3).

In der Kleingruppen-Haltung haben sich Sensor-Fütterungen etabliert, wenn flüssig gefüttert werden soll. Dabei kontrolliert ein Füllstandsensor im Trog, ob noch ein relevanter Rest vorhanden ist. Erst wenn kein Rest im Trog festgestellt wird, erfolgt die Zuteilung von frischem Futter (4 – 8-mal pro Tag). Auf diesem Weg kann die Fütterungshygiene verbessert werden; aber auch eine „Kontrolle“ der Futteraufnahme erfolgen. Die Kontrolle der Futteraufnahme kann im Sinne eines „Vitalitätsfaktors“ eine wichtige Managementinformation für den Tierhalter sein. Die Verkabelung ist für diese Anwendung relativ aufwendig, weil bis zu jedem Trog ein (verbiss-geschütztes) Kabel bis in den Trog gezogen werden muss, um den aktuellen Füllstand zu prüfen.

Überwachungstechnik

Wichtig ist die digitale Kommunikationstechnik für die Überwachungsanlagen, weil die Tierhalter gesetzlich verpflichtet sind, alle lebenserhaltenden Funktionen ihres Stalles ständig zu überwachen. Sind Wohnhaus und Stallanlage an verschiedenen Standorten („Teilaussiedlung“) wird zum Beispiel bei einem Stromausfall die Überwachungsanlage sofort informiert und versendet (Festnetz-unabhängig) SSM-Texte nacheinander an verschiedene Personen. Natürlich verbirgt sich hierbei nicht nur die Absicht, eine kompetente Person über den Vorfall zu informieren, sondern unverzüglich geeignete „Rettungsmaßnahmen“ einzuleiten. Das kann z. B. das Starten eines Notstromaggregates oder das Umleiten/Freischalten des Stroms eines Biogas-Blockheizkraftwerkes (BHKW) sein.

Neben dieser gesetzlich notwendigen „Überwachung“ haben viele Tierhalter das Bedürfnis der visuellen online-Überwachung von Stallbereichen, in denen sich Tiere oder Tiergruppen befinden, die eine besondere Aufmerksamkeit benötigen (Abb. 4). Hier haben sich digitale Kamerasysteme etabliert, die auch bei schlechten Lichtverhältnissen noch sehr gute Bilder liefern.

Unter Überwachung im weiteren Sinne kann man auch die Zugangsüberwachung verstehen, die vor



Abbildung 4: Zwei Flachbildschirme im Sozialraum eines Betriebes zeigen die aktuelle Situation in der Trockensteher-Gruppe (oben) und in den beiden Abkalbeboxen (unten).

dem aktuellen Hintergrund der illegalen Stall-Einbrüche durch Tierschützer eine neue Bedeutung bekommen hat. Solche Sicherungssysteme gehören in die Rubrik der klassischen „Gebäude-Sicherheitstechnik“, da für die Landwirtschaft keine speziellen Anforderungen zu berücksichtigen sind. Da man Einbrüche nie zu 100 Prozent verhindern kann, geht es mehr um die Abschreckung und ggs. um die Aufzeichnung des Vorganges zu Nachweiszwecken und zur Personenidentifizierung.

Elektronische Installationen im Stall wie auch die Nutzung von Steckverbindungen sind nach wie vor große Probleme, weil die typischen Schadgase in der Stallluft (Schwefelwasserstoff H_2S , Ammoniak NH_3) mit Wasser aggressive Säuren (Schwefelsäure) und Basen (Ammoniakwasser) bilden, die die Korrosion an den Kontaktflächen oder auf den Platinen stark

fördern. Auch die physikalischen Belastungen sind nicht zu unterschätzen, weil beim Einsatz von Hochdruckreinigern enorme Belastungen auf die Gehäuse und Anschlüsse einwirken. Deshalb sollten alle Gehäuse und Motoren, die innerhalb eines Stalles genutzt werden, eine Schutzklasse von IP 65 nachweisen (Jungbluth et al. 2017).

Ausblick und Fazit

Was die Vernetzung im Stall angeht, ist die drahtlose Kommunikation über Bluetooth oder WLAN eine wünschenswerte Alternative zur derzeit üblichen klassischen Verkabelung. Aus den oben genannten Gründen reagieren insbesondere die Steckverbindungen und Anschlussverschraubungen durch die Säure- und Base-Einwirkungen mit starker Korrosion und daraus resultierenden Fehlerströmen. Diese generieren dann häufig Fehlermeldungen und unerwünschte Systemausfälle.

Neuste Entwicklungen basieren auf dem Prinzip, dass sich „Sensoren“ aktiv mit anderen „Sensoren“ und „Aktoren“ im Stall zu einem Netzwerk verbinden und auf diese Weise Daten immer weiter an den nächsten „Knoten“ gegeben werden können. Solche drahtlos-Netzwerke benötigen keine Verkabelung und sind „beliebig“ erweiterbar, sofern jeder Sensor über diese Verknüpfungsfähigkeit verfügt. Solche kabellosen Netzwerke sind nicht nur wissenschaftlich für Forschungsaufgaben interessant; sondern ganz allgemein sehr wünschenswert, weil sie auch in bestehenden Ställen nachträglich zum Einsatz kommen können, ohne baulich technische Veränderungen vornehmen zu müssen. Beispielhaft soll hier das Entwickler-Kit CC1350 Sensortag von Texas Instruments (<http://www.ti.com/tool/cc1350stk>) erwähnt werden.

Eine ebenfalls vielversprechende Neuentwicklung sind Tieridentifizierungssysteme, die ein höheres Frequenzband nutzen und dadurch größere Ausleseentfernungen und schnellere Auslesevorgänge ermöglichen (Hammer, Adrion et al. 2016). Diese UHF-Tags können dann für Zählvorgänge genutzt werden (z. B. für die Frage: wieviele und welche Tiere haben an diesem Tag den Auslauf genutzt (Adrion, Kapun

et al. 2018). Darüber hinaus sind Verhaltensaufzeichnungen (z. B. Liegedauer in der Box) und Ortung bzw. Tracking möglich. Die Ortung basiert üblicherweise auf Triangulation über mehrere Antennen; „Tracking“ wird üblicherweise als Verbindung dieser Messpunkte über die Zeit bezeichnet. Hier können zurückgelegte Wegstrecken, Laufgeschwindigkeiten und Aufenthaltshäufigkeiten (z. B. am Futtertisch) als tierwohlrelevante Indikatoren oder zur Entscheidungsunterstützung genutzt werden (Alsaood et al. 2009, 2011, 2012, Behmann et al. 2016). Im Milchviehbereich sind erste Trackingsysteme im Einsatz (z. B. CowView von GEA), deren Funktion aber bislang noch auf Aktiv-Funksensoren basiert.

Literaturverzeichnis

Adrion, F., A. Kapun, et al. (2018). „Monitoring trough visits of growing-finishing pigs with UHF-RFID.“ *Computers and Electronics in Agriculture* 144: 144-153.

ALSAAOD, M.; W. BÜSCHER (2009): Nutzung von Informationssystemen in der Milchviehhaltung zum vorbeugenden Gesundheitsmanagement. In: 9. Internationale Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Berlin 2009. KTBL Darmstadt, ISBN 978-3-9941583-27-6

ALSAAOD, M.; W. BÜSCHER (2011): Using information systems in dairy farming for prevention health management. Proceedings of the XV ISAH Congress 2011, International Society for Animal Hygiene, Wien, Volume 1, ISBN 978-80-263-0008-3, Pages 321 – 323

ALSAAOD, M.; W. BÜSCHER (2011): Untersuchungen zur Erkennung von Lahmheiten durch automatische Erfassung der Bewegungsaktivität und des Liegeverhaltens.

ALSAAOD, M.; W. BÜSCHER (2012): Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95, 735-742 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030212000264>

Alsaood, M., C. Römer, J. Kleinmanns, K. Hendriksen, S. Rose-Meierhöfer, L. Plümer, W. Büscher (2012): Electronic detection of lameness in dairy cows through measuring pedometric activity and lying behavior. *Journal of Applied Animal Behaviour Science*; 142 (2012), Issue 3-4, pp. 134 -141, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159112002961>

Behmann, J.; K. Hendriksen, U. Müller, W. Büscher, L. Plümer (2016): Support Vector machine and duration-aware conditional random field for identification of spatio-temporal activity patterns by combined indoor positioning and heart rate sensors. *Geoinformatika*, 2016, <http://link.springer.com/article/10.1007/s10707-016-0260-3>

BÜSCHER, W.; U. MÜLLER; P. MÜLLER; E. STAMER (2010): Informationsmanagement in der Milchviehhaltung – am Beispiel der Milchviehherde „Frankenforst“ der Universität Bonn. Proceedings; GI-Edition Lecture Notes in Informatics, Band 1, Volume P-175, ISBN 978-3-88579-269-7, Köllen Druck + Verlag GmbH, Bonn

BÜSCHER, W.; M. ALSAOD; K. HENDRIKSEN (2011): Recognition of activity pattern in dairy production by electronic devices for early detection of disturbances in animal health. Proceedings “Precision Livestock Farming ‘11”, P. 50 – 56, ISBN 978-80-904 830-1-9

DLG Autorenteam (2006): Merkblatt 312 – Prozesssteuerung in der Milchviehhaltung, Frankfurt, Selbstverlag

Hammer, N., F. Adrion, et al. (2016). „Comparison of different ultra-high-frequency transponder ear tags for simultaneous detection of cattle and pigs.“ *Livestock Science* 187: 125-137.

Jungbluth, T.; W. Büscher, M. Krause (2017): *Technik Tierhaltung*, Ulmer Buch 2461

KTBL Autorenteam (2006): Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen. KTBL-Schrift 451, Darmstadt

KTBL (2011): 10. Internationale Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Kiel, 2011. KTBL Darmstadt, ISBN 978-3-941583-55-9

Schön, H., G. Wendl, M. Klindtworth und J. Harms (2001). Precision Livestock Farming - Konzeption, Stand der Forschung, Zukunftsperspektiven. 5. Intern. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Hohenheim, S. 1-9

Diskussion



MODERATOR

vielen Dank Herr Büscher für den schönen Vortrag und insbesondere den Überblick wie weit es in den verschiedenen Ställen mit der Digitalisierung fortgeschritten ist. Bei den Schweinen, muss ich auch sagen, sieht es relativ erschreckend aus, was da in den letzten Jahren erzielt worden ist. Wir haben Zeit für die Diskussion. Wer möchte starten? Gibt es Bestrebungen oder gibt es auch Ansätze um die Sensorsysteme, die wir bei den Tieren haben, zu verknüpfen mit den Möglichkeiten, die wir im Stall haben? Fütterung hatten Sie als Beispiel genannt, wo man quasi dem Sensorsystem, sozusagen die Abrufstation beim Tier, verknüpfen kann mit irgendwelchen Steuerungsmöglichkeiten. Gibt es da auch bei der Lüftung irgendeine Idee? Wir würden jetzt über Videobilder Tierverhalten aufzeichnen, gibt es da irgendwie eine Verknüpfung mit der Digitalisierung im Stall? Dass man dann die Lüftung rauf- und runterfährt.

ANTWORT

Ja, wir haben selber einige in dem Bereich durchgeführt. Was wir nicht gemacht haben, ist im Prinzip über digitale Bildverarbeitung das Liegeverhalten. So, das könnte man nutzen. Weil ja die Tiere über ihr Liegeverhalten im Prinzip sehr gut anzeigen ob sie thermische Behaglichkeit haben, ob es ihnen zu kalt ist oder zu warm. Wir haben versucht, das mit der Wasseraufnahme zu verknüpfen. Immer dann, wenn die Tiere wahlweise wärmeres Wasser oder kälteres Wasser bevorzugen konnten, haben wir das dann

interpretiert und versucht mit in die Stallsteuerung einzubeziehen. Das Ganze war eben auch ein öffentlich gefördertes Projekt. Es ist auch zu einem Produkt gekommen und man kann diese Animal Response Ventilation, so haben wir das mal genannt, ARV-Klimacomputer, theoretisch kaufen; wenn dann der Industriepartner bereit wäre mal ein paar hundert von diesen Produkten auf den Markt zu bringen.

BAHRS, HOHENHEIM

Ich möchte mal eine Ihrer Kernexpertisen adressieren – Emission in Ställen. Wozu wird die Digitalisierung im Stall im Kontext der Ammoniak- und Methanemission im Spannungsfeld der NEC-Richtlinie und der TA Luft geführt? Wird die Digitalisierung dazu führen, dass Stallsysteme die Emissionen machen und damit potentielle Stallneubaumaßnahmen noch weiter runterzufahren oder wird die Digitalisierung eher dazu führen, dass wir Emissionen verstärkt vermeiden können und der neuen Tierhaltung damit noch mehr Raum geben können?

ANTWORT

ich glaube man muss, was die Umweltsituation angeht, immer unterscheiden zwischen den einzelbetrieblichen Genehmigungsverfahren, mit denen die Landwirte zu tun haben, wenn sie neue Gebäude erstellen wollen. Und da ist die eine große Baustelle, die ich erwähnt habe, das elektronische Betriebslogbuch, um eine Abluftreinigung zum Beispiel genauer zu protokollieren, um nachzuweisen, dass man hier seinen

Verpflichtungen nachgekommen ist. Das hat aber ja mit echtem Emissionsschutz oder mit Emissionsminderung fürchterlich wenig zu tun. Sondern das ist eine reine Genehmigungsaufgabe. Und ich denke, wenn es darum geht Tiere bedarfsgerecht zu versorgen, sind wir sehr, sehr nah bei der Thematik von Eberhard Hartung, wo wir wissen müssen wie sind die Futtermittel zusammengesetzt, kann ich diese Heterogenität bei der Rationsgestaltung zum Beispiel nutzen, um hier mit den umweltkritischen Nährstoffen, Stickstoffkomponenten zum Beispiel, da etwas intelligenter umzugehen. Aber der unmittelbare Zusammenhang erschließt sich mir nicht so stark zwischen Digitalisierung und, ich sage jetzt mal klimarelevanten Gasen. Da sind jetzt viele, viele Prozesse noch dazwischen.

BERCKMANS, LEUVEN

When we bring sensors to individual animals. Of course extremely interesting to measure emotions and so. But what technology do you see to recharge the sensors?

ANTWORT

I think there are some interesting ideas, that can use body temperature, low energy systems, to reload batteries in these sensors. But it's a big problem and actually it's not adapted to animal houses.

HARTUNG, KIEL

Vielleicht zu dem Punkt, der eben angesprochen worden ist – Emission. Zwei Anmerkungen: Das geht in Richtung Bilanzierung, was wir eben als Thema hatten, wo haben wir viel politischen Druck und tut sich etwas. Es gibt jetzt zum Beispiel ja eine Firma für Gassensoren, die sitzt in Lübeck. Die ist weltweit tätig und die sind inzwischen so weit, dass sie sagen, es gibt Ammoniakensensoren, die ich im Stall nutzen kann, die länger überleben als früher. Und hier zeigt sich gerade die Entwicklung. Da werden natürlich alle Behörden wach und sagen „Ah, super!“ Der Landwirt denkt: Ich kann das Stallklima besser steuern. Hältst du deine 20 ppm ein? Wie viel Emissionen gibt das? – Und dabei wird dann oft übersehen a) da sind wir wieder

bei wie präzise ist der Sensor, b) wie Luftvolumenstrom eigentlich bestimmen, um das hinzubekommen. Aber das könnte so eine dieser Entwicklungen sein, wo sich das wieder verselbständigt im positiven oder negativen Sinne. Und der andere Punkt: Es wird ja auch immer mehr versucht das Tier als Sensor zu nutzen. Das heißt auf die Reaktion des Tieres einzugehen. Und da gibt es ja Kollegen, die zum Beispiel sagen „Wir entwickeln jetzt eine Schweinetoilette, damit ich denen anlernen kann einen definierten kleinen Bereich zum Abkoten zu geben. Und immer, wenn es das tut, hat es natürlich eine emissionsmindernde Wirkung. Weil Sie sehen das im Bereich der Milchviehhaltung. Warum hat ein Laufstall ein dreifach so hohes Emissionspotential wie eine Anbindehaltung, die keiner mehr haben will? Weil wir eine große emittierende Oberfläche haben. Das hört sich jetzt natürlich noch ein bisschen weit an. Aber wir haben ja gehört bei Schweine sind Ansätze vorhanden.“

STUMPENHAUSEN, WEIHENSTEPHAN

Ich möchte nochmal zurückkommen auf die Emotionen. Emotionen zu erfassen kann ja auch nur ein Hilfsmittel sein. Uns ist ja vorgegeben Schmerzen, Leiden und Schäden bei den Tieren zu vermeiden, was sich aus dem Tierschutzgesetz ergibt. Nun können wir Schmerzen und Leiden objektiv bisher noch nicht feststellen. Das müssen wir auch mal zugeben, dass das ausgesprochen schwierig ist, das in irgendeiner Form zu erkennen. Sehen Sie, Herr Büscher, Ansätze jetzt aus dem Bereich Humanmedizin, dass man zu Sensoren kommen kann, auch mittel- oder langfristig, die uns dort in dieser Hinsicht unterstützen können? In der Landwirtschaft sind wir immer auf andere Bereiche zugegangen, und haben Fortschritte gebracht. Und ich denke mal, wenn man sieht was für Fortschritte gemacht werden, auch hinsichtlich Nanotechnologie beispielsweise, auch hinsichtlich Einsatz invasiver Technik, vielleicht ergibt sich dabei etwas für die Zukunft, um hier die Tierüberwachung hinsichtlich Schmerzen und Leiden vielleicht doch noch etwas mehr zu objektivieren?

ANTWORT

das ist ein Thema. Und ich finde es super spannend, dass man sagt, das, was im Bereich der Humanmedizin oder insbesondere im Bereich der Sportmedizin eingesetzt wird, vielleicht auch für unsere Zwecke zu nutzen, zu adaptieren. Vielleicht erstmal nur auf der wissenschaftlichen Ebene, vielleicht irgendwie zeitversetzt später auch im breiten Umfang, in der Praxis. Und ich glaube, es macht absolut Sinn jetzt auch aus unserer Perspektive jetzt, was die Tierhaltungstechnik angeht, Ausschau zu halten nach geeigneten Systemen. Wir setzen da das eine oder andere ein schon im Bereich Herzfrequenzmessung. Aber das geht, denke ich, nicht in die Richtung, die eben im Bereich der Emotionen liegen. Ich glaube es könnte super hilfreich sein, wenn wir auf wissenschaftlicher Ebene nachweisen, dass bestimmte Haltungsbedingungen besser oder günstiger für die Tiere sind im positiven Sinne. Also es geht nicht jetzt um die Messung von Stresslauten oder Stresseemotionen, sondern im positiven Sinne positive Emotionen messen zu können. Vielleicht klingt das alles jetzt noch so ein bisschen abstrakt. Aber so stelle ich mir das vor, dass das irgendwie nutzbar ist. Die Thematik Schmerzen und Leiden zu interpretieren in Bezug auf solche Emotionssituationen ist für mich, aus humaner Perspektive, immer ein bisschen gefährlich weil wir immer uns als Referenzsystem betrachten und vielleicht das bei den Tieren etwas anders funktioniert. Aber da bin ich kein Experte.

KRIETER, KIEL

Vielleicht eine Ergänzung von mir dazu. Wir haben derzeit ein Projekt laufen, wo es um positive Emotionen bei Schweinen geht, also insbesondere bei Mastschweinen. Und das Projekt läuft auch zusammen mit den Humanmedizinern. Und die Mediziner wissen, welche Gehirnareale für positive Emotionen verantwortlich sind. Das sind bestimmte Astrogliazellen und es gibt noch andere. Und was wir an sich versuchen, zusammen mit den Medizinern, zunächst mal Indikatoren zu finden, die möglicherweise mit Emotionen gekoppelt sind. Wir haben extreme Unterschiede in

Haltungsbedingungen. Wir machen mit den Tieren Verhaltenstest, Spielverhalten und so weiter. Wir sind gerade dabei die Daten auszuwerten. Es dauert noch ein bisschen. Aber die Schwierigkeit besteht ja erstmal darin vernünftige Indikatoren zu finden. Und erst wenn Indikatoren vorhanden sind, kann man entsprechend auch dann loslegen um irgendetwas mit Sensortechnik messen zu können. Aber das vielleicht nur als Ergänzung dazu.

PASCHER, BERLIN

Deutscher Bauernverband. Wir nehmen z. Zt. eine ziemliche Investitionszurückhaltung bei den Bauern wahr, insbesondere bei Stallbauten. Die Ursache ist natürlich, also so nehmen wir das wahr, die Diskussion um die Zukunft der Tierhaltung, Nutztierhaltungsstrategie der Regierung (Wiss. Beirat) Was wird da rauskommen? Nur eine ganz kleine Geschichte. Agrar-Investitionsförderung, da geht es um Stallbau. Wir haben die Tierschutzverordnung, bestimmten Platzbedarf, und da war die Diskussion „Ja, wenn wir Investitionen fördern, dann müssten wir 20 Prozent mehr über Nutztier-, Tierschutz, Nutztierhaltungsverordnung.“ Und da haben wir gefragt - Friedrich-Löffler-Institut war dabei, BML - : Warum nicht zwei Prozent, warum denn nicht 200 Prozent? Friedrich-Löffler-Institut, hochrangig vertreten zu der Zeit, sagte „Ja, so genau wissen wir das gar nicht, ob 20 Prozent gut sind oder ob es noch mehr sein könnten.“ Und das BML, die hatten keine klare Aussage. und das ist ja Gift gegen einen Investor, eine Diskussion zu erleben, wo man nicht weiß wo die Reise hingeht. Sehen Sie Möglichkeiten, sagen wir mal jetzt bei dem Thema Platzbedarf, mehr zu bekommen? Also mehr Basiswissen zu bekommen was denn die Tiere wirklich brauchen um nicht immer wieder so eine politische und sehr emotionale Diskussion zu führen. „Wir müssen was tun und mehr Platz ist besser“, und da kommen wir nicht mehr raus.

BRUNSCH, POTSDAM

Nutztierhaltungsstrategie ganz hohe Erwartungen, wir werden es schaffen die Nutztierhaltung so zu de-

finieren, dass die Bevölkerung, die Landwirte, zufrieden sind. So. Das ist jetzt sieben Jahre her. Und Zwischenergebnisse, Ergebnisse, wenn es um Tierwohl geht, ist das BMEL auch wieder dabei eine Strategie zu erwähnen. Und die DAFA spielt nur einen ganz kleinen Teil dabei. Kann das sein? Aber wie kommen wir da wirklich weiter, ist meine Frage. Danke.

ANTWORT

es ist natürlich eine große Frage, auch ein bisschen politischer Aktionismus, der dann zum Teil angesprochen wird ohne wissenschaftlichen Hintergrund. Wir haben sicherlich eine Forschungsinitiative erlebt, auch durch diese BLE-Ausrichtung in Richtung Tierwohl, die hoffentlich auch dazu dienen sollte viele Fragen zu beantworten. Da laufen die meisten Projekte jetzt mittlerweile aus. Und ich denke, man weiß deutlich mehr als man vielleicht vor der Initiative wusste. Aber man muss das weiterverfolgen, weiterbehandeln. Und ich denke, man darf auch nicht nachlassen. Aber es geht in Richtung eines Aktionismus wenn man dann

plötzlich eine Zahl irgendwo liest, die vielleicht keine wissenschaftliche Substanz hat. Aber wir müssen in dem Bereich weiterforschen damit wir tatsächlich Zahlen liefern können, die dann nachher auch belastbar sind in der Diskussion. So sehe ich das persönlich. Aber das geht jetzt so ein bisschen vielleicht ins Politische rein. Ich glaube es war wichtiger zu signalisieren wir tun was, wir machen Zugeständnisse und können wir vielleicht dem Erwartungsdruck etwas besser entsprechen. Aber an sich muss es mit wissenschaftlicher Forschung beantwortet werden. Und da muss noch deutlich mehr passieren. Ich glaube da muss noch viel Geld auch für die Forschung in die Hand genommen werden.

KRIETER, KIEL

Gutes Zwischenfazit für die Session, würde ich sagen. Und ich möchte an sich gern zum Ende kommen. Ihnen, Herr Büscher, nochmal herzlichen Dank für den Vortrag und auch für die schöne Diskussion.

Innovationstrend „Smart Farming“ aus Sicht von Landtechnikherstellern



Gute Morgen meine Damen und Herren. Vielen Dank für die netten einleitenden Worte. Eine ganz kleine Korrektur vielleicht von meiner Seite. Ich habe nicht den Master, sondern damals natürlich noch den klassischen Diplomstudiengang Maschinenbau absolviert und in diesem Studiengang habe ich die Studienrichtung Produktionstechnik abgeschlossen und das ist auch so ein bisschen der Aufhänger hier für meinen Vortrag, in dem ich darstelle, und das ist die Key Message, die ich vorweg nehme, dass die landwirtschaftliche Produktionstechnik nicht so viel anders ist als die industrielle Produktionstechnik.

Mein Vortrag ist überschrieben mit „Innovationstrend „Smart-Farming“ aus Sicht der Landtechnikhersteller“. Meine Folien sind Englisch. Jeder im Raum kann es. Ich kann auch noch Deutsch sprechen, aber ansonsten bin ich stark im Englischen verwurzelt. Ich bitte also um Nachsicht. In einem amerikanischen Unternehmen ist das einfach so.

Gut, damit komme ich zum eigentlichen Inhalt meines Vortrags. Die Landtechnikcommunity sieht eigentlich zwei große Challenges, das eine ist banal die Nahrungsmittelsicherheit sicherzustellen, wo ich sage, eigentlich ist es kein Problem, die Menschheit zu ernähren, auch mit zehn Milliarden oder noch mehr Menschen. Es geht eigentlich um den Wohlstand und die Versorgung, andernfalls gibt es hier überhaupt keine technologischen Probleme. Es geht um die Sicherung des Wohlstands in der Zukunft. (Abb. 1)

Und als Landwirte oder unsere Kunden als Landwirte sind natürlich eng verwoben mit dem Klima-

wandel, mit Umweltfolgen von dem, was sie tun. Zum einen ist die Landwirtschaft einer der großen Sektoren für Treibhausgasemissionen und zum anderen natürlich auch zuerst davon betroffen.

Die Community der europäischen Landtechnikhersteller hat ein Leitprinzip abgeleitet und dieses Leitprinzip heißt, Sie kennen es alle: „Producing more with less.“ Das heißt, wir wollen unsere Erträge steigern und die Inputs, die Betriebsmittel, den Betriebsmitteleinsatz nach Möglichkeiten minimieren. Das ist das Grundprinzip von Precision-Farming-Technologien. Ich würde dieses Prinzip eigentlich noch ein bisschen erweitern wollen. So müssen wir eigentlich von diesem Prinzip „Producing more with less“ wegkommen und das noch weiter ausdehnen und erweitern zum Prinzip der Unabhängigkeit. Damit meine ich, solange wir landwirtschaftliche Produkte erzeugen



Abbildung 1

und dabei endliche Ressourcen einsetzen, können wir per Definition nicht nachhaltig wirtschaften. Das heißt, wir müssen zum Beispiel loskommen von dem Einsatz fossiler Treibstoffe. Das ist sicherlich nicht in den nächsten Jahrzehnten machbar, aber das muss zumindest unser langfristiges Ziel, unsere Vision bleiben.

Und daraus kann man wiederum ein paar Bedarfe ableiten. Das eine ist, unsere Technologien müssen grundsätzlich nachhaltig gestaltet sein und auch die Technologieentwicklungsmethoden müssen nachhaltig gestaltet sein. Das möchte ich mal nicht zum Kerninhalt dieses Vortrags machen. Ich gehe zum zweiten Technologiebedarf über und das ist eben präzise Automatisierungstechnik und auch autonome Systeme. Da müssen wir hinkommen, eben präzise Landwirtschaft, um den Mitteleinsatz durch möglichst individuelle Behandlung von Pflanzen zu minimieren. Und dann eben auch noch Autonomie. Und warum Autonomie? Wir leben in einer Zeit, in der ein Trend anhält, der die Menschheitsgeschichte eigentlich geprägt hat. Dieser Trend, wir haben ihn vor 200 Jahren mal Landflucht genannt, oder etwas schöner formuliert Urbanisierung, dieser Trend hält an und Menschen ziehen weg aus den ländlichen Räumen. Das bedeutet, wir werden auf lange Sicht auch weniger Arbeitskräfte haben, die die Arbeit auf dem Feld erledigen und deswegen müssen wir auch zu einem hohen Grad an Automatisierungstechnik und auch

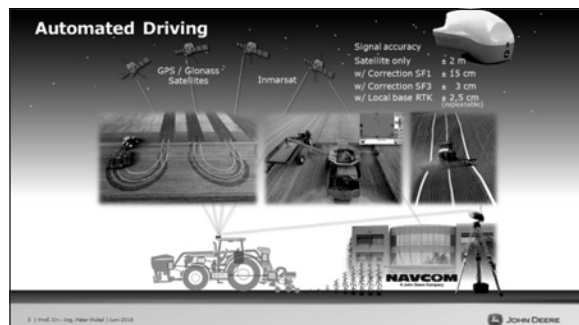


Abbildung 2

zu autonomen Fahrzeugen, also autonomen Maschinen kommen. (Abb. 2)

Autonom Fahren könnten wir im Prinzip schon. Wir haben diese Technologie schon seit fünfzehn Jahren. Also wir können mit bis 20 Km/h, bis etwa zwei Zentimeter Genauigkeit fahren. Das ist so die Größenordnung, die wir erreichen können. Wir können alle möglichen Korrekturen am Hang durchführen und so weiter und so fort. Ich möchte da nicht im Detail darauf eingehen. Aber eines Tages werden wir autonome Maschinen haben. (Abb. 3)

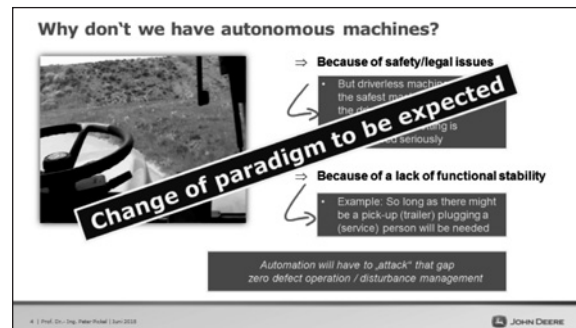


Abbildung 3

Warum haben wir keine autonomen Maschinen? Wie gesagt, der Traktor sollte sich autonom bewegen. Der Hintergrund ist einfach, wir dürfen es nicht. Und hinter diesem „Wir dürfen es nicht“ steht ein gesellschaftliches Paradigma und das Paradigma heißt, also autonome Maschinen, autonome Fahrzeuge sind per se erst mal gefährlich. Dieses Paradigma ist meiner Ansicht nach zu überholen und das wird sich überholen, guckt man nämlich einmal eine Unfallstatistik in der Landwirtschaft an, dann sind die meisten Unfälle, schweren Unfälle, die den Fahrer betreffen. Also wenn ich den Fahrer wegstreife von der Maschine, dann habe ich eigentlich eine sicherere Maschine. Nun, ist es aber im Moment so.

Es gibt noch technische Gründe, warum wir nicht autonom fahren können. Es gibt nämlich den Grund, wir schaffen es heute noch nicht, unsere Maschinen-

flotten funktional zu führen, also wie eine Werkzeugmaschine. Und hier schlägt jetzt das Herz des Produktionstechniklers. Werkzeugmaschinen werden so designt, dass sie keine Ausfälle haben, wenn sie in einer Maschinenstraße fahren, oder, wenn das nicht zu vermeiden ist, gibt es ein Störungsmanagementsystem. Bei teuren Maschinenflotten würden sie eine Störung oder einen Operator anrufen, der dann Servicepersonal schickt. Nicht akzeptierbar, ist viel zu teuer.

Ich denke, mit mehr Automatisierungstechnik werden wir eben diese Lücke schließen eines Tages. Und auch das gesellschaftliche Paradigma hinsichtlich autonomer Folge wird gebrochen werden und es wird gebrochen werden, davon gehe ich fest aus, nicht durch uns, nicht durch Landtechniker – wir sind viel zu klein – aber durch den Automotive-Sektor. Die Menschen werden lernen, autonome Fahrzeuge sind sicherer, sind sicherer als menschgeführte Fahrzeuge, der Computer, der trinkt nicht, der schläft nicht, er tut nichts anderes, er spielt nicht. Er macht schlicht das, was er machen soll und das ist sicherer. Und gleichzeitig werden wir lernen und auch akzeptieren, ähnlich wie bei der Bahn, eine absolute Sicherheit gibt es nicht. Und sobald wir das akzeptiert haben, werden sich, denke ich, auch Rahmenbedingungen gesetzlicher Art einstellen, die eben das autonome Fahren und damit auch die autonome Landmaschine ermöglichen. So viel zum Thema Autonomie.

Der dritte Technologiebedarf, den ich erwähnen möchte, wäre mehr Elektrifizierung. Vorhin gesagt, ich bin Hydrauliker irgendwann mal gewesen mit viel Herzblut, aber die Hydraulik, die Hydrostatik wird oder ist zumindest in weiten Bereichen ein Auslaufmodell. All dort, wo ich rotatorische Antriebe einsetzen heute noch, die mechanisch oder hydraulisch gesteuert oder geregelt werden oder ungeregt laufen, dort werde ich elektrische Antriebe einsetzen. Und warum? Drei Gründe.

Der erste Grund ist, elektrische Antriebe sind einfach hocheffizient. Viel, viel effizienter und in vielen Fällen auch effizienter als die Mechanik, auch wenn die Energieübertragung selbst mit etwas höheren Ver-

lusten verbunden ist. Das liegt einfach daran, dass ich die Antriebe unabhängig voneinander oft steuern kann.

Der zweite Grund, warum ich glaube, dass Elektrifizierung im nächsten Jahrzehnt kommen wird, ist die gute Steuer- und Regelbarkeit der Antriebe. Ohne die geht gar nichts. Ohne die geht keine Precision Farming Technology, die wir uns so vorstellen. Und wie das so funktionieren kann, zeigt dieses Produktbild, dieses schematische Bild eines Produkts, das wir kürzlich eingeführt haben und ich zeige das exemplarisch. (Abb. 4)



Abbildung 4

Es handelt sich hier um eine Einzelkornsämaschine für Mais oder auch für Rüben und die kann eben Muster ablegen. Das heißt, heute können wir die Spuren untereinander noch nicht synchronisieren, aber wir können die Abstände in Längsrichtung sehr, sehr präzise genau einhalten. Und das geht, weil jede dieser Einzelkornsäeinheiten, die man da hinten sieht, zwei Servomotoren haben, die die Vereinzelnung und die Ablage dieser Körnchen so steuern und regeln, dass die eben auf einen Zentimeter genau abgelegt werden. Das geht unabhängig auch bei Kurvenfahrten von den einzelnen Antrieben. Sie können sie so ablegen, dass sie mit einer Relativgeschwindigkeit zum Boden null abgelegt werden und auch nicht verrollen und das geschieht per Geschwindigkeit des Fahrzeugs von bis zu 20 Km/h. Das ist Precision Farming Technology at its best.

Und hier dargestellt unten rechts in der Ecke, so stellen wir uns die Zukunft vor, da ist der Landwirt mit seinem iPad oder seiner Navigationseinheit und der weiß dann, wo jede Pflanze steht oder besser seine Steuerung, sein Fahrmanager weiß, wo jede Pflanze steht und weiß auch, wo dann eben keine Nutzpflanzen sind. Und dort kann ich dann zum Beispiel eine Bearbeitung durchführen, eine mechanische Hacke und ich kann bei Hackfrüchten eben zurückkommen vom Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln zum mechanischen Hacken. (Abb. 5)



Abbildung 5

Und ich sagte, also hier die Feinsteuerung bei diesem System, man sieht hier die Grobsteuerung, übernommen von zwei DGPS-Receiver, einer auf dem Fahrzeugdach und hinten einer links auf dem Gerät, auf der Hacke. Unterstützt wird das System von zwei Kameras, die die Feinsteuerung des Systems übernehmen, und einem Hydraulikzylinder. Und da ist eben noch Hydraulik im Einsatz und bewegt die Hacke nach rechts und links, um sie fein zu steuern. Einer der Felder, wo Hydraulik überleben wird, nämlich bei Linearantrieben. Dort sind sie fast unschlagbar. Also Back to the Future durch Precision Farming Technology, wieder zurück zum Hacken, das schon fast vergessen ist.

Und jetzt habe ich gesagt, wir haben so ein bisschen Probleme mit der Synchronität der Reihen. Dieses Problem haben wir untersucht im Rahmen eines

Forschungsprojektes gefördert durch die ESA, und wir können hier tatsächlich inzwischen zumindest in der Vorentwicklung die Körner synchron, reihen-synchron ablegen und dann können wir die Hacke, wie hier dargestellt, eben auch quer durch den Acker ziehen. Wir nennen das Kreuzhacken. Also das ist eine Zukunft. Der Preis, den wir natürlich dafür bezahlen, wir müssen dafür mechanisches Unkrautbekämpfungssystem etablieren, wir brauchen mehr mechanische Energie, weil die Hacke eben ein kraftzehrendes und damit energiezehrendes mechanisches Arbeitsgerät ist. (Abb. 6)

Damit komme ich zum dritten Grund: (Abb.7) Warum Elektrifizierung? Elektrifizierung ist eben der Schlüssel oder der Zugang zu erneuerbaren Energien. Wir sehen den Landwirt, so wie in dieser kleinen Animation hier dargestellt, eben nicht nur als Erzeuger, sondern als Energieerzeuger mit seiner Biogasanlage, Energiepflanzen, Photovoltaiksystemen, Ölpflanzen vielleicht. Und er hat natürlich auch das Land und diese Pflanzen da hinten rechts anzubauen, die sich Windmühlen nennen und damit kann er selber Energie erzeugen. Und der Großteil der Energie, die in der Landwirtschaft billig produzierbar ist, ist eben elektrisch und elektrisch einzusetzen im stationären Bereich, aber der Zugang auch zu den mobilen Maschinen, um den Eigenenergieverbrauch stärker zu unterstützen durch erzeugte Energie, dies ist eben nicht so ganz trivial.

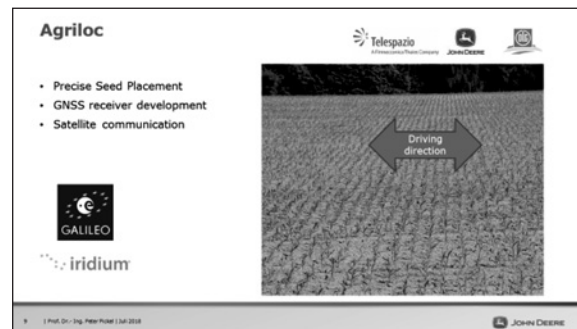


Abbildung 6

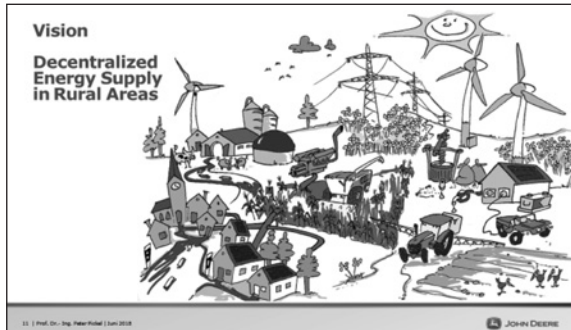


Abbildung 7

Dafür haben wir verschiedene Hybridisierungskonzepte entwickelt. Basierend auf einem elektrischen Antriebskonzept, das 2007 schon erschienen ist, haben wir in der Vorentwicklung verschiedene Hybridisierungsstufen durchlaufen und diese Produkte oder diese Technologien auch vorgestellt. Dazu gehören Windtechnologien und wir denken auch schon ein Stückchen weiter. Dazu werde ich ein Bild zeigen, ohne jetzt im Detail darauf einzugehen.

Das letzte, was wir veröffentlicht hatten, ist dieser vollbatterieelektrische Traktor und der funktioniert auch, hat 400 PS Spitzenleistung und diese Batterie ist relativ groß (Abb. 8).

Sie hat 130 Kilowattstunden. Und natürlich haben wir das Problem oder wir haben eigentlich zwei Pro-

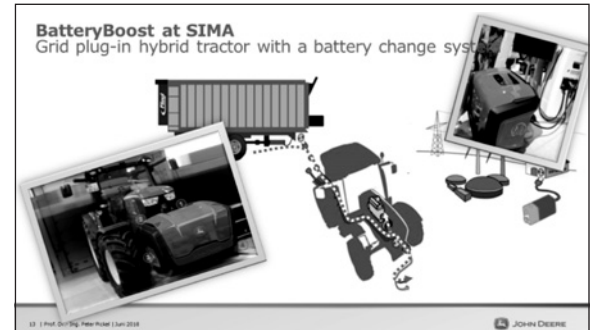


Abbildung 9

bleme, erstens ist diese Batterie sehr, sehr teuer und wir kriegen nicht so viel Energie rein, wie wir es gerne hätten. Wir sehen nämlich, nach einer Stunde Volllast ist das Ding leer oder nach drei Stunden im Teillastbetrieb. Dies ist sicherlich nicht befriedigend.

Wir können perspektivisch mit der Speicherdichte bei Batterien noch ein bisschen hoch, aber nicht so hoch, dass wir glauben, den Bedarf des Landwirts decken oder den Wunsch eines Landwirts abdecken können, den er gerne erfüllt hätte, gerade mit größeren Traktoren so im Bereich 200 PS. Schaffen wir nicht. Kostenminimierung lassen sich durchaus vorstellen, dass man die in fünf Jahren, vielleicht so in zehn Jahren in den Griff kriegen könnte. (Abb. 9 u. Abb. 10)

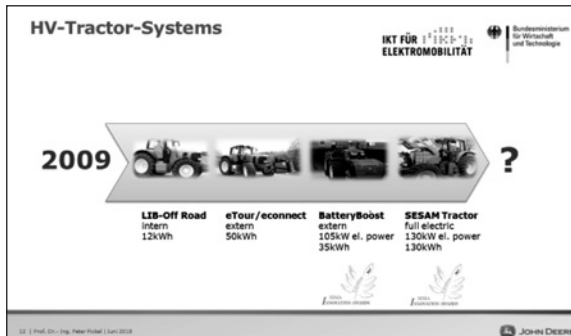


Abbildung 8

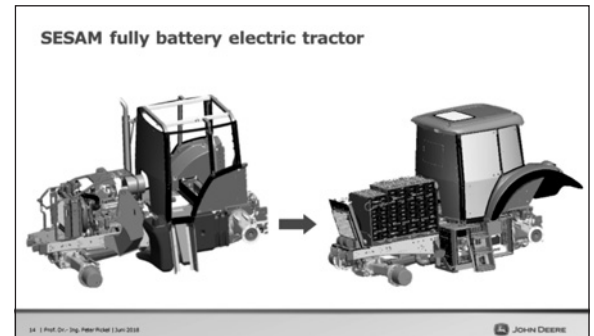


Abbildung 10

Deswegen ist unsere Idee, und da werden wir dann Ende dieses Jahres noch mehr dazu veröffentlichen, unsere Idee ist, verschiedene andere Energieübertragungswege zu nutzen. Und der von uns im Moment so ein bisschen favorisiert wird, den stelle ich im folgenden Bild dar, das so ein bisschen an den Film erinnert „Zurück in die Zukunft“. Der Energieübertragungsweg könnte nämlich so ein Kabel sein (Abb. 11) und dann kann ich die Energiequelle am Feldrand befestigen und ich kann tatsächlich eine, im Gegensatz zu dieser Maschine hier, eine leichte Maschine, die eben keinen Dieseltank, keinen Dieselmotor hat, sondern nur leichte elektrische Antriebskomponenten, mir vorstellen, die auf dem Acker mit relativ geringer – und ich unterstreiche das Wort ‚geringe‘ – Bodenverdichtung durchfährt. Das wäre also zum Beispiel ein Weg, wie man in die Zukunft denken kann. Andere Leute denken über Fuel Cells und Ähnliches nach. Es wird dahingehen, vielleicht gegen Ende des nächsten Jahrzehnts. Elektrifizierung ist zwingend notwendig.



Abbildung 11

Damit komme ich noch einmal zurück zu meinem Eingangsbild und das ist das letzte Mal, dass ich dieses Bild zeige. Der vierte große Technologiebedarf, den wir sehen, oder das ist der, der gerade anhält, ist eben die Integration auch der mobilen Arbeitsmaschinen, der stationären sowieso. Und ich habe hier noch das Wort „Smart“ davorgesetzt, weil es gerade mehr oder weniger in Mode ist.

Wie stellen wir uns das vor? Ich möchte Ihnen das wiederum an Beispielen hier aus unserer Entwicklung oder Vorentwicklung zeigen. Ein Beispiel wäre jetzt dieses System, das auch mit einer Goldmedaille 2015 ausgezeichnet wurde. Das ist der „Pesticide Application Manager“. (Abb. 12) Was hier passiert, der Landwirt möchte gerne eine Pflanzenschutzapplikation machen und nimmt sich ein Mittel von unserem Partner, jetzt zum Beispiel von der BASF, und die BASF ermittelt die Applikationsdaten cloudbasiert und dann wird in einer Abstimmung mit John Deere ein Parametersetting für die Feldspritze übertragen an das Fahrzeug. Das Fahrzeug wird automatisch durch Abscannen des Pflanzenschutzmittels kurz vor dem Kanister, eingestellt auf die richtige Dosierung, die der Fahrer benötigt.



Abbildung 12

Und was hier noch dargestellt ist, ist diese Linie, die von links nach rechts unten verläuft. Diese Linie soll symbolisch andeuten eine Schutzzone und der Fahrer wird, während er seiner Fahrt nachfährt, wird automatisch eine Abschaltung vorgenommen für die Schutzzone und die entsprechenden Düsen im Schutzzonenbereich. Eine Aufgabe, die ist händisch fast nicht durchzuführen und das wird natürlich auch noch dokumentiert, nachweislich dokumentiert, dass das geschehen ist.

Das ist also ein Kooperationsprojekt von uns mit verschiedenen anderen Firmen und Einrichtungen, das meiner Ansicht nach so ein bisschen den Weg in

die Zukunft zeigt. Und so, wenn sie über die Agri-technica gehen, die letzte auch noch vor Augen haben, so finden Sie dieses eine oder andere Puzzle an Produkten, die zeigen, wo die Integration hingeht.

Ein anderes System auch von uns, das bildet eigentlich jetzt schon ein bisschen ab das, was wir uns seit zwei Jahrzehnten unter Precision Farming vorstellen, wir wollen eben nicht nur den Pflanzenschutz, sondern auch Düngetechnik abbilden und das in einem integrierten, geschlossenen Kreislauf, der bei uns durch ein System in unserer Cloud, in unserer John-Deere-Cloud landwirtschaftlich gesteuert wird. (Abb. 13) Dies ist eine große Diskussion bei uns, wissen wir, dass auch noch andere Farm-Management-Systeme oder Farm Management Information Systems anbieten und da gibt es gerade einen heftigen Streit und Diskussion: Brauchen wir Schnittstellen und brauchen wir Standardisierung?

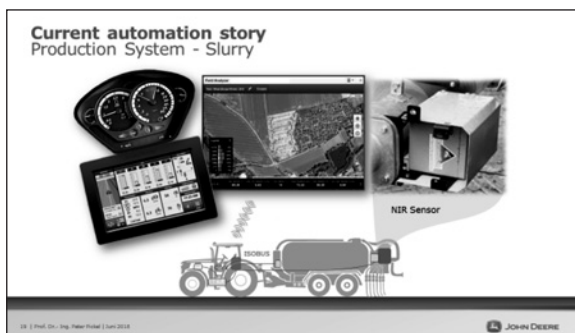


Abbildung 13

Ich selber glaube nicht an Standardisierung. Wir haben hier eine Technologie, die befindet sich im Fluss und Standardisierungen frieren Technologie-entwicklungen immer ein. Aber wir werden offene Schnittstellen haben, ähnlich wie bei der Traktorgeräteschnittstelle, ähnlich wie beim ISOBUS werden wir die Grenzen von John Deere überschreiten und mit Anwendungen und Systemen, die jetzt 365FarmNet heißen oder wie auch immer. Die werden miteinander Informationen austauschen und auch über die Grenzen der Landtechnik hinweg, also zur Chemie,

zu den Chemieherstellern, Pflanzenschutzmittelherstellern, Düngemittelherstellern und auch hinterher in die Nahrungsmittelkette hinein. Das werde ich noch mal darstellen. (Abb. 14)

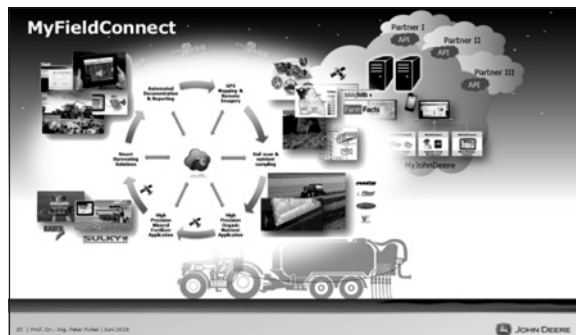


Abbildung 14

Ich könnte viele Folien von tollen Features, Apps und Geräten zeigen, die schon so ein bisschen smart sind und ein bisschen cloudbasiert. Ich möchte das aber nicht tun, sondern ich möchte die Automatisierungstechnik, wie sie sich entwickelt, in einer möglichst abstrakten Form mal darstellen. Ja und ich habe gesagt, ich bin Produktionstechniker von Haus aus und jeder Maschinenbauer, der Produktionstechnik gemacht hat, kennt dieses Bild. Das ist die Produktionstechnikpyramide der industriellen Automatisierungen, also der Fabrik. (Abb. 15) Oben an der Spit-

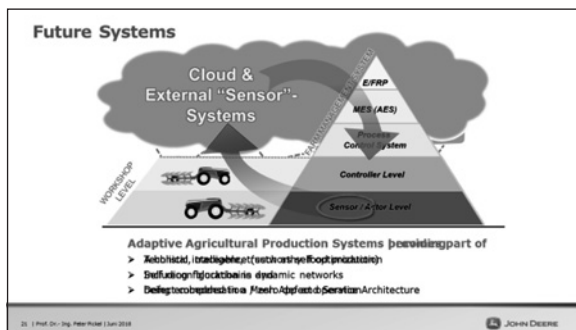


Abbildung 15

ze gibt es ein Enterprise Ressource Planning System, EFRP, da sind die Prozessleitebenen, Manufacturing Execution System und die direkte Maschinenprozessleitebene Process Control System. Manchmal gibt es andere Namen und manchmal gibt es die auch in kleinen Varianten. Und unten die Steuerungssysteme und die Sensoren auf den Maschinen. (Abb. 16)

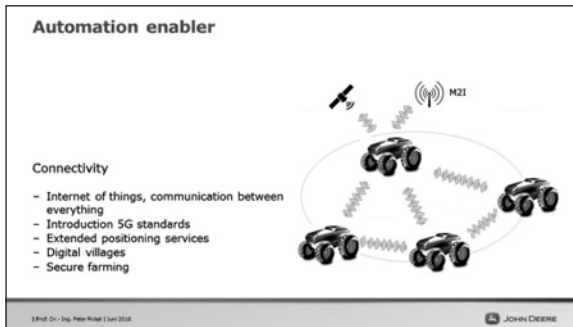


Abbildung 16

Und nun kann man in jeder Ebene eine Parallele zur landwirtschaftlichen Steuerungstechnik ziehen und dann wird hier aus dem Enterprise Ressource Planning System ein Farm Ressource Planning System, aus dem Manufacturing Execution System ein Agricultural Execution System, das die Maschinenverbünde in einem konkreten Prozess steuert und, und, und. Und wenn man die Prozessleitebenen, die sich oben befinden, mal zusammenfasst, könnte man sagen, das ist eigentlich das, was wir unter einem Farm-Management-System (Abb. 17) verstehen, also eine Leitebene oder mehrere Leitebenen, die die Prozesse organisieren. Und die, und das ist jetzt eigentlich das, was passiert, das ist die Smart Integration, die sitzt eben nicht mehr auf einem Server, sondern sitzt in einer Cloud, eben dezentral verteilt oder man weiß nicht, wo sie ist. Und sie bedient sich externer Informationsquellen. Das habe ich hier mal mit Externer Sensor Systems bezeichnet. Das sind eben dann Satellitendaten, Daten von Beratungsunternehmen, geophysikalische Daten, Geodaten, Wetterdienste. Das sind die externen Sensoren, die eben vom Farm-Ma-

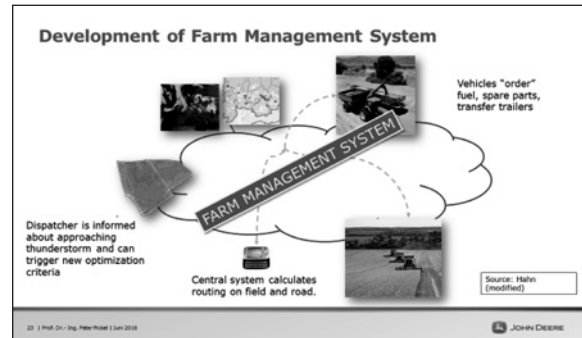


Abbildung 17

nagement-System angezapft werden. So stellen wir uns das vor. Und ganz unten eben ist das Workshop-Level, die Werkzeugmaschinen, die bei uns eben ein paar Räder haben, weil das Werkstück ein bisschen ausgedehnt ist, anders als in der Produktionstechnik. Ja und die sind natürlich auch Sensorträger, melden, also so stellen wir uns das vor, sind ständig verbunden mit dem Internet und melden das zurück, was sie sehen, sobald sie Sensorträger sind.

Und auch diese Information wird verknüpft. Und das Farm-Management-System ermittelt dann bei Prozessabweichungen oder bei Optimierungspotenzialen eben eine abweichende Logistik oder Maschineneinstellung und greift bis auf Einzelantriebsebene im System durch. Das ist ein mehr oder weniger geschlossener Kreislauf und natürlich, wie ich schon sagte, sind dann die Maschinen auch autonom und fahrerlos in Zukunft von der Cloud gesteuert. (Abb. 18) Das ist das, was im nächsten Jahrzehnt meines Erachtens stattfinden wird. Wir nennen das dann ein adaptives landwirtschaftliches Produktionssystem mit eigener Intelligenz, Selbstkonfigurationsmöglichkeiten, mit eben auch einem Störungsmanagementsystem. Und damit ist eigentlich auch noch nicht Schluss, denn die Vernetzung geht noch weiter.

Das ist ein kleines Puzzle-Piece: Wie steuere ich einen Prozess, zum Beispiel einen Erntevorgang mit Maschinen optimal? Wenn jetzt unter normalen Betriebsbedingungen geerntet wird, kann man sich vor-

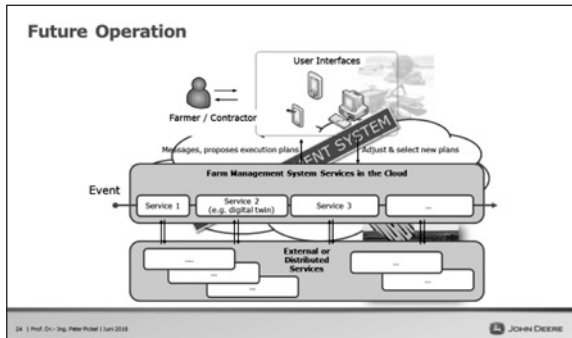


Abbildung 18

stellen, dass das Farm-Management-System reagiert, wenn jetzt eine Kaltfront kommt oder Ähnliches. Da kann man sich verschiedene Szenarien ausdenken.

Aber auf mittlere Sicht passiert noch etwas anderes. Das Ganze wird vernetzt mit einem ... Farm-Management-Steuerungssystem und unter Einbindung der vorgelagerten Prozesse, also vorgelagerte Produktionsdinge wie etwa in der Chemieindustrie, und den nachgelagerten Prozessen, also Nahrungsmittelindustrie. Daran wird europäisch auch sehr stark geforscht, zum Beispiel auch im europäischen Netzwerk EIT Food und ich glaube, dass das die Entwicklung bestimmen wird bis 2030.

Key-Element für diese Entwicklung oder eine Schlüsseltechnologie ist die Vernetzung. Also wir müssen zu jedem Zeitpunkt ermöglichen und das heißt, wir setzen ganz stark darauf und wir hoffen, dass wir mit der 5G-Technologie es schaffen werden, unsere Maschinen permanent im Internet oder in der Cloud zu haben und wenn es nicht in der großen globalen Cloud ist, dann doch zumindest temporär kleine Sub-Clouds herauszulösen, die mit den Maschinen oder Schwärmen oder so mitgeführt werden, sodass eine dauerhafte Vernetzung für Steuerungsaufgaben ermöglicht wird und auch für Dokumentationsaufgaben.

Also 5G-Technologie, ein eigenes Thema, glauben wir, ist der Schlüssel, um eben die Maschinen so zu vernetzen, wie ich das vom Bedarf her dargestellt

habe. Dazu gehört auch, dass wir die Maschinen noch etwas genauer lokalisieren müssen. Vorentwicklung gehen im Moment davon aus, dass wir so im Bereich ein Zentimeter gerne positionieren wollen. Ob das tatsächlich machbar ist, untersuchen wir noch. Ja und das ist natürlich damit verbunden, die Frage der Datensicherheiten. Ein ganz heißes Thema, aber vielleicht eine Diskussion für nachher.

Damit fasse ich zusammen. Die totale Transformation, so wie ich sie dargestellt habe oder darstellen wollte, die wird verschiedene Lösungen liefern. Klar, wir werden mit einem solchen Netzwerk, mit so einer Food Production Chain natürlich auch Traceability hinkriegen, Rückverfolgbarkeit und Transparenz der Nahrungsmittelproduktion. Diskussionsthema: Ist das eine Gefahr oder eine Chance? Ich sehe eher eine Chance darin. Aus dem, was wir heute haben, was wir heute Farm Management oder Decision Support System nennen, Farm Management Information System, daraus werden die Systeme, die Steuerungssysteme werden nicht nur informieren, sondern sie werden eigenständig Entscheidungen treffen, wie Prozesse zu laufen haben. Die können natürlich übersteuert werden händisch vom Betriebsmanager, vom Landwirt, aber sie werden das zunächst erst mal eigenständig tun wollen. Robotik basierend auf Informationen und eine Steuerung der gesamten Farm mit Netzwerken. (Abb. 19)

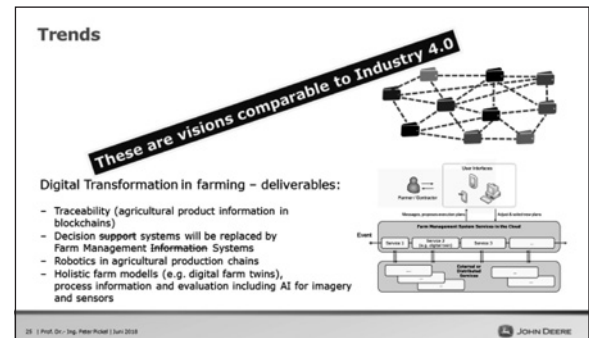


Abbildung 19

Und wenn man sich das alles anguckt und zusammenfasst und sich mal überlegt, wo gibt es denn das noch, stellt man sehr, sehr schnell fest, dass das genau das ist, was in der industriellen Produktionstechnik unter dem Schlagwort Industrie 4.0 zusammengeführt wird. Und methodisch ist es tatsächlich dasselbe. Und damit bin ich bei meiner Eingangsthese und diese Eingangsthese, dass sich die landwirtschaftliche

Produktionstechnik methodisch so verhält und auch so entwickelt, die ist nicht neu. Damit ende ich mit einem Zitat von Albrecht Daniel Thaer, der 1801 bereits sagte, dass man die „die Landwirtschaft als eine Fabrik, aber als eine sehr verwickelte Fabrik betrachtet und bei ihrer Betreibung alle Regeln befolgt, worauf der glückliche Erfolg der Fabriken beruht.“ Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit.

Diskussion

MODERATOR

Herr Pickel, vielen Dank für den interessanten Einblick in die Forschungsaktivitäten eines größeren Unternehmens, insbesondere auch zu den Visionen.

PASCHER. BERLIN

Ganz herzlichen Dank für diesen ganz tollen Überblick und die Visionen. Sie erwähnten ja, dass 5G die Schlüsseltechnologie ist für die Zukunft, andererseits haben wir ja gestern gehört, dass die 5G-Politik in Deutschland nicht gut läuft. Professor Fettweis hat da aber auch den Finger in die Wunde gelegt, dass wir eben nicht die flächendeckende 5G-Cloud haben werden.

Sie haben jetzt einerseits schon mal angedeutet, dass die Landtechnikindustrie dann so kleinere Clouds nutzt oder andere Lösungen. In der Landtechnikindustrie wie in allen Unternehmen, will sich ja das eine Unternehmen von dem anderen abheben durch proprietäre Lösungen, machen wir dann nur eine Second-Best-Lösung.

Meine Frage ist vielmehr, weil Sie ja auch jetzt international unterwegs sind, wie beurteilen Sie die 5G-Politik Deutschlands, die im Koalitionsvertrag ja so beschrieben ist, dass 5G bis 2025 bis an den Bundesautobahnen und an die Bundesbahn kommen wird, aber erst mal nicht über den Acker. Das ist die Frage, die 5G-Cloud über den Acker. Ist das in anderen Ländern besser gelöst als in Deutschland, vielleicht haben Sie durch ihre internationalen Aktivitäten davon Kenntnis.



ANTWORT

Also zunächst glaube ich, dass das, was wir bisher getan haben beim Infrastrukturaufbau, tragisch falsch war. Normalerweise haben wir Infrastrukturnetze, sei es Wasserversorgung, Stromversorgung, erst mal staatlich vorangetrieben. Beim kabellosen Internet hat es den Effekt, dass wir bestimmte Wirtschafts- und Gesellschaftsbereiche, eben die ländlichen Räume, nicht abdecken. Der Fehler ist da gemacht worden, und wenn er tatsächlich fortgesetzt wird, dann beurteile ich das als sehr negativ.

Ich sehe allerdings durchaus eine Chance, und das würde ich jetzt nicht proprietäre Lösungen nennen. Ich sehe durchaus, dass sich in den ländlichen Räumen ja private Anbieter etablieren können, die in ländlichen Gebieten Internetservice anbieten können. Dieses Potenzial ist da. Ich kann es noch nicht genau bewerten, wie es ist und welche Kosten damit verbunden sind, aber wir gucken uns das genau an.

Das ist im Moment die Chance, andererseits müssen wir weiter auf die Politik gemeinsam einreden, dass sich doch noch etwas ändert. Und da stehe ich natürlich hinter Ihren Interessen, das wissen Sie ganz genau. Also das sind die beiden Wege, die ich im Moment sehe.

Und dann war noch eine Teilfrage. Ach so, international. International sieht es, glaube ich, nicht viel anders aus, also wobei ich das Gefühl habe, dass die anderen europäischen Länder abwartend sind und

sich gerade bei der Lizenzvergabe befinden, die ja am Laufe ist, außerdem schauen sie, was in Deutschland geschieht. Aber es gibt dort einen starken Willen, es ähnlich zu machen, wie es Deutschland in der Vergangenheit gemacht hat – leider. Und das ist, also die Hauptlizenzen, die zentralen Lizenzen nur an die großen Netzanbieter zugeben, die wir alle kennen, Telefónica und so weiter. Wie gesagt, aber es gibt noch eine gewisse Beobachtungslage und wir hoffen mal, dass Deutschland tatsächlich in der Vorreiterrolle bleibt und diese gut ausfüllt. Dann haben wir eine Chance, das noch zu kippen. Aber der Trend ist tatsächlich eher nicht sehr gut zu bewerten.

HERLITZIUS, DRESDEN

Wenn Sie etwas sagen, steht John Deere immer dahinter? Meine Frage bei Ihrer Farm-Management-Applikation, die Düngersache, die Daten, die aus der Anwenderebene kommen, gehen durch die Daten-Hub zu den Farm-Management-System-Providern. Ist das mit Ihrer Lösung, Sie sagen, offene Schnittstellen, ist das notwendig und möglich?

ANTWORT

Also wir teilen da dieselbe Philosophie. Die Daten gehören zunächst erst mal dem, der sie generiert, dem Landwirt, und er entscheidet darüber, welche Daten weiterzugeben sind. Und wenn er dann den Wunsch hat, über die Cloud hinweg zu arbeiten, dann wird er das regeln können. Da wird es hingehen.

HERLITZIUS, DRESDEN

Das würde aber bedeuten, dass Ihre Maschinenkommunikation komplett abgeschnitten ist und durch die DKE, oder wie immer die Hub gestaltet ist, durchgeht und sie im Prinzip keinen direkten Zugriff mehr auf Ihre Maschinendaten hätten?

ANTWORT

Das sehe ich nicht so. Also das kann ich doch regeln. Es gibt keinen Grund, den nicht zu regeln. Das macht doch DKE auch.

HERLITZIUS, DRESDEN

ich sage ja, also die DKE-Hub würde ja ermöglichen, dass der Anwender 100 Prozent des Datenflusses kontrolliert und damit per se im Umkehrschluss Ihnen nicht mehr ermöglicht, John Deere als Company, auf Ihre proprietären Daten zuzugreifen.

ANTWORT

Das ist denkbar, ja.

HERLITZIUS, DRESDEN

Gut, okay. Das ist gut.

ANTWORT

Also zumindest nicht über die DKE. Also wenn es daneben noch andere Wege gibt, die heute existieren, dann ist das natürlich immer noch möglich. Aber wir greifen auch nur Daten ab, die freigegeben sind.

HERLITZIUS, DRESDEN

Sie haben dieses Netzwerk erwähnt, diese privaten und die Sub-Clouds, um autonome Maschinen zu steuern. Wer, denken Sie, wird diese privaten Clouds hosten, administrieren, konfigurieren?

ANTWORT

Das kann ich noch nicht sagen, aber das können Händlerstrukturen sein, das können Maschinengemeinschaften sein, das können auch Unternehmen wie wir sein. Also es ist wahrscheinlich offen. Wir testen es. Also wir stehen da ganz am Anfang, und ich denke, andere werden auch testen. Die fünf Experimentierfelder werden solche Strukturen aufbauen und danach nach ein paar Jahren werden wir sehen, wie es möglich ist. Wir können die Wirtschaftlichkeit noch nicht komplett einschätzen, weil wir die Kosten noch nicht abschätzen können. Aber das technologische Potenzial ist da.

HERLITZIUS, DRESDEN

Gut. Zero defects Operation würde ja bedeuten, dass ich einen hundertprozentigen Automatisierungsgrad meines Systems habe für alle Ausnahmefälle.

gungen, die existieren. Ich habe gestern eine Hypothese aufgestellt, dass das wirtschaftlich nicht sinnvoll ist und das ist also Frage Nr. 1. Wir sind hier auseinander, was ist die bessere Lösung? Frage Nr. 2: Zero Defects Operation würde bedeuten, bis wir dort sind, geraten wir natürlich auf eine sehr hohe Automatisierung und fahren in dieses Automatisierungsdilemma, dass der Bediener praktisch immer mehr Arbeit abgenommen bekommt und während der Arbeit praktisch nicht mehr trainieren kann und quasi Kompetenzverlust hat. Wie sieht John Deere so ein Problem?

ANTWORT

Die Wirtschaftlichkeit ergibt sich dadurch, wie stark die Prozesse miteinander gekoppelt sind. Wenn sie eine große Maschinenflotte haben, eine zentrale Schlüsselmaschine ausfällt, weil irgendwas gebrochen ist, dann stellt sich die Wirtschaftlichkeit durchaus ein, wenn ich das System, also die gebrochene Achse doppelt so stark dimensioniert hätte. Das ist durchaus denkbar. Je teurer die Maschinenflotte wird, umso eher rechnet sich ein ausfallsicheres System, wobei, hundertprozentige Ausfallsicherheit gibt es natürlich per se nicht. Aber in der industriellen Produktionstechnik wird ein Bohrer entsprechend massiver, um den Bruch des Werkzeugs zu vermeiden. So etwas wird vorkommen. Und sobald es nicht möglich ist, muss man eben ein Zero Defect System oder ein Disturbance Management System sich ausdenken, das eben das Problem schnellstmöglich löst. Wenn sie eine Maschinenflotte haben, die vielleicht ein paar Millionen kostet, die steht und sie warten dann ein paar Stunden auf das Servicepersonal und Ersatzteile, ist das einfach nicht akzeptabel. Das heißt, das ist eine dringende Aufgabe nicht nur von mir, so gesehen an eben Störungsmanagementsystemen und Ausfallsicherungssystemen zu arbeiten.

HERLITZIUS, DRESDEN

Aber die Wirtschaftlichkeit steht ja, da sind die Kosten, meine Ausfallkosten der Gesamtflotte, aber die Wirtschaftlichkeitskosten so eines Zero-Defect-Management-Systems stehen ja gegen den Aufwand,

einen Bediener, der für diesen Schwarm verantwortlich ist, zu bezahlen.

ANTWORT

Gut, Sie haben ja auch in der industriellen Produktionstechnik eine Fertigungsflotte, mit gekoppelten Werkzeugmaschinen, und sie haben natürlich einen Bediener irgendwo. Wenn der nahe genug ist und gut ausgebildet ist, dann wird der natürlich eingreifen können. Das ist klar. Also wenn sie mehrere autonome Maschinen haben und einen Bediener, der auf einer Maschine oder nebendran sitzt, dann kann der natürlich eingreifen. Da stimme ich zu.

BERGFELD, KÖLLITSCH

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Sachsen. Herr Pickel, Sie haben sehr beeindruckend über die Information Systems berichtet, aber immer nur über den Acker, und eine Farm besteht aber auch noch aus mehreren Elementen. Da gibt es Tierhaltung, Biogasanlagen, vielleicht auch noch andere Produktionszweige. Gehen Ihre Überlegungen nur auf den Acker oder auch darüber hinaus?

ANTWORT

Wir gehen bei uns im Wesentlichen auf den Acker beziehungsweise auf das Grünland, natürlich auch Tierhaltung. Da tun wir bekanntermaßen nicht allzu viel, deswegen haben wir so ein bisschen einen begrenzten Horizont. Dafür muss ich mich entschuldigen. Aber ich sehe natürlich, dass in der Tierproduktion die Automatisierungstechnik viel weiter fortgeschritten ist als bei den mobilen Maschinen. Das würde ich so unterschreiben. Also Robotik und Automatisierungstechnik und menschenarme Produktionsmethoden sind dort viel weiter entwickelt als auf dem Feld.

BERGFELD, KÖLLITSCH

Und dann haben oder bekommen wir offene Schnittstellen?

ANTWORT

Das wird kommen, ja. Also da klinken sich dann die Clouds zusammen, die entstehen.

KRIETER, KIEL

Ich habe noch mal eine Frage zu diesem Farm-Management-System. Das ist ja auch eine Vision. Meinen Sie tatsächlich, dass der einzelne Landwirt mit Ihrem System oder mit diesem doch komplexen, vernetzten Farm-Management-System überhaupt noch alleine klarkommt? Wenn ich mir heute die Situation anschau, wie Landwirte zum Teil alleine schon Schwierigkeiten haben, Sauenplaner oder Kuhplaner vernünftig zu führen, da habe ich gewisse Bedenken, dass ein Landwirt mit diesem System, wie Sie es vorstellen klarkommt. Ich kann dies aber nicht beurteilen, wie sehen Sie dies?

ANTWORT

Also der Einführung von Precision-Farming-Technologien stimme ich zu oder allen smarten Krepel, sage ich jetzt mal ganz salopp, ist ein Problem. Ist ein Problem heute, und auch daran arbeiten wir. Das ist aber jetzt weniger eine Technologiefrage als eine Ausbildungsfrage. Einerseits, wie bringe ich die Technologie als Maschinenhersteller dem Kunden bei und welche Ausbildungswege muss er grundsätzlich gehen? Dazu kann ich nur sagen, die Sachen würden ja dann nicht von heute auf morgen kommen. Wir entwickeln Methoden, unsere Kunden zu schulen. Wir gehen natürlich davon aus, dass die älteren Generationen langsam abgelöst werden durch jüngere, anders ausgebildete, besser ausgebildete und auch im Umgang mit Computertechnologien ja besser geübte Personen ausgetauscht werden. Also ich glaube, dass das mehr ein Generationenkonflikt ist und ein Ausbildungskonflikt, als ein Technologieproblem und es wird sich lösen. Der Punkt ist erkannt, ich glaube, auch in der allgemeinen Diskussion, wie Ausbildungswege zu gestalten sind. Es wird einfach eine Veränderung der Bildungsrichtung geben. Das ist aber nicht nur in der Landwirtschaft so, sondern wir leben in unserer Gesellschaft im Zeitalter der digitalen

Transformation, um da ein Schlagwort zu verwenden. Das ist ja schon im Heimbereich, also Smart Home und sonst wo zu erleben. Es gibt ja keinen Fernseher, den man einschaltet, alles wird über Streams erledigt. Die Menschen werden sich daran gewöhnen. Die Aufgabe, die der Landwirt hat, ist viel stärker managementorientiert in der Zukunft als heute, davon bin ich überzeugt. Also wenn ich „Zukunft“ sage, dann ist das 2030 oder so. Das wird sich langsam dahin entwickeln. Es ist kein Prozess, der schlagartig kommt. Das sehe ich einfach nicht.

HARTUNG, KIEL

Herr Pickel, Sie haben eben die Ausbildung angesprochen jetzt in den Schulen, uns beschleicht ja auch das Gefühl, passt unsere Ausbildung noch zu dem, wo wir hinwollen? Was wäre denn jetzt Ihre Wunschliste? Sie haben ja so eine gewisse Zwitterfunktion. Worauf sollten wir uns denn fokussieren, damit die Menschen mit den Dingen arbeiten, von denen Sie glauben, in zehn Jahren ist das die Lösung? Also was wäre vordringlich nach Ihrer Ansicht?

ANTWORT

Also eine Verstärkung des Fokus auf Informationstechnologie käme auf unsere Wunschliste. Das sehen wir sowohl bei den Technologen, also bei den Maschinenbauern als auch bei Agrarwissenschaftlern, die wir einstellen und die auch bei unseren Kunden arbeiten. Da sehen wir durchaus noch Defizite, und da kann man sicherlich noch einiges machen.

HARTUNG, KIEL

Aber was heißt jetzt Informationstechnologie? Das ist ja ein sehr breiter Bereich. Also sollen sie in der Lage sein, eine App zu bedienen, zu kommunizieren oder was?

ANTWORT

Na ja, es gibt beides, es gibt die Anwendungsseite und es gibt die Forschungsseite, also die ein bisschen entwicklungsgeprägt ist. Also für die, die ich wissenschaftlich ausbilden möchte, die neue Systeme

sich ausdenken, denen muss ich auch Informations-technologie, Grundlagen der IT-Technik beibringen. Die, die mehr anwendungsorientiert sind, die können mehr auf die, wie setze ich die App ein, wie optimiere ich meinen landwirtschaftlichen Betrieb. Optimierung des Einsatzes von solchen Hilfsmitteln. Das ist jetzt eine Frage des Levels der Ausbildung.

KRIETER, KIEL

wenn keine weiteren Wortmeldungen sind, herzlichen Dank Herr Pickel für die Ausführungen und für Ihr Kommen und auch für die gute Diskussion. Dann will ich diese Session ganz kurz zusammenfassen.

Ich denke, Sie haben auch mit den gestrigen Vorträgen an sich einen ganz guten Einblick bekommen, wo wir im Precision Livestock Farming stehen, also was schon geht, bzw., möglicherweise angeschoben wird in den nächsten Jahren. Viele Dinge funktionieren auch. Gerade wenn man im Tierbereich guckt, Fress-Monitoring hat sich wirklich gut etabliert, auch gerade in den etwas größeren Betrieben. Ein schönes Beispiel von Herrn Büscher, was die Sortierung der Mastschweine angeht. Auch das sind an sich einfache Sachen, die tatsächlich auch gut funktionieren. Was man aber eindeutig feststellen muss, ist, dass das Gesundheits-Monitoring, da sind wir bei weitem noch nicht so weit, also gerade Lahmheitserkennung in der Praxis am Beispiel von Kühen funktioniert bisher nicht zufriedenstellend, kann man wirklich so sagen, und da haben wir sicherlich noch einen großen Nachholbedarf.

Ein Punkt der gestern angesprochen wurde, finde ich auch ganz wichtig und ich komme darauf zu sprechen, weil ich vor zwei Monaten einen Vortrag gehalten habe zu Precision Livestock Farming. Das war ein gemischtes Publikum, da waren Tierschutzgegner mit dabei und da kamen an sich zwei Sachen sofort auf den Tisch. Der erste Punkt war: „Ihr setzt jetzt eine Technik ein, dann braucht ihr euch gar nicht mehr um die Tiere zu kümmern.“ Und das war ein wichtiger Aspekt, der vorgetragen wurde, und da muss man tatsächlich auch dagegenhalten. Das hat gestern der

Kollege aus Dresden auch schon angesprochen. Der zweite Punkt ist, Precision Livestock Farming fördert immer mehr größere Betriebe. Das war der zweite Aspekt. Auch da muss man in der Diskussion aufpassen und bereits jetzt sich klar positionieren. Gerade der letzte Punkt ist nicht ganz so einfach.

Zum Schluss noch, was immer so ein bisschen vergessen wird, die ganze Technik muss auch bezahlbar bleiben für den Landwirt. Das hat gut geklappt beim Fruchtbarkeits-Monitoring beispielsweise. Da sind vernünftige Lösungen entwickelt worden, aber viele andere Sachen sind viel zu teuer und sind dann auch noch zu ungenau. Also da haben wir wirklich noch viel Arbeit, damit der Landwirt bei nicht steigenden Margen, ich denke mal an die Milchpreise – Schlachtschweinepreise – diese neue Technik muss bezahlbar bleiben!

Digitale semantische Modelle der Kulturlandschaft zur fachübergreifenden Informationsintegration



Einleitung

Die Digitalisierung in der Landwirtschaft produziert in rasch zunehmender Weise Daten aus der und über die landwirtschaftliche Umgebung. Diese Daten entstammen Beobachtungen stationärer und mobiler Sensoren sowie der Fernerkundung mittels Satelliten und Drohnen (UAVs). Beispielsweise liefern an Nutztieren angebrachte Sensoren kontinuierlich Informationen über ihre Aktivitäten, Aufenthaltsorte und das Wohlbefinden. Sensoren an Landmaschinen liefern Daten über Betriebszustände, Aufenthaltsorte und Trajektorien sowie die auf den Feldern erzielte Erträge. Im Boden eingebrachte Sensoren liefern Daten über Nährstoffgehalte, Feuchtigkeit, Boden-pH-Wert und andere Bodenqualitätswerte. Daneben stehen zunehmend Daten über die Kulturlandschaft sowie die landwirtschaftlichen Betriebe in verschiedenen räumlichen Skalenebenen zur Verfügung. Diese Daten beschreiben die Ausdehnung und die Art räumlicher Objekte wie Feldstücke bis hinunter zu Teilschlägen sowie Wegenetze und Gebäude. Gebäudedaten können auch die Innenräume landwirtschaftlicher Betriebsgebäude (z.B. Ställe und ihre Einrichtungen) einschließen.

Landwirtschaftliche Daten sind typischerweise spezifisch für bestimmte Fachrichtungen und stehen bisher meist „lose nebeneinander“. Zum Beispiel werden Daten über ökologische, wirtschaftliche, logistische, produktive und produktionstechnische Aspekte in der Regel separat erfasst – typischerweise von den jeweiligen Fachdisziplinen mit ihren spezifischen

Methoden. Eine umfassende Betrachtung und die Entwicklung eines besseren Verständnisses des komplexen Systems „Landwirtschaft“ erfordert jedoch die Betrachtung und Analyse von Daten und den daraus abgeleiteten Informationen über mehrere Aspekte gleichzeitig. Eine fachübergreifende Integration digitaler Daten der Landwirtschaft ist ein wichtiges Element für die Realisierung der Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen in der Landwirtschaft. Sie bringt substantielle Mehrwerte, da bei Analysen – aber auch Planungen – in einer Fachdisziplin (z.B. Verbesserung der ökologischen Situation in einer bestimmten Region) unmittelbar die Anforderungen an und Auswirkungen auf andere Disziplinen (wie z.B. Produktion, Mobilität, Energie) berücksichtigt werden können. Damit werden multikriterielle Entscheidungsunterstützungen möglich, bei der gleichzeitig nach produktiven, ökologischen und ökonomischen Kriterien optimiert wird.

Allerdings ist die gemeinsame Nutzung und Datenintegration schwierig, da die Beziehungen einzelner Datenelemente zueinander oftmals undefiniert sind. Es fehlen Bezüge zu gemeinsamen Referenzobjekten im Sinne eines „gemeinsamen Nenners“. Selbst wenn verschiedene Sensormessungen über eine Sensordatenplattform integriert gespeichert und verwaltet werden, so handelt es sich in erster Linie um eine rein technische Integration, eine inhaltliche Integration verschiedener Aspekte ist damit nicht automatisch erreicht. So kann ein Datensatz die gemessene Bodenqualität durch verteilte Sensoren im Boden re-

präsentieren und ein anderer die Bodenfestigkeiten, die manuell aus Stichproben gewonnen wurde. Beide Beobachtungen haben zunächst nichts miteinander zu tun und es stellt sich die Frage, wie die Beobachtungen (und weitere Daten über das Gebiet) in Bezug gesetzt werden können.

Hier kommen die Methoden der Geoinformatik ins Spiel, der Teildisziplin der Informatik, die sich mit der Modellierung, Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Präsentation raumbezogener und raumzeitlicher Daten und Phänome befasst (de Lange, 2013). Bei näherer Betrachtung lässt sich feststellen, dass die meisten Daten entweder einen unmittelbaren Raumbezug (über Koordinaten wie sie z.B. durch GNSS-Messungen, Vermessung oder Photogrammetrie bestimmt werden) oder einen indirekten Raumbezug besitzen. In letzterem Fall stehen sie in Bezug zu räumlichen Objekten, die ihrerseits wiederum einen direkten oder indirekten Raumbezug besitzen.

Wenn nun die räumlichen Objekte so definiert werden, dass sie die wesentlichen Dinge der physischen Realität abbilden, dann können Daten der landwirtschaftlichen Fachdisziplinen diesen Objekten zugeordnet werden. Unter Verwendung von Konzepten der objektorientierten Datenmodellierung (siehe Oesterreich & Scheithauer 2013) werden Objekte gleicher Art dabei zu Klassen zusammengefasst. Eine Klasse beschreibt nicht nur den Typ eines Objekts sondern definiert auch die relevanten Eigenschaften (Attribute). Grundsätzliche räumliche und logische Beziehungen zwischen Objekten verschiedener Klassen werden ebenfalls modelliert. Objektklassen werden nun so definiert, dass sie a) für das Anwendungsgebiet relevant sind, b) eine klare Bedeutung (Semantik) hinsichtlich der realen Welt besitzen und c) einzelne Objektinstanzen klar voneinander diskriminiert werden können. Beispielsweise spielen Feldstücke in der Landwirtschaft in mehrerlei Hinsicht eine wichtige Rolle: sie definieren i.d.R. Eigentumsgrenzen und werden darüber voneinander abgegrenzt; ein Feldstück lässt sich klar einem Eigentümer zuordnen; innerhalb eines Feldstücks wird in vielen Fällen homogen eine Fruchtart angebaut; die Bewirtschaftung

eines Feldstücks erfolgt dementsprechend in einem Arbeitsgang.

Alle Objekte erhalten (weltweit) eindeutige Identifikatoren, über die sie exakt adressiert und jederzeit in Datenbanken wiedergefunden werden können. Wenn nun in der physischen Realität weitergehende Daten zu einem Feldstück existieren, können diese dem entsprechenden Objekt über den Identifikator eindeutig zugeordnet werden. Dabei können diese Fachdaten separat von den Objekten gehalten werden. Dies gilt auch für Sensoren, die in dem Feldstück verbaut sind, sowie mittels Fernerkundung für das Feldstück gewonnene Beobachtungen. Die Objekte, die Elemente der realen Welt repräsentieren, spielen nun die Rolle des „gemeinsamen Nenners“, weil Daten einer Fachdisziplin (z.B. ökologische Parameter eines Feldstücks) mit den Daten oder Sensoren anderer Fachdisziplinen (z.B. Informationen über die Art der Bewirtschaftung des Feldstücks) jederzeit über den selben Identifikator aufeinander bezogen werden können. Um die wesentlichen fachlichen Informationen zuordnen zu können, wird eine umfassende Modellierung der relevanten Objekte der Kulturlandschaft benötigt. An der TU München wurde dies im Rahmen eines Forschungsprojekts für die Kulturlandschaft in Bayern gemacht.

LandModell^{TUM} – Ein semantisches Modell der Kulturlandschaft

In einem vom Bayerischen Amt für Ländliche Entwicklung (ALE) beauftragten Forschungsprojekt wurden in einem ersten Schritt die wesentlichen Elemente der Kulturlandschaft identifiziert und über Klassen abgebildet. Inhaltlich zu einem Themenfeld gehörende Klassen wurden zu Paketen zusammengefasst. Abbildung 1 zeigt die bisher repräsentierten Themenfelder. Das Core-Paket beinhaltet Datentypen und Klassen, die von den anderen Klassen verwendet werden. Das Themenfeld „Farming“ umfasst beispielsweise Klassen zur Modellierung landwirtschaftlicher Betriebe, „AgricultureParcelShapeDescription“ Klassen und Aufzählungen zur thematischen Beschreibung von Parzellen / Feldstücken. Mit Hilfe

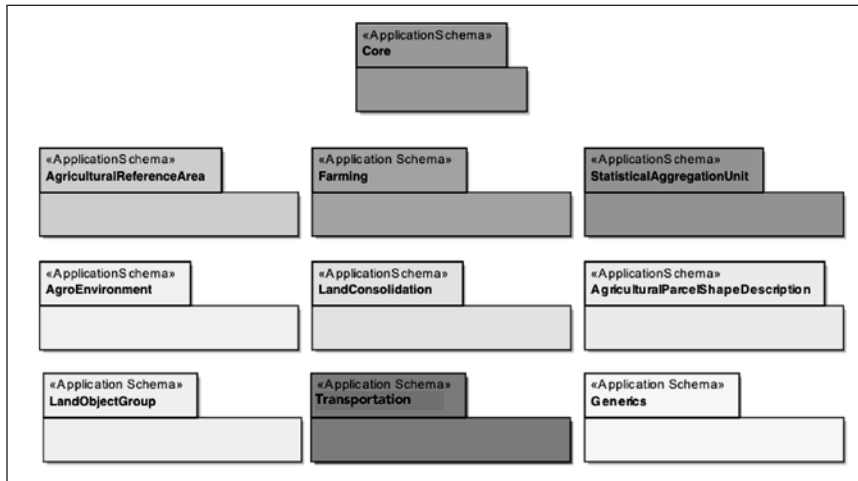


Abbildung 1: Pakete (Themenfelder) des semantischen Datenmodells LandModell^{TUM}

der Klassen aus „StatisticalAggregationUnit“ können verschiedene räumliche und logische Aggregations-einheiten für statistische Auswertungen repräsentiert werden – z.B. regelmäßige Raster in unterschiedlichen Auflösungen, aber auch die administrativen Einheiten wie Länder-, Kreis- und Kommunengrenzen. Das „Transportation“-Paket beinhaltet Klassen zur Abbildung des gesamten Verkehrsnetzes von der Autobahn bis hinunter zum Forstweg. Die Wegenetze sind geometrisch-topologisch repräsentiert, d.h. sie können für die Berechnung von Routen und Touren verwendet werden.

Alle Klassen besitzen neben ihren Namen eine Reihe thematischer und räumlicher Attribute, wobei letztere die Lage, Form und Ausdehnung der jeweiligen Objekte repräsentieren. Zusätzlich werden Beziehungen zwischen einzelnen Klassen repräsentiert. Durch Nutzung der im Paket „Generics“ definierten Konzepte können fachspezifische Daten zu beliebigen modellierten Realweltobjekten hinzugefügt werden. Details zur Modellierung der Klassen sind in (Machl et al. 2015) angegeben.

Neben räumlichen und thematischen Aspekten adressiert das Datenmodell auch die zeitliche Dimension. Veränderungen der Kulturlandschaft können

explizit repräsentiert und Analysen darüber durchgeführt werden, wo in welchem Zeitraum welche Objekte neu entstanden sind, welche Objekte weggefallen sind und welche Objekte sich hinsichtlich ihrer Attribute verändert haben. Damit lassen sich z.B. die Fruchtfolgen auf Feldstücken oder aber auch die Auswirkungen von Umgehungsstraßen auf die Kulturlandschaft abbilden. Auch können Prozesse wie die Konzentration auf Maisanbau in bestimmten Regionen mittels Clusteranalyse über mehrere Zeitschritte hinweg identifiziert werden.

Das Datenmodell wurde formal als UML-Klassen- und Paketdiagramm (siehe Oesterreich & Scheithauer 2013) und auf der Basis der internationalen Normen der ISO 19100er Familie zur standardisierten Modellierung und Repräsentation von Geoinformationen entwickelt (ISO 19109, ISO 19107, ISO 19108, ISO 19136). Damit ist es unabhängig von Systemanbietern und lässt sich auf konkreten Geoinformationssystemen und Geodatenbanken verschiedener Hersteller implementieren. Konkret wurde das Datenmodell in einer Geodatenbank implementiert. Dazu wird das Open Source Datenbankmanagementsystem PostgreSQL mit der PostGIS-Erweiterung eingesetzt. PostGIS unterstützt die Speicherung und Abfrage räumlicher

Daten und umfasst auch Graph-Repräsentationen und -Algorithmen, u.a. zur Modellierung von Netzwerken und der Berechnung kostengünstigster Wege gemäß selbstdefinierbarer Kostenfunktionen.

Sowohl das Datenmodell des LandModell^{TUM} als auch das daraus abgeleitete Geodatenbankschema sind dokumentiert und können als Vorschlag für eine standardisierte Modellierung der Kulturlandschaft angesehen werden. Der Vorteil eines standardisierten konzeptuellen Modells und seiner Abbildung auf ein Datenbankschema besteht darin, dass nun verschiedene Beteiligte oder Partner aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung Anwendungen realisieren können, die die so wohldefiniert strukturierten und gespeicherten Daten nutzen und wiederum um Berechnungs- und Simulationsergebnisse aus ihren Fachdisziplinen anreichern können. Prinzipiell eröffnet dies die Möglichkeit, einen beliebig erweiterbaren Baukasten an Analysewerkzeugen sowie Endanwendungen für verschiedenste Zwecke aufzubauen. Die Inhalte der Datenbank können unter Nutzung weiterer Standards des Open Geospatial Consortiums (OGC) und der ISO als Web-Dienste verfügbar gemacht werden, d.h. über standardisierte Schnittstellen wie dem sogenannten Web Feature Service (WFS, siehe Vretanos 2010) und dem Web Map Service (WMS, siehe de la Beaujardiere 2006) auch über das Internet bzw. als Cloud-Computing-Services nutzbar gemacht werden. Damit lässt sie sich direkt in bereits bestehende Geodateninfrastrukturen (GDI) der Länder (z.B. GDI Bayern, vgl. Keller et al. 2007), des Bundes (GDI-DE 2014) und Europas (INSPIRE, vgl. Craglia & Annoni, 2006) einbinden.

Wo kommen nun die Daten der grundlegenden räumlichen Objekte für die Datenbank her? Die Datenbank speist sich aus mehreren Quellen. So werden einerseits amtliche Geobasisdaten (ATKIS und ALKIS, vgl. Kurstedt 2013) vom Bayerischen Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) verwendet. Hier werden insbesondere Daten über Straßen- und Wegenetze sowie Informationen über Flurstücke und die tatsächliche Nutzung räumlicher Parzellen verwendet. Darüber hinaus liefern

InVeKos-Daten (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem, siehe InVeKoS 2016) jährlich aktualisierte Informationen über die Geometrie und Nutzung der Feldstücke sowie die landwirtschaftlichen Betriebe. Es ist dabei zu beachten, dass es sich bei diesen Datenbeständen nicht um Open Data handelt. Die amtlichen Geobasisdaten sind in den meisten Bundesländern in Deutschland gebührenpflichtig und InVeKos-Daten beinhalten zudem personenbezogene Daten, für die besondere Anforderungen des Datenschutzes gelten. Personenbezogene Daten über die Betriebe sind in der Datenbank deshalb nur in anonymisierter Form gespeichert. Ein wesentlicher Vorteil der Verwendung der genannten Datenquellen ist, dass diese erstens selber standardisiert sind (hinsichtlich ihrer Datenmodelle und Austauschformate) und zweitens alle Objekte der realen Welt mit stabilen Identifikatoren versehen sind. Das bedeutet, dass jedes Feldstück, jeder Betrieb oder jedes Straßensegment einen eindeutigen Identifikator besitzt, der sich praktisch nur ändert, wenn auch das entsprechende Realweltobjekt substanziell verändert (z.B. geteilt oder gelöscht) wird. Die originalen Identifikatoren bleiben bei dem Import in die LandModell-Geodatenbank erhalten, so dass jederzeit die Referenz zu den Ursprungsdaten bekannt ist.

Es entsteht damit ein virtuelles Modell der physischen Realität (hier: der Kulturlandschaft), das fachübergreifend für Analysen, aber auch zur Verlinkung verschiedener Fachdaten und Sensoren genutzt werden kann. Objekte der Kulturlandschaft werden mit ihren semantischen, raumbezogenen und zeitlichen Aspekten erfasst und modelliert. Ein derart angereichertes Modell erlaubt umfassende Analysen der Ist-Situation. Es ermöglicht die Berechnung verschiedenster Indikatoren. Diese können dann flexibel räumlich aggregiert werden, z.B. in regelmäßigen Rastern oder auch auf den Ebenen der Kommunen, Kreise, Regierungsbezirke und Bundesländer und können so wiederum mit anderen für diese Aggregationen vorliegenden Indikatoren in Bezug gesetzt werden. Im nächsten Kapitel wird dazu ein Beispiel vorgestellt.

Das Modell eignet sich aber aufgrund seiner detaillierten Objektmodellierung auch zur Durchführung von Simulationen. Ein Simulator, der direkt auf den Datenstrukturen des LandModellsTUM aufsetzt, kann zum einen mit den Daten der Ist-Situation der Gegenwart oder Vergangenheit arbeiten. Die Speicherung in der Geodatenbank ermöglicht zum anderen auch, das Modell der Kulturlandschaft fiktiv weiterzuentwickeln und die Objekte entsprechend z.B. geplanter Maßnahmen oder Transformationsprozesse zu modifizieren. Die Daten würden dann dem Stand einer möglichen Zukunft entsprechen. Da sie ja weiterhin konform zu dem Datenmodell sind, kann der selbe Simulator auf diesen fiktiven Daten arbeiten. So lassen sich die Auswirkungen geplanter Maßnahmen vorab bereits recht genau abschätzen und es können „Was-wäre-wenn“-Szenarien durchprobiert werden. Dies wird im übernächsten Kapitel an einem weiteren Beispiel demonstriert.

Anwendungsbeispiel 1: Analyse der Feldstücke

In dem ersten Anwendungsbeispiel geht es um die landesweite Analyse aller Feldstücke in Bayern hinsichtlich geometrischer Parameter wie Form und Größe und den Bezug zu angebauten Fruchtarten. Diese haben einen wesentlichen Einfluss auf die Bewirtschaftungsmöglichkeiten (siehe dazu Dietzel et al. 2000; Diemann 2001) und sind zudem ein guter Indikator für die Erkennung von Gebieten, die bereits ein Flurneuordnungsverfahren durchlaufen haben. Auch die Identifikation und Abgrenzung möglicher Zielgebiete für Flurneuordnungsverfahren lassen sich damit unterstützen. Abbildung 2 zeigt das von (Machl et al. 2013) entwickelte Klassifikationsschema. In dem Artikel werden auch auf die Auswirkungen auf die Bewirtschaftung näher untersucht. In der nachfolgenden Abbildung 3 wird das Ergebnis der Klassifikation für ein Testgebiet gezeigt.

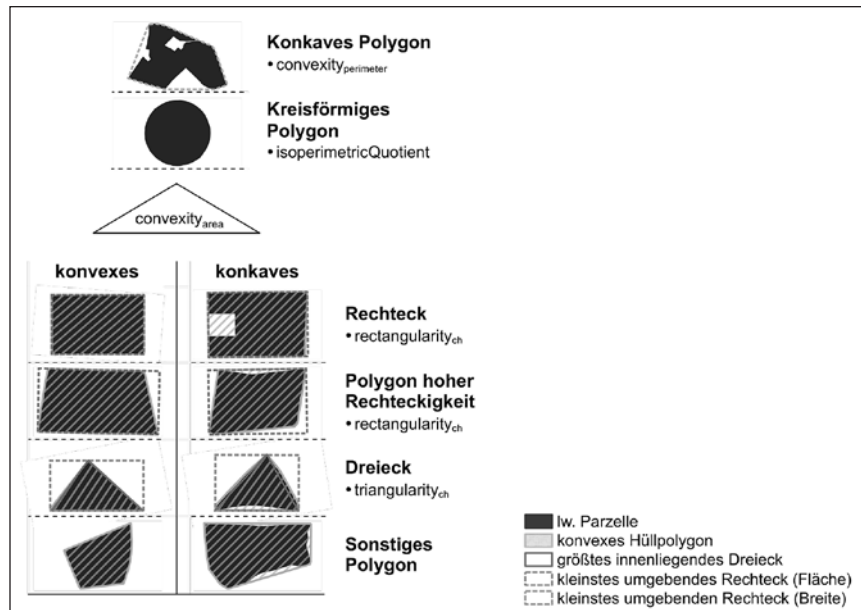


Abbildung 2: Abbildung 2 – Klassifikation landwirtschaftlicher Parzellen in verschiedene Grundformen. Zu den Grundformen werden jeweils auch die Parameter wie z.B. Länge, Breite, Radius oder Umfang geschätzt.

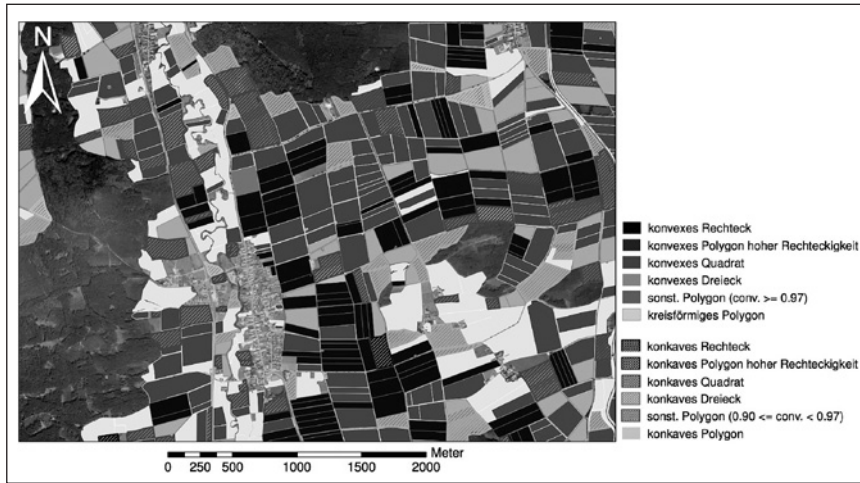


Abbildung 3: Ergebnis der Feldstück-Klassifikation nach geometrischen Grundformen auf einem Testgebiet in Bayern. Die einzelnen Formen sind graphisch durch Farben und Schraffuren unterschieden.

Auf der Basis der Einzelklassifikation über alle ca. 1,8 Mio Feldstücke lassen sich nun statistische Auswertungen über die landesweite Verteilung ableiten. Abbildung 4 zeigt das Ergebnis einer statistischen Auswertung der Feldstückgrößen, jeweils aggregiert auf die Ebene der Landkreise.

In weiteren Auswertungen wurden u.a. auch die regionalen Anteile einzelner Formklassen bestimmt. Auf der Basis der Formanalyse wurden auch die benötigten Fahrwege in den einzelnen Feldstücken automatisiert berechnet mit dem Ziel der Abschätzung der Bewirtschaftungsdauer (Fischl 2015).

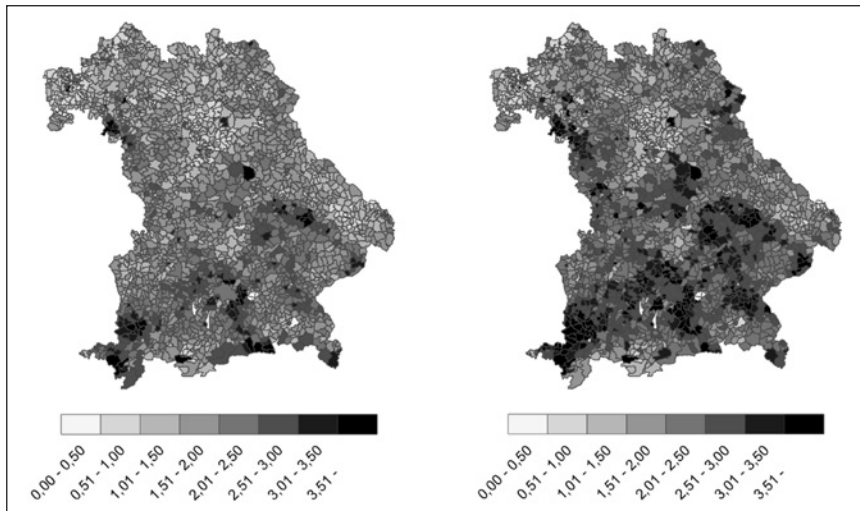


Abbildung 4: Links: arithmetischer Mittelwert der Feldstückgrößen in Bayern [ha], rechts: 75%-Quantil der Feldstückgrößen [ha].

Anwendungsbeispiel 2: Landwirtschaftliches Kernwegenetz

Das zweite Anwendungsbeispiel bezieht sich auf eine umfassende und landesweite Analyse der Transportbeziehungen in der Landwirtschaft. Die Ansprüche der Landwirtschaft an die Verkehrsinfrastruktur haben sich aufgrund veränderter Rahmenbedingungen deutlich gewandelt. Transportaktivitäten machen heutzutage einen Anteil zwischen 30% und 60% der Gesamtarbeitszeit aus und beanspruchen rund 45% des Gesamtenergiebedarfs in der Pflanzenproduktion (Demmel 2014). Ein Grund dafür sind auch die gestiegenen durchschnittlichen Fahrdistanzen (Soboth 2012, Gutberlet 2012). Nicht zuletzt aufgrund von Entwicklungen in der Landtechnik, aber auch der intensiven Nutzung, ist vielerorts das ländliche Wegesystem nicht (mehr) in der Lage, die Anforderungen der Landwirtschaft zu erfüllen (vgl. Soboth 2012). Nach (Demmel 2014) sind ca. 75% der anfallenden Transportmassen dem innerbetrieblichen Transport zwischen landwirtschaftlichen Parzellen und der Hofstelle zuzuordnen. Die Hof-Feld-Fahrbeziehung nimmt damit eine zentrale Rolle im landwirtschaftlichen Transportgeschehen ein.

Um eine verlässliche Bestimmung der Länge der Transportwege und ihrer regionalen Unterschiede zu ermöglichen, wurde am Lehrstuhl für Geoinformatik der TUM im Auftrag des Bayerischen Amts für ländliche Entwicklung (ALE) ein Softwarewerkzeug für ein landesweites Monitoring bestehender Hof-Feld-Transportpfade entwickelt (für Details siehe Machl et al. 2016). Mit dem Werkzeug lassen sich u.a. die folgenden Fragen beantworten: Welche Distanzen müssen Landwirte im Durchschnitt zu ihren Feldstücken zurücklegen? Welche regionalen Unterschiede in den Distanzen gibt es? Wie stark werden die Wege und Straßen durch den landwirtschaftlichen Verkehr beansprucht?

Zur Berechnung dieser Informationen ist es erforderlich, jeden Weg von jeder Hofstelle in Bayern zu jeder zugehörigen landwirtschaftlichen Parzelle (insgesamt über 1,8 Mio) im Einzelnen zu berechnen. Dazu wird erneut auf das LandModellTUM zurück-

gegriffen, welches das gesamte aus den Straßen als auch den landwirtschaftlichen Wirtschaftswegen bestehende Wegenetz umfasst. Aus den Geobasisdaten (ATKIS) wurde ein Routingfähiger Graph erzeugt, d.h. ein geometrisch-topologisches Netzwerk, auf dem u. a. Erreichbarkeitsanalysen sowie kürzeste Wege (vgl. Dijkstra 1959) berechnet werden können. Für die Kostenfunktion wurden bei den einzelnen Wegsegmenten neben der Länge auch Daten über die Wegekategorie, die Bodenbeschaffenheit, die durchschnittliche Befahrungsgeschwindigkeit und etwaige Hindernisse wie Brücken einbezogen. In einer zuletzt durchgeführten Validierung zeigte sich, dass über 80% der vom System berechneten Wege zu über 80% mit den tatsächlich von den Landwirten gefahrenen Strecken übereinstimmen (vgl. Astner 2018, Machl et al. 2018) und somit die Schätzungen des Systems eine hohe Aussagekraft besitzen.

Dadurch, dass alle berechneten Transportpfade sich auf die einzelnen Wegsegmente beziehen, kann nun über die Information, welche Fruchtart angebaut und wie groß die bewirtschaftete Fläche der jeweiligen landwirtschaftlichen Parzelle ist, diese Information für jeden Transportpfad in den Wegsegmenten akkumuliert werden. Damit lässt sich der Grad der Nutzung (und auch der Beanspruchung!) jedes Segments des Wegenetzes abschätzen und damit auch die Wichtigkeit jedes Wegsegments für das landwirtschaftliche Transportgeschehen insgesamt einordnen. Abbildung 5 illustriert dieses Vorgehen. Es werden die Wege von Hofstelle A zu den beiden Parzellen A1 und A2 dargestellt sowie von Hofstelle B zu Parzelle B1. Über das Wegsegment e erfolgt die Bewirtschaftung von insgesamt 6 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche.

Wenn nun ein solches virtuelles Modell der Kulturlandschaft vorliegt und Methoden bereitstehen, auf dieser Basis realistische Indikatoren wie z.B. die Wegbeanspruchung oder die Transportpfade zu berechnen, können das Modell und die Analysewerkzeuge natürlich auch für die Analyse der Auswirkung geplanter Veränderungen verwendet werden. Die enge Kopplung von Planung und Wirkungsanalyse bei raumbezogenen Entwicklungen wird von (Stei-

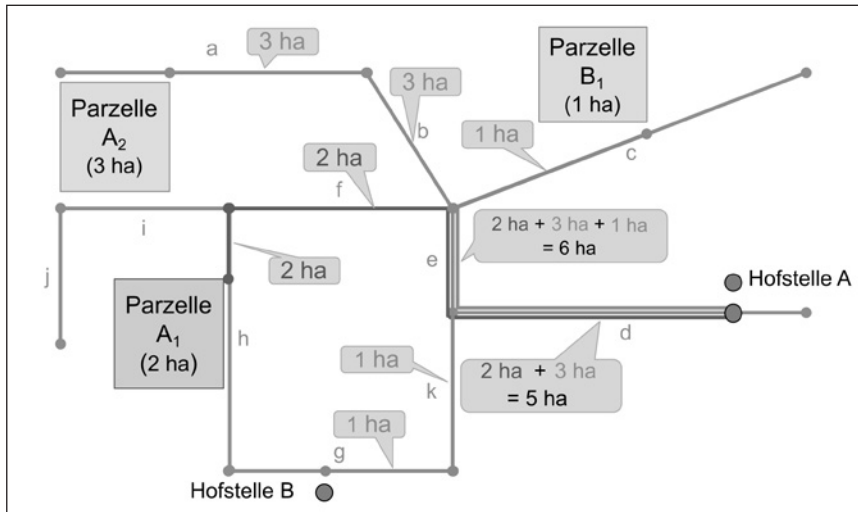


Abbildung 5: Abbildung 5 - Vom einzelnen Hof-Feld-Transportpfad zur Erschließungsfläche einzelner Segmente des Verkehrsweges.

nitz 2012) unter dem Begriff „Geodesign“ propagiert. Ganz im Sinne des Geodesign wurde zuletzt ein Werkzeug zur Planungsunterstützung in Flurneuordnungsverfahren realisiert, das eine unmittelbare Abschätzung der Auswirkungen von Änderungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen an dem landwirtschaftlichen Wegenetz sowohl für den lokalen als auch den überregionalen Verkehr ermöglicht. Dieses Werkzeug dient der Unterstützung des ALE bei der Entwicklung des landwirtschaftlichen Kernwegenetzes in Bayern. Das Werkzeug wurde im Rahmen des Pilotprojekts „Kernwegenetz NES-Allianz“ in der Praxis getestet, an der die 13 Kommunen bzw. Verwaltungsgemeinschaften der ILE-Region „NES-Allianz“ im unterfränkischen Landkreis Rhön-Grabfeld beteiligt waren.

Das Kernwegekonzept wurde im Auftrag der beteiligten Kommunen von der BBV Landsiedlung erarbeitet und vom zuständigen Amt für Ländliche Entwicklung (ALE) Unterfranken betreut. Mit Hilfe der Werkzeugs war es erstmals möglich, landesweit für einzelne Bestandteile des Wegesystems detaillierte und objektive Angaben zur regionalen und insbe-

sondere auch überregionalen, landwirtschaftlichen Erschließungsfläche abzuleiten und diese als zusätzliche Planungsgrundlage einfließen zu lassen. Abbildung 6 zeigt die Karte mit dem „Gefäßsystem des landwirtschaftlichen Transports“ in der ILE-Region, auf deren Basis die Definition der Kernwege mit den notwendigen Ausbau- und Ertüchtigungsmaßnahmen erfolgt ist. Weitergehende Informationen finden sich in (Machl et al. 2018).

Fazit und Ausblick

Die Digitalisierung der Landwirtschaft beschränkt sich nicht nur auf den Anschluss von Sensoren und Geräten an das Internet (Internet of Things) und die Auswertung unstrukturierter Daten durch Big-Data-Analyseverfahren und Verfahren des maschinellen Lernens. Digitale semantische Modelle der Kulturlandschaft liefern ein strukturiertes und informationsreiches Abbild der physischen Realität, welches entscheidend zur tiefen Informationsintegration über verschiedene Disziplinen beiträgt. Es geht bei dem virtuellen Modell der Realität nicht um eine computergraphische Darstellung, sondern um einen digi-

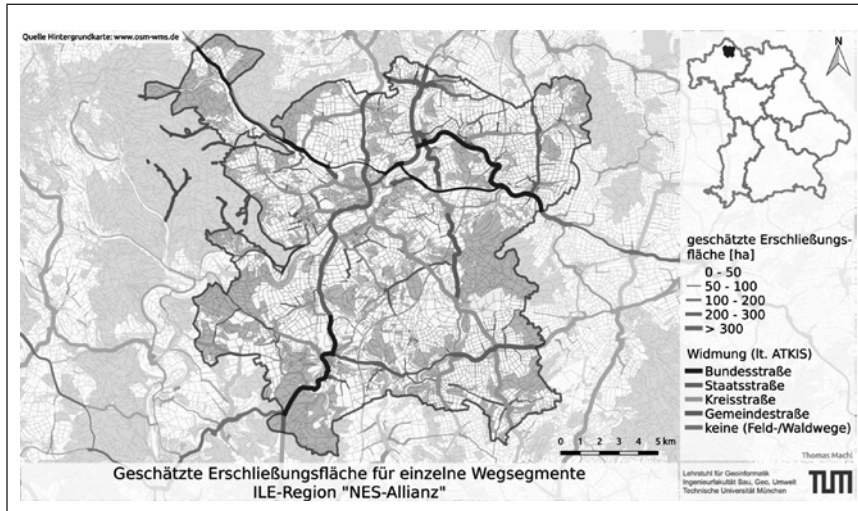


Abbildung 6: Geschätzte Erschließungsfläche für einzelne Wegsegmente innerhalb der unterfränkischen ILE-Region NES-Allianz; aus Datenschutzgründen sind in dieser Abbildung lediglich Verkehrswege eingeblendet, die von mehr als fünf Bewirtschaftern zur Anfahrt von Parzellen genutzt werden. Je dicker die Linienstärke, desto größer die Erschließungsfläche (siehe Kartenlegende).

talen Zwilling der wesentlichen landwirtschaftlichen Objekte mit ihren vielfältigen Eigenschaften und Beziehungen. Mit dem LandModellTUM wurde ein Datenmodell entwickelt (und in einer Geodatenbank realisiert), das in Bayern bereits für verschiedene Aufgaben eingesetzt wird. Dadurch, dass es sich aus standardisierten Geobasisdaten speist, ist es auch auf andere Bundesländer unmittelbar übertragbar. Zuletzt wurde das Modell in Hessen getestet. Sowohl das Datenmodell als auch die Analysemodule funktionierten auf Anhieb.

Aktuelle und künftige Entwicklungen zielen darauf ab, weitere Analysefunktionen für neue Aufgaben zu realisieren. Auch ist die Erweiterung der Modellierung um 3D-räumliche Repräsentationen geplant, damit auch die Gelände- und Oberflächeneigenschaften von Wegen und Parzellen in den Analysen berücksichtigt werden. Die explizite Verbindung der modellierten Objekte mit Sensoren und ihren Beobachtungen ist ein weiteres Forschungsthema. Das semantische Modell der Kulturlandschaft, die Sensoren, die Analysemodule und die darauf basierenden Anwendungen sollten mittel- bis langfristig in einer Smart Rural

Areas Data Infrastructure (SRADI) plattform- und herstellerübergreifend integriert werden.

Danksagung

Mein Dank geht an Herrn Thomas Machl, M.Sc., der als Doktorand am Lehrstuhl für Geoinformatik der TUM das Forschungsprojekt "2D+t Landmodellierung" bearbeitet, und das LandModellTUM maßgeblich entwickelt und die in diesem Beitrag enthaltenen Abbildungen sowie die konkreten Analysefunktionen erstellt hat. Weiterer Dank gebührt dem Projektleiter Herrn Dr. Andreas Donaubaue. Schließlich danke ich dem Bayerischen Amt für Ländliche Entwicklung für die Förderung des Projekts.

Literaturverzeichnis

- C. Astner, 2017: Untersuchung eines neuen Planungsansatzes zur Konzeption überregionaler Kernwegenetze für die Landwirtschaft. Masterarbeit. Technische Universität München, Lehrstuhl für Geoinformatik.
- R. Bromma, 2014: Konzeption und Umsetzung eines ländlichen Kernwegenetzes in der Allianz 'Fränkischer Süden'. In: Mitteilungen des DVW-Bayern e.V., Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 139 (4): 379–389.

- H. Brunner, 2014: Vielfalt erhalten. Zukunft gestalten – Der Bayerische Weg in der Land- und Forstwirtschaft. Regierungserklärung am 1. Juli 2014.
- InVeKoS, 2016: InVeKoS-Daten-Gesetz vom 2. Dezember 2014 (BGBl. I S. 1928, 1931), das zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 8. März 2016 (BGBl. I S. 452) geändert worden ist.
- N. de Lange, 2013: Geoinformatik in Theorie und Praxis, Springer Verlag.
- J. de la Beaujardiere, 2006: OpenGIS Web Map Server Implementation Specification. Version 1.3.0. Open Geospatial Consortium. OGC Doc. No. 06-042.
- M. Craglia, A. Annoni, 2006: INSPIRE: An Innovative Approach to the Development of Spatial Data Infrastructures in Europe. In: Proceedings of the International Conference on Global Spatial Data Infrastructures (GSDI-9), 6-10 November 2006, Santiago, Chile.
- M. Demmel, 2014: Traktoren- und Transporttechnik. In: Landwirtschaftlicher Pflanzenbau. Bd. 13. BLV Buchverlag GmbH & Co. KG. München: 151–170.
- R. Diemann, 2001: Expertengespräch zur 21. DLKG-Tagung: „Schlagstruktur und Schlaggröße im Spannungsfeld gegensätzlicher Interessen“. In: Landnutzung und Landentwicklung 42 (3), S. 138–139.
- H. Dietzel, R. Diemann, R. Jacobs, R. Otto, 2000: Schlaggröße und Schlagform in Ackerbaugebieten der neuen Bundesländer. In: Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung (41), S. 1-6.
- E. W. Dijkstra, 1959: A note on two problems in connexion with graphs. In: Numerische Mathematik 1 (1): 269–271.
- DWA, 2016: Arbeitsblatt DWA-A 904-1: Richtlinien für den Ländlichen Wegebau (RLW) Teil 1: Richtlinien für die Anlage und Dimensionierung Ländlicher Wege. Hrsg. von DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- G. Fischl, 2015: Werkzeuge zur Dekomposition komplexer Parzellegeometrien und zur Abschätzung von Fahrwegen. Masterarbeit. Technische Universität München, Lehrstuhl für Geoinformatik.
- GDI-DE, 2014: Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE). Dokumentenreihe herausgegeben vom Arbeitskreis „Architektur“ der GDI-DE. Online verfügbar unter <https://www.geoportal.de/DE/GDI-DE/Media-Center/Dokumente/dokumente.html>
- M. Gutberlet, 2012: Ansprüche an Qualität und Ausbaustandards zukunftsorientierter Wegenetze. In: DLKG (Hrsg.): Wege in die Zukunft!? – Neue Anforderungen an ländliche Infrastrukturen. Schriftenreihe der DLKG (9): S. 53–58.
- ISO 19107, 2003: Geographic information - Spatial Schema. ISO Norm.
- ISO 19108, 2005: Geographic information - Temporal Schema. ISO Norm.
- ISO 19109, 2015: Geographic information - Rules for application schema. ISO Norm.
- ISO 19136, 2009: Geographic information - Geography Markup Language (GML). ISO Norm.
- P. Keller, R. Roschlaub, M. Seifert, 2007: Aufbau einer Geodateninfrastruktur Bayern (GDI-BY). Mitteilungen des DVW, Heft 3/2007.
- R. Kurstedt, 2013: ATKIS® Basis-DLM – fachliche Betrachtung amtlicher Geobasisdaten und deren bundesweite Nutzung. In G. Meinel, U. Schumacher, M. Behnisch (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring V – Methodik, Analyseergebnisse, Flächenmanagement, S. 141–146.
- M. Kröhl, 2012: Anforderungen des Flottenmanagements für Lohnunternehmen und überbetrieblichen Maschineneinsatz in der Landwirtschaft – Was müssen ländliche Wegenetze in der Zukunft leisten? In: DLKG (Hrsg.): Wege in die Zukunft!? – Neue Anforderungen an ländliche Infrastrukturen. Schriftenreihe der DLKG (9): 89–101.
- T. Machl, A. Donaubaue, H. Auernhammer, T. H. Kolbe, 2013: Shape and Ergonomics: Methods for Analyzing Shape and Geometric Parameters of Agricultural Parcels. EFITA-WCCA-CIGR Conference on Sustainable Agriculture through ICT Innovation, Torino, Italy, 24-27 June 2013.
- T. Machl, A. Donaubaue, T. H. Kolbe, 2015: Landmodell = CityGML für die Agrarlandschaft? In: Geoinformationssysteme 2015 – Beiträge zur 2. Münchner GI-Runde. Wichmann Verlag.
- T. Machl, W. Ewald, A. Donaubaue, T. H. Kolbe, 2016: Entwicklung eines Werkzeugs zur landesweit flächendeckenden Analyse landwirtschaftlicher Transportbeziehungen in Bayern. Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (ZfV), 3/2016, DOI 10.12902/zfv-0118-2016.
- T. Machl, W. Ewald, A. Donaubaue, T. H. Kolbe, 2018: Neue Wege zum landwirtschaftlichen Kernwegenetz? - Erfahrungen aus dem Einsatz neuartiger Planungsgrundlagen im Modellprojekt „Kernwegekonzept NES-Allianz“. Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (ZfV), 2/2018, DOI 10.12902/zfv-0202-2018.
- B. Oesterreich, A. Scheithauer, 2013: Analyse und Design mit der UML 2.5: Objektorientierte Softwareentwicklung. 11. Auflage, De Gruyter Oldenbourg.
- A. Soboth, 2012: Notwendigkeiten und Möglichkeiten von Kooperationen gemeindeübergreifender Wegenetze. In: DLKG (Hrsg.): Wege in die Zukunft!? – Neue Anforderungen an ländliche Infrastrukturen. Schriftenreihe der DLKG (9): 39–44.
- C. Steinitz, 2012: A Framework for Geodesign – Changing Geography by Design. Esri Press, Redlands.
- P. A. Vretanos, 2010: OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard. Open Geospatial Consortium. OGC Doc. No. 09-025r1

Diskussion



MODERATOR

Herr Kolbe, herzlichen Dank für diesen spannenden Vortrag. Sie haben gemerkt, es war mucksmäuschenstill im Saal und diese Akrobatik, von einem Weg gleich mal auf eine Ebene eines Bundeslands zu zoomen, war schon fantastisch. Ich glaube, es gibt eine Vielzahl von Fragen. Bitte, wer fängt an dazu?

HARTUNG, KIEL

Sie haben ein sehr spannendes Instrument gezeigt, diesen Zwilling der Realität zu haben. Sie haben u.a. gezeigt, um damit Wege zu optimieren, ich kann eine Stückoptimierung auf den Weg bringen vor dem Hintergrund verschiedener Zielgrößen, also was wäre die optimale Feldform, was ist das, sagen wir, Potenzial, was diese Fläche innehat, also wie könnte ich das bezüglich Feldfrüchte optimieren?

Wenn ich dieses Thema mit unseren Kollegen von der Landschaftsökologie so andenke, dann gehen wir gedanklich eigentlich noch einen Schritt weiter und ich hätte gerne Ihre Einschätzung, wie Sie das von der Umsetzung sehen würden. Und zwar, wenn ich in Landschaftsräumen denke und sehe, was ist die Kapazität der Landschaft, dann kann ich ja die Produktionsseite mit der sogenannten Biodiversität verknüpfen. Also wie würde ich die Landschaft neu ordnen, um einerseits vielleicht eine gute landwirtschaftliche Produktion hinzubekommen, aber auch,

da sollte wie hier in Schleswig-Holstein ein Knick liegen, damit also irgendwelche Tierchen ihre eigene Autobahn haben. Wie sehen Sie diese Ideen von der Umsetzung her und gibt es da auch vielleicht bei Ihnen schon Ansätze?

ANTWORT

also tatsächlich gibt es da schon Ansätze. Also ich habe eine weitere Doktorandin, eine externe Doktorandin, die am LfL, Landesanstalt für Landwirtschaft, beschäftigt ist und dort genau zu diesem Thema promoviert. Und zwar geht es nämlich um die Frage, wie können wir diese Elemente als Biotope und ihre Rolle für die Biodiversität für verschiedene Arten nutzen? Und dann ist es natürlich wichtig, dass es diesen Biotopverbund gibt, also eine Vernetzung. Und je nachdem, ob ich jetzt hüpfende Tiere habe, dann brauche ich einen durchgängigen Bereich, wenn ich fliegende Tiere habe, muss ich sicherstellen, dass ich alle fünfzig Meter, hundert Meter wieder eine Art „Stepping stone“ habe, um da hinzukommen. Und das ist genau das, was wir da gerade untersuchen für die verschiedenen Arten von Spezies.

Kreativ die Landschaft zu verändern, das ist noch eine ganz andere Dimension. Also momentan ist es eher noch so, dass wir nach wie vor den Planer brauchen. Und ich gehe fest davon aus, dass man den in der Zukunft immer noch braucht, aber die Idee sollte

natürlich sein, dass so ein Planer dann eben sagt, wenn wir das quasi optimieren hinsichtlich Produktion oder Biotop, dass ich gleichsehen kann, was heißt denn das für die Biodiversität, was heißt denn das für die Ökologie und für andere Aspekte gleichzeitig. Das ist eigentlich so ein bisschen das langfristige Ziel.

HARTUNG, KIEL

Also dass man jetzt die Möglichkeit hat, eben unterschiedliche Szenarien zu entwickeln und vor allen Dingen, wir haben ja viel über Akzeptanz gesprochen, zu sagen, wenn ich dies tue, was nehme ich dann eigentlich mit und das ganz offen nach außen kommunizieren kann. Und da sehe ich auch einen wesentlichen Wert, wenn man sagen kann, das ist ein Spielball des Realen und wir können euch genau aufzeigen in Anführungsstrichen, was wird eigentlich passieren. Ja, danke schön.

WINDISCH, FREISING

Also wenn ich es richtig verstanden habe, es geht darum, ich muss die Objekte genau definieren, ich bekomme eine genaue Idee, eine IP-Adresse und dann variabel sind die Attribute, die ich dem hinzufüge, zum Beispiel Biodiversität.

ANTWORT

Genau.

BRUCKMAIER, BERN

Wenn ich so den Bezug herstelle zur eigentlich klassischen Statistik, die wir alle machen, muss man sagen, Modelle sind so gut wie die Eingabeparameter von ihrer Brauchbarkeit her. Jetzt als Tierphysiologe stellt sich für mich die Frage, inwieweit können Sie in solchen Modellen auch zum Beispiel die genetische Variation oder die physiologische Anpassungsfähigkeit von individuellen Tieren einbauen, die man ja, wenn man alle möglichen Daten hat, zum Beispiel bei Milchkühen über mehrere Laktationen, weiß man schon ein bisschen, wie reagieren die individuellen Tiere auf bestimmte Umstände, kann man solche Faktoren schon in diese Modelle integrieren?

ANTWORT

wir machen das bislang nicht, aber das ist tatsächlich etwas, was man sagen kann. Man würde natürlich dann hingehen und die Kuh oder überhaupt das Tier als Individuum modellieren tatsächlich, das heißt also, jedes real existierende Tier hätte dann auch eine Realität. So wie ich die Vorträge in den letzten Tagen hier oder gestern auch verstanden habe, geht das durchaus auch in diese Richtung. Und dann können sie an so einem Modell natürlich tatsächlich verschiedene Modelle anknüpfen, auch die Fachmodelle. Das ist, glaube ich, dann eben genau der Gewinn der Digitalisierung, dass uns eben möglich wird, dass die verschiedenen Aspekte einerseits der Tiergesundheit, aber auch der Produktivität oder Produktion miteinander tatsächlich an diesem Objekt dann festgemacht werden können und damit dann letztendlich auch gemeinsam analysiert werden.

GROSS, BERN

Ich gehe davon aus, dass Landwirte ihre eigenen Felder schon finden, Lohnunternehmer externe, die dann Flächen bewirtschaften müssen und nicht unbedingt ortskundig sind, haben die Zugang zu diesem Wegenetz und kosten die Daten etwas?

ANTWORT

Generell ist das so, dass das Wegenetz auf amtlichen Geobasisdaten basiert, die amtlichen Geobasisdaten, da hängt es dann, das ist Ländersache. Die sind zwar alle vereinheitlicht über ganz Deutschland in diesem Fall, allerdings ist es so, dass es nur vier Bundesländer gibt, die bislang komplette Open Data haben-Nordrhein-Westfalen, Thüringen, Hamburg und Berlin. In allen anderen Bundesländern sind die Daten noch gebührenpflichtig. So ist das kein Problem, weil die haben in der Regel Rahmenverträge mit den Landesämtern, dass die diese Informationen nutzen können. Für Private, die müssten tatsächlich diese Daten kaufen. Es gibt Alternativen, weil solche Wegenetze werden natürlich zum Beispiel auch für die Fahrzeugnavigation erfasst. Solche Wegenetze können sie auch in „Open Street Map“ finden. Es gibt

ein Problem bei „Open Street Map“, da kann heute jemand entscheiden, eine Straße, die schon drin ist, zu löschen, und dann wird die neu digitalisiert, dann kriegt die einen neuen Identifier und dann ist sozusagen dieses Verknüpfungselement dann sozusagen damit entschwinden.

Also letzten Endes, man kann es nutzen, die Daten sind da. Die InVeKoS-Daten sind natürlich nicht für jedermann frei zugänglich, weil sie personenbezogen sind. Und das Wegenetz ist im Prinzip schon verwendbar.

GÖTZ, GRUB

Das war ein sehr interessanter Vortrag, aber ich möchte trotzdem mal ein bisschen kritisch fragen, Sie haben am Anfang sehr schön die Problematik auf dem Betrieb gezeigt, dass wir da heterogene Systeme haben, die wenig miteinander kommunizieren und keine einheitlichen Datenstandards. Und dann haben Sie uns sehr interessante Beispiele gezeigt, aber da haben Sie ja, wenn ich es richtig verstanden habe, nur zwei große, landesweite und mit sehr einheitlicher Struktur versehene Datensätze zusammengebracht und daraus interessante Schlussfolgerungen gezogen. Ich würde jetzt gerne mal von Ihnen wissen, kann man Ihr Modell auch auf einen einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb übertragen? Was würde man damit tun und wo wäre der zusätzliche Nutzen, der daraus generiert wird?

ANTWORT

die Antwort ist erst mal, natürlich kann man das Modell tatsächlich auch für den einzelnen Betrieb verwenden. Die Frage ist natürlich, ein einzelner Betrieb, der kann natürlich zum Beispiel über die Analyse der Feldstückeigenschaften Informationen darüber gewinnen, allerdings ist in der Regel das so, dass der Landwirt natürlich schon seine Ländereien relativ gut kennt und dafür jetzt vielleicht nicht unbedingt das Ganze braucht. Allerdings, wenn der Landwirt jetzt zum Beispiel Informationen sammelt zu einzelnen seiner Feldstücke durch Beprobungen, durch Sensoren, die dann da sind, dann kann er diese natürlich

mit diesen entsprechenden Objekten in Verbindung stellen und später fragen: „Was weiß ich denn eigentlich oder was habe ich eigentlich in meinen ganzen Aufzeichnungen zu diesen einzelnen Elementen?“ Das wäre ein konkreter Nutzen.

Das andere ist natürlich das Thema Simulation. Also man kann natürlich auch gucken, dass der Landwirt theoretisch sagt: „Was ist eigentlich, wenn wir das Wegenetz zum Beispiel an dieser Stelle entsprechend modifizieren?“ Er kann damit auch einen Vorschlag machen oder kann sich auch überlegen, ob er an die Kommune herantritt und entsprechend Vorschläge einbringt. Das sind also auch durchaus Ansätze, die dann denkbar sind.

Wir haben Erfahrungen im Bereich Smart Citys, also mit Städten zu arbeiten und dort eben also Wohneigentümer zum Beispiel, die tatsächlich dann solche Modelle auch nutzen, um ihren gesamten Stock an Wohneinheiten zum Beispiel darüber zu managen.

GÖTZ, GRUB

Ich glaube, Sie haben meine Frage nicht wirklich beantwortet. Mir geht es jetzt nicht darum, was der mit seinen Parzellen macht und ob er sich da irgendwelche Bildchen davon macht, sondern mir geht es darum, können Sie sich vorstellen, dass Sie ein Modell für einen landwirtschaftlichen Betrieb entwickeln, wo sämtliche Produktionszweige, Ackerbau, Grünland, drei verschiedene Sorten von Tierhaltung abgebildet werden und wo der Betrieb zwischen Landtechnik von John Deere zu irgendjemand anders wechselt, dann fünf Jahre lang ein System von Bayer-Monsanto nutzt und keine Ahnung, in der Tierhaltung noch etwas anderes macht, also wo Sie auch über einen längeren Zeitraum mit mehreren Generationswechseln in der Software und in den anfallenden Daten ein Betrieb konsistent modellieren können?

ANTWORT

Da würde ich jetzt sagen, im Prinzip ja. Die Praxis sieht immer ein bisschen anders aus. Die Praxis sieht tatsächlich so aus, also gerade mehrere Systemwechsel, also grundsätzlich ist es immer so, auch wenn

man versucht, mit offenen Standards zu arbeiten, es gibt immer Elemente, die sind und bleiben proprietär, weil zum Beispiel ein bestimmtes System, das angeboten ist, bestimmte Funktionalitäten anbietet. Das heißt, also so ganz hundertprozentig kommt man da nicht weg davon. Allerdings ist in dem Moment, wo ich so ein Modell verwende oder ein allgemein zugängliches, standardisiertes Modell verwende, ist die Wahrscheinlichkeit, dass ich sozusagen auf Gedeih und Verderb einer Firma ausgeliefert bin, tatsächlich nicht mehr so hoch.

Und wie gesagt, im Bereich BIM, „Building Information Modelling“, gibt es eben auch dort eine entsprechende internationale ISO-Norm, die tatsächlich dazu entsprechend verwendet wird, damit man eben nicht beim selben System bleiben muss oder bei anderen entsprechenden Herstellern. Wenn man da wechselt, das passiert tatsächlich auch, hat man immer mit einem Rattenschwanz von Problemen zu kämpfen. Das ist so.

BAAKEN, BONN

Sie haben da eben auch Bilder von Gebäuden gezeigt, da habe ich mir natürlich gedacht, das könnte auch ein Schweinestall sein. Gibt es in diesem Bereich schon Entwicklungen, weil das ja eher geschlossene Systeme sind, die vielleicht sogar technisch einfacher zu beherrschen sind als die Natur? Und vielleicht die Frage an Sie, warum beschäftigen sich im Moment so viele eher mit den pflanzlichen Systemen als mit den tierischen? Die Digitalisierung ist im pflanzlichen Bereich sehr viel weiter fortgeschritten, obwohl die Musik vielleicht eher bei den Tieren wäre.

ANTWORT

Allgemein kann ich die letzte Frage nicht beantworten, ich kann sie nur beantworten, warum wir uns momentan mit diesem Thema befassen. Das hat einfach damit zu tun, dass für die pflanzenbaulichen Aspekte im Prinzip ich diese ganzen Daten vorrätig habe. Das heißt also, diese Daten sind bereits erfasst, beziehungsweise das, was aus den Geobasisdaten da ist, aus den amtlichen, liefert mir bereits diese Infor-

mationen. Ich kann typischerweise nicht von außen, auch nicht vom Satellit aus in den Stall reingucken, das heißt also im Grunde genommen, diese Informationen liegen uns praktisch noch nicht vor. Aber natürlich kann ich mir vorstellen, das Ganze, auch entsprechend so einen Schweinestall semantisch auf zu modellieren mit all seinen Aspekten, die da relevant sind, also zum Beispiel auch die entsprechenden Stoffströme, die dann da fließen zum Beispiel, dass man also die entsprechend mitberücksichtigt. Das ist dann schon machbar, aber wie gesagt, ist noch nicht passiert. Also wir können das Gebäude, wir können sozusagen das eigentliche Gebäude schon repräsentieren, da weiß man, was ist Dach, was ist Fenster und so weiter. Das kann man dann schon für Berechnungen und Simulationen für Sonneneinstrahlung und so weiter zum Beispiel verwenden, aber eben die eigentlichen tierproduktionsrelevanten Aspekte, die müsste man natürlich dann entsprechend auch modellieren und einpflegen.

WINDISCH, FREISING

Also das war so ein Augenöffner auch für unsere Kollegen eben, wie kann man zum Beispiel Stoffströme machen, wie kann man eben die Pflanzenbauer, die Tierernährer miteinander verknüpfen. Eben dieses Werkzeug, es ist ein Werkzeug.

KALM, HAMBURG

wer bestimmt eigentlich so ein optimales Modell für eine Kulturlandschaft? Wie soll das aussehen, was wäre optimal für die Landwirtschaft, die Biodiversität und weitere Ziele, die heute von unserer Gesellschaft so formuliert werden? Gibt es da ein optimales Modell, wie die Kulturlandschaft aussehen soll? Das wäre so wie in der Rinderzucht, man muss das Zuchtziel für die Milchkuh haben und danach haben sich alle zu richten und die Mitglieder dieses Verbandes orientieren sich an diesem Zuchtziel. Gibt es auch ein Ziel, sagen wir mal, ein Landschaftsziel in dem Sinne? Wird das definiert? Nutzen die Behörden solche Informationen, die Sie jetzt hier beispielsweise schon erarbeitet haben?

ANTWORT

Nein, es gibt natürlich mehrere Ziele, aber es gibt jetzt nicht, wie soll ich sagen, eine fertige Definition. Also wir haben verschiedene Kriterien. Wir haben einerseits das Kriterium der Produktion, wir haben das Kriterium Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeit wiederum spaltet sich noch mal auf in verschiedenste andere Kriterien. Letztendlich müssen wir eigentlich dazu kommen, dass wir die Kulturlandschaft eben in verschiedener Hinsicht optimieren. Und heute ist es eben so, dass man sie typischerweise hinsichtlich eines Aspektes optimiert und dann die anderen bewertet. Bezüglich der Produktion, wir verbessern das alles, und dann schauen wir mal, wie sich das ausgewirkt hat auf die anderen Dinge. Und es gibt jetzt mit den Werkzeugen diese Möglichkeit, zumindest diese ganzen Paramater im Auge zu behalten.

Es ist jetzt so, dass wir dieses Werkzeug entwickelt haben und jetzt auch im Einsatz ist z.B. im Amt für ländliche Entwicklung, das heißt also, zukünftig für solche Planungsmaßnahmen mitberücksichtigt werden können. Elemente der ökologischen Nachhaltigkeit zum Beispiel, die sind, wie gesagt, gerade in der Bearbeitung einer Dissertation, wie wir so etwas formalisieren können. Wir versuchen, eine objektive Bewertungsfunktion zu entwickeln, die dann sagt: „Das eine ist besser als das andere“ Da sehe ich noch eine Herausforderung. Aber wie gesagt, da sind wir auch noch nicht am Ende und es gibt noch nicht, also meines Wissens gibt es noch nicht irgendwie, sage ich mal, das Kompendium, das sagt, so und so viel Prozent der Fläche muss dafür aufgewendet werden, so und so viel Prozent muss umgestaltet werden. Und dann stellt sich das als optimal für das Gesamtsystem dar. Ich denke, wir haben vielleicht eine Chance, mit so einem Modell langfristig da mal hinzukommen, aber da wird es immer noch eine spürbare Differenz zwischen dem, was man berechnet, und zwischen dem, was in der Realität tatsächlich stattfindet, stattfinden.

WINDISCH, FREISING

Also wenn ich Sie richtig verstanden habe, Sie stellen Instrumente bereit, aber die Ziele setzen müssen wir immer noch selber.

ANTWORT

Ja. Ja, genau.

BAHRS, HOHENHEIM

Kurze Frage, bei der eine kurze Antwort möglich ist vor dem Hintergrund, dass hier auch viele reale Vertreter und Vertreterinnen dann sitzen. Was kostet denn so etwas? Denn die Anwendung hängt immer davon ab, was sind die Kosten, was ist der Nutzen und die Differenz soll möglichst groß sein.

ANTWORT

Das ist ein Forschungsprojekt, das wir letztendlich finanziert bekommen haben vom Amt für ländliche Entwicklung in Bayern. Es ist noch kein Produkt bislang. Es ist sozusagen schon insofern einsatzfähig, dass wir es also auch im Amt einsetzen können. Man müsste im Grunde genommen mit unserem Auftraggeber an der Stelle sprechen. Was wir gemacht haben, wir haben zum Beispiel für Hessen eine Transportweganalyse direkt ausrechnen können. Also wir haben direkt die Daten verwendet. Ich glaube, das hat einen Tag gedauert, die Daten zu importieren und die entsprechenden Analysen durchzuführen, von daher ging das. Aber letzten Endes ist es, das Datenmodell an sich, das publiziert wird, das ist zum Teil auch schon publiziert, bzw. wird mit der Dissertation publiziert, die Ende des Jahres fertig werden wird von dem Mitarbeiter Thomas Machel.

HAMMERER, BRUNN

Sie haben wie schon die Kollegen vor Ihnen angesprochen, die Digitalisierung liefert viele Daten und ich habe schon lange eine Vision und würde gerne Ihre Einschätzung hören. Wir haben vom Vorredner Dr. Pickel gehört, in der Landtechnik ist schon sehr vieles autonom. Kann man davon ausgehen zum Beispiel in 30 Jahren, dass eine Farm, die auch Tiere hält, völlig

autonom ist? Das heißt, der Landwirt ist der Manager, alles wird automatisch angesät, der lässt dann eine Drohne darüber fliegen, die den Erntezeitpunkt an die Maschine meldet, die fährt los, der Landwirt gibt nur ein, wird gelagert am Hof oder eben beim Landhändler, die Tiere werden autonom betreut, es wird der Schlachtzeitpunkt bestimmt in dem Schlachthof. Dann hat jemand gesagt, man muss sich auch mit der nachgelagerten Industrie zusammen vernetzen. Die ganzen Daten sind in der Cloud extern, alles wird autonom zugegriffen und im weiteren Verlauf ist man dann mit dem Verarbeitungsbetrieb vernetzt, der wieder mit dem Handel. Der Handel hat Kunden, der Kühlschrank ist vernetzt, kriegt das hin und so weiter und so fort. Was sagen Sie dazu?

ANTWORT

Also generell kann man wohl mal ja sagen, ob schon bei dem Paket was Sie definieren bei dem Extremszenario muss man vorsichtig sein. Wenn alles wirklich vollständig durchgängig digitalisiert ist und alles tatsächlich beherrschbar ist, kann es klappen. Das Problem, was ich an diesem Thema „maschinell beherrschbar“ sehe, ist, glaube ich, dass viele Arbeitsprozesse, die eine Maschine macht und viele andere Prozesse, haben wir gesehen, Reinigung zum Beispiel, sind auch Dinge, wo es Fortschritte gibt. Ich glaube also tatsächlich, dass ganz viele der Standardprozesse automatisiert werden und damit letztendlich dann auch automatisch sequenziert werden können. Es wird aber immer viel schiefgehen. Es wird immer Dinge geben, die nicht funktionieren. Es wird immer Dinge geben, sogenannte Sondersituationen, die tatsächlich noch nicht einbezogen wurden. Ich glaube, der Landwirt wird an der Stelle eher einerseits zum Manager und zum Krisenmanager an der Stelle für so ein System. Ich weiß nicht, ob das erstrebenswert ist, aber das ist durchaus eine Sicht.

Das nächste ist natürlich auch noch die kontinuierliche Veränderung, also es wird sich immer irgendwas verändern, es wird eine neue Generation von irgendeinem Gerät geben und es wird einen neuen Prozess geben. Das heißt also, im Grunde genommen ist man

auch dann mit einem Änderungsmanagement befasst und das kann natürlich auch keine Maschine machen. Das heißt also, die Frage, wie dann der Hof optimiert wird, wird sicher nach wie vor Aufgabe des Landwirts sein, aber er wird eben nicht mehr unbedingt selber, sehr wahrscheinlich nicht mehr auf dem Trecker sitzen oder Gassi gehen, sage ich mal.

WINDISCH, FREISING

Vielleicht zum Ende noch eine ganz kurze Frage, wie ist Ihre Einschätzung und zwar in Bezug auf die Skalenebenen? Wir haben also sehr kleine Skalenebenen, ein Wegstück von drei Metern, und dann die großen Skalenebenen, gleich mal hochrechnen auf das ganze Bundesland, vielleicht auf ganz Deutschland oder die ganze Welt vielleicht in Zukunft mal. Der landwirtschaftliche Betrieb kommt da drin als eine originäre sui generis, als eine Skalenebene sui generis gar nicht mehr vor.

ANTWORT

Doch, doch. Das sehe ich schon so. Also der eigentliche Betrieb lässt sich natürlich so modellieren.

WINDISCH, FREISING

Als Anwender. Das ist die Frage, ist er der Anwender oder ist er eigentlich eher dann die ID selber, das Objekt?

ANTWORT

Das hängt tatsächlich von der Skalenebene ab. Also das, was ich jetzt hier vorhin gezeigt habe, da ist der Betrieb tatsächlich eine ID. Die Art der Modellierung, die ich gezeigt habe, die lässt sich eben übertragen auch auf eine andere Ebene und wenn man das dann tatsächlich macht, also wenn es zum Beispiel darum geht, dass man eben sagt, man will ein integriertes Forschungsvorhaben machen, wo wir diese ganzen verschiedenen Aspekte miteinander verknüpfen, dann wäre so ein virtuelles Modell tatsächlich ein geeigneter Punkt.

Der Vorteil, wenn man diese Modellierung macht, ist tatsächlich, dass wir jederzeit tatsächlich die Aus-

wirkung von Regeln, wenn es zum Beispiel jetzt eine neue Regelung gäbe für Landwirte, die eine bestimmte Auswirkung hat, dann können wir das tatsächlich durchspielen und zwar auf der Ebene des einzelnen Betriebs und das nicht nur sozusagen stati-

stisch für einen, sondern wir könnten es theoretisch für alle entsprechend rechnen und kommen dann zu relativ guten Schätzungen, wie die Auswirkungen zum Beispiel sind.

Methoden und Potenziale der Datenverarbeitung – Umsetzungsstrategien in Pflanzenbau, Pflanzenernährung und Pflanzenzüchtung



Einleitung

Die rasante Entwicklung der aktuellen Methoden der Datengenerierung und -verarbeitung im Hochdurchsatz findet in der Landwirtschaft ein reichhaltiges Repertoire an Anwendungen. Dies gilt für Bereiche der tierischen wie auch der pflanzlichen Produktion und der Agrarökonomie. In meinem Vortrag fokussiere ich auf die Potenziale der Anwendungen in der pflanzlichen Produktion, insbesondere in den Bereichen Pflanzenbau, Pflanzenernährung und Pflanzenzüchtung. Dabei werde ich wegen der großen Überlappung der möglichen Anwendungen die drei Bereiche nicht separat betrachten, sondern gemeinsam vorstellen.

Als zurzeit sehr weit entwickelte Anwendungsfelder der Datenverarbeitung in der pflanzlichen Produktion können die Bereiche **Genomanalyse** und **Phänotypisierung** genannt werden. Diese werden im Vortrag in folgende Unterpunkte gegliedert und anschließend vorgestellt.

1. **Genomsequenzierung**
(*Next generation sequencing*, NGS)
2. **Genomische Prädiktion**
(*Genomic prediction*, GP)
3. **Genom-Editierung** (*Genome editing*, GE)
4. **Hochdurchsatz-Phänotypisierung im Feld und im Gewächshaus**
(*High throughput phenotyping*, HTPP)

5. Modellierung von Pflanzenwachstum

(*Machine learning*, ML)

6. Datenintegration in der Systembiologie

(Genom → Transkriptom → Proteom
→ Metabolom → Phänom)

1. Genomsequenzierung und Anwendungen in der Pflanzenzüchtung

Im Bereich der Genomsequenzierung erleben wir seit der Etablierung der Sanger-Sequenzierung Ende der 1970er Jahre einen rasanten Fortschritt mit mehreren Paradigmenwechseln bezüglich der verwendeten Sequenzierungsmethoden und -auswertungen (Bolger et al. 2014, Bevan et al. 2017). Der Wechsel zur Methode des *next generation sequencing* (NGS) sowie der Verwendung von *whole-genome-shotgun* Sequenzierungsmethoden einschließlich der Auswertung der erzeugten Hochdurchsatz-DNA-Sequenzdaten mittels Software zur Integration der kurzen Leselängen führte zur vollständigen Aufklärung der Genome der meisten Nutztier- und Kulturpflanzenarten seit dem Jahr 2000. Darunter fallen auch die Genome der Gerste und des Weizens, die mit ca. 5,3 bzw. 15,4 Mrd. Basen Genomgröße auch das humane Genom mit 3,3 Mrd. Basen an Komplexität übertreffen (IBGSC 2012, Mascher et al. 2017, IWGSC 2018, Zimin et al. 2017). Der hexaploide Weichweizen ist zudem aus drei Genomen aufgebaut, so dass viele seiner geschätzt 107.891 Gene redundant vorliegen. Die Genomsequenzen werden zurzeit intensiv studiert, um mittels Re-Sequenzierung zahlreicher

Sorten und exotischer Genotypen die Variabilität der Gene und deren Funktion aufzuklären. Geeignete neue Genvarianten können anschließend in der Pflanzenzüchtung verwendet werden, um damit neue Sorten zu entwickeln. Bevan et al. (2017) schlugen des Weiteren vor, die Re-Sequenzierdaten zur Bildung von Haplotypen zu verwenden. Mehrere unabhängige Haplotypen, die jeweils mit einem agronomisch bedeutenden Merkmal assoziiert werden, können anschließend im Zuchtgang kombiniert werden. Dabei werden verbesserte Genotypen nach Kreuzung geeigneter Donorlinien in den resultierenden Kreuzungsnachkommenschaften selektiert, um diese nach erfolgreicher Prüfung als neue Sorte anzumelden. Die Selektion der Haplotypen kann (1) genomweit z.B. mit Hilfe von iSELECT-SNP chips durchgeführt werden, welche die Genotypisierung mit mehreren Zehn- bis Hunderttausend SNPs ermöglichen, (2) mittels *genotyping by sequencing* (GBS) oder (3) Locus-spezifisch z.B. mit Hilfe der *kompetitive allele specific PCR* (KASP)-SNP-Technologie (Bayer et al. 2017, Edae et al. 2015, Semagn et al. 2014).

Die gleichzeitige Aufklärung der genetischen Regulation von quantitativen Merkmalen und die Nutzung der lokalisierten vorteilhaften Allele in der Pflanzenzüchtung wurde in Gerste mit Hilfe der *nested association mapping* (NAM)-Technologie umgesetzt. Dazu entwickelten Maurer et al. (2015) die NAM-Population HEB-25, die aus 1.420 Linien in der Generation BC1S3 besteht und aus der parallelen Kreuzung der Braugerstensorte Barke mit 25 verschiedenen Wildgersten erstellt wurde. Die HEB-25-Linien wurde mittels iSELECT-chip genetisch charakterisiert und parallel mehrertig und mehrjährig auf ihre agronomische Leistung unter Standard- bzw. Stressbedingungen geprüft. Mit Hilfe der iSELECT-SNP-Marker konnte die genetische Regulation der Merkmalskomplexe Pflanzenentwicklung, Ertrag, Pathogenresistenz und Stresstoleranz gegen Trockenheit, Stickstoffmangel und Salinität beschrieben und vorteilhafte Allele für die Züchtung von stresstoleranten Gerstensorten identifiziert werden

(Maurer et al. 2015, Maurer et al. 2016, Sharma et al. 2018, Vatter et al. 2017, Vatter et al. 2017, Merchuk-Ovnat 2018, Herzig et al. 2018, Saade et al. 2016). Die den vorteilhaften Phänotypen zugrundeliegenden Gene werden zurzeit mittels *heterogeneous inbred families* (HIF, Tuinstra et al. 1997) validiert und feinkartiert, um sie anschließend zu klonieren. Zugleich werden vorteilhafte *pre-breeding*-Genotypen mittels der assoziierten SNPs selektiert, um sie der Entwicklung von neuen, verbesserten Gerstensorten zuzuführen.

2. Genomische Prädiktion in der Pflanzenzüchtung

Die Flut an genomischen Daten kann auch direkt zur Vorhersage der Leistung von Nutztieren und Kulturpflanzen eingesetzt werden. In der molekularen Pflanzenzüchtung werden beispielsweise chip-basierte SNP-Daten genutzt, um die Phänotypen von neuen Zuchtlinien mittels der genomischen Prädiktion (GP) vorherzusagen. Die genomischen Prädiktion wurde aus der Tierzucht übernommen (Meuwissen et al. 2001) und an die spezifischen Bedingungen der Pflanzenzüchtung angepasst (Jonas et al. 2013). Die aktuellen Zuchtprogramme für Mais und andere Hybridkulturen schließen die fortgesetzte jährliche und weltweite Prüfung von Trainingssets für Mutter- und Vaterpools ein, um daraus genomische Zuchtwerte (GBEV) für die Selektion der besten Inzuchtlinien als Hybrideltern zu schätzen. Die Modellgenerierung erfolgt mittels Bayes- oder Regressionsverfahren (Lorenzana & Bernardo 2009). Der Vorteil gegenüber der klassischen Zuchtwertschätzung liegt weniger in der Erhöhung der Vorhersagegenauigkeit als vielmehr in der Reduktion der Kosten für die Phänotypisierung der Inzuchtlinien über zahlreiche Orte und über mehrere Jahre (Desta und Ortiz R. (2014). Zudem erlaubt die Schätzung des GEBV im Jugendstadium eine signifikante Beschleunigung des Selektionszyklus, da in Kombination mit neuen Methoden des *Speed Breeding* (Watson et al. 2018) in Zukunft drei oder mehrere Generationen pro Jahr in kontrollierten Klimakammern erzeugt und selektiert werden können (Crossa et al. (2017). Die genomische

Vorhersage kann auch zur Erhöhung der erklärten Varianz in genomweiten Assoziationsstudien verwendet werden. So konnten Maurer et al. (2015) die erklärte genotypische Varianz des Blühzeitpunktes in der erwähnten Gersten-NAM-Population HEB-25 durch die Einbeziehung eines BayesC π -Modells von 64 auf 74% erhöhen. Die Datenflut wissenschaftlicher Assoziationsstudien kann noch weiter ausgebaut werden in dem z.B. Metabolit-Daten integriert werden. Riedelsheimer et al. (2012) zeigten, dass die Vorhersagegenauigkeit der allgemeinen Kombinationseignung des Trockenmasseertrags in Mais mittels im Jugendstadium erhobenen Metabolitdaten an die Güte der SNP-Modellierung heranreichte (Vorhersagegenauigkeit 0,78 versus 0,60 für SNP- bzw. metabolitbasierte Modellierung). Zukünftig ist zu erwarten, dass die genomische Selektion auch in den Selbstbefruchter-Kulturarten wie z.B. Weizen und Gerste an Bedeutung gewinnen wird, da die Kosten für die DNA-Analyse weiterhin fallen, während die Kosten für die feldbasierte Phänotypisierung gleichzeitig steigen.

3. Genom-Editierung in der Pflanzenwissenschaft

Die Aufklärung der Genfunktion ist von zentraler Bedeutung in der pflanzenwissenschaftlichen Forschung. Dies gilt sowohl für die Pflanzenzüchtung als auch für die Forschungsbereiche Pflanzenernährung, Ertragsphysiologie und Pflanzenpathologie. Ein aktuelles Werkzeug zur Unterstützung der Aufklärung der Genfunktion ist die Genom-Editierung, z.B. mittels CRISPR-CAS-Verfahren (Schaeffer und Nakata 2015, Puchta 2017). Die über eine *guideRNA* zum Zielgen gesteuerte CAS9-Endonuklease erlaubt die gezielte partielle Deletion oder den Basenaustausch in einem Zielgen und ermöglicht dem Pflanzenforscher, die Funktion des Zielgens durch Ausschaltung oder Veränderung der DNA-Sequenz aufzuklären. Die im Hochdurchsatz erzeugten neuen Genvarianten, d.h. Allele, können anschließend gezielt auf ihre Funktion hin geprüft werden. Die Erzeugung von verbesserten Kultursorten, die z.B. ein gezielt verändertes oder deletiertes Gen tragen, welches eine

Pathogenresistenz vermittelt, kann mittels der Genom-Editierung innerhalb kurzer Zeit erreicht werden. Es liegen auch erste Berichte vor, die zeigen, dass eine Serie von Phänotyp-Varianten durch die Veränderung der Promotorsequenz von Zielgenen mittels Genom-Editierung möglich ist. So zeigten Rodriguez-Leal et al. (2017), dass durch die gezielte Veränderung der Promotorsequenz des mersistem-zellenaktiven Gens *CLV3* neue Tomaten-Genotypen mit vergrößerten Früchten erzeugt werden konnten.

Die Frage, ob ein mittels Genom-Editierung erzeugter neuer Genotyp juristisch als transgene Pflanze oder als deregulierte Mutante gelten soll, wird weltweit unterschiedlich entschieden. Ein solcher Genotyp wird in den USA gegenwärtig als Mutante dereguliert, sobald der Nachweis erbracht wurde, dass die für die Induktion der Genom-Editierung notwendige *guideRNA*-Sequenz durch einfache genetische Segregation und Selektion in dem finalen Produkt fehlt. In Europa reicht die während des Verfahrens eingesetzte *guideRNA*-Sequenz, trotz Nachweis des späteren Verlusts, aus, um das finale Produkt als transgen einzustufen und seine Inverkehrbringung in der Praxis auszuschließen (FAZ, 2018). Dies führt in der internationalen Pflanzenforschung wie in der angewandten Pflanzenzüchtung zu einem erheblichen Nachteil für europäische Forscher und Unternehmen. Es stellt sich die Frage, wie in nicht so ferner Zukunft mit Nutztieren oder Menschen verfahren werden soll, welche durch eine Genom-Editierung erfolgreich therapiert wurden. Gelten solche Lebewesen dann wie ihre Pflanzen-Pendants als transgen, weil sie mit der *guideRNA*-Technologie in Berührung gekommen sind? Und müssen sie anschließend in einem geschlossenen Containment leben?

4. Hochdurchsatz-Phänotypisierung im Feld und im Gewächshaus

Eine ähnliche Entwicklung der Datengenerierung wie in der Genomforschung liegt zurzeit bei der Hochdurchsatz-Phänotypisierung von Pflanzen vor. Dies gilt sowohl für den Feldanbau als auch für die

Gewächshauskultivierung. Zur koordinierten Entwicklung und Anwendung geeigneter Verfahren wurde in Deutschland das Deutsche Pflanzen-Phänotypisierungsnetzwerk (DPPN, <http://www.dppn.de/dppn/DE>) gegründet, welches zudem international vernetzt ist. Im Feldanbau kann das Wachstum der Pflanzen durch optische Systeme aus der Nähe oder aus der Ferne verfolgt und digital dokumentiert werden (Araus et al. 2018). Zum Einsatz kommen sowohl Kamerasysteme im sichtbaren Lichtbereich (VIS, 400-700 nm Wellenlänge), im Nahinfrarotbereich (NIR, 700-1000 nm), im kurzwelligen Infrarotbereich (SWIR, 1000-2500 nm) und im langwelligen (Thermo-) Infrarotbereich (TIR, $>10 \mu\text{m}$). Die Kamerasysteme werden auf Masten, flugfähigen Multicoptern, Flugzeugen, Satelliten und auf mobilen Roversystemen montiert, um regelmäßig Phänotypdaten zu erheben, z.B. täglich oder stündlich. Über die Zeitschiene aufgezeichnet wird die Entwicklung von Einzelpflanzen oder von kompletten Pflanzenbeständen. Es werden spezifische Pflanzenparameter erfasst, wie z.B. der Blattvegetationsindex, die Ausbildung der Früchte/Ähren, der Gehalt an Inhaltsstoffen, die Anwesenheit von Krankheiten oder die stressbedingte Erhöhung der Temperatur eines Pflanzenbestandes (Araus et al. 2018). Die Gliederung der Feldobjekte kann dabei von kleinparzellig mit Tausenden Einzelgenotypen in der Pflanzenzüchtung bis zu großflächig mit nur einer Sorte im Pflanzenbau und in der Pflanzenernährung erfolgen. Eigene Versuche mit einem fahrbaren Rover-System wurden zur Charakterisierung der Gersten-NAM-Population erfolgreich verwendet. Mit Hilfe der 282-Kanal Hyperspektralkamera SWIR384 (1000 - 2500nm Wellenlänge) konnten Parameter der Pflanzenentwicklung und Pflanzeninhaltsstoffe mit einem Bestimmtheitsmaß von maximal 68% für den Blühzeitpunkt bzw. 94% für den Stickstoffgehalt im Korn (Schmidt, Gemmer & Herzig, persönl. Mitteilung) modelliert werden.

Im kontrollierten Gewächshaus können Hochdurchsatzmessverfahren weiter standardisiert und

ausgebaut werden (Tardieu et al. 2017). Zum einen können hier die Wachstumsbedingungen, z. B. Temperatur, Lichtintensität, Tageslänge, Wasser- und Nährstoffversorgung, reproduzierbar eingestellt und variiert werden, um dann über die Zeitschiene die physiologische, biochemische und genetische Reaktion der Pflanzen auf die Variation der Wachstumsbedingungen zu erfassen. Dabei kann das Pflanzenwachstum sowohl oberirdisch an Stängel und Blätter beschrieben werden, z.B. mittels 3D-bildgebenden Verfahren oder mittels Spektralkamerasystemen, als auch unterirdisch an Wurzeln, z.B. mittels Mikro-Computertomographie (μCT , Tardieu et al. 2017). Die regelmäßige, z.B. tägliche Messung des Pflanzenwachstums erlaubt zudem die Bestimmung von genotyp-spezifischen sigmoidalen Wachstumskurven. Diese können anschließend zwischen Pflanzen verglichen und nachfolgend genutzt werden, um z.B. die genetische Regulation von hohen Wachstumsraten aufzuklären. So konnten Honsdorf et al. (2014) die Biomasse von Gerstenintrogressionslinien mit einer Korrelation von $r=0,98$ aus Digitalbildern bestimmen und anschließend nutzen, um Gene per QTL (*quantitative trait locus*)-Analyse zu lokalisieren, welche für die Variation des Wachstums verantwortlich sind.

5. Modellierung von Pflanzenwachstum (Machine learning, ML)

Die zukünftigen Herausforderungen an die Hochdurchsatz-Phänotypisierung bestehen zum einen in der Weiterentwicklung leistungsfähiger Kamerasysteme zur Erfassung des Pflanzenwachstums auf den Skalenebenen Landschaft, Pflanzengemeinschaft, Einzelpflanze und Pflanzenorgan. Zum anderen werden in den Pflanzenwissenschaften zunehmend intelligente und schnelle Algorithmen zur webbasierten Erfassung, Speicherung, Integration, Darstellung und Analyse von Phänotypisierungsdaten benötigt. Neben den bei der genomischen Prädiktion bereits erwähnten Bayes-Algorithmen werden hier im zunehmenden Maße auch andere, rechner-intensive *Machine learning* Algorithmen zum Einsatz kommen

(Singh et al. 2016). Unter *Machine learning* versteht man die iterative, rechnergestützte Modellierung eines beobachteten Musters, welches in einem Trainingsset mit bekannten Eigenschaften kalibriert wird. Dabei wird der iterative Modelloptimierungsprozess so lange fortgesetzt, bis die Änderungen der Modellparameter im Trainingsset zu keiner weiteren Verbesserung der Modellvorhersage führen. Zur Modellgenerierung werden z.B. *Bayes classifier (BC)*, *k-nearest neighbor classifier (K-NN)*, *random forests (RF)*, *support vector machine (SVM)* und *artificial neural network (ANN)*-Algorithmen verwendet (Singh et al. 2016). Das finale Modell wird nachfolgend zur Vorhersage der Eigenschaften in einem Testset angewendet, von dem man nur die Modellparameter bestimmt hat. Das *Machine learning* kann zur Identifikation, Klassifikation, Quantifikation oder zur Prädiktion des Pflanzenwachstums und den damit verbunden morphologischen, physiologischen und biochemischen Veränderungen eingesetzt werden. So können z.B. Pflanzenkrankheiten identifiziert, Nährstoffversorgungszustände in Klassen eingeteilt, oder direkt quantifiziert werden. Schließlich können durch die Integration multipler Daten und die Anwendung der *Machine learning*-Algorithmen die Eigenschaften von Pflanzen vorhergesagt werden.

6. Datenintegration in der Systembiologie

In der Systembiologie werden Daten aus den omics-Bereichen Genom → Transkriptom → Proteom → Metabolom und aus anderen Bereichen integriert, um daraus die Expression des Phänoms zu erklären bzw. vorherzusagen. Die Effizienz der Anwendung der Hochdurchsatz-Phänotypisierung in den Pflanzenwissenschaften wird vor allem von dem Grad der Integration der omics-Daten abhängen. Dies wird exemplarisch in der Systembiologie beschrieben, kann aber auf alle Disziplinen der Pflanzenwissenschaften übertragen werden. Ma et al. (2014) schlugen vor, als Input für die Systembiologie sowohl omics-basierte *Big Data* als auch verbundenes Wissen zu integrieren, um daraus mittels *Machine learning*-Modellierung Anwendungen abzuleiten, welche in der Biolo-

gie sowie in den Pflanzenwissenschaften zur molekularen Erklärung sowie zur Vorhersage von agronomischen Eigenschaften verwendet werden können. Araus et al. (2018) empfahlen für die Pflanzenzüchtung, genomische und phänotypische Daten im Hochdurchsatz zu integrieren, um dadurch eine Effizienzsteigerung bei der Selektion neuer Hochleistungssorten zu erreichen. Die Autoren stellten die Steigerung der Größe der Zuchtprogramme, die Verkürzung der Selektionszyklen, die Erhöhung der Selektionsschärfe, die Ausdehnung der genetischen Variation der Eingangspopulationen und die Verbesserung der Adaption an Umweltstress als positive Effekte der Datenintegration vor.

Ausblick

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Entwicklung der Datengenerierung und der Datenverarbeitung innerhalb der letzten beiden Jahrzehnte erheblich beschleunigt wurde und die bereits heute verfügbaren omics-Daten explosionsartig zugenommen haben. Dennoch lässt sich konstatieren, dass ein Ende dieser Entwicklung noch nicht abzusehen ist, da weitere Innovationen zur Datengenerierung, verbunden mit einem weiteren Preiseinbruch bei der Generierung von omics-Daten erwartet werden. Dies gilt sowohl für genomische Daten als auch für Hochdurchsatz-Phänotypdaten. In Zukunft könnten sich der sprunghaft gestiegene Aufwand zur digitalen Archivierung und zur kurzfristigen Bereitstellung der beträchtlichen Datenmengen als limitierende Faktoren bei der weiteren Entwicklung von Anwendungen der Datenverarbeitung erweisen. Dennoch erwarte ich, dass die Probleme der Datenarchivierung und der Datenbereitstellung einer Lösung zugeführt werden. Mittelfristig ist zu erwarten, dass die vorgestellten Anwendungen der Datenverarbeitung in der Genomanalyse und in der Hochdurchsatzphänotypisierung zu einer erheblichen Erweiterung unseres Verständnisses über das Wachstum und die Ertragsbildung unserer Kulturpflanzen beitragen werden.

Literaturverzeichnis

- Araus JL, Kefauver SC, Zaman-Allah M, Olsen MS, Cairns JE (2018) Translating high-throughput phenotyping into genetic gain. *Trends in Plant Science* 23: 451-466
- Bayer MM, Rapazote-Flores P, Ganai M, Hedley PE, Macaulay M, Plieske J, Ramsay L, Russell J, Shaw PD, Thomas W, Waugh R (2017) Development and Evaluation of a Barley 50k iSelect SNP Array. *Frontiers in Plant Science* 8: article 1792
- Bevan MW, Uauy C, Wulff BBH, Zhou J, Krasileva K, Clark MD (2017) Genomic innovation for crop improvement. *Nature* 543: 346-354
- Bolger ME, Weisshaar B, Scholz U, Stein N, Usadel B, Mayer KFX (2014) Plant genome sequencing - applications for crop improvement. *Current Opinion in Biotechnology* 26: 31-37
- Crossa J, Perez-Rodriguez P, Cuevas J, Montesinos-Lopez O, Jarquin D, de los Campos G, Burgueno J, Gonzalez-Camacho JM, Perez-Elizalde S, Beyene Y, Dreisigacker S, Singh R, Zhang XC, Gowda M, Roorkiwal M, Rutkoski J, Varshney RK (2017) Genomic selection in plant breeding: Methods, models, and perspectives. *Trends in Plant Science* 22: 961-975
- Desta ZA, Ortiz R (2014) Genomic selection: genome-wide prediction in plant improvement. *Trends in Plant Science* 19: 592-601
- Edae EA, Bowden RL, Poland J (2015) Application of population sequencing (POPSEQ) for ordering and imputing genotyping-by-sequencing markers in hexaploid wheat. *G3-Genes Genom Genet* 5: 2547-2553
- FAZ (2018) Frankfurter Allgemeine Zeitung Online, Leben und Gene, 02.08.2018, <http://www.faz.net/aktuell/wissen/leben-gene/genom-editierung-mit-diesem-urteil-hat-die-europaeische-vernunft-ausgedient-15715625.html>
- Herzig P, Maurer A, Draba V, Sharma R, Draicchio F, Bull H, Milne L, Thomas WTB, Flavell AJ, Pillen K (2018) Contrasting genetic regulation of plant development in wild barley grown in two European environments revealed by nested association mapping. *J Exp Bot* 69: 1517-1531
- Honsdorf N, March TJ, Berger B, Tester M, Pillen K (2014) High-throughput phenotyping to detect drought tolerance QTL in wild barley introgression lines. *PLoS One* 9: article 97047
- IBGSC, International Barley Genome Sequencing Consortium (2012) A physical, genetic and functional sequence assembly of the barley genome. *Nature* 491: 711-716
- IWGSC, International Wheat Genome Sequencing Consortium (2018) Shifting the limits in wheat research and breeding through a fully annotated and anchored reference genome sequence. *Science* 361: article 7191
- Jonas E, de Koning DJ (2013) Does genomic selection have a future in plant breeding? *Trends Biotechnol* 31: 497-504
- Lorenzana RE, Bernardo R (2009) Accuracy of genotypic value predictions for marker-based selection in biparental plant populations. *Theor Appl Genet* 120: 151-161
- Ma C, Zhang HH, Wang X (2014) Machine learning for big data analytics in plants. *Trends in Plant Science*, 19: 798-808
- Mascher M, Gundlach H, Himmelbach A, Beier S, Twardziok SO, Wicker T, Radchuk V, Dockter C, Hedley PE, Russell J, Bayer M, Ramsay L, Liu H, Haberer G, Zhang XQ, Zhang QS, Barrero RA, Li L, Taudien S, Groth M, Felder M, Hastie A, Simkova H, Stankova H, Vrana J, Chan S, Munoz-Amatrian M, Ounit R, Wanamaker S, Bolser D, Colmsee C, Schmutzer T, Aliyeva-Schnorr L, Grasso S, Tanskanen J, Chaillyan A, Sampath D, Heavens D, Clissold L, Cao SJ, Chapman B, Dai F, Han Y, Li H, Li X, Lin CY, McCooke JK, Tan C, Wang PH, Wang SB, Yin SY, Zhou GF, Poland JA, Bellgard MI, Borisjuk L, Houben A, Dolezel J, Ayling S, Lonardi S, Kersey P, Lagridge P, Muehlbauer GJ, Clark MD, Caccamo M, Schulman AH, Mayer KFX, Platzer M, Close TJ, Scholz U, Hansson M, Zhang GP, Braumann I, Spannagl M, Li CD, Waugh R, Stein N (2017) A chromosome conformation capture ordered sequence of the barley genome. *Nature* 544: 427-436
- Maurer A, Draba V, Jiang Y, Schnaithmann F, Sharma R, Schumann E, Kilian B, Reif JC, Pillen K (2015) Modelling the genetic architecture of flowering time control in barley through nested association mapping. *BMC Genomics* 16: 290-301
- Maurer A, Draba V, Pillen K (2016) Genomic dissection of plant development and its impact on thousand grain weight in barley through nested association mapping. *J Exp Bot* 67: 2507-2518
- Meuwissen THE, Hayes BJ, Goddard ME (2001) Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics* 157: 1819-1829
- Merchuk-Ovnat L, Silberman R, Laiba E, Maurer A, Pillen K, Faigenboim A, Fridman E (2018) Genome scan identifies flowering-independent effects of barley *Hsdry2.2* locus on yield traits under water deficit. *J Exp Bot* 69: 1765-1779
- Puchta H (2017) Applying CRISPR/Cas for genome engineering in plants: the best is yet to come. *Current Opinion in Plant Biology*. 36: 1-8
- Riedelsheimer C, Czedik-Eysenberg A, Grieder C, Lisee J, Technow F, Sulpice R, Altmann T, Stitt M, Willmitzer L, Melchinger AE (2012) Genomic and metabolic prediction of complex heterotic traits in hybrid maize. *Nat Genet* 44: 217-220
- Rodriguez-Leal D, Lemmon ZH, Man J, Bartlett ME, Lippman ZB (2017) Engineering quantitative trait variation for crop improvement by genome editing. *Cell* 171: 470-480
- Saade S, Maurer A, Shahid M, Oakey H, Schmockel SM, Negrao S, Pillen K, Tester M (2016) Yield-related salinity tolerance traits identified in a nested association mapping (NAM) population of wild barley. *Sci Rep* 6: article 32586
- Schaeffer SM, Nakata PA (2015) CRISPR/Cas9-mediated genome editing and gene replacement in plants: Transitioning from lab to field. *Plant Science* 240: 130-142
- Semagn K, Babu R, Hearne S, Olsen M (2014) Single nucleotide polymorphism genotyping using kompetitive allele specific PCR (KASP): Overview of the technology and its application in crop improvement. *Mol Breed* 33: 1-14

- Sharma R, Draicchio F, Bull H, Herzig P, Maurer A, Pillen K, Thomas WT, Flavell AJ (2018) Genome-wide association of yield traits in a nested association mapping population of barley reveals new gene diversity for future breeding. *J Exp Bot* 69: 3811–3822
- Singh A, Ganapathysubramanian B, Singh AK, Sarkar S (2016) Machine learning for high-throughput stress phenotyping in plants. *Trends in Plant Science* 21: 110-124
- Tardieu F, Cabrera-Bosquet L, Pridmore T, Bennett M (2017) Plant phenomics, from sensors to knowledge. *Current Biology* 27: 770-783
- Tuinstra MR, Ejeta G, Goldsbrough PB (1997) Heterogeneous inbred family (HIF) analysis: a method for developing near-isogenic lines that differ at quantitative trait loci. *Theor Appl Genet* 95: 1005-1011
- Vatter T, Maurer A, Kopahnke D, Perovic D, Ordon F, Pillen K (2017) A nested association mapping population identifies multiple small effect QTL conferring resistance against net blotch (*Pyrenophora teres f. teres*) in wild barley. *PLoS One* 12: article 186803
- Vatter T, Maurer A, Perovic D, Kopahnke D, Pillen K, Ordon F (2018) Identification of QTL conferring resistance to stripe rust (*Puccinia striiformis f. sp. hordei*) and leaf rust (*Puccinia hordei*) in barley using nested association mapping (NAM). *PLoS One* 13: article 191666
- Watson A, Ghosh S, Williams MJ, Cuddy WS, Simmonds J, Rey MD, Hatta MAM, Hinchliffe A, Steed A, Reynolds D, Adamski NM, Breakspear A, Korolev A, Rayner T, Dixon LE, Riaz A, Martin W, Ryan M, Edwards D, Batley J, Raman H, Carter J, Rogers C, Domoney C, Moore G, Harwood W, Nicholson P, Dieters MJ, DeLacy IH, Zhou J, Uauy C, Boden SA, Park RF, Wulff BBH, Hickey LT (2018) Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop research and breeding. *Nature Plants* 4: 23-29
- Zimin AV, Puiu D, Hall R, Kingan S, Clavijo BJ, Salzberg SL (2017) The first near-complete assembly of the hexaploid bread wheat genome, *Triticum aestivum*. *Gigascience* 6: 1-7

Diskussion



BAHRS, HOHENHEIM

vielen Dank für den Vortrag, bei mir stellte sich da spontan die Frage, bei welchen von den in Deutschland bedeutenden Kulturpflanzen erwarten Sie in den nächsten zehn bis 15 Jahren den größten züchterischen Fortschritt, wenn wir das mal nach den Zuchtzielen Ertrag und Resistenz differenzieren würden? Und wenn wir nach Ertrag und Resistenz differenzieren, kommen Sie dann auf zwei unterschiedliche Kulturpflanzenarten?

ANTWORT

Also zunächst würde ich sagen, da wo am meisten Geld eingesteckt wird, da kommt auch am meisten Fortschritt raus und das wäre der Mais, also als Hybrid sehe ich da das größte Potenzial im Moment für die Anwendung. Das wichtigste Ziel in der Landwirtschaft oder im Pflanzenbau ist nach wie vor der Ertrag, deswegen würde ich erwarten, dass es vor allen Dingen um den Ertrag geht. Bei Weizen zum Beispiel, da haben wir keine sehr hohe Ertragssteigerung hinbekommen, weil wir gegenüber der Maiszüchtung, Hybridzüchtung ins Hintertreffen geraten sind, da versuchen wir im Moment eine Umstellung von der klassischen Linienzüchtung zur Hybridzüchtung hinzubekommen, die gibt es schon Sorten zu kaufen, aber die Mehrerträge sind eben da nicht so, dass jetzt jeder Landwirt halt eben nur noch Hybridweizen kaufen sollte. Und da arbeiten wir eben sehr intensiv

darin. Im Rahmen von Forschungsverbundprojekten gefördert vom Landwirtschaftsministerium versuchen wir neue Strategien zu entwickeln.

BREVES, HANNOVER

es gibt ja relativ gute Prognosen, was der Klimawandel im Hinblick auf CO₂-Partialdruck und Trockenstress bedeutet. Und es ist ja auch davon auszugehen, dass das erhebliche Auswirkungen für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung bedingen. Sie haben ganz beiläufig einmal Trockenstress erwähnt. Meine Frage würde lauten oder lautet: Angesichts dieses verfügbaren methodischen Spektrums, sowohl auf der genetischen wie auf der phänotypischen Seite, wäre das nicht ein wunderbares Werkzeug, auf der Grundlage dieser Prognosen vorherzusagen, welche Pflanzen beispielsweise mit diesen Herausforderungen in Punkto Klimaänderung besonders gut und welche nicht so gut zurechtkommen? Gibt es da bereits Daten?

ANTWORT

Also definitiv ja, es gibt größere Untersuchungen weltweit, wo sagen wir mal CO₂-Steigerung, wo man sozusagen von dem momentanen, ich sage mal 380 bis 400 PPM atmosphärische CO₂-Konzentration, das Ganze verdoppelt, es gibt aber widersprüchliche Ergebnisse in Hinblick darauf, führt das jetzt zu einer Steigerung der Photosyntheseleistung und der Erträge oder andersherum die damit verbundene Hitzestres-

ssituation oder auch Trockenstresssituation dazu. Da gibt es keine eindeutige Positionierung bisher, ob wir das nutzen können, in dem die Erträge automatisch steigen, nur weil wir mehr CO₂ in der Atmosphäre haben. Ich glaube das nicht, dass die CO₂-Konzentration gleich auf das Doppelte von 760 PPM kommt, das dauert noch lange bis dahin. Also da reden wir jetzt über wesentlich größere Zeithorizonte.

BREVES, HANNOVER

Könnte man es schließlich mal simulieren.

ANTWORT

solche Versuche laufen, in Braunschweig zum Beispiel gibt es Versuchs-Anlagen bzw. es gibt Beispiele, das halt im Feld mit künstlicher Begasung, wobei ich dann frage, was passiert, wenn der Wind bläst? In Bonn gibt es auch solche Versuche und in Halle gibt es das UFZ Forschungszentrum, die machen ähnliche Versuche. Aber ich bin nicht sicher, wie praxis-relevant die schon sind.

BERGFELD, KÖLLITISCH

wie schätzen Sie das züchterische Potenzial bei Leguminosen ein, wir reden über Eiweißstrategie, wollen uns mit einheimischen Eiweiß versorgen und brauchen sie in der Fruchtfolge. Diese ganzen aktuellen Themen werden in der Praxis diskutiert, ich sehe großen Handlungsbedarf, aber es geht nicht so richtig vorwärts, wie schätzen Sie das ein?

ANTWORT

Ja, das Problem ist halt, dass eben tatsächlich zu wenig passiert, eine Frage ist: Liegt das daran, dass zu wenig Geld rein gesteckt wird, zum Beispiel seitens des Landwirtschaftsministeriums. Das andere ist, dass man eben sagt, da ist gar nicht so viel Ertragspotenzial vorhanden, ich bin kein Leguminosenzüchter oder arbeite nicht mit Ackerbohnen, von daher kann ich das nicht wirklich beurteilen, woran es liegt. Wir haben diese Diskussion seit den 90er Jahren. Es gab große Programme für Leguminosen und auch damals ist es nicht zu einer erheblichen Steigerung gekommen. Ich

würde mich freuen, wenn das wieder aufgenommen wird. Ich denke, für die Fruchtfolge wäre es extrem gut, wenn wir mehr Leguminosen, Ackerbohnen als Beispiel halt in die Fruchtfolge reinbekommen könnten, aber es fehlt tatsächlich im Moment der ökonomische Impuls, dass halt Züchter tatsächlich im größeren Umfang in Leguminosenzüchtung investieren, es gibt einzelne Züchter, die das machen und es sind eben nur einzelne, deshalb, weil der „Return of Investment“ nicht gegeben ist. Da ist das große Problem. Also da sehe ich eher den Staat gefordert, das Landwirtschaftsministerium, könnte stärker fördern, doch in den 90er Jahren war schon einiges gelaufen.

BENNEWITZ, HOHENHEIM

mal eine Detailfrage, Sie haben schön gezeigt, wie die genomische Selektion auch zur Vorhersage des Blühzeitpunktes genutzt werden kann. Und haben Ergebnisse gezeigt, wie die Genauigkeit noch gesteigert werden kann, wenn Sie Metaboliten mit berücksichtigen in der Vorhersagegleichung. So, und da möchte ich gerne von Ihnen hören wie die praktische Umsetzung erfolgt und was es bringt, diese zusätzlichen erklärenden Variablen mit aufzunehmen ins Modell? Die Metaboliten? Auch so ein bisschen vor dem Hintergrund, dass das ja eigentlich auch selber Merkmale sind, die erblich sind.

ANTWORT

Ja. Wenn Sie jetzt praktische Arbeit meinen, meinen Sie die praktische Arbeit des Züchters?

BENNEWITZ, HALLE

Die Perspektiven vielleicht späterer Routineanwendung.

ANTWORT

Aus meiner Sicht ist die Anwendung eigentlich nur in der Züchtung gegeben. Das heißt, der Landwirt bekommt nicht zu wissen, welche Metabolite ich konkret in der Sorte habe und ich habe deshalb höhere Erträge. In der Züchtung geht es darum, sozusagen die Zeit und die Phänotypisierungen im Feld zu re-

duzieren, es geht nicht darum die zu ersetzen, weil ich brauche praktisch zur Kalibrierung des Systems immer sozusagen Feldversuche, die mir zeigen, dass das was ich in dem Modell habe auch mit der Realität übereinstimmt. Und da ist mein Ansatz je mehr Daten ich in das Modell reinnehme, desto genauer kann das Modell werden. Wenn ich aber feststelle, dass bestimmte Daten gar nichts bringen, die Metaboliten als Beispiel, ich hatte das vorher gesagt, dass sie sehr stark umweltabhängig sind und dass das nicht sehr hohe Vorhersagegenauigkeiten hat. In dieser Publikation ist nicht gezeigt worden, was passiert, wenn man beide Datensätze, also SNP und Metaboliten gemeinsam auswertet, ob sozusagen das SNP-Modell noch erhöht werden könnte, das müsste geprüft werden. Aber grundsätzlich würde ich sagen, das ist eigentlich hier unsere Situation, dass wir sagen, Big Data bedeutet, wir nehmen so viele wie möglich Daten auf und können wieder herausfiltern, wenn wir merken, bestimmte Daten tragen nicht zu einer Verbesserung des Modells bei, aber man sollte das nicht nur reduzieren auf SNP-Daten, sondern mit Transkriptomdaten, Proteindaten, Proteomdaten, Metabolitendaten, alle Daten sollten dazu genutzt werden, soweit es finanzierbar ist, um eben das Modell mit einer maximalen Vorhersagegenauigkeit zu belegen.

LEON, BONN

du hast ja auch das Moor'sche Gesetz dargestellt, aber ich möchte auch erinnern an das Theorem von Schwarz der sagt, auch wenn wir schnellere Computer haben, wenn das schneller geht, die Datenverarbeitung wird immer langsamer, weil die Datenmenge eben exponentiell steigt und vielleicht die Verarbeitung nur linear steigt. Dieses Problem wird ja jetzt auch auf uns zukommen, genomische Prediction, wie können wir das filtern? Wenn wir jetzt extrem viele Daten bekommen, aber gar nicht mehr sicher, ob wir zum Beispiel epistatische Effekte noch messen können. Weil dann nochmal eine kompliziertere Sache zu beachten ist. Welcher Ansätze gibt es da?

ANTWORT

Also ich würde sagen, das ist das Filtern der Daten, also entweder nur bestimmte Daten zulassen, wenn wir jetzt Systembiologie betrachten, das muss im Einzelfall entschieden werden. Und das Zweite könnte sein, dass halt die SNP-Daten genutzt werden z.B. habe ich bei der Recherche hier, Tomaten, 70 Millionen SNPs gehabt, ich kann also so viele nehmen, ich kann aber auch sagen, ich reduziere das auf ein aus Vorversuchen festgestelltes vernünftiges Maß. Dass ich sage, statt 70 Millionen nehme ich nur 700.000 oder 70.000. Datenreduktion auf allen Ebenen. Ich habe die Hyperspektraldaten gebracht und da ist eigentlich die Datenflut noch größer. Ich habe jetzt die Kamera, mit der wir arbeiten, die hat halt 288 Bänder und das halt pro Pixel. Das ist ein Zeilenscanner, also wir produzieren Terabyte- oder Merabyte-mäßig Daten und wissen zum Beispiel gar nicht, wo wir die alle speichern sollen. Wir speichern die Periodenweise, aber das ist jetzt die zweite und die dritte und wir werden irgendwann mit dem Rechenzentrum Probleme kriegen, dass die uns sagen: Wohin? Auf Bänder, dann sind die aber nicht direkt zugreifbar. Also das heißt, die Daten, mit denen wir wirklich halt die Modelle füttern können, die sind begrenzt. Und deshalb ist zufällig auszuwählen, also von 70 Millionen SNPs als Beispiel auf eine geringe Zahl reduzieren, aber die gleiche Qualität behalten.

MODERATOR

Wir haben noch zwei Fragen, und die müssen wir jetzt schnell stellen und schnell beantworten, damit wir in der Zeit bleiben.

JUNG, KIEL

geht im Prinzip in die gleiche Richtung, das Moor'sche Gesetz, die drastische Verringerung der Kosten, dazu kommt die gigantische Menge an Daten, die wir in den Datenbanken haben. Also NCBI-Datenbank habe ich mal nachgeguckt, im Augenblick 2.500 Milliarden Nukleotide, alle zwei Monate kommen 100 Milliarden neue Nukleotide dazu aus genomischen Sequenzen alleine. Vor einem Jahr waren es

noch 100 Millionen. In einem Jahr sind es vielleicht 1000 Milliarden, wir wissen es nicht. Also die Frage ist, das Phänomen ist ja oder das Bemerkenswerte, dass all diese Daten öffentlich verfügbar sind, alle öffentlichen Genom-projekte ihre Daten dort ablegen, sonst kann man es gar nicht publizieren, dass also alle Wissenschaftler weltweit diese Daten zur Verfügung haben. Wenn das so weitergeht, werden wir nicht irgendwann doch in diesen Daten ertrinken?

ANTWORT

Da bin ich kein Fachmann, die Frage kann ich nicht beantworten.

Ich würde sagen, wir müssen die Daten nicht alle permanent verfügbar halten, sondern eben nur bestimmte Daten permanent verfügbar halten, die halt eben in dem Moment bearbeitet werden und den Rest aber nicht löschen, sondern eben ablegen in einem Archiv.

MODERATOR

Also ertrinken werden wir nicht, sondern es dann einfach ignorieren. Bitte, ganz kurz, bitte schnelle Frage, schnelle Antwort.

WIMMERS, DUMMERSTORF.

Wie siehst du das Potenzial von Genomeditierung, gibt es genug Major Gene für die züchterisch wichtigen Merkmale.

ANTWORT

Im Pflanzenbereich ist es so, dass wir eigentlich im Moment relativ effizient halt Fragen damit beantworten, also Genfunktionsanalysen betreiben können, indem wir Gene ausschalten, die eigentlich als Repressoren funktionieren, das heißt, wo wir sagen, eigentlich haben die eine Funktion, dass sie irgendwas unterbinden und wenn wir diese Unterbindung wegnehmen, die Repressor-Funktion, dann können wir direkt einen Phänotyp sehen. Bei einer Allel-Substitution, ich habe das vorgestellt, klappt das wunderbar, aber bei Pflanzen eben mit einem höheren Aufwand. Also da muss daran gearbeitet werden, es

wird auch daran gearbeitet. Die Effizienz ist noch nicht so hoch, dass wir das als Routinemethode einsetzen können. Das größere Problem ist eigentlich die Frage der Gesetzgebung, können wir das hinterher als eine einfache Pflanze im Züchtungsprozess nutzen, so wie halt bei einer spontanen Mutation. Früher hat man mit Röntgenstrahlen oder mit chemischen Substanzen Mutationen ausgelöst und konnte die dann direkt in den Zuchtprozess einsehen. Ich hoffe, dass wir irgendwann dazu kommen, dass wir hier genauso verfahren können, aber das ist momentan noch Diskussionsfall und wird hoffentlich in diesem Jahr noch geklärt werden von der EU, ob wir hier eben eine Deregulierung bekommen oder nicht. Und das ist für mich die Hauptfrage im Hinblick auf Genomeditierung in der Pflanzenzüchtung.

Methoden und Potenziale der Datenverarbeitung – Umsetzungsstrategien Tierhaltung, Tierernährung und Tierzuchtung



Einleitung

Die Digitalisierung der Tierhaltung kann auf eine über dreißigjährige Geschichte zurückblicken. Erste Anfänge waren die Einrichtung zentraler Rechenzentren für die Verarbeitung von Milchleistungsprüfungsdaten, Fütterungsautomaten und -computer, gefolgt von Herdenmanagementprogrammen für Rinder und Schweine. Seit den neunziger Jahren sind zahlreiche zentrale Datenbanksysteme für Leistungsprüfungen, Zuchtwerte, Futtermittelanalyseergebnisse, Schlachtfunde usw. hinzugekommen. Das ergibt heute eine relativ heterogene IT-Landschaft, die in der folgenden Abbildung am Beispiel der Datenerfassung für das

bayerische Gesundheitsmonitoringprogramm „Pro Gesund“ dargestellt ist.

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf die organisatorischen und die züchterischen Aspekte der Digitalisierung, insbesondere die überbetriebliche Nutzung von Daten zur Erzeugung neuer Dienstleistungen oder für züchterische und Monitoringzwecke, weniger auf technische Fragen nach Schnittstellen oder zentralen Speicherkonzepten. Unser Ziel ist es dabei, sowohl technische als auch organisatorische Herausforderungen zu beschreiben und Lösungsansätze zu diskutieren.

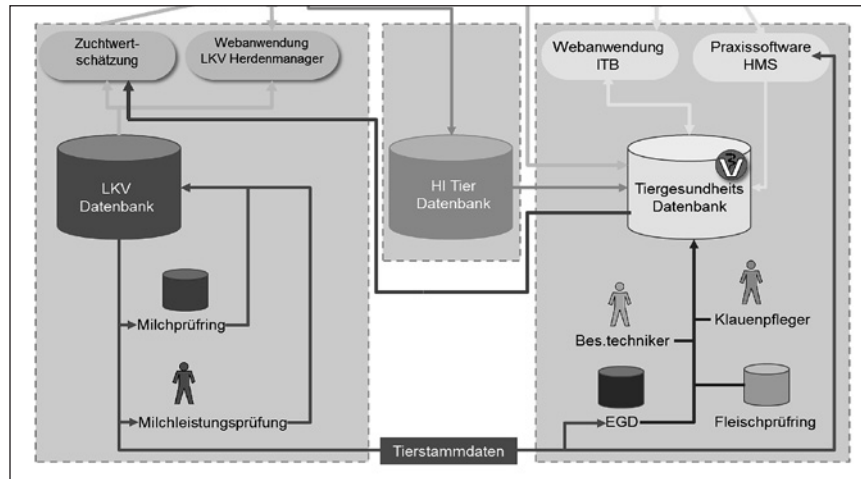


Abbildung 1: Datenfluss und beteiligte Systeme im Gesundheitsmonitoring Pro Gesund.

Koexistenz und Kooperation

Eine zentrale Herausforderung der Digitalisierung in der Landwirtschaft ist die Koexistenz vieler verschiedener Daten generierender Systeme und deren sinnvolle Vernetzung. Abb. 1 stellt einen typischen Fall dar, in dem für eine einzige Anwendung sechs verschiedene Datenbanken fünf verschiedener Betreiber integriert werden. Eine Grundvoraussetzung hierfür ist die konsequente Verwendung offizieller ID-Codes für dieselben Tiere in verschiedenen Systemen. Dies ist bei Rindern eine Selbstverständlichkeit, bei Schweinen, Schafen und Geflügel dagegen wesentlich seltener anzutreffen.

Das Vorhandensein verschiedener parallel betriebener Systeme stellt einerseits technische Anforderungen an die Interprozesskommunikation, andererseits bedeutet die Kooperation verschiedener Systeme meistens auch, dass ein bisheriges Geschäftsmodell, um mit bzw. aus den Daten Einnahmen zu erzielen, in Frage gestellt wird. Letzteres erweist sich oftmals als größeres Hindernis für die Kooperation als die technischen Aspekte.

Abb. 1 zeigt aber auch die zahlreichen Quellen, aus denen relevante Daten heutzutage entstehen können. Neben den klassischen Datenerfassungswegen über Probenehmer oder die direkte Erfassung in Manage-

mentprogrammen entstehen die Daten auch durch Lab-Devices, Farm Devices, Apps, Service Provider und zukünftig immer mehr direkt durch das Internet of Things (IoT).

Big Data?

Big Data ist ein Modebegriff, der viele verschiedene Interpretationen zulässt. Mengersen (2018) definiert Big Data als „data that is inconveniently large“, was eine sehr treffende Definition ist, da die eigenen Fähigkeiten und Kenntnisse in der Datenverarbeitung weitgehend mitbestimmen, welche Datenmenge als eine Herausforderung angesehen wird. Aus der Sicht erfahrener Tierdatenverarbeiter stellen bestenfalls Rohdaten aus bestimmten Farm-Devices (Pedometer, Pansenboli, Wiederkäusensoren) eine Herausforderung dar, alle anderen Quellen in Tab. 1 sind von Struktur, Volumen und Geschwindigkeit her gut beherrschbar. Dies gilt aber nur bis auf weiteres, denn im Forschungsbereich treten heute schon Probleme auf, wenn z.B. DNA-Sequenzen im großen Maßstab verarbeitet werden sollen (Pausch, 2017). Auch in der Routinedatenverarbeitung für die genomische Zuchtwertschätzung werden derzeit bereits typische Big Data Methoden, wie z.B Hadoop Streaming eingesetzt (Edel, pers. Mitteilung).

Kategorie	Beispiele
klass. Erhebung	herkömmliche Milchleistungsprüfung, Fleischleistungsprüfung, Nachzuchtbewertung, Herdenmanagementprogramme
Farm-Devices	AMS, Fütterungsautomaten, Transponderfütterung, Pedometer, Wiederkäusensoren, Brunsterkennung
Lab-Devices	MIR-Spektren, Bakteriologische Untersuchungsergebnisse, Genotypen, Fleischqualitätsmessungen, Futterqualität
Apps	Besamungsdaten, Klauenpflege, Brunstbeobachtung, Gesundheitsbeobachtungen
Webanwendungen	HI-Tier, Herdenmanagementprogramme
Service Provider	Klauenpfleger, Besamungstechniker, Tierärzte, Fütterungsberater

Tabelle 1: Kategorien von Datenquellen in der landwirtschaftlichen Tierhaltung

Big Data kann man jedoch auch unter dem Aspekt betrachten, dass klassische hypothesengetriebene Forschungsansätze durch korrelative Ansätze ersetzt werden, deren Wirkungsmechanismen im Detail nicht mehr nachvollziehbar sind (Mayer-Schönberger und Cukier, 2013). In diesem Sinne stellt die genomische Zuchtwertschätzung eine typische Big Data Anwendung dar, während die konventionelle Zuchtwertschätzung beim Rind keine Big Data Anwendung ist, auch wenn sie im Hinblick auf die rechentechnischen Ressourcen erheblich höhere Anforderungen stellt.

Klassische IT-Ansätze bleiben solange klassische Ansätze, wie das Wachstum der Rechen- und Speicherkapazitäten stärker ist als der Datenzuwachs. Insofern waren Zuchtwertschätzungen beim Rind und Schwein bis in die neunziger Jahre hinein Big Data Anwendungen, dann überholten die Rechengeschwindigkeit und die Speicherkapazität den Datenzuwachs. Heute umfasst die internationale Zuchtwertschätzung beim Fleckvieh für das Merkmal Eiweißmenge 277 Millionen Gleichungen von über 12 Millionen Kühen. Da die Zuchtwertschätzung nur dreimal jährlich stattfindet, ist dies von Rechenzeit und RAM-Anforderungen her beherrschbar. Problematischer ist die Speicherung der Ausgangsdaten und Ergebnisfiles zum Zwecke der Nachvollziehbarkeit (Emmerling, pers. Mitteilung).

Ähnlich ist es bei der genomischen Zuchtwertschätzung. In den ersten Jahren verwendete man GBLUP (vanRaden, 2008), weil man der festen Überzeugung war, dass es sehr lange dauern würde, bis die Zahl der Genotypen in der Lernstichprobe die Zahl der SNPs übersteigen würde. Inzwischen übersteigt die Zahl der Genotypen die der SNPs um ein Vielfaches (te Plate-Church und Bentley, 2017). Die üblichen genomischen Systeme invertieren die genomische Verwandtschaftsmatrix, was bei mehr als 150.000 Genotypen kritisch werden kann. Alternativen wie der APY-Algorithmus (Masuda et al. 2016) oder der ssGT-BLUP Ansatz von Mäntysaari et al (2017) sind bisher noch nicht bis zur vollständigen Praxisreife entwickelt worden. Ebenso haben sich bisher die klassischen Methoden

anderer Disziplinen für schwach strukturierte Daten, wie Machine Learning oder Deep Learning, als wenig nützlich erwiesen (z.B. Ereth et al., 2015).

Das bedeutet aber nicht, dass diese Methoden für Fragestellungen der Tierzucht und -haltung unbrauchbar sind. Erhebliche Fortschritte durch Deep Learning sind vielmehr durch die Nutzung von 3D-Kameras in der Tierhaltung zu erwarten. Deep Learning Algorithmen sind seit 2015 in der Erkennung und Klassifizierung von Objekten gleich gut wie Menschen (Zhang, 2016). Diese Geräte können damit zukünftig sowohl Managementaufgaben unterstützen (Tierverhalten, Gesundheit, Body Condition Score), als auch neue züchterische Daten ermitteln (Futterverzehr, Verhaltensstörungen, Körpergewicht/Wachstum, Energiebilanz). Während es für kameragestützte Tiererkennung bei Rindern bereits erste erfolgreiche Ansätze gibt (z.B. Journaux, 2018), erscheint diese für Masttiere der Tierarten Schwein und Huhn bisher noch in weiter Ferne. Die Kombination von RFID und 3D-Bildern könnte hier Abhilfe schaffen, es ist jedoch fraglich, ob sich die Entwicklung lohnt, denn früher oder später wird auch hier die visuelle Erkennung funktionieren und RFID-Technik ist relativ teuer, besonders für Masttiere.

Farm-Devices

Eine besondere Herausforderung aus der Sicht der zentralen strategischen Nutzung stellen die Farm-Devices dar. Dies gilt zum einen, weil die Untergruppe der Sensoren enorme Datenmengen erzeugen kann, bei denen sich die Frage nach dem optimalen Aggregationsgrad für die langfristige Speicherung stellt. Aus der Sicht einer zentralen Datenverarbeitung ergeben sich drei mögliche Strategien:

1. Reduktion ohne Informationsverlust, indem z.B. Ruhezeiten zu Intervallen zusammengefasst oder Bewegungen als Vektoren gespeichert werden,
2. Kompression, indem man die häufigen repetitiven Muster ausnutzt und
3. die Kombination von Datenquellen mit unterschiedlichem Aggregationsgrad in Mehrmerk-

malsmodellen, was besonders im Hinblick auf Technologiewechsel und lange Beobachtungszeiträume häufig die einzige Lösung darstellt.

Ebenso sind Standardisierung und Normierung eine permanente Herausforderung. Auch wenn wir formal gleiche Beobachtungen in zentralen Datenbanken speichern, müssen wir uns immer bewusst sein, dass diese der Output unterschiedlicher Sensoren sind, die durch unterschiedliche Algorithmen ausgewertet sind. Wie komplex schon einfache Fragestellungen im Hinblick auf Datenstruktur und beteiligte Systeme sind zeigt Abb. 2. Langfristig tragfähige Strategien, wie man solche Daten vergleichbar macht und hält, fehlen bisher noch weitgehend.

Tierzüchter, Wissenschaftler und teilweise auch die Politik stehen auf diesem Gebiet vor großen Herausforderungen, weil sie diejenigen sind, die an einer langfristigen Datenkonsistenz das größte Interesse zeigen. Für aktuelle Managementzwecke genügt eine kurzfristige Datenkonsistenz und einzelne Betriebe sind oft auch in der Lage, Sprünge oder Verwerfungen in bestimmten Parametern im Rückblick auf Technologieentwicklungen zurückzuführen. Im größeren Maßstab ist das dagegen ein nahezu hoffnungsloses Unterfangen. Lösungsansätze sind eine umfangreichere

Speicherung von Metadaten, die die Semantik der gespeicherten Daten beschreiben oder die Definition von langfristig tragfähigen Normierungsverfahren.

Die Sensordaten werden aber auch bei den Verarbeitern für einen Paradigmenwechsel sorgen. Diese Daten fallen 24/7 an und werden auch im Betrieb sofort verarbeitet. Daraus wird sich zwangsläufig die Forderung ergeben, dass die zentralen Deep Learning Maschinen die Daten nahezu in Echtzeit erhalten und verarbeiten, um den Betrieben wirklich intelligente Lösungen anbieten zu können. Gleiches gilt für die Food Chains, die für den Betrieb Echtzeitdaten benötigen. Derzeit sind die zentralen Einrichtungen der landwirtschaftlichen Datenverarbeitung hierauf nur ungenügend eingestellt. Die eigentliche Speicherung der Daten stellt dabei weniger ein Problem dar, als die Echtzeitverarbeitung. Viele *ad hoc* Auswertungen im Bereich der Tierhaltung geschehen nicht wirklich in Echtzeit, sondern stützen sich auf im Hintergrund absätzig erzeugte Zwischenergebnisse. Die Modernisierung der bestehenden Systeme bietet auch die Chance, neue Auswertungsmethoden wie Map Reduce und neue technologische Ansätze wie Hadoop zu erlernen und damit die Antwortzeiten für die Benutzer bei komplexen Anfragen zu reduzieren.

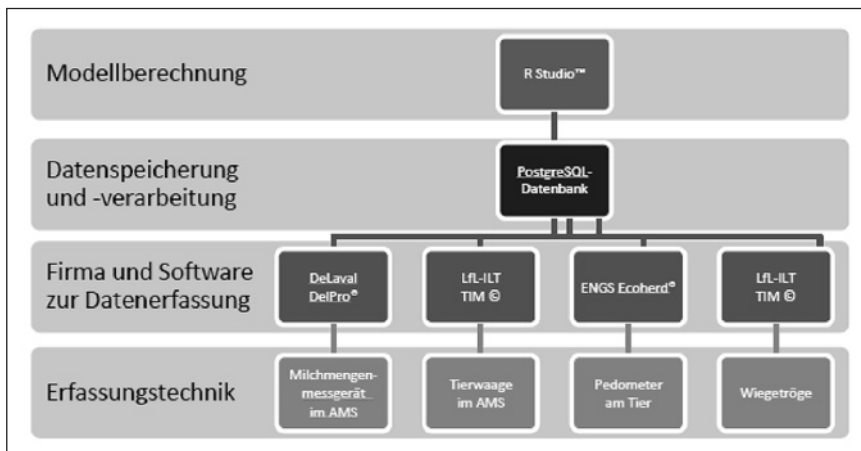


Abbildung 2: Verarbeitungsschichten für ein System zur Lahmheitserkennung bei Milchkühen (Schindhelm, 2016).

Geschäftsmodelle

Auf der organisatorischen Ebene stellt die Technisierung und Digitalisierung der Landwirtschaft jahrzehntelang bewährte Geschäftsmodelle in Frage. Bereits mit der Einführung der automatischen Milchmengenerfassung im Melkstand wurde das Geschäftsmodell der Milchleistungsprüfung in Frage gestellt, automatische Melksysteme verstärken diese Tendenz noch weiter. Auch wenn derzeit eine Teilnahme an der Milchleistungsprüfung noch einen deutlichen Mehrwert in Form von Fett- und Eiweißgehalten, physiologischen Parametern wie Harnstoff- oder BHB-Gehalten und vor allem Zellzahlwerten liefern, ist absehbar, dass diese Parameter über kurz oder lang auch von Sensoren mit hinreichender Genauigkeit ermittelt werden können. Ähnlich ist die Situation im Bereich der Ferkelerzeugung und der Schweinemast, wo Herdenmanagementprogramme weite Teile der klassischen Leistungsprüfungen quasi automatisch abdecken.

Die Folge der immer weiter zunehmenden Datenerzeugung auf den Betrieben ist, dass Betriebe mit einer umfangreichen automatisierten Merkmalserfassung in Zukunft über einen Datenschatz verfügen werden, der für Zuchtorganisationen und andere Dienstleister von großem Interesse ist. Folglich wird sich die Geschäftsbeziehung umkehren und derjenige, der früher für die Messung der Milchmenge bezahlte, wird zum Lieferanten der Zucht- oder Beratungsorganisation.

Ob dies überhaupt möglich sein wird, müssen zukünftige Entwicklungen zeigen. Landwirte sind nämlich nicht die einzigen, die den Wert der Massendaten erkannt haben. Auch die Maschinen- und Gerätehersteller verlegen sich im Zuge der Digitalisierung immer mehr auf das Anbieten datenbasierter Dienstleistungen. Damit steigen unter Umständen auch völlig fachfremde Unternehmen in neue Geschäftsfelder ein, wie der Fall von Zoetis in den USA zeigt (Zoetis, 2016).

Es besteht somit durchaus die Gefahr, dass die bislang von der Leistungsprüfung bereitgestellten

Benchmarks zukünftig aus dem Datenpool des AMS-Herstellers oder dem des Herstellers von Fütterungsanlagen geliefert werden. Das würde zwar zunächst die Leistungsprüfungs- und Beratungsorganisationen treffen, in einem solchen Fall müsste aber auch die Erhebung züchterischer Daten komplett neu organisiert werden.

Organisation

Es ist daher höchste Zeit und im Interesse der Landwirte und ihrer berufsständischen Organisationen, dass die Landwirtschaft eine Strategie entwickelt, wie sie sich im Hinblick auf die Big Data Welt positionieren will, um Abhängigkeiten zu vermeiden und strategische Entscheidungen weiterhin selbst in der Hand zu behalten.

Unstrittig ist, dass durch die Zusammenführung großer Datenmengen von verschiedenen Betrieben ein erheblicher Mehrnutzen generiert werden kann. An dieser Zusammenführung sind aber landwirtschaftliche Selbsthilfeorganisationen genauso interessiert wie Hardwarehersteller, fachspezifische Plattformen oder auch die Betreiber sozialer Netzwerke. Hier gibt es derzeit viele unkoordinierte Aktivitäten, nur von Seiten der Landwirte selber fehlen die zielführenden Konzepte, die eine effiziente Nutzung der neuen Möglichkeiten mit einer Wahrung der eigenen Interessen des Berufsstands verbinden. Benötigt werden neue, von Landwirten kontrollierte Organisationen, die es sich zur Aufgabe machen, die heterogenen Daten zusammenzuführen und sie interessierten Verarbeitern zu definierten Konditionen nicht-exklusiv zur Verfügung zu stellen. Koenen hat bereits 2015 für die Niederlande die Einrichtung eines zentralen Information Brokers für Rinderdaten vorgeschlagen (Koenen, 2015). Dieses Konzept hat viele positive Aspekte und sollte einmal näher untersucht werden. Daten sind schließlich keine Dinge, die man entweder besitzt oder nicht. Deshalb ist auch die Frage, ob die Daten an den Partner x oder den Partner y gegeben werden, nicht angebracht. Insofern können auch Landwirte entscheiden, dass sie ihre Daten sowohl an den Hardwarehersteller, als auch an einen zentra-

len landwirtschaftlichen Datenpool weitergeben und damit eine gewisse Autonomie bewahren. Bei einer solchen Strategie würde auch die Entscheidung für eine Cloud-Speicherung der eigenen Daten leichter fallen, denn man hätte ja noch eine Kopie „in bäuerlicher Hand“.

Forschungsdaten

Wenn die Agrarwissenschaftler für ihre eigenen Fragestellungen das Heft in der Hand behalten wollen, bedarf es einer Anpassung der Forschungsinfrastruktur und der Ausbildung junger Wissenschaftler. Insbesondere Tierzüchter und Haltungstechniker müssen die neuen Methoden beherrschen und über die notwendigen IT-Ressourcen verfügen, wenn sie zukünftig noch signifikante Beiträge leisten wollen. Der Umgang mit Big Data wird zukünftig zum Handwerkszeug jedes Agrarwissenschaftlers gehören müssen, nicht nur der spezialisierten Agrarinformatiker.

Forschungsanträge werden zukünftig immer häufiger auch Datenmanagementkonzepte umfassen müssen (Pausch, 2017) und insbesondere Innovationsvorhaben müssen sich auf eine real existierende Infrastruktur stützen können, wenn die Innovationen nach Abschluss der Projektphase fortgeführt werden sollen.

Schlussfolgerungen

Die absehbar schnell steigenden Datenmengen in Tierzucht und -haltung werden bei landwirtschaftlichen Dienstleistern in den nächsten Jahren zur Anwendung neuer Methoden führen, um aus großen, schnellen und volatilen Datenströmen zeitnah wertvolle Dienstleistungen und Managementhilfen zu generieren. Es ist derzeit noch nicht absehbar, ob diese Verarbeitungen vorwiegend On-Farm oder in zentralen Rechenzentren (in der Cloud) stattfinden werden. Die landwirtschaftliche Seite sollte jedoch in jedem Fall bestrebt sein, exklusiven Besitz von Daten landwirtschaftlicher Betriebe zu verhindern. Anderenfalls würden die Entwicklungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Tierhalter zu stark eingeschränkt und auch der Innovationsprozess verlangsamt.

Literaturverzeichnis

- Ereth, A.; Hochstuhl, D.; Gianola, D.; Thaller, G. (2015) Application of neural networks with back-propagation to genome-enabled prediction of complex traits in Holstein-Friesian and German Fleckvieh cattle. *Genetics Selection Evolution* 47:22
- Koenen, E. (2015) Precision Livestock Farming: opportunities for herd management. ATF-EAAP Special Session 2015 – How to implement Precision Livestock Farming?
- Mayer-Schönberger, V.; Cukier, K. (2013) Big Data: Die Revolution, die unser Leben verändern wird. Redline Verlag.
- Mengersen, K. (2018) Tackling Big Ag problems with Big Data and Bayesian space-time, system and network models. Symposium "Big Data in Agriculture", Roslin Institute, Edinburgh, 14-15 May 2018.
- Pausch, H. (2017) Extracting knowledge from genomic data. Vortrag anlässlich der Verleihung des Schaumann-Preis an der gemeinsamen Tagung der DGfZ und GfT am 20.09.2017 in Hohenheim.
- Schindhelm, K.; Haidn, B.; Reese, S. (2016) Automatische Lahmheitserkennung bei Milchkühen mittels Leistungs- und Aktivitätsdatenanalyse. in: Agrarwissenschaftliches Symposium des Hans Eisenmann-Zentrums. Digitale Landwirtschaft.
- te Plate-Church, A.; Bentley, C. (2017) Two million genotypes in U.S. dairy database <https://queries.uscdcb.com/News/CDCB%20AGIL%20Two%20Million%20Genotype%20Mark.pdf>
- VanRaden, P.M. (2008) Efficient methods to compute genomic predictions. *J Dairy Sci* 91:4414–23.
- Zhang, C. (2016) Mocha.jl: Deep Learning for Julia. <https://devblogs.nvidia.com/mocha-jl-deep-learning-julia/>
- Zoetis (2016) The drive to do better is in our DNA - Clarifide. <https://www.zoetis.com/animal-genetics/dairy/clarifide/clarifide.aspx>

Diskussion



SWALVE, HALLE

ich gehe voll konform mit dem, was du so schlussgefolgert hast, für die Wissenschaft würde das bedeuten, dass wir zukünftig eigentlich bei fast jedem Projekt interdisziplinäre Zusammenarbeit suchen müssen. Die Informatik von Anfang an einbeziehen? Weil irgendwo muss das Knowhow ja zu uns kommen. Projekte mit größeren Datenmengen, also halbwegs größeren Datenmengen, die nicht nur aus dem Labor kommen oder an fünf Tieren erhoben wurden, müssen wir doch von vornherein immer gleich die Kollegen aus der Informatik einbeziehen, wäre das die Schlussfolgerung?

ANTWORT

Interessante Frage, ich würde mal sagen, im Prinzip ja, andererseits weißt du ja selber auch am besten, dass wir unsere großen Dienstleister, vom VIT Velden, in unserem Fall vom LKV Bayern das Knowhow über die Verarbeitung solcher großen Mengen schon vorhanden ist, dann liegt es natürlich auch nahe, sich im Hinblick auf die Methoden mit denen ins Boot zu setzen, weil die verstehen uns vielleicht noch ein bisschen besser als Informatiker.

SWALVE, HALLE

Vor allem auch wenn man verschiedene Fachgebiete miteinander verbinden will, dann ist ja die Informatik der Dolmetscher oftmals.

BREVES, HANNOVER

Ich möchte gerne nochmal auf das Thema Referenzdaten eingehen und hier insbesondere im Zusammenhang mit Gesundheitsparametern. Ich meine, wir stehen da ja vor wirklichen Problemen und wenn man das jetzt mal vielleicht mehr von der tiermedizinischen Seite aus sieht, müssen wir einfach wissen, dass ganz viele der Methoden, die heute als invasive Methoden propagiert werden, natürlich nur sehr sagen wir mal dünn beschreibend sind in ihrem Aussagewert. Sehr vieles ist auch gar nicht möglich und wenn ich jetzt an invasive Verfahren denke, dann denke ich vor allem an Blut, was ja der häufigste Ansatz ist. Und wir wissen natürlich auch, dass es insbesondere viele intermediäre Veränderungen sind, diese auf der Ebene der invasiven Methoden gar nicht so ohne weiteres identifizierbar sind. Soll nur andeuten, dass hier wirklich noch Riesenprobleme bestehen. Und das adressiert insbesondere an die Wissenschaft, diese Thematik hier anzugehen.

ANTWORT

Also das ist sicherlich richtig, man muss aber natürlich ein bisschen im Auge behalten, ich habe nicht über Forschung geredet. Ich habe über Praxisdaten geredet, die ich, zumindest konzeptionell, von der ganzen Population, um wirklich jedem Landwirt eine Dienstleistung anbieten zu können. Und sagen wir mal, auch in der Praxis wird es nicht möglich sein

oder halte ich es für relativ unwahrscheinlich, dass sich Tierärzte bereit erklären, zehnmal in der Woche auf den Betrieb zu fahren, um irgendwo eine Blutprobe zu ziehen und die ins Labor zu schicken.

WINDISCH, FREISING

Vor allen Dingen muss man auch sehen, dass das Daten sind, die individuell gezogen werden, also wieder die Frage, individuelle Tierdaten oder Herden-
daten und so weiter, das macht ja nochmal was aus.

GROSS, BERN

ich möchte mich gerne noch der vorherigen Frage anschließen, Sie haben ja Lernstichproben beschrieben, die zum Teil durch die Firma Zoetis in Nordamerika mit einem irrsinnigen finanziellen Aufwand generiert und aufgebaut wurde. Gibt es vergleichbare Bestrebungen in Deutschland und in Mitteleuropa? Sollte es dann nicht Bestreben sein, dass wir nicht nur die Geräte zusammenbringen, sondern dass die miteinander kommunizieren, sondern auch die in ihrem Response, wir messen ja z.B. Milchleistung täglich außerdem monatliche Kontrolldaten, die für große Schätzungen genutzt werden.

ANTWORT

Auch hier muss man natürlich wieder unterscheiden zwischen Wissenschaft und Praxis, es gibt Bestrebungen, Gesundheitsdaten im großen Stil zu erfassen, ziemlich weit sind die Skandinavier, die haben das per Gesetz geregelt, dass jeder Tierarzt jede Diagnose sozusagen in eine zentrale Datenbank einspielen muss. Ziemlich weit ist Österreich, da machen 25.000 Betriebe mit beim Gesundheitsmonitoring, das ist quasi flächendeckend. Nicht alle von denen liefern wirklich Daten, sondern viele haben einfach nur unterschrieben und als wären ihre Kühe immer gesund. In Deutschland gibt es auch verschiedene Projekte, ich glaube, wir sind mit größeren Stichproben von Betrieben dabei, die mitmachen. Aber es gibt natürlich auch Projekte, die sind wesentlich besser strukturiert und die sammeln intensivere Daten als wir mit unserem Sammeln von Diagnosen. In der Forschung gebe ich

Ihnen recht, dass wir viel interdisziplinärer werden wollen, wenn wir die Probleme lösen wollen. Aber in der Praxis stehen wir halt vor der Situation, dass wir so eine 1:1 Beziehung haben zwischen dem Dienstleister und was ich dem Landwirt bieten kann. Es ist eine Positionsbestimmung, indem ich sage: Du hast so und so oft die Diagnose und von Betrieben, die eine vergleichbare betriebliche Situation haben wie du, die haben drei Prozent weniger oder fünf Prozent mehr und du stehst also relativ schlecht oder gut da mit deinem Gesundheitsstatus. Das ist so das, was ich im Moment für realistisch erreichbar halte.

BRUCKMEIER, BERN

Ich möchte eigentlich auch nochmal den Einwand von Herrn Breves deutlich vertiefen. Eigentlich mit der Frage, kann so ein Datenbanksystem das leisten, eigentlich auch Datenerfassungen, die so in der Routine, vor allem in diesen „On Farm“-Systemen, auch mal zu validieren. Wir sind ja momentan in der Situation, dass die Industrie alles Mögliche mit großem Druck verkauft und ich könnte Ihnen eine Reihe Beispiele nennen, wo man sagt, diese Parameter sind völlig sinnlos. Das ist zum Beispiel im Bereich der Eutergesundheitsdetektion und so weiter. Aber man hat innovative Systeme, die dann auch schon in relativ großen Zahlen an die Landwirte verkaufen. Wenn man das mal so wirklich auf Einzelebene genauer anschaut, sieht man, das taugt eigentlich überhaupt nichts. Also nochmal die Frage, kann eigentlich so ein System, wo Sie von verschiedenen Quellen die Daten zusammensammeln, auch den Dienst leisten, dass man sagt: Gut, das sind jetzt wertvolle Daten und das andere sind sinnlose Daten. Oder wenig sinnvolle Daten.

ANTWORT

Ja, letzteres kann so ein System natürlich schon leisten. Eine Validierung kann an aussagekräftigen physiologischen Parametern vorgenommen werden, wenn Sie diese erhoben haben, ein sogenannter Re-

ferenzdatensatz. Und wir können nur Aussagen machen von Daten die wir haben, korreliert gut oder weniger gut mit dem, was sie haben und man muss vier, fünf, sechs, sieben Parameter kombinieren, da sind wir wieder bei dem, was gestern mit Herrn Berckmans diskutiert haben, was sind denn jetzt wirklich die aussagekräftigen Variablen, die mir am besten meine Referenzdaten erklären?

WINDISCH

Also der große Unterschied war ja, und das ist vielleicht ein bisschen untergegangen, der große Unterschied zu dem Pflanzenbereich war ja doch, dass es sich bei den Tierdaten oftmals um die Vorhersage von individuellen Schicksalen handelt. Ist das Tier jetzt krank oder nicht und nicht die Herde oder nicht der ganze Bestand.

ANTWORT

Auch die Herde und auch der Bestand, haben unser Interesse.

WINDISCH

Und das ist dann vielleicht ein bisschen anders als bei den Pflanzen.

PAUSCH, ZÜRICH

du hast schön gesagt, dass die Daten das Gold des 21. Jahrhunderts sind. Ich stimme da vollkommen überein. Die Frage ist jetzt ein bisschen heikel. In der Wissenschaft sind wir auf diese großen Datenmengen angewiesen, gleichzeitig können wir die Daten aber nicht offenlegen. Wie werden diese großen Datenmengen dann zukünftig auch für die Wissenschaft interessant bleiben?

ANTWORT

Also du meinst das Thema nachhaltige Nutzung?

PAUSCH, ZÜRICH

Nicht nachhaltige Nutzung, es geht einfach um die Daten, die in der Routine erhoben werden, mit denen natürlich alle gerne arbeiten wollen. Aber die nicht

offengelegt werden. Wird es zukünftig auch „Open Data“ in der „Livestock Community“ geben oder wie wird das zukünftig gehandhabt?

ANTWORT

Also richtiges „Open Data“ glaube ich eher nicht, aber wir merken schon, der Umgang mit Genotypen ist viel entspannter geworden als es noch vor zehn Jahren war. Vor zehn Jahren wurde um jeden einzelnen Genotyp, der irgendwo mal hingeschickt werden sollte für irgendjemanden, der ein spezielles Interesse hatte, gerungen. Heute sind wir da schon sehr viel lockerer. Aber natürlich will man der Konkurrenz den Weg nicht ebnen. Und wir haben es ja gesehen bei den Projekten, dass wir noch zusätzlich 50.000 Genotypen und Phänotypen hergekriegt hätten, hätten die mit Kuschhand genommen. Und wenn die Zucht- und Besamungsorganisationen mit den Daten zurückhaltend sind, dann heißt das nicht, dass die jetzt was gegen Forschung haben oder dass sie es nicht zur Verfügung stellen wollen, aber wenn sowas natürlich bei „Genetics“ auf irgendeinem öffentlichen Server steht, mit Erklärung dazu, was das für Tiere sind oder mit den Tiernummern im Klartext und einer Beschreibung der Phänotypen, dann kann im Prinzip natürlich auch ein industrieller Wettbewerber kommen und jetzt ziehe ich mir die Daten runter und mache damit ein neues Produkt, was ich dann denjenigen, denen eigentlich die Daten gehören, als neue Dienstleistung teuer verkaufe.

Nichts gegen die Forschung, die Forschung soll natürlich viele Daten zur Verfügung haben, es ist eher die Offenlegungsstrategie der Journals, die uns da im Moment hemmt.

SWALVE, HALLE

Ganz kurz ein Kommentar. Also sind wir da nicht schon viel weiter und viel offener als die von Zoetis, darum geht es aber gar nicht, ich finde das gar nicht schlecht mit dem Offenlegen in den Journals, weil alles was offengelegt wird, kann nicht mehr von anderen patentiert werden. Das ist doch eigentlich auch ein ganz wichtiger Aspekt.

ANTWORT

Würde ich so nicht unterschreiben. Weil ich meine, die Offenlegung der Daten verhindert gerade nicht, dass irgendjemand sich die Daten greift, eine schöne Analyse macht, irgendeinen tollen Effekt findet und ein Patent einreicht. Und nein, obwohl das auf meinen Daten beruht.

BENNEWITZ, HOHENHEIM

Kay-Uwe, du hast vorsichtig, aber doch deutlich aufgezeigt, dass sich Geschäftsmodelle ändern und dass sich Dienstleister darauf einstellen müssen. Vielleicht mal ganz konkret gefragt, wir haben in Deutschland ja noch die Zuchtverbände, wir haben die Landeskontrollverbände, in jedem Bundesland einen, die Milchleistung messen, der Mann im Kittel kommt und dafür wird Geld bezahlt. Wie siehst du insbesondere die Rolle konkret bei den Landeskontrollverbänden, aber auch bei den Zuchtorganisationen?

ANTWORT

Also der Mann im Kittel ist schon am Aussterben, die Zahl hat sich schon um zwei Drittel reduziert, so lange wie ich in dem Geschäft bin. Ich bin der Meinung, wir müssen ernsthaft und schnell darüber nachdenken, dass wir nicht nur Zucht, sondern auch die Leistungsprüfung in einer Organisation vereinigen, weil auch das Zeitalter der flächendeckenden Leistungsprüfung ist in meinen Augen zurückgehend. Wir werden in Zukunft aus züchterischer Sicht nur noch einen Bruchteil der Betriebe haben, die dann aber intensiver phänotypisiert werden, wie wir so schön sagen. Und ansonsten werden die Betriebe die Daten, die wir brauchen, um ihnen Zuchtwerte zu schätzen oder Managementinformationen zu liefern oder Entscheidungshilfen zu geben, die werden sie selber bringen. Das heißt, ich brauche da auch niemanden mehr, der Leistungsprüfung macht oder Datenerhebung oder sonst was, sondern der Betrieb liefert die Daten und sagt: Gib mir irgendwas dafür, was mir nützlich ist. Das wird nicht immer so bleiben, wie es in der Vergangenheit war und das ist gerade in

meinen Augen der Grund dafür, warum wir massiv über eine Reform der Leistungsprüfung nachdenken müssen.

THALLER, KIEL

es geht in die gleiche Richtung, inwieweit sich die Zuchtstrukturen ändern werden. Aber du hast auch gesagt, die Organisationen sind noch nicht vorbereitet. Ist das international anders? Also wie werden sich die Organisationen auf diese Leistungsprüfebene und Produktionsbetriebe vorbereiten, ist dies in anderen Ländern bereits geschehen?

ANTWORT

Also ich weiß nicht, ob die anderen Länder besser vorbereitet sind, aber in anderen Ländern bilden sich jedenfalls zum Teil neue Strukturen, da muss man nur mal nach Frankreich gucken, da kann man in die USA gucken, wo sich „Sexing-Technologies“ zum Beispiel entwickelt hat, sowas hätte man sich nicht vorstellen können, dass da einer, relativ klein, ein relativ intensives Zuchtprogramm wirklich alleine und im Grunde genommen keine Bauern mehr braucht, die da mitmachen. Und das wird dann natürlich dazu führen, dass wir auch da einen Strukturwandel kriegen, der sich so ein bisschen in Richtung dessen orientiert, was die Geflügelzucht gemacht hat, was die Schweinezucht schon weitestgehend abgeschlossen hat und auch beim Rind wird sowas früher oder später kommen, weil der Wettbewerb zwischen Systemen wird sich in Zukunft auch darin abspielen, welche Dienstleistung und welche Zuchtwerte kann ich denn bieten und was kann der andere nicht und was ist das mein Alleinstellungsmerkmal. Was ist mein Datenkonzept, was ich da habe? Und wie schaffe ich es die Landwirte zu überzeugen mir Daten liefern? Und im Moment sehe ich das so, dass das ein Geschäft ist, ich muss interessante Informationen liefern, dann wird er motiviert sein, Daten zu erheben, neue Daten, zusätzliche Daten zu erheben, die dann wieder neue interessante Informationen geben und kann das im Ping Pong hin- und hergeben und synergistisch sein.

MODERATOR

Dann schließen wir die Diskussion an dieser Stelle, herzlichen Dank für die schönen Beiträge. Wir haben jetzt sehr interessante, spannende Vorträge gehabt, wo man sehen konnte, dass von einem ganz anderen Blickwinkel aus, also von dem Blickwinkel aus der Betrachtung von Datenmengen, Datenfluten in ganz konkreten Anwendungen, dass es hier spannende Entwicklungen, neue Perspektiven gibt. Und ich nehme jetzt einfach mal so die Anmerkung von Herrn Kolbe, also er hat Datenbanken dargestellt und von Modellen und Anwendungen miteinander vernetzt gesprochen, also das ist die eine Seite. Aber Spiegelbild davon und Bestandteil des Ganzen auf der anderen Seite ein Anwender oder ein Anwen-

dungskreis, der Daten verarbeiten muss, Daten aus unterschiedlichen Herkünften, Datenquellen, Datenrechten, die damit verbunden sind und auch die Limits die damit verbunden sind. In allen Bereichen sind also klar wieder Limits genannt worden, Limit ist die Datenmenge, die Datenverarbeitung und das hat mir jetzt wieder bestätigt in meiner Rechtfertigung über die Datenwahrheit. Oder die Validität der Daten. Also doch eine der großen Engstellen ist die Stichprobe, ich würde einfach mal sagen, die wahre Messung am Tier direkt mit den Methoden, wie es ein Tierernährer macht, wie es ein Tierzüchter macht, wie es ein Physiologe macht, wie es ein Veterinär macht. Das wird auch in Zukunft nicht aussterben. Und es geht darum, diese Daten gut miteinander zu vernetzen.

Rechtliche Herausforderungen der Digitalisierung der Landwirtschaft – am Beispiel des Dateneigentums und -schutz



Rechtspolitische und rechtliche Herausforderungen

Digitalisierte Landwirtschaft ist im Folgenden als intelligentes Netzwerk aus Mensch, Maschinen und Bewirtschaftung zu verstehen, das alle Stationen der landwirtschaftlichen Tätigkeit – vom Einkauf der Saat bis zur Auslieferung der Ernte – umfasst. Voraussetzung ist die Errichtung eines eingebetteten Systems, das Überwachungs-, Steuerungs- oder Regelfunktionen übernimmt. Dabei werden sowohl die Maschinen als auch die Lagerhaltung sowie die Betriebsmittel miteinander vernetzt. In diesem vernetzten System kommt es zum autonomen Austausch von Informationen zwischen den Maschinen, zwischen Maschine und Landwirt sowie zwischen Maschine/Landwirt und Dritten.¹ Rechtlich von Bedeutung ist dabei auch die autonome gegenseitige Steuerung der Maschinen untereinander. Sie wirft die noch zu erörternde Frage auf, ob und wie „Willenserklärungen“ von Maschinen untereinander, mit dem Ziel, Bestellungen vorzunehmen oder zu korrigieren, rechtlich gewertet werden. Ziel der Vernetzung ist die Schaffung intelligenter Ablaufketten, die ineinandergreifen. Hierdurch sollen Ressourcen und Arbeitsabläufe in zeitlicher als auch räumlicher Dimension kombiniert werden und Synergieeffekte genutzt werden.² Eng zusammenhängend mit dem Begriff der digitalisierten Landwirtschaft steht der Begriff des Big Data, auch „Massendaten“ genannt:³ „Big Data bezeichnet große Datenmengen aus vielfältigen Quellen, die mit Hilfe neu entwickelter Methoden und Technologien erfasst, verteilt, gespeichert, durchsucht, analysiert und visualisiert werden

können“.⁴ Big Data ist damit durch das Prinzip des Einsatzes großer und vielfältiger Datenmengen geprägt, die typischerweise von miteinander vernetzten Maschinen generiert werden und – regelmäßig ohne konkret vorformulierte Erwartungshaltung an das Ergebnis – in Echtzeit analysiert werden.⁵ Dabei werden Daten und Informationen gewonnen, die mit herkömmlichen Mitteln überhaupt nicht oder allenfalls wesentlich zeitaufwendiger erlangt werden. Die Erstellung von großen Datenbanken im Sinne eines Big Data ist somit die Grundvoraussetzung, um mit Datenanalyse und Modellierung die nächste Optimierungsgrenze aus der Sicht der Digitalen Anbieter zu erreichen. Das verdeutlicht ein weiteres Merkmal der Digitalisierung. Die Daten aus der Landwirtschaft sind handelbare Wirtschaftsgüter geworden, die einen erheblichen kommerziellen Wert haben. „Data has become a new factor of production, an asset and in some transactions a new currency.“⁶

Die Digitalisierung eröffnet der Landwirtschaft neue Möglichkeiten, sie birgt aber auch ökonomische und rechtliche Risiken. Aus diesem Grunde ist die Landwirtschaft bis heute in Deutschland noch sehr zurückhaltend bei der Übernahme der neuen Techniken. Die rechtlichen Risiken betreffen folgende Themen: Der Schutz der personenbezogenen und – vor allem – der unternehmensbezogenen Daten, soweit diese nicht als Betriebsgeheimnisse eingestuft sind. Hier erweist sich der Schutz der Unternehmensdaten als bislang nur punktuell. Darüber hinaus ist die zivilrechtliche Zuordnung des Nutzungsrechts an den Daten pro-

blematisch, da ein „Eigentum“ an Daten nach deutschem Zivilrecht nicht besteht. Das Recht am geistigen Eigentum schützt nur Werke geistiger Schöpfung, nicht hingegen die bloßen Sachdaten oder Geodaten aus dem landwirtschaftlichen Betrieb. Erhebliche Probleme bestehen des Weiteren im Hinblick auf die Zuordnung von Willenserklärungen, die von Maschinen abgegeben werden sowie im Hinblick auf die Haftung für Fehler bei der Erfassung oder Auswertung der Daten. Die europäischen und staatlichen Gesetzgeber können derzeit noch keine adäquaten Lösungen bieten, da dieses Gebiet erst in der Entwicklung ist. Vielmehr müssen die Probleme bilateral auf vertraglicher Ebene gelöst werden

Das Dilemma des Rechts

Die Rechtsbeziehungen in der digitalisierten Landwirtschaft erweisen sich als sehr vielfältig und komplex. Vom GPS-gesteuerten Gerät, das keinen Austausch von Informationen ermöglicht, über die Cloud, die ein bloßes digitales Speichern von Daten ermöglicht über eine selbständige Kommunikation zwischen den Geräten und Dienstleister zur Optimierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln hin bis zur Nachbestellung von Betriebsmitteln.⁷ Zugleich zeigen die Big-Data-Möglichkeiten, von denen bereits die Rede war, dass die Rechtsbeziehungen sich kaum noch bilateral erfassen lassen und eine Verantwortungszurechnung im klassischen Sinne nicht mehr möglich ist.

Diese Digitalisierung bedarf eines rechtlichen Rahmens, um für alle Beteiligten Rechtssicherheit und zugleich einen angemessenen Ausgleich zwischen widerstreitenden Interessen zu erreichen und um die Rechtssicherheit zu ermöglichen:

Dem Recht kommt dabei die Aufgabe zu, einerseits dafür zu sorgen, dass „es Datenmärkte überhaupt gibt (da der Austausch und die Nutzung von Daten erstrebt werden), andererseits regulatorische Risiken für die Marktteilnehmer (insbesondere Verbraucher) gering zu halten“.⁸ Dafür stehen als Instrumente das Vertragsrecht, das Wettbewerbsrecht und das Recht des geistigen Eigentums, das durch die Zuweisung übertragbarer Rechte Märkte für unkörperliche Gü-

ter schaffen.

Mit der Forderung, das Recht möge hier eine vollständige Regelung für diesen Lebenssachverhalt bieten, wird zugleich aber auch das Dilemma des Rechts erkennbar. Das Recht reagiert in der Regel, agiert damit nicht vorweg. Das ist Spiegelbild unserer liberalen marktwirtschaftlichen Ordnung, die die Festlegung der Spielregeln zwischen den Wirtschaftsteilnehmern vorrangig diesen selbst überlässt. Nur in pathologischen Einzelfällen soll und darf das Recht nach unserer Wirtschaftsordnung regulierend eingreifen und damit die freien Marktkräfte steuern. Damit wird deutlich dass das Recht technischen Entwicklungen notwendigerweise hinterherhinken muss. Es kann daher nicht proaktiv Probleme vorwegnehmen und hierfür bereits im Vorfeld eine entsprechende Lösung bereithalten.

Zugleich wird deutlich, dass das Recht nur punktuelle Lösungsansätze liefern kann. Es kann keine Gesamtregelung für dieses Rechtsgebiet entwerfen und darf dieses, wie bereits dargelegt, im Lichte unserer Wirtschaftsordnung auch nicht. Regelungslücken müssen daher notwendigerweise von den Parteien oder den Marktteilnehmern selbst durch vertragliche Vereinbarungen, sei es auch durch Allgemeine Geschäftsbedingungen, geregelt werden.

Ein wichtiger Aspekt, der die Steuerungsfähigkeit im Hinblick auf die digitalisierte Landwirtschaft reduziert, ist die Überforderung des Rechts als nationales Instrument.⁹ Die Handels und Wirtschaftsbeziehungen sind heutzutage vollumfänglich europäisiert, wenn nicht sogar internationalisiert. Nationale Wirtschaftsregelungen können daher grundsätzlich bereits aufgrund ihres beschränkten territorialen Anwendungsbereichs keine effiziente Steuerungswirkung auslösen. Zudem kommt hierzu noch die Besonderheit des Vorrangs des Europarechts. Nationale Regelungen, die die digitalisierte Landwirtschaft betreffen, erfassen oder berühren die Grundfreiheiten der Europäischen Union, insbesondere die Warenverkehrsfreiheit im Hinblick auf die Maschinen, aber auch die Dienstleistungsfreiheit im Hinblick auf die Serviceangebote, die im Zusammenhang mit der Digitalisierung bestehen.

Derartige Auswirkungen auf die europäischen Grundfreiheiten haben zur Folge, dass nationale Alleingänge nur in höchst beschränktem Umfang möglich sind.

Die besondere Interessenkonstellation

Die fehlende Regulierung der digitalen Landwirtschaft hat gleichzeitig wiederum zur Folge, dass die Besonderheiten der Landwirtschaft nicht berücksichtigt werden. Zu den Besonderheiten der Landwirtschaft gehört zum einen die hohe Lebensdauer von landwirtschaftlichen Maschinen. Die durchschnittliche Nutzungsdauer in der AfA-Tabelle des Bundesfinanzministeriums, liegt bei durchschnittlich 10 Jahren.¹⁰ Der Landwirt bindet sich langfristig an ein Unternehmen und damit an seine digitalen Serviceleistungen. Zum anderen besteht ein Marktungleichgewicht zwischen den Wirtschaftsteilnehmern. Kleinen und mittleren landwirtschaftlichen Betriebe, die weiterhin die Regel in der gesamtdeutschen Agrarstruktur darstellen, stehen relativ große Dienstleistungsanbieter insbesondere aus dem Landmaschinenbereich gegenüber.¹¹ Schon allein aus diesem Grunde muss also hier der Gesetzgeber jenseits der liberalen Vorstellung einer marktinternen Regelung bereits im Vorfeld weiterer Entwicklungen einen Rechtsrahmen bieten, der auch die kleineren Marktteilnehmer ausreichend schützt.

Datenschutz

Die Digitalisierung löst ein Spannungsfeld zwischen der Erforderlichkeit der Datengewinnung und dem Datenschutz aus. Es kann wie folgt zusammengefasst werden: Je mehr Daten sensorisch gesammelt werden, je effizienter und besser kann das System agieren/reagieren. Zugleich ist festzustellen: Je hochwertiger die erfassten Daten sind, je sicherer kann das System agieren/reagieren. Das Internet der Dinge lebt von einer möglichst umfassenden Datensammlung. Die Sensoren, die die Grundlage für das Internet der Dinge bilden, sammeln permanent eine Vielzahl an Daten. Hier stellt sich bereits faktisch das Problem, ob ein Landwirt überhaupt noch in der Lage ist, die Kontrolle über seine Daten angesichts der komplexen Vernetzung der Kommunikationswege zu erhalten.

Grundlage des gesamten Datenschutzrechtes ist das Grundrecht auf Datenschutz. Teil des Grundrechts ist nicht nur der Schutz vor unberechtigten Datenverarbeitungen, sondern auch das Recht, selbst über Verarbeitungen eigener Daten bestimmen zu können. Von dieser Selbstbestimmung ist das ungeschriebene Recht umfasst, dass jeder Betroffene selbst über die Preisgabe und Verwendung seiner Daten verfügen kann. Die freiwillige und ausreichend konkrete Einwilligung schließt einen Grundrechtseingriff daher grundsätzlich aus.

Die einfachgesetzliche Ausgestaltung des Grundrechts auf Datenschutz ist in Deutschland bisher unter anderem durch das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) erfolgt. Das BDSG setzt wiederum die Vorgaben aus der EU-Datenschutzrichtlinie um.¹² Seit Mai 2016 wird das Grundrecht europaweit durch die DSGVO ausgestaltet, die direkt anwendbares Recht darstellt.¹³

Unterschiedlicher Schutzmaßstab bei personenbezogenen / betriebsbezogenen Daten

Hinsichtlich des Schutzmaßstabs ist zunächst festzustellen, dass im Rahmen der digitalisierten Landwirtschaft ein Potpourri an Daten verarbeitet wird: Von den persönlichen Daten des Betriebsinhaber über Angaben über den Betrieb, die Bewirtschaftung, Ernteerträge bis hin zu klimatischen Angaben oder Angaben zur Bodenqualität.

Der deutsche Gesetzgeber hat sich im Gegensatz zu anderen Vorbildern¹⁴ entschieden, juristische Personen und Personenmehrheiten aus dem Anwendungsbereich des BDSG auszunehmen. Im Grunde verwirklichen damit die bundesdeutschen Regelungen im BDSG den Grundrechtsbezug der Datenschutzregelungen, da sie als Ausprägung der Menschenwürde das Persönlichkeitsrecht eines natürlichen Menschen voraussetzen.¹⁵

Die Datenschutzregelungen des Bundes und der DSGVO gelten daher zunächst nur für personenbezogenen Daten. Bei den unternehmensbezogenen Daten kann man zwischen Sach- und Geodaten unterscheiden. Unter Sachdaten sind Angaben zu verstehen, die sich auf einen Sachverhalt oder ein Ereignis der Au-

ßenwelt, jedoch nicht unmittelbar auf eine natürliche Person beziehen.¹⁶ Geodaten sind digitale Informationen, deren räumliche Lage auf der Erdoberfläche ausgewiesen ist (Lokalisierungsdaten, etwa GPS-Koordinaten) sowie raumbezogene beschreibende oder abbildende Daten.¹⁷ Dazu gehören etwa Angaben zu Bebauung, Nutzung, Klima, Topographie, Versorgung mit öffentlichen Einrichtungen, statistische Angaben zum Bevölkerungsaufbau, sozio-ökonomische Kennziffern, Luftaufnahmen, Straßenfrontbilder (Geofachinformationen). Raumbezogene Informationen können zwar auch in vielfältigen Beziehungen zu zahlreichen Personen gesehen werden.

Werden Sachdaten oder Geodaten ohne Verknüpfung mit Daten verarbeitet, die der Identifikation von Personen dienen, so sind sie grundsätzlich nicht als personenbezogene Daten anzusehen. Der Grund liegt darin, dass eine exklusive Zuordnung zu einer Einzelperson, wie das informationelle Selbstbestimmungsrecht voraussetzt, bei Sachdaten typischerweise nicht besteht. Sachen stehen vielmehr in Beziehung zu vielen Personen und verändern sich im Zeitablauf. Bei ihrem vollen Einbezug in den Anwendungsbereich des BDSG wäre dieses Schutzsystem nicht mehr praktikabel, weil meist die Rechte mehrerer oder vieler Berechtigter zu beachten wären. Isoliert verarbeitete Sachdaten sind somit keine personenbezogenen Daten.¹⁸

Geodaten, d.h. die Erdoberfläche, ihr öffentlich zugängliches Aussehen und die einzelnen Bereichen zugewiesenen physikalischen oder sozio-ökonomischen Kennwerte sind typische soziale Gegebenheiten und daher nicht als personenbezogen einzustufen. Auch Geodaten können jedoch Personenbezug erhalten, wenn sie im Kontext mit Angelegenheiten bestimmter einzelner Personen verarbeitet werden.

Die Abgrenzung ist damit schwierig, wenn die von einer Person erhaltenen Daten nur indirekt Rückschlüsse auf ihre Identität ermöglichen. Das BDSG und die frühere Richtlinie 95/46/EG (EU-Datenschutzrichtlinie) thematisieren dieses Abgrenzungsproblem nicht. Im Schrifttum und in der Praxis werden unterschiedliche Positionen eingenommen.

Folgt man der Theorie vom „absoluten“ Datenbegriff reicht es aus, wenn es objektiv möglich ist, mithilfe eines Datums eine konkrete Person zu bestimmen, auch wenn dazu die nutzende Person bzw. das nutzende Unternehmen Informationen von Dritten benötigt.¹⁹ Das gilt unabhängig davon, ob es wahrscheinlich ist, dass eine solche Mitwirkung jemals erfolgt.

Die Theorie vom „relativen“ Datenbegriff“ knüpft die Kategorisierung der Daten als personen- oder unternehmensbezogen an die Frage, inwieweit die konkrete datenverarbeitende Stelle selbst die Möglichkeit hat, eine bestimmte Person zu ermitteln. Informationen von außerhalb sind hiernach nicht relevant.²⁰

Bei der digitalisierten Landwirtschaft ist zu berücksichtigen, dass bei den Dienstleistungserbringern nicht einzelne Daten, sondern große Datenmengen in Datenbanken gesammelt werden. Kraftfahrzeuge, Fuhrpark und Lager produzieren Daten, die man ohne weiteres mit den Landwirten in Verbindung bringen. Sie geben Aufschluss über die Bewirtschaftungsform des Landwirts, die zurückgelegten Entfernungen und das Bedienverhalten des Anlagennutzers.²¹ Wenn der Dienstleistungserbringer durch die Verknüpfung personenbezogener Daten die Identität einer konkreten Person bestimmen kann, liegt nach beiden Theorien ein Personenbezug vor, mit der Folge, dass die datenschutzrechtlichen Anforderungen einzuhalten sind. Grundsätzlich ist damit davon auszugehen, dass es sich im Zweifel bei den Daten des Datenbankbetreibers um personenbezogene Daten handelt. Nur soweit die Daten nachweislich bereits vor deren Weiterverarbeitung anonymisiert wurden, handelt es sich weiterhin um „nur“ unternehmensbezogene Daten.

Schutzstandards bei personenbezogenen Daten der Landwirtschaft

Soweit das Datenschutzrecht aufgrund des Personenbezugs gegeben ist, prägt der Grundsatz der informierten Einwilligung die weitere Nutzung der Daten (§§ 4, 4 a BDSG). Eine Verarbeitung personenbezogener Daten ist danach also nur zulässig, wenn der Betroffene hierin eingewilligt hat. Das gilt auch bei automatisierten Interaktionen, wie sie die digitalisier-

te Landwirtschaft prägen. Nach § 4a BDSG ist die Einwilligung nur wirksam, wenn sie auf der freien Entscheidung des Betroffenen beruht. Dabei ist auf den vorgesehenen Zweck der Erhebung, Verarbeitung oder Nutzung sowie, soweit nach den Umständen des Einzelfalles erforderlich oder auf Verlangen, auf die Folgen der Verweigerung der Einwilligung hinzuweisen. Die Einwilligung bedarf der Schriftform, soweit nicht wegen besonderer Umstände eine andere Form angemessen ist. Soll die Einwilligung zusammen mit anderen Erklärungen schriftlich erteilt werden, ist sie besonders hervorzuheben.

Nach den bisherigen Regelungen des Bundesdatenschutzgesetzes mussten also bisher stets folgende Tatbestandsmerkmale erfüllt sein, damit eine Einwilligung als wirksam erachtet werden kann:

- Die Erklärung muss *freiwillig* erfolgen. Freiwilligkeit²² ist anzunehmen, wenn die Möglichkeit des Betroffenen besteht, eine echte Wahl zu treffen, d.h. im Zuge der Einholung der Einwilligung nicht vor vollendete Tatsachen gestellt zu werden und eine realistische Möglichkeit zum Widerruf der Einwilligung zu haben, ohne dadurch einen Nachteil zu erleiden. Im Rahmen von AGBs stellt § 4a Abs. 1 Satz 4 BDSG klar, dass eine Einwilligung besonders hervorgehoben werden muss.
- Eine freie Zustimmung setzt stets die *vorangegangene umfassende Information* über die erhebende und verantwortliche Stelle, die Art der Daten und den Zweck sowie alle weiteren für eine Entscheidungsfindung relevanten und hinreichend bestimmten Informationen voraus. Sämtliche Informationen müssen stets leicht erkennbar sein, insbesondere dann, wenn die Einwilligung zusammen mit anderen Erklärungen eingeholt werden soll.²³
- Auch muss die Einwilligung *vor der Erhebung oder Verwendung* erfolgen. Eine rückwirkende Legitimation ist nicht möglich.²⁴
- Die Einwilligung muss grundsätzlich *schriftlich* erfolgen, um eine ausreichende Warnfunktion für

den Betroffenen und eine Beweisfunktion für die verantwortliche Stelle auszuüben.²⁵

- Schließlich muss die einmal abgegebene Einwilligung stets *widerrufbar* sein, um den Einzelnen nicht unwiederbringlich seines Rechts auf informationelle Selbstbestimmung zu berauben.²⁶

In der DSGVO finden sich viele der bisherigen Regelungen in verschiedenen Vorschriften wieder. Diese sind in mancher Hinsicht deutlich detaillierter als die Normen des BDSG, in anderen Belangen aber auch genereller gefasst.

Eine Besonderheit ist in Art. 7 DSGVO (Verordnung (EU) 2016/679) zu sehen: *„Beruht die Verarbeitung auf einer Einwilligung, muss der Verantwortliche nachweisen können, dass die betroffene Person in die Verarbeitung ihrer personenbezogenen Daten eingewilligt hat.“* Hier erfolgt eine Beweislastverteilung zu Lasten der verarbeitenden Stelle.²⁷

Die Praxis stellt sich oft so dar, dass der Landwirt der Datenverarbeitung in den Kaufverträgen der digitalisierten Geräte im Gesamtpaket pauschal zustimmt. In diesem Fall kann sich die datenverarbeitende Stelle zusätzlich noch auf § 28 Abs. 1 BDSG stützen.²⁸ Danach ist das Erheben, Speichern, Verändern oder Übermitteln personenbezogener Daten oder ihre Nutzung als Mittel für die Erfüllung eigener Geschäftszwecke zulässig, wenn es für die Begründung, Durchführung oder Beendigung eines rechtsgeschäftlichen oder rechtsgeschäftsähnlichen Schuldverhältnisses mit dem Betroffenen erforderlich ist.

Hier ist eine weitere Sensibilisierung der Landwirte gefordert und insbesondere eine Ausarbeitung von Vertragstypen, die ausreichend offen die Datennutzung regeln. Bei abgeschlossenen Verträgen besteht zwar ein jederzeit mögliches gesetzliches Widerrufsrecht. Jedoch wird ein vollständiger Widerruf den Interessen der Landwirte, die auch an der Verwertung ihrer Daten interessiert sind, nicht gerecht. Vor dem Hintergrund sind bestehende Verträge zu prüfen und ggf. anzupassen.

Eine derartige Anpassung ist insbesondere dann relevant, wenn die Daten in Staaten außerhalb der EU

verarbeitet oder weitergeleitet werden. Denn hier ändert sich der Rechtsmaßstab aufgrund des Territorialitätsprinzips.²⁹ Bei Big Data-Anwendungen greifen die EU Standardvertragsklausel. Dabei handelt es sich um von der EU-Kommission auf der Grundlage von Art. 25 Abs. 6 bzw. Art. 26 Abs. 4 der Datenschutzrichtlinie verabschiedete typisierte Vertragsklauseln, die zwischen dem in der EWR gelegenen Datenexporteur und dem nicht in der EWR gelegenen Datenimporteur abgeschlossen werden und in denen sich der Importeur im Prinzip zur Einhaltung europäischer Datenschutzstandards bezüglich der exportierten Daten verpflichtet, inklusive – als Vertrag zugunsten Dritter – des Rechts der Betroffenen, bei Verstößen selbst gegen den Importeur vorzugehen.³⁰

Die EU-Kommission hat drei Versionen für Standardvertragsklauseln verabschiedet, die entsprechend ausreichende Garantien enthalten.³¹

Nicht mehr greifen indes die Safe Harbor-Regeln.³² Sie waren eine Selbstverpflichtung, die – auf Basis einer bilateralen Vereinbarung zwischen USA und der EU und der Aufsicht durch die US Federal Trade Commission – ermöglicht, sich den EU-Datenschutzgrundsätzen in Bezug auf aus der EU erhaltene Daten zu unterwerfen.

Durch Safe Harbor konnte daher bis zu der Entscheidung des Europäischen Gerichtshofes (EuGH) eine Datenübertragung an Unternehmen in die USA gerechtfertigt werden. Der EuGH hat im Jahre 2015³³ entschieden, dass die Safe-Harbor-Entscheidungen der EU-Kommission unwirksam sind.

Zur Begründung bezieht sich der EuGH darauf, dass die EU-Kommission keine derart weitreichenden Befugnisse habe. Außerdem schlossen die Vereinbarungen über Safe-Harbor mit den USA einen Zugriff staatlicher Behörden, etwa der NSA, nicht aus. Zudem seien gegen Eingriffe in die Rechte von Bürgern keine Rechtsbehelfe gegeben. Mit der EuGH-Entscheidung entfällt damit die Vermutung der Einhaltung der EU-Datenschutzregeln für diese Unternehmen.³⁴ Auf ein Safe Harbor Zertifikat allein kann die Datenübertragung in die USA nicht mehr gestützt

werden. Ersetzt worden ist dieses Zertifikat durch das EU-US Privacy Shield (EU-US-Datenschutzschild). Es handelt sich hierbei um ein Abkommen zwischen der EU und den USA, das aus einer Reihe von Zusicherungen der US-amerikanischen Bundesregierung und einem Beschluss der EU-Kommission beruht. Mit Beschluss vom 12. Juli 2016 hat die Kommission die Anwendbarkeit des Abkommens eröffnet.³⁵

Im Datenschutzrecht gilt der Grundsatz der Zweckbindung, d.h. Daten dürfen nur für den Zweck verarbeitet werden, für den sie erhoben wurden. Der Betroffene ist bei der Erhebung seiner Daten über die Zweckbestimmungen der Erhebung, Verarbeitung und Nutzung der Daten zu informieren. Werden die Daten für die Erfüllung eigener Geschäftszwecke, d.h. im Zusammenhang mit der Abwicklung von Verträgen oder der Pflege von Kundenkontakten, verwendet, ist eine nachträgliche Änderung des Zwecks zulässig. Die Zweckänderung ist dabei beim Vorliegen berechtigter Interessen des Verarbeitenden, eines Dritten oder der Öffentlichkeit zulässig. Für die Datensammlung im Rahmen der digitalisierten Landwirtschaft ist von besonderer Bedeutung, dass ein generelles zweckfreies Vorhalten von Daten unzulässig ist. Die datenverarbeitende Stelle ist trotzdem verpflichtet, einen bestimmten Zweck für das Vorhalten von Daten festzulegen.

Ein besonderes Augenmerk gilt dabei der Frage der Weiterleitung von Daten an Dritte, insbesondere an Behörden. Wenn im Rahmen der digitalisierten Landwirtschaft Betriebsdaten erhoben und gesammelt werden, so löst dieses nicht nur Begehrlichkeiten bei Unternehmen aus, sondern auch bei Behörden und Verbänden. So besteht an der Analyse der Daten über die Verwendung von Düngemittel ein unmittelbares öffentliches Interesse. Die Behörde kann mit dem Datenbankbetreiber einen Zugang zu diesen Informationen vereinbaren, wenn der Landwirt die Zweckbindung und die Nutzungsrechte nicht ausreichend präzisiert. Ist dieses unterbunden, ist ein abstraktes Abrufrecht der Umweltbehörden – vergleichbar zu

denen im Finanzbereich – nur aufgrund einer gesetzlichen Ermächtigung zulässig. Digitalisierte Landwirtschaft beruht auf einer weitgehend automatischen Analyse von Daten. Grundsätzlich sieht § 6a BDSG vor, dass Entscheidungen, die für den Betroffenen eine rechtliche Folge nach sich ziehen oder ihn erheblich beeinträchtigen, nicht ausschließlich auf eine automatisierte Verarbeitung personenbezogener Daten gestützt werden dürfen, die der Bewertung einzelner Persönlichkeitsmerkmale dienen. Ausnahmsweise dürfen automatisierte Entscheidungen jedoch dann herangezogen werden, wenn die Entscheidung im Rahmen eines Vertrags- oder anderen Rechtsverhältnisses zu treffen ist und zugunsten des Betroffenen ergeht; oder die Wahrung der Interessen des Betroffenen anderweitig gewährleistet ist (§ 6a Abs. 2 BDSG).

Soweit demnach personenbezogene Daten im Rahmen der digitalisierten Landwirtschaft verarbeitet werden, fallen sie demnach umfassend in den Anwendungsbereich des BDSG und der DSGVO. Dieser gesetzliche Rahmen eröffnet vertragliche Anpassungsmöglichkeiten, um die Daten als Wirtschaftsgüter verkehrsfähig zu erhalten. Hier liegt es an den Wirtschaftsteilnehmern, durch angemessene Vertragsklauseln die Interessen in einen angemessenen Ausgleich zu bringen. Dies gilt insbesondere für die kommenden automatisierten Entscheidungsverfahren.

Schutzstandards bei betriebsbezogenen Daten der Landwirtschaft

Betriebsbezogene Daten (Sachdaten/Geodaten) hingegen fallen nicht in den Anwendungsbereich des traditionellen Datenschutzes. Der Schutz betriebsbezogener Daten im Wirtschaftsverkehr erfolgt nur punktuell,³⁶ es fehlt an einem einheitlich kodifizierten Unternehmensdatenschutzrecht³⁷: Nur soweit sie Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse enthalten, eröffnet das Recht einen Schutzrahmen. Die Anknüpfung an den Geheimnisschutz führt jedoch zu Problemen: Regelmäßig sind mehrere landwirtschaftliche Betriebe beteiligt, deren jeweilige Geheimnisse schwer abzu-

grenzen sind. Der Landwirt wird subjektiv sämtliche bei ihm anfallende Daten als seine Betriebsgeheimnisse empfinden. Aus Sicht der Hersteller der eingesetzten Maschinen, die unter Umständen konstruktionsbedingt den Anwender vom Zugang zu diesen Daten ausschließen können, handelt es sich eher um deren Geheimnisse. Arbeiten mehrere Maschinen zusammen bzw. sind sie vernetzt, was ebenfalls der Regelfall sein dürfte, wird die Zuordnung noch schwieriger. Die räumliche Ausdehnung der Betriebssphäre, d.h. die Unmöglichkeit, diese geographisch abzugrenzen, ist unvermeidliche Folge der Digitalisierung. Umso stärker der Schutz von Unternehmensgeheimnissen wird, umso genauer muss die Abgrenzung erfolgen, wenn die wirtschaftliche Nutzung der Daten weiterhin ermöglicht werden soll.

Strafrechtlicher und lauterkeitsrechtlicher Schutz der Betriebsgeheimnisse

Vor den besonderen Risiken der digitalen Vernetzung für Geheimnisse schützen die speziellen Tatbestände des § 202ff StGB, die zuletzt im Jahr 2015 noch um den Tatbestand der „Datenhehlerei“ in § 202d StGB ergänzt wurden. Diese Bestimmungen schützen teilweise auch unternehmensbezogene Daten. Hervorzuheben ist hierbei § 202a StGB, der das unbefugte Ausspähen von Daten unter Überwindung einer Zugangssicherung unter Strafe stellt. Auf diese strafrechtliche Dimension soll im Folgenden nicht weiter eingegangen werden.

Neben den strafrechtlichen greift die sogenannte lauterkeitsrechtliche Unternehmensdatensicherheit nach §§ 17, 18 UWG, wenn sie als Betriebsgeheimnisse eingestuft werden.³⁸ Diese strafrechtlich geprägten Schutzvorschriften können über § 3a UWG bzw. als Schutzgesetz über § 823 Abs. 2 BGB auch zivilrechtlich durchgesetzt werden.³⁹ Zudem kommen Schadensersatzansprüche wegen einer vorsätzlichen sittenwidrigen Schädigung nach § 826 BGB in Betracht.⁴⁰ Schadensersatzansprüche nach § 823 Abs. 2 BGB können auch vorliegen, wenn Daten oder Geheimnisse in strafrechtlich relevanter Weise ausgespäht

oder offenbart werden (§§ 202a, 203 StGB).⁴¹ Unter Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen versteht die Literatur und Rechtsprechung Tatsachen, die

- im Zusammenhang mit einem Geschäftsbetrieb stehen (sowohl betriebswirtschaftliche Informationen als auch technische Informationen),
- nur einem eng begrenzten Personenkreis bekannt, also nicht offenkundig sind,
- nach dem (ausdrücklichen oder konkludenten) Willen des Betriebsinhabers geheim gehalten werden sollen und
- an deren Geheimhaltung der Unternehmer ein berechtigtes wirtschaftliches Interesse hat.⁴²

§ 17 UWG erfasst die Betriebsspionage durch Angestellte oder Gleichgestellte, also das Ausspähen durch bestimmte Mittel und Methoden und die Geheimnisverwertung, also die kommerzielle Verwertung der illegal erlangten Daten und Kenntnisse. Nach § 18 UWG ist die unbefugte Nutzung angetrauter Geschäftsgeheimnisse strafbar.

Der begrenzte Teil von Personen ist nicht numerisch festgelegt, sondern ergibt sich daraus, dass die betroffenen Personen zur Verschwiegenheit verpflichtet wurden. Die Tathandlung besteht darin, dass die zur Geheimhaltung Verpflichteten Mitarbeiter das ihnen anvertraute Geschäfts- oder Betriebsgeheimnis einem Dritten außerhalb des Unternehmens, zum Eigennutz, zugunsten eines Dritten oder in der Absicht, dem Inhaber des Unternehmens Schaden zuzufügen, mitteilt. Die Handlung muss während der Dauer des Dienstverhältnisses begangen werden.

Der Tatbestand des § 18 UWG lautet: Wer die ihm im geschäftlichen Verkehr anvertrauten Vorlagen oder Vorschriften technischer Art, insbesondere Zeichnungen, Modelle, Schablonen, Schnitte, Rezepte, zu Zwecken des Wettbewerbs oder aus Eigennutz unbefugt verwertet oder jemandem mitteilt, wird mit Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft. Täter kann also jeder sein, nicht nur der Beschäftigte. Diese Vorschrift ist insbesondere dort von Belang, wo im Vorfeld von Vertragsverhandlungen Informationen

ausgetauscht werden, die die Qualität eines Geheimnisses haben.

Wie erkennbar wird, ist der Schutz der betriebsbezogenen Daten nur punktuell ausgestaltet. Im Anwendungsbereich der Digitalisierung werden nur strafrechtlich relevante Fälle erfasst, in denen Daten illegal erworben und verwertet werden. In der landwirtschaftlichen Praxis haben diese Tatbestände nur einen sehr kleinen Anwendungsbereich. Das Problem bei der Digitalisierung ist vielmehr die legale Erlangung von Geschäftsinformationen über unbedacht erteilte Einwilligungen. Diese Daten erfahren keinen Schutz, da auch ein Bedürfnis hierfür angesichts der Verantwortungszuordnung beim Landwirt zu Recht nicht als erforderlich angesehen wird.

Richtlinie zum Schutz von vertraulichem Know-how und Geschäftsgeheimnissen (Trade-Secret-Directive)

Keinen weiteren Schutz erfahren betriebsbezogene Daten durch die neue EU-Richtlinie zum Schutz von vertraulichem Know-how und Geschäftsgeheimnissen (Trade-Secret-Directive) vom 8. Juni 2016.⁴³ Die Mitgliedstaaten haben eine zweijährige Umsetzungsfrist bis zum 5. Juli 2018.

Eine zentrale Bedeutung im Zuge der Harmonisierung kommt auch hier der Definition des Geschäftsgeheimnisses zu, die wesentlich stärker den Unternehmer in die Verantwortung nimmt. Ein Geschäftsgeheimnis im Sinne der Know-how-Richtlinie liegt nur vor, wenn drei wesentliche Komponenten erfüllt werden:

1. die Information muss geheim sein,
2. infolgedessen einen kommerziellen Wert besitzen und
3. durch angemessene Geheimhaltungsmaßnahmen des Berechtigten vor einer Veröffentlichung geschützt sein.

Die Richtlinie knüpft somit auch hier vorrangig an die Eigenverantwortung der Unternehmen an. Ansprüche aus Verletzung des Geschäftsgeheimnisses setzen voraus, dass in der Vergangenheit angemessene Maßnahmen zur Geheimhaltung der vertraulichen Informationen getroffen wurden. Es bleibt abzuwar-

ten, welche konkreten Mindeststandards sich hier etablieren werden.

Auf der Rechtsfolgende Seite stärkt die Richtlinie den Schutz der Geheimnisinhaber, indem sie dem verletzten Geheimnisinhaber neben den bisherigen Ansprüchen auf Unterlassung, Beseitigung und Schadensersatz auch Auskunfts-, Rückrufs- und Vernichtungsansprüche im Hinblick auf rechtsverletzende Produkte gewährt. Schließlich soll die Vertraulichkeit der Informationen während der prozessualen Geltendmachung von Ansprüchen gewährleistet und somit die Position der Geheimnisinhaber weiter gestärkt werden. Hierfür sieht die Richtlinie sogar Zugangsbeschränkungen zu Anhörungen und Dokumenten vor. Soweit Landwirte verhindern wollen, dass betriebsbezogene Daten genutzt und weitergeleitet werden, ist ihnen zu raten, ihre Praxis zumindest an den von der Richtlinie geforderten Mindeststandard anzupassen. Sie sollten insbesondere ihre Geheimhaltungsmaßnahmen überprüfen (lassen) und diese nachweisbar machen. Nur dann ist der europäische und nationale Schutzrahmen eröffnet. Insbesondere Vertraulichkeitsvereinbarungen und Geheimhaltungsklauseln mit Vertragspartnern sind unbedingt zu empfehlen.

Eigentum / Nutzungsrecht an Daten

Gleichrangig neben der grundrechtlichen Datenschutzperspektive, die der Datennutzung im Rahmen der Digitalisierung der Landwirtschaft Grenzen setzt, steht der zivilrechtliche Fokus. Er lenkt den Blick auf die Daten als handelbare Wirtschaftsgüter, sowie auf die Datenverarbeitung als eine von der Landwirtschaft nachgefragte Dienstleistung. Hier stehen zwei Fragen im Zentrum: Wem steht die wirtschaftliche Wertschöpfung an den Daten zu und wer haftet für fehlerhafte Daten bzw. Datenverarbeitung.

Für die landwirtschaftlichen Unternehmer ist insoweit – sei es aus wirtschaftlichen oder emotionalen Gründen – besonders relevant, ob sie die Hoheit über sämtliche Betriebsdaten behalten, um ihre Wertschöpfung zu sichern und im Wettbewerb zu bestehen. Es erscheint zweifelhaft, dass Landwirte die Auslagerung unternehmensrelevanter Daten in die Cloud in gro-

ßem Stil nutzen, wenn sie neben der Datenhoheit auch die Kontrolle darüber verlieren, ob Daten, die durch Maschinen bei Düngungs-, Pflanzenschutz- oder Erntemaßnahmen gespeichert werden, von Dritten mitgelesen und eventuell genutzt werden können. Es besteht daher unter Umständen die Gefahr, dass Erntemengen, Dünger- oder Pflanzenschutzmittelverbrauch und ähnliches erfasst und womöglich in der Cloud durch Dritte zum wirtschaftlichen Nachteil der Landwirte verwertet werden.

Da gesetzliche Regelungen fehlen, konfigurieren einige Landmaschinenhersteller ihre Maschinen bereits so, dass Auftrags- und Protokolldaten ausschließlich in einer Cloud gespeichert werden können. Besitzen Landwirte eigene Maschinen, haben sie noch die Option, solche ohne Cloudanbindung zu kaufen. Man kann dann Betriebsdaten von Externen errechnen, die Gesamtdaten einer Maßnahme verbleiben aber ausschließlich im Betrieb. Diese Möglichkeit haben Landwirte nicht mehr, wenn deren Lohnunternehmen ohne Rücksicht auf die Datenhoheit des einzelnen Kunden auf cloudgebundene Maschinenflotten umstellen.⁴⁴

Kein zivilrechtliches Eigentum an Daten / Analogieverbot

Die eigentumsrechtliche Zuordnung von Daten ist unproblematisch, soweit sie an einen körperlichen Gegenstand gebunden sind. Der Eigentümer eines Datenträgers ist zugleich Eigentümer der Daten, die sich auf dem Datenträger befinden.⁴⁵ Soweit also Daten in einem Fahrzeug gespeichert sind, gehören diese dem Eigentümer des Fahrzeugs. Im Rahmen der Digitalisierung bleiben aber die „Maschinendaten“ nicht auf den jeweiligen Maschinen, sondern sie werden an andere „Maschinen“ und Rechner über Netzwerke übermittelt..

Noch weitgehend ungeklärt ist die Frage, inwiefern unkörperliche Eigentumsrechte an Daten begründet werden können und ob der Auftraggeber in diesem Fall die Daten vom Auftragnehmer herausverlangen kann.⁴⁶ Erste Diskussionsansätze lassen sich aber bereits erkennen: So wird nach wohl herrschender

Auffassung pauschal auf die mangelnde Körperlichkeit der Daten verwiesen; Eigentumsrechte könnten ausschließlich an den Datenträgern, auf denen sie sich befinden, begründet werden.⁴⁷ Andere wiederum knüpfen in einer Analogie zu § 903 BGB das Eigentum an den Daten an den Prozess des technischen Herstellens der Daten an.⁴⁸ Berechtigt sei demnach derjenige, der die Daten durch Eingabe oder die Verwendung eines Programms selbst erstellt habe.

Eine Vertiefung der Frage, ob angesichts des gegenwärtig existierenden Rechtsrahmens eine Notwendigkeit für ein selbstständiges Dateneigentum besteht, kann an dieser Stelle nicht erfolgen. Entscheidend für die hier aufgeworfene Fragestellung ist die fehlende Nutzbarmachung des Eigentumsrechts in der aktuellen Rechtspraxis für die Zuordnung der in der Landwirtschaft gewonnenen Daten.

Irrelevanz des BDSG

Auch das BDSG begründet kein Eigentum oder ein vergleichbares absolutes Nutzungsrecht an den Daten. Das Datenschutzrecht ist ungeeignet, um Ausschließlichkeitsrechte an Informationen zu begründen. Der BGH betont zu Recht, dass es sich bei dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung nicht um ein „eigentumsähnliches Recht“ handelt.⁴⁹ Ausschließlichkeitsrechte kann es an personenbezogenen Daten nicht geben, da Daten stets auch ein „Abbild sozialer Realität“ sind, somit in einem Spannungsfeld zwischen den Persönlichkeitsrechten der Betroffenen und den Informationsrechten Dritter stehen und daher abwägungs offen gestaltet werden muss.⁵⁰

Begrenzter Anwendungsbereich des UrhG

Das Urheberrecht begründet funktionales Eigentum an Daten, jedoch nur als Ergebnis persönlicher geistiger Schöpfung. Das Gesetz bestimmt hierzu in § 1 UrhG, dass das Urheberrecht dem Schutz des Urhebers von Werken der Literatur, Wissenschaft und Kunst gewährt. Die Daten selbst können keine Maschinen- oder Geodaten sein; es muss ein geistiger Schöpfungsakt noch stattfinden.⁵¹ Problematisch ist dies im Hinblick auf Datenbanken. Einzelne Infor-

mationen/Daten sind nämlich vom Urheberrecht nicht erfasst und unterliegen folglich auch nicht den urheberrechtlichen Beschränkungen. Jedoch können Sammlungen von Daten urheberrechtlich oder als Datenbank geschützt sein. Der Schutz von Datenbanken ist in § 87b UrhG verankert. Danach wird eine Leistung urheberrechtlich geschützt, wenn diese eine Datenbank im Sinne des § 87a UrhG ist, also „[...] eine Sammlung von Werken, Daten oder anderen unabhängigen Elementen, die systematisch oder methodisch angeordnet und einzeln mit Hilfe elektronischer Mittel oder auf andere Weise zugänglich sind und deren Beschaffung, Überprüfung oder Darstellung eine nach Art oder Umfang wesentliche Investition erfordert. Eine in ihrem Inhalt nach Art oder Umfang wesentlich geänderte Datenbank gilt als neue Datenbank, sofern die Änderung eine nach Art oder Umfang wesentliche Investition erfordert.“

Nach § 87b UrhG steht allein dem Hersteller der Datenbank das Recht zu, diese zu vervielfältigen, zu verbreiten und öffentlich wiederzugeben.⁵² Dritten ist es untersagt, die Datenbank als Ganzes oder in wesentlichen Teilen zu verwerten. Dabei ist gemäß § 87b Abs. 1 S. 2 UrhG auch die wiederholte und systematische Verwertung unwesentlicher Teile unzulässig, sofern dies einer normalen Auswertung der Datenbank zuwiderläuft oder die berechtigten Interessen des Datenbankherstellers unzumutbar beeinträchtigt.⁵³

Aus dem Gesetzestext wird deutlich, was dieser Schutz bezweckt: Es soll nicht die Schöpferkraft einer Leistung geschützt werden sondern der Aufwand, der hinter einer Leistung steckt („wesentliche Investition“). Das Gesetz meint damit den Zeitaufwand, die Arbeit und die Energie, die in einer erstellten Datenbank stecken kann. Es geht aber dabei nicht um die Investition, die dafür nötig ist, die Daten zu erzeugen, sondern um die Investition, bereits erzeugte und vorhandene Daten zu sammeln, anzuordnen und auffindbar zu machen. Damit wird klar, dass der Aufwand alleine zu keinem urheberrechtlichen Schutz führt, solange der Ersteller der Datenbank nicht eigene Erwägungen und Bezüge berücksichtigt.⁵⁴ Der EuGH

spricht hier von einer „Originalität bei der Auswahl oder Anordnung“ der Daten. Wenn daher ganze Sammlungen oder Datenbanken (oder wesentliche Teile davon) übernommen werden, gelten wieder die obigen urheberrechtlichen Einschränkungen.

Keinen Schutz erfährt der Datenbankbetreiber – entgegen der ursprünglichen Idee⁵⁵ – soweit nur ein unwesentlicher Teil der Datenbank verwertet wird. Jedenfalls die Entnahme einzelner Daten oder Informationseinheiten stellen keine relevante Verwertung dar und sind daher auch nicht urheberrechtlich geschützt und wirtschaftlich verwertbar. Gleiches muß für die Entnahme einer Menge von Daten gelten, die untereinander keinen unmittelbaren Bezug aufweisen.⁵⁶

Lösungswege

Zunächst kann festgehalten werden, dass weder das Eigentumsrecht an den Landmaschinen oder den digitalen Geräten noch das Urheberrecht gesetzliche Nutzungszuordnungen enthalten, soweit der Landwirt der Nutzung zugestimmt hat oder es sich bei den betriebsbezogenen Daten um keine Betriebsgeheimnisse handelt. Werden die gelieferten Daten in einer Datenbank verarbeitet und neue Erkenntnisse gewonnen, ist dieses neue Datum urheberrechtlich geschützt. Im Übrigen ist das Urheberrecht des Datenbankbetreibers begrenzt auf wesentliche Bestandteile der Datenbank. Der Landwirt hat daher ein Recht, die „unbearbeiteten“ Daten weiter zu nutzen und abzurufen. Will der Landwirt aber die Verwendung dieser Daten durch den Datenbankbetreiber verhindern oder ein Zugriffsrecht auf ausgewertete Daten haben, müssen *Verwendungsbeschränkungen* bzw. *Nutzungsregelungen* ausdrücklich vertraglich vereinbart werden. Das gilt auch, wenn Ergebnisse aus automatisierten Prozessen hervorgehen.

Die Landwirte sind demnach auch im Hinblick auf das Nutzungsrecht gefordert, den Herausforderungen der Digitalisierung vorrangig einzelvertraglich zu begegnen. Denn durch die privatautonome Gestaltung eröffnet sich ein Freiraum, dem Wunsch der Landwirte nach einer Verfügungsbefugnis über Daten und

zugleich ihren wirtschaftlichen Interessen an dem Erhalt von Serviceleistungen, die das Ergebnis der Datennutzung sind, zu entsprechen. Dem steht nicht entgegen, dass eine derartige privatautonome Gestaltung standardisiert über Typenverträge oder AGB erfolgt. Hierzu bildet der *EU-Code of Conduct on agricultural data sharing by contractual agreement* eine große Hilfestellung, der im Frühjahr 2018 verabschiedet wurde.⁵⁷ Entgegen dem ersten Eindruck als Folge der Bezeichnung als EU-Code handelt es sich nicht um einen EU-Rechtsakt, sondern um einen privatwirtschaftlichen Verhaltenskodex. Er ist von privaten Verbänden abgeschlossen worden.⁵⁸ Er hat daher weder eine verbindliche Wirkung gegenüber Dritten, noch enthält er eine Selbstverpflichtung. Inhaltlich schlägt er wichtige Rahmenbedingungen für die künftige vertragliche Regelung des Interessenskonflikts im Datennutzungsrecht vor, die wie folgt stichpunktartig zusammengefaßt werden können:

- Zuordnung des Eigentums/Nutzungsrecht an Daten bei dem Datenerhebenden
- Schutz des Datenerhebenden über vertragliche Lösungen
- Ausdrückliche und bestimmte Vereinbarungen erforderlich
- Ohne Zustimmung
 - Keine Erhebung personen- und (!) betriebsbezogener Daten
 - nur als anonyme Daten verwendbar
 - keine Weiterleitung von Daten an Dritte
- Zweckbindung der Daten
- Jederzeitiges und unbeschränktes Zugriffsrecht des Datenerhebers
- Grundsätzlich kein Exklusivrecht des Serviceanbieters
- Einseitiges Kündigungsrecht des Landwirts

Offengeblieben sind gleichwohl wichtige Aspekte, die die rechtliche und faktische Durchsetzbarkeit beeinträchtigen. Dazu gehören folgende Punkte:

- Um welchen Vertragstyp handelt es sich beim Datenüberlassungsvertrag?
- Wie können Dritte rechtlich einbezogen werden, ohne unmittelbar Vertragspartner zu sein?
- Wie erfolgt die Datenzuordnung bei gemeinsamer Nutzung von Landtechnik?
- Wie soll mit Daten in Datenbanken von Serviceanbietern umgegangen werden?
- Wie soll mit neu generierten Daten auf der Grundlage der landw. erhobenen Daten (Urheberrecht) umgegangen werden?
- Sind vom Daten“eigentum“ auch öffentliche Daten erfaßt?
- Wie ist mit dem öffentlichen Interesse an den erhobenen Daten umzugehen?
- Wie ist die Durchsetzbarkeit dieses Vertragsmodells bei bestehenden Marktungleichgewichten gewährleistet?

Fazit

Die Digitalisierung wird die Landwirtschaft in den nächsten Jahren prägen und das Agrarrecht fordern. Der europäische Gesetzgeber muss erkennbare Regelungslücken schließen und dieses Gebiet nicht der richterlichen Rechtsfortbildung überlassen. Zu diesen Lücken gehört insbesondere das Haftungsrecht. Auch der Schutz betriebsbezogener Daten erweist sich als partiell unvollständig, um dem Schutzbedürfnis einer von kleinen und mittleren Betrieben geprägten Landwirtschaft zu entsprechen. Im Übrigen sollte den Herausforderungen im Wege einer vertragsrechtlichen Ausgestaltung begegnet werden, um die erforderliche Flexibilität zu ermöglichen. Diese ist erforderlich, um die derzeit noch offene Entwicklung der Digitalisierung nicht in einen zu engen Rahmen zu setzen. Die vertragliche Ausformung dieses Rechtsbereichs muss einhergehen mit einer Typisierung von Verträgen durch die Rechtspraxis. Zu gleicher Zeit ist zur Stärkung der Akzeptanz in der Landwirtschaft eine Vertiefung des transparenten und vertrauensbildenden Handels der Dienstleistungsanbieter erforderlich.

Fußnoten

1. Grünwald/Nießing MMR 2015, 378 (378).
2. Zech, GRUR 2015, 1151 (1152).
3. Dörner, CR 2014, 617 (617).
4. Wissenschaftlicher Dienst des Deutschen Bundestages, Nr. 37/13, abrufbar unter: https://www.bundestag.de/blob/194790/c44371b1c740987a7f6fa74c06f518c8/big_data-data.pdf
5. Dörner CR 2014, 617 (617).
6. Commission Staff Working Document SWD (2015) 100 final “A Digital Single Market Strategy for Europe - Analysis and Evidence”, S. 59.
7. Müller DLG Mitteilungen 10/2016, 15... (15 f.).
8. Zech, GRUR 2015, 1151 (1153).
9. Zur Parallelentwicklung im Industriesektor siehe: BDI/Noerr LLP, Industrie 4.0 – Rechtliche Herausforderungen der Digitalisierung, S. 9., abrufbar unter: <https://www.noerr.com/~media/Noerr/PressAndPublications/Brochures/studien/Rechtliche-Herausforderungen-Digitalisierung-Industrie-40.pdf>
10. Bundesministerium der Finanzen, AfA-Tabelle für den Wirtschaftszweig „Landwirtschaft und Tierzucht“, Fassung vom: 19.11.1996, BSfBl I 1996, S. 1416.
11. Übersicht bei Müller DLG Mitteilungen 10/2016, S. 15... (16 f.).
12. Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates v. 24.10.1995 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr, ABl. EU L 281, S. 31 – die Richtlinie tritt am 24.05.2018 außer Kraft.
13. Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27.04.2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung) ABl. EU L 119, S. 1.
14. S. Stancke, BB 2013, 1418 (1419).
15. Vgl. BVerfG, Urteil v. 15.12.1983 – BvR 209/83, 1 BvR 484/83, 1 BvR 440/83, 1 BvR 420/83, 1 BvR 362/83, 1 BvR 269/83 = BVerfGE 65, 1 – Volkszählung.
16. Die Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit, Datenschutz-Wiki, Kommentare und Erläuterungen zu § 3 Abs. 1; https://www.bfdi.bund.de/bfdi_wiki/
17. Ebd.
18. Schild in: Wolff/Brink, Datenschutzrecht in Bund und Ländern, München 2013, BDSG, § 3 Rn. 23.
19. Schild in: Wolff/Brink (Fn. 46), BDSG, § 3 Rn. 17 ff.; Dammann in: Simitis, BDSG, 7. Auflage, Baden-Baden 2011, § 3 Rn. 20 ff.
20. Ebd.
21. <http://www.cr-online.de/blog/2016/02/17/acht-thesen-zum-dateneigentum/>
22. Krohm, Abschied vom Schriftformgebot der Einwilligung, ZD 2016, 368 (369f.).
23. Gola/Schomerus (Hrsg.), BDSG, 12. Auflage, München 2015, § 4a Rn. 31.
24. Kühling in: Wolff/Brink (Fn. 46), BDSG, § 4a Rn. 32.
25. Kühling/Seidel/Sivridis, Datenschutzrecht, 3. Auflage, Heidelberg 2015, S. 152 Rn. 326.
26. Kühling/Seidel/Sivridis, (Fn. 53), S. 154 Rn. 329.
27. <https://www.datenschutz-grundverordnung.eu/inhalte-der-eu-datenschutz-grundverordnung/art-7-ds-gvo-bedingungen-fuer-die-einwilligung/>
28. Grünwald/Nießing MMR 2015, 378 (382).
29. Gusy in: Wolff/Brink (Fn. 46), BDSG, § 1 Rn. 112 ff.
30. Fuchs, BB 2015, 3074 (3074 f.).
31. Standardvertragsklauseln für die Übermittlung personenbezogener Daten in Drittländer (15.6.2001 – Standardvertrag I), ABl. EG 2001 L 181 S. 19; Alternative Standardvertragsklauseln für die Übermittlung personenbezogener Daten in Drittländer (27.12.2004 – Standardvertrag II), ABl. EU 2004 L 385 S. 74; Standardvertragsklauseln für die Übermittlung personenbezogener Daten an Auftragsverarbeiter in Drittländer (5.2.2010), ABl. EU 2010 L 39 S. 5.
32. Domke, BB 2015, 2804 (2804).

33. EuGH-Urteil vom 6.10.2015, Az. C-362/14, ECLI:EU:C:2015:650.
34. EuGH-Urteil vom 6.10.2015, Az. C-362/14, ECLI:EU:C:2015:650, Rn. 63; vgl. *Bergt*, BB 2015, 1 (I).
35. Durchführungsbeschluss (EU) 2016/1250 der Kommission vom 12.07.2016 gemäß der Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Angemessenheit des vom EU-US-Datenschutzschild gebotenen Schutzes, ABL. EU L 207, S. 1; Weiß, RDV 2016, 135 (135 ff.).
36. *Stancke*, BB 2013, 1418 (1418 f.).
37. *Stancke*, BB 2013, 1418 (1419).
38. *Stancke*, BB 2013, 1418 (1421).
39. *Ohly* in: *Ohly/Sosnitza* (Hrsg.), Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb, 6. Aufl. 2014, § 17 Rn. 2.
40. *Ohly* in: *Ohly/Sosnitza* (Fn. 67), § 17 Rn. 2.
41. *Ohly* in: *Ohly/Sosnitza* (Fn. 67), § 17 Rn. 4.
42. BGH, GRUR 55, 424 (425); BGH, GRUR 61, 40 (43); BGH, GRUR 03, 356 (358); BGH, GRUR 06, 1044 (1046); BGH, GRUR 09, 603 (604); *Ann*, GRUR 07, 39 (40); *Köhler/Bornkamm* (Hrsg.), Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb, 34. Auflage, München 2016, § 17 Rn 4; *Brammsen* in: Heermann/Schlingloff (Hrsg.), Münchener Kommentar zum Lauterkeitsrecht Bd. 2, 2. Auflage, München 2014, § 17 Rn. 8; *Ohly* in: *Ohly/Sosnitza* (Fn. 67), § 17 Rn. 5.
43. Richtlinie (EU) 2016/943 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08.06.2016 über den Schutz vertraulichen Know-hows und vertraulicher Geschäftsinformationen (Geschäftsgeheimnisse) vor rechtswidrigem Erwerb sowie rechtswidriger Nutzung und Offenlegung.
44. <https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/service/veranstaltungen/dvs-archiv/2015/datenhoheit/>
45. <http://www.cr-online.de/blog/2016/02/17/acht-thesen-zum-dateneigentum/>
46. *Bräutigam/Klindt*, NJW 2015, 1137, (1139).
47. *Jänich*, Geistiges Eigentum: eine Komplementärererscheinung zum Sacheigentum?, 2002, S. 3 ff., 187 ff.; *Ohly* JZ 2003, 545 (545 ff.); BeckOK BGB/*Fritzsche*, BGB § 903 Rn. 10.
48. *Abdallah/Gercke/Reiner* ZUM 2004, 31 (37 f.); *Hilgendorf* JuS 1996, 890 (892); vgl. OLG Nürnberg, Beschl. v. 23.01.2013 – 1 Ws 445/12, ZD 2013, 282 (282); *Welp* IuR 1988, 434 (447).
49. BGH, Urt. v. 23.6.2009 – VI ZR 196/08, BGHZ 181, 328 (338): „Allerdings hat der Einzelne keine absolute, uneingeschränkte Herrschaft über ‚seine‘ Daten; denn er entfaltet seine Persönlichkeit innerhalb der sozialen Gemeinschaft. In dieser stellt die Information, auch soweit sie personenbezogen ist, einen Teil der sozialen Realität dar, der nicht ausschließlich dem Betroffenen allein zugeordnet werden kann.“ mit Hinweis auf BVerfGE 65, 1, 43ff.; 78, 77, 85ff.
50. *Zech*, GRUR 2015, 1151 (1154).
51. BeckOK UrhR/*Ahlberg*, UrhG § 1 Rn. 2.
52. *Wiebe*, CR 2014, 1 (I).
53. *Harte-Bavendamm*, in: Kilian/Heussen (Hrsg.), Computerrechts-Handbuch, Rechtsschutz von Datenbanken, 28. Ergänzungslieferung 2010, Rn 74; *Wiebe* CR 2014, 1 (6).
54. *Wiebe*, CR 2014, 1, (6).
55. *Wiebe*, CR 2014, 1, (2).
56. *Harte-Bavendamm* in: Kilian/Heussen (Fn. 81), Rn. 77-78.
57. abrufbar unter http://www.copa-cogeca.be/img/user/files/EU%20CODE/EU_Code_2018_web_version.pdf, zuletzt abgerufen am 20.6.2018.
58. Copa und Cogeca, CEMA, Fertilizers Europe, CEETAR, CEJA, ECPA, EFFAB, FEFAC, ESA.

Diskussion

BAHRS, HOHENHEIM

Erstmal vielen Dank Herr Martínez. Das war der beste und illustrativste Beitrag, den ich zu den Herausforderungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft wahrnehmen durfte, und er hat auch gleich eine Frage bei mir ausgelöst. Bei einem der letzten Punkte, die Sie angedeutet haben. Vier Landwirte haben einen Mähdrescher. Ich möchte dieses Beispiel jetzt mal auf die Spitze treiben, um die Problematik noch stärker offenzulegen. Wir haben einen Lohnunternehmer A, der metrisch arbeitet. Der hat einen angestellten Fahrer B, der die Arbeit durchführt und er fährt zum Landwirt C, der ihm den Auftrag gegeben hat mit oder auf einer Fläche, die dem Verpächter D gehört und das alles mit einer Maschine, die dem Landtechnikunternehmen E gehört, die eine umfangreiche Telemetrie auf diesem Mähdrescher installiert hat.

Das heißt ich kann den Weg vom Lohnunternehmer zum Landwirt und zurück erfassen. Ich erfasse wer den Mähdrescher fährt. Ich erfasse die Wetterdaten. Ich erfasse die Ertragsdaten. Ich erfasse die genauen Flächenabmessungen, auf dem gemäht wird und ich erfasse sogar die Qualitäten, weil eine entsprechende Technologie auf diesem Mähdrescher installiert ist. Gibt es irgendeinen von den genannten Personen und Institutionen A bis E, der alle Daten nutzen darf ohne mit den anderen Akteuren A bis E eine AGB-Vereinbarung zu schließen? Das ist jetzt vielleicht aus der Perspektive der Juristen herausfordernd, aber ich

habe den Eindruck gewonnen, Sie kriegen das annäherungsweise hin.

ANTWORT

Ja, vielen Dank. Was mich sehr beruhigt, dass das Alphabet nur eine beschränkte Anzahl an Buchstaben hat, sodass Sie irgendwann zum Schluss kommen würden. So war meine Hoffnung. Wir haben hier verschiedene Akteure. Ich sagte Ihnen ja wir fühlen uns völlig überfordert bei Dreien und Sie haben mir jetzt mehr als drei geliefert. Das Recht versucht da aufzuspalten und entsprechend nun klar herauszuarbeiten, wer sozusagen verantwortlich ist für die entsprechende Datenübertragung, um damit anzufangen, welches Datum überhaupt weitergegeben wird und wem dieses Datum dann zuzurechnen ist. Insoweit könnten wir hier zunächst einmal wohl den Angestellten rausnehmen, dass der insoweit jedenfalls keine Nutzungsrechte hat, wobei man natürlich personenbezogene Daten entnehmen könnte im Hinblick darauf wie lange er gearbeitet hat, ob die Arbeitszeiten eingehalten worden sind, denen er unterliegt. Also insoweit können wir ihn auch nicht vollständig ausschließen.

Man muss also, wenn wir juristisch herangehen, jedes einzelne Datum differenziert betrachten. Also sind es nun betriebsbezogene Daten im Hinblick auf das Feld. Sind Daten im Hinblick Maschine oder im Hinblick z. B. auf denjenigen, der nun die Tätigkeit



ausübt. Im Hinblick auf die Maschine wird man den Eigentümer der Maschine dann sozusagen dann im Verhältnis zum Landtechnik- oder Landmaschinenhersteller nun in Verbindung setzen. Also diese bipolare Beziehung aufbauen. Im Hinblick auf das Feld eben den Eigentümer zunächst einmal. Wenn es um Erträge geht dann den Pächter, weil das wieder dann auf ihn zurückzuführen ist. Also Sie sehen im Grunde spalten wir eben das ganze System auf, in eine Vielzahl von entsprechenden Rechtsbeziehungen und das macht es natürlich sehr sehr schwierig, um nicht gar zu sagen, völlig unmöglich sowas antizipiert in vertraglichen Lösungen nun zu regeln. Im Grunde stehen wir vor der an sich monumentalen Aufgabe unser Rechtssystem auf den Kopf zu stellen und dieses Bipolare aufzuheben im Hinblick auf Netzwerkstrukturen. Denn letzten Endes können wir es irgendwann nicht mehr gerecht aufteilen ohne den Sachverhalt, den Lebenssachverhalt völlig zu dekonstruieren. Also in einer Klausur würde man das von den Studenten erwarten, dass sie hier fünf verschiedene Fälle und für uns als rechtspolitisch denkende Menschen wäre es die Herausforderung hier nun Verantwortungssysteme zu schaffen, die eben nun einer Person oder ein Gesamtsystem sozusagen über einen Gesamtverantwortungsbereich definieren, der letztendlich dann dafür haftet oder der eintreten muss. Das ist extrem schwierig, weil wir das nur ausnahmsweise im Recht bislang kennen, das ist aber das Problem.

HARTUNG, KIEL

Sehr interessanter Vortrag. Was mich interessieren würde, jetzt haben wir ja gelernt, wenn ich Daten habe und einen schöpferischen Akt mit diesen Daten vornehme, hat er die Rechte an dem Neuen. So nenne ich das mal. Jetzt ist ja wahrscheinlich dieser Terminus „schöpferischer Akt“ etwas flexibel. Bedeutet das nun mal, wir bleiben bei den Erträgen. Die werden ja nicht geschützt. Jetzt verrechne ich die sinnvoll. Damit habe ich etwas Neues geschaffen. Habe ich damit automatisch das Recht an diesen? Multipliziere das mit der Schuhgröße meiner Frau. Damit habe ich etwas Neues geschaffen. Das ist zwar sinnfrei, aber ist

ja neu. Damit müsste ich ja die Rechte an dem Neuen haben. Ja?

ANTWORT

Nun hoffe ich, dass ihre Erkenntnisse nicht auf diesen Rechnungen beruhen. – In dem Fall nicht. Gut. Der schöpferische Akt ist gesetzlich definiert. Es ist eben ein Gesetz für sämtliche urheberrechtlich zuzuordnenden Handlungen erfolgt. Vom Künstler, Musiker, Schriftsteller bis hin eben zu dem Datenvater und insoweit muss man halt schauen inwiefern sozusagen ein Erkenntnismehrwert vorhanden ist. Die bloße Sammlung von Daten als solches wird zunächst einmal nicht unter Schutz gestellt. Es sei denn sie erfolgt systematisch mit einem bestimmten Ziel. „Wissenschaftliches Ziel“. Mit einem ökonomischen Ziel. Dann wiederum ist sie als Datenbank nun geschützt. Ansonsten aber dahingehend nicht. Wenn Sie jetzt nun den Ertrag mit den Bodenwerten zusammenführen und daraus eine entsprechende Erkenntnis ziehen, dann ist diese Erkenntnis das neue Datum. Der geistige schöpferische Akt. Und im Übrigen ist das die Spielwiese für die Rechtsanwälte und jetzt wissen Sie warum wir so viele Rechtsanwälte habe.

BRUNSCH, POTSDAM

Herr Martínez, wenn wir noch mal auf das Beispiel von Herrn Bahrs zurückkommen und sich alle fünf Partner einig sind einen gemeinsamen Vertrag über die Nutzung der Daten aufstellen. Wie viel Rechtskraft hat der im Falle, dass einer dann ausschert? Weil ich habe in einer anderen Veranstaltung mal von einem Juristen gehört, das muss man alles privatrechtlich regeln und eine privatrechtliche Regelung wäre ja, dass man so einen Multi-Akteurs-Vertrag macht. Wenn dann einer ausschert, dann hat das auch Rechtsbestand. Dann kann man den dann zur Verantwortung ziehen und hat am Ende keine rechtlich bindende Wirkung für die Vertragsparteien?

ANTWORT

Vielen Dank für die Frage. Das Zivilrecht klingt zunächst einmal harmlos, weil es sich hierbei nur um ei-

ne Vereinbarung zwischen Privaten handelt und eben nicht um eine Hoheitliche unter Schutz des Systems, aber diese private Vereinbarung ist ja gesetzlich wiederum geschützt durch unser Zivilrecht. Durch das Bürgerliche Gesetzbuch. Das heißt, wenn derjenige nun einen derartigen Vertrag abgeschlossen hat oder diese fünf Beteiligten, die Herr Bahrs aufgezeigt hat, nun einen Vertrag abschließen und einer davon nun den Vertrag nicht einhält, wird er vertragsbrüchig. Und es ergeben sich daraus dann die entsprechenden Rechtsfolgen, die das Gesetz dafür vorsieht. Das ist vor allen Dingen Schadensersatzforderungen, die die anderen nun demjenigen gegenüber nun stellen können oder aber man vereinbart sogar eine Vertragsstrafe bei Nichteinhaltung des Vertrages und dann wird diese Vertragsstrafe entsprechend fällig, die dann gerichtlich durchgesetzt werden kann. Und da haben wir dann wieder den Staat, der das hoheitlich dann entsprechend umsetzt.

Also das Zivilrecht und das Vertragsrecht ist insoweit nicht minderes Recht oder weniger gültiges oder wirksames Recht. Es ist zumindest wirksam, für diejenigen, die eine derartige Verpflichtung nun eingegangen sind und das kann insoweit folgen, das setzt eben voraus, dass man antizipieren kann, wer alles nun an dem Vertrag hier beteiligt ist. Das ist vergleichbar zu den Versicherungsverhältnissen. Wenn Sie Ihr Auto haben und es Ihrer Frau zur Verfügung stellen, aber auch Ihrer Tochter oder Ihrem Sohn, dann müssen Sie auch alle Beteiligten vorher benannt haben und genauso könnte man es hier in diesem Fall ja auch konstruieren, dass man sagt, nun diese Landmaschine wird eben genutzt von dem für den und für die und die weiteren Personen und von dem Lohnunternehmer und dann bezieht man alle in ein Vertragssystem ein, aber es ist sehr kompliziert und es setzt Arbeit voraus, die wir uns eben bislang nicht gemacht haben. Genauso wie bei der Datenschutz-Grundverordnung. Das wäre jetzt erst einmal wieder mal alle Daten die entsprechende Einwilligung einholen müssen, weil wir wieder bipolar es zusammenfassen.

BREVES, HANNOVER

Um es vorneweg zu sagen, ich teile die überaus positive Bewertung Ihres Beitrages wie das von Herrn Bahrs schon genannt worden ist. Möchte aber doch auf einen Punkt kommen, wo ich auch bei Ihnen eine gewisse Selbstkritik vernommen habe. Sie haben ja darauf hingewiesen, dass diese gesetzlichen Regelungen nun schon relativ alt sind, eigentlich zwei Jahre und offensichtlich hat sich keiner die Mühe gemacht, da mal im Vorfeld darüber nachzudenken, was das eigentlich bedeutet. Ich weiß, dass wir uns diese Frage selbst auch stellen können, denn wir sind alle in diesem Chaos, aber ich würde gerne dazu einmal von einem Juristen hören. Die Erklärung, die sie auch genannt haben, reaktiviert das Recht, aber irgendwie genügt mir das nicht.

ANTWORT

Diese Datenschutz-Grundverordnung, die Sie ansprechen, die gilt ja zunächst einmal nur für personenbezogene Daten und in der Tat fühlten wir uns alle aufgeschreckt als vor vier Wochen ungefähr die entsprechenden Pressemeldungen kamen und mit den entsprechenden Hinweisen auf Abmahnungsprozesse, die uns allen drohen. Die Europäische Union hat insoweit den Bürgern was Gutes tun wollen, was an sich der nationale Gesetzgeber kaum macht, nämlich eine Übergangszeit einzuräumen. Und das war wahrscheinlich der Fehler. Sie haben eben nun ein Gesetz erlassen, das allerdings erst zwei Jahre später in Kraft getreten ist. Das heißt, wir haben dem Gesetzgebungsprozess vor zwei Jahren, haben allerdings gesagt bekommen, ja es kommt ja erst in zwei Jahren und dann haben wir uns alle wieder zurückgelehnt. Haben gesagt, in zwei Jahren soll es überlegt werden, wie wir es halt normalerweise im Verwaltungsbetrieb ja auch machen. So dass wir jetzt entsprechend nun überrascht waren, dass sie jetzt in Kraft tritt.

Das ist an sich eine bürgerfreundliche Gesetzgebung, die hier erfolgen sollte, die sich allerdings jetzt im Nachhinein wohl als schädlich erweist, weil sozusagen die Vorbereitungszeit schlichtweg nicht ausge-

nutzt worden ist. Schuld daran, wenn wir Verantwortung sozusagen zuweisen wollen, sind nun sicherlich nun die betroffenen Unternehmen selbst. Bei uns eben auch die öffentlichen Einrichtungen, soweit Sie davon betroffen sind, aber letzten Endes im Grunde wir alle. Der Gesetzgeber fordert von uns allen, dass wir das Recht kennen und dass wir das Recht einhalten. Damit überfordert er uns weitestgehend. Und dieses Problem der Überforderung des Einzelnen im Hinblick auf die Lage, die erweitert sich ja dadurch, dass wir eben ein komplexeres Rechtssystem bekommen durch einen europäischen Überbau und eine entsprechende internationale Rechtsordnung, die auch noch einwirkt. Und damit stoßen wir schlichtweg an die Grenzen der Steuerung des Rechts und das führt dann zu derartigen Erscheinungen, die wir jetzt derzeit erleben. Die im Übrigen kein Problem wären, wenn nicht die Anwälte Lust hätten Panik auszulösen mit Abmahnungsandrohungen. Denn das ist etwas, was unlauter ist aus meiner Sicht.

ASCHENBACH, BERLIN

Ich frage mich, warum tun wir uns so schwer in diesem Punkt einfach davon auszugehen, der, der den wirtschaftlichen Aufwand betreibt sein Eigenes zu schaffen, dass ihm dieses Eigentum dann auch gehört. Dann ließe sich das doch viel klarer definieren, noch zu dem Beispiel. Es wurde Land gepachtet, das wurde von jemanden wirtschaftlich vergoldet. Es wurde ein Mähdrescher geleast oder was auch immer. Die Arbeitskraft dafür wurde bezahlt, und dieser Mähdrescher wurde auch als eben besonders aufgerüsteter Mähdrescher geleast, der eben auch diese Daten erhebt. Somit wird ja eigentlich mit der Leistung das vergoldet. Warum muss nicht der Mähdrescher-Unternehmer eine Negativ-Vereinbarung machen? Meine Leistung beinhaltet aber nicht, damit auch die Daten zu bezahlen, sondern wäre eigentlich schon klar, der diese Leistung in Auftrag gibt, dem gehören dann auch die Daten. Warum können wir nicht von diesem Sachverhalt ausgehen letzten Endes ist es der Endkonsument, der die Leistung konsumiert. Warum kann der dann auch nicht damit die Daten haben? Es

sei denn, er tritt sie durch eine Negativ-Vereinbarung ab.

ANTWORT

weil Juristen nicht ökonomisch denken. Wir haben nicht die Vorstellung, dass alles was ökonomisch verwertbar ist auch einer Zuordnung bedarf. Wir haben fließende öffentliche Gewässer. Sind nicht eigentumsfähig zum Beispiel. Etwas ökonomisch wert- Ja. Dafür hat aber jetzt niemand einen Aufwand betrieben. Die fließen, weil der liebe Gott sie dort hat fließen lassen.

ACHENBACH, BERLIN

Hier gibt es ja ganz klar jemanden, der einen Aufwand betreibt, Geld dafür bezahlt, dass diese Daten erhoben werden. Und warum verweigere ich ihm dann das Recht, dass ihm dann diese Daten gehören?

ANTWORT

Das wird ihm ja nicht verweigert. Es ist einfach nur so, dass das Recht sagt, wenn du diesen Aufwand, den du jetzt betrieben hast auch entsprechend ökonomisch nutzen willst, dann vereinbare mit denjenigen, der diese Daten nun für dich dann erheben, die entsprechende ökonomische Nutzung. Du kriegst sie insoweit nicht allein aus der Tatsache heraus, dass man die technischen Voraussetzungen dafür geschaffen hat. Denn genauso, dass der Thermometer-Hersteller nun meine Daten bekommt, die ich draußen nun im Garten messe, bloß weil er mir das Thermometer zur Verfügung gestellt hat oder geschaffen hat, genauso wenig soll der andere der Landtechnikhersteller von sich aus sozusagen eine derartige Verwertung haben. Das muss er insoweit darüber hinaus noch vereinbaren.

Und im Übrigen, das Beispiel, das ich gerne in den Vorlesungen bringe. Der Eiffelturm ökonomisch verwertet. Das Bild auf den Eiffelturm. Was investiert Paris in den Eiffelturm, damit er schön aussieht und Paris kann jetzt sagen der Blick auf den Eiffelturm ist uns Geld wert? Jedes Foto? Dafür verlangen wir zwei Cent für das Foto. Nein. Wir haben Daten, die

insoweit existieren, die wir letzten Endes nicht als schützenswert erachten. Dahingehend, dass wir sie nicht dem Datenschutzrecht zuordnen und die wir insoweit auch nicht einer zivilrechtlichen Nutzung im Sinne des Gesetzgebers insoweit zukommen lassen wollen. Das ist die bisherige Vorstellung gewesen. Wir können das ändern, aber da hat es dann die entsprechenden Konsequenzen auch. Wie gesagt, dann müssen wir auch für das Bild auf die Alster entsprechend demnächst auch Geld an die Stadt Hamburg abtreten.

REINSCH, DUMMERSTORF

Also ich finde, dass die bisherigen Regelungen da genauso weltfremd sind wie sie in den 20er Jahren waren. Die Definition für Diebstahl von Strom nicht unter Strafe gestellt werden konnte, weil es keine Wegnahme von beweglichen Sachen war. Ich glaube, das ist hier so ähnlich. Das muss man im Moment mal anpassen. Für mich ist ein bisschen erstaunlich, dass es hier keinen großen Aufschrei gab als gesagt wurde, das Sammeln von Daten ist kein schöpferischer Akt. Also jeder und viele Wissenschaftler, die sich Gedanken machen, wie sie Daten sammeln, wie die Messpunkte verteilt werden in Raum und Zeit, mit welchen Methoden und so weiter und jeder weiß, dass das durchaus ein schöpferischer Akt ist. Vielleicht ist es nicht in allen Fällen ein Akt von gleicher schöpferischer Tiefe, aber das ist beim Roman auch so, dass schlechte Groschenromane ja auch geschützt sind, obwohl es vielleicht ein nicht so großer schwie-riger geistiger Akt ist.

Also das ist schwer nachvollziehbar denke ich. Und hier müsste man doch darüber nachdenken die Regelung anzupassen. Es muss ja nicht urheberrechtlich geschützt sein, aber es müsste meiner Meinung nach doch so etwas geben wie so einen Standard, dass derjenige, der die Daten erhebt, also der den Aufwand betreibt, dass sie ihm auch erstmal gehören und dann kann man ja auch noch andere Regelungen treffen. Das ist natürlich auch praxisgerecht. Mich würde nochmal konkret interessieren, wie hier die Überlegungen sind in der Industrie, weil für die Industrie 4.0 gibt es ja genau die gleichen Probleme und da werden

ja die beteiligten Firmen auch eine Meinung haben und dies geht ja über die Landwirtschaft hinaus.

ANTWORT

Zunächst einmal versteht sich sozusagen, dass ich als Jurist es erhalten möchte. Es ist zu diskutieren. Ich lege Ihnen nur dar, was der bisherige Grundkonsens im Zivilrecht ist. Wir können das ändern. Wir können das verändern. Wir müssen uns nur über die Konsequenzen dann klarwerden, die eben eine derartige Veränderung hat. Denn punktuell werden wir das System so nicht verändern können, dass es für die Landwirtschaft oder nur für die Industrie im Hinblick auf diese schöpferischen Akte oder im Hinblick auf die Datenerhebung ändern. Es wird Auswirkungen haben auf weitere, die sind nicht immer konsensfähig. Im Übrigen wird das Problem in der Industrie, ja wie ich am Anfang dargelegt habe, parallel gewertet. Und insoweit wird auch hier sozusagen der Datenerheber in den Mittelpunkt gestellt zumindest von denjenigen, die derartige Maschinen nutzen. Aber wir haben einen Interessenkonflikt.

Genauso wie in der Landwirtschaft auch in der Industrie, aber wahrscheinlich nicht in der ja, mit der Unwucht wie wir ihn in der Landwirtschaft erleben. Aber auch dort und insoweit ist es ein Gesamtproblem, das hier angegangen werden muss. Im Übrigen, weil ich das vorhin gesagt habe einer nationalen Regelung bedarf. Hier kann sich die Bundesregierung nicht auf den Standpunkt stellen Europa soll das regeln, was Eigentum ist oder was nicht Eigentum ist. Das regelt nicht Europa. Oder nicht die Europäische Union. Das regelt der Staat. Und insoweit ist hier ein Handeln der Bundesrepublik gefordert. Was aber bislang eben nicht erfolgt und wenn man sich das anschaut, was von Ihnen diskutiert wird, scheint hier bislang auch nicht der Bedarf gesehen zu werden.

Exemplarische betriebswirtschaftliche Auswirkungen der Digitalisierung in der Landwirtschaft und im Agribusiness



Einleitung

Begriffe wie Landwirtschaft 4.0 oder Digitalisierung der Landwirtschaft sind gegenwärtig Gegenstand vieler Diskussionen in der Landwirtschaft sowie der ihr vor- und nachgelagerten Bereiche. Dabei stellen sich Fragen, ob und inwieweit disruptive Geschäftsmodelle entstehen, der Strukturwandel beeinflusst oder einzelne Teile der Wertschöpfungskette im Agribusiness obsolet werden könnten. Typische Organisationsformen oder Geschäftsfelder im Agribusiness können sich somit verändern oder sogar verschwinden. Es entstehen, auch aufgrund der Geschwindigkeit der Digitalisierung, neue rechtliche Fragestellungen, die nicht allein den Datenschutz adressieren und dabei schnell den Eindruck entstehen lassen, mit einer Landwirtschaft 4.0, jedoch mit einem Agrarecht 1.0 konfrontiert zu sein. Dies liegt auch an der Vielfalt digitalisierter Anwendungsmöglichkeiten und ihrer Interaktionen, bei der Digitalisierung als Oberbegriff für viele verschiedene Anwendungen dient. Dazu zählen die Bereiche der Sensorik, der Automation und Robotik, Big-Data-Anwendungen mit dazugehörigen Algorithmen. In diesem Zusammenhang sind auch die Einsatzmöglichkeiten der Künstlichen Intelligenz sowie Netzwerk- und Cloudtechnologien mit mobilen Internetapplikationen und somit auch Bereiche der Maschine-Maschine und Mensch-Maschine Interaktionen zu nennen. All diese Anwendungsoptionen werden auch für die stärker digitalisierte Landwirtschaft der Zukunft eine große Rolle spielen, wenn gleich sie z. T. in der Landwirtschaft schon Anwen-

dungen finden (vgl. BMEL, 2017). Dabei ist wichtig zu ergänzen, dass die Landwirtschaft bei der Digitalisierung nicht den gleichen Rahmenbedingungen unterliegt wie andere Sektoren der Volkswirtschaft. Während die Industrieproduktion mit strukturierten Objekten (z. B. Herstellung von Autos) in strukturierten und leicht regelbaren Umwelten (Fertigungshallen z. B. mit regelbarem Klima) arbeitet, müssen Landwirte mit unstrukturierten und individuellen Objekten (Tiere und Pflanzen) sowie mit unstrukturierten Umwelten (Acker- und Grünlandwirtschaft) arbeiten. D.h., während viele Industriefertigungen unter konstanten bzw. deterministischen Produktionsbedingungen stattfinden, sind in der Landwirtschaft die Produktionsbedingungen nicht konstant, z. T. schwer vorhersehbar (z. B. Witterung, Schaderreger) und somit viel stärker stochastisch (vgl. dazu auch Bechar und Vigneault, 2016). Die Interaktion mit der Natur macht eine Landwirtschaft 4.0 somit erheblich herausfordernder als eine Industrie 4.0, solange Letztere sich mit strukturierten Objekten in geschützten Umwelten auseinandersetzt. Damit wird auch deutlich, dass viele von den gegenwärtig diskutierten Komponenten einer Landwirtschaft 4.0 wie z. B. die Robotik im Ackerbau mit selbstfahrenden Maschinen und automatisierten Aussaat-, Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen zwar technisch z. T. möglich, aber organisatorisch, betriebswirtschaftlich (und rechtlich) noch nicht anwendungsreif sind. Umfassende digitalisierte Farmmanagementsysteme, die in ihrer Funktion simultan von der Interaktion aktueller

Umwelten sowie dem Wissen eines Anwenderkollektiv und des individuellen Anwenders abhängig und anwendbar sind, erscheinen gegenwärtig noch weit entfernt von der Realität. Vor diesem Hintergrund kann dieser Beitrag mit betriebswirtschaftlichen Wirkungen in der Landwirtschaft im Wesentlichen nur auf praxisreife Anwendungsfelder eingehen. Dennoch werden die Möglichkeiten von Morgen sowie daraus resultierende Konsequenzen nicht ausgeblendet. Viele Wirkungen der Digitalisierung werden manifeste betriebswirtschaftliche Auswirkungen aufweisen, die jedoch aus heutiger Sicht noch nicht absehbar sind. Aufgrund der mit der Digitalisierung z. T. einhergehenden Transparenz ergeben sich Chancen und Risiken zugleich. Die stärkere Personifizierung und Regionalisierung von landwirtschaftlichen Produkten ist verbunden mit Rückverfolgbarkeit und dem „gläsernen Landwirt“, den viele Betroffene fürchten, allerdings betriebswirtschaftliche Potenziale zumindest im Sinne einer Kundenbindung eröffnen. Die jüngst eingeführte Datenschutz-Grundverordnung versucht diesen Befürchtungen zu begegnen, wenngleich die Effektivität und Effizienz dieser Verordnung derzeit noch in Frage zu stellen ist. Darüber hinaus arbeiten Datenbankentwickler daran, selektive Datenfreigabemechanismen für einzelne Nutzer zu entwickeln, die den zuvor genannten Befürchtungen begegnen können (vgl. dazu auch BMEL, 2017).

Die Digitalisierung wird sowohl die Effizienz als auch die Effektivität in der landwirtschaftlichen Produktion erhöhen, wenn weniger Betriebsmittel bei gleichen oder höheren Erträgen eingesetzt werden und somit auch eine ökologisch nachhaltigere Produktion möglich ist. Vernetzungs- und Analysepotenziale in den Produktions-, Verarbeitungs- und Vermarktungsaktivitäten entstehen, die es zuvor nicht gab und die eine innere Transparenz schaffen. Schließlich sind die sozialen Auswirkungen bei den Anwendern nicht zu unterschätzen. Digitalisierung und damit verbundene Automatisierungen verschieben den Schwerpunkt von der physischen Arbeit zur Betriebsführungsarbeit und einzelne Arbeitsvorgänge könnten zukünftig entspannter mit einem gerin-

geren Belastungsdruck ausgeübt werden. Spätestens an dieser Stelle wird die Beschränktheit betriebswirtschaftlicher Aussagen deutlich, wenn mehr Spaß, Bequemlichkeit und Entspannung einer monetären Bewertung zugeführt werden sollen. Dennoch sollen nachfolgende betriebswirtschaftliche Effekte einer digitalisierten Landwirtschaft zumindest exemplarisch abgebildet werden.

2. Exemplarische betriebswirtschaftliche Effekte einer digitalisierten Landwirtschaft

Direkte und indirekte betriebswirtschaftliche Effekte einer digitalisierten Landwirtschaft können sich in vielen Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion sowie bei landwirtschaftlichen Dienstleistungen ergeben. Dazu zählen:

1. Erhöhung der Erträge
2. Verringerung der Kosten
3. Erhöhung der Produktqualität
4. Veränderung des Umsatzes, ggf. mit strategischen Vorteilen
5. Erhöhung der Arbeitssicherheit
6. Erhöhung des Arbeitskomforts
7. Erhöhung der Arbeitsfreude
8. Erhöhung der Arbeitszeitflexibilität
9. Erhöhung der Attraktivität für I.d.W. Nachwuchs
10. Erhöhung gesellschaftlich relevanter Eigenschaften (u. a. veränderte Externalitäten)

Spätestens bei den zuletzt genannten Punkten wird deutlich, dass eine betriebswirtschaftliche Bewertung herausfordernd ist. Dennoch soll im Folgenden der Versuch angestellt werden, anhand des Einsatzes automatischer Lenksysteme für Traktoren eine große Zahl der zuvor skizzierten betriebswirtschaftlichen Effektpotenziale zu adressieren. Wenngleich automatische Lenksysteme nicht als der Inbegriff einer digitalen Landwirtschaft, sondern als ein kleiner Teil der digitalisierten Landwirtschaft zu bezeichnen sind, und auch andere digitalisierte Automatisierungen in der Landwirtschaft bewertet werden könnten wie z. B. die

Melkrobotik, sind automatische Lenksysteme in der Außenwirtschaft bislang bereits sehr verbreitet. Aber wie die nachfolgenden Darstellungen zeigen, werden automatische Lenksysteme in ihrer Vorzüglichkeit von einzelnen Akteuren unterschätzt, weswegen eine exemplarische Darstellung interessant ist.

2.1 Betriebswirtschaftliche Wirkungen eines automatischen Lenksystems anhand eines real existierenden Betriebs

2.1.1 Betriebs- und Technikvorstellung

Die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen automatischer Lenksysteme werden anhand eines Betriebs in Südhessen mit mehr als 450 ha LF illustriert, der vorwiegend Winterweizen, Zuckerrüben und Speisezwiebeln anbaut. Die durchschnittliche Schlaggröße beträgt ca. 5 ha und die durchschnittliche Hof-Feld-Entfernung beträgt bei zwei Betriebsstandorten ca. 6 km. Der Betrieb wird mit fast 3 Familienarbeitskräften in vorwiegender Eigenmechanisierung bewirtschaftet. Alle Traktoren sind mit integrierten Herstellerlösungen für das automatische Lenksystem ausgerüstet und erlauben somit vergleichsweise geringe (zusätzliche) Investitionskosten für diese Technik, die auf Basis von GPS bzw. Glonass-Antennen mit RTK Korrektursignal über Mobilfunk ergänzt werden. Damit werden eine Spurführung bzw. optimierte Fahrspuren ermöglicht. Die Technik erlaubt eine Auftragsplanung sowie die anschließende Dokumentation bearbeiteter Flächen und ermöglicht z.B. auch das Finden von Feldgrenzen. Automatische Lenksysteme sind gleichermaßen eine bedeutende Voraussetzung für automatische Teilbreitenschaltungen, Ertragskartierungen, Strip-Till oder Controlled traffic bzw. dauerhafte Fahrgassen.

2.1.2 Kosten des automatischen Lenksystems

Die jährlichen Kosten des automatischen Lenksystems ergeben sich aus seinen Anschaffungskosten, den Kapitalkosten sowie den laufenden Kosten (Wartung, Reparatur, Mobilfunk und Korrektursignal), die bei der zuvor genannten integrierten Herstellerlösung

(hohe Grundausrüstung als „sunk costs“) des Traktors insgesamt ca. 1.400 Euro je Jahr betragen. Dies bedeutet bei vier Traktoren jährliche Kosten in Höhe von ca. 12 Euro/ha oder 1,2 Euro je ha und Überfahrt, wenn von insgesamt 10 Überfahrten je ha und Jahr ausgegangen werden kann. Sofern der Traktor bei der Anschaffung des automatischen Lenksystems über keine Systemvoraussetzungen verfügt (geringe Grundausrüstung bzw. keine integrierte Herstellerlösung) erhöhen sich die jährlichen Kosten des automatischen Lenksystems auf ca. 2.400 Euro je Jahr. Bei dem zuvor unterstellten Einsatzumfang bedeutet dies jährliche Kosten von 20 Euro/ha LF bzw. 2 Euro je Überfahrt.

2.1.3 Nutzen des automatischen Lenksystems

Während die Kosten des Systems noch ein vergleichsweise allgemein gültiges Niveau aufweisen, wird der Nutzen erheblich betriebsindividueller ausfallen. Das hängt sehr stark von der Referenzsituation auf den Betrieben ab sowie von der Art und Qualität der Nutzung der Technik durch die Anwender. Somit können die nachfolgenden Nutzenpotenziale nur exemplarisch sein und stark von individuell erreichbaren Werten abweichen. Für den skizzierten landwirtschaftlichen Betrieb in Südhessen sind die Werte der nachfolgenden Tabelle jedoch zutreffend.

	Kosten €/ha	Einsparung	Einsparung €/ha
Treibstoff	100	5%	5,00
Maschinen	230	5%	11,50
Saatgut	120	2,5%	3,00
Düngemittel	280	2,5%	7,00
Pflanzenschutz	190	2,5%	4,75
Arbeitszeit	200	5%	10,00
		Summe	41,25

Tabelle 1: Relative und absolute Einsparpotenziale durch das automatische Lenksystem

Die Gegenüberstellung der jährlichen Kosten und des jährlichen Nutzens des automatischen Lenksystems

tems zeigen die betriebswirtschaftliche Vorzüglichkeit dieser Technik auf. Das Ergebnis mag auch in Anbetracht der hohen betriebsindividuellen Auslastung nicht überraschen. Aber die Deutlichkeit der Vorzüglichkeit kann schon überraschen und leitet auf einen anderen wichtigen Punkt hin, der bislang wenig in der Praxis wahrgenommen wurde.

2.1.4 Schlussfolgerungen aus der Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen automatischer Lenksysteme

Automatische Lenksysteme galten bislang insbesondere als Technik für große Ackerbaubetriebe, was an den hohen Kosten für Anschaffung und für das Referenzsignal lag. Die nachfolgende Darstellung zeigt jedoch vergleichsweise geringe Auslastungsschwellen dieser Technik auf, sofern die Nutzenpotenziale des südheissischen Ackerbaubetriebs auf viele andere Betriebe, unabhängig von der Größe des Betriebs, übertragen werden könnten.

Wird ein aus Kostensicht suboptimaler Ausgangsfall betrachtet, bei dem die auszurüstenden Traktoren keine hohe Grundausstattung bzw. keine entsprechenden Vorausrüstungen aufweisen und Jahreskosten von ca. 2.400 Euro unterstellt werden und gleichermaßen nur ein Nutzenpotenzial von 30 Euro/ha und Jahr unterstellt wird (somit erheblich niedriger als in der zuvor skizzierten Tabelle), dann beträgt die Auslastungs- bzw. Anschaffungsschwelle ca. 80 ha pro Jahr. Sind dagegen die Vorrüstungen am Traktor bereits vorhanden und sind somit 1.400 Euro Jahreskosten maßgeblich, bei denen die gleichen Nutzenpotenziale wie in der Tabelle unterstellt werden (ca. 41 Euro/ha), dann reduziert sich die Auslastungs- bzw. Anschaffungsschwelle bereits auf nur noch 34 ha pro Jahr. Ist das Nutzenpotenzial je ha noch höher als in der Tabelle, dann reduziert sich die Schwelle noch weiter. Mit diesen Voraussetzungen müssten fast alle Haupterwerbsbetriebe mit Ackerbau mit dieser Technik arbeiten. Dies gilt umso mehr, wenn die aus betriebswirtschaftlicher Perspektive üblicherweise nicht einkalkulierten ökologischen Vorteile berücksichtigt werden, da der Betriebsmitteleinsatz sinkt. Darüber hinaus wurden in der Tabelle nicht die betriebswirt-

schaftlich schwer bewertbaren Effekte der erhöhten Arbeitsqualität (exakte Anschlüsse, verkleinerte Vorgewende, Maschinenüberwachung), die höhere Lebensqualität (Fahrerentlastung) sowie die höhere Flächenleistung (bis zu 10%) berücksichtigt, die zu geringeren Terminkosten führen können. Allerdings sind die zusätzlichen Kosten der in der Praxis nutzbaren Anhängergeräte aus den Bereichen der Saat-, Düngungs-, Pflanzenschutz- oder auch Hacktechnologien nicht zu unterschätzen, die bei voller Nutzbarkeit aller Anwendungsapplikationen im Kontext der automatischen Lenksysteme maßgeblich sein können. Auch hier spielt eine große Rolle, ob und inwieweit die Anhängemaschinen eine hohe oder geringe Grundausstattung aufweisen, die zu entsprechenden geringen oder hohen Zusatzaufwendungen führen können.

2.2 Die Bedeutung der Kapitalkosten im Kontext der Digitalisierung

Die Finanzpolitik der EU (aber auch andere Zentralbanken weltweit) hat in den vergangenen Jahren zu erheblichen Reduktionen der Leitzinsen geführt, die einer Nullzinspolitik entsprechen. Die Konsequenz sind niedrige Verzinsungen sowohl auf der Soll- als auch auf der Habenseite. Entsprechend reduzieren sich die Kapitalkosten von Investitionen. Dies soll anhand eines einfachen Beispiels verdeutlicht werden. Ein Landwirt möchte sich eine Maschine (z. B. eine selbstfahrende Erntemaschine) mit Anschaffungskosten in Höhe von 200.000 Euro anschaffen. Die Nutzungsdauer soll (aufgrund hoher Auslastung) 5 Jahre betragen und es wird mit einem anschließenden Restwert (Wiederverkaufspreis) von 70.000 Euro gerechnet. Die jährlichen Wartungs- und Reparaturkosten betragen 4.000 Euro. Würde man, wie es vor einigen Jahren noch üblich war, mit einem Kalkulationszins von 6% die Jahreskosten dieser Investition ausrechnen, würden sich ca. 39.000 Euro ergeben. Wird jedoch nur ein Zins von 1% unterstellt, ergeben sich Jahreskosten von wenig mehr als 31.000 Euro. Die um 5 Prozentpunkte geringeren Kapitalkosten führen zu fast 20% geringeren Jahreskosten der Maschineninvestition! Sollten die Zinsen weiterhin

auf einem niedrigen Niveau bleiben, die Löhne für Arbeitskräfte jedoch weiter ansteigen, werden somit die z. T. hohen Kosten durch Digitalisierungsinvestitionen erheblich angereizt. Anders ausgedrückt: Die geringen Zinssätze erlauben im Zusammenspiel mit der Digitalisierung eine verstärkte Substitution von Arbeit durch Kapital. Nullzinspolitik treibt die Digitalisierung stärker an.

2.3 Profiteure der Digitalisierung in der Landwirtschaft

Ob und inwieweit die Digitalisierung bestimmte Gruppen von Landwirten profitieren lässt, hängt von vielen simultan wirkenden Faktoren ab. Dennoch soll nachfolgend der Versuch angestellt werden, Hypothesen dazu aufzustellen. Am Beispiel des automatischen Lenksystems wurde deutlich, dass (eine zumindest teilweise) stärkere Digitalisierung von Produktionsprozessen nicht zwingend Flächenwachstumsanstrengungen auslösen muss. Aber selbst wenn erhebliche Einsatzumfänge für einzelne digitale Technologien erforderlich sind, können zumindest z. T. verschiedene Formen von Betriebskooperationen, Lohnunternehmer oder Maschinenringe überbetriebliche Einsatzmöglichkeiten in allen Betriebsgrößenklassen ermöglichen. Dennoch lassen sich einzelne Tendenzen von Profiteuren bereits aus heutiger Sicht erkennen:

Sofern die Digitalisierung Landwirte in die Lage versetzen wird, herausfordernde Produktionsverhältnisse auf Grenzstandorten oder bei Bewirtschaftungen mit inhomogenen Bodenverhältnissen aufgrund verbesserter teilflächenspezifischer Bewirtschaftungsmöglichkeiten erfolgreicher zu ermöglichen, könnten Landwirte mit derartigen Produktionsbedingungen vergleichsweise mehr von der Digitalisierung profitieren. Ähnliches trifft auch für den ökologischen Landbau zu, der darüber hinaus davon profitieren könnte, dass die Digitalisierung den im Durchschnitt höheren Arbeitseinsatz je Produkteinheit im ökologischen Landbau vergleichsweise stärker verringern könnte und damit die bislang vergleichsweise hohen Lohnkosten (pagatorisch und kalkulatorisch) wieder relativieren könnte, womit der ökologische Landbau

im Vergleich zum konventionellen Landbau wettbewerbsfähiger werden könnte. Ähnliches gilt somit für den kompletten, arbeitsintensiven Sonderkulturanbau, unabhängig davon, ob er konventionell oder ökologisch betrieben wird. Digitalisierte Anwendungen u. a. in der Robotik und Sensorik werden den Sonderkulturanbau günstiger und ökologischer machen können, auch im Vergleich zu südlicheren Regionen Europas oder auch im globalen Vergleich, wo bislang verstärkt mit günstigen Arbeitskräften eine starke Wettbewerbsposition aufgebaut wurde. Darüber hinaus werden all jene Betriebsleiter von der Digitalisierung profitieren, die zur Gruppe erfolgreicher Pioniere zu zählen sind, die mit hohem technischen Sachverstand in der Lage sind, komplexe Technologien früh auf dem eigenen Betrieb erfolgreich einzusetzen. Somit weisen digitale Technologien ähnliche Erfolgseigenschaften auf, wie frühere technologische Innovationen auch. Dennoch wird es Unterschiede im Vergleich zur Vergangenheit geben. Landwirte, die es verstehen, die Digitalisierung auch für eine höhere Kundennähe und Kundenbindung durch ihre qualitativ hochwertigen Produkte aus einer transparenteren und ökologischeren Produktion zu nutzen, werden überdurchschnittlich von den sich verändernden Strukturen der Wertschöpfungsketten im Agribusiness profitieren.

4. Beratung in der Landwirtschaft im Zeichen der Digitalisierung

Auch die Beratung in der Landwirtschaft wird von der Digitalisierung stark beeinflusst. Dabei können Berater für Pflanzen-, Tier- oder auch Biogasproduktion zusammen mit der Bau- und Technikberatung auf der Produktionsseite einerseits, sowie Berater für Betriebswirtschaft und Steuerberatung andererseits als bedeutende Beratungssegmente genannt werden. In diesen Bereichen ist davon auszugehen, dass die Beratung papierloser, flexibler hinsichtlich Ort und Zeit, schneller, transparenter und auch analytischer ausfallen wird. Dabei wird sich noch herausstellen müssen, ob in der Pflanzen- und Tierproduktion eine noch stärkere Beratung seitens der Hersteller und Händler von Betriebsmitteln (Dünger, Pflanzen-

schutz, Tierarzneimittel, Futtermittel) erfolgt, als es gegenwärtig bereits der Fall ist. Insbesondere für die Agrartechnikhersteller in der Außen- und Innenwirtschaft wird es zukünftig aufgrund vielfältiger sensorischer Eigenschaften ihrer Produkte möglich sein, zentralisiert Daten zu erfassen, diese mit modernen Big-Data-Methoden zu analysieren und daraus standort- und betriebsindividuelle Handlungsempfehlungen abzuleiten und weiterzugeben (vgl. BMEL, 2016). Dennoch könnten die freien, herstellerunabhängigen Berater ihre Einsatzbereiche weiter sichern, denn die Einsatzmöglichkeiten verschiedenster Technologien an der Schnittstelle diverser Betriebs- und Standorteigenschaften werden noch vielfältiger und noch komplexer als in der Vergangenheit. Landwirte werden gerne auf Expertisen von Beratern zurückgreifen, die sie an dieser Stelle unterstützen können. In der steuer- und betriebswirtschaftlichen Beratung wird sich zeigen, ob die Steuerberater mit ihrer „Datenmacht“ bezüglich Quantität und Qualität betriebswirtschaftlich bedeutender Kennzahlen aus der Finanzbuchhaltung zukünftig das Geschäftsfeld der betriebswirtschaftlichen Beratung stärker besetzen werden. Intelligente digitale Analysetools könnten sie dabei unterstützen. Insbesondere Akteure, die eine große Nutzerzahl auf ihren Plattformen vereinen, werden die damit zusammenhängenden Economies of Scale sowie Nutzerzugangsmöglichkeiten zum eigenen Vorteil nutzen können (vgl. z. B. DATEV, 2018).

5. Schlussfolgerungen

Digitalisierung in der Landwirtschaft sowie damit verbundene Automatisierungen werden Schwerpunkte von der physischen Arbeit zur Betriebsführungsarbeit verschieben. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass die Digitalisierung in der Landwirtschaft nicht nur dazu beiträgt, Gleiche mit Gleichen zusammenzubringen, um Economies of Scale zu optimieren, sondern vor allem Unterschiedliche zusammenführt, um Synergien zu maximieren. Ein umfassender aber kontrollierter Datenaustausch und damit verbundene Technologien bringen Akteure zusammen, die sich komplettieren. Die Kraft der Digitalisierung, neue

Geschäftsprozesse entstehen zu lassen, wird von vielen Akteuren unterschätzt. Dazu zählen auch viele Landwirte und angeschlossene Dienstleister in der Beratung. Viele Marktteilnehmer verstehen unter Digitalisierung die Weiterentwicklung bestehender Geschäftsmodelle und übersehen dabei das Potenzial zur Entstehung vielfach neuer Geschäftsmodelle. Wenngleich diese Entwicklung in der Landwirtschaft zumindest in der Primärproduktion aufgrund ihrer naturnahen Prozesse aus gegenwärtiger Sicht weniger wahrscheinlich ist als in den vor- und nachgelagerten Bereichen und besonders in anderen Sektoren der Volkswirtschaft, sollten diese Optionen neuer Geschäftsmodelle nicht unterschätzt werden. Wichtig dabei wird sein, sowohl sich selbst als auch die Mitarbeiter und ggf. auch das gesellschaftliche Umfeld bei dieser „digitalen Reise“ angemessen durch entsprechende Aus-, Weiterbildungs- und Aufklärungsmaßnahmen mitzunehmen. Eine Technik, die man nicht versteht, wird auch weniger akzeptiert. Landwirte und ihre Berater sollten sich nicht den digitalen Möglichkeiten in der Unternehmenspraxis verschließen und sie als Investition in die Zukunft sehen. Wenngleich die Digitalisierung immer wieder Rückschläge erleiden wird (z. B. durch Datenmissbrauch oder technischen Fehlsteuerungen), wird sie dennoch immer weiter voranschreiten. Die Gründe dafür sind überzeugend: Mehr Effizienz, Effektivität und Bequemlichkeit.

Literaturverzeichnis

BECHAR, A. und C. VIGNEAULT (2016): Agricultural robots for field operations: Concepts and components. In: Biosystems Engineering, 149, 94-111.

BMEL (2017): Digitalpolitik Landwirtschaft. Zukunftsprogramm: Chancen nutzen – Risiken minimieren. Berlin.

BMEL (2016): Landwirtschaft verstehen – Im Fokus: Chancen der Digitalisierung. Berlin.

DATEV (2018): DATEV will Plattformangebot entwickeln. Zugriff am 17.7.18, <https://www.datev.de/web/de/m/presse/pressemeldungen/meldungen-2018/datev-will-plattformangebot-entwickeln/>

Diskussion



SWALVE, HALLE

Herr Bahrs, vielen Dank für den Vortrag. Nur ein kleiner Kommentar. Abseits aller dieser betriebswirtschaftlichen Berechnungen wann sich das lohnt, hätte ich noch ein ganz wichtiges Argument für Digitalisierung und Robotik und das ist Risikovermeidung und Vermeidung eklatanter Fehler. Und das ist häufig eine Kaufentscheidung, die viel wichtiger ist. Ich gebe Ihnen ein Beispiel. Ich war neulich auf einem Betrieb, 400 Kühe, neu gebaut, mit Fütterungsroboter. Und dann haben wir den Menschen gefragt „Ja, warum haben sie den gekauft? Der war doch teuer.“ Und dann hat er gesagt „Na klar. Arbeitszeit ist verfügbar und so weiter, aber das ist nicht das Problem. Mein Problem, ich habe Angestellte und wie die morgens um 5 Uhr bei der Arbeit erscheinen, weiß ich nicht immer. Und auf einmal hat man eklatante Fütterungsfehler. Das kann bedeuten, dass die ganze Herde die nächsten Tage krank ist. Das muss ich vermeiden. Und das Risiko kann ich mit dem Roboter minimieren“. Und das ist ein starkes finanzielles Argument, dass die Frage, ab wann rechnet sich das, sekundär ist.

ANTWORT

Ich stimme Ihnen fast uneingeschränkt zu. Und ich

summiere das unter dem Punkt, den ich vorgestellt habe, Kapital ersetzt Arbeit. Und das fällt dann auch unter diese Nutzen-Position, die ich vorhin dargestellt habe. Und ich denke das rahmt das sehr gut ein, was sie eben skizziert haben. Ich möchte aber auch auf diesen Punkt hinweisen. Das, was meines Erachtens häufig unterschätzt wird und das gilt dann auch, wenn ich einen Melkroboter habe, dass auch die Maschinen, die wir haben, noch nicht perfekt sind. Und die Algorithmen, die dahinterstehen und sollte man auch nicht blindlings vertrauen. Ich glaube dann machen wir einen Fehler, aber Technik verbessert sich immer mehr und so dürfen wir bei bewährten Techniken wahrscheinlich davon ausgehen, dass dieser Messfehler immer kleiner wird. Und damit der Grad der Automatisierung auch immer vertrauenswürdig.

THALLER, KIEL

Sie haben ja auf die Effizienzsteigerung, Effektivitätssteigerung und auf Bequemlichkeit hingewiesen und meine Frage, wo ist der Mehrwert, der generiert wird, wo bleibt der hängen oder geht der an den Verbraucher? Durch günstigere Preise? Bleibt das auf den Betrieb? Wenn wir ein vollkommen automatisiertes System haben, ist dann der Landwirt nur noch in der

Hängematte? Melkt und bekommt Geld dafür. Wo geht praktisch der Mehrwert hin?

ANTWORT

Sie kriegen jetzt eine Sie wahrscheinlich nicht befriedigende Antwort von mir. Es kommt darauf an. Aber ich versuche das ein Stück weit zu umrahmen. Also erstens der Betriebsleiter wird sehr wahrscheinlich nicht in der Hängematte hängen, außer er trifft seine betrieblichen Entscheidungen in der Hängematte, weil ihm das Spaß macht. Das kann durchaus möglich sein, aber er wird sich dann in der Hängematte mit seinem Betrieb auseinandersetzen. Die Zeit, die er sich mit seinem Betrieb auseinandersetzt, wird mehr am PC sein und weniger an den Tieren und auf den Maschinen. Und wo das Ganze dann hängen bleibt. Ich möchte es einmal folgendermaßen zum Ausdruck bringen und das schafft vielleicht Synergien mit dieser Folie, die ich gleich noch einmal einblende. Und zwar anhand der Pioniere, möchte ich das deutlich machen. Die erfolgreichen Pioniere haben automatisch Pioniergewinne, solange bis es zu den Produkten kommt.

Das heißt bis es alle nachmachen und dann haben alle sehr vereinfacht gesprochen die gleichen Kosten und dann hängt auch der Pionier, deswegen nachher in seiner Hängematte, weil das Geschäft nicht mehr so gut läuft. Das heißt ich habe landwirtschaftliche Akteure, die was von dem Kuchen abbekommen, aber wir müssen damit rechnen, dass es leider zu viele andere Akteure gibt, die an seinem oder ihrem Kuchen knabbern. Und das ist eine Erkenntnis, die hatten wir schon in den vergangenen mehreren hundert Jahren. Das heißt so viel wie auch in den Jahren von 2007 bis 2015, so möchte ich sie mal nennen, zumindest einmal im Ackerbau können wir das so sagen, bedeutet langfristig landen die Gewinne bei den Bodeneigentümern. Das ist nämlich der knappste Faktor, der eingesetzt wird und der ist nicht immer automatisch der Bodeneigentümer. Sprich diejenigen, die die Markt- und Verhandlungsmacht haben, kriegen am Ende häufig stark was von diesem Kuchen ab.

Und wenn es jetzt darum geht, wer in der Wertschöpfungskette mehr abbekommt, dann ist es durchaus naheliegend, dass das bestimmte Akteure außerhalb der Landwirtschaft sind.

Was aber nicht ausschließt, dass bei Landwirten ein mehr hängen bleibt. Wie sich das Ganze austariert, hängt von ganz vielen Punkten ab, die heute sehr schwer abschätzbar sind und auch sehr stark davon abhängen, welche Art der Wertschöpfungskette das ist. Nehmen wir jetzt mal den Geflügelbereich. Hier werden wir am Ersten eine perfektionierte, digitale Wertschöpfungskette erkennen. Das vermute ich zumindest mal. In Ansätzen ist das ja auch schon sehr gut zu erkennen und das ist ein „Whole-in-One-Paket“, das sehr zentral gesteuert ist und die Stellschrauben sehr gut justieren können, wo bleibt wann wie viel. In dieser extremen Form wäre es zumindest in mittelbarer Zukunft im Schweine- und Rinderbereich meines Erachtens nicht wiederzufinden. Das ist komplizierter. Aber am Ende bleibt, jetzt mache ich die lange Geschichte kurz, bleibt es bei einem, es kommt darauf an.

KNEIFEL

Sie sind ja auch im Ausbildungs- oder im Bildungswesen, im akademischen Bildungswesen tätig, genauso wie ich, wie viele von uns. Muss man denn nun bei einer entsprechenden Ausbildung diesen Entwicklungen Rechnung tragen? Sind die Universitäten so wie sie derzeit agieren auch mit ihren Studien-Programmen hier noch adäquat oder brauchen wir neue Berufsfelder, die wir erschließen oder müssen wir Korrekturen an unseren Curricula vornehmen?

BAHRS, HOHENHEIM,

Ich glaube nicht, dass wir was Grundsätzliches verändern müssen. Unsere Prüfungsordnungen, enthalten schon vielfach E-Learning, digitale Prüfungen etc. . Mit face to face ihre Lehre vornehmen. Sie können das in digitaler Distanz vornehmen. Ich glaube die groben Bedingungen sind abgesteckt. Das heißt an dieser Stelle sehe ich keine Baustelle, aber ich

sehe sehr wohl eine Baustelle im Bereich der digitalen Intensität, wie sie im Curriculum untergebracht werden und darum wäre, dass es mehr Professuren mit dem pauschalen Titel „Agrarinformatik“ geben würde. Kann man sehr unterschiedlich ausgestalten, mit sehr vielen unterschiedlichen Facetten. Kollege Kolbe (Geodät) hat ein hervorragendes Beispiel dafür gebracht. Da werden wir erheblich Nachwuchs rekrutieren müssen, damit uns das in Zukunft auch ausreichend gelingt.

KNEIFEL

Wenn es keine Fragen mehr gibt, dann bleibt mir eigentlich nur mehr mich bei Ihnen recht herzlich zu bedanken.

Zusammenfassung



Für die Zusammenfassung der diesjährigen Hülseberger Gespräch gäbe es grundsätzlich zwei Möglichkeiten der Zusammenfassung, und zwar eine Kurzfassung und die Zusammenfassung in ihrer herkömmlichen Form. Für die Kurzfassung könnten die folgenden Begriffe genügen, die die Kollegen Bahrs und Liessmann einleitend verwendet haben. Zunächst sei Herr Kollege Bahrs zitiert, der seine Moderation mit den Begriffen „Digitalisierbar, vernetzbar, kontrollierbar“ begann, sowie die drei Begriffe „Surfen, Schwimmen, Untergehen“ aus dem abendlichen Vortrag von Herrn Liessmann. Da diese sechs Begriffe unzweifelhaft Bedenkenträgertum vermitteln würden, sei auf die Kurzfassung der Zusammenfassung verzichtet. Ergänzt werden könnte die Kurzfassung auch durch den Bedeutungswechsel des Begriffes „Cloud“: Früher erwartete der Landwirt aus der Cloud den Niederschlag als Lebens- und Entwicklungsgrundlage für die Pflanzen und heute „rieseln die Daten“. Auch so ließen sich Kernelemente der diesjährigen Tagung zusammenfassen.

Die drei ersten Vorträge aus der Einleitung in die Thematik dienten der Einführung in das hoch komplexe Thema. Dies war angesichts der Komplexität und der Größenordnung der Thematik notwendig. So hat Prof. Walter damit begonnen und beispielhaft anhand einer ganzen Reihe von Maschinen, die mittlerweile auch im Einsatz sind, den gegenwärtigen Stand der Technik dargestellt. Beispiele wie automatisierte Hackroboter, Pflückroboter im Weinbau, Roboter zur Einzelkornaussaat sowie Projekte, die die Drohnen-

technologie einbeziehen, dienten als technische Modellsysteme. Er hat aber trotz dieser enormen technischen Entwicklung auch deutlich gemacht, dass es Grenzen dieser technischen Systeme gibt. Die Grenzen in Tierhaltungssystemen liegen im Bereich der Krankheitsdiagnostik. Er hat auch darauf hingewiesen, dass im Hinblick auf die aus der Digitalisierung folgenden Strukturänderungen natürlich durchaus kritische Dinge zu diskutieren sind und dass es sich sowohl in physischer als auch intellektueller Hinsicht um eine sehr herausfordernde Arbeit handelt.

Im zweiten einführenden Vortrag hat Prof. Fettweis die gegenwärtige Netzsituation dargestellt und dabei insbesondere im ländlichen Bereich auf viele Probleme hingewiesen, die die Funkabdeckung im Hinblick auf das Signal-Rausch-Verhältnis betreffen. Dabei ist die gegenwärtig bestehende Situation keineswegs als beruhigend zu beurteilen, sondern es ist als eine Herausforderung für Deutschland einzuschätzen, bestehende technische Probleme global zu lösen. An die Politik gerichtet, fordert er mit Nachdruck einen runden Tisch, um die bestehenden Probleme zu lösen, die durchaus dazu führen können, dass die Bundesrepublik deutliche Probleme in der Qualität des Netzsystems bekommen kann. Im dritten Vortrag hat dann Prof. Herlitzius auf den gegenwärtigen Stand der Landtechnik in diesem Bereich verwiesen. Er hat einen interessanten weiteren Begriff neben der „Robotik“ eingeführt, und zwar die „Kobotik“. Dabei handelt es sich um die Einführung kollaborativer Systeme, er hat aber auch deutlich gemacht, dass es

erhebliche Herausforderungen an diese Technik gibt. Sie bestehen im Hinblick auf Entwicklungsrisiken, Akzeptanzrisiken, Prozessautomatisierung, Straßen-transport und selbstfahrende Plattformen etc. Die Hindernisse der Digitalisierung sieht er im Bereich der Maschinenhersteller und der Dienstleister.

Im zweiten Block folgten drei Vorträge aus dem Bereich „Precision Farming“ in der Außenwirtschaft. Hier wurde zunächst von Prof. Hertzberg differenziert erläutert, wie sich die gegenwärtige Situation am Markt und in der Forschung darstellt. Er sieht die Schwerpunkte im Markt, und zwar im Bereich der Lenksysteme, der Navigation und in der Forschung im Bereich der Maschinenautonomie und der Prozessoptimierung. Er hat auch etwas nachdenklich und kritisch die Frage gestellt „Wird ein Evolutionsende hier absehbar sein?“ Ein ganz wichtiger Punkt, der in seinem Vortrag sehr deutlich wurde, war dann, dass vielversprechende technische Systeme natürlich nicht per se die Arbeitserleichterung im Bereich der Landwirtschaft durchführen, sondern das letztendlich die intellektuelle Seite und die kreative Seite ganz eindeutig von den Landwirten und damit vom Menschen selbst ausgehen muss.

Im zweiten Vortrag hat dann Roslyn Chua als Vertreterin eines global agierenden Unternehmens Ansätze dargestellt, wie heute im Bereich Züchtung und Pflanzenschutz international agiert wird. Sie hat auf die großen regionalen Unterschiede verwiesen anhand der Beispiele China, Westeuropa und den USA. Sie hat auch recht eindringlich Beispiele gezeigt, wie beispielsweise das „farmers business network“, das als Etablierungs- und Beratungsinstrument in diesem Bereich erfolgreich zu sein scheint.

Im letzten Vortrag von Prof. Hartung in diesem Block ging es dann um die Frage der Digitalisierung von Stoffströmen in der Tierhaltung. Er sieht die Grundlagen der Verschmelzung der realen und digitalen Datenwelt, der Verbreitung in Echtzeit und der Tatsache, dass diese dann natürlich nicht mehr zu lösen sind. Er ist sehr dezidiert auf den Umfang und die Probleme des Forschungsdatenmanagements eingegangen und hat im Zusammenhang mit dem Begriff

der Big Data die vier wichtigen V's (Volume, Variety, Velocity, Veracity) erläutert, die also einen ganz wichtigen Aspekt darstellen, um überhaupt von der Big Data-Situation sprechen zu können. Das Fazit war, dass es einen sehr guten Vernetzungsgrad der Maschinen gibt. Dies muss durch ein gutes Forschungsdatenmanagement begleitet sein. Da es sich um offene Datensysteme handelt, müssen die Aspekte des individuellen Datenschutzes erhalten bleiben.

Der dritte Block der Tagung, das „Precision Livestock Farming“, wurde eingeleitet von Prof. Berckmans aus Leuven zum Thema „Realtime Monitoring bei landwirtschaftlichen Nutztieren“. Die Bedeutung dieses Themas hat er noch einmal hervorgehoben anhand der aktuellen Schlachtzahlen von ca. 65 Mrd. Tieren und der weltweit steigenden Nachfrage nach Lebensmittelprodukten in einer Größenordnung von etwa 65 %. Systeme zum Realtime Monitoring sieht er für den Bereich gesundheitlicher Parameter, des Tierschutzes, für umweltrelevante Aspekte, für die soziale Relevanz und auch natürlich für die ökonomische Relevanz. Er hat uns vertraut gemacht mit der Definition des „complex individual varying dynamic system also des CID-Systems und hat dann an einigen Beispielen dargestellt, wie solche Überwachungssysteme in der Tierhaltung funktionieren können. Am Beispiel des Monitorings, wo also über Tonauswertung von Schweinen Schlussfolgerungen gezogen werden können. An einem Beispiel von Broilern, bei dem es um Futteraufnahme-Ansätze ging. Und auch für die Kontrolle der Lahmheitsproblematik, die bei Kühen eine große Rolle spielt. Interessant waren seine Verweise auf diese Seite in der Landwirtschaft. Denn seine Aktivitäten, die seiner Gruppe und seines Instituts, beziehen sich nicht nur auf landwirtschaftliche Nutztiere, sondern auch auf allgemein bekannte Fußballvereine wie den AC Mailand und das im Zusammenhang mit der Frustrationsanalyse, einem Thema, das im Fußball gegenwärtig gar nicht eine so geringe Bedeutung hat.

Der Vortrag von Prof. Büscher aus Bonn hat sich dann mehr mit konkreten Aspekten der Digitalisierung des Stalles befasst. Er hat die gegenwärtige Si-

tuation deutlich gemacht und aus den verschiedenen Systemen der Nutztierhaltung, also Milchviehhaltung gegenüber Geflügelhaltung und gegenüber Schweinehaltung dargestellt. Er hat die vielfältigen Systeme, die in der Milchviehhaltung bereits gut etabliert sind, wie Abruf-Stationen, die auch für Kälber mittlerweile existieren, automatisierte Melksysteme oder Futtervorlagen erläutert. Entsprechenden Apps sind mittlerweile auch entwickelt. Dies Alles hat mittlerweile zu einem belastungsfähigen System geführt. Auf einem ähnlich guten Weg sieht er es im Bereich der Geflügelhaltung. Problembereiche sind sicherlich zurzeit noch die Haltung von Mastschweinen und auch verschiedene Nutzungsgruppen beim Schwein. Sein Fazit war, dass es Spielräume gibt und dass das Ganze ein großes gesellschaftliches Interesse hat und dass letztendlich nachhaltige Lösungen nicht nur über die Interdisziplinarität zu lösen sind.

Im dritten Vortrag dieses Blocks hat Prof. Pickel mit den Herausforderungen, die sich aus dem Smart-Farming ergeben, befasst. Kernbereiche sind letztlich die Sicherheit in der Lebensmittel- und Futtermittelversorgung, und hier insbesondere des Proteins. Eine besondere Dimension ergibt sich im Hinblick auf Klimaveränderungen. Die Probleme, die er uns dargestellt hat, hofft er durch einen Paradigmenwechsel zu ändern und dieser Paradigmenwechsel wird nach seiner Auffassung vermutlich nicht aus der Landwirtschaft selbst kommen, sondern aus der Autoindustrie. Dass also die Ablehnung über automatisch-fahrende oder autonome Fahrzeuge sich verändert. Der Elektrifizierung hat er eine sehr große Bedeutung beigemessen. Als Gründe sind hier zu nennen die Steigerung der Effizienz, die Steuerbarkeit und auch die guten Möglichkeiten der Energieübertragung

Im ersten Vortrag des vierten Blockes hat Prof. Kolbe die semantischen Modelle der Kulturlandschaft erläutert. Als wesentliche Herausforderungen hat er Dinge, die sich aus der Nutzung und Bewertung der Daten ergeben, der Zusammenführung der Daten und dann der Frage, wie hier der entsprechende inhaltliche Bezug der Daten dargestellt werden kann, ausgeführt. Und er hat beispielhaft mehr aus der

Bau- und Städteplanung gezeigt, wie solche Systeme auch in die Landwirtschaft zu übertragen sind. Er hat dies mit Beispielen verdeutlicht, bei denen es um die Analyse von landwirtschaftlichen Parzellen bzw. die Analyse von Landwegen ging. Die Perspektive dieser Maßnahme liegt sicherlich darin, eine Virtualisierung des ländlichen Raumes zu erreichen.

Im zweiten Vortrag hat Prof. Pillen sehr ausführlich erläutert, welche Herausforderungen auf genomischer und phänotypischer Ebene in Richtung Ernährung und Pflanzenzüchtung bestehen. In diesem Bereich sind seit 2000 erhebliche Änderungen eingetreten, die sich auch in funktioneller Hinsicht vorteilhaft verändert haben. Er sieht in der Verbindung zwischen Genomik und der Hochdurchsatz-Phänotypisierung, dass beides letztlich zu einer Integration in einer neuen Art der Systembiologie führen kann.

Im dritten Vortrag hat Prof. Götz dann dargestellt, wie die Umsetzungsstrategien im Bereich der Tierernährung und Tierzüchtung aussehen. Er ist weniger von den methodischen Ausgangspunkten, also Genomik und Phänotypisierung ausgegangen, sondern er hat sich mehr in der Rolle eines Dienstleisters gesehen und beispielhaft erläutert, wie im Sinne der Integration heterogener Datenquellen mit Daten aus dem Gesundheitsmonitoring umzugehen ist. Angesichts der bereits erfolgten Umsetzung hat er auch sehr kritisch hinterfragt, ob eigentlich im Bereich der Tierzucht von „Big Data“ überhaupt zu sprechen ist. Ein Punkt, der ja durchaus nach seinen Ausführungen kontrovers zu diskutieren ist. Er sieht Potenziale für die Zukunft in Bild- und Videodateien, die kontinuierlich erfasst werden können, um eben Rückschlüsse auf gesundheitliche Veränderungen in sehr frühzeitiger Form bereits erkennen zu können.

Im letzten Block ging es um die Thematik „Recht, Sicherheit und Ökonomie“. Im ersten Vortrag hat Prof. Martínez zur Problematik des Landwirtschaftsrechts vorgetragen. Problem ist hier, dass im Hinblick auf zwei Bereiche nur reagiert aber kaum agiert werden. Hier haben die Bereiche „Datenschutz“ und „Dateneigentum“ eine ganz herausragende Bedeutung. Er hat aber auch Lösungsansätze gezeigt, wobei

angesichts dieser für alle relativ neuen Entwicklung noch sehr viel geschehen muss, um zu Lösungen zu kommen. Eine seiner Schlussfolgerungen war das Schaffen von normativen Regeln.

Im abschließenden Vortrag von Prof. Bahrs wurden in ganzheitlicher Sichtweise die Vor- und Nachteile der Digitalisierung aus ökonomischer Sicht im Detail erläutert. Seine positive Sichtweise in dieser Hinsicht war, dass durch Digitalisierung die Erträge bei gleichzeitiger Kostenreduktion erhöht werden können. Dies ist jedoch als simplifiziert zu beurteilen, da die Problematik durch erheblich höhere Komplexität gezeichnet ist, wie er abschließend an Beispielen aus der Tierhaltung erläutert hat.

Die Thematik der diesjährigen Hülsenberger Gespräche war in der vorgetragenen Tiefe in vielen Punkten für die meisten Zuhörer und Zuhörerinnen ein sehr neue Thematik. Da in den Vortragsblöcken die relevanten Themenbereiche im Detail behandelt wurden, ist einerseits der Stand der Entwicklung aber andererseits auch deutlich geworden, in welchen Bereichen besonderer Forschungs- und Arbeitsbedarf besteht. Dies betrifft die technische Entwicklung und deren Umsetzung ebenso wie die Lösung der relevanten juristischen und ökonomischen Fragen. Es wird also in den kommenden Jahren eine die Wissenschaft ebenso wie die Praxis weiterhin begleitende und auch herausfordernde Thematik bleiben.

Schlussworte



Meine sehr verehrten Damen und Herren,

die 27. Hülsenberger Gespräche standen unter einem hochaktuellen interdisziplinären Thema: Landwirtschaft und Digitalisierung und im Namen des Vorstandes und des Kuratoriums bedanke ich mich ganz herzlich bei allen Referenten, die in vorbildlicher Weise den Intentionen der Veranstalter gefolgt sind und die Themen nicht nur aus Sicht der neuesten Erkenntnisse dargestellt, sondern auch für die Kollegen der Nachbardisziplinen verständlich erläutert haben. Die nationale und internationale Bedeutung der von Daten getriebenen Wissenschaft dürfte allen Beteiligten deutlich geworden sein.

Die lebhaften Diskussionen wurden von den Diskussionsleitern im zeitlichen Ablauf der Tagung gut geführt, so dass der Ablauf der Gespräche wie vorgegeben in dem gesetzten Zeitrahmen ablaufen konnte. Ich danke den Diskutanten, die durch ihre Wortmeldungen aktiv die Gespräche zu dem werden ließen, wie es den Zielvorgaben entspricht. Eine Anmerkung möchte ich noch zu der Auswahl der Referenten machen.

Herr Kollege Bahrs und meine Kollegen im Kuratorium haben den Vorstand bei der Auswahl der Themen und der Referenten sehr unterstützt, vielen Dank. Es war nicht ganz einfach, da schwerpunktmäßig Nachbardisziplinen einbezogen wurden, die diese Veranstaltung nicht kannten und die Motivation für die Themen musste hin und wieder angeregt werden.

Wie bei den vorhergehenden Hülsenberger Gesprächen so beehrten uns die Eigentümer der Schaumann-Gruppe, die Brüder Charles-Anton Seiller und Olivier Seiller, die mit großem Interesse den Vorträgen und Diskussionen gefolgt sind. Ich danke den Gesellschaftern und Inhabern der Schaumann Gruppe für die großzügige Förderung der Stiftung, die sich nicht nur in den finanziellen Zuwendungen, sondern auch in ihrem aktiven Interesse an den Hülsenberger Gesprächen widerspiegelt. Mein Dank gilt ebenso den anwesenden Vorstandsmitgliedern Herrn Arnemann, Herrn Dr. Mathies und Herrn Dr. Pricker.

Mein Dank gilt den Mitarbeitern der Firma Schaumann ohne deren Hilfe die Tagung nicht durchgeführt werden könnte. Hierfür danke ich vor allem Herrn Schramm, Frau Mull, aber besonders den Damen im Tagungsbüro Frau Peters und Frau Börnecke. Ferner Herrn Dr. Pecher für die technische Assistenz bei den Präsentationen.

Herr Dr. Weisthoff hat in seinen Eingangsworten auf den Physiker Steve Hawking hingewiesen. Mit dem Zitat „Der größte Feind des Wissens ist nicht Unwissenheit, sondern die Illusion wissend zu sein.“ Anlässlich dieser 27. Hülsenberger Gespräche wurden wir mit dem komplexen Thema Digitalisierung vertraut gemacht. Unwissenheit in manchen Bereichen liegt sicher noch vor.

Ein Kollege der Physik wies kürzlich darauf hin – Galileo und Kepler forschten mit wenigen Daten und haben sich mit den Theorien intensiv auseinan-

dergesetzt; heute haben wir Milliarden von Daten und die sogenannten Super-Computer stehen zur Verfügung. Es entwickelt sich eine neue Art der Wissenschaft in einem datengetriebenen Zeitalter, dessen Entwicklung durch exponentielle Wachstumsgesetze von Datenmengen, Rechnern und Speicherkapazität beschleunigt wird-. Super-Computer sind vorhanden und Algorithmen und E-Learning versuchen nutzbare Informationen herauszufiltern. Doch wir haben es mit den komplexen Organismen und Pflanzen zu tun und daher stehen gewaltige Datenmengen zur Verfügung. Mit einfachen Modellen ist es sicher nicht getan, es fehlt an Grundlagenforschung sodass wir darüber nachdenken sollten in diesen Bereich zu intensivieren, damit wir nicht nur den Algorithmen folgen, die von Mathematikern bzw. Informatikern entwickelt werden.

Ich persönlich konnte aus den Beiträgen Forschungsbedarf erkennen. Die Wissenschaftler und betroffene Wirtschaft sind gefordert diesen Bereich schwerpunktmäßig zu bearbeiten, damit weiter nutz-

bare Ergebnisse und Techniken umgesetzt werden können. Es sind schon spannende Zeiten und den Nachwuchswissenschaftlern stehen neue und interessante Wissensgebiete offen.

Die diesjährigen Hülsenberger Gespräche werden wieder in einer Broschüre in der gewohnten Form mit den Diskussionsbeiträgen gedruckt und die dazugehörige CD steht auch zur Verfügung. Ich bitte die Referenten Ihre Manuskripte baldmöglichst nachzureichen, sofern sie noch nicht vorliegen. Das Heft wird voraussichtlich im Oktober an alle Teilnehmer versandt. Hefte von früheren Tagungen können jederzeit angefordert werden. Die nächsten Hülsenberger Gespräche werden 2020 stattfinden, wobei ich um Verständnis bitte, dass sich die Einladungen wieder so an Persönlichkeiten richten werden, die dem Generalthema fachlich verbunden sind. Ich wünsche Ihnen eine gute und sichere Heimfahrt! Freue mich auf ein Wiedersehen und schließe die 27. Hülsenberger Gespräche! Vielen Dank!

Referenten

an den 27. HÜLSENBERGER GESPRÄCHEN 2018

Prof. Dr. Enno Bahrs

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre -410b-
der Universität Hohenheim
70593 Stuttgart
Phon: 0711 45922566 / 015221540327
Bahrs@uni-hohenheim.de

Prof. Dr. Daniel Berckmans

University of Leuven
Division Animal and Human Health Engineering
Kasteelpark Arenberg 30 Box 2456
3001 Leuven / Belgium
room: 00.26
Phon: +32 16 32 17 26 or +32 16 37 74 17
daniel.berckmans@kuleuven.be

Prof. Dr. Wolfgang Büscher

Institut für Landtechnik der
Rheinischen-Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn
Nussallee 5
53115 Bonn
Phon: 0228 732395
buescher@uni-bonn.de

Prof. Dr. Gerhard Breves

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Physiologisches Institut
Bischofsholer Damm 15, Gebäude 102
30173 Hannover
Phon: 0511 856 7271
Gerhard.breves@tiho-hannover.de

Roslyn Chua

Senior Commercialization Manager
Bayer AG
Building 6100
40789 Monheim
Phon: +49 152 09021129
roslynelizabeth.chua@bayer.com

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Gerhard Fettweis

TU Dresden
01062 Dresden
Phon: 0351 46341000ß
Gerhard.Fettweis@tu-dresden.de

Prof. Dr. Kay-Uwe Götz

Institut für Tierzucht der Bayerischen
Landesanstalt für Landwirtschaft
Prof.-Dürrwaechter-Platz 1
85586 Poing
Phon: 089 99141-100
Kai.Uwe.Goetz@LfL.bayern.de

Prof. Dr. Eberhard Hartung

Institut für Verfahrenstechnik der
Christian-Albrechts-Universität
24098 Kiel
Phon: 0431 8802107
ehartung@ilv.uni-kiel.de

Prof. Dr. Ing. habil Thomas Herlitzius
Institut für Naturstofftechnik der Fakultät für
Maschinenbau TU-Dresden
Bergstraße 120
01069 Dresden
Phon: 0351 463 32777
herlitzius@ast.mw.tu-dresden.de

Prof. Dr. Joachim Herzberg
Institut of Computer Science der
Universität Osnabrück
Wachsbleiche 27
490890 Osnabrück
Phon: 0541 969 2622
joachim.hertzberg@uos.de

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Ernst Kalm
H. W. Schaumann Stiftung
Kollaustraße 105
22453 Hamburg
Phon: 04101 218 4081 / 0172 172 0782
ekalm@tierzucht.uni-kiel.de

Prof. Dr. Wolfgang Kneifel
Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Lebensmittelwissenschaften
Muthgasse 8
A-1190 Wien
Phon: 0043 1 47654 75411
Wolfgang.kneifel@bobu.ac.at

Prof. Dr. Joachim Krieter
Institut für Tierzucht und Tierhaltung der
Christian-Albrechts-Universität
24098 Kiel
Phon: 0431 8802585
jkrieter@tierzucht.uni-kiel.de

Prof. Dr. rer. nat Thomas H. Kolbe
Lehrstuhl für Geoinformatik der
Technische Universität München
Arcisstr. 21
80333 München
Phon.: +49.89.289.22578 / 01742308332
tanja.nyc@tum.de

Univ. Prof. Mag. Dr. Konrad Paul Liessmann
Professur für Methoden der Vermittlung von
Philosophie und Ethik
Institut für Philosophie der Universität Wien
Zimmer A0310
Universitätsstraße 7/III (NIG)
A-1010 Wien
Phon: +43 1 4277 46413
konrad.liessmann@univie.ac.at

Prof. Dr. Jose Martinez
Institut für Landwirtschaftsrecht der
Georg August Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 5
37073 Göttingen
Phon: 0551 39 27415
iflr@jura.uni-goettingen.de

Prof. Dr.-Ing. Peter Pickel
Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinen
und Apparatebau (KIMA) der
TU-Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
Phon: 0631 36191 850
PickelPeter@JohnDeere.com

Prof. Dr. Klaus Pillen
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
der Universität Halle
Karl-Freiherr-von-Fritsch-Str.4
06120 Halle
Phon: 0345 - 55 22 680
klaus.pillen@landw.uni-halle.de

Prof. Dr. Markus Rodehutscord
Universität Hohenheim
Institut für Nutztierwissenschaften
Emil-Wolff-Straße 8
70599 Stuttgart
Phon: 0711 459 22420
markus.rodehutscord@uni-hohenheim.de

Prof. Dr. Achim Walter
Institut für Agrarwissenschaften der
ETH-Zürich
Universitätsstraße 2
8092 Zürich / Schweiz
Phon: 0041 44632 3272
achim.walter@usys.ethz.ch

Dr. Wilhelm Weisthoff
H. Wilhelm Schaumann Stiftung
Kollaustraße 105
22453 Hamburg
Phon: 04101 218 2002
wilhelm.weisthoff@schaumann.de

Prof. Dr. Wilhelm Windisch
Technische Universität München (TUM)
Lehrstuhl für Tierernährung
Liesel-Beckmann-Straße 2
85354 Freising-Weihenstephan
Phon: 08161 713552
wilhelm.windisch@wzw.tum.de

Teilnehmer

an den 27. HÜLSENBERGER GESPRÄCHEN 2018

ABEL, Prof. Dr. Hansjörg	Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen
ADAM, Dr. Friedhelm	Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Bad Sassendorf
AMMER, Dr. Stefanie	Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen
ARNEMANN, Reinhold	Union Agricole Holding AG, Pinneberg
ASCHENBACH, Univ. Prof. Dr. Jörg R.	Freie Universität Berlin, Berlin
BAAKEN, Dr. Hermann-Josef	Deutscher Verband Tiernahrung e.V. (DVT), Bonn
BACK, M.Sc. Hans	Universität Hohenheim, Stuttgart
BAHRS, Prof. Dr. Enno	Universität Hohenheim, Stuttgart H. Wilhelm Schaumann Stiftung
BALTISSEN, Dr. Jens	Arbeitsg. Deutscher Rinderzüchter e.V. (ADR), Bonn
BANEMANN, Dr. Dirk	Tilco-Alginure GmbH, Reinfeld
BENNEWITZ, Prof. Dr. Jörn	Universität Hohenheim, Stuttgart
BERCKMANS, Prof. Dr. Daniel	University of Leuven, Leuven, Belgien
BERGFELD, Dr. Uwe	Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Köllitsch
BÖGEL, Dipl.-Ing. Tim	Maschinenbau TU Dresden, Dresden
BORCHARD, Dr. Karsten	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel
BREVES, Prof. Dr. Gerhard	Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover H. Wilhelm Schaumann Stiftung
BRUCKMAIER, Prof. Dr. Rupert	Universität Bern Bern, Schweiz
BRUGGER, M.Sc. Daniel	Technische Universität München (TUM), Freising
BRUNSCH, Prof. Dr. Reiner	ATB Leibniz-Institut für Agrartechnik u. Bioökonomie, Potsdam

BUCHLEITNER, Rudolf	Maria Enzersdorf, Österreich
BUFFLER, M.Sc. Marzell	Technische Universität München (TUM), Freising
BULLA, Dr. Hans-Joachim	H. Wilhelm Schaumann GmbH, Pinneberg
BÜSCHER, Prof. Dr. Wolfgang	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn
BÜTTNER, Dr. Karin	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel
CHUA, Roslyn	Bayer AG CS-DF, Monheim
DÄNICKE, Prof. Dr. Sven	Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Braunschweig
DIEKMANN, Dr. Ludwig	Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg
DOLUSCHITZ, Prof. Dr. Reiner	Universität Hohenheim, Stuttgart
ERBE, Dr. Marlina	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Poing
FALKE GIESKE, Dr. Clemens	Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen
FETTWEIS, Prof. Dr. Gerhard	Technische Universität Dresden, Dresden
FRAUEN, Dr. Martin	Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG, Holtsee
FRITZ, Dr. Thomas	Union Agricole Holding AG, Pinneberg
GÄBEL, Prof. Dr. Gotthold	Universität Leipzig, Leipzig
GAULY, Prof. Dr. Dr. Matthias	Freie Universität Bozen, Bozen-Bolzano
GEFKEN, Dr. Ekkehard	Huelsenberg Holding GmbH & Co. KG, Pinneberg
GIESELER, Carsten	fodjan GmbH, Dresden
GOSSEL, Jürgen	UNA-HAKRA Hanseatische Kraftfutterges. mbH, Hamburg
GÖTZ, Prof. Dr. Kay-Uwe	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Poing
GRONAUER, Univ. Prof. Dr. Andreas	Universität für Bodenkultur Wien, Wien, Österreich
GROSS, Dr. Josef Johann	Universität Bern Posieux, Schweiz
GRUBER, Univ. Doz. Dr. Leonhard	Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning, Österreich

HAMMERER, Dr. Johann	Schaumann Holding GmbH, Brunn a. Gebirge, Österreich
HARTUNG, Prof. Dr. Eberhard	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel
HEMETSBERGER, Florian	Universität für Bodenkultur Wien, Wien, Österreich
HERLITZIUS, Prof. Dr.-Ing. Thomas	Maschinenbau TU Dresden, Dresden
HERTZBERG, Prof. Dr. Joachim	Universität Osnabrück, Osnabrück
HESEL, Prof. Dr. Engel	Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig
HINRICHS, Prof. Dr. Dirk	Universität Kassel, Witzenhausen
HÖLKER, Dr. Udo	Schaumann BioEnergy GmbH, Pinneberg
HOFFMANN, Dr. Achim	ISF GmbH, Pinneberg
HUMMEL, Prof. Dr. Jürgen	Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen
JANDRISOVITS, Dipl.- Ing. agr. Gerald	H. Wilhelm Schaumann GmbH, Pinneberg
JANISZEWSKI, Dr. Jörg	Huelsenberg Holding GmbH & Co. KG, Pinneberg
JAROSZEWSKA, Dr. Justyna	Südzucker AG, Mannheim
JUNG, Prof. Dr. Christian	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel
KAGE, Prof. Dr. Henning	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel
KALM, Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Ernst	H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Pinneberg
KAMPF, Dr. Detlef	DLG e. V., Frankfurt
KEMPER, Prof. Dr. Nicole	Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover
KIEFER, Dr. Lukas	Universität Hohenheim, Stuttgart
KNEIFEL, Prof. Dr. Wolfgang	Universität für Bodenkultur Wien Wien, Österreich H. Wilhelm Schaumann Stiftung
KOLBE, Prof. Dr. Thomas	Technische Universität München (TUM), München
KORNBLUM, Dr. Erhard	UNA-HAKRA Hanseatische Kraftfutterges. mbH, Hamburg
KRAMER, Dr. Ewald	ISF GmbH, Pinneberg
KREIENBROCK, Dr. Lothar	Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover

KRIETER, Prof. Dr. Joachim	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel H. Wilhelm Schaumann Stiftung
KRONENBERG, Lukas	ETH Zürich, Zürich, Schweiz
KÜHN, Prof. Dr. Christa	Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN), Dummerstorf
KUNZMANN, Prof. Dr. Peter	Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover
LÉON, Prof. Dr. Jens	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn
LETTNER, Dr. Hans-Peter	Lactosan GmbH & Co. KG, Kapfenberg, Österreich
LIESSMANN, Prof. Dr. Konrad	Universität Wien, Wien, Österreich
LÜHRS, Dr. Friedrich	Seevetal
MATHIES, Dr. Edmund	Union Agricole Holding AG, Pinneberg
MELDAU, Dr. Stefan	KWS SAAT SE, Einbeck
MENCKE, Prof. Dr. Norbert	Bayer Animal Health GmbH, Monheim a. Rhein
MARTÍNEZ, Prof. Dr. José	Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen
MULL, Jutta	EWM GmbH, Pinneberg
NIEMANN, Prof. Dr. Dr. Heiner	Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Neustadt
PASCHER, Dr. Peter	Deutscher Bauernverband e.V., Berlin
PAUSCH, Prof. Dr. Hubert	ETH Zürich, Lindau, Schweiz
PECHER, Dr. Hans-Peter	H. Wilhelm Schaumann GmbH, Pinneberg
PFEIFFER, Johanna	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising
PICKEL, Prof. Dr. Peter	John Deere GmbH & Co. KG, Kaiserslautern
PILLEN, Prof. Dr. Klaus	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale)
PINTER, Andrés	Huelsenberg Holding GmbH & Co. KG, Pinneberg
PRICKER, Dr. Hermann	Union Agricole Holding AG, Pinneberg
RAFFASEDER, Dr. Christian	H. Wilhelm Schaumann GmbH & Co. KG, Brunn a. Gebirge, Österreich

REENTS, Dr. Reinhard	Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V. (VIT), Verden
REINSCH, Prof. Dr. Norbert	Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN), Dummerstorf
RESENHOEFT, Götz	Gut Hülsenberg GmbH, Wahlstedt
RIMBACH, Dr. Martin	ISF GmbH, Pinneberg
RODEHUTSCORD, Prof. Dr. Markus	Universität Hohenheim, Stuttgart H. Wilhelm Schaumann Stiftung
RÖHE, Prof. Dr. Rainer	Scottish Agricultural College-Livestock Group, Edinburgh, UK
SAUERWEIN, Prof. Dr. Helga	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn
SCHELLANDER, Prof. Dr. Karl	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn
SCHINKEL, Otto	Klein Nordende
SCHOLZ, Prof. Dr. Armin	Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), Oberschleißheim
SCHONS, Dr. Hans-Peter	Arbeitsg. Deutscher Tierzüchter e.V. (ADT), Bonn
SCHRAMM, RA Rüdiger	H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Pinneberg
SCHWARZ, Prof. Dr. Frieder	Technische Universität München (TUM), Freising
SEILLER, Dipl. Kfm. Charles A.	H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Hamburg
SEILLER, Olivier M.	H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Hamburg
SONTHEIMER, Dipl.-Ing. agr. Angelika	Winsen (Aller)
STARKE, Prof. Dr. Alexander	Universität Leipzig, Leipzig
STUMPENHAUSEN, Prof. Dr. Jörn	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising
SWALVE, Prof. Dr. Hermann H.	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale)
TEMPEL, Peter	Huelsenberg Holding GmbH & Co. KG, Pinneberg
TETENS, Prof. Dr. Jens	Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen
THALLER, Prof. Dr. Georg	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel
THEUVSEN, Prof. Dr. Ludwig	Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen

TRAULSEN, Prof. Dr. Imke	Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen
VON BREMEN, Dirk	Huelsenberg Holding GmbH & Co. KG, Hamburg
VON BÜLOW, Dr. Detlev	bm Management Partner GmbH, Westensee
WALTER, Prof. Dr. Achim	ETH Zürich, Zürich, Schweiz
WASSMUTH, Prof. Dr. Ralf	Hochschule Osnabrück, Osnabrück
WEIGEND, Dr. Steffen	Friedrich-Loeffler-Institut, Neustadt
WEISTHOFF, Dr. Wilhelm	H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Pinneberg
WENDL, Dr. Georg	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising
WILKENS, Dr. Mirja	Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover
WIMMERS, Prof. Dr. Klaus	Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN), Dummerstorf
WINDISCH, Prof. Dr. Wilhelm	Technische Universität München (TUM), Freising H. Wilhelm Schaumann Stiftung
WINKELMANN, Dr. Jörg	ISF GmbH, Pinneberg
WRENZYCKI, Prof. Dr. Christine	Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen
ZEYNER, Prof. Dr. Anette	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale)

Hülseberger Gespräche von 1965 bis 2018

1965	Themen aus der Fütterungsforschung
1967	Aktuelle Themen aus der Forschung
1969	Probleme bei Hochleistungskühen
1971	Aktuelle Aspekte der Schweineproduktion
1973	Ausgewählte Themen der Schweineproduktion
1976	Fruchtbarkeit beim Rind
1978	Probleme der Ferkelproduktion
1980	Probleme der Rindfleischproduktion
1982	Milch und Milcherzeugung
1984	Wirtschaftseigenes Futter
1986	Tierhaltung – Tiergesundheit – Umwelt
1988	Schweinefleischproduktion
1990	Tierische Erzeugung und Lebensmittelproduktion
1992	Biologisch-technische Entwicklungen in der Tierproduktion
1994	Forderungen der Tiergesundheit in der EU

1996	Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft in einer umweltverträglichen Landwirtschaft
1998	Lebensmittel für eine gesunde Ernährung
2000	Biotechnologie in den Nutztierwissenschaften
2002	Perspektiven für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft in Europa
2004	Mikrobiologie und Tierernährung
2006	Fortschritte in Tierzüchtung und Tierhaltung
2008	Perspektiven der landwirtschaftlichen Energieerzeugung
2010	Wiederkäuerernährung – wesentliche Grundlage für Tiergesundheit, Ressourcenschonung sowie Umwelt- und Klimaschutz
2012	Zusatzstoffe in der Ernährung
2014	Innovative Erzeugung, Konversion und Nutzung agrarischer Biomasse – Zukunftsfeld der Bioökonomie
2016	Die postgenomische Ära: Die Renaissance des Phänotyps
2018	Landwirtschaft und Digitalisierung