

Die GeoBox-Vision: Resiliente Interaktion und Kooperation in der Landwirtschaft durch dezentrale Systeme

Franz Kuntke

Wissenschaft und Technik für Frieden und Sicherheit
(PEASEC), Technische Universität Darmstadt
Darmstadt, Deutschland
kuntke@peasec.tu-darmstadt.de

Christian Reuter

Wissenschaft und Technik für Frieden und Sicherheit
(PEASEC), Technische Universität Darmstadt
Darmstadt, Deutschland
reuter@peasec.tu-darmstadt.de

Wolfgang Schneider

Dienstleistungszentrum Ländlicher
Raum (DLR) Rheinhessen-Nahe-
Hunsrück
Bad Kreuznach, Deutschland
wolfgang.schneider@dlr.rlp.de

Daniel Eberz

Dienstleistungszentrum Ländlicher
Raum (DLR) Rheinhessen-Nahe-
Hunsrück
Bad Kreuznach, Deutschland
daniel.eberz@dlr.rlp.de

Ansgar Bernardi

Deutsches Forschungszentrum
Künstliche Intelligenz (DFKI)
Kaiserslautern, Deutschland
ansgar.bernardi@dfki.de

ABSTRACT

Betrachtet man Landwirtschaft unter dem Blickwinkel kritischer Infrastruktur, da sie einen essenziellen Bestandteil der lebenswichtigen Nahrungsmittelproduktion darstellt, so wird schnell klar, dass auch die dort eingesetzten Werkzeuge hohen Anforderungen standhalten müssen. Mit dem Einsatz moderner digitaler Werkzeuge werden Erwartungen verbunden, sowohl den gesellschaftlichen Anforderungen nach Qualität und Quantität von Nahrungsmitteln gerecht zu werden, als auch dabei die Produktion möglichst effizient unter Berücksichtigung von Umwelt und Natur durchzuführen. Ebenso gilt es die Interessen der landwirtschaftlich Beschäftigten zu wahren. Die Geobox-Infrastruktur verfolgt dieses Ziel. Zu den wichtigsten Aspekten, die dabei erfüllt werden müssen, zählen eine resiliente Systemarchitektur, Sicherheit und Datenhoheit, aber auch Gebrauchstauglichkeit. Dieser Beitrag diskutiert den Forschungsansatz sowie zentrale Anforderungen.

CCS CONCEPTS

•Human-centered computing~Human computer interaction (HCI)~Empirical studies in HCI~Security and privacy~Human and societal aspects of security and privacy~Usability in security and privacy~Human-centered computing~Human computer interaction (HCI)~HCI design and evaluation methods~Field studies

KEYWORDS

Resilienz, Landwirtschaft, Gebrauchstauglichkeit, Dezentralität

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s). MuC'20 Workshops, Magdeburg, Deutschland

© Proceedings of the Mensch und Computer 2020 Workshop on «7. Workshop Mensch-Maschine-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen». Copyright held by the owner/author(s).

<https://doi.org/10.18420/muc2020-ws117-407>

1. Motivation

Die kritische Infrastruktur (KRITIS) ist von enormer Bedeutung für die Bevölkerung eines Landes, deshalb ist diese besonders zu schützen. Entsprechend eines systembasierten Ansatzes versteht man unter KRITIS eine Infrastruktur, die benötigt wird, um andere wichtige technische und/oder soziale Systeme zu betreiben, oder die zur Bereitstellung von Gütern oder Dienstleistungen erforderlich ist, die als wesentlich für das Funktionieren der modernen Gesellschaft angesehen werden [1]. Obwohl verschiedene Länder und Institutionen teils divergierende Ansichten darüber haben, was ein kritisches System definiert (z.B. USA: [2]; GBR: [3]; DE: [4]), umfasst KRITIS typischerweise Energie, Verkehr, Wasser und Lebensmittel sowie Gesundheits- und Informationssysteme. In diesem Artikel befassen wir uns mit dem Lebensmittelsektor - genauer gesagt mit der Landwirtschaft, die ein wesentlicher Bestandteil des Lebensmittelsektors ist.

Digitalisierung kann helfen Infrastrukturen sicherer zu machen – manchmal scheint aber auch das Gegenteil einzutreten. 66 % der Landwirtschaft Betreibenden sind der Überzeugung, dass die zunehmende Digitalisierung eine Chance für ihr Unternehmen bietet, wohingegen lediglich 13 % Risiken sehen [5]. Diese Risiken sind dennoch bzw. gerade aufgrund des fehlenden Problembewusstseins zu betrachten.

Eine zentrale Forschungsfrage, die durch unsere Arbeit an der GeoBox adressiert werden soll lautet: „Wie kann die Resilienz der Landwirtschaft durch gebrauchstaugliche, interaktive Systeme gestärkt werden?“

In diesem Beitrag werden zunächst Grundlagen im Bereich digitalisierter Landwirtschaft aufgeführt (Kapitel 2), im Anschluss unsere Vision der GeoBox aufgezeigt (Kapitel 3) und anschließend Zentrale Anforderungen an die digitale Landwirtschaft erläutert (Kapitel 4), bevor ein Fazit gezogen wird (Kapitel 5).

2. Grundlagen

Wie viele andere Bereiche erlebt auch die Landwirtschaft eine fortschreitende Digitalisierung der dort eingesetzten Werkzeuge.

Tatsächlich werden die Begriffe *Landwirtschaft 4.0* und *Smart Farming* verwendet, um mehrere Entwicklungen in Richtung automatischer Datengenerierung und Austausch zwischen verschiedenen Stakeholdern der gesamten Lebensmittelproduktionskette hervorzuheben, indem aktuelle Trends der Informationstechnologie (IT), wie Internet of Things (IoT) und Cloud Computing einbezogen werden [6]. Diese Entwicklung hin zu einer allgegenwärtigen Digitalisierung des gesamten Agrarsektors führt zu einer höheren Abhängigkeit von IT des Lebensmittelsektors [7]. Dies wiederum führt zu einer zunehmenden Abhängigkeit von anderen Infrastrukturen und somit zu einer verminderten Resilienz.

Forschung zur Ernährungssicherheit betrachtet oft nur natürliche Gefahren, d.h. Wetter und Klima [8]; nur wenige Arbeiten beschäftigen sich mit Cyber-Angriffen gegen verwendete Software, wie z.B. West [9]. Überlegungen hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit der eingesetzten Werkzeuge fehlen – nicht nur im Hinblick auf Naturkatastrophen, sondern auch im Hinblick auf IKT-Ausfälle. Solche Katastrophen können jedoch schwerwiegende Folgen nach sich ziehen.

Laut Gandorfer et al. [10] kann Landwirtschaft 4.0/Smart Farming als eine Kategorie verstanden werden, die zwei Unterkategorien umfasst: digitale Werkzeuge für Entscheidungsfindung/-management auf der einen Seite und Precision Farming auf der anderen Seite. Erstere umfasst Farm-Management-Systeme, Agrar-Apps sowie digitale Marktplätze [11,12], letztere bezieht sich hingegen auf die Agrar-Robotik, die Automatisierung und die teilflächenspezifische Bewirtschaftung. Schließlich können digitale Datenplattformen als ein Medium gesehen werden, um diese beiden Bereiche miteinander zu verbinden. Gandorfer et al. [10] zeigen, dass der Einsatz digitaler Technologien in der Landwirtschaft hinter den Erwartungen zurückbleibt, aufgrund von Akzeptanzhemmnissen der neuen Technologien. Zu den ermittelten Akzeptanzhemmnissen gehören hohe Investitionskosten in Kombination mit Zweifeln an ihrem wirtschaftlichen Wert, Inkompatibilität, Fehlen von algorithmischen Entscheidungsfindungsprozessen, technologische Verwundbarkeit und eine schlechte Leistung in Bezug auf die Nutzungsfreundlichkeit.

Studien von Roskopf und Wagner [13] sowie von Aubert, Schroeder und Grimaudo [14] identifizierten ebenfalls Akzeptanzkriterien für die Einführung digitaler Technologien in der Landwirtschaft. Die von Roskopf und Wagner [13] Befragten sehen fehlendes Training/Schulungen und mangelndes Verständnis für den Nutzen des Computers als größte Hemmnisse an. Aubert et al. [14] heben in ihrer Arbeit die Bedeutung Kompatibilität hervor und sehen einheitliche Schnittstellen und offene Standards als wichtigen Punkt für eine höhere Akzeptanz von datengetriebenen Werkzeugen bei landwirtschaftlich Beschäftigten hervor. In den letzten Jahren wurden zudem die Aspekte des Eigentumsrechts an Daten und der Datenschutz für die Landwirtschaft Betreibenden relevanter [10]. Die voranschreitende Digitalisierung führen darüber hinaus auch zu neuen Arten der Kommunikation in der Landwirtschaft. Stellen Arbeitsteilung und Kooperation seit jeher essenzielle Bestandteile der Landwirtschaft dar, verbinden moderne Dienstleistungen zunehmend Maschinenleistung und Datendienste zu untrennbaren hybriden Services. Dabei werden de-

taillierte Vereinbarungen über die bereitzustellenden Betriebsdaten und die Verwendung der während des Dienstes erhobenen Messwerte getroffen. Bernardi et al. [15] beschreiben Servicekonzepte und Schnittstellen, die es den Akteuren ermöglichen, die Hoheit über die eigenen Daten zu behalten und dennoch kooperative Dienstleistungsverträge einzugehen.

Fountas et al. [16] untersuchen die Funktionalität von 141 Softwarepaketen, die sich auf den Freilandanbau konzentrieren. Ihre Ergebnisse zeigen, dass – während akademische Farm Management Information Systems (FMIS) komplexere Funktionen wie automatisierte Datenerfassung beinhalten – kommerzielle FMIS auf alltäglichere Aufgaben spezialisiert sind, die hauptsächlich mit Budgetierung und Finanzierung zusammenhängen. Solche Produkte können wesentliche Aufgaben für die Beschäftigten in der Landwirtschaft lösen, aber es ist nicht klar, inwieweit solche Werkzeuge für ihre tägliche Arbeit unabdingbar sind.

Wolfert et al. [17] identifizieren einen großen Einfluss von Big-Data Lösungen auf die gesamte Lebensmittelversorgungskette. Die Management- und Kontrollprozesse stellen sicher, dass die Geschäftsprozessziele erreicht werden. Durch die Untersuchung des Forschungsstandes von 2010 bis 2015 bewerten sie verschiedene Schlüsselthemen rund um Big Data und Smart Farming: (1) Datenbesitz und Datenschutz sowie Sicherheitsfragen, (2) intelligente Datenverarbeitung und -analyse, (3) nachhaltige Integration und (4) Offenheit der Plattform.

Reuter et al. [18] betrachten die Digitalisierung in der Ernährungswirtschaft hinsichtlich der resultierenden informationstechnologischen Folgen mit Blick auf die Angriffs- und Ausfallsicherheit der Landwirtschaft und den von ihr abhängiger Sektoren. In diesem Zusammenhang werden die Modernisierungen der Landmaschinen und deren Vernetzung sowie das Cloud-Computing analysiert und Maßnahmen, die zu einer widerstandsfähigen Infrastruktur beitragen, erläutert. In vielen Bereichen zeigt sich, dass das Risiko von Produktionsausfällen zugunsten von Vorteilen wie Ertrags- und Qualitätssteigerungen vernachlässigt wird. Die Autoren setzen sich für eine widerstandsfähige Digitalisierung in der Landwirtschaft mit anwendungsgerechten Sicherheitslösungen ein, um keine zusätzlichen Kosten für Nutzer zu generieren und die Sicherheit in der Praxis zu erhöhen. Reuter et al. [7] setzen sich in einer weiteren Arbeit kritisch mit der Ausfall- und Angriffssicherheit der Landwirtschaft auseinander. Diese ist als zentraler Bestandteil der kritischen Infrastruktur Nahrungsmittelproduktion im digitalen Zeitalter von besonderer gesellschaftlicher Relevanz. Im Fokus der Arbeit steht indes nicht, ob Smart Farming in der landwirtschaftlichen Praxis sinnvoll ist, sondern ob ihre Infrastruktur den Anforderungen einer ausfallsicheren (resilienten) Infrastruktur genügt. Der Beitrag schlägt *Resilient Smart Farming (RSF)* zur Nutzung digitaler Technologien in krisensicherer Infrastruktur vor.

3. GeoBox – Vision und Methodik

Unsere Vision ist die Entwicklung einer digitalen Infrastruktur – der sogenannten GeoBox. Sie beinhaltet „neben *karten- und tabellenbasierter Darstellung* der Betriebsdaten“ der Landwirtschaftsbetriebe „auch *GeoFormulare* zum Erteilen von Aufträgen

sowie eine verschlüsselte *Kommunikation* mit anderen Nutzern. Den landwirtschaftlichen Betrieben werden die für sie relevanten Geodatendienste des Landes zur kostenfreien Nutzung bereitgestellt; dabei ist sowohl die innerbetriebliche Speicherung und Verteilung als auch die kombinierte On- und Offline-Nutzung mit mobilen Endgeräten möglich. Mit dem Ansatz können relevante Basisdaten für ein überbetriebliches Smart Farming auf Betriebsebene standardisiert vorgehalten werden. Dies sichert zudem die Datensouveränität und damit auch die Wertschöpfung in den Betrieben, was dem ländlichen Raum und der regionalen Wirtschaft insgesamt dient“ [18].

Zur Umsetzung dieser Vision kommen nutzungsorientierte Methoden zum Einsatz. Es sollen verschiedene miteinander verbundene *Design-Fallstudien* [19] durchgeführt werden, die jeweils aus einer empirischen Vorstudie, der Entwicklung von IT und deren Evaluation bestehen.

(1) Die empirischen Studien beinhalten dabei die Untersuchung der sozialen Praktiken vor Einführung der zu untersuchenden IT-Artefakte sowie existente Werkzeuge und deren Nutzung. Die empirischen Studien werden mit besonderem Fokus auf sogenannte *Points of Infrastructure* [20] durchgeführt, d.h. Situationen, in denen Infrastrukturlimitationen deutlich werden. Fokusgruppeninterviews und Beobachtungen kommen hierbei zum Einsatz [21]. Sowohl aus den empirischen Untersuchungen als auch aus der Theorie wurden hierbei Anforderungen abgeleitet, die im Folgenden dargestellt werden.

(2) Die zweite Phase beinhaltet einen kontext-orientierten Designprozess. Hierbei sollen erhobene Anforderungen technisch umgesetzt werden.

(3) Die dritte Phase soll die Aneignung der IT-Artefakte in ihren organisatorischen Anwendungsfeldern untersuchen. Hierzu

wurden die vorgestellten Anwendungen mit einer Reihe von Nutzern evaluiert. In der gesamten Entwicklung wurde sich am Konzept des *Infrastructuring* [20] orientiert, d.h. es sollten keine isolierten Prototypen entwickelt, sondern Arbeitsinfrastrukturen im Hinblick auf emergente Kollaboration weiterentwickelt werden. Im weitgehend kontrollierten Umfeld einer Lehr- und Versuchsanstalt für landwirtschaftliche Berufe können einzelne Komponenten und komplette Szenarien detailliert erprobt werden. Da die real existierenden unterschiedlichen Betriebsgrößen, Netzwerke, Dienstleistungsunternehmen, Technikausstattungen usw. zu breit gefächerten Anforderungsprofilen führen, muss auch das angestrebte Realisierungskonzept der Vielfalt der Beteiligten und ihren unterschiedlichen Interessen und Möglichkeiten Rechnung tragen. Mit fortschreitender Reife werden diese mit ausgewählten Kunden der beteiligten Maschinenringe erprobt. Die systematische Begleitung der Tests im Kontext eines partizipativen Softwareentwicklungsprozesses sichert die konsistente Erhebung von Feedback der Nutzenden (v.a. durch Fragebögen, Interviews und Usability-Tests) und dessen Übermittlung in die Entwicklung, so dass die angestrebten Lösungen hinsichtlich der Ergonomie, Funktionalität, Sicherheit und Usability kontinuierlich verbessert werden können. Die Methodik verbessert die Evaluierung in der Praxis des Precision Farming.

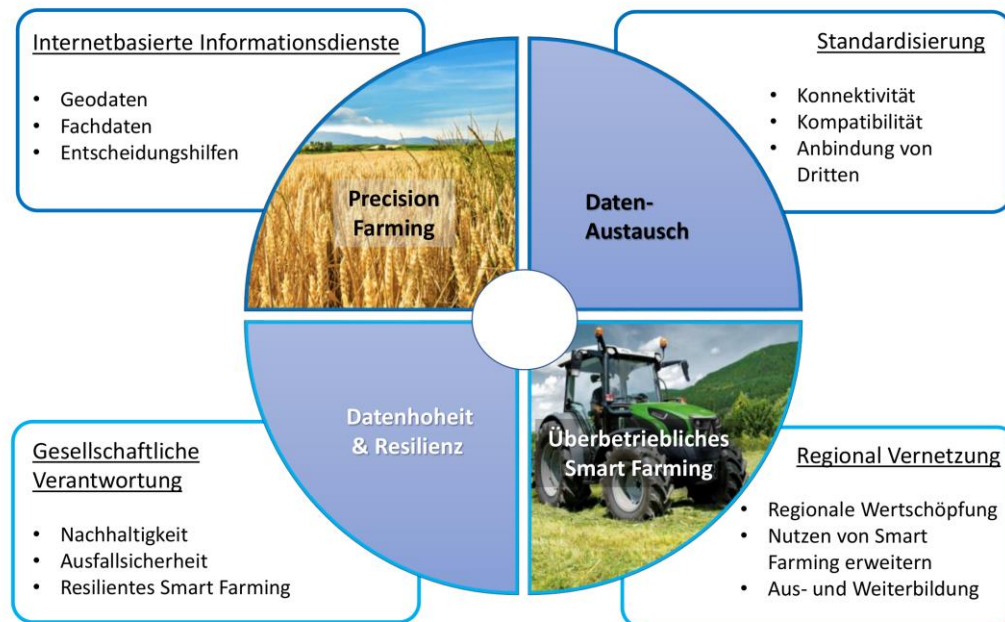


Abbildung 1: GeoBox Kernaspekte mit den daraus resultierenden Zielen und Anforderungen

4. Anforderungen an die GeoBox

Neben der grundlegenden Aufgabe von Landwirtschaft, die Ernährung der Bevölkerung zu gewährleisten, gibt es noch weitere Anforderungen an eine moderne Landwirtschaft. Diese umfassen Aspekte der Ernährungssicherheit, aber auch des Umweltschutzes. Somit soll die Landwirtschaft ressourcenschonend arbeiten, was in der Schlussfolgerung auf eine effizientere Produktion hinausläuft, um die gleichen Mengen an Nahrungsmitteln wie zuvor zu erhalten. Im Folgenden betrachten wir die aus der Theorie und Empirie abgeleiteten Anforderungen aus der gesellschaftlichen, betrieblichen sowie der Perspektive der Mensch-Computer-Interaktion (MCI) heraus.

4.1 Gesellschaftliche Anforderungen

Ernährungssicherheit. Seitens der gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich Ernährungssicherheit spielen für eine digitale Landwirtschaft in Deutschland zwei Gesetze eine besondere Rolle: (1) das Ernährungssicherstellungs- und -vorsorgegesetz (ESVG), sowie (2) das IT-Sicherheitsgesetz (IT-SiG). Die Dezentralisierungsdirektive im ESVG fordert eine möglichst ausfallsichere regionale Vernetzung der Ernährungsunternehmen. Entsprechend sollen notwendige IT-Lösungen möglichst auf dezentralen Architekturen aufbauen. Insbesondere aus Vorsorgegründen besteht die Notwendigkeit einer Infrastruktur zur dezentralen Datenhaltung und regionalen Vernetzung. Das IT-Sicherheitsgesetz (IT-SiG) stuft die landwirtschaftliche Primärproduktion als kritische Infrastruktur ein. Staatliche Stellen haben dafür Sorge zu tragen, dass die Nahrungsmittelversorgung aufgrund der Vulnerabilität des Internets nicht durch zusätzliche Internetabhängigkeiten gefährdet wird.

Umweltschutz. Von staatlichen Stellen zu erfüllende Informationsverpflichtungen nach dem Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) bzw. dem Nationalen Aktionsplan Pflanzenschutz (NAP) begründen eine standardisierte Speicherung von Betriebs- und Bewirtschaftungsdaten auf den Höfen. Insbesondere die Umsetzung der gesellschaftlich geforderten Reduktion der Risiken, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln für Mensch, Tier und Naturhaushalt entstehen, erfordert standardisiert vorgehaltene Bewirtschaftungsdaten, um dem PflSchG entsprechende standort- und situationsspezifische Entscheidungshilfen möglichst effizient ableiten und einsetzen zu können.

Bewirtschaftungsauflagen. Raumbezogene Bewirtschaftungsauflagen werden zunehmend komplexer. Daher steigt in den Betrieben der Bedarf an validen amtlichen Geo- und Fachinformationen. Beispielsweise ist zur Förderung nicht-chemischer Pflanzenschutzverfahren zusätzlich regelbasiertes Wissen über moderne kognitive Dienste in Informationsportalen aufzubereiten, so dass es von Landwirten standort- und situationspezifisch abgerufen werden kann. Bei den hoheitlichen Aufgaben ist es für die Bundesländer eine Herausforderung, alle Betriebe in den verschiedenen Regionen gleichermaßen mit digitalen und geodatenbasierten Informationsdiensten erreichen zu können.

Effizienz und Resilienz gegen Störungen. Die erwarteten Vorteile der Digitalisierung gehen einher mit einer wachsenden

Abhängigkeit von funktionierenden IT-Strukturen. Da in der Landwirtschaft vielfältige Arbeiten nur in engen Zeitfenstern erfolgreich durchgeführt werden können, ist es wichtig, die Möglichkeit seltener, aber kritischer Störungen in den vernetzten IT-Systemen zu berücksichtigen und Vorkehrungen zu treffen, damit wichtige Aufgaben dennoch so effizient wie möglich durchführbar bleiben.

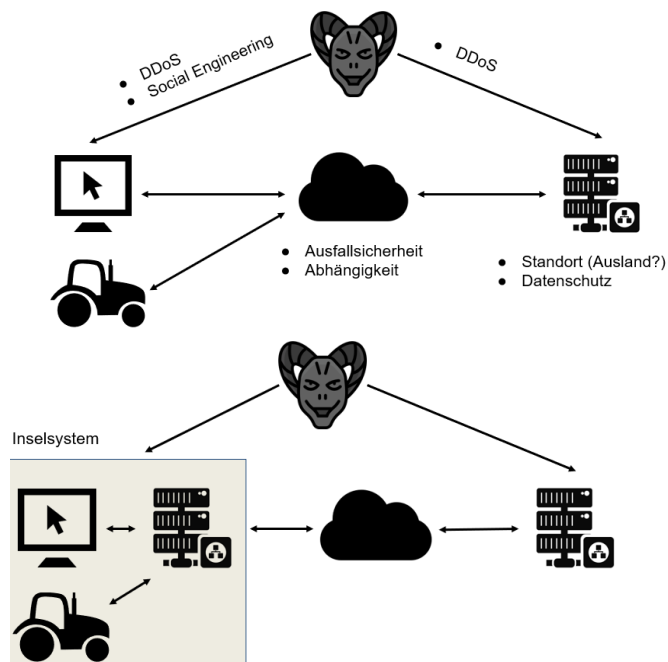


Abbildung 2: Angriffsszenarien (oben) und Lösungen (unten) [18]

4.2 Betriebliche Anforderungen

Interoperabilität. Um nicht durch lock-in-Effekte auf ein Unternehmen angewiesen zu sein, müssen die digitalen Prozesse interoperabel gestaltet werden, d.h. logisch trennbare Systemkomponenten müssen auch auf Softwareebene austauschbar gestaltet werden. Einheitliche und standardisierte Datenformate und offene Schnittstellen können dabei helfen, Marktverfügbarkeit zu ermöglichen [16].

Privatsphäre und Datenschutz. Es ist im Interesse der in der Landwirtschaft Tätigen, dass die Betriebsdaten geschützt werden bzw. bleiben [10,21]. Zum einen lassen sich durch diese u.a. persönliche Daten wie Bewegungsprofile, Arbeits- und Pausenzeiten ableiten, zum anderen stecken in den Betriebsdaten auch Betriebsgeheimnisse, die beispielsweise Aufschluss auf die Wirtschaftlichkeit zulassen, die, wenn sie in Hände Dritter gelangen, in einseitige Informationsbeziehungen münden könnten. Beispielsweise könnte durch das so erworbene Wissen maßgeblich auf die Preisgestaltung Einfluss genommen werden. Weiterhin sind Daten zu anderen kooperierenden Betrieben schützenswert.

Die Gesamtheit der in landwirtschaftlichen Betrieben anfallenden Daten unterliegt den einschlägigen gesetzlichen Vorschriften; finanzielle und standortbezogene Daten sind darüber hinaus

für die wirtschaftliche Existenz des Betriebes entscheidend und schützenswert. Der Datenaustausch muss daher für den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb transparent und kontrollierbar bleiben. Entsprechende Sicherheitsprobleme belegt eine Warnung des FBI in den USA vom Frühjahr 2016 [22], welche besagt, dass das digitale Smart Farming zunehmend im Visier von Cyberangriffen stehe.

Datensicherheit. Der Schutz vor Datenverlust durch physische Schäden oder Softwarefehler muss gewährleistet werden. Da die betrieblichen Daten einerseits einen direkten Nutzen ergeben, ihr volles Potenzial jedoch vor allem in Langzeitbetrachtungen durch eine genauere Abschätzung von Prozessen entfalten, sind die Daten ein Gut, das nicht nur nach außen geschützt werden muss (siehe Privatsphäre und Datenschutz), sondern auch vor ungewolltem Verlust bewahrt werden muss. Auch die Dokumentationspflicht, die eine sichere Verwahrung der Daten über gesetzlich festgelegte Zeiträume erfordert, spielt hier eine Rolle.

Automatisiertes Verständnis. Durch vielfältige Beteiligte, Maschinen, Sensoren und Informationsquellen werden relevante Daten in unterschiedlichen Formaten, Darstellungen und Detailgraden erhoben und erzeugt. Umgekehrt verwenden die heute oder in Zukunft aktuellen unterschiedlichsten Berechnungen, Entscheidungshilfen, Steuerungen und Dokumentationssysteme ihre jeweils spezifischen Datengrundlagen. Es ist daher notwendig, dass die beteiligten Computersysteme in jedem Einzelfall die konkreten Daten nach Form und Inhalt verarbeiten, abfragen und verknüpfen können. Grundlage eines solchen automatisierten Verständnisses sind allgemein bekannte und genutzte Standard-Datenformate und -Vokabularien.

Ad-hoc-Kooperation. Üblicherweise wollen landwirtschaftliche Dienstleister_innen und Unternehmen auch kurzfristige und im Einzelfall kooperative Dienstleistungen erbringen können [23]. Der digitale Datenaustausch muss daher im konkreten Fall ohne große Vorarbeiten kurzfristig und einfach realisierbar sein, ohne umfangreicher Absprachen und Standardisierungsdiskussionen Grundlage hierfür sind allgemein etablierte und akzeptierte technische Vorgaben zu Datentransfer und -abfrage.

4.3 MCI-Anforderungen

Nutzen und Nutzbarkeit. Direkt nutzbare Mehrwertfunktionen hinsichtlich der Themen Umweltschutz, Datenhoheit (d.h. die Daten der landwirtschaftlichen Betriebe sollen den Landwirten gehören), Steigerung der innerbetrieblichen und regionalen Wertschöpfung sowie der Entbürokratisierung sind die positiven Aspekte, die von digitalen Systemen in der Landwirtschaft erwartet werden [24]. Eine gesteigerte Wertschöpfung kann beispielsweise durch gezielte Datenanalyse geschehen, um Produktionsprozesse zu optimieren, wodurch kostenpflichtige Ressourcen wie Treibstoff oder auch Pflanzenschutzmittel gespart werden können. Solche unmittelbaren Vorteile ermöglichen es die Akzeptanz von technischen Lösungen in der Landwirtschaft zu erhöhen [10]. Des Weiteren ergeben sich auch Synergie-Effekte, da das Sparen

von Ressourcen in der Regel auch mit einer umweltschonenden Bewirtschaftung einhergeht.

Gebrauchstauglichkeit. Innerhalb des GeoBox-Ökosystems soll auf einheitliches Oberflächendesign und vergleichbare Nutzer_innenführung unabhängig von der genutzten Plattform und Gerätekategorie gesetzt werden. Um den Entwicklungsbedarf gering zu halten wird die Oberfläche als Progressive Web App umgesetzt, die eine einheitliche Code-Basis für die gängigen Endanwendergeräte Desktop-PC/Laptop, Tablet und Smartphone ermöglicht (siehe Abbildung 3). Die Orientierung an branchentypischen Metaphern, z.B. in Form von häufig anzutreffenden Icon-Sets, soll darüber den Einstieg in die GeoBox-Softwarewelt vereinfachen. Daten können in einer Übersicht in drei Detailgraden angezeigt werden: (1) Da die verwalteten Daten in der Regel einen Raumbezug aufweisen, wird auf eine kombinierte Ansicht gesetzt. Für die Visualisierung des Raumbezugs wird entsprechend eine Kartenansicht mit den geografischen Fakten angereichert, beispielsweise dem Einzeichnen von Ackerflächen (Schläge). (2) Parallel dazu werden in einer Tabelle die Fakten mit entsprechend mehr Details aufgelistet. Filter-Operationen auf Karte oder Tabelle aktualisieren vice versa die jeweilig andere Darstellungsform. (3) Für die Detailansicht zu Elementen im Datenbestand (z.B. ein Schlag), lässt sich darüber hinaus eine formularartige Detailansicht mit allen Informationen zu dem Datensatz einblenden, die in der Tabelle aufgrund von Platzbeschränkungen so nicht ohne Einschränkungen in der Übersichtlichkeit möglich ist.

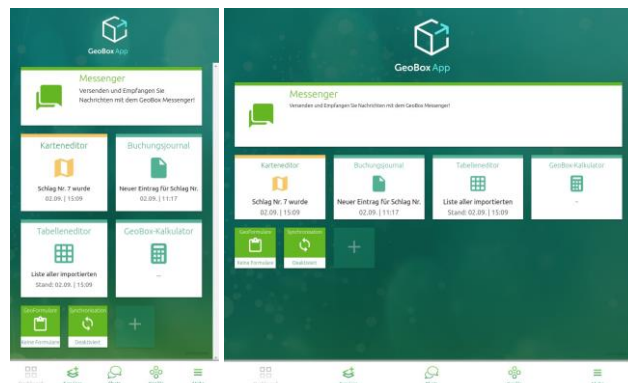


Abbildung 3: Derzeitige Prototypen – Einheitliche Interfaces für unterschiedliche Geräteklassen, wie Smartphone (links) und Desktop-PC (rechts)

5. Zusammenfassung

Landwirtschaft als Teil einer kritischen Infrastruktur bedarf besonderer Betrachtung, wenn es um die Anwendung neuer Technologien geht, die bisherige Arbeitsweisen ersetzen. Die eingangs aufgestellte Forschungsfrage: „Wie kann die Resilienz der Landwirtschaft durch gebrauchstaugliche, interaktive Systeme gestärkt werden?“ ist motiviert durch eine steigende Abhängigkeit von datengetriebenen Prozessen und den gesellschaftlichen und betrieblichen Anforderungen, dass grundlegende Softwarekomponenten ein hohes Maß an Datenschutz und -sicherheit, sowie Resilienz benötigen. Um die Forschungsfrage zu beantworten

muss auf eine Reduktion von Akzeptanzhemmnissen gesetzt werden, beispielsweise durch das Vermeiden komplexer Interfaces und die Entwicklung und Integration offener Protokolle und Standards in digitale, interaktive Systeme für die Landwirtschaft. Durch geringe Akzeptanzhemmnisse kann eine hohe Verbreitung erzielt werden. Diese hohe Verbreitung ist notwendig, um die branchenweiten, positiven Effekte hinsichtlich einer gesteigerten Resilienz zu erzielen. Kriterien wie Offlinefähigkeit, und Möglichkeiten des Datenaustausches während eines Infrastrukturausfalls sind dabei notwendig um die Resilienz branchenweit zu stärken.

Mit der GeoBox-Infrastruktur sollen genau diese Kriterien erfüllt und zudem Wert auf eine Akzeptanz seitens der Anwendenden gelegt werden, beispielsweise durch sinnvolle Nutzer_innenführung und transparente Funktionsweise. Zwei grundlegende technologische Ideen sind hierfür maßgeblich:

(1) Ein dezentraler Speicher fördert die Unabhängigkeit und zugleich Ausfallsicherheit/Resilienz gegenüber Infrastrukturausfällen – insofern die entwickelten Systeme von den Nutzenden verstanden und bedient werden können. Hierzu werden Evaluationsstudien durchgeführt, um benutzbare Oberflächen zu erhalten.

(2) Das Etablieren von standardisiertem Vokabular (Ontologie) in der Domäne Landwirtschaft ermöglicht Komfortfunktionen durch semantische Automatismen, die eine Reduzierung des digitalen Arbeitsaufwandes mit sich bringen. Zugleich besteht die Möglichkeit bei einer semantischen Datenhaltung im großen Stil, dass weniger Aufwand für die Erstellung und Ausbringung moderner Berechnungsmodelle aufgebracht werden muss, was sich wiederum positiv auf die Effizienz des gesamten Sektors auswirken kann.

DANKSAGUNGEN

Diese Arbeit wurde aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank im Rahmen des Projekts GeoBox-I sowie GeoBox-II gefördert.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] C. Lukitsch, Kristof; Müller, Marcel; Stahlhut, Criticality, in: J.I. Engels (Ed.), *Key Concepts Crit. Infrastruct. Res.*, Springer, Wiesbaden, 2018: pp. 11–20.
- [2] J. Moteff, C. Copeland, J. Fischer, *Critical Infrastructures: What Makes an Infrastructure Critical?*, 2003. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a467306.pdf>.
- [3] G. Ridley, National Security as a Corporate Social Responsibility: Critical Infrastructure Resilience, *J. Bus. Ethics.* 103 (2011) 111–125. <https://doi.org/10.1007/s10551-011-0845-6>.
- [4] Bundesministerium des Innern, *Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie)*, (2009).
- [5] Bitkom, *Digitalisierung in der Landwirtschaft*, (2016). <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Bitkom-Positionspapier-Digitalisierung-in-der-Landwirtschaft.pdf> (accessed July 7, 2020).
- [6] D.C. Rose, J. Chilvers, *Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming*, *Front. Sustain. Food Syst.* 2 (2018) 1–7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>.
- [7] C. Reuter, W. Schneider, D. Eberz, *Resilient Smart Farming (RSF) – Nutzung digitaler Technologien in krisensicherer Infrastruktur*, in: A. Meyer-Aurich (Ed.), *39. GIL-Jahrestagung Inform. Der Land-, Forst- Und Ernährungswirtschaft Fokus; Digit. Für Landwirtsch. Betriebe Kleinstrukturierten Reg. – Ein Widerspruch Sich?*, Lect. Notes Informatics, Gesellschaft für Informatik, Vienna, Austria, 2019: pp. 177–182. http://gil-net.de/Publikationen/139_177.pdf.
- [8] J.R. Porter, L. Xie, A.J. Challinor, K. Cochrane, S.M. Howden, M.M. Iqbal, D.B. Lobell, M.I. Travasso, P. Aggarwal, K. Hakala, J. Jordan, *Food security and food production systems*, *Clim. Chang. 2014 Impacts, Adapt. Vulnerability Part A Glob. Sect. Asp.* (2015) 485–534. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379.012>.
- [9] J. West, *A Prediction Model Framework for Cyber-Attacks to Precision Agriculture Technologies*, *J. Agric. Food Inf.* 19 (2018) 307–330. <https://doi.org/10.1080/10496505.2017.1417859>.
- [10] M. Gandorfer, S. Schleicher, S. Heuser, J. Pfeiffer, M. Demmel, *Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung und ihre Herausforderungen*, in: G. Wendl (Ed.), *Ackerbau-Technische Lösungen Für Die Zukunft*, 2017: pp. 9–19. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/digitalisierung_und_ihre_herausforderungen.pdf.
- [11] E. Waltz, *Digital farming attracts cash to agtech startups*, *Nat. Biotechnol.* 35 (2017) 397–398. <https://doi.org/10.1038/nbt0517-397>.
- [12] M. Anshari, M.N. Almunawar, M. Masri, M. Hamdan, *Digital Marketplace and FinTech to Support Agriculture Sustainability*, *Energy Procedia.* 156 (2019) 234–238. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.134>.
- [13] K. Roskopf, P. Wagner, *Vom Daten- zum Wissensmanagement: Wofür verwenden Landwirte einen Computer?*, in: *GIL Jahrestagung*, 2006: pp. 225–228.
- [14] B.A. Aubert, A. Schroeder, J. Grimaudo, *IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology*, *Decis. Support Syst.* 54 (2012) 510–520. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.07.002>.
- [15] A. Bernardi, C. Reuter, W. Schneider, S. Linsner, M.A. Kaufhold, *Hybride Dienstleistungen in digitalisierten Kooperationen in der Landwirtschaft – Eine Forschungsagenda*, *Lect. Notes Informatics (LNI), Proc. – Ser. Gesellschaft Fur Inform. P-287* (2019) 25–30.
- [16] C.G. Sørensen, M. Canavari, B. Tisserye, G. Carli, S. Fountas, J. Wiebensohn, A. Vatsanidou, C. Cavalari, B. Liakos, Z. Tsiropoulos, *Farm management information systems: Current situation and future perspectives*, *Comput. Electron. Agric.* 115 (2015) 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.011>.
- [17] S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw, M.-J.J. Bogaardt, *Big Data in Smart Farming – A review*, *Agric. Syst.* 153 (2017) 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>.
- [18] C. Reuter, W. Schneider, D. Eberz, M. Bayer, D. Hartung, C. Kaygusuz, *Resiliente Digitalisierung der kritischen Infrastruktur Landwirtschaft – mobil, dezentral, ausfallsicher*, in: R. Dachsel, G. Weber (Eds.), *Mensch Und Comput. 2018 Work., Gesellschaft für Informatik e.V., Dresden, Germany*, 2018: pp. 623–632. https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/16930/Beitrag_330_final_a.pdf.
- [19] V. Wulf, *Theorien sozialer Praktiken zur Fundierung der Wirtschaftsinformatik: Eine forschungsprogrammatische Perspektive*, in: J. Becker, H. Krcmar, B. Niehaves (Eds.), *Wissenschaftstheorie Und Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*, Springer/Physika, Berlin Heidelberg, Germany, 2009: pp. 211–224.
- [20] V. Pipek, V. Wulf, *Infrastructuring: Toward an Integrated Perspective on the Design and Use of Information Technology*, *J. Assoc. Inf. Syst.* 10 (2009) 447–473.
- [21] S. Linsner, F. Kuntke, G.M. Schmidbauer-Wolf, C. Reuter, *Blockchain in agriculture 4.0 – An empirical study on farmers expectations towards distributed services based on distributed ledger technology*, *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.* 2019 (2019) 103–113. <https://doi.org/10.1145/3340764.3340799>.
- [22] FBI, *FBI Warns of Smart Farm Risk, Securityledger.* (2016). <https://securityledger.com/2016/04/fbi-warns-of-smart-farm-risk/> (accessed July 2, 2020).
- [23] C. Von Hobe, M. Michels, W. Fecke, O. Mußhoff, P. Johann, W. Von Ahlefeld, *Wie kommunizieren Landwirte in Zeiten der Digitalisierung? Ergebnisse und Diskussion*, in: *39. GIL-Jahrestagung, Digit. Für Landwirtsch. Betriebe Kleinstrukturierten Reg. – Ein Widerspruch Sich?*, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, 2019: pp. 269–274.
- [24] W. Schneider, *Neben Chancen auch Risiken der Landwirtschaft 4.0*, *GetreideMagazin.* 6 (2017) 1–5.