

Zur Nutzung innovativer Informationstechnologien in der Landwirtschaft

Prof. Dr. Michael Clasen¹

Stichworte	4
Vorwort	5
1 Chancen und Risiken einer hochgradig digitalisierten Landwirtschaft	6
1.1 Landwirtschaft 2030 - Ein Zukunftsszenario	6
1.2 Ist ein solches Szenario realistisch und wann könnte es Realität werden?	6
1.3 Auswirkungen auf Berufsbild, Strukturwandel und Gesellschaft	7
1.4 Wollen wir den vollständig automatisierten Agrarbetrieb?	8
1.5 Nebendiskussion 1 in separatem Kasten: Die Cloud-Genossenschaft?	8
1.6 Nebendiskussion 2 in separatem Kasten: Datenhoheit und Netzeffekte in der Landtechnik	9
1.7 In ähnlicher Form erschienen als:	10
2 Sicherer Handel mit unbekannten Handelspartnern durch Blockchain-Technologie?	11
2.1 Einleitung	11
2.2 Wie funktioniert eine Blockchain?	11
2.3 Anwendungen in der Landwirtschaft	12
2.4 In ähnlicher Form erschienen als:	13
3 Ein digitales Abbild der Welt - Vom Internet der Dinge zu Digitalen Zwillingen	14
3.1 Wozu die vielen Daten?	14
3.2 Produktionsprozesse dokumentieren und verbessern sich selbständig	14
3.3 Es gibt mehr als nur ein „Internet der Dinge“	15
3.4 Digitale Zwillinge können noch mehr	15
3.5 In ähnlicher Form erschienen als:	16
4 Was ist noch real und was nur virtuell? Technologien der Erweiterten und Virtuellen Realität lassen die Grenzen zwischen Realität und Simulation verschwimmen.	17
4.1 Was sind Erweiterte und Virtuelle Realitäten?	17
4.2 Wo nützen Erweiterte Realitäten der Landwirtschaft?	18
4.3 In ähnlicher Form erschienen als:	19
5 „Computer, bitte füttere die Kühe!“ – Ein persönlicher Assistent für den Betriebsleiter	20

¹ Hochschule Hannover, www.eSimplexity.com

5.1	In ähnlicher Form erschienen als:	21
6	Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft.....	22
6.1	Automatisiertes Entscheiden durch Künstliche Intelligenz	22
6.2	Programmierte oder selbstlernende Systeme	22
6.3	Starke oder schwache KI	23
6.4	Einsatzfelder von KI in der Landwirtschaft	23
6.5	In ähnlicher Form erschienen als:	24
7	Radio Frequenz Identifikation (RFID) - Der Klebstoff, der Daten und Dingen zusammenhält	25
7.1	Daten am Objekt oder in einer Datenbank?	25
7.2	International eindeutige Nummernsysteme	25
7.3	Vorteile der RFID-Technologie	25
7.4	RFID ist nicht gleich RFID.....	26
7.5	Auch NFC ist eine RFID-Technologie	26
7.6	Derzeitige Anwendungen in der Landwirtschaft	27
7.7	Künftige Anwendungen in der Landwirtschaft	27
7.8	In ähnlicher Form erschienen als:	28
8	Additive Fertigung – Von Wachstumsprozessen und 3D-Druck.....	29
8.1	Arten des 3D-Drucks	29
8.2	Vor- und Nachteile des 3D-Drucks.....	30
8.3	Anwendungen in der Landwirtschaft.....	30
8.4	Was könnte noch alles kommen?	31
8.5	In ähnlicher Form erschienen als:	31
9	Wie wissende Computer den Menschen besser verstehen	32
9.1	Zeichen – Daten – Informationen – Wissen.....	32
9.2	EDV oder IT?.....	32
9.3	Ontologien repräsentieren Wissen	33
9.4	Anwendungen von Ontologien	33
9.5	Endlich verstehen sich Mähdrescher und Ackerschlagkartei	34
9.6	In ähnlicher Form erschienen als:	34
10	Farm-Management-Informationen-Systeme – Eine Software für alle Fälle?	35
10.1	Farm-Management-Informationen-Systeme	35
10.2	Nutzen statt Kaufen – Lösungen aus der Cloud	36
10.3	Online-FMIS als Ökosystem für Fremdanbieter.....	36
10.4	Große Veränderungen stehen bevor	38
10.5	In ähnlicher Form erschienen als:	39

11	Von Roboter, Drohnen und Selbstfahrenden Systemen - Eine Ökonomische Betrachtung	40
11.1	Precision Farming oder PI mal Daumen?	40
11.2	Luxus-Roboter als Wegbereiter	41
11.3	Maschinenringe oder Robot-Uber?	41
11.4	Mähdrusch für lau?	41
11.5	Was macht künftig der Mensch?	42
11.6	Separater Kasten: Definition Agrarroboter	42
11.7	In ähnlicher Form erschienen als:	42
12	Biogas zu Künstlicher Intelligenz veredeln!	43
12.1	Wie ländliche Rechenzentren Deutschlands digitale Souveränität stärken könnten	43
12.2	KI treibt Energiebedarf in die Höhe	43
12.3	Rechenzentren dorthin, wo Strom entsteht	43
12.4	Dezentrale Struktur erhöht Sicherheit	44
12.5	Zusatzeinnahme für Betriebe	44
12.6	In ähnlicher Form erschienen als:	45
13	Transanimalismus – Cyber-Dog trifft Insta-Cow	46
13.1	Cyber-Nutztiere und die Zukunft der Mensch-Tier-Beziehung	46
13.2	Tierwohl als Leitidee	46
13.3	Cyber-Tiere als produktive Helfer	46
13.4	Tiere als Medienakteure	47
13.5	Wollen wir Cyber-Tiere?	47
13.6	In ähnlicher Form erschienen als:	47
14	Elektronische Marktplätze in der Landwirtschaft – eine Zwischenbilanz	48
14.1	In ähnlicher Form erschienen als:	50
15	Gebrauchte Maschinen dominieren den Handel auf elektronischen Marktplätzen in der Landwirtschaft!	51
15.1	Durchführung der Befragung	51
15.2	Ergebnisse	51
15.3	Interpretation der Ergebnisse	52
15.4	In ähnlicher Form erschienen als:	53
16	Elektronische Marktplätze in der Landwirtschaft – Ein Resümee	54
16.1	Entwicklung der Anzahl von E-Marktplätzen	54
16.2	USA und Deutschland führend	55
16.3	Gebrauchte Maschinen dominieren	55
16.4	Jeder dritte E-Marktplatz bietet Auktionen an	55
16.5	Größe ist alles	56

16.6	Weitere Erfolgsfaktoren.....	56
16.7	Wie geht es weiter?	57
16.8	In ähnlicher Form erschienen als:	57

Stichworte

Innovation, Landwirtschaft, Farming 4.0, Blockchain, Digitaler Zwilling, Augmented Reality, Persönlicher Digitaler Assistent, Künstliche Intelligenz, KI, AI, RFID, Ontologien, Farmmanagement-Informationssystem, Robotik, dezentrale Rechenzentren, Transanimalismus, Digitale Marktplätze, Electronische Marktplätze, Erfolgsfaktoren

Vorwort

Diese Zusammenfassung beinhaltet 16 Artikel von Prof. Dr. Michael Clasen (www.eSimplicity.com), die in den Jahren 2002 bis 2026 in diversen landwirtschaftlichen Wochenblättern in Deutschland erschienen sind. Da diese Artikel überwiegend online nicht verfügbar sind oder hinter einer Bezahlschranke liegen, der Autor aber weiterhin im Besitz der Publikationsrechte ist, soll mit dieser Publikation die freie Verfügbarkeit der Texte im Internet sichergestellt werden.

In den Artikeln 1 bis 13 werden innovative Technologien oder Konzepte der Wirtschaftsinformatik vorgestellt und in einen landwirtschaftlichen Kontext gestellt. Dass die Artikel häufig provozieren und Praktiker z.T. irritieren, ist durchaus gewollt. Sie sollten dazu anregen, liebgewonnene Prozesse neu zu denken und ggf. über Bord zu werfen. Dem Autor ist bewusst, dass nicht jeder Aspekt zu Ende gedacht wurde und zur Zeit der Publikation diverse praktische Probleme einer sofortigen Realisierung im Wege stehen konnten.

Dennoch oder vielleicht gerade deshalb hat vor allem der erste Artikel dieser Zusammenstellung (Kapitel 1) 2017 ein beachtliches Echo erfahren. Durch die Publikation dieses Artikels wurde ich zu zahlreichen Fachvorträgen eingeladen, so dass meine Thesen dort mit Praktikern diskutiert werden konnten. In diesem ersten Artikel „Chancen und Risiken einer hochgradig digitalisierten Landwirtschaft“ wurde erstmalig das Konzept der Industrie 4.0 (also die Selbststeuerung von Produktionsprozessen) konsequent auf die Landwirtschaft übertragen. Dass sich nun also das Feld als elementare Produktionseinheit selbst beackern sollte, war für viele Leser und Zuhörer eine Zumutung. Bestätigung erhielt ich aber auf einem Fachvortrag bei der Jungen DLG in Frankfurt, wo mir zwei besonders engagierte Agrarstudenten im Nachgang beim Bier eröffneten, dass dieser Artikel ausgedruckt in deren Studenten-WG an der Pinnwand in der Küche hängen würde, und sie nahezu täglich darüber diskutieren würden. Mehr Lob kann ein Autor nicht erhalten.

Bestätigt durch den Erfolg dieses Startartikels wurde mit der „Land & Forst“ (das landwirtschaftliche Wochenblatt in Niedersachsen) vereinbart, weitere Artikel zu aktuellen Themen der Informatik vorzustellen und in einen landwirtschaftlichen Kontext zu stellen. Der provokative und in die Zukunft gerichtete Charakter sollte beibehalten werden. Diese Folgeartikel sind in dieser Zusammenstellung in der Reihenfolge ihrer Erstpublikation aufgenommen. Sie sind überwiegend in den Jahren 2018 und 2019, zunächst in der „Land & Forst“ und etwas später in weiteren landwirtschaftlichen Wochenblättern erschienen. Die behandelten Themen waren Blockchaintechnologie, Internet der Dinge, Digitale Zwillinge, Augmenten Reality, Persönliche Digitale Assistenten, KI, RFID, Ontologien, Farmmanagement-Informationssysteme und Robotik. 2016 erschien ein Artikel zu dezentralen Rechenzentren an Biogasanlagen (Kapitel 12). Den sehr provokanten Artikel zum Transanimalismus (Kapitel 14) wollte bisher keine Redaktion publizieren. Aber vielleicht findet sich noch ein mutiger Redakteur.

Die Artikel der Kapitel 14 bis 16 sind älter. Sie entstammen den Jahren 2002 bis 2006 und fassen die Ergebnisse der Promotion des Autors am Institut für Agrarökonomie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel zusammen. Der Artikel aus Kapitel 16 fasst die Ergebnisse der gesamten Dissertation für ein nichtwissenschaftliches Fachpublikum zusammen. Die Artikel aus Kapitel 14 und 15 sind Publikationen von Ergebnissen zweier Voruntersuchungen. Der Artikel aus Kapitel 15 wurde während eines Forschungsaufenthalts an der University of Western Australia (UWA) verfasst.

1 Chancen und Risiken einer hochgradig digitalisierten Landwirtschaft

Automatisierung findet in der Landwirtschaft seit vielen Jahrzehnten statt. Während bisher vor allem kraftaufwändige Tätigkeiten Maschinen übertragen worden sind, werden künftig auch Planungen, Entscheidungen und Steuerungsprozesse von künstlichen Intelligenzen übernommen und somit automatisiert. Es stellt sich also die Frage, welche Rolle der Landwirt in einer hochgradig digitalisierten Landwirtschaft noch spielen wird und welche Chancen und Risiken ein solches Zukunftsszenario aufweist. Der technische Fortschritt der nächsten Jahre könnte die Landwirtschaft stärker verändern als die Erfindung des Schleppers.

1.1 Landwirtschaft 2030 - Ein Zukunftsszenario

Folgendes Szenario wird im Jahre 2030 vermutlich technisch realisierbar sein: Am Beginn eines Wirtschaftsjahres legt der Landwirt fest, welche Früchte auf welchen Schlägen angebaut und welche Mengen an Milch oder Fleisch produziert werden sollen. Hierfür erhält er Vorschläge von einer Planungssoftware, die ökonomisch sinnvolle Varianten auf Basis aller im Internet verfügbaren Prognosedaten errechnet hat. Der Landwirt ändert einen aus seiner Sicht plausiblen Anbauplan ein wenig ab und gibt ihn zur Produktion frei. Die Umsetzung dieses Produktionsplanes liegt nun in der Verantwortung der jeweiligen Produktionssysteme. Produktionssysteme sind Schläge oder Ställe, die um eine Art „Geist“ oder „Bewusstsein“ erweitert wurden. Dieser „Geist eines Schlages“ ist in Wirklichkeit eine im Internet ausgeführte Instanz sogenannter Agenten-Softwaresysteme, die sich um die bestmögliche Erreichung der gesteckten Ziele kümmern. Hierfür stehen den Feld- und Stall-Agenten alle Informationen des Internets,

sowie ein physischer Fuhrpark aus automatisierten Drohnen, Schleppern, Bodenbearbeitungs- und Erntemaschinen bzw. Fütterungsautomaten, Melkrobotern und weiteren Geräten zur Verfügung. Ein Feld könnte beispielsweise im Herbst feststellen, dass es Zeit sei, eingesät zu werden. Für die genaue Terminplanung bezieht es Wetterprognosen aus dem Internet, schickt aber sicherheitshalber zusätzlich eine Drohne zum Feld, um die tatsächliche Feuchtigkeit auf dem Acker zu messen. Ist der ideale Zeitpunkt ermittelt, bucht das Feld (bzw. sein Softwareagent) über digitale Marktplätze im Internet eine Drillmaschine, die mit der Einsaat beauftragt wird. Die Drillmaschine (bzw. ihr Softwareagent) ist nun dafür zuständig, genügend Saatgut der richtigen Sorte und Qualität einzukaufen, sowie eine Zugmaschine zu buchen, was ebenfalls über digitale Marktplätze erfolgt. Auf diese Art und Weise würden Produktionsziele immer weiter in spezifische Teilziele heruntergebrochen und einer speziellen Entität (Feld, Stall, Drillmaschine, Schlepper etc.) zur Erledigung übertragen. Teilziele, die von einer Entität nicht selbst erledigt werden können, werden, quasi als Unterauftrag, an eine andere Entität übergeben. Visionen einer sich selbst steuernden Landwirtschaft wie diese werden derzeit unter dem Begriff Farming 4.0 oder Landwirtschaft 4.0 diskutiert.

1.2 Ist ein solches Szenario realistisch und wann könnte es Realität werden?

Ein Szenario wie dieses klingt nach Science-Fiction, und vermutlich fallen jedem praktizierenden Landwirt sofort mehr als 20 Argumente ein, warum dies niemals Realität werden kann. Und in der Tat können ein großer

Stein im Boden, ein festgefahrener Maishäcksler oder Verständnisschwierigkeiten zweier Maschinen aufgrund mangelnder Kompatibilität, Produktionssysteme wie diese abrupt zum Stehen bringen. Dennoch spricht einiges dafür, dass diese Probleme nach und nach gelöst werden. So sind die meisten notwendigen Technologien prinzipiell bereits heute vorhanden und die Gründe, für die derzeit noch allzu häufig auftretenden Kommunikationsprobleme zwischen Maschinen unterschiedlicher Hersteller, sind eher in politischen oder ökonomischen Überlegungen einiger Akteure als in fehlenden Standards zu suchen.

Ein bedeutender Treiber in Richtung sich selbststeuernder Systeme wird der rasante Fortschritt im Bereich der künstlichen Intelligenz sein. Maschinen werden künftig viel schnellere, aber auch viel bessere Entscheidungen als ein Mensch treffen, sodass dieser hier nicht mehr wettbewerbsfähig sein wird. Wer hätte es beispielsweise vor 15 Jahren für möglich gehalten, dass ein fahrerloser PKW unfallfrei durch die USA fährt und dabei auch in Innenstädte durchquert. In weiteren 15 Jahren werden wir vermutlich eine gesellschaftliche Diskussion führen, ob es aus Sicherheitsüberlegungen überhaupt noch akzeptabel ist, Menschen das Führen von Fahrzeugen zu erlauben, da diese zu viele Fehler machen und somit Menschenleben gefährden. Diese Entwicklung wird auch die Landwirtschaft grundlegend verändern.

Ab wann mit solchen Systemen zu rechnen ist, ist schwer vorherzusagen. Typisch für Entwicklungsprozesse mit starkem IT-Bezug ist jedoch ihr exponentieller Verlauf. Dies bedeutet, dass sich Fortschritte anfangs nur sehr langsam einstellen, sich dann aber ab einem kritischen Punkt nahezu explosionsartig entwickeln. Dies hat den fatalen Nebeneffekt, dass Kritiker anfangs lange Recht behalten und sich viele in einer trügerischen Sicherheit wähnen, dass wohl doch alles beim Alten bleiben würde. Wenn sich dann aber die neue

Technologie schlagartig durchsetzt, ist es für eine ökonomische Reaktion meist zu spät. Der Fotofilmhersteller Agfa kann als prominentes Negativbeispiel dienen, was es bedeutet, einen Trend (hier zur Digitalfotografie) verpasst zu haben. Für Agfa war die Folge die Insolvenz.

1.3 Auswirkungen auf Berufsbild, Strukturwandel und Gesellschaft

Prognosen über die Zukunft sind kaum möglich. Wer es dennoch versucht, sieht sich im Nachhinein häufig dem Spott derer ausgeliefert, die es immer schon besser wussten. Dennoch sollte man auf die Zukunft vorbereitet sein. Zukunftsszenarien wie dieses können dazu dienen, über mögliche Auswirkungen nachzudenken, diese zu diskutieren und ggf. notwendige gesellschafts-politische Maßnahmen vorzudenken.

Sollte sich das oben geschilderte Szenario als in Ansätzen richtig erweisen, wären die Auswirkungen auf das Berufsbild des Landwirts, den ländlichen Raum und die Gesellschaft gravierend. Ein Landwirt wird in einem solchen Szenario kaum noch operativ tätig sein, sondern sich überwiegend mit strategischen Entscheidungen und Zielvorgaben auseinandersetzen. Dokumentationen werden vollständig automatisch erfolgen. Die Produktionsprozesse werden für jedermann zu 100% transparent sein und politische Zielvorgaben werden vollständig umgesetzt. Trickserien werden unmöglich. In einer Zwischenphase wird der Landwirt vermutlich auch als mobiler Problemlöser tätig sein, der immer dann einspringt, wenn das hochautomatisierte Produktionssystem in einer Ausnahmesituation alleine nicht weiterkommt.

Ob die technologische Entwicklung weiterhin dazu führen wird, dass Betriebe immer größer werden und kleine aufgeben müssen, ist fraglich. Aufgrund des Wegfalls operativer Tätigkeiten sind Betriebsleiter zwar künftig in der Lage, immer größere Betriebe zu leiten. Auf

der anderen Seite haben digitale Geschäftsmodelle die Eigenschaft, nahezu keine variablen Kosten zu verursachen. Ein Unternehmen, das eine Software mit einer künstlichen Intelligenz zum autonomen Management von landwirtschaftlichen Betrieben entwickelt hat, könnte diese nahezu kostenlos über das Internet jedermann zur Verfügung stellen; ein Trend, den wir bei Google seit Jahren beobachten und auch einige Online-Farmmanagementportale bieten diverse Leistungen kostenlos an. Die Nutzbarkeit dieser „Digitalen Betriebsleiter“ über das Internet, könnte es Eigentümern von kleineren bisher verpachteten Flächen ermöglichen, ihre Schläge wieder selbst zu bewirtschaften. Dies kann gelingen, da operativ kaum noch etwas zu tun ist, nur noch wenig eigenes Know-how benötigt wird und auch ein eigener Maschinenpark entbehrlich ist, da dieser bei Bedarf vom autonomen Produktionssystem hinzugemietet wird. Ein Einkommen wird in diesem Szenario wohl überwiegend aus der Bereitstellung des Bodens bezogen und nicht mehr aus der eigenen Arbeitsleistung.

Denkbar wäre in einem solchen Szenario auch, dass sich die Landwirtschaft zerteilen wird: Erstens in einen hochautomatisierten und somit hochproduktiven Bereich, der Nahrungsmittel einer gesellschaftlich definierten Qualität zu sehr niedrigen Kosten nahezu automatisch erzeugt. Die Preise für diese Produkte werden vermutlich weiter sinken. Daneben könnte sich ein vordergründig irrationaler, nostalgischer Nischenmarkt halten, auf dem Menschen bewusst höhere Preise für Waren bezahlen, denen sie aufgrund ihrer weniger perfekten Produktionsweise einen höheren Wert beimessen. Ähnliche Entwicklungen sehen wir heute bereits bei teuren mechanischen Uhren oder Oldtimern, die gemessen am technischen Optimum viel zu teuer sind.

1.4 Wollen wir den vollständig automatisierten Agrarbetrieb?

Diese Frage ist wahrscheinlich irrelevant. Auf globalen Absatzmärkten wird ein Anbieter seine Wettbewerbsfähigkeit verlieren, wenn er auf Kostensenkungspotentiale durch weitere Automatisierung verzichtet, zumal dies aus Verbrauchersicht durchaus wünschenswert ist. Der technologische Fortschritt findet derzeit vor allem in den großen IT-Unternehmen im Silicon Valley statt. Nicht deutsche Universitäten oder die Europäische Kommission geben den Takt vor, sondern Google, IBM und Co. Die Einflussmöglichkeiten nationaler Verbände und Politik werden somit beschränkt sein. Dennoch sollten wir jetzt eine gesellschaftliche Diskussion zu diesem Thema führen, um die gravierendsten Auswirkungen dieser Entwicklungen abzumildern.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich die Landwirtschaft in den nächsten Jahren stärker verändern wird als jemals zuvor.

1.5 Nebendiskussion 1 in separatem Kasten: Die Cloud-Genossenschaft?

Unter Cloud-Lösungen versteht man Dienste, die über das Internet (die Cloud) erreichbar sind. Dies können Dienste zur Speicherung von Daten sein oder auch Anwendungen wie z.B. große Farmmanagementsysteme. Viele Landwirte stellen sich die Frage, ob Cloud-Lösungen eine sichere Alternative für die Betriebsführung sind. Um diese Frage zu beantworten, muss zwischen Datensicherheit und Datenschutz unterschieden werden. Daten sind *sicher*, wenn sie nicht versehentlich verloren gehen. Datenschutz bedeutet dagegen, dass Daten nicht missbräuchlich genutzt werden; also dafür gesorgt wird, dass bestimmte Daten an bestimmten Orten gelöscht werden oder dort gar nicht erst gespeichert werden. Datensicherheit ist quasi das Gegenteil von Datenschutz und somit keinesfalls ein Synonym.

Bzgl. der Datensicherheit sind Cloud-Lösungen der lokalen Speicherung auf dem eigenen Betrieb klar überlegen. Das Internet vergisst keine Daten. Durch professionelle Datensicherung in Rechenzentren auf mehreren Kontinenten gleichzeitig würden die Daten in der Cloud wahrscheinlich sogar einen Atomkrieg überleben, bei Speicherung auf dem eigenen Betrieb wohl nicht einmal einen Brand im Büro des Betriebsleiters, selbst wenn regelmäßige Datensicherungen auf einer externen Festplatte durchgeführt worden sind.

Was passiert aber mit meinen Daten in der Cloud? Dass ein seriöser Cloud-Dienstanbieter meine Daten verkauft, ist unwahrscheinlich. Es ist aber nicht auszuschließen, dass dieser gehackt wird und die Betriebsdaten dann im Internet öffentlich werden. Die Möglichkeit eines „Hacks“ besteht aber auch für den eigenen Betriebsrechner und wahrscheinlich ist dieser sogar schlechter geschützt als die Server eines Cloud-Anbieters. Vermutlich überwiegen die Vorteile der Datenspeicherung in der Cloud die Risiken, zumal viele Betriebe auch heute schon Betriebsdaten beispielsweise an Buchführungsverbände herausgeben.

Vielleicht könnte eine genossenschaftliche Lösung eine Alternative sein. Landwirte könnten eine Datengenossenschaft gründen, die die Daten aller Genossen professionell in einer eigenen Cloud speichert und selbst darüber entscheidet, was mit diesen Daten geschieht. Vermutlich wäre diese Lösung aber deutlich teuer als die Nutzung der Dienste bereits etablierter Anbieter.

Die sich derzeit entwickelnden Online-Farmmanagementsysteme stellen ebenfalls eine interessante Alternative zu Ackerschlagkartei oder Herdenmanagementsystem auf dem eigenen PC dar. Sie bieten ein komplettes Funktionsangebot aus einem Guss, das permanent angepasst und verbessert wird. Updates sind somit nicht mehr nötig. Zusätzlich entfallen Schnittstellen zwischen Geschäftspartnern, die ebenfalls diese Systeme

nutzen. Die Durchgängigkeit der Daten in der Lieferkette wird somit deutlich erhöht.

1.6 Nebendiskussion 2 in separatem Kasten: Datenhoheit und Netzeffekte in der Landtechnik

Wem gehören die Daten, die mein Schlepper auf meinem Acker generiert? Die Antwort befriedigt vermutlich die wenigsten Landwirte: „Grundsätzlich, dem, der sie hat.“ Deutsche Datenschutzgesetze beziehen sich nämlich fast ausschließlich auf personenbezogene Daten. Maschinendaten, die während des Ackerns erhoben werden, sind rechtlich kaum geschützt. Zudem werden über Satelliten, Kamerasystemen in selbstfahrenden Autos und Schleppern, Precision-Farming-Sensoren und Handys immer detailliertere und aktuellere Daten erhoben. Die Datenspür, die unsere Aktivitäten hinterlassen, wird immer breiter. Speichert ein Landtechnikhersteller alle Daten, die seine Maschinen generieren, auf eigenen Servern, gehören diese Daten nicht automatisch dem Landwirt, dem der Schlepper gehört, sondern auch dem Technikhersteller. Hinzu kommt, dass durch KI (Künstliche Intelligenz) diese enorme Masse an Daten auch zu sinnvoll nutzbaren Informationen verdichtet werden kann.

Dies könnte dazu führen, dass auch in die Landtechnikbranche sog. Netzeffekte relevant werden. Unter Netzeffekten versteht man Phänomene, die besagen, dass eine große Nutzeranzahl den Wert des Netzwerkes steigert. Beispiele hierfür wären das Telefonnetz, das Internet und Facebook. Sammelt ein Landmaschinenhersteller bei der Nutzung seiner Maschinen mehr Informationen als ein Konkurrent, werden seine Maschinen intelligenter als die der Konkurrenz. Ein Schlepperhersteller mit vielen Schleppern im Einsatz würde also die intelligentere Schlepperflotte haben, was seine Wettbewerbsfähigkeit weiter erhöht. Dies könnte zu einem ähnlichen Konzentrationsprozess führen, wie wir ihn im IT-Markt mit Google, Facebook & Co.

Beobachten. Die Großen werden also größer und die Kleinen kleiner.

1.7 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2017): Künstliche Intelligenz. Bauernzeitung, 26. Woche 2017, S. 42-44.

Clasen, M. (2017): Landwirtschaft 2030 – ein Zukunftsszenario. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 45. Ausgabe, 71./167. Jahrgang, S. 36-38.

Clasen, M. (2017): Acker bestellt selbst die Drillmaschine. in: Land & Forst, Heft 50, 170. Jahrgang, 14. Dezember 2017, S. 44-47.

Clasen, M. (2018): Schöne neue Welt?. in: f3 farm. food. future. Ausgabe 1/2018, S. 42-45.

Clasen, M. (2018): Wenn die Digitalisierung weit fortgeschritten sein wird in: Badische Bauern Zeitung, Heft 4, 27. Januar 2018, S. 40-41.

Clasen, M. (2018): Wenn Äcker denken lernen. in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 13, 208. Jahrgang, 30.03.2018, S. 26–27.

Clasen, M. (2018): Wie funktioniert die Landwirtschaft 2030?. in: Rheinische Bauernzeitung, Heft 35, 72. Jahrgang, 1. September 2018, S. 20-21.

Clasen, M. (2018): Künstliche Intelligenz - Agronom oder IT-Manager. in: Wochenblatt Magazin für Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz, Heft 6, 27. Oktober 2018, S. 6-9.

2 Sicherer Handel mit unbekannten Handelspartnern durch Blockchain-Technologie?

2.1 Einleitung

Vor nun fast 20 Jahren glaubten viele Experten im Zuge der Interneteuphorie zur Jahrtausendwende, dass digitale Marktplätze den Landhandel revolutionieren würden. Für gebrauchte Landmaschinen mag dies mittlerweile stimmen, ein Großteil der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Einsatzstoffe wird aber weiterhin überwiegend konventionell gehandelt. Ein Grund hierfür war und ist der Mangel an Vertrauen beim Handel mit unbekannten Handelspartnern. Eine neue Technologie behauptet nun, dieses Problem lösen zu können, so dass digitale Marktplätze einen neuen Schub bekommen könnten. Diese neue Technologie ist derzeit in aller Munde und wird für viele kryptisch als „Blockchain-Technologie“ bezeichnet.

Neben sichereren Handelstransaktionen verspricht die Blockchain-Technologie aber noch viel mehr, so dass auch andere Bereiche der Landwirtschaft profitieren könnten. Im Folgenden sollen daher zunächst die technischen Grundlagen erläutert werden, um dann mögliche Einsatzbereiche in der Landwirtschaft aufzuzeigen. Dabei kann dieser Artikel nicht mehr als eine erste Anregung sein und soll dazu aufrufen, selbst für den eigenen Betrieb nachzudenken, ob und wo die Blockchain-Technologie gewinnbringend eingesetzt werden könnte.

2.2 Wie funktioniert eine Blockchain?

Was heute als Blockchain-Technologie diskutiert wird, ist in Wahrheit keine einzelne Technologie, sondern eine je nach Anwendung anders geartete Kombination von mehreren Basistechnologien. Da jede dieser Basistechnologien unterschiedliche Eigenschaften und Aufgaben hat, ist die Diskussion über die Blockchain-Technologie oft verwirrend und z.T. auch widersprüchlich.

Notwendige Basistechnologien der Blockchain-Technologie sind:

- a) die **Blockchain** (Kette von Informationsblöcken) im engeren Sinne,
- b) das **Hashing** (eine Art Quersumme über die gespeicherten Informationen),
- c) die **digitale Signatur** mit Fremd- und Privatschlüssel,
- d) die **distributed ledger technology** (eine Art verteiltes Kassenbuch) und
- e) **smart contracts** (intelligente, sich selbst ausführende Verträge).

Im Zusammenspiel ermöglichen es diese Technologien z.B. Handelstransaktionen von jedem nachvollziehbar und nicht-manipulierbar auszuführen, ohne dass es einer neutralen dritten Partei (trusted third party) bedarf, die die korrekte Abwicklung der Transaktion garantiert.

Eine **Blockchain** ist im Grunde ein besonders fälschungssicheres Kassenbuch oder Journal, in dem alle Handelstransaktionen oder andere Daten aufgezeichnet werden. Die besonders hohe Fälschungssicherheit wird im Wesentlichen durch zwei Mechanismen erreicht. Zum einen durch das **Hashing** von Blöcken von Einträgen und zum anderen durch die dezentrale und redundante (also mehrfache) Speicherung der Blockchain auf den Computern aller Beteiligten über das Internet.

Um eine Handelstransaktion fälschungssicher zu dokumentieren, werden die Informationen über die Transaktion in das digitale Kassenbuch, also die Blockchain geschrieben. Der Autor des Eintrages signiert diese mit einer Art privatem Sigel (seinem **Privatschlüssel**), sodass jederzeit zweifelsfrei festgestellt

werden kann, von wem der Eintrag getätigt worden ist. Nach einer festgelegten Anzahl an Transaktionen wird eine Art Quersumme (Hashwert) über die Daten berechnet und am Ende an die Blockchain angehängt. Dabei ist die Berechnung dieses Hashwertes bewusst besonders kompliziert gestaltet, so dass auch moderne Computer eine erhebliche Zeit mit der Berechnung beschäftigt sind. Die weiteren Transaktionsdaten werden dann in einem zweiten Block hinter den Hashwert des ersten Blocks geschrieben, so dass eine Kette entsteht. Da alle weiteren Hashwerte immer auch den jeweils vorigen Hashwert miteinschließen, werden alle Blöcke miteinander verbunden. Sollte nun jemand eine frühe Transaktion ändern wollen, wären alle folgenden Hashwerte der Blockchain für jeden leicht erkennbar falsch. Um die Manipulation zu verschleiern, müssten also alle nachfolgenden Hashwerte aufwendig neu berechnet werden.

Um Manipulationen weiter zu erschweren, wird die Blockchain nicht nur auf einem zentralen Rechner gespeichert, sondern per **distributed ledger technology** redundant auf den Rechnern aller (potentiell) beteiligten Parteien. Jeder hat also seine lokale Kopie der Blockchain auf seinem eigenen Rechner, die über das Internet permanent aktualisiert wird. Im Falle von Bitcoin sind dies vermutlich weit über 10 Millionen Rechner und somit Kopien der Blockchain. Da bei Unstimmigkeiten über die Korrektheit der Daten quasi mit einfacher Mehrheit abgestimmt wird, muss sich ein Angreifer Zugriff auf mindestens 50% aller Rechner des Netzwerkes verschaffen und auf jedem dieser Rechner die Blockchain verändern, was für große Netze nahezu unmöglich ist.

Auf diese Art und Weise schafft es die Blockchain-Technologie, einmal gespeicherte Daten vor nachträglicher Änderung sicher zu schützen. Allerdings schützt die Technologie nicht davor, dass von vornherein falsche Daten in die Blockchain geschrieben werden. Wenn

sich alle Parteien aber am Anfang auf die Richtigkeit der eingegebenen Daten geeinigt haben, ist die Blockchain eine Technologie, auf die alle Beteiligten vertrauen können, und zwar ohne, dass es einer zentralen Autorität wie einer Bank oder einer Börse bedarf, die für die Richtigkeit der Daten und somit der Transaktionen bürgt.

Es liegt auf der Hand, dass eine solche grundsätzlich nahezu fälschungssichere Technologie ideal für die Abwicklung und Dokumentation von Bezahlvorgängen ist: Bitcoin ist daher die prominenteste Anwendung der Blockchain-Technologie.

2.3 Anwendungen in der Landwirtschaft

Übertragen auf die Landwirtschaft könnten künftig Tierbewegungen manipulationssicher gespeichert werden, ohne dass es einer zentralen Stelle bedarf. Ein Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (Hi-Tier) auf Basis der Blockchain-Technologie könnte sicherer, glaubwürdiger und billiger sein. Diese Aussagen ließen sich auf jede Form von Rückverfolgungssystem übertragen, egal ob für Eier, Fleisch, Obst oder Gemüse. Der Einzelhandel überprüft derzeit in einem Pilotprojekt, ob sich mit der Blockchain-Technologie der Europalletten-Pool dezentral verwalten ließe.

In Verbindung mit sog. **Smart Contracts** kann diese Technologie aber noch mehr. Smart Contracts sind Verträge, die in einer Computersprache formuliert wurden und somit von einem Computer ausgeführt werden können. Wenn also die in dem Vertrag definierten Bedingungen eingetreten sind, wird der Computer den Smart Contract selbstständig ausführen und die abgesprochenen Zahlungen anweisen. Ein Landwirt könnte also bereits im Frühjahr einen Vertrag mit einer Mühle abschließen, in dem ausreichend genau festgelegt wurde, dass eine bestimmte Menge Weizen zu einem bestimmten Zeitpunkt geliefert werden soll. Ebenso ist digital verbrieft, wie hoch der zu

zahlende Preis ist, z.B. auch in Abhängigkeit des aktuellen Kurses an den Warenterminmärkten, des Feuchtegehaltes des Weizens oder einer verspäteten Lieferung. Da der Smart Contract in eine Blockchain geschrieben wurde, ist er nachträglich nicht mehr änderbar und wird vom Computer selbständig und zu 100% ausgeführt, wenn die vereinbarten Bedingungen erfüllt sind. Wenn also ein Fuder Weizen bei der Mühle an der Warenannahme steht und durch automatische Probennahme die Qualität festgestellt wurde, wird die Bezahlung des vereinbarten Preises automatisch und von niemandem zu verhindern ausgeführt.

Trotzdem wird die Blockchain-Technologie natürlich nicht alle zentralen Datenbanken ersetzen. Ein großer Nachteil der Blockchain-Technologie ist der enorme Bedarf an Speicher und Rechenleistung. Wenn das Vertrauen in einen Datenbestand auf andere Weise gewährleistet werden kann, z.B. indem sich alle kennen und vertrauen, ist diese Lösung sicherlich vorzuziehen. Tendenziell scheinen Blockchain-Technologien zentralen Lösungen häufig dann überlegen zu sein, wenn viele sich gegenseitig unbekannte Transaktionspartner im Spiel sind und trotzdem ein hohes Maß an Vertrauen notwendig ist.

Ein weiterer prinzipieller Nachteil der Blockchain-Technologie ist, dass Daten in einer Blockchain grundsätzlich für Jedermann öffentlich sind. Natürlich könnten Daten auch verschlüsselt in die Blockchain geschrieben werden, würden dann aber nicht mehr für jeden nachvollziehbar sein, was ja die

ursprüngliche Anforderung an die Blockchain war. In der Praxis wird man vermutlich eine hybride Variante wählen, bei der bestimmte Daten öffentlich in die Blockchain geschrieben werden und auf besonders schützenswerte Daten wie z.B. Handelspreise lediglich verlinkt wird. Die Preise selbst würden dann weiterhin geschützt in einer konventionellen Datenbank gespeichert sein. Hier wird man für jeden Anwendungsfall eine maßgeschneiderte Architektur entwickeln müssen.

Vielleicht kann die Blockchain-Technologie dazu beitragen, den Direkthandel vom Landwirt zum Verarbeiter zu fördern und somit die Erlöse für landwirtschaftliche Erzeugnisse zu erhöhen.

2.4 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2018): Sicherer Handel mit Unbekannten – Blockchain-Technologie. in: Land & Forst, Heft 47, 171. Jahrgang, 22. November 2018, S. 50-51.

Clasen, M. (2018): Sicherer Handel mit unbekannten Handelspartnern. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 4. Ausgabe, 73./169. Jahrgang, 26.01.2019, S. 54-55.

Clasen, M. (2018): Sicher handeln im Internet. in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 11, 15.03.2019, S. 52-53.

Clasen, M. (2018): Sicherer Handel mit unbekannten Partnern. in: BWagrar, Heft 16, 186. Jahrgang, 20.04.2019, S. 16-17.

Clasen, M. (2018): Sicherer Handel mit unbekannten Partnern?. in: Rheinische Bauernzeitung, Heft 30, 73. Jahrgang, 27. Juli 2019, S. 14-15.

3 Ein digitales Abbild der Welt - Vom Internet der Dinge zu Digitalen Zwillingen

3.1 Wozu die vielen Daten?

Warum speichern wir heutzutage eigentlich so viele Daten? Auf diese berechnete Frage gibt es zwei prominente Antworten: Zum einen dokumentieren Daten Prozesse, was wichtig werden kann, wenn jemand nachträglich Auskunft über einen Prozess erhalten möchte. In der Landwirtschaft fallen uns dazu sofort diverse z.T. gesetzlich vorgeschriebene Rückverfolgungssysteme ein, die den Verbraucher bei Bedarf darüber informieren, auf welchem Hof sein Frühstücksei gelegt wurde und wie glücklich das Huhn dabei gewesen ist. Zum anderen kann aus Daten der Vergangenheit für die Zukunft gelernt werden. Wer viel über die Vergangenheit weiß, sollte heute die besseren Entscheidungen für morgen treffen können. In einer wettbewerbsorientierten Marktwirtschaft müsste somit derjenige erfolgreicher sein, der die bessere Datenbasis besitzt. Diese Aussage gilt insbesondere, wenn künftig immer mehr Entscheidungen automatisiert von künstlichen Intelligenzen getroffen werden, deren Informationsverarbeitungskapazität die des Menschen deutlich überschreiten wird.

Diesen sogenannten Big Data Ansätzen liegt die Basisüberlegung zu Grunde, dass man heute noch nicht wissen kann, welche Daten später einmal wichtig werden. Daher muss zunächst einmal alles abgespeichert werden, was künftig potentiell wichtig werden könnte. Damit dies nicht zu teuer wird, muss die Erfassung der Daten, sowie ihre Speicherung, Verwaltung und Verknüpfung automatisiert und standardisiert erfolgen. Ein Konzept, das dieses zu leisten verspricht, ist das Konzept des „Internets der Dinge“ (engl.: Internet of Things, oder kurz: IoT). Somit ist das Internet-der-Dinge in seiner heutigen Form kein explizites Computernetzwerk, in dem Daten über Dinge gespeichert werden, sondern lediglich eine

Menge aufeinander abgestimmter Standards, mit deren Hilfe ein konkretes „Internet der Dinge“ entwickelt werden kann. Grundsätzlich werden in einem IoT Daten über Dinge, aber auch über Ereignisse gespeichert.

3.2 Produktionsprozesse dokumentieren und verbessern sich selbständig

Ein Milchbauer könnte beispielsweise anhand dieser Standards Ereignisse in seinem Kuhstall standardisiert dokumentieren und über das konventionelle Internet allen Berechtigten zur Verfügung stellen. Hierzu müsste er zunächst alle relevanten „Objekte“ wie Kühe, Liegeplätze, Melkstände, Futtertröge, Futterlieferungen, Futterlieferanten etc. eindeutig identifizieren können. Dies gelingt, indem zunächst alle Objekte eine weltweit eindeutige Nummer bekommen, die auf einem maschinenlesbaren Datenträger wie einem RFID-Transponder oder Strichcode am Objekt gespeichert ist. An wichtigen Orten wie z.B. dem Melkstand oder dem Futtertrog stehen Lesegeräte, die automatisch erfassen, wann und wo welche Kuh gefressen hat oder gemolken wurde. Ergänzt man die entsprechende Sensorik kann dieser Datensatz um Futtermenge, Milchmenge oder auch Milchqualität ergänzt werden. Einen solchen Datensatz nennt man im Internet der Dinge ein Ereignis oder Event. Die Eventdaten werden dezentral in einer Datenbank gespeichert, die vom Landwirt, von einer Erzeugergemeinschaft oder einem Dienstleister betrieben wird. Lediglich die Information, dass zu einem bestimmten Objekt Informationen in einer bestimmten Datenbank vorliegen, wird an eine zentral betriebene Datenbank gemeldet. Dieses Konzept ähnelt dem eines Domain Name Server (DNS), der für jede www-Adresse

im Internet weiß, auf welchem Server die entsprechenden HTML-Dateien zu finden sind.

Dokumentiert nicht nur der Milchbauer nach diesen Standards, sondern auch der Futtermittellieferant, die Molkerei und der Lebensmitteleinzelhandel, kann ein Lebensmittel lückenlos rückverfolgt werden. Will ein Verbraucher nun wissen, von welchem Futtermittellieferanten das Futter der Kuh stammt, die seine Frühstücksmilch erzeugt hat, muss er nur die weltweit eindeutige Nummer seiner Milchverpackung scannen und an die zentrale Datenbank senden. Sein Smartphone bekommt nun in einem ersten Schritt eine Liste von IP-Adressen von Datenbanken, die Informationen enthalten, die mit seiner Milchpackung verknüpft sind. In einem zweiten Schritt tätigt das Smartphone selbständig je eine Anfrage an die benannten Datenbanken und trägt alle Informationen zur besagten Milchpackung zusammen. Bei Schüttgütern wie Milch oder Kuhschrot kommt eine Rückverfolgung nach diesem Muster aber natürlich an seine Grenzen, da sich Chargen vermischen können.

Werden Produktionsprozesse auf diese Weise dokumentiert, können sie im Nachgang ausgewertet und Schwachstellen identifiziert werden. Über den Vergleich mit ähnlichen Prozessen können die Prozesse kontinuierlich verbessert und best-practice-Ansätze entwickelt werden

3.3 Es gibt mehr als nur ein „Internet der Dinge“

Die hier beschriebene Variante eines „Internets der Dinge“ stammt aus dem Jahre 1999, kommt aus der Konsumgüterindustrie und wurde von den Standardisierungsorganisationen GS1 und ehemals EPCglobal vorangetrieben. Seit einigen Jahren gibt es jedoch konkurrierende Ansätze, die ebenfalls von sich behaupten, das „Internet der Dinge“ aufzubauen. Die wichtigsten Vertreter kommen aus dem Bereich der Sensorik, der Elektro- und der Automobilindustrie. Sensorik-Hersteller versehen ihre Sensoren immer

häufiger mit der Fähigkeit, Messdaten über das Internet auszutauschen, Elektrogeräte-Hersteller vernetzen ihre Geräte ebenfalls immer häufiger über das Internet und auch die Automobilindustrie vernetzt ihre Fahrzeuge, z.B. damit ein vorrausfahrendes Fahrzeug die folgenden Fahrzeuge proaktiv über eine Gefahrenstelle informieren kann. Auch Landmaschinenhersteller sind in diesem Bereich aktiv.

Da diese unterschiedlichen Ansätze ein IoT zu bauen, unterschiedlichen Nutzungen im Auge haben, sind diese Ansätze untereinander inkompatibel. Dies ist bedauerndswert, da es natürlich wünschenswert wäre, dass sich auch ein Schlepper mit einem PKW austauschen könnte, z.B. darüber, dass die Straße am Heckloch verschmutzt wurde und somit Rutschgefahr besteht. Die internationale Normung hat dies erkannt und eine DIN/ISO Arbeitsgruppe etabliert, die an einem Referenzmodell für ein künftig einheitlicheres „Internet der Dinge“ arbeitet, um diese unterschiedlichen Ansätze künftig wieder kompatibel zu machen. Während beim „Internet der Dinge“ nach GS1 der Fokus auf der Dokumentation von Ereignissen liegt, versuchen die anderen Ansätze überwiegend, ein reales Objekt so gut wie möglich digital nachzubilden.

3.4 Digitale Zwillinge können noch mehr

Aufbauend auf dieser zweite Variante eines „Internets der Dinge“ geht das Konzept des „Digitalen Zwillings“ noch einen Schritt weiter. Die Idee ist hier, dass reale Objekte möglichst exakte virtuelle digitale Repräsentanzen bekommen, die um Simulationswerkzeuge erweitert werden. Dabei setzt das Konzept des digitalen Zwillings früher an als der IoT-Ansatz. Ein Digitaler Zwilling wird häufig schon in der Planungsphase eines Objektes erstellt, mit dem dann diverse Simulationen durchgeführt und Schwachstellen frühzeitig erkannt werden können. Ist das bisher nur geplante Objekt irgendwann einmal real hergestellt, versorgt

dieses seinen Digitalen Zwilling über eingebaute Sensorik mit echten Zustands- und Umweltdaten. Aus der Idee eines Objektes ist eine reale Instanz, ein Individuum geworden. Das Konzept ähnelt der Denkweise der objektorientierten Programmierung, bei der Objekte eines bestimmten Objekttyps zur Laufzeit des Programms instanziiert werden.

Entwickelt beispielsweise ein Traktorenhersteller einen neuen Schlepper, entsteht zunächst ein digitales Modell dieses Schleppers, bei dem diverse Funktionen schon vor Produktionsbeginn simuliert werden können. Nach der Fertigstellung einer jeden Einheit dieses Schleppertyps, bekommt diese einen zu Beginn noch leeren Digitalen Zwilling aus der Planungsphase zugeordnet. Erst durch die Nutzung des Schleppers sammelt dieser permanent Betriebsdaten und speichert diese in seinem individuellen Digitalen Zwilling im Internet. Auf diese Weise wird jeder einzelne Schlepper durch Nutzung quasi zu einem Individuum. Er sammelt im wahrsten Sinne des Wortes „Erfahrungen“.

Wenn sich unser Milchbauer aus dem Beispiel einen neuen Futtermischwagen kaufen möchte und sich fragt, ob das favorisierte Modell denn auch in seinen Stall passt, kann er dies mit Digitalen Zwillingen virtuell ausprobieren. Hierzu bräuchte er einen digitalen Zwilling seines Stalls, der vom Architekten während der Bauplanung erstellt wurde. Der über das Internet verfügbare Digitale Zwilling des Futtermischwagens kann dann simuliert im Stall des Landwirts probefüttern. Im Grunde sind es zwei wirklichkeitsnahe

Computersimulationen oder Computerspiele, die miteinander verbunden werden. Im Ackerbau könnte der Digitale Zwilling eines Schleppers mit einem Digitalen Zwilling eines Güllewagens mit dem Digitalen Zwilling eines Schlages durchspielen, ob nach extremen Regenfällen wie im Jahre 2017 die nassen Stellen mit dieser Fahrzeugkombination befahren werden können oder wieviel Zuladung der Güllewagen maximal haben darf.

An dieser Stelle könnte man sich fragen, ob denn auch der Landwirt um einen Digitalen Zwilling ergänzt werden wird. Die Antwort lautet sehr wahrscheinlich – „Ja!“. Ein Google-Account mit Informationen aus Kalender, Mailprogramm, Suchhistorie und Bewegungsmustern kommt einem Digitalen Zwilling seines Nutzers schon recht nahe. Vielleicht geht künftig der Digitale Zwilling eines Landwirts zum Seminar für den Pflanzenschutz-Sachkundenachweis.

3.5 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2019): Ein digitales Abbild der Welt schaffen. in: Land & Forst, Heft 10, 172. Jahrgang, 07.03.2019, S. 56-57.

Clasen, M. (2019): Ein digitales Abbild der Welt – Wozu die vielen Daten?. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 16. Ausgabe, 73./169. Jahrgang, 20.04.2019, S. 44-45.

Clasen, M. (2019): Der Zwilling im Internet. in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 28, 12.07.2019, S. 34-35.

4 Was ist noch real und was nur virtuell? Technologien der Erweiterten und Virtuellen Realität lassen die Grenzen zwischen Realität und Simulation verschwimmen.

4.1 Was sind Erweiterte und Virtuelle Realitäten?

Schon der Begriff der Virtuellen Realität verwundert, da etwas Virtuelles gemeinhin als Gegensatz zu etwas Realem angesehen wird. Virtuelle Realitäten versuchen somit, etwas eigentlich Gegensätzliches miteinander zu verschmelzen. Heutzutage fällt es uns leicht zu unterscheiden, ob wir beispielsweise auf einem realen Schlepper einen realen Acker pflügen, oder ob wir dies nur in einer Computersimulation tun. Künstliche Welten begegnen uns derzeit meist in Romanen, Kinofilmen oder Computerspielen. Aufgrund der beschränkten Darstellungsmöglichkeiten dieser Medien ist es momentan noch einfach feststellbar, ob es sich um künstliche Welten oder um die Realität handelt. Diese klare Grenze wird aber künftig durch innovative Technologien wie „Erweiterte Realität“ (engl. Augmented Reality oder kurz AR) oder „Gemischte Realität“ (engl. Mixed Reality oder kurz MR) zunehmend verschwimmen. Unter dem Begriff „Augmented Reality“ werden Anwendungen zusammengefasst, die überwiegend real sind und nur um wenige künstliche Komponenten ergänzt werden. Der Begriff der „Mixed Reality“ ist allgemeiner und bezeichnet jede Anwendung, die nicht zu 100% real oder zu 100% künstlich ist. 100% künstliche Welten werden als „Virtuelle Realität“ (engl. Virtual Reality oder VR) bezeichnet.

Grundsätzlich sind erweiterte Realitäten ein alter Hut. Jede akustische Warnmeldung, wie sie z.B. Fahrzeuge beim Rückwärtsfahren aussenden, stellen eine einfache Form von „Augmented Reality“ dar. Die natürliche Geräuschkulisse der Umwelt wird durch

künstliche Warntöne ergänzt, sodass wir auf eine Gefahrensituation aufmerksam gemacht

werden. Auch Lautsprecherdurchsagen an Bahn- oder Flughäfen fallen in diese Kategorie. Hier werden Reisende mit nützlichen Informationen wie Zugverspätungen versorgt. Diese einfachen Formen von „Augmented Reality“ können nicht personalisiert, also nicht für einzelne Nutzer maßgeschneidert werden, da alle Bahnfahrer auf dem Bahnsteig dieselben Meldungen hören. Durch den Einsatz von Kopfhörern kann dies gelingen, da nun jedem Nutzer nur die Meldungen durchgegeben werden können, die ihn persönlich betreffen. Auch moderne Hörgeräte verfügen schon heute über Bluetooth-Schnittstellen, mit denen ein Computer der realen Geräuschkulisse künstlich erzeugte Geräusche oder Worte hinzufügen kann.

Im visuellen Bereich existieren sogenannte Head-up-Displays, die schon seit Jahrzehnten in Kampffjets und zunehmend auch in modernen PKWs zum Einsatz kommen. Hierbei werden Informationen wie z.B. zur Navigation direkt in das Sichtfeld des Fahrers auf die Windschutzscheibe des PKWs projiziert. Der Vorteil: Der Fahrer kann die zusätzlichen Informationen wahrnehmen, ohne den Blick von der Straße wenden zu müssen. Eine allgemein einsetzbare Variante dieser Technologie sind Datenbrillen, wie die Google-Brille (Google Glass). Diese werden zum Beispiel bei der Kommissionierung von Lieferungen eingesetzt. Der Lagermitarbeiter bekommt zur jeweils richtigen Zeit eingeblendet, welche Waren er zusammenstellen soll und behält dabei jederzeit beide Hände für seine eigentliche Tätigkeit frei. Der nächste logische Schritt, an dem bereits erfolgreich geforscht wird, wären

Kontaktlinsen, in die visuelle Informationen eingeblendet werden können. Deutlich weiter von einer Serienreife entfernt sind sogenannte „Volumetric Displays“, mit denen virtuelle Welten dreidimensional dargestellt werden sollen. Weiterentwicklungen dieser „Volumetric Displays“ könnten vielleicht einmal als Vorstufen eines künftigen „Holodecks“ bezeichnet werden, wie wir es aus Science-Fiction Serien wie Raumschiff Enterprise kennen.

Grundsätzlich knüpfen diese Technologien an einen oder an mehrere menschliche Sinne an; also dem Hör-, Seh-, Riech- oder Gefühlssinn. Künftig könnte dieser Umweg über unsere Sinne aber wegfallen. Dann nämlich, wenn es besser gelingt, den Computer direkt mit dem menschlichen Gehirn zu verknüpfen. Der Mensch könnte dann auf direktem Wege durch pure Gedankenkraft Steuerimpulse an eine Maschine senden, aber auch Empfindungen direkt von einem Computer erhalten. Die Steuerung von Maschinen durch Gedankenkraft funktioniert z.B. bei elektrischen Rollstühlen für Querschnittgelähmte schon recht gut, die direkte Übermittlung von Empfindungen und Gefühlen von einem Computer an das Gehirn eines Menschen steckt aber noch in den Kinderschuhen.

4.2 Wo nützen Erweiterte Realitäten der Landwirtschaft?

Der Sinn all dieser Technologien ist es, den Menschen bei seinen täglichen Aufgaben zu unterstützen, indem ihm nützliche Informationen möglichst leicht und störungsfrei zur Verfügung gestellt werden. Diese zusätzlichen Informationen sollen ihn in der Regel dabei unterstützen, bessere Entscheidungen zu fällen, leichter zu lernen oder einfach mehr Spaß an einer langweiligen Tätigkeit zu haben.

In der Landwirtschaft fallen als mögliche Einsatzfelder als erstes die Einblendung von Zusatzinformationen bei der Bedienung von Landmaschinen ein. Einem Schlepperfahren

können Navigationsinformationen oder Warnmeldungen nicht wie bisher akustisch, sondern auch optisch ins Sichtfeld eingeblendet werden. Diese offensichtlichen Einsatzfelder von MR, also überall dort, wo ein Mensch entscheidet oder steuert, werden aber vermutlich nur ein vorübergehendes Phänomen sein. Sobald sich Maschinen komplett selbst steuern, wird MR an dieser Stelle wieder überflüssig. Eine weitere Anwendung sind Systeme, die Monteuren bei der Reparatur von Maschinen die benötigten Informationen direkt ins Sichtfeld einblenden. Anwendungen dieser Art stehen kurz vor der Marktreife.

Deutlich innovativer ist die Idee eines Herstellers von Geländewagen, der bereits vor einigen Jahren einen Prototyp entwickelt hat, bei dem auf Knopfdruck der Vorderwagen samt Motorhaube durchsichtig wurde. Durch Kameras unter dem Vorderwagen wird ein Bild aufgezeichnet und so ins Sichtfeld des Fahrers eingespiegelt, dass dieser anstatt seiner Motorhaube die Spurrinnen und Felsbrocken darunter sieht, was das Fahren im schweren Gelände stark vereinfacht. Diese Technologie könnte auch für einige vorn am Schlepper montierte Bodenbearbeitungsgeräte nützlich sein. Schlepper mit optisch wenig attraktiven, da steil abfallenden Motorhauben wären somit entbehrlich.

In der Innenwirtschaft könnte „Augmented Reality“ eingesetzt werden, um z.B. kranke Tiere in einer Herde optisch deutlich sichtbar zu machen. Wenn Sensoren erkennen, dass ein Schwein Fieber hat, könnten diese Informationen an die VR-Brille des Landwirts gesendet werden, so dass alle Schweine mit Fieber dunkelrot eingefärbt werden, die mit Schnupfen dagegen blau.

Ist ein landwirtschaftlicher Betrieb durch Technologien wie dem „Internet der Dinge“ ausreichend gut digital erfasst, könnten sämtliche Entscheidungen zunächst virtuell in einer Art Computerspiel durchgeführt und somit simuliert werden. Erst wenn feststeht,

dass das Ergebnis zufriedenstellen ist, wird die Tätigkeit automatisch in der Realität durchgeführt. Ein großer Vorteil von Simulationen ist die Möglichkeit, falsche Entscheidungen einfach wieder rückgängig zu machen. Hochauflösende optische Simulationen auf dem Acker könnten eine Anwendung sein, die das häufig geforderte „5G an jeder Milchkanne“ benötigen würden.

Auch wäre künftig denkbar, einem Schlepperfahrer, der eine monotone Tätigkeit auf einem großen Schlag ausübt, interessante Herausforderungen wie schwer zu befahrende feuchte Stellen oder ungewöhnliche Schlaggeometrien einzuspielen. Der Schlepper erledigt seine monotone Aufgabe weitgehend autonom und der Schlepperfahrer spielt gleichzeitig quasi ein Computerspiel auf der Windschutzscheibe des Schleppers und verbessert dabei sein Fahrtalent. Im Notfall, wenn die Automatik an ihre Grenzen stößt, wäre er sofort zur Stelle und könnte die Steuerung des Schleppers manuell übernehmen.

Gerade in der Landwirtschaft wäre eine weitere, einzigartige, aber ethisch problematische Anwendung Virtueller Realitäten denkbar. Es wäre möglich, auch Tieren eine künstliche Wirklichkeit vorzuspielen. Dadurch könnte das Verhalten der Tiere in gewünschter Weise beeinflusst oder ihr Wohlbefinden gesteigert werden.

Diese Gedankenexperimente kommen denen im Kinofilm „Matrix“ recht nahe, in dem Menschen zur Energiegewinnung gehalten, ihnen aber eine „schöne Realität“ vorgegaukelt wurde. Man muss wohl nicht alles umsetzen, was technisch machbar sein wird. Aber wir sollten jetzt damit beginnen, eine gesellschaftliche Diskussion darüber zu führen.

4.3 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2019): Es gibt nicht nur eine Wirklichkeit. in: Land & Forst, Heft 13, 172. Jahrgang, 28.03.2019, S. 61-63.

Clasen, M. (2019): Digitale Zusatzinformationen. in: Bauernzeitung, 22. Ausgabe, 60. Jahrgang, 31.05.2019, S. 30-31.

Clasen, M. (2019): Technologien lassen die Grenzen zwischen Realität und Simulation verschwimmen. - Was ist noch real und was nur virtuell? in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 23. Ausgabe, 73./169. Jahrgang, 08.06.2019, S. 34-35.

Clasen, M. (2019): Handgriffe digital üben?. in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 30, 26.07.2019, S. 50-51.

Clasen, M. (2019): Mehr als nur Kopfkino. in: Landwirtschaftliches Wochenblatt Baden-Württemberg, Heft 14, 187. Jahrgang, 04.04.2020, S. 28-30.

Clasen, M. (2019): Was ist noch real und was virtuell? in: Rheinische Bauernzeitung, Heft 45, 07.11.2020, S. 24-25.

5 „Computer, bitte füttere die Kühe!“ – Ein persönlicher Assistent für den Betriebsleiter

Welcher Betriebsleiter träumt nicht davon: Einen persönlichen Assistenten zu haben, der ihm lästige Routineaufgaben abnimmt, ihn an wichtige Termine erinnert, Entscheidungen durch gründliche Recherche vorbereitet oder ihn auf günstige Preise für den Verkauf von eingelagertem Getreide aufmerksam macht. Aber wohl nur die wenigsten Betriebe werden sich einen solch hochqualifizierten Mitarbeiter leisten können.

Eine preisgünstige Alternative könnten digitale „Intelligente Persönliche Assistenten“, wie Alexa oder Siri sein. Diese auch als Sprachassistent oder Mobiler Assistent (engl.: „Intelligent Personal Assistant“ oder auch „Virtual Assistant“, kurz: IPA) bezeichneten Dienste werden meist sogar kostenlos angeboten, da für die Anbieter von IPAs ein Anreiz besteht, dass ihre Systeme möglichst intensiv genutzt werden. Häufig genutzte digitale Assistenten verfügen über eine breitere Datenbasis, aus der sie besser lernen können, was ihre Leistungsfähigkeit weiter steigert. Der Nutzer zahlt also auch hier durch die Preisgabe persönlicher oder betrieblicher Daten.

Technisch gesehen besteht ein Intelligenter Persönlicher Assistent aus einer Spracherkennungssoftware, die die gesprochene Sprache in geschriebene Worte übersetzt und semantisch (also inhaltlich) interpretiert. Die Software versucht also die Bedeutung der Spracheingabe zu verstehen. Anschließend muss nach einer Lösung für das Problem gesucht werden und schließlich eine Sprachausgabe formuliert und synthetisiert werden. Als Schnittstelle zwischen Mensch und IPA-Software dient meist ein Smartphone, das den gesprochenen Text digital aufzeichnet und an einen leistungsstarken Server im Web weiterleitet. Dort wird die Sprache analysiert,

interpretiert und eine Lösung für das Problem gesucht. Die Ausgabe erfolgt dann ebenfalls meist über ein Smartphone. Durch diese Form von Arbeitsteilung sind moderne IPAs um Größenordnungen leistungsfähiger als die „Persönlichen Digitalen Assistenten“ der 90er Jahre, die zwar äußerlich bereits eine Ähnlichkeit mit einem Smartphone hatten, aber noch per Eingabestift bedient werden mussten und nicht viel mehr als Adressbuch und Terminkalender mit Erinnerungsfunktion waren. Moderne IPA verwenden sowohl bei der Spracherkennung als auch bei der Lösungsfindung Methoden der Künstlichen Intelligenz.

Schon heutige IPAs wie der Google Assistant oder Apples Siri können Sprache sehr sicher korrekt erkennen und eigene Sätze nahezu korrekt und leicht verständlich formulieren. Ihr Einsatzgebiet reicht von der Steuerung technischer Anlagen („Schalte das Licht im Schweinestall aus!“) über die Beantwortung konkreter Fragen („Wie wird das Wetter morgen?“) bis zur Erledigung von Aufgaben („Kaufe 500 Strohballen“). Google arbeitet derzeit an einem System, das selbständig Termine vereinbart. Unter Berücksichtigung des eigenen Terminkalenders ruft das System eigenständig beispielsweise einen Friseur per Telefon an und führt mit diesem ein Gespräch in normaler (deutscher) Sprache, stimmt den Termin ab und trägt ihn dann in den Kalender des Betriebsleiters ein. Es ist also zu erwarten, dass uns künftig Computer anrufen und mit uns reden wollen.

Vermutlich werden die IPAs irgendwann einen Körper bekommen. Zunächst als computergeneriertes Portrait einer beliebigen Person (ein sog. Avatar) und später womöglich in Form eines physischen Roboters, der den Betriebsleiter dann nicht mehr nur im Internet,

sondern auch ganz real auf einer Verbandssitzung vertreten könnte. Da IPAs vermutlich keine eigenen Ziele verfolgen, würden sie die Interessen des Betriebsleiters wohl besser verfolgen als dies ein menschlicher Assistent täte. Und aufgrund der unbegrenzten Kopierbarkeit zu variablen Kosten von nahezu Null wäre dieser Assistent unbegrenzt leistungsfähig, er könnte sich also beliebig oft klonen und parallel Aufgaben erledigen.

Neben den bereits erwähnten Anwendungen könnten IPA in der Landwirtschaft eine universale Schnittstelle zu diversen Maschinen oder IT-Systemen bilden. Der IPA würde die jeweils richtigen Befehle oder Datenschnittstellen kennen und die in natürlicher Sprache formulierten Anweisungen des Betriebsleiters entsprechend übersetzen. So könnte der Landwirt einer Drille über seinen IPA einfach sagen, wie tief das Saatgut und wie viele Körner pro ha gesetzt werden sollen. Fehlt eine wichtige Information, würde der IPA in natürlicher Sprache nachfragen, um weitere Informationen bitten und sinnvolle Antwortmöglichkeiten vorschlagen. Mittelfristig könnten IPAs der universale Zugang zu allen Computer-Programmen und Apps werden. Die Sprachsteuerung würde endlich die Tastatur und den Touch-Screen überflüssig machen.

Natürlich gehen von IPAs aber auch eine Reihe nicht unerheblicher Gefahren aus. Wie schon bei menschlichen Assistenten, wird auch ein IPA umso nützlicher sein, je mehr er über die Ziele und Vorlieben seines „Herren“ weiß. Da aber die zentrale Intelligenz hinter einem IPA nicht nur diesen IPA steuert, sondern Millionen oder künftig gar Milliarden anderer IPAs, werden die Betreiberkonzerne wie Google, Apple oder Amazon über sehr detailliertes Wissen für sehr viele Menschen verfügen. Die Möglichkeiten des Machtmissbrauchs werden gigantisch sein. Die Stasi wäre von dieser Technologie begeistert gewesen.

Bei Handelsvorgängen drängen sich IPAs zwischen den Betriebsleiter und den

Handelspartner. Sollte der eigene IPA gehackt werden, könnten Wettbewerber oder Handelspartner dies Ausnutzen und den Betriebsleiter zu unvorteilhaften Handelsgeschäften verleiten, vermutlich sogar, ohne dass dieser etwas davon merken wird. Auf der anderen Seite wird es schwer werden, auf Märkten erfolgreich zu handeln, wenn die Gegenseite über digitale Unterstützung verfügt, man selbst aber darauf verzichtet.

Schon in der Vergangenheit war eine gute Sekretärin oft der eigentliche Boss im Betrieb. Sie ließ den Chef im Glauben, dass er die Firma steuere, zog aber selbst die entscheidenden Fäden. Die Geschichte könnte sich zu wiederholen.

5.1 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2019): „Computer, bitte füttere die Kühe“. in: Land & Forst, Heft 18, 172. Jahrgang, 03.05.2019, S. 46-47.

Clasen, M. (2019): „Computer, bitte füttere die Kühe“ – Ein Persönlicher Assistent für den Betriebsleiter. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 24. Ausgabe, 73./169. Jahrgang, 15.06.2019, S. 36-37.

Clasen, M. (2019): „Computer, bitte füttere die Kühe“. in: LZ Rheinland, Heft 28, 186. Jahrgang, 11.07.2019, S. 43-44.

Clasen, M. (2019): „Computer, bitte füttere die Schweine“. in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 41, 11.11.2019, S. 42.

Clasen, M. (2019): „Computer, bitte füttere die Kühe!“. in: Rheinische Bauernzeitung, Heft 3, 18.01.2020, S. 23.

Clasen, M. (2019): „Computer, füttere die Kühe!“. in: Allgäuer Bauernblatt. Heft 25, 88. Jahrgang, 18.06.2020, S. 20-21.

Clasen, M. (2019): „Alexa, füttere die Kühe!“. in: Milchpur, Heft 2, 2021, S. 40-41.

Clasen, M. (2019): Mobile Helfer entlasten bei Routinearbeiten. in: BW agrar, Landwirtschaftliches Wochenblatt Baden-Württemberg, Heft 22, 189. Jahrgang, 04.06.2022, S. 22-23.

6 Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft

6.1 Automatisiertes Entscheiden durch Künstliche Intelligenz

Die meisten körperlichen Arbeiten werden in der Landwirtschaft heutzutage von Maschinen erledigt. Ein Schlepper zieht den Pflug, ein Melkroboter melkt und ein Futterautomat füttert. Die meisten Entscheidungen auf einem landwirtschaftlichen Betrieb werden jedoch noch vom Landwirt getroffen. Dies könnte sich durch Künstliche Intelligenz (KI) demnächst ändern. KI ist im Wesentlichen der Versuch, menschliche Entscheidungen zu automatisieren, also von einem Computer durchführen zu lassen.

Entscheidungen können nach ihrer Häufigkeit unterschieden werden. In Steuer- oder Regelprozessen werden Entscheidungen nicht selten mehrmals pro Sekunde getroffen, die Erkennung und Behandlung von Störungen im Produktionsablauf erfolgt meist im Minuten- bis Stundentakt, Handelsentscheidungen trifft ein Landwirt nur alle paar Tage, Anbauplanungen sogar nur wenige Male pro Jahr und Entscheidungen zur strategischen Ausrichtung des Betriebes nur alle paar Jahre bis Jahrzehnte. Gemeinsam ist allen Typen von Entscheidungen, dass der Entscheider Informationen benötigt, um eine gute Entscheidung treffen zu können. Die Berücksichtigung größerer Informationsmengen führt somit häufig zu besseren Entscheidungen.

Im Bereich der Steuerungs- und Regelprozesse sind Computer dem Menschen schon heute bezüglich der Entscheidungsgeschwindigkeit weit überlegen. Ein Antiblockiersystem (ABS) in einem PKW entscheidet besser, da deutlich schneller als ein Mensch, wann die Bremse kurzzeitig gelöst werden muss, um die Lenkfähigkeit des Fahrzeuges aufrecht zu erhalten. Im Ackerbau haben sich Parallelfahrssysteme durchgesetzt, die besser

als ein Mensch entscheiden können, wann der Schlepper nach links oder rechts gelenkt werden muss, damit auch bei großen Arbeitsbreiten keine Überlappungen oder Lücken bei der Bodenbearbeitung entstehen. Aber auch in der Prozessüberwachung wie z.B. der frühzeitigen Erkennung von Viehkrankheiten oder der Brunst stehen immer mehr automatisch erhobene Daten zur Verfügung, aus denen ein Computer Entscheidungsvorschläge generieren kann. Auch Handelsentscheidungen finden bereits heute zumindest Teilautomatisiert statt, wenn ein fast leeres Futtersilo selbstständig den Nachschub ordert. Diese frühen Formen der Entscheidungsautomatisierung würden viele von uns jedoch nicht als Künstliche Intelligenz bezeichnen, da die Entscheidungen zwar schnell und häufig, aber nach sehr einfachen Regeln durchgeführt werden.

6.2 Programmierte oder selbstlernende Systeme

KI-Systeme lassen sich technologisch in die zwei Kategorien *wissensbasiert* und *selbstlernend* einteilen. Die oben genannten Beispiele gehören fast ausschließlich zur ersten Kategorie, Systeme wie AlphaGo von Google, das kürzlich für Schlagzeilen gesorgt hat, weil es den amtierenden Go-Weltmeister geschlagen hat, gehören dagegen zur zweiten Kategorie der *selbstlernenden Systeme*. *Wissensbasierten Systeme*, auch *Expertensysteme* genannt, sind im Wesentlichen eine Sammlung von Wenn-Dann-Beziehungen oder mathematisch formulierten Zusammenhängen, die von menschlichen Experten eingegeben wurden. Diese Systeme verfügen über eine Theorie über die Welt und entscheiden nach programmierten, mehr oder weniger komplexen Regeln (top-down-Ansatz). Die von diesen Expertensystemen getroffenen Entscheidungen sind meist schneller als durch menschliche Experten, aber selten besser.

Selbstlernenden Systeme müssen dagegen nicht von einem Menschen programmiert werden, sondern lernen (wie es der Name bereits vermuten lässt) selbstständig anhand sehr großer Datenmengen und verbessern sich dadurch permanent selbst (bottom-up-Ansatz). Durch wiederholtes Lernen können diese Systeme die Entscheidungskompetenz von Menschen deutlich übertreffen. Technisch basieren diese Systeme meist auf *Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN)*, die mit Hilfe riesiger mit Einsen und Nullen gefüllter Tabellen das menschliche Gehirn nachzubilden versuchen. Durch diese KNN gelingt es, nun auch Aufgaben zu automatisieren, die Menschen sehr leicht fallen und quasi intuitiv richtig lösen, mit denen sich Computer aber bisher schwertaten. KNN sind ausgesprochen gut darin, Muster in riesigen Datenmengen zu erkennen. Beispiele sind die richtige Interpretation von Sprache, die Gesichtserkennung oder die optische Erkennung von Blattkrankheiten.

6.3 Starke oder schwache KI

Des Weiteren unterscheidet die KI-Forschung zwischen schwacher und starker KI. Schwache KI kann bestimmte Aufgaben, die ehemals menschliche Intelligenz erforderten, gleich gut oder besser als ein Mensch erledigen. Dies sind schon seit langem Taschenrechner und Schachcomputer. Schwache KI Systeme haben somit eine Art Inselbegabung. Unter starker KI versteht man dagegen ein System, dass einem durchschnittlichen Menschen in nahezu allen mentalen Fähigkeiten zumindest ebenbürtig ist. Eine starke KI muss daher neben einer logisch-mathematischen Intelligenz auch über emotionale Intelligenz und Kreativität verfügen. Berühmt ist in diesem Zusammenhang der sog. Turing-Test geworden, dessen Bestehen allgemeine Intelligenz erfordert. Alan Turing formulierte bereits 1950, dass wir einer Maschine, die wir nicht sehen, aber mit ihr kommunizieren können, Intelligenz bescheinigen müssten, wenn wir nach einigen Minuten Konversation nicht entscheiden könnten, ob es sich um einen

Menschen oder eben um eine Maschine handelt.

Die meisten Wissenschaftler sind sich einig, dass, wenn es grundsätzlich gelänge, eine starke KI zu erschaffen, diese die menschliche Intelligenz schnell um Größenordnungen übertreffen würde. Gründe hierfür sind die grundsätzlich schnellere Funktionsweise siliziumbasierter Schaltungen im Vergleich zu biochemischen in natürlichen Gehirnen, aber auch die Möglichkeit, dass Maschinen Erfahrungen direkt miteinander austauschen können und nicht auf so schwerfällige und langsame Verfahren wie Kommunikation durch Sprache angewiesen sind. Dadurch können sie effizienter zusammenarbeiten, ihre Ressourcen besser aufteilen und sich selbstständig weiter verbessern. Viele Wissenschaftler geben daher zu bedenken, dass eine künstliche Superintelligenz naturgemäß nicht kontrollierbar ist.

6.4 Einsatzfelder von KI in der Landwirtschaft

Dass eine starke superintelligente KI bessere Entscheidungen als ein Landwirt treffen kann, ist leicht einzusehen, da sie schlicht alles besser können wird als ein Mensch. Aber soweit brauchen wir nicht zu gehen. Auch schwache KI wird in immer mehr Bereiche der Landwirtschaft Einzug halten. Immer mehr Steuerungs- und Regelprozesse werden automatisiert. Schlepper und Erntemaschinen werden nach und nach immer mehr Funktionen selbsttätig ausführen, so dass der Landwirt die Fahrt künftig nur noch kontrolliert und irgendwann gänzlich überflüssig wird. Bevor aber der Acker vollautomatisiert sein wird, wird dies in Ställen und Gewächshäusern gelingen, da hier die Umweltbedingungen homogener, bekannt und beeinflussbar sind.

Selbstlernende KI auf Basis einer Mustererkennung wird sich besonders für das frühzeitige Erkennen von Störungen im Produktionsprozess eignen. Durch Bilderkennung könnten schädliche von unschädlichen Beikräutern unterschieden und

automatisiert selektiv ausgejätet werden. Schon heute gibt es Softwaresysteme, die mit Hilfe *Künstlicher Neuronaler Netze* Pflanzenkrankheiten erkennen und Behandlungsvorschläge machen. Ähnliches ist für Krankheiten bei Tieren denkbar, indem bestimmte Muster in gemessenen Gesundheitsparametern und im Verhalten der Tiere analysiert werden. Da diese Systeme selbsttätig lernen und per Internet neue Erkenntnisse austauschen, werden diese Systeme schnell bessere Diagnosen als ein Mensch treffen können. Vor allem seltene Krankheiten würden schneller erkannt werden. Diese Systeme könnten gleichzeitig das Tierwohl steigern und die Rentabilität verbessern. Für bessere Handelsentscheidungen könnten KI-Systeme die Kurse an Warenterminbörsen, sowie diverse weitere Einflussfaktoren beobachten und somit den idealen Handelszeitpunkt feststellen. Menschliche Händler ohne Unterstützung durch KI werden an Börsen vermutlich sehr schnell nicht mehr wettbewerbsfähig sein. Künftig wird eine KI mit einer anderen KI Handel treiben; ähnlich als wenn ein Schachcomputer mit einem anderen Schach spielt.

Diese Entscheidungen als Mensch nachzuvollziehen, wird kaum möglich sein. Wenn wir das Entscheiden aus der Hand geben und einem Computer übertragen, werden wir sehr schnell nicht mehr verstehen, warum so oder anders entschieden worden ist. Und das ist vermutlich der größte Nachteil einer KI, die zu besseren Entscheidungen kommt als ein Mensch. Sie wird für uns eine Black-Box darstellen, die wir prinzipiell nicht mehr verstehen oder gar evaluieren können. Wir werden dann nur noch die Ziele vorgeben und uns über die gute Zielerreichung freuen. Den Weg zum Ziel kennen wir im Voraus nicht. Das ist der Preis.

6.5 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2018): Der Computer sagt, was richtig ist. in: Land & Forst, Heft 51/52, 171. Jahrgang, 20. Dezember 2018, S. 52-53.

Clasen, M. (2018): Den Computer Entscheiden lassen? in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 9, 01.03.2019, S. 54-55.

Clasen, M. (2018): Wenn das Entscheiden automatisiert wird. in: Badische Bauernzeitung, Heft 11, 16.03.2019, S. 46-47.

Clasen, M. (2018): Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft - Kann eine Maschine automatisiert entscheiden? in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 5. Ausgabe, 73./169. Jahrgang, 02.02.2019, S. 43-44.

Clasen, M. (2018): Maschinen lernen und entscheiden selbst. in: Landwirtschaftliches Wochenblatt Baden-Württemberg, Heft 34, 186. Jahrgang, 24.08.2019, S. 30-31.

Clasen, M. (2018): Der unbekannte Weg zum Ziel. in: Bauernzeitung, 42. Ausgabe, 60. Jahrgang, 18.10.2019, S. 48-49.

Clasen, M. (2018): Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft. in: Kartoffelbau 11/2019 (70. Jg.), S. 20-21.

Clasen, M. (2018): Automatisiertes Entscheiden durch Künstliche Intelligenz?. in: Rheinische Bauernzeitung, Heft 42, 17.10.2020, S. 22-23.

7 Radio Frequenz Identifikation (RFID) - Der Klebstoff, der Daten und Dingen zusammenhält

Welche Nährwerte hat ein Fertiggericht? Wann hat eine Kuh das letzte Mal gekalbt und wieviel Milch hat sie bisher im Durchschnitt gegeben? Was kostet ein Liter Milch im Supermarkt? - Biep! – Die Supermarktkasse zeigt 70 Cent an. Häufig müssen Informationen zu einem Tier, zu einem Artikel oder zu einem sonstigen Objekt gespeichert und effizient wieder ausgelesen werden. Die Radio Frequenz Identifikation (kurz: RFID), also die automatische Identifikation von Dingen mithilfe elektromagnetischer Wellen, stellt hierfür eine wichtige Basistechnologie dar.

7.1 Daten am Objekt oder in einer Datenbank?

Die einfachste Möglichkeit kleinere Datenmengen zu einem Objekt zu speichern, besteht darin, sie klarschriftlich auf das Objekt zu schreiben. Ein Beispiel sind die Nährstoffangaben auf Lebensmitteln oder auch Preisetiketten, mit denen Artikel früher im Lebensmitteleinzelhandel ausgezeichnet wurden. Die Speicherung von Daten direkt am Objekt hat aber einige Nachteile. Die Datenmenge ist platzbedingt begrenzt, zu viele Informationen stören das Produktdesign und vor allem lassen sich diese Daten nachträglich nur noch mit sehr großem Aufwand wieder ändern. Will ein Einzelhändler die Preise für seine Frischmilch senken, da das Mindesthaltbarkeitsdatum fast erreicht ist, musste er früher jeden Milchkarton anfassen und erneut auszeichnen. Besser ist es, wie heute üblich, die Artikel über eine eindeutige Nummer zu identifizieren und alle Artikeldaten in einer Datenbank zu speichern. Daten in einer Datenbank können jederzeit geändert, zuverlässig gegen Verlust gesichert und über das Internet weltweit bereitgestellt werden.

7.2 International eindeutige Nummernsysteme

Um Daten in einer Datenbank mit realen Objekten zu verknüpfen, bedarf es weltweit eindeutiger Identifikationsnummern. Diese stellen Standardisierungssysteme wie das Hi-Tier für die eindeutige Tierkennzeichnung oder GS1 (Global Standards One) für Supermarktartikel zur Verfügung. Da weltweit eindeutige Nummern relativ lang sein müssen, wäre es zu aufwendig und fehlerträchtig, diese Nummern per Hand über eine Tastatur einzugeben. Besser ist es, sie auf geeigneten Datenträgern zu speichern, die von einem Lesegerät automatisiert ausgelesen werden können. So ist die 13-stellige Global Trade Item Number von GS1 (kurz GTIN, ehemals EAN) meist in Form eines eindimensionalen Strichcodes auf dem Artikel gespeichert, der vom Laserscanner des Kassensystems ausgelesen und verarbeitet werden kann.

Während eindimensionale Strichcodes zur Codierung der Informationen nur eine Dimension verwenden, nutzen zweidimensionale optische Codes zwei räumliche Dimensionen, was eine höhere Datendichte ermöglicht. Ein prominenter 2D-Vertreter wäre der QR-Code, der häufig mit dem Handy ausgelesen wird. Aber auch klarschriftliche, also menschenlesbare Nummern können automatisiert erfasst werden, was als Optical Character Recognition (OCR, Optische Buchstabenerkennung) bezeichnet wird. Allerdings liegt hierbei die Fehlerquote höher als bei Strichcodes, die für diese Zwecke optimiert wurden.

7.3 Vorteile der RFID-Technologie

Eine technisch anspruchsvollere AutoID-Lösung stellen RFID-Transponder dar. Sie bestehen aus einem Mikrochip und einer

kleinen Funkantenne. Eine optionale Batterie kann die maximale Auslesereichweite vergrößern. Ein Schreib-/Lesegerät sendet ein elektromagnetisches Signal aus, das vom Transponder derart moduliert wird, dass Informationen übertragen werden können. Dies funktioniert grundsätzlich in beide Richtungen, sodass RFID-Transpondern nicht nur ausgelesen, sondern auch per Funk beschrieben oder Daten geändert werden können.

Zudem benötigen RFID-Transponder keinen Sichtkontakt zum Lesegerät, sodass sogar durch bestimmte Stoffe hindurch gelesen werden kann. Die Identifikation kann somit nebenbei erfolgen und muss nicht mehr aktiv von einem Menschen durchgeführt werden. Darüber hinaus gibt es sehr robust eingebettete Transponder, die auch in rauen Umwelten wie einem Stall eingesetzt werden können, selbst bei Verschmutzung funktionieren und auch eine Reinigung mit einem Hochdruckreiniger unbeschadet überstehen. Die sogenannte Punklesefähigkeit einiger RFID-Systeme ermöglicht es, zuverlässig bis zu 1000 Transponder pro Sekunde auszulesen. Außerdem können auf den Mikrochips der Transponder sehr viel größere Datenmengen bei gleichem Platzbedarf gegenüber Strichcodes gespeichert werden.

Werden RFID-Transponder um Sensoren ergänzt, lassen sich Objekte nicht nur effizient identifizieren, sondern auch bestimmte Parameter überwachen. Die Sensoren erfassen beliebige Eigenschaften des Objektes oder seiner Umgebung und speichern diese Messdaten auf dem Transponderchip. Über ein handelsübliches RFID-Schreib-/Lesegerät lassen sich die Messwerte auslesen oder auch Messparameter (z.B. wann wie oft gemessen werden soll) vorgeben. Die Kombination von RFID- und Sensortechnologie ist somit eine kostengünstige Variante, ein Internet der Dinge aufzubauen.

7.4 RFID ist nicht gleich RFID

Die Leistungsfähigkeit von RFID-Systemen ist sehr unterschiedlich. RFID ist ein Sammelbegriff diverser Funktechnologien, die unterschiedlich arbeiten und unterschiedliche Frequenzen verwenden. Grundsätzlich kann man sagen, dass niedrige Frequenzen robuster sind, also weniger durch Wasser oder Metalle gestört werden. Leider sind sie aber auch weniger leistungsfähig im Sinne von Reichweite und Datenübertragungsrate. Für hohe Frequenzen gilt entsprechend das Gegenteil. Sie sind leistungsfähig, werden aber durch Wasser und Metall gestört. Da Tiere überwiegend aus Wasser bestehen und in vielen Ställen Metall verbaut ist, kann es hier zu Problem kommen. Transponder, die unter die Haut eines Tieres implantiert werden, arbeiten daher niederfrequent (LF = Low Frequency, ca. 135 kHz.) und haben somit nur eine Reichweite von wenigen Zentimetern. Transponder an Ohrmarken oder Halsbändern können mit einer höheren Frequenz arbeiten, da das Ohr ausreichend weit vom wässrigen Körper eines Tieres absteht. HF Systeme (HF = High Frequency, 13,56 MHz) erreichen Reichweiten von 1-2 Metern und UHF-Systeme (UHF = Ultra High Frequency, ca. 900 MHz) sogar Reichweiten von bis zu 5 Metern. Meist arbeiten diese Systeme rein passiv, d.h. ohne eigene Batterie, die teuer ist und ggf. periodisch ausgetauscht werden müsste. Für größere Reichweiten wäre eine Batterie notwendig.

7.5 Auch NFC ist eine RFID-Technologie

RFID ist in der öffentlichen Wahrnehmung in den letzten Jahren etwas in Vergessenheit geraten. Vielleicht auch, weil es in der Vergangenheit einige Datenschutzdiskussionen gab und RFID-Transponder in der Presse gerne als „Schnüffelpchips“ bezeichnet wurden. Heutzutage ist daher eher von Near Field Communication oder kurz NFC die Rede. NFC-Technologie befindet sich in vielen Kreditkarten und Handys, z.B. um kleinere

Geldbeträge kontaktlos zu bezahlen. Aber auch NFC ist eine RFID-Technologie, die im HF-Frequenzbereich operiert.

7.6 Derzeitige Anwendungen in der Landwirtschaft

In der Landwirtschaft werden RFID-Transponder seit vielen Jahren zur Tieridentifikation eingesetzt. Häufig kommen 1-2 Zentimeter kleine LF-Glaskapseltransponder zum Einsatz, die unter die Haut injiziert werden. Alternativ befinden sich LF-, HF- oder UHF-Transponder in Ohrmarken oder an einem Halsband. Bei Rindern kommen teilweise auch Bolus-Transponder zum Einsatz, die sich im Pansen der Kuh befinden. Aufgrund der geringen Reichweite muss bei LF-Transpondern das Lesegerät bis auf wenige Zentimeter herangeführt werden. Diese Systeme eignen sich daher nur zur reinen Identifikation eines Tieres, z.B. um eine Impfhistorie nachzuweisen. Für automatische Fütterungs- oder Melkanlagen bedarf es größerer Reichweiten, sodass hier HF- und zunehmend auch UHF-Systeme zum Einsatz kommen. Eine weitere Anwendung ist die Identifikation von Brieftauben nach einem Wettbewerbsflug. Hierzu ist der Transponder an einem Bein der Taube angebracht und das Lesegerät befindet sich in der Einfugschneise des Taubenschlags, so dass ankommende Tauben schnellstmöglich identifiziert werden.

An der Uni Göttingen wurde mit Transpondern in Getreidekorngroße experimentiert, die beim Mähdrusch dem Getreidefluss hinzugefügt wurden. So sollte auch bei Schüttgütern eine ungefähre Rückverfolgung des Getreides zur Erntestelle ermöglicht werden. Bei der Getreidereinigung wurden die Transponder wieder entfernt.

7.7 Künftige Anwendungen in der Landwirtschaft

Wo könnten RFID-Systeme künftig in der Landwirtschaft noch zu finden sein? Grundsätzlich eignen sich diese Systeme besonders gut, Paarungen von Objekten

automatisch zu dokumentieren. Sie liefern Antworten auf Fragen vom Typ „Wann? – Was? – Wo?“, evtl. ergänzt um Sensordaten. In der Landwirtschaft wären typische Fragen dieser Art: Welche Kuh hat wann an welchem Futtertisch wieviel gefressen? Welche Palette wurde wann und wo mit welchem Gabelstapler aufgenommen oder eingelagert? Welches Schwein wurde wann auf welchen LKW verladen? Welches Anbaugerät war wann an welchem Schlepper montiert? Welches Pflanzenschutzmittel wurde in welcher Menge in welche Feldspritze eingefüllt? Welcher Ölfilter wurde wann und von wem in welchen Schlepper eingebaut?

Dabei sollte aus Kostengründen das häufigere Objekt mit einem RFID-Transponder und das seltenere mit einem RFID-Schreib-/Lesegerät versehen werden. So ist es deutlich billiger, jede Kuh mit einem vergleichsweise günstigen Transponder zu versehen und das deutlich teurere Lesegerät am Melkroboter zu montieren als andersherum. Alternativ können auch alle Objekte mit einem RFID-Chip versehen werden. Die Paarung der Objekte muss dann teilmanuell mit einem RFID-Handlesegerät erfolgen. So würde beim Wechsel eines Ölfilters vermutlich sowohl der Ölfilter als auch der Schlepper mit einem Transponder versehen sein. Nach dem Wechsel des Filters würde der Monteur mit einem persönlichen Handlesegerät beide Transponder auslesen und somit den Montagevorgang dokumentiert. Als preiswertes Handlesegerät wird künftig vermutlich das private Smartphone dienen.

Stellen diese Lesegeräte die Daten in standardisierter Form ins Internet, entstünde ein Internet-der-Dinge. Eine automatische Dokumentation der Produktionsprozesse wäre die Folge. Ein Großteil der Büroarbeit entfiel, was die meisten Landwirte wohl begrüßen würden.

7.8 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2019): Daten und Dinge zusammenhalten – RFID. in: Land & Forst, Heft 24, 172. Jahrgang, 14.06.2019, S. 46-47.

Clasen, M. (2019): Daten und Dinge zusammenhalten – RFID-Systeme in der Landwirtschaft. in: Landwirtschaftliches Wochenblatt Baden-Württemberg, Heft 36, 186. Jahrgang, 07.09.2019, S. 30-31.

Clasen, M. (2019): Digitaler Klebstoff. in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 48, 29.11.2019, S. 54-55.

8 Additive Fertigung – Von Wachstumsprozessen und 3D-Druck

Grundsätzlich können Gegenstände auf zwei Arten geschaffen werden: Entweder werden sie aus kleineren Teilen zusammengesetzt oder es werden von einem größeren Rohling überschüssige Teile entfernt. Verfahren der ersten Art nennt man additiv, die der zweiten Art subtraktiv. Subtraktive Verfahren, wie z.B. das Drehen, Bohren oder Fräsen, eignen sich nur für einfache Konstruktionen aus wenigen Materialien. Komplexe Objekte werden daher meist additiv zusammengesetzt und je komplexer ein Objekt werden soll, desto kleiner müssen die Bausteine sein, aus denen es entsteht.

Ein imaginärer „Allgemeiner Konstruktor“ (engl.: General Assembler), der Dinge Atom für Atom zusammensetzen kann, wäre grundsätzlich in der Lage, alles herzustellen. Auch Lebewesen wären hier eingeschlossen, da auch diese (zumindest nach monistisch, physikalistischer Weltanschauung) lediglich aus Materie bestehen. Um aber Dinge im makroskopischen Maßstab herzustellen, bräuchte es sehr vieler dieser „Allgemeinen Konstrukturen“, die gemeinsam und parallel an einem Objekt arbeiten müssten. Obwohl bereits zu diesen „Allgemeinen Konstrukturen“ geforscht wird, liegt ihre Serienreife aber noch in ferner Zukunft.

Die bisher erfolgreichsten, additiven Konstruktionsverfahren sind biologische Wachstumsprozesse, mit denen die Landwirtschaft seit Jahrtausenden vertraut ist. Auch Tiere, Pflanzen und Pilze wachsen additiv von einer befruchteten Eizelle über den Embryo bis zum adulten Organismus heran. Durch gentechnische Verfahren ist die Menschheit mittlerweile in der Lage, in biologische Wachstumsprozesse so gezielt einzugreifen, dass u.a. auch Fleisch in vitro (also im Reagenzglas) ohne den energetisch teuren Umweg über ein lebendes Tier erzeugt werden kann. Sobald in-vitro-Fleisch in Qualität

und Preis mit konventionell erzeugtem Fleisch konkurrieren kann, werden wir Massentierhaltungen ethisch vermutlich nicht mehr rechtfertigen können. Diese Einschätzung werden wohl auch Theologen teilen, die biologische Wachstumsprozesse niemals als additive Fertigung bezeichnen würden. In-vitro-Fleisch hat das Potential die Landwirtschaft stärker zu verändern als die Erfindung von Pflug, Schlepper und Digitalisierung zusammen. Komplette Betriebszweige könnten wegbrechen.

8.1 Arten des 3D-Drucks

Diesen biologischen Wachstumsprozessen weit unterlegen bilden sog. 3D-Drucker die technische Speerspitze der adaptiven Fertigung. Alles, was mit einer computergestützten Designsoftware (CAD) entworfen werden kann, kann anschließend als physischer Gegenstand gedruckt werden. Beim 3D-Druck härtet grundsätzlich eine Flüssigkeit so aus, dass das resultierende feste Objekt die gewünschte Form hat. Bei der Stereolithografie ist dies ein spezieller flüssiger Kunststoff, der unter Laserlicht augenblicklich fest wird. Ähnlich funktioniert der „Druck“ mit Flüssigbeton. Eine spezielle Betonpumpe positioniert schnellhärtenden Beton an definierten Stellen und baut ein Gebäude somit Schicht für Schicht auf. Bei vielen anderen gängigen 3D-Druckverfahren ist das Ausgangsmaterial zunächst fest und wird nur unmittelbar vor dem Druckprozess verflüssigt und somit formbar gemacht. So kann Metallpulver per Laser zum Schmelzen gebracht werden, um anschließend in der gewünschten Form auszuhärten. 3D-Drucker, die mit Kunststoffen arbeiten, ähneln einer Heißklebepistole, die einen Kunststoffdraht kurzzeitig verflüssigt, durch eine Düse presst und dann in gewünschter Position aushärten lässt.

Wenn per 3D-Druck hergestellte Objekte durch Zeit und Energiezugabe nachträglich ihre Form verändern und sich ggf. an Umwelteinflüsse anpassen, spricht man von 4D-Druck. Beispiele wären nachträglich wachsende oder selbst pumpende Wasserohre oder aber Möbel, die sich unter bestimmten Bedingungen, ähnlich wie eine sich selbst aufblasende Luftmatratze, selbsttätig aufbauen. Hier steckt die Forschung aber noch in den Kinderschuhen und sinnvolle Anwendungen sind derzeit noch rar.

8.2 Vor- und Nachteile des 3D-Drucks

Technologisch ist die additive Fertigung bei Produkten mit sehr komplexen Geometrien wie z.B. Holräumen überlegen. Eine hohle Kugel lässt sich subtraktiv durch fräsen und bohren prinzipiell nicht herstellen. Per 3D-Druck gefertigte Produkte sind konventionell hergestellten Teilen aber oft mechanisch bzgl. ihrer Oberflächenqualität oder Festigkeit unterlegen. Aufgrund der schichtweisen Vorgehensweise ist 3D-Druck zudem deutlich langsamer und somit teurer. Die Massenproduktion auf spezialisierten Fertigungslinien ist nahezu immer um Größenordnungen preiswerter als der 3D-Druck.

Erst bei sehr hohen Rüst-, Lager- oder Transportkosten kann sich der 3D-Druck ökonomisch lohnen. Hohe Rüstkosten fallen an, wenn die Stückzahlen extrem klein sind. Bei Einzelanfertigungen lohnt es nicht, eine spezialisierte Produktionsanlage zu konzipieren und zu bauen, so dass häufig Handarbeit die verbleibende Alternative wäre. Ein 3D-Drucker arbeitet von der Kostenstruktur her wie ein Geigenbaumeister. Die erste Geige verursacht dieselben Produktionskosten wie die 100ste. Im 3D-Druck gibt es keine Stückkostendegressionen. Heutzutage findet man 3D-Druck daher häufig im Prototypenbau oder bei Maß- und Einzelanfertigungen.

Sehr selten benötigte Teile nicht physisch über lange Zeiträume auf Lager halten zu müssen, sondern lediglich die Baupläne digital in einer Datenbank zu speichern, ist ein weiterer

Einsatzbereich des 3D-Drucks. Tritt irgendwo auf der Welt ein Bedarf auf, wird der Bauplan per Internet an einen nahegelegenen 3D-Drucker gesendet und das Teil vor Ort ausgedruckt. Somit werden Lager- und Transportkosten nahezu vollständig vermieden. Wird beispielsweise eine kleine Plastikabdeckung einer Fensterkurbel eines 50 Jahre alten japanischen PKW benötigt, ist es sicherlich preiswerter, diese in einem Autohaus in Deutschland auszudrucken, als sie über 50 Jahre auf Lager zu legen oder extra aus Japan aus dem Zentrallager einfliegen zu lassen. Selbst dann, wenn der Ausdruck verglichen mit der damaligen Massenproduktion viel teurer ist.

Auch beim Bau einer Mondbasis wird der 3D-Druck diskutiert, da auch hier extrem hohe Transportkosten eingespart werden könnten. Die Europäische Weltraumbehörde ESA prüft derzeit, wie mit Hilfe des 3D-Drucks Gebäude aus vor Ort vorhandenem Mondstaub erstellt werden könnten. Im Idealfall müsste kein Baumaterial, sondern nur ein 3D-Drucker zum Mond transportiert werden.

8.3 Anwendungen in der Landwirtschaft

In der Landwirtschaft werden heutzutage überwiegend Massengüter zu sehr niedrigen Preisen erzeugt. Hier wird der 3D-Druck in absehbarer Zeit aufgrund seiner viel höheren Produktionskosten keine Konkurrenz für herkömmliche Produktionsverfahren darstellen. Auch künftig wird Getreide auf dem Acker wachsen und nicht ausgedruckt werden.

Eher wird der 3D-Druck bei der Bereitstellung von Ersatzteilen Einzug halten. Ein grundsätzlich billiges Ersatzteil kann im Ernteeinsatz sehr wertvoll werden, wenn der Mähdrescher stillsteht und ein Wetterumschwung bevorsteht. In sehr abgelegenen Regionen wie dem australischen Outback könnte ein 3D-Drucker auf jeder Farm zum wichtigsten Werkzeug werden.

Auch Lebensmittel wurden bereits per 3D-Druck hergestellt. Die meisten Anwendungen sind aber wenig überzeugend. Auch wenn 3D-Drucker künftig Schokoladenskulpturen für Torten ausdrucken, wird dies den Konditor vermutlich unbeeindruckt lassen.

8.4 Was könnte noch alles kommen?

Neben den heutzutage fast als Standard anzusehen Verfahren der Gentechnologie, gehen einige Forscher zumindest gedanklich noch einen Schritt weiter. Sie planen, den derzeit in jeder biologischen Zelle in Form von DNS redundant abgespeicherten Bauplan durch eine zentrale Datenbank zu ersetzen. Diese Datenbank könnte sogar außerhalb des biologischen Systems irgendwo im Internet liegen. Die Ribosomen würden den Bauplan für ihre Proteinsynthese also nicht mehr von einer rDNA bekommen, sondern von einem Nano-Computer, der mit dem Ribosom verbunden ist und sowohl mit dem Ribosom als auch per Funk mit der zentralen Datenbank außerhalb des biologischen Körpers kommunizieren kann. Vorteile wären, dass auf diese Weise keine ungewollten Mutationen des Erbguts entstehen können, auf der anderen Seite aber das Erbgut eines Lebewesens zentral in der Datenbank nach Belieben und auch noch zu Lebzeiten des Organismus angepasst werden könnte. Nach einer zentralen Änderung des Erbgutes in der Datenbank würden alle Zellen des Körpers ab sofort nach dem neuen Bauplan arbeiten und sich replizieren. Ein Rennpferd könnte einige Wochen vor einem wichtigen Rennen umprogrammiert werden, danach

würde es sich wieder zu einem ausgeglichenen Familienpferd zurückentwickeln. Ob das sinnvoll ist, sei dahingestellt.

Auf technologischer Seite könnte ein leistungsfähiger 3D-Drucker den Startpunkt einer technischen Evolution darstellen, da 3D-Drucker sich grundsätzlich auch selbst ausdrucken könnten. Technische Objekte wären somit erstmals in der Lage, sich selbst zu replizieren und mit den nötigen Verbesserungen an neue Umweltbedingungen anzupassen. Neben der biologischen Evolution gäbe es dann auch noch eine technische.

8.5 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2019): Schichtweise zu einem neuen Produkt. in: Land & Forst, Heft 29, 172. Jahrgang, 18.07.2019, S. 50-51.

Clasen, M. (2019): Schicht für Schicht auftragen. in: Bauernzeitung, 34. Ausgabe, 60. Jahrgang, 23.08.2019, S. 30-31.

Clasen, M. (2019): Ersatzteile aus dem Drucker. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 42. Ausgabe, 73./169. Jahrgang, 19.10.2019, S. 40-41.

Clasen, M. (2019): Ersatzteile frisch aus dem Drucker. in: Landwirtschaftliches Wochenblatt Baden-Württemberg, Heft 42, 186. Jahrgang, 19.10.2019, S. 30-31.

Clasen, M. (2019): Künstliches Wachstum. in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 43, 25.10.2019, S. 50-51.

9 Wie wissende Computer den Menschen besser verstehen

Bei allem technischen Fortschritt kommen uns Computer manchmal ziemlich dumm vor. Offensichtliche Zusammenhänge, die Menschen intuitiv erkennen, bleiben Computern oft verborgen. Informiert zum Beispiel ein Mitglied eines Opel-Fan-Klubs seine Vereinskameraden, er habe sich einen neuen Manta gekauft hat, wird wohl keiner der Kameraden davon ausgehen, er sei Aquarist geworden und habe sich gerade einen Rochen gekauft. Computeranwendungen wie Suchmaschinen fällt es aber immer noch schwer zu entscheiden, wonach ein Nutzer gerade suchen möchte. Homonyme (auch als Teekesselchen bezeichnet, wie im Manta Beispiel) und Synonyme bereiten Computern weiterhin Probleme, da ihnen notwendiges Hintergrundwissen zu dem jeweiligen Kontext fehlt. Doch natürlich wird auch an diesem Problem intensiv geforscht und es wurden bereits beachtliche Fortschritte erzielt. Um aber zu verstehen, wie Computer Wissen erlangen, müssen einige grundlegende Begriffe voneinander abgegrenzt werden.

9.1 Zeichen – Daten – Informationen – Wissen

Während man in der Frühzeit der Computerisierung überwiegend von Elektronischer Datenverarbeitung (kurz EDV) sprach, ist heutzutage der Begriff der Informationstechnologie (kurz IT) geläufiger. Und in der Tat muss zwischen Zeichen, Daten, Informationen und Wissen unterschieden werden. Zeichen sind graphische Symbole wie Buchstaben, Zahlen oder auch Sonderzeichen wie z.B. Smileys. Zeichen in einer syntaktisch korrekten Zusammensetzung ergeben Daten wie Zahlen, Wörter oder auch Sätze. So ist **123,4** eine syntaktisch korrekte Zahl, **1,23,4** jedoch nicht, da jede Zahl nur maximal ein Kommazichen enthalten darf. Fügt man Daten eine für Menschen relevante Bedeutung hinzu, erhält man Informationen. Um Informationen

einzuordnen und bewerten zu können, bedarf es einer Wissensbasis, wobei Wissen wiederum aus vielen miteinander verknüpften und somit in Beziehung stehenden Informationen besteht. Studenten erkläre ich den Zusammenhang gerne anhand der drei Zeichen **,17**. In der Reihenfolge **1,7** bilden die drei Zeichen eine syntaktisch korrekte Zahl. Sage ich einem Studenten, dass dies seine Note im Fach Electronic Business sei, wird dieses Datum für ihn zu einer Information. Kennt er auch die Noten der Kommilitonen (Wissen), kann er einordnen, wie gut seine Note wirklich ist.

9.2 EDV oder IT?

In der Zeit der EDV wurden somit meist nur „dumme“ Daten verarbeitet. Lange Listen mit Zahlenkolonnen (Daten) wurden z.B. in der Lohnbuchhaltung aufsummiert oder sortiert. Heutzutage steht der Anwendernutzen stärker im Vordergrund, sodass wir von Informationstechnologie (IT) sprechen. Damit aber ein Computer souverän mit den oben erwähnten Homonymen oder Synonymen umgehen kann, benötigt auch er Wissen über die Welt oder zumindest über einen Teilbereich der Welt, einer sogenannten Domain. Wer Weltwissen besitzt, muss nicht immer alles erneut erklärt bekommen, da man eine Wissensbasis voraussetzen und darauf aufbauen kann. Im Opel-Klub ist es eben nicht notwendig, explizit darauf hinzuweisen, dass mit Manta kein Fisch, sondern ein mittlerweile historisches Sportcoupé gemeint ist.

Aber auch heutzutage findet noch Datenverarbeitung statt. Die modernen Begriffe Data Mining oder Data Lakes verwenden zu Recht den Begriff der „Daten“ und nicht den der „Informationen“. Beim Data Mining werden Rohdaten nach Mustern durchforscht, die erst anschließend durch einen Menschen interpretiert und erst dadurch zu Informationen werden. Data Lakes, also

Datenseen, nehmen in Big-Data-Szenarien sehr große Mengen an Rohdaten schnell, aber unsortiert auf - ähnlich wie ein See große Wassermengen nach einem Wolkenbruch. Auch hier werden die Daten erst später interpretiert und nach sinnvollen Informationen in einem spezifischen Kontext durchsucht. Auch in der Landwirtschaft produzieren Maschinen und Sensoren bereits heute riesige Datenmengen, die hoffentlich später einmal zu wertvollen Informationen werden.

9.3 Ontologien repräsentieren Wissen

Um Computern „Wissen“ beizubringen, bedient man sich sogenannter Ontologien. Während der Begriff der Ontologie in der Philosophie „das Seiende“ bedeutet, also beschreibt, was es wirklich auf der Welt gibt, steht er in der Informatik für die digitale Repräsentation von Wissen. Das Wissen wird häufig in Form von Beziehungsnetzen, sog. semantischen Netzen, gespeichert, in denen Begriffe miteinander in Beziehung stehen. Jeder Manta ist ein Auto, aber nicht jedes Auto ist ein Manta. Somit gelten für jeden Manta alle Eigenschaften, die auch für ein Auto gelten, nicht aber umgekehrt. Hat man für ein Auto definiert, dass es 4 Räder hat, muss auch jeder Manta 4 Räder haben. Der Informatiker spricht davon, dass sich die Eigenschaften der höheren Kategorie „Auto“ auf die niedrigere Kategorie „Manta“ vererbt haben. Man kann mit diesem Wissen folgern, dass jedes Fahrzeug mit nur 3 Rädern unmöglich ein Manta sein kann.

Semantische Netze sind nicht neu. In der Biologie werden Tiere und Pflanzen über Taxonomien seit Jahrhunderten in Beziehung gesetzt. Zur Klasse der Säugetiere gehört auch die Familie der Katzen. Somit ist jede Katze ein Säugetier und „erbt“ damit alle gemeinsamen Eigenschaften der Säugetiere. Darüber hinaus haben Katzen aber auch spezifische Eigenschaften, die sie z.B. von Hunden abgrenzen. Zu jeder Kategorie gehören Individuen, die ebenfalls die Eigenschaften der jeweiligen Kategorie erben. Zur Art Homo

Sapiens gehören diverse verstorbene und noch lebende Individuen (also Menschen), die spezifische Eigenschaften aufweisen. Die Beziehungen der Menschen untereinander werden durch Social Graphs in Sozialen Netzen wie Facebook und Xing oder durch Stammbäume repräsentiert. Beziehungen können durchaus vielfältig sein und haben Ausprägungen wie „A kennt B“, „B arbeitet für C“, „C ist Kind von D“, etc.

Auch in den Sprachwissenschaften existieren schon lange Thesauri, die die Bedeutungen von Wörtern in Beziehung setzten. Einige Sprachwissenschaftler sind sogar der Meinung, dass Wörter ihre Bedeutung ausschließlich durch den gemeinsamen Gebrauch mit anderen Wörtern bekommen. Die derzeit größte Wissensrepräsentation der Menschheitsgeschichte stellt Wikipedia dar. Auch hier sind Begriffe über Hyperlinks mit anderen Begriffen in Beziehung gesetzt. Es verwundert daher kaum, dass Wissenschaftler daran arbeiten, diese Wissensbasis zu formalisieren und Computern verfügbar zu machen.

Um computerlesbare Ontologien zu erstellen, haben Informatiker formale Sprachen wie die Web Ontology Language (kurz: OWL) entwickelt, die technisch auf dem Resource Description Framework (kurz: RDF) basiert. Da das Erstellen einer Ontologie viel Fachwissen voraussetzt, ist es einzelnen Forschergruppen nicht möglich, eine einzige große und somit sehr komplexe Ontologie mit dem gesamten Weltwissen zu erstellen. Daher versucht man derzeit ein eher loses Netz aus dezentralen spezialisierten Ontologien zu erstellen, die sich aber aufeinander beziehen und somit ergänzen. Auch für die Landwirtschaft hat es mit agroRDF erste Schritte gegeben, eine Wissensbasis zu erstellen. Eine Vorreiterrolle in Deutschland nimmt hierbei das KTBL in Darmstadt ein.

9.4 Anwendungen von Ontologien

Um Informationen automatisiert für den jeweiligen Anwendungsfall richtig zu

interpretieren, bedarf es also ausreichend guter Ontologien. Auch Google arbeitet an diesem Thema, um seine Anwendungen immer intelligenter zu machen. Die Inhalte von E-Mails und angehängten Dateien werden analysiert und automatisch richtig interpretiert. Bekommt man per E-Mail eine Reisebestätigung an seinen Google-Account, werden sehr wahrscheinlich automatisch die Flugdaten in den Google Kalender eingetragen und der Ort des Hotels bei Google Maps unaufgefordert markiert. In Zweifelsfällen können semantische Systeme gezielt nachfragen, z.B. ob in einem speziellen Falle mit Manta ein Auto oder ein Fisch gemeint ist.

9.5 Endlich verstehen sich Mähdrescher und Ackerschlagkartei

In der Landwirtschaft könnten semantische Technologien helfen, das Schnittstellenproblem zwischen unterschiedlichen IT-Systemen, Anwendungen oder Landmaschinen zu lösen. Wenn wir ausreichend gute Ontologien für die Domain Landwirtschaft erstellt haben, müssten sich auch Mähdrescher und Ackerschlagkartei besser verstehen. Stellt ein Mähdrescher einer Ackerschlagkartei ein Datenfeld namens „Getreidedurchfluss“ zur Verfügung, kann die Ackerschlagkartei die Bedeutung dieses Datenfeldes erkennen und somit richtig zuordnen, auch wenn das korrespondierende Datenfeld in der Ackerschlagkartei vielleicht „aktuelle Erntemenge“ heißt. Man müsste mit

ausreichend präzisen Ontologien Schnittstellen zwischen beliebigen Systemen ad hoc automatisch generieren können. Ein Traum für jeden Wissenschaftler und jeden Landwirt, der heutige Precision Farming Technologien einsetzt.

Eine weitere Anwendung von Ontologien ist die Errichtung des sog. „Semantik Web“, also eines Internets, das seine Bedeutung kennt. Suchmaschinen könnten dadurch nochmals bessere Suchergebnisse generieren. Sucht ein Mechaniker nach einer „Mutter“ im Web, werden ihm künftig keine Windeln mehr angezeigt. Auch für einen automatisierten Handel wäre es notwendig, dass der Handelsroboter über Hintergrundwissen verfügt. Ansonsten würde er vielleicht doch einen preiswerten Rochen für den Opel-Klub kaufen und Manni wäre enttäuscht.

9.6 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2019): Wissende Computer verstehen mehr. in: Land & Forst, Heft 35, 172. Jahrgang, 29.08.2019, S. 54-55.

Clasen, M. (2019): Wie denken Maschinen?. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 38. Ausgabe, 73./169. Jahrgang, 21.09.2019, S. 38-39.

Clasen, M. (2019): Passen Mähdrescher und Ackerschlagkartei zusammen?. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 46. Ausgabe, 73./169. Jahrgang, 16.11.2019, S. 30-31.

Clasen, M. (2019): Wie Computer dazulernen. in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 50, 11.12.2020, S. 45-46.

10 Farm-Management-Informationssysteme – Eine Software für alle Fälle?

Die Landwirtschaft ist technologisch weit fortgeschritten und Precision Farming-Anwendungen generieren schon heute enorme Datenmengen. Die sinnvolle Nutzung dieser Daten fällt Landwirten aber häufig noch schwer. Ein Hauptgrund hierfür liegt darin, dass sich in der Landwirtschaft bisher kein Softwaresystem etabliert hat, das sämtliche Prozesse und Daten eines landwirtschaftlichen Betriebes abbilden und verwalten kann.

Aus Sicht der Datenverarbeitung befindet sich viele landwirtschaftliche Betriebe noch in der Steinzeit. Es existieren diverse Insellösungen, die konkrete Probleme isoliert unterstützen, jedoch nicht miteinander vernetzt sind. Das Motto lautet häufig immer noch: ein Problem, eine Software. Für die Außenwirtschaft existieren digitale Ackerschlagkarteien und für den Stall Kuh- und Sauenplaner, die mit der Zeit immer umfangreicher und leistungsfähiger wurden, aber nicht miteinander vernetzt sind. Und auch die Buchhaltung, die den Kern eines jeden Betriebes bilden sollte, erfolgt in separaten Anwendungen und nicht selten sogar außerhalb des Betriebes bei einem Steuerberater oder Buchführungsverband. Wer als Landwirt eigenes Futter anbaut oder Gülle aus dem Stall auf seinen Acker bringt, wird fast immer in mehreren IT-Systemen Eintragungen händisch vornehmen müssen. Auf der anderen Seite verhindern verteilte Datenbestände ein gesamtbetriebliches Controlling, was der Qualität von Entscheidungen dienlich wäre.

Großunternehmen fingen bereits in den 80er Jahren des letzten Jahrtausends damit an, sogenannte Enterprise-Resource-Planning-Systeme (ERP-Systeme, z.B. von SAP) einzuführen, um damit ihre Insellösungen wie Lohnbuchhaltung, Produktionsplanung, Materialwirtschaft usw. zu integrieren. Für die

kleinstrukturierte Landwirtschaft waren diese Systeme aber um Größenordnungen zu teuer.

10.1 Farm-Management-Informationssysteme

Was in anderen Branchen ERP-System genannt wird, heißt in der Landwirtschaft heute Farm-Management und Informationssystem (kurz: FMIS). Diese Systeme versprechen, wie es der Name schon andeutet, sämtliche Prozesse einer Farm zu managen und den Betriebsleiter mit allen nötigen Informationen zu versorgen. Abbildung 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines FMIS. Die Basis bildet eine Datenbankschicht, in der sämtliche auf dem Betrieb generierten oder extern beschafften Daten zentral verwaltet werden. Innerbetriebliche Datenquellen sind überwiegend Maschinen und Sensoren, die aus den Precision Farming-Konzepten bekannt sind. Aus externen Quellen werden beispielsweise Satellitenfotos oder Wetter- und Marktdaten bezogen.

Oberhalb dieser Datenschicht befinden sich Programme zur operativen Planung und Steuerung des Betriebes. Hier werden die Produktionsprozesse gesteuert und Entscheidungen mehr oder weniger automatisiert getroffen. Die hierfür benötigten Daten werden von der Datenschicht zur Verfügung gestellt. Auf der Planungs- und Steuerungsebene existieren Schnittstellen zu externen Akteuren, mit denen digitale Rechnungen, Lieferscheine, Bestellungen, HIT-Meldungen oder EU-Anträge ausgetauscht oder Banktransaktionen getätigt werden. Auf der obersten Ebene werden die Daten der unteren Schichten für strategische Entscheidungen aufbereitet und dem Betriebsleiter übersichtlich zur Verfügung gestellt. Auf Basis dieser Daten könnte z.B. entschieden werden, sich mittelfristig aus der

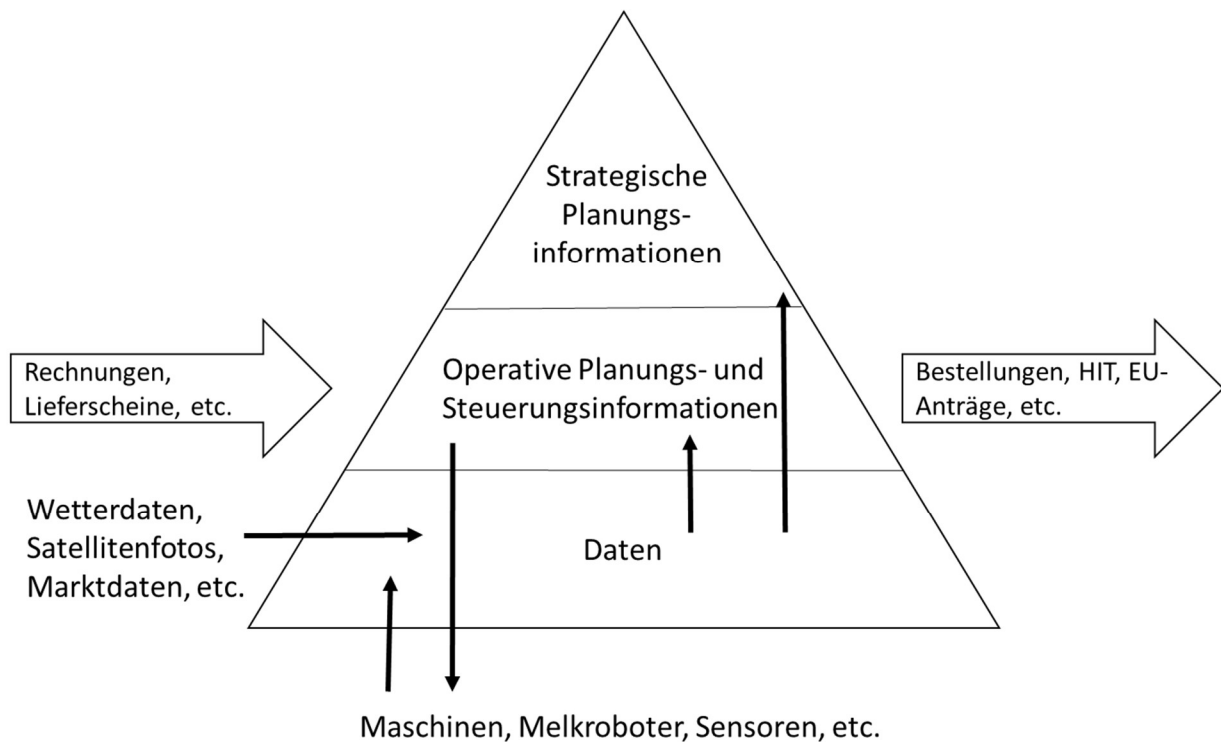


Abbildung 1: Aufbau eines Farm-Management-Information-Systems (FMIS)

Milchproduktion zu verabschieden oder aber einen neuen Kuhstall zu bauen.

10.2 Nutzen statt Kaufen – Lösungen aus der Cloud

Ein Grund, warum sich FMIS noch nicht flächendeckend in der Landwirtschaft durchgesetzt haben, ist ihre hohe Komplexität und die hohe Dynamik der Umwelt. Einführung und Betrieb verursachen enorme Kosten und Schnittstellen müssen permanent an neue Datenquellen und neue Geschäftspartner angepasst werden.

Eine Lösung bieten sogenannte Software-as-a-Service-Anwendungen (SaaS) aus der Cloud. Der Landwirt kauft keine Software mehr, die er auf seiner eigenen Hardware installiert, sondern nutzt ein vorinstalliertes System über das Internet. Der Nutzer benötigt somit nur noch einen einfachen Computer mit Betriebssystem und Internetbrowser. Für sämtliche Anpassungen am System ist der Betreiber des FMIS zuständig. Abbildung 2 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Online-FMIS.

Mehreren landwirtschaftlichen Betrieben wird ein eigenes FMIS virtuell zur Verfügung gestellt. Physisch nutzen aber alle dasselbe System und die Daten aller Betriebe liegen auf derselben Datenbank. Dies hat den positiven Nebeneffekt, dass keine Schnittstellen zwischen den teilnehmenden Betrieben mehr benötigt werden. Liefert Landwirt 1 dem Landwirt 2 Futtermittel, erfolgt die Verbuchung einfach in der Datenbank des Online-FMIS. Zu allen externen Handelspartnern und Datenquellen muss nur noch je eine Schnittstelle programmiert und zentral gewartet werden.

10.3 Online-FMIS als Ökosystem für Fremdanbieter

Da ein Online-FMIS über Betriebsdaten vieler Landwirte verfügt, können ohne großen Aufwand Zusatzdienste angeboten werden. Diese reichen von simplen Betriebsvergleichen bis zu Algorithmen, die mit Hilfe Künstlicher

Intelligenz Vorschläge für Pflanzenschutzmaßnahmen unterbreiten. Dabei gilt auch hier: Je größer die Datenbasis, desto besser die Entscheidungen. Vermutlich wird es als Landwirt daher vorteilhaft sein, sich für den Marktführer zu entscheiden.

Die Zusatzdienste werden entweder vom Betreiber des Online-FMIS selbst entwickelt und betrieben oder von unabhängigen Softwareanbietern, die das FMIS lediglich als zentrale Daten- und Prozessdrehscheibe nutzen. Es entsteht eine Art Ökosystem aus Landwirten, externen Softwareanbietern und dem Betreiber des Online-FMIS. Die Öffnung für Fremdanbieter hat für den Betreiber des Online-FMIS die Vorteile, sehr schnell über viele Funktionalitäten z.B. auch für Sonderkulturen zu verfügen und schneller auf Neuerungen reagieren zu können. Für die unabhängigen Softwareanbieter wird es ökonomisch sinnvoll sein, ihre Anwendungen zunächst für die großen Online-FMIS zu entwickeln, da sie so eine größere Kundenzahl erreichen können. Dieser Markt wird

vermutlich dem Markt der App Entwicklung für Smartphones mit Android- oder iOS-Betriebssystem ähneln.

Aufgrund der erwähnten Netzeffekte (größer ist besser) ist es sehr wahrscheinlich, dass sich am Ende eines Konsolidierungsprozesses nur sehr wenige FMIS-Ökosysteme behaupten werden. Vermutlich global nicht mehr als zwei bis drei. Die Nutzung eines Online-FMIS wird sehr wahrscheinlich kostenlos sein. Der Landwirt zahlt mit seinen Betriebsdaten. Lediglich einige Spezial-Apps werden etwas kosten, wovon der Betreiber des FMIS-Ökosystems einen Anteil einbehält. Eine weitere Erlösquelle werden Provisionen sein, die beispielsweise ein Pflanzenschutzhersteller zahlt, wenn ein Landwirt aufgrund einer Empfehlung vom Online-FMIS ein Pflanzenschutzmittel über den integrierten digitalen Marktplatz kauft.

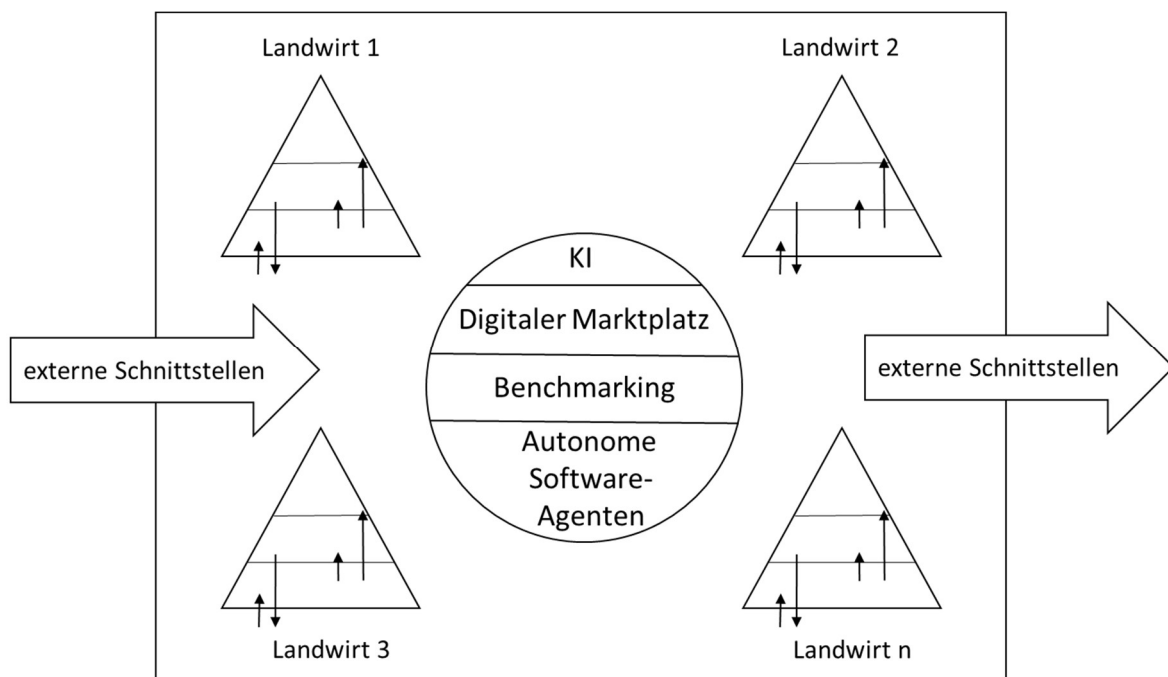


Abbildung 2: Aufbau eines Online-Farm-Management-Information-Systems für mehrere landwirtschaftliche Betriebe

10.4 Große Veränderungen stehen bevor

Die IT-Systeme vieler Landwirte werden sich in den nächsten Jahren grundlegend ändern. Neben der Einführung von betriebsweiten FMIS, mit dem erstmalig sämtliche Prozesse eines landwirtschaftlichen Betriebes abgebildet werden können, werden diese Systeme zeitgleich in die Cloud migrieren. Mit offline FMIS, die auf dem Rechner des Betriebsleiters installiert werden, ist nicht mehr zu rechnen. Für den deutlich größeren Funktionsumfang dieser Systeme werden dem Landwirt keine zusätzlichen Kosten entstehen. Lediglich die Anbieter einiger Spezialanwendungen könnten geringe Gebühren verlangen. Im Gegenzug muss sich der Landwirt damit anfreunden, Betriebsdaten in der Cloud zu speichern und teilweise mit anderen zu teilen. Dies wird anfangs den Wenigsten gefallen, mit der Zeit werden sich aber die Meisten daran gewöhnen. Denn nur, weil Daten in der Cloud liegen, heißt dies noch lange nicht, dass jeder alles sehen kann.

Persönlich sehe ich zu diesem Szenario kaum Alternativen, die konkurrenzfähig sein können. Dass wir IT-Lösungen künftig überwiegend aus der Cloud beziehen, ist so gut wie sicher. Zu groß wäre der Aufwand ein eigenes FMIS sicher auf dem eigenen Betrieb betreiben zu wollen. Auch würden die Offline-Versionen deutlich schlechtere Empfehlungen geben, da sie eben nicht aus einem großen Datenbestand schöpfen können. Zudem würden Offline-Systeme nicht kostenlos angeboten werden können, da hier keine alternativen Erlösmodelle bestehen. Immer mehr Landwirte werden sich mit der Zeit fragen, warum sie für ein vergleichsweise schlechteres Produkt deutlich mehr bezahlen sollen. Vermutlich wird sich die Akzeptanz ähnlich entwickeln wie bei Google-Produkten. Obwohl wir zunächst ein ungutes Gefühl haben, weil Google so viel über uns weiß, benutzen wir im Stau stehend

trotzdem gerne das ausgezeichnete kostenlose Navigationssystem.

Aber eine gute Nachricht am Ende. Die Bedienung der neuen Systeme wird deutlich einfacher als heute sein. Die meisten Daten werden automatisiert durch den Prozess selbst in das System gelangen. Ein Mähdrescher oder Melkroboter wird seine Daten selbständig in eine Datenbank schreiben. Es wird für jede Datenquelle funktionierende Schnittstellen gegeben. Mehrmals am Tag werden diese Daten nach bestimmten Regeln ausgewertet und zu relevanten Informationen verdichtet. Alle noch nicht digital verfügbaren Daten werden über das Smartphone eingegeben. Die letzten Papierrechnungen und -lieferscheine werden abfotografiert, per Bilderkennung ausgewertet und automatisiert ins System eingepflegt. Zusätzliche Kommentare kann der Landwirt oder der Schlepperfahrer verbal in sein Smartphone sprechen. Sollte er vergessen wichtige Informationen einzugeben, wird sein Smartphone aktiv und gezielt nachfragen. Eine Tastatur werden diese Systeme vermutlich nicht mehr benötigen.

Führende Online-Farm-Management-
Informations-Systeme:

Name Online-FMIS	Bekanntheit (gemessen in Treffern der Google-Suche)
JDLink	511.000
365Farmnet	161.000
agrivi	47.500
next farming	39.400
Efarmer	39.100
AgriWebb	24.400
RDV-Mobile	12.600
Plantivo	12.600
trecker.com	9.300
Farmlogic	8.440
myFarm24	905

10.5 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2019): Die vorhandenen Daten sinnvoll nutzen. in: Land & Forst, Heft 37, 172. Jahrgang, 12.09.2019, S. 48-49.

Clasen, M. (2019): Nur eine Software. in: Wochenblatt Magazin für Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz, Heft 6, 26. Oktober 2019, S. 6-8.

Clasen, M. (2019): Eine Software für alle Fälle? in: Rheinische Bauernzeitung, Heft 3, 18.01.2020, S. 20-21.

Clasen, M. (2019): Wie wir künftig unsere Datenflut kanalisieren werden. in: Badische Bauernzeitung, Heft 2, 73. Jahrgang, 11.01.2020, S. 34-35.

Clasen, M. (2019): Eine Software für alle Fälle?. in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 7, 14.02.2020, S. 28-29.

Clasen, M. (2019): Eine Software für alle Fälle?. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 8. Ausgabe, 74./170. Jahrgang, 22.02.2020, S. 13-14.

Clasen, M. (2019): Allumfassende Software. in: Bauernzeitung, 27. Ausgabe, 61. Jahrgang, 03.07.2020, S. 44-45.

11 Von Roboter, Drohnen und Selbstfahrenden Systemen - Eine Ökonomische Betrachtung

Auch die landwirtschaftliche Produktion besteht aus unterschiedlich komplexen Tätigkeiten. Komplexe Tätigkeiten sind selten standardisiert, weisen viele Freiheitsgrade in der Arbeitserledigung auf und sind somit schwieriger zu automatisieren. Tendenziell sind Prozesse der Innenwirtschaft weniger komplex als in der Außenwirtschaft. Ställe können so konstruiert werden, wie es für eine Automatisierung hilfreich ist. Dies ist in der Außenwirtschaft nur eingeschränkt möglich und nicht kontrollierbare Witterungseinflüsse stellen eine zusätzliche Herausforderung dar.

Es verwundert daher wenig, dass die meisten einfachen Tätigkeiten in der Landwirtschaft heutzutage bereits automatisiert sind. So gelang es schon in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts Anbindekuhställe mit Schleppschaufelentmistungen rein mechanisch zu entmisten, lange bevor Computertechnik in den Stall eingezogen ist. Komplexere Aufgaben erfordern aber auch noch heute die Kombination aus Mensch und Maschine, wie z.B. beim Steuern von Erntemaschinen. Die fortschreitende Automatisierung vor allem durch Digitalisierung macht die Maschinen aber immer leistungsfähiger, so dass sie immer weniger auf die Hilfe des Menschen angewiesen sind. Beispiele sind Lenksysteme für Schlepper und Mähdrescher aber auch automatische Fütterungssysteme und Melk-Roboter.

Unter Robotern verstand man ursprünglich humanoide, also menschenähnliche Maschinen. Wenn wir heutzutage von Agrar-Robotern reden, meinen wir aber keine zweibeinigen Metallmenschen mit Strohhut und Mistgabel. Heutzutage bezeichnen wir eine Maschine als Roboter, wenn sie unterschiedliche programmierte Tätigkeiten ohne menschliche Hilfe ausführen kann (zur genauen Definition siehe Kasten). Schlepper

mit Parallelfahrssystemen sind somit keine Roboter, selbstfliegende Drohnen, Sä-, Jät- oder Melk-Roboter aber schon. Da Roboter keine Fahrerkabine mehr benötigen, können sie in ihren Dimensionen für die jeweilige Aufgabe optimiert werden, ohne auf die Belange eines Menschen Rücksicht nehmen zu müssen.

Welche Formen Agrar-Roboter künftige haben werden, werden Ingenieure beantworten. Die Frage ob, wann und wo sich Roboter in der Landwirtschaft durchsetzen werden, adressiert aber den Ökonomen. Viele Technologien der Präzisionslandwirtschaft (Precision Farming) sind schon seit langer Zeit marktreif, setzen sich aber erst jetzt flächendeckend durch.

11.1 Precision Farming oder PI mal Daumen?

Einer der Hauptgründe für die langsame Verbreitung der Precision Farming Technologien liegt in der Flachheit landwirtschaftlicher Produktionsfunktionen. Bei flachen Produktionsfunktionen ist es weniger wichtig, die eingesetzten Produktionsmittel optimal zu kombinieren. Die früher häufig gelebte Praxis über den Daumen lieber etwas mehr zu düngen und zu spritzen führte zu Ernteergebnissen, die nahe am rechnerischen Optimum lagen und nur geringfügig höhere Investitionen in Dünger oder Pflanzenschutzmittel erforderten.

Steigender Kostendruck und niedrige Erzeugerpreise erzwingen aber, künftig immer näher am rechnerischen Optimum zu wirtschaften. Zusätzlich schränken immer schärfere Umweltauflagen die Handlungsmöglichkeiten ein. Wenn Düngeverordnungen nur noch eine vorgegebene Menge an zusätzlichem Dünger erlauben, sollte diese so effizient wie möglich eingesetzt werden.

Auf der anderen Seite werden die Preise für Precision Farming-Komponenten bald drastisch sinken. Ihre Produktionskosten sind im Vergleich zu ihren Entwicklungskosten sehr gering. Künftig wird jeder neue Schlepper eine digitale Vollausstattung haben, auch weil die gesammelten Daten für den Hersteller wertvoll sind. Ähnlich wie bei den immer vollausgestatteten japanischen PKW wäre es schlicht zu teuer, verschiedene Varianten anzubieten. Eventuell wird die Technologie deaktiviert, wenn der Landwirt nicht willig ist, dafür zu bezahlen.

11.2 Luxus-Roboter als Wegbereiter

Die technologische Weiterentwicklung der Roboter könnte zumindest teilweise über den vordergründig irrationaleren Markt für private Luxusartikel finanziert werden. So ist es dem Unternehmen Tesla gelungen, den Markt für Elektro-PKW zu erschließen, indem es zunächst teure Sportwagen auf den Markt brachte. Für bestimmte Bevölkerungsschichten war und ist es einfach „cool“, einen Tesla zu fahren und das Gefühl einer ökologisch weißen Weste zu haben. Der geringere Nutzwert eines Elektroautos spielt dann nur noch eine untergeordnete Rolle. Für Luxusartikel ist die Preissensibilität deutlich geringer als für die Produktionsmittel eines Landwirts, der von seiner Arbeit leben muss.

Mit Tesla als Vorbild wird an der Universität von Illinois in den USA an einem Garten-Roboter geforscht, der vielbeschäftigten und gutverdienenden Vorstadtbewohnern die Gartenarbeit abnehmen soll. Wenn man abends mit dem Auto nach Hause kommt, stehen die im eigenen Garten frisch gepflückten Erdbeeren und Erbsen in einem Korb in der Garage. Sämtliche Arbeit im Garten hat der Gartenbot erledigt. Dass die einzelne Erdbeere am Ende deutlich teurer als im Supermarkt ist, spielt hier keine Rolle.

Durch Lerneffekte und Stückkostendegressionen werden die Gartenbots immer billiger, sodass sie sich bald auch bei einigen Sonderkulturen rechnen könnten. Letztendlich

wird die Technologie den Weg in die Massenproduktion finden und sehr preiswert sein.

11.3 Maschinenringe oder Robot-Uber?

Wem werden Agrar-Roboter künftig gehören? Es spricht einiges dafür, dass sie nicht mehr Eigentum der Landwirte sein werden. Lohnunternehmen und Maschinenringe spielen auch heutzutage schon eine große Rolle bei der Bereitstellung von Landmaschinen. Probleme beim Ausleihen von Maschinen bereiten derzeit vor allem komplizierte Technik und die Gefahr eines erhöhten Verschleißes durch falsche Bedienung oder missbräuchliche Nutzung. Beides kann bei autonomen Robotern künftig ausgeschlossen werden. Die Bedeutung von Maschinenringen in der Landwirtschaft wird vermutlich steigen.

Sollte der Zinssatz für Spareinlagen weiterhin so niedrig bleiben, könnten sich Privatleute einen Agrarroboter kaufen, in einen Maschinenring oder ein Robot-Uber einstellen und eine Rendite erwirtschaften. Trotz vorausschauender Fernwartung (predictive maintenance) wird die physische Wartung dieser Agrar-Robots eine wichtige Aufgabe bleiben, die zumindest mittelfristig von Menschen erledigt werden muss. Hier könnten sich Einkommensmöglichkeiten auch für Landwirte ergeben.

11.4 Mähdrusch für lau?

Auch in der Landwirtschaft werden Daten immer wertvoller. Mit präziseren und aktuelleren Informationen über die zu erwartende Erntemenge sollte sich an Warenterminbörsen gutes Geld verdienen lassen. Vielleicht sogar mehr als mit dem Verkauf von Mähdreschern. Ich halte es für nicht ausgeschlossen, dass Hersteller von Landmaschinen oder große Investmentfonds, Flotten von Mähdreschern über Maschinenringe zur kostenlosen Nutzung anbieten. Der Landwirt zahlt mit seinen aktuellen Erntedaten und der Anbieter verdient sein Geld an den Warenterminbörsen.

11.5 Was macht künftig der Mensch?

Bleibt die Frage, welche Rolle der Mensch bzw. der Landwirt in einer immer stärker automatisierten Welt spielen wird? Ziemlich sicher ist, dass sich seine Rolle verändern wird. Aber diese Tatsache ist für die Landwirtschaft nicht neu und auch nicht bedauerndswert. Kaum jemand möchte heute noch so arbeiten, wie es unserer Großeltern getan haben.

Technologischer Fortschritt hat immer schon bestimmte Arbeitsplätze überflüssig gemacht, aber auch neue geschaffen. Per Saldo sind mehr neue und besser bezahlte Arbeitsplätze entstanden als wegrationalisiert wurden. Einige von uns werden künftig Tätigkeiten nachgehen, die heute noch nicht erfunden sind und die wir uns heute noch nicht einmal vorstellen können. Hätte sich ein Landwirt vor 50 Jahren vorstellen können, was ein App-Entwickler für Smartphones ist? Vermutlich nicht!

11.6 Separater Kasten: Definition Agrarroboter

Die VDI-Richtlinie 2860 definiert nüchtern: „Industrieroboter sind universell einsetzbare Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wegen bzw. Winkeln frei (d. h. ohne mechanischen bzw. menschlichen Eingriff) programmierbar und gegebenenfalls sensorgeführt sind. Sie sind mit Greifern, Werkzeugen oder anderen Fertigungsmitteln ausrüstbar und können Handhabungs- und/oder Fertigungsaufgaben ausführen.“

Übertragen auf die Landwirtschaft könnte man definieren:

„Agrarroboter sind universell einsetzbare frei bewegliche programmierbare oder sensorgeführte Automaten, die ohne menschlichen Eingriff ihre Arbeit verrichten können. Sie sind mit Anbaugeräten oder anderen Werkzeugen ausrüstbar, um Felder zu bearbeiten und einzusäen, Bestände zu kontrollieren, zu schützen und zu ernten, sowie Herden zu füttern, zu melken und zu beobachten.“

11.7 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2019): Von Robotern, Drohnen und Selbstfahrern. in: Land & Forst, Heft 46, 172. Jahrgang, 14.11.2019, S. 52-53.

Clasen, M. (2019): Von der Schleppschaufel-entmistung zum Agrarroboter. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, 51./52. Ausgabe, 73./169. Jahrgang, 21.12.2019, S. 64-65.

Clasen, M. (2019): Autonome Helfer für Hof, Feld und Stall. in: Landwirtschaftliches Wochenblatt Baden-Württemberg, Heft 2, 187. Jahrgang, 11.01.2020, S. 36-37.

Clasen, M. (2019): Bereit für Landwirtschaft 4.0?. in: Allgäuer Bauernblatt. Heft 7, 88. Jahrgang, 13.02.2020, S. 36-37.

Clasen, M. (2019): Digitalisierung muss sich rechnen. in: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 16, 17.04.2020, S. 24-25.

12 Biogas zu Künstlicher Intelligenz veredeln!

12.1 Wie ländliche Rechenzentren Deutschlands digitale Souveränität stärken könnten

Deutschland steht an einem technologischen Scheidepunkt. Nicht zuletzt durch den explosionsartigen Aufstieg der Künstlichen Intelligenz (KI) wächst der Bedarf an Rechenleistung rasant. Rechenleistung aber, erfordert große Mengen an Energie, die in Deutschland teuer ist. Auf der anderen Seite produzieren Biogasanlagen zuverlässig diesen dringend benötigten Strom, deren Betreiber aber zunehmend wirtschaftlich unter Druck geraten. Der Strompreis sinkt, die EEG-Vergütung bietet immer weniger Anreiz, und vielerorts wird Strom eingespeist, der kaum noch etwas einbringt.

In dieser Situation entsteht eine bemerkenswerte Konstellation: zwei Probleme, die zusammengedacht womöglich eine große Chance eröffnen. Denn während im ländlichen Raum überschüssige Energie vorhanden ist, verhindert ein zu hoher Strompreis den in Deutschland dringend benötigten Ausbau von Rechenkapazitäten.

12.2 KI treibt Energiebedarf in die Höhe

Die Entwicklung rund um KI zeigt, wie dramatisch sich die Lage verändert hat. Sprachmodelle, neuronale Netze, Bildgeneratoren und autonome Systeme werden nicht nur leistungsfähiger, sondern auch immer energiehungriger. Wer morgen noch in der KI-Wirtschaft mitspielen möchte, benötigt heute Infrastruktur in Form von schierer Rechenleistung. Doch Deutschland tut sich schwer. Die meiste Rechenpower kommt aus der Cloud (also dem Internet) und wird überwiegend von den vier großen Hyperscalern Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Plattform und Alibaba Cloud bereitgestellt. Die drei erstgenannten

stammen aus den USA und Alibaba aus China. Sie bauen ihre gigantischen Rechenfarmen in Regionen mit niedrigen Energiekosten und es gibt bereits Überlegungen, für den Betrieb neuer Rechenzentren Atomkraftwerke zu reaktivieren oder neu zu bauen. Europa spielt auf diesem kritischen Zukunftsmarkt nur die Rolle des Konsumenten. Selbst große Traditionsunternehmen wie SAP betonen inzwischen offen, dass sie im globalen Wettbewerb mit den Tech-Giganten aus den USA nicht mithalten können. SAP baut zwar KI in ihre Produkte ein, nutzt hierzu aber sowohl die großen cloudbasierten Rechenzentren als auch die KI-Modelle amerikanischer Anbieter. Somit ist selbst SAP kein Produzent von KI, sondern lediglich ein Nutzer!

12.3 Rechenzentren dorthin, wo Strom entsteht

Doch das muss nicht zwingend so bleiben. Denn auf dem Lande, fernab der großen Ballungsräume, stehen hunderte Biogasanlagen, die stabile, planbare Energie erzeugen – häufig zu Preisen, die ihre Betreiber kaum noch zufriedenstellen. Zur gleichen Zeit wurde in vielen Regionen durch großflächige Glasfaserprojekte eine Infrastruktur geschaffen, die bis vor wenigen Jahren als Utopie galt. Es ist eine paradoxe, aber vielversprechende Situation: Schnelles Internet gibt es oft dort, wo wirtschaftlich vergleichsweise wenig digitale Wertschöpfung stattfindet. Warum also diese Strukturen nicht zusammenführen?

Die Idee lautet: Nicht den Strom zu den großen Rechenzentren zu transportieren, sondern die Rechenzentren dorthin, wo der Strom entsteht. Technisch wäre das längst machbar, wenn man Rechenzentren modular denkt. Kleine, standardisierte Einheiten, die in Seecontainern untergebracht sind, ließen sich per LKW auf landwirtschaftliche Betriebe bringen und dort nahezu plug-and-play in

Betrieb nehmen. Die Biogasanlage liefert die Energie, der Glasfaseranschluss die Hochgeschwindigkeitsverbindung zum Internet und der Landwirt stellt den Platz zur Verfügung und überwacht das System. Aus einem ehemaligen Einspeiser ins Stromnetz wird ein Erzeuger digitaler Wertschöpfung.

12.4 Dezentrale Struktur erhöht Sicherheit

Der Charme dieser Lösung liegt in ihrer Einfachheit und in ihrer strategischen Bedeutung. Denn ein solches Netz vieler kleiner Standorte wäre nicht nur schnell aufzubauen, sondern auch sehr widerstandsfähig. Während klassische Rechenzentren hochkonzentrierte, kritische Infrastrukturen darstellen, die anfällig für Angriffe oder Störungen sind, verteilt ein dezentrales System die Kapazität auf die Fläche. Es erinnert damit an den ursprünglichen Gedanken des Arpanets, dem Vorläufer des Internets: ein Netzwerk, das selbst dann noch funktioniert, wenn auch größere Teile ausfallen. Für ein Land, das sich angesichts geopolitischer Spannungen Gedanken über digitale Resilienz macht, ist genau das ein unschätzbarer Vorteil.

12.5 Zusatzeinnahme für Betriebe

Hinzu kommt der ökonomische Nutzen für die ländlichen Räume. Landwirte würden ihren Strom nicht länger zu niedrigen Preisen verkaufen, sondern ihn zu einem Produkt veredeln, das global heiß begehrt ist: Rechenkapazität. Statt Energie billig abzugeben, würden sie hochwertigen Input für Künstliche Intelligenz erzeugen und somit neue Einnahmequellen eröffnen. Die Wertschöpfung bliebe dort, wo die Energie entsteht, und würde nicht an internationale Großkonzerne abgegeben. Ein positiver Nebeneffekt ist, dass Mikroprozessoren bei ihren Rechenvorgängen nahezu 100 Prozent der aufgenommenen Energie wieder als Wärme abgeben. Bestehende Wärmekonzepte an Biogasanlagen könnten somit bestehen bleiben oder sogar ausgebaut werden.

Damit ein solches Modell funktioniert, braucht es jedoch eine Ergänzung: einen digitalen Marktplatz, der die dezentral verteilten Rechenzentren orchestriert. Eine Plattform also, auf der Rechenaufträge erfasst und automatisch auf freie Rechenkapazitäten verteilt werden. Die technologischen Grundlagen dafür sind längst vorhanden. Containerisierte Software, verteilte Systeme und moderne Cloud-Architekturen ermöglichen es, Rechenlasten an unterschiedliche Orte zu schicken, ohne dass der Nutzer wissen muss, wo die Rechenarbeit tatsächlich stattfindet.

Die Vision ist klar: eine digitale Infrastruktur, die schnell skalierbar, hochresilient und wirtschaftlich attraktiv ist – und die zudem einen Beitrag zur technologischen Souveränität Deutschlands leisten kann. Während die USA und China in gigantische Rechenfarmen investieren, könnte Deutschland bewusst auf eine alternative Strategie setzen: durch Verteilung statt Konzentration und Nutzung bestehender Energiequellen im ländlichen Raum. Der Begriff des Rechenzentrums wäre in diesem Szenario jedoch falsch. Man sollte besser von Rechenknoten in einem nationalen oder übernationalen Rechnernetzwerk sprechen.

Die Frage ist nicht, ob dieser Ansatz technisch realisierbar ist. Die notwendigen Bausteine existieren bereits. Die Frage ist vielmehr, ob der politische Wille, der regulatorische Rahmen und die wirtschaftliche Dynamik zusammenfinden, um daraus ein tragfähiges Zukunftsmodell zu machen. Vielleicht liegt die nächste große Chance für Deutschlands digitale Zukunft nicht in den Metropolen, sondern auf den Feldern und Höfen des Landes. Dort, wo Biogasanlagen heute Strom zu schlechten Konditionen einspeisen, könnte morgen die Rechenleistung entstehen, die Künstliche Intelligenz für ihre Entwicklung braucht.

12.6 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2026): Biogas zu Künstlicher Intelligenz veredeln. in: Bauernzeitung, 30. Woche, 24.07.2026, S. 48-49.

Clasen, M. (2026): Biogas zu Künstlicher Intelligenz veredeln. in: Bauernblatt, Heft 9, 28.02.2026, S. 14-15.

Clasen, M. (2026): Biogas zu KI veredeln! in: Allgäuer Wochenblatt, Heft 4, 2026, S. 26.

13 Transanimalismus – Cyber-Dog trifft Insta-Cow

13.1 Cyber-Nutztiere und die Zukunft der Mensch-Tier-Beziehung

Die Digitalisierung hat fast jeden Bereich unseres Lebens erreicht. Nun beginnt sie, auch die Beziehung zwischen Mensch und Tier neu zu definieren. Cyber-Haus- und Nutztiere sind keine bloße Vision futuristischer Technikromane, sondern ein Konzept, das biologische Tiere über Computer-Gehirn-Schnittstellen mit künstlicher Intelligenz, Sensorik und digitalen Plattformen verbindet. Dabei geht es weniger darum, Tiere zu ersetzen, sondern ihr Wohl zu steigern, ihre Fähigkeiten zu erweitern und völlig neue Formen der Interaktion zu schaffen.

13.2 Tierwohl als Leitidee

Im Zentrum dieser Entwicklung steht das Tierwohl. Cyber-Haustiere eröffnen neue Möglichkeiten, Tiere positiv zu stimulieren. KI-gestützte Computerspiele für Tiere könnten künftig ihren Alltag in der Stallhaltung bereichern, indem sie spielerische Reize setzen, dadurch Bewegungsbedürfnisse anregen und Langeweile reduzieren. Ebenso denkbar sind soziale Kontakte über Video-Konferenzen – nicht nur zwischen Tier und Mensch, sondern auch zwischen Tieren untereinander, etwa wenn Herden getrennt gehalten werden oder Einzeltiere Anschluss suchen.

Auch die direkte Kommunikation zwischen Tier und Mensch könnte sich radikal verändern. Körpersprach-Übersetzer könnten Bedürfnisse, Stresslevel oder Wünsche des Tieres so präzise darstellen, dass Tiere echte Entscheidungsfreiheit erleben: Möchte die Kuh heute ins Freie oder lieber im Stall bleiben? Welche Aktivität bevorzugt das Pferd gerade beim Training? Die Echemer Kuhbrille der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, mit der ein Landwirt die Welt mit den Augen einer Kuh erleben kann, ist ein erstes Beispiel hierzu.

Die Digitalisierung öffnet Türen für eine Haltungsform, in der Tiere erstmals aktiv ihre Haltung mitgestalten können, statt diese wie bisher passiv erdulden zu müssen.

13.3 Cyber-Tiere als produktive Helfer

Neben dem Tierwohl spielt aber auch der ökonomische Nutzen eine zentrale Rolle im Transanimalismus. Nutztiere könnten mittels Sensorik, Tracking und KI präziser gesteuert werden, wodurch die Erträge steigen. Pflanzenfresser könnten durch gezielte Beweidung, bei der Tiere mittels sanfter KI-Assistenz nur bestimmte Beikräuter fressen, zur mechanischen Unkrautbekämpfung beitragen. Aber auch Insekten könnten Teil solcher Systeme sein – etwa Bienen mit Sensorik zur Echtzeit-Überwachung von Bestäubung, Umweltqualität oder Pflanzenstress.

Darüber hinaus entstehen völlig neue Nutzungsformen: Das Konzept des „ultimativen Betriebshelfers“ beschreibt Tiere wie Hunde, Katzen oder auch Eichhörnchen, deren natürliche motorische Fähigkeiten um mentale Fähigkeiten durch KI-Assistenz ergänzt werden. Ein Hund, ausgestattet mit zusätzlichen künstlichen Sensoren und W-LAN-Fähigkeit, könnte Melkroboter überprüfen, Maschinenzustände melden oder bei Wartungsarbeiten assistieren; Fähigkeiten, die ein mechanischer Roboter nur mit hohem technischen Aufwand erreichen würde. Der Jagdhund 5.0 sendet Echtzeit-Sensordaten seiner biologischen Nase an den menschlichen Jäger, der wiederum KI-gestützte Taktikvorschläge erhält: Hunde, Menschen und KI werden zu einem echten Team.

Zudem sind biologische Cybertiere sehr viel Energieeffizienter als elektrische Roboter mit Batterien. Im Gegensatz zu Maschinen arbeiten Tiere nahezu geräuschlos, ökologisch und mit perfekter Bewegungsökonomie. Die

„Batterien“ von Tieren lassen sich jederzeit durch Fressen wieder aufladen.

13.4 Tiere als Medienakteure

Eine weitere Facette von Cyber-Nutztieren ist ihr Potenzial als Kommunikationsmedium. Kühe, die als Influencer direkt aus ihrem Alltag posten, könnten eine neue Form der Transparenz schaffen. Ihre Posts wären direkte Stimmen aus der Stall- oder Weideperspektive. Dadurch entstünde eine persönliche Beziehung zwischen Konsumenten und Nutztieren, was die Empathie stärken und das Verantwortungsgefühl fördern könnte. Hierzu müssten Tiere mit digitalen Identitäten ausgestattet werden. Eine eindeutige Tier-ID und ein sprechender Alias-Name im Metaverse oder in sozialen Netzwerken könnte die Beziehungen zwischen Menschen und Tieren neu definieren.

Dies gilt grundsätzlich auch für Wildtiere: So paradox es klingen mag, könnten digitale Welten Stadtmenschen tatsächlich näher an die Natur bringen. Umweltschützer denken bereits darüber nach, unser Bewusstsein für bedrohte Arten dadurch zu schärfen, indem wir das persönliche Schicksal eines Tieres einer bedrohten Art im digitalen Raum täglich miterleben. Man folgt also einem Berggorilla auf Instagram und wird Teil seines Lebens.

13.5 Wollen wir Cyber-Tiere?

Diese Frage ist natürlich berechtigt und selbstverständlich sollte dieser Artikel provozieren und zur Diskussion anregen. Vor allem das Beispiel mit dem Jagdhund 5.0 wird bei vielen Jagdkameraden befremden ausgelöst haben. Ob diese Form der Jagd noch waidgerecht ist, mag fraglich sein. Auch Formen einer möglichen militärischen Nutzung mögen erschrecken. Gesteuerte Cyber-Gänse mit Sprengstoffrucksack wären sehr effiziente,

kleine, billige und gut getarnte Langstreckenbomber. Das Heer würde vielleicht lieber auf Cyber-Wölfe setzen und die Marine auf Cyber-Lenk-Robben.

Dennoch kann das geschilderte Narrativ bemerkenswert positiv sein, da sie Tiere auf eine höhere Stufe stellt. Sie werden von Werkzeugen und Produktionsmitteln zu Partnern, die ihre Fähigkeiten selbstbestimmter in die Produktionssysteme einbringen. Ob auch noch künftig ein Mensch mit Zugriff auf eine Allgemeine Künstliche Intelligenz (AGI) schlauer sein wird als ein Schaf mit demselben Zugriff, bleibt derzeit offen. Entscheidend wird aber sein, dass wir Fragen wie diese gesellschaftlich diskutieren und uns dabei im Klaren sind, dass diese Entwicklungen irgendwo auf der Welt stattfinden werden. Europa sollte sich nicht erneut technologisch abhängen lassen.

Ein letzter Gedanke mag versöhnen. Cyber-Tiere könnten es ermöglichen, die oft kalte Technikwelt emotionaler zu gestalten. Sie können greifbare, natürliche Schnittstellen zu hochkomplexen IT-Systemen darstellen. Wer würde nicht lieber mit seinem Hofhund die Pflanzenschutzmaßnahme durchsprechen, so dass dieser dann die Feldspritze einstellt, als selbst am Rechner eine unkomfortable Nutzerschnittstelle zu bedienen. Der Hofhund könnte das künftige Smartphone des Landwirts sein.

13.6 In ähnlicher Form erschienen als:

Bisher unveröffentlicht

14 Elektronische Marktplätze in der Landwirtschaft – eine Zwischenbilanz

Autoren: M. Clasen, R.A.E. Müller und A. Majid

Im Zuge der New Economy-Euphorie der vergangenen Jahre schossen elektronische Marktveranstaltungen für landwirtschaftliche Erzeugnisse, Betriebsmittel und Maschinen wie Pilze aus dem Boden. Die erklärte Absicht dieser Marktplätze war es, mit Hilfe des Internets die Kosten für Handelsvorgänge zu senken und die Preistransparenz auf den Märkten zu erhöhen. Nachdem sich die Euphorie zusammen mit dem NEMAX stark abgeschwächt hat und einige dieser

Marktplatz-Pioniere den Betrieb wieder eingestellt haben, ist die Zeit reif für eine kurze Zwischenbilanz. Heute müssen wir uns fragen: Wie erfolgreich waren die Marktplätze bisher und welche Faktoren bestimmen den Erfolg? Welche Produkte eignen sich besonders für den elektronischen Handel? Und schließlich: Waren elektronische Marktplätze nur eine vorübergehende Erscheinung oder sind sie die Vorboten für den Landhandel der Zukunft?

	Agrenius	FarmKing		Farm-Partner	FarmWorld			ProX-change	Gesamt
Gütergruppen	Angebot	Angebot	Gesuch	Angebot	Angebot	Auktion	Gesuch	Angebot	
Erzeugnisse:									
Getreide	4,6 (1,6)			7,7 (2,8)					12,3 (4,4)
Ölsaaten	3,1 (1,5)								3,1 (1,5)
Kartoffeln	0,2 (0,2)								0,2 (0,2)
Betriebsmittel:									
Futtermittel	1,4 (0,2)	0,5 (0,6)	4,2 (1,2)	2,4 (2,3)					8,5 (4,2)
Düngemittel	0,4 (0,7)	5,5 (2,3)	8,0 (2,9)						14,0 (5,9)
Pflanzenschutzmittel	0,1 (0,2)	0,5 (0,2)	0,4 (0,3)						1,0 (0,7)
Saatgut		0,4 (0,1)	0,7 (1,0)						1,0 (1,1)
sonst. (nicht technisch)	4,2 (1,7)	0,3 (0,4)	0,4 (0,3)			2,2 (3,0)			7,1 (5,4)
Maschinen:									
Landtechnik (neu)					1,9 (0,5)				1,9 (0,5)
									2735
Traktoren	1213(15,7)				1204 (16,4)		9,6 (4,7)	308 (23,4)	(60,4)
Mähdrescher	265 (16,6)				296 (16,6)			151 (17,4)	712 (50,6)
Häcksler								44,6 (5,7)	44,6 (5,7)
Anbaugeräte							11,4 (4,6)	162 (18,9)	173 (23,5)
Treib-/Schmierstoff		0,2 (0,3)	0,0 (0,0)		0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)		0,2 (0,3)
sonst. (technisch)					1,5 (0,5)	6,2 (7,8)	9,1 (2,9)	178 (23,9)	195 (35,1)
Gesamt	1492(38,3)	7,4 (3,8)	13,7 (5,8)	10,1 (5,0)	1504 (33,9)	8,4 (10,8)	30,1 (12,2)	844 (89,3)	3910 (199)

Tabelle: Durchschnittliche Anzahl und durchschnittliche absolute Veränderung der Anzahl zur Vorwoche (Werte in Klammern) an Angeboten, Gesuchen oder Auktionen auf elektronischen Marktplätzen

Um Antworten auf diese Fragen zu erhalten, wurden Angebote, Gesuche und Auktionen auf fünf elektronischen, landwirtschaftlichen Marktplätzen im Zeitraum vom 30.07.2001 bis zum 28.01.2002 regelmäßig beobachtet. Ausgewählt wurden die Marktplätze Agrenius, FarmKing, FarmPartner, FarmWorld und proXchange, die sich mehr oder weniger auf Teilbereiche des Handels mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen, Betriebsmitteln oder Maschinen spezialisiert hatten.

Die Tabelle zeigt die beobachtete durchschnittliche Anzahl an Angeboten, Gesuchen bzw. Auktionen für einzelne Gütergruppen und Marktplätze. Die Werte in Klammern geben die durchschnittliche absolute Veränderung der Anzahl an Angeboten, Gesuchen bzw. Auktionen an. Die absolute Veränderung der Angebote bzw. Gesuche ist der beste Näherungswert für den Marktumschlag, der sich aus den öffentlich zugänglichen Daten für diese Märkte ermitteln lässt.

Die Ergebnisse zeigen zweierlei: Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Betriebsmitteln fand auf diesen Marktplätzen kaum statt. Selbst der größte Umschlag bei FarmWorld im Bereich der „sonstigen Betriebsmittel“ rechtfertigt mit 3,0 Veränderungen pro Woche kaum die Einrichtung eines elektronischen Marktplatzes oder einer speziellen Handelskategorie auf solch einem Marktplatz. Dagegen lassen die Daten im Bereich der Landtechnik auf einen beachtlichen Handel schließen. Bei proXchange beispielsweise ändert sich das Angebot an Schleppern pro Woche um 23,4 Einheiten. Vergleicht man diesen Umschlag mit dem gesamten Umsatz an gebrauchten landwirtschaftlichen Maschinen, ergibt sich ein Anteil dieses elektronischen Marktplatzes von ca. 25 Prozent.

Angesichts der zumeist spärlichen Handelsaktivitäten auf den elektronischen Marktplätzen ist die hohe Abgangsrate von Marktplatzveranstaltern nicht weiter

verwunderlich. Von den fünf untersuchten Marktplätzen existieren heute nur noch FarmKing, FarmPartner und proXchange, wobei FarmPartner eine Kooperation mit Agrimanager eingegangen ist und proXchange sich auf die Veräußerung von Maschinen aus Unternehmensauflösungen spezialisiert hat.

Die Gründe für die leblosen Märkte für landwirtschaftliche Erzeugnisse und Betriebsmittel und den lebhaften Markt für gebrauchte Landmaschinen sind z.Z. noch unbekannt. Die relative Vorteilhaftigkeit der Transaktionskosten auf den elektronischen Märkten gegenüber den Transaktionskosten auf konventionellen Märkten könnte zu den Unterschieden ebenso beigetragen haben wie die Marktstruktur. So könnte z.B. der verstärkte überregionale Handel mit gebrauchten Landmaschinen, besonders in osteuropäische Staaten, eine Marktnische hervorgebracht haben, die von elektronischen Marktplätzen erfolgreich besetzt worden ist. Weiterhin können wir nicht ausschließen, dass die noch weitgehend unerforschten Besonderheiten des Nutzerverhaltens im Web zu den beobachteten Unterschieden im Marktgeschehen auf den untersuchten elektronischen Märkten beigetragen haben.

Um bessere Aussagen über die Gründe von Erfolg und Misserfolg elektronischer Marktplätze machen zu können, sind längerfristige Marktbeobachtungen und die systematische Sammlung und Auswertung bisheriger Erfahrungen mit diesen Märkten erforderlich. Über Mitteilungen von Erfahrungen, die Landwirte und Landhändler beim Handel auf elektronischen Marktplätzen gemacht haben, sind die Autoren deshalb jederzeit dankbar (Zuschriften bitte an: mclasen@agric-econ.uni-kiel.de).

Ist die Dezimierung der ersten Generation der elektronischen Märkte ein Vorbote für das Artensterben dieser Spezies von Marktplätzen? Wir sind nicht dieser Meinung. Aus unserer Sicht ist die Entwicklung der elektronischen Marktplätze ein Evolutionsprozess: Nach einer

Phase großer organisatorischer Vielfalt durchlaufen die Marktplätze jetzt eine Phase der Selektion durch Wettbewerb. Wenn es zumindest einigen Marktplatzbetreibern gelingt, den Verdrängungswettbewerb in einer geschützten Marktnische zu überstehen, ist zu erwarten, dass die nächste Generation von Unternehmern mit verbesserten Konzepten die Nischen der elektronischen Marktplätze erweitert und die elektronischen Marktplätze zunehmend zu ernsthaften Konkurrenten der konventionellen Marktplätze werden.

14.1 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M., Müller, R.A.E., Madjid, A. (2002): Landhandel der Zukunft?. in: Bauernzeitung Landwirtschaftliches Wochenblatt - Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, jeweils Heft 49, 43. Jahrgang, 06. Dezember 2002, S. 13.

Clasen, M., Müller, R.A.E., Madjid, A. (2002): Leblose Märkte im Internet. in: Land & Forst, Heft 44, 155. Jahrgang, 31. Oktober 2002, S. 32.

Clasen, M., Müller, R.A.E., Madjid, A. (2002): Elektronische Marktplätze in der Landwirtschaft. Eine Zwischenbilanz für einzelne Gütergruppen. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft 34, 56. / 152. Jahrgang, 24. August 2002, S. 40-41.

Ausführlicherer Darstellung in:

Clasen, M., Müller, R.A.E., Madjid, A. (2003): Digitale Marktplätze in der Landwirtschaft - Total virtuell?. in: Zeitschrift für Agrarinformatik, Heft 1, 11. Jahrgang, S. 8-16.

15 Gebrauchte Maschinen dominieren den Handel auf elektronischen Marktplätzen in der Landwirtschaft!

Noch vor wenigen Jahren wurde prophezeit, daß elektronische Marktplätze auch in der Landwirtschaft den Handel revolutionieren und somit eine ernsthafte Konkurrenz für den konventionellen Landhandel werden könnten. Nachdem sich die Euphorie der Gründerzeit gelegt hatte, war die Zeit günstig für eine systematische Untersuchung der Handelsaktivitäten auf landwirtschaftlichen, elektronischen Marktplätzen in Deutschland. Hierzu wurden in einer 2002/03 durchgeführten Untersuchung 273 Landwirte zu ihren Einstellungen und Erfahrungen beim Handel auf elektronischen Marktplätzen befragt. Wie die Ergebnisse zeigen, dominiert der Handel mit gebrauchten Landmaschinen, während landwirtschaftliche Erzeugnisse, Saatgut, Düngemittel und Viel so gut wie nicht gehandelt werden.

15.1 Durchführung der Befragung

Zielgruppe der zweistufig durchgeführten Befragung waren Landwirte, die über einen Internetzugang verfügten und diesen betrieblich nutzten. Die erste Stufe der Befragung bestand aus einem achtseitigen Fragebogen in Papierform, in dem Landwirte sehr detailliert zu ihren Handelsgewohnheiten im allgemeinen und zu ihren Erfahrungen mit elektronischen Marktplätzen im besonderen befragt worden sind. Hierzu wurden im November 2002 Besucher der Messe „EuroTier“ in Hannover gebeten, die Fragebögen auszufüllen. Auf diese Weise konnten 60 verwertbare Antworten erzielt werden.

Um repräsentativere Aussagen machen zu können, wurde in einer zweiten Stufe ein deutlich verkürzter Fragebogen auf die Internetseite www.landtrends.de eingestellt, über die innerhalb von vier Wochen weitere 213 Antworten erzielt werden konnten. Die

Ergebnisse dieses verkürzten Fragebogens werden im Folgenden dargestellt.

15.2 Ergebnisse

Zu Beginn des Fragebogens wurden die Landwirte nach ihren Erwartungen an einen „guten elektronischen Marktplatz“ befragt. 80% der Befragten legen großen Wert auf „gute Preise“, „Verfügbarkeit von Produktinformationen“ und eine „große Auswahl“. Der „persönliche Kontakt“ zum Handelspartner, wie auch die Bereitstellung von Zusatzdiensten wie „Wettervorhersagen“, die Möglichkeit eines „elektronischen Datenaustausches“ oder die Vermittlung von „Finanzierungen“ oder „Versicherungen“ waren dagegen nur für eine geringe Anzahl von Landwirten wichtig.

Von allen befragten Landwirten gaben knapp 45% an, noch nicht über elektronische Marktplätze gehandelt zu haben, obwohl sie einen Internetzugang betrieblich nutzten. Auf der anderen Seite haben mehr als die Hälfte der Befragten mindestens einmal, 16% sogar mehr als 10 mal, Waren über elektronische Marktplätze gehandelt.

Bei der Art der gehandelten Waren lagen wie erwartet (siehe z.B. Land & Forst, Heft 44, 31. Oktober 2002, S. 32) Güter aus dem Bereich „Landtechnik“ ganz vorn. Von allen Landwirten, die bereits über elektronische Marktplätze gehandelt hatten, gaben knapp 70% an, auch „Landtechnik“ gehandelt zu haben. Es folgten mit deutlichem Abstand „Bürobedarf“, „Betriebsmittel“ und „Ersatzteile“. Alle anderen Güter erzielten lediglich Werte von weniger als 10%.

Die beobachtete Dominanz der Landtechnik spiegelt sich ebenfalls im Bekanntheitsgrad der einzelnen Marktplätze wider. Die vier bekanntesten Marktplätze waren, neben

„ebay“, die Landtechnikbörsen „tec24“, „traktorpool“ und „technikbörse“.

Auf die Frage nach den „Gründen für den Handel per Internet“ gaben ca. 60% der Befragten an, „bessere Preise“ erzielt bzw. eine „größere Auswahl“ vorgefunden zu haben. Für immerhin die Hälfte aller Teilnehmer war die reine „Neugierde“ auf die neue Technik ausschlaggebend. Weitere Gründe für den Handel auf elektronischen Marktplätzen sahen die befragten Landwirte, in der „Möglichkeit Auktionen oder Ausschreibungen“ durchzuführen (ca. 42%), „mehr oder bessere Informationen“ zu erhalten (ca. 32%) sowie in einer „einfacheren Abwicklung der Handelstransaktionen per PC und Internet“ (ca. 22%).

Gegen einen Handel auf elektronischen Marktplätzen scheint vor allem mangelnde Liquidität, also ein unzureichendes Angebot bzw. eine unzureichende Nachfrage, sowie ein „hoher Zufriedenheitsgrad mit bisherigen Handelspartnern“ zu sprechen. Auf die Frage „Warum haben Sie noch nicht über elektronische Marktplätze gehandelt?“ antworteten mehr als 45% der Befragten, daß „kein passender Handelspartner vorhanden“ war. Ebenso gaben über 40% der Landwirte eine „hohe Zufriedenheit mit ihren bisherigen Handelspartnern“ an. Die übrigen Antwortmöglichkeiten wie „kein Vertrauen in das Internet“ (21%), „zu großer Aufwand“ (19%), „schlechtere Preise“ (14%), „ich mache Geschäfte nur mit Leuten, die ich kenne“ (14%) und „zu hohe Gebühren“ (14%) waren dagegen weniger entscheidend.

Ein weiteres häufig geäußertes Argument gegen einen Handel über das Internet ist die Angst, vom, in der Regel unbekannten, Handelspartner übervorteilt zu werden. Die Frage „Wieviel höher oder niedriger (im Verhältnis zum konventionellen Handel) schätzen Sie die Gefahr ein, auf elektronischen Marktplätzen im Internet über's Ohr gehauen zu werden?“ beantworteten über 56% mit „höher“ oder „viel höher“. Knapp 40% sahen

das Gefahrenpotential als „gleich hoch“ an und weniger als 3% fühlten sich im Internet sicherer.

Insgesamt konnten die elektronischen Marktplätze sehr hohe Zufriedenheitsraten für sich verbuchen. Auf die Frage „Wie zufrieden waren Sie insgesamt mit den Ihnen bekannten elektronischen Marktplätzen?“ gaben knapp 80% der Befragten an, „zufrieden“ oder sogar „sehr zufrieden“ gewesen zu sein. Lediglich weniger als 10% der Landwirte waren „wenig zufrieden“ oder „nicht zufrieden“.

15.3 Interpretation der Ergebnisse

Die insgesamt hohe Zufriedenheit mit elektronischen Marktplätzen zeigt, daß die Abwicklung eines Handelsvorganges über das Internet in der Regel problemlos funktioniert und ein geringer Umschlag bei vielen Warengruppen nicht auf komplizierte Vorgänge oder schlecht gestaltete Internetseiten zurückzuführen ist.

Ein Hemmnis scheint dagegen weiterhin ein im Vergleich zum konventionellen Handel geringeres Vertrauen ins Internet zu sein. Es ist daher verwunderlich, daß kaum ein elektronischer Marktplatz (Ausnahme: „ebay“) Möglichkeiten bieten, mit denen Nutzer eine Reputation aufbauen können, um somit das Vertrauen in den gesamten Marktplatz zu erhöhen.

Ein weiteres Problem vieler elektronischer Marktplätze scheint in einem mangelhaften Angebot bzw. in einer unzureichenden Nachfrage zu liegen. Für einen Käufer (Verkäufer) ist ein (elektronischer) Markt umso vorteilhafter, je mehr Verkäufer (Käufer) vorhanden sind, was zu Konzentrationsprozessen führt. Bisher ist es elektronischen Marktplätzen lediglich bei den Produktgruppen „Landtechnik“, „Bürobedarf“, „Betriebsmittel“ und „Ersatzteile“ gelungen eine kritische Masse zu erreichen, um gegenüber dem sehr gut bewerteten konventionellen Handel erfolgreich zu sein. Aufgrund des erwähnten Konzentrationsprozesses erscheint es daher

eher verwunderlich, daß mit „tec24“, „traktorpool“ und „technikboerse“ drei Landmaschinen-börsen unter den vier meistbekannten Marktplätzen zu finden sind.

Die gut 50% der befragten Landwirte, die bereits über elektronische Marktplätze gehandelt haben, legten besonderen Wert auf gute Preise und Produktinformationen sowie eine große Auswahl. Die von den Anbietern elektronischer Märkte häufig besonders hervorgehobenen Zusatzdienste, wie z.B. die Vermittlung von Finanzierungen oder Versicherungen, die Möglichkeit des elektronischen Datenaustausches oder das Angebot von landwirtschaftlichen Nachrichten und Wettervorhersagen, waren dagegen für die meisten Nutzer von nur geringem Interesse. Ein Ergebnis das wenig verwundert, da spezialisierte Anbieter von Nachrichten oder Wettervorhersagen im Internet über eine Favoritenliste nur einen Klick entfernt sind.

Für elektronische Marktplätze scheint es daher sinnvoll zu sein, sich auf die Vermittlung von Anbietern und Nachfragern zu spezialisieren. Wer braucht schon eierlegende Wollmilchsäue, wenn es doch Hühner, Schafe, Kühe und Schweine gibt.

15.4 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2004): Gebrauchte Landmaschinen dominieren den Handel. in: Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft 50, 58. / 154. Jahrgang, 11. Dezember 2004, S. 40-42.

Clasen, M. (2004): Tücken der elektronischen Marktplätze. in: Land & Forst, Heft 16, 157. Jahrgang, 16.04.2004, S. 84-85.

16 Elektronische Marktplätze in der Landwirtschaft – Ein Resümee

Im Zuge der Internet-Euphorie zur Jahrtausendwende schossen, wie in fast jeder Branche, auch für die Landwirtschaft eine Vielzahl elektronischer Marktplätze wie Pilze aus dem Boden. Ziel dieser mehr oder weniger spezialisierten Marktplätze war es, mit Hilfe moderner Informationstechnologien, wie dem Internet, die Kosten für Handelsvorgänge zu senken und die Preistransparenz auf den Märkten zu erhöhen. Die Prophezeiungen, der konventionelle Landhandel würde durch die elektronische Konkurrenz weitgehend verdrängt, haben sich nicht bewahrheitet.

Heutzutage, 5 Jahre nach dem Platzen der dot-com-Blase, scheint die Zeit reif für ein Resümee. Wie viele elektronische Marktplätze hat es gegeben, auf denen landwirtschaftliche Produkte, Betriebsmittel oder Einsatzstoffe gehandelt werden konnten. Welche existieren noch heute und wie erfolgreich sind sie? Wer sind die wenigen Gewinner auf diesem hart umkämpften Markt. Und schließlich: Welche Rolle werden elektronische Marktplätze für den Landhandel der Zukunft spielen? Antworten auf diese und weitere Fragen rund um den elektronischen Handel in der Landwirtschaft wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes² am Institut für Agrarökonomie an der Universität Kiel ermittelt.

16.1 Entwicklung der Anzahl von E-Marktplätzen

Wie Abbildung 1 zeigt, waren bereits im Herbst 1996 sechs elektronische Marktplätze zum Handel mit landwirtschaftlichen Waren aktiv. Zu diesen Marktplatzpionieren im Web zählen die nordamerikanischen Sites agriculture.com, farming.com, floraplex.com und eBay.com, sowie ostrichesonline.com, einer englischen

Site zum Handel mit Produkten rund um den Vogel Strauß. Aus Deutschland war der Marktplatz resale.de seit 1996 vertreten, auf dem gebrauchte Maschinen gehandelt werden können. Die Anzahl elektronischer Marktplätze entwickelte sich analog zum rasanten Anstieg des Neuen-Markt-Aktienindex Nasdaq 100 Ende der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts. Ihren Höhepunkt erreichte die Anzahl an E-Marktplätzen der Agrar- und Ernährungsindustrie im März 2001 mit 208 aktiven Vertretern. Danach wurden kaum noch neue Marktplätze gegründet und die Zahl an Schließungen nahm stetig zu. Insgesamt wurden weltweit 233 elektronische Marktplätze ausfindig gemacht, auf denen Produkte aus den Bereichen Land- und Ernährungswirtschaft gehandelt werden konnten.

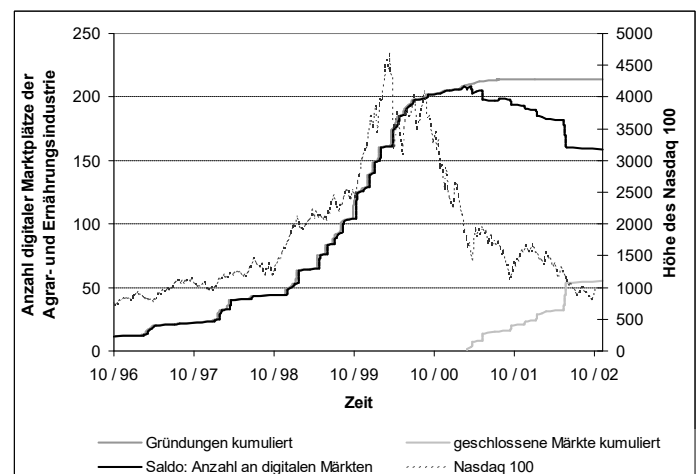


Abbildung 1: Entwicklung der Anzahl von landwirtschaftliche E-Marktplätzen weltweit

Interessant ist die Tatsache, daß die Marktbereinigung bei elektronischen Marktplätzen erst 12 Monate nach dem Zusammenbruch des Nasdaqs im März 2000

² Für sämtliche Ergebnisse siehe: Clasen, M. (2005): Erfolgsfaktoren digitaler Marktplätze in der Agrar- und Ernährungsindustrie, Deutscher

Universitäts-Verlag, Wiesbaden, ISBN: 3-8350-0029-2.

erfolgte. Im Zeitraum zwischen März 2000 und März 2001 wurden noch 46 Marktplätze, fast ausnahmslos in Europa, neu gegründet. Die zweite bemerkenswerte Aussage der Abbildung 1 ist, daß die Marktkonsolidierung sehr bescheiden ausgefallen zu sein scheint. Ende 2002 waren noch 159 von insgesamt 214 gegründeten digitalen Marktplätzen im Web präsent, was einem Anteil von knapp 75% entspricht. Eine nähere Untersuchung der Marktplatzsites hat jedoch gezeigt, daß ungefähr ein Drittel aller im Web präsenten Marktplätze nahezu keine Aktivität aufgewiesen haben und de facto als gescheitert angesehen werden können. Definiert man einen Marktplatz als tot, wenn seine Website in den letzten 12 Monaten keine Änderungen erfahren hat, sind Anfang 2003 nur noch 113, also etwas mehr als 50% aller gegründeten Marktplätze aktiv. Ein Grund für diese recht hohe Anzahl an komatösen Marktplätzen könnte darin liegen, daß die Lebenserhaltung eines erfolglosen digitalen Marktplatzes nahezu keine Kosten verursacht und daher häufig darauf verzichtet wurde, die Marktplatzsite offline zu schalten.

16.2 USA und Deutschland führend

Die meisten der insgesamt 233 elektronischen Marktplätze hatten ihren Firmensitz in den USA (62) oder in Deutschland (60), während England an dritter Stelle liegend nur noch 11 Marktplätze aufweisen kann. Es folgen Marktplätze aus Spanien (9), Frankreich (9), Kanada (8), Niederlande (8), Italien (7), Australien (5) und jeweils drei in Brasilien, Belgien und Argentinien. Ein oder zwei Marktplätze wurden in den Länder Indien, Irland, Neuseeland, Norwegen, Schweden, Schweiz und Thailand gefunden. China, Dänemark, Finnland, Griechenland, Island, Kenia, Korea, Österreich, Rußland, Singapur, Südkorea und Taiwan ermittelt.

16.3 Gebrauchte Maschinen dominieren

Analysen zu den Produktgruppen, die auf den Marktplätzen gehandelt werden konnten,

zeigten, daß mit großem Abstand Handelsräume für gebrauchte Landmaschinen (auf 18% aller Marktplätze) dominieren. Ebenfalls häufig anzutreffen waren Handelsräume für landwirtschaftliche Betriebsmittel wie Pflanzenschutzmittel (10%), Düngemittel (9%), Futtermittel (9%) und Saatgut (9%). Für landwirtschaftliche Erzeugnissen existierten die meisten Handelsräume für Getreide (10%) und Obst / Gemüse (9%). Vieh konnte auf 5% aller Marktplätze gehandelt werden. Für verarbeitete Produkte wie Fleischerzeugnisse (5%), Molkereiprodukte (4%), Nahrungsmittel (3%) und Tiefkühlprodukte (1%) existierten nur auf weniger als 5% aller Marktplätze Handelsräume. Die Marktplätze mit Handelsräumen für Getränke lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Marktplätze der einen Gruppe legen den Schwerpunkt auf die Suche nach speziellen Getränken wie Weinen und Spirituosen (z.B. www.globalwinespirits.com), während die andere Gruppe Lösungen für einen digitalen Datenaustausch zwischen Hersteller und Gastronomie bzw. Getränkehandel bereitstellt (z.B. www.getport.de).

16.4 Jeder dritte E-Marktplatz bietet Auktionen an

An Dienstleistungen zur Unterstützung der Handelsvorgängen verfügten mit über 91% nahezu alle Marktplätze über einen Produktkatalog mit Suchfunktion. Auf knapp 61% der Marktplatzsites wurden Informationsdienste, wie Wetterberichte, fachbezogene oder allgemeine Nachrichten, Communities, Chatforen, Newsletter oder Warenterminkurse angeboten. Auktionen waren auf knapp 33% aller Marktplätze möglich, und auf gut einem Viertel aller Marktplatzsites wurden Transportdienstleistungen angeboten oder vermittelt. Dienstleistungen zur Zahlungsabwicklung (17%), Produktgarantien (11%), Möglichkeiten des elektronischen Datenaustausches (10%), reputationsbildende Maßnahmen (6%) und Versicherungen (5%) wurden dagegen deutlich

seltener angeboten. Werkzeuge zur unternehmensübergreifenden Planung, Prognose und Lagerbefüllung (CPFR) sowie Brokerdienstleistungen zum Ausgleichen von Nachfrage- oder Angebotsüberhängen wurden nur von weniger als 3% aller digitalen Marktplätze angeboten.

16.5 Größe ist alles

Abbildung 2 zeigt in einem doppelt logarithmierten Graphen, wie sich die Seitenaufrufe (Hits) aller untersuchten Marktplätze auf einzelne Marktplätze verteilen. Die Anzahl an Hits wurde mit dem Werkzeug Alexa (www.alexa.com) gemessen. Man erkennt, daß eBay.com als führender Marktplatz mit mehr als 29.000 Hits pro Tag pro eine Million Alexa-Nutzer ungefähr 31mal mehr Besuche erhält als der zweitplatzierte Marktplatz alibaba.com. Obwohl eBay nicht als agrar- und ernährungswirtschaftlicher Marktplatz bekannt ist, betreibt eBay einen gut besuchten Handelsraum für Produkte der Agrar- und Forstindustrie, in dem z.B. am 02.11.2004 8.364 landwirtschaftliche Produkte verkauft oder versteigert wurden. Daß für 15 dieser 8.364 Produkte bereits Gebote von über 10.000 € abgegeben wurden, zeigt, daß über eBay nicht nur geringwertige Hobbyartikel gehandelt werden. Alibaba.com ist ein multinationaler Marktplatz mit Schwerpunkt im Fernen Osten (Firmensitze in Hongkong, USA, Shanghai, Peking, Hangzhou und der Schweiz). Auf diesem Marktplatz existieren Handelsräume für nahezu alle Produktgruppen. Im Handelsraum ‚Agriculture‘ wurden am 02.11.2004 9.538 Produkte aus allen Bereichen der Agrar- und Ernährungswirtschaft zum Verkauf angeboten. Der größte rein landwirtschaftliche Marktplatz ist Agriculture.com und belegt mit 30,75 Hits den Platz 5. Für den deutschen Landhandelsplatz FarmKing.de wurden von Alexa lediglich 0,3 Hits registriert.

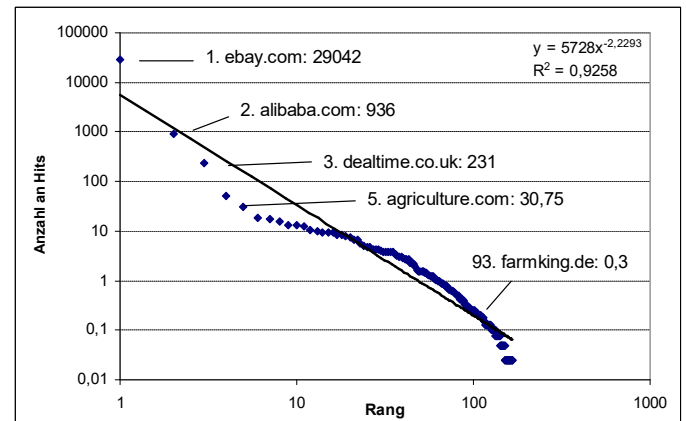


Abbildung 2: Verteilung der Seitenaufrufe (Hits) von E-Marktplätzen

Die Größe eines elektronischen Marktplatzes stellte sich als entscheidender Erfolgsfaktor dar. Die Leute handeln dort, wo bereits viel gehandelt wird, da auf lebhaften Märkten die Chance größer ist, einen Handelspartner zu finden und einen guten Preis zu erzielen. Diese sich selbst verstärkende Verhaltensweise der Marktteilnehmer führt dazu, daß große Marktplätze immer größer werden und kleine vom Markt verschwinden. Es zeigte sich, daß Marktplatzneugründungen, die auf keinen bestehenden Kundenstamm zurückgreifen konnten, deutlich häufiger den Wettbewerb nicht überlebt haben, als Marktplätze, die als Erweiterung eines bereits existierenden Handels- oder Dienstleistungsgeschäfts gegründet worden sind. Des weiteren war festzustellen, daß alte, also früh gegründete Marktplätze erfolgreicher waren als späte Neugründungen. Der frühe Vogel fängt also auch bei elektronischen Marktplätzen den Wurm.

16.6 Weitere Erfolgsfaktoren

Des weiteren ergab die Untersuchung, daß sich die Existenz eines Handelsraumes für gebrauchte Landmaschinen positiv auf den Marktplatzerfolg auswirkte, während das Vorhandensein eines Handelsraumes für landwirtschaftliche Erzeugnisse einen negativen Einfluß auf die Überlebenswahrscheinlichkeit des E-Marktplatzes hatte.

Ein weiterer Erfolgsfaktor von elektronischen Marktplätzen ist eine internationale Ausrichtung. Das Vorhandensein der Marktplatzsite auf Englisch zeigte einen positiven Einfluß auf den Marktplatzerfolg. Darüber hinaus wirkt sich das Angebot von osteuropäischen und asiatischen Sprachen positiv auf die Frequentierung elektronischer Marktplätze aus. Die große Bedeutung osteuropäischer Sprachen unterstreicht die Vermutungen, daß ein Großteil der elektronisch gehandelten, gebrauchten Landmaschinen von Osteuropäern aufgekauft werden. Viele dieser Käufer wählen über elektronische Marktplätze die Maschinen aus und treten dann mit den über ganz Westeuropa verteilten Verkäufern persönlich in Kontakt. Über eine internationale Ausrichtung kann es digitalen Marktplätzen relativ leicht gelingen, die Internationalität des Internets gewinnbringend zu nutzen.

Schließlich konnte in der Untersuchung gezeigt werden, daß sich elektronische Marktplätze auf ihr Kerngeschäft, nämlich die Vermittlung von Angeboten und Gesuchen, beschränken sollten. Das Angebot von in der Regel zugekauften Nachrichten, Wetterberichten und Fachinformationen hatte sogar einen negativen Effekt auf die Überlebenswahrscheinlichkeit und Besuchshäufigkeit elektronischer Marktplätze. Informationen und Funktionalitäten, die sich nicht unmittelbar auf die Abwicklung einer Handelstransaktion beziehen, führen lediglich zu einer höheren Komplexität und Unübersichtlichkeit der Marktplatzsite, was potentielle Nutzer abschrecken kann. Einen Zusatznutzen bieten die Informationen dagegen kaum, da Standardinformationen wie Wetterberichte und Nachrichten im Internet auch auf anderen Web-Seiten kostenlos angeboten werden. Über Favoritenlisten sind die Webauftritte dieser spezialisierten Informationsdienstleister nur einen Klick entfernt.

16.7 Wie geht es weiter?

Obwohl in den letzten Jahren ein Großteil der digitalen Marktplätze aufgrund eines zu geringen Marktumschlages wieder vom Markt für Marktdienstleistung verschwunden ist, werden sich wenige digitale Marktplätze gegenüber der konventionellen Konkurrenz behaupten können. So haben sich digitale Marktplätze beispielsweise beim überregionalen Handel gebrauchter Landmaschinen durchgesetzt und auch am Erfolg von eBay wird heutzutage niemand mehr zweifeln. Aufgrund einer sehr hohen Wettbewerbsintensität auf dem Markt für (digitale) Marktdienstleistung ist die große Anzahl an gescheiterten Marktplätzen keineswegs ungewöhnlich. Vielmehr verwundert es, daß immer noch eine beachtliche Anzahl digitaler Marktplatzunternehmen mit nahezu identischen Geschäftsmodellen, wie z.B. dem Handel mit gebrauchten Landmaschinen, existieren. Aufgrund der Eigenschaft, daß große Marktplätze immer größer werden, ist davon auszugehen, daß in jeder ökonomischen Nische nur ein großer elektronischer Marktplatz profitabel existieren kann.

Eine Konkurrenz für diese wenigen, erfolgreichen Marktplätze könnte sich vor allem durch die immer besseren Suchfunktionen der Internet-Suchmaschinen wie z.B. Google erwachsen. Es ist denkbar, daß in Zukunft jeder Landwirt sein zum Verkauf stehendes Getreide auf die eigene Website des landwirtschaftlichen Betriebes stellt. Suchmaschinen finden dieses Angebot und teilen es einem potentiellen Käufer mit, der über Google nach Getreide sucht. Das Internet würde so zu einem einzigen riesigen Marktplatz, mit einer maximalen Anzahl an Käufern und Verkäufern.

16.8 In ähnlicher Form erschienen als:

Clasen, M. (2006): Elektronische Marktplätze, in: Bauernzeitung Landwirtschaftliches Wochenblatt - Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, jeweils Heft 29, 47. Jahrgang, 21. Juli 2006, S. 12-13.