emergenCITY Policy Paper Series, No. 5
(Juni 2024)

Resilienz in der digitalisierten Landwirtschaft: Abhängigkeiten deutscher landwirtschaftlicher Betriebe von Kommunikations- und Energieinfrastruktur im Katastrophenschutz

Franz Kuntke
Christian Reuter

manager@emergencity.de · emergencity.de
LOEWE-Zentrum emergenCITY – Die resiliente digitale Stadt
DOI: 10.5281/zenodo.12209183

LOEWE
Exzellente Forschung für Hessens Zukunft

ZUSAMMENFASSUNG: Die Landwirtschaft erfährt eine kontinuierliche Digitalisierung, wobei die Bedeutung von Daten für die eingesetzten Werkzeuge zunimmt. Im Gegensatz zu anderen kritischen Infrastrukturen hat der durchschnittliche landwirtschaftliche Betrieb eine geringe Anzahl von Mitarbeiter:innen. Die Anforderungen an die Landtechnik, ihre Umsetzung und die Vorschriften unterscheiden sich deshalb von anderer KRITIS. Unklar bleiben dabei die Auswirkungen aktueller Trends wie Smart Farming auf die Widerstandsfähigkeit des Sektors und Abhängigkeiten von anderen Infrastrukturen. Einige Aspekte der landwirtschaftlichen Digitalisierung müssen dabei kritisch betrachtet werden, um hohe Sicherheitsrisiken in Zukunft zu vermeiden: Produkte müssen sichere Voreinstellungen haben und auch die Notwendigkeit von Cloud-Anbindung sollte häufiger hinterfragt werden – sowohl für eine stärkere Sicherheit als auch Resilienz gegenüber Infrastrukturausfällen und dem hohen Datenschutzbedürfnis in der Landwirtschaft. Mit richtigen Entwicklungen kann dabei die Digitalisierung nicht nur sicher gestaltet werden, sondern auch positiv auf die Resilienz und Effizienz der Betriebe wirken.

SCHLAGWORTE: Smart Farming, Landwirtschaft, Kritische Infrastruktur, Resilienz, Dependenz

RESILIENCE IN DIGITALISED AGRICULTURE: DEPENDENCIES OF GERMAN FARMERS ON COMMUNICATION AND ENERGY INFRASTRUCTURE

ABSTRACT: Agriculture is experiencing continuous digitalization, with an increasing importance of data for the tools used. In contrast to other critical infrastructures, the average agricultural business has a small number of employees. The requirements for agricultural technology, its implementation and the regulations therefore differ from other critical infrastructures. The effects of current trends such as smart farming on the resilience of the sector and dependencies on other infrastructures remain unclear. But some aspects of agricultural digitalization must be viewed critically in order to avoid security risks in future: Products must have secure default settings and the need for cloud connectivity should be questioned more frequently – both for stronger security and resilience to infrastructure failures and the high need for data protection in agriculture. With the right developments, digitalization can not only be made secure, but also have a positive effect on the resilience and efficiency of farms.

KEYWORDS: Smart farming, Agriculture, Critical infrastructure, Resilience, Dependency

ZUNEHMENDE DIGITALISIERUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT

Wie viele andere Sektoren erfährt auch die Landwirtschaft eine zunehmende Digitalisierung, d. h. Daten spielen für die eingesetzten Technologien und Werkzeuge eine immer größere Rolle. Im Gegensatz zu Unternehmen anderer kritischer Infrastrukturen – z. B. Energie oder Telekommunikation – ist ein typischer landwirtschaftlicher Betrieb vergleichsweise klein und wird oft als Familienbetrieb geführt. Dementsprechend sind die Anforderungen an die Landtechnik, ihre Umsetzung und die Vorschriften in vielerlei Hinsicht anders. Auch die Umstände, die Risiken und Krisenprävention beeinflussen, sind in der Landwirtschaft anders. Da eine Digitalisierung innerhalb einer Branche neue Gefahren und potenzielle Schwachstellen mit sich bringt, muss dieser Prozess kritisch überprüft werden, damit am Ende der Wirtschaftszweig nicht durch das Ausnutzen von Schwachstellen in der Technik lahmgelegt wird.

Die derzeit fortschrittlichsten Ansätze für die landwirtschaftliche Produktion werden typischerweise als Smart Farming und Landwirtschaft 4.0 bezeichnet. Dies sind Sammelbegriffe für Geräte und Software, die im vernetzten Zusammenspiel eine präzisere Bewirtschaftung mit weniger manuellem Aufwand ermöglichen. Bei solchen neuen Entwicklungen im Bereich der Agrartechnologie fehlt jedoch in der Regel eine Bewertung ihrer Auswirkungen auf die Widerstandsfähigkeit der Branche und die zunehmenden Abhängigkeiten von anderen Infrastrukturen. Diese Themen werden typischerweise von den Forschungsfeldern Kriseninformatik und IT-Sicherheit bearbeitet. Diese Forschungsfelder konzentrieren sich bislang allerdings auf andere Anwendungsbereiche als Landwirtschaft. Aus dem Bereich der Landwirtschaft heraus gibt es zwar intensive Resilienzforschung, allerdings konzentriert sich dieser Forschungszweig nicht auf Probleme, die durch IT entstehen, sondern mehrheitlich auf Möglichkeiten, wie die Landwirtschaft der Klimakrise und einem gesellschaftlichen Wandel begegnen kann. Dabei kommen zum Teil auch technologische Lösungen zum Einsatz, was wiederum die Angriffsfläche für IT-basierte Angriffe sogar potenziell erhöht. Insgesamt präsentiert sich somit ein Spannungsfeld zwischen Digitalisierung und Resilienz. Dieser Umstand muss zukünftig stärker in den Fokus gerückt werden, um die Betriebe und in Folge die Lebensmittelsicherheit nicht zu gefährden.

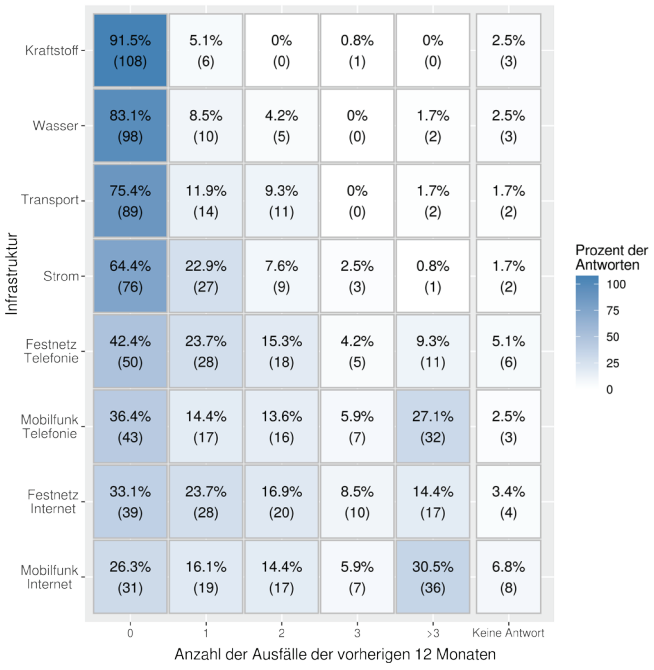
RESILIENZ – TROTZ UND MIT DIGITALISIERUNG

Im großen Kontext stellt sich dabei zunächst die Frage, wie sich die bisherige Digitalisierung und Zukunftstrends auf die Resilienz der Lebensmittelsicherheit auswirken. Falls sich dabei herausstellt, dass eine ungenügende Resilienz vorliegt, schließt sich die Folgefrage an, welche resilienzfördernden Maßnahmen existieren und wie gut und mit welchem Aufwand ließen sich diese umsetzen. Letztlich geht es auch um die Frage: Wie müssen moderne digitale Systeme gestaltet sein, damit Betriebe eine Effizienzsteigerung erfahren, dabei aber nicht fahrlässig die operative Kontinuität der Betriebe gefährden? Zur Beantwortung hilft eine Momentaufnahme der betrieblichen Praxis landwirtschaftlicher Unternehmen und deren eingesetzten Technologien. Dabei wird deutlich, welche Resilienzaspekte bereits adressiert sind, und wo aktuelle Herangehensweisen noch nicht ausreichen und weiterentwickelt werden müssen.

WIE LANDWIRTE IHRE TECHNISCHE RESILIENZ EINSCHÄTZEN

Basierend auf Interviews mit Stakeholdern, vor allem Landwirt:innen, wurde der Zustand des Sektors gegenüber Infrastrukturausfällen und Abhängigkeiten gegenüber Digitaltechnologien erfragt. Ein Ergebnis dabei ist, dass Landwirt:innen oft nicht (genau) wissen, welche Werkzeuge von einer Internetverbindung (wie stark) abhängig sind. Zum anderen wurde ausgesagt, dass viele Werkzeuge eine funktionierende Internetverbindung voraussetzen, d. h. dass eine gestörte Internetverbindung zu einer Abnahme der Produktivität führe. Auch wenn eine Quantifizierung des Produktivitätsverlustes bislang aussteht, ergibt sich hier ein Spannungsfeld, da in weiteren Befragungen festgestellt wurde, dass die Internetinfrastruktur bei den befragten Betrieben die unzuverlässigste Infrastruktur ist (siehe Abb. 1). Das ist problematisch vor dem Hintergrund, dass immer mehr Dienste eine Internetverbindung erfordern oder zumindest stark in ihrer Funktionsweise von einer funktionierenden Internetverbindung profitieren. Besonders für deutsche Betriebe ist die Abhängigkeit von Werkzeugen zum Internet auch im Betriebsalltag ein Problem. Die Betriebe sind zumeist im ländlichen Raum angesiedelt und haben bis dato in Deutschland eine vergleichsweise schlechte Anbindung an das Internet, sowohl seitens der Verbindungsstabilität als auch der verfügbaren Bandbreite.

Abb. 1: Ergebnisse einer Befragung von 118 Landwirt:innen hinsichtlich der wahrgenommenen Infrastrukturausfälle im Betriebskontext im vorhergehenden Jahr. Auffallend ist, dass von mehr Ausfällen bei Infrastrukturen aus dem Bereich digitaler Kommunikation (Internet und Telefonie) berichtet wurde.



Quelle: Kuntke et al. (2022).

Die aktuelle Situation in der Landwirtschaft ist hinsichtlich der infrastrukturellen Abhängigkeit zum Informations- und Telekommunikationssektor (IKT) aber noch nicht als kritisch einzustufen. Viele Betriebe haben derzeit noch keine harten Anforderungen an das Internet, die eine Bewirtschaftung bei Internetausfall verhindern, sondern i. d. R. höchstens erschweren. So liegt die größte Problematik beim Ausfall von IKT in der fehlenden Möglichkeit sich mit anderen Landwirt:innen abzustimmen, bspw. wenn es um zeitkritische Ernteeinsätze vor Wetterumschwüngen geht.

Noch stärker als von IKT sind digitale Werkzeuge von Strom abhängig. Einige Betriebe sind durch Tierhaltung gesetzlich verpflichtet, die notwendigen Geräte (z. B. Stallklimatisierung oder Melkroboter) für das Tierwohl auch bei Stromausfall mit Notstrom zu versorgen. Entsprechend ist davon auszugehen, dass in diesen Betrieben auch die Möglichkeit besteht die betriebseigene IT im Bedarfsfall mit Strom zu versorgen. Diese Anforderung hat allerdings nicht jeder Betrieb. In der hier dargestellten Umfrage hatten nur etwas über die Hälfte der befragten Landwirt:innen ausgesagt, dass sie über ein Notstromaggregat verfügen. Zusätzlich ist der Besitz eines Notstromaggregats nicht immer mit einer ausfallsicheren Stromversorgung gleichzusetzen. So muss nicht zu jedem Zeitpunkt der notwendige Kraftstoff für die Notstromaggregate in ausreichenden Mengen vorrätig sein. Auch wurde in den geführten Interviews berichtet, dass sich in manchen Betrieben die vorhandenen Notstromaggregate nur mit erheblichem personellem Aufwand an die entsprechenden Geräte anbinden lassen, oder das notwendige Wissen für die Inbetriebnahme eines Notstromaggregats nur einzelne Personen im Betrieb haben.

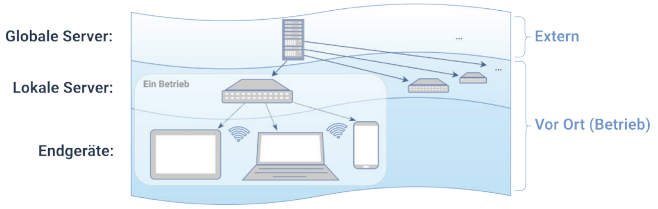
GEFAHRENPOTENZIAL UND MÖGLICHKEITEN VON DIGITALEN WERKZEUGEN

Das Aufkommen des Internet-of-Things (IoT) in der Landwirtschaft wirft eine weitere Frage auf: Welche Vor- und Nachteile haben neuartige digitale Technologien in der Praxis? Ein relevanter Aspekt für den Umgang mit Krisen ist hierbei, dass die Technologien für die intelligente Landwirtschaft auch Vorteile für die Widerstandsfähigkeit bieten können, z. B. bei Verlust der Internetverbindung. So kann die hohe Reichweite moderner sensorbasierter Netzwerke genutzt werden, um ein paralleles, autarkes Kommunikationsnetz für Notfälle bereitzustellen (Kuntke et al. 2023). Die zugrundeliegenden Übertragungstechnologien bei weitreichender IoT-Kommunikation sind bei weitem nicht so leistungsfähig wie herkömmliche Übertragungstechnologien. Sie erlauben aber eine rudimentäre, textbasierte Kommunikation bei geringem Stromverbrauch und können in Notfällen ein wichtiger Bestandteil des Alltags während einer Krise sein. Solche Maßnahmen sind direkte Antworten auf festgestellte geringe Absorptionskapazitäten gegenüber Ausfällen in der Kommunikationsinfrastruktur.

Mehr digitale Dienste bringen auch mehr Gefahren in Form von Sicherheitslücken mit sich. Unabhängig der spezifischen Anforderungen der Landwirtschaft an IT-Systeme birgt die eingesetzte IT ähnliche Sicherheitsprobleme, die auch in anderen Bereichen existieren. So stellt bspw. Ransomware in den vergangenen Jahren eine steigende Gefahr für die grundlegende betriebliche IT dar. Bei kleinen Betrieben gibt es zudem geringe personelle oder finanzielle Möglichkeiten der Auslagerung der Zuständigkeit für IT-Themen, d. h. hier ist es sehr individuell, wie ein Betrieb IT-Sicherheitsaspekte umsetzt. Es ist davon auszugehen, dass die oft unsicheren Standardeinstellungen und -zugänge langfristig verwendet werden. Entsprechend können Software- und Hardwarehersteller mit dem Auslieferungszustand das Level an Sicherheit im Betrieb definieren. Zudem deckten IT-Sicherheitsforschende in jüngster Vergangenheit zunehmend Probleme beim Status quo vorhandener Technologien auf, z. B. bei OnBoard-Systemen großer Landmaschinen. So wurde exemplarisch die Boardelektronik eines aktuellen Traktors aufgemacht und dabei kam stark veraltete Grundsoftware mit vielen bekannten Sicherheitslücken zu Tage. Dass eben diese Landmaschinen viele Jahre bis mehrere Jahrzehnte eingesetzt werden sollen und dabei zunehmend vernetzt werden – oft bereits jetzt mit dem Internet kommunizieren – macht deutlich, dass seitens der Hersteller für Landwirtschaftstechnik die Priorität von IT-Sicherheit in Zukunft steigen muss.

Ein Ansatz, Risiken zu minimieren, liegt in der Dezentralisierung von Diensten, wodurch sich der Nutzen eines Angriffs auf ein einzelnes System verkleinert und sich somit das Verhältnis von Zeit zu Geld für Angreifer verringert. Cloud-Lösungen stehen dabei genau für das Gegenteil. Hier befinden sich große Datenmengen hinter einzelnen Diensten. Entsprechend sind solche zentralen Dienste lukrative und reizvolle Angriffsziele. Da Cloud-Lösungen oft mit Komfortgewinn und Aspekten moderner Software werben, haben wir ein neues Konzept vorgestellt, bei dem Dezentralisierung ein wesentlicher Aspekt ist (Kuntke et al. 2023). Mittels abgeleiteter

Abb. 2: Ein Ansatz zur Steigerung der Resilienz besteht in der lokalen Datenhaltung. Dafür dienen moderne Kleinstrechner (lokale Server) als Server-Plattform direkt in den Räumlichkeiten eines Betriebes. Diese ermöglichen den Zugriff auf die eigenen Daten von mehreren Endgeräten aus, vergleichbar zu Cloud-Diensten. Ein Vorteil aus Sicht der Resilienz ist, dass auch bei gestörter Internetverbindung noch der Zugriff auf die eigenen Daten möglich ist.

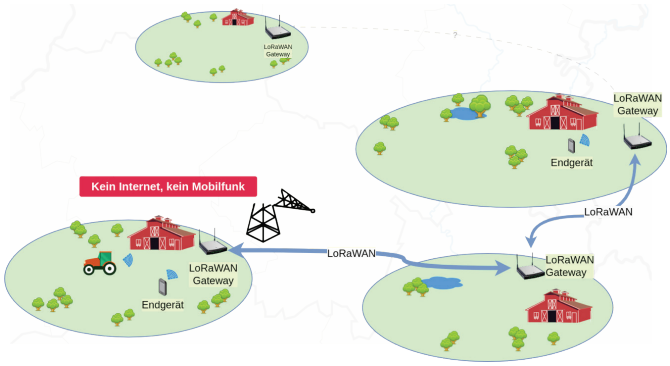


Quelle: Kuntke et al. (2023).

Anforderungen und eigener Systementwürfe ist das HofBox-Konzept entstanden (siehe Abb. 2), bei dem sich ein physischer Mini-Server direkt im Betriebsnetz befindet und die notwendigen Dienste nur im eignen Netzwerk bereitstellt. Das System erlaubt eine moderne datengestützte Produktion ohne Internetanbindung und das Konzept ermöglicht eine hohe Flexibilität seitens der Software. Eine erste Erweiterung ist bspw. die Integration von IoT-Daten auf Basis von LoRaWAN in der HofBox. Die entwickelte Lösung ermöglicht eine Erhöhung der Resilienzkapazitäten durch Präventivmaßnahmen (Daten und Softwaredienste unabhängig von der Internetversorgung) aber auch Möglichkeiten für einen besseren Umgang in Krisenzeiten (Verbesserung der Kommunikationsmöglichkeiten in Krisensituationen).

Zu den weiteren Aspekten gehört die Möglichkeit, Notfallkommunikation über bestehende Technologien zu betreiben. In einer konkreten Umsetzung wurde hierbei auf LoRaWAN als Trägermedium gesetzt (Kuntke et al. 2023). Der Vorteil von LoRaWAN ist, dass die Kommunikation je nach Antennen-Standort in realistischen Szenarien im ländlichen Raum mehrere Kilometer Distanz überbrücken kann. Ein Nachteil ist, dass die üblichen Kommunikationsgeräte wie Smartphones oder Tablets nicht selbst LoRaWAN unterstützen, und somit die Kommunikation im Betrieb erst einmal auf WLAN übersetzt werden muss. Ein Betrieb muss somit per Software auf die Notfallkommunikation vorbereitet werden und kann dann mit anderen Betrieben, die die identische Technologie einsetzen, im benachbarten Raum kommunizieren (siehe Abb. 3). Besonders interessant ist dieser Ansatz, da LoRaWAN normalerweise einen Einsatzzweck für den praktischen Alltag von Landwirt:innen hat. Zu diesen Einsatzszenarien gehören meist Sensoren auf dem eigenen Betriebsgelände oder Ackerflächen. Diese übertragen nach Installation regelmäßig Messergebnisse von Boden, Wetter, Pflanzen oder Tieren. Dafür wird bevorzugt LoRaWAN eingesetzt, da damit eine energieeffiziente und sehr weitreichende Datenübertragung möglich ist. Das bedeutet, dass hier Werkzeuge, die im regulären Betrieb einen Nutzen haben, als Basis für die Notfallkommunikation dienen. Somit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für Anschaffung und Wartung der Basis-Technologie im Vergleich zu Ansätzen, die auf Geräten basieren, die hauptsächlich dem Zweck der Notfallkommunikation dienen.

Abb. 3: Durch das Nutzen von LoRaWAN-Funktechnologie (LoRaWAN-Gateways) lassen sich benachbarte Betriebe zu Kommunikationsclustern zusammenführen, insofern ein Betrieb mit mind. einem weiteren Nachbarbetrieb im Verbund in Funkreichweite liegt.



Quelle: Eigene Darstellung.

WESENTLICHE ERKENNTNISSE MIT EINFLUSS AUF DIE RESILIENZ VON DIGITALEN SYSTEMEN

Durch empirische Forschung in Form von Interviews/Fokusgruppen, Umfragen und Usability Tests konnten mehrere Erkenntnisse mit Bezug zur Resilienz über den Sektor Landwirtschaft herausgearbeitet werden (Kuntke 2024):

(1) Vorbereitung auf Stromausfälle findet statt: Ein durchschnittlicher landwirtschaftlicher Betrieb kann sich in einer Notsituation mit Hilfe von Notstromaggregaten und Kraftstoffvorräten mehrere Tage lang selbst versorgen. Energie für wichtige Geräte (mit geringem Stromverbrauch) könnte für einen längeren Zeitraum bereitgestellt werden. Mehrere Personen berichteten, dass die Inbetriebnahme der Notstromaggregate in das Betriebsnetz sehr aufwändig sei, was durchaus im Ernstfall problematisch werden könne.

(2) Keine Vorbereitung auf Ausfälle von Kommunikationsnetzen vorhanden: Die Idee der Vorbereitung auf mehrtägige IKT-Infrastrukturausfälle – analog zur Vorbereitung auf Stromausfälle – ist Neuland. Es gibt nur wenige Forschungsarbeiten und es sind keine krisenfesten Werkzeuge in der Praxis bekannt. Das bedeutet auch, dass man als Forscher:in oder Entwickler:in neue Wege einschlagen kann (und muss). Da sich diesem Aspekt der Krisenprävention gesellschaftlich hohe Relevanz zuschreiben lässt, aber er ein geringes wirtschaftliches Potenzial mit sich bringt, kann die derzeitige Situation nur durch gezielte Förderung verbessert werden.

(3) Krisenfähigkeit einer Anwendung hat keinen Einfluss auf die User Experience: Software-Entwurfsmuster, die auf die Handlungsfähigkeit in Krisenzeiten abzielen, z. B. die Forderung nach Datenspeicherung auf lokaler Hardware oder umfangreichen Import- und Exportmöglichkeiten, werden von den meisten Landwirt:innen positiv – von einigen sogar besonders positiv – bewertet. Hätten Landwirt:innen also die Wahl zwischen reinen Cloud-Anwendungen und offline-fähigen Anwendungen, würden sie sich nach den vorliegenden Erkenntnissen für letztere entscheiden, wenn die Anwendungen ansonsten über identische Eigenschaften verfügen.

(4) LPWAN-Technologien ermöglichen eine Steigerung der Resilienz: Am Beispiel von LoRaWAN konnte gezeigt werden, wie sich Technologien für Sensornetzwerke als resilienzfördernde Lösungen umfunktionieren lassen. Ein Beispiel ist eine Messenger-Anwendung, die ländliche Nachbarschaften autark miteinander verbindet, unabhängig vom Internet. Ein solches System könnte es benachbarten Betrieben ermöglichen, über Textnachrichten zu kommunizieren, wenn keine IKT-Infrastruktur verfügbar ist, bspw. nach Schäden an Infrastruktur in Folge eines Unwetters.

(5) Krisenvorbereitungsfunktionen als integrales „Bonus"-Merkmal: Lösungen zur reinen Krisenvorsorge erzeugen in der Regel nur geringe Anreize zur Anschaffung – sowohl im Privaten als auch in Betrieben. Selbst dort, wo es eine gesetzliche Verpflichtung gibt, kommt es in der Praxis zu Situationen, in denen die gesetzlichen vorgeschriebenen Vorkehrungen nicht getroffen werden. Der Vorteil von Softwaresystemen liegt darin, dass Notfallfunktionen, wie z. B. ein autarkes Kommunikationssystem, direkt mit dem System ausgeliefert oder über ein Update hinzugefügt werden können. Notfallfunktionen können so schneller und einfacher Verbreitung finden, wenn sie Teil von Systemen des operativen Betriebs werden.

SCHLUSSBEMERKUNGEN

In der Vergangenheit gab es immer wieder Krisen, die deutlich gemacht haben, wie schnell auch unwahrscheinlich geglaubte Ereignisse eintreten können und auch wie schnell Infrastruktur auf regionaler oder sogar überregionaler Ebene zerstört werden kann.

Da wir Menschen auf Nahrungsmittel angewiesen sind, ist es sehr wichtig, dass wir uns auch dem Schutz der

Landwirtschaft widmen – allein aus Eigeninteresse für eine gesicherte Nahrungsmittelversorgung auch im Falle einer länger andauernden Krise. Die Zunahme an reinen Cloud-Diensten ist dabei eine Entwicklung im Sektor, die zumindest hinterfragt werden müsste. Es lassen sich auch moderne Werkzeuge, die auf Daten angewiesen sind, so gestalten, dass die Datenhoheit im Betrieb bleibt und damit gleichzeitig die Abhängigkeit von einer Internetanbindung und externen Servern nicht unnötig erhöht wird. Technologieentwicklungen in der Branche sollten deshalb stärker aus Perspektive von Krisen gedacht werden. Forschungsinitiativen können hierbei wichtige neue Wege für eine gesicherte landwirtschaftliche Praxis mit modernsten Technologien aufzeigen.

ACKNOWLEDGMENT

Diese Arbeit wurde gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen von HyServ [01IS17030B], aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank im Rahmen des Projekts GeoBox-II, aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank im Rahmen des Projekts AgriRegio, und durch die LOEWE Initiative des Landes Hessen im Rahmen des LOEWE-Zentrums emergenCITY [LOEWE/1/12/519/03/05.001(0016)/72].

LITERATUR

Kuntke, F. (2024). Resilient Smart Farming: Crisis-Capable Information and Communication Technologies for Agriculture. Springer Vieweg Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-44157-9; Fachbereich Informatik, Technische Universität Darmstadt. https://doi.org/10.26083/tuprints-00026496

Kuntke, F., Baumgartner, L., & Reuter, C. (2023). Rural Communication in Outage Scenarios: Disruption-Tolerant Networking via LoRaWAN Setups. Proceedings of Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM), 1–13. https://idl.iscram.org/files/kuntke/2023/2581 Kuntke etal2023.pdf

Kuntke, F., Kaufhold, M.-A., Linsner, S., & Reuter, C. (2023). GeoBox: Design and Evaluation of a Tool for Resilient and Decentralised Data Management in Agriculture. Behaviour & Information Technology, 1–23. https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2185747

Kuntke, F., Linsner, S., Steinbrink, E., Franken, J., & Reuter, C. (2022). Resilience in Agriculture: Communication and Energy Infrastructure Dependencies of German Farmers. International Journal of Disaster Risk Science, 13(2), 214–229. https://doi.org/10.1007/s13753-022-00404-7

Cite this Policy Paper: Kuntke, F., & Reuter, C. (2024). Resilienz in der digitalisierten Landwirtschaft: Abhängigkeiten deutscher Landwirte von Kommunikations- und Energieinfrastruktur. emergenCITY Policy Paper Series, No. 5, 1.–5. https://doi.org/10.5281/zenodo.12209183

ÜBER UNS

Das in 2020 etablierte LOEWE-Zentrum emergenCITY bündelt die langjährige hessische Forschung zu resilienten und krisenfesten Infrastrukturen in digitalen Städten.

emergenCITY ist als interdisziplinäre und standortübergreifende Kooperation organisiert, an der die Universitätspartner Technische Universität Darmstadt, Universität Kassel und Philipps-Universität Marburg beteiligt sind. 34 Professorinnen und Professoren aus den Fachrichtungen Informatik, Elektro- und Informationstechnik, Maschinenbau, Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, Architektur und Stadtplanung, Politikwissenschaft, Wirtschaftswissenschaft, Rechtswissenschaft sowie Geschichtswissenschaft forschen in vier miteinander verzahnten Programmbereichen: Stadt und Gesellschaft, Information, Kommunikation und Cyber-Physische Systeme.

Darüber hinaus sind das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), die Wissenschaftsstadt Darmstadt, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) sowie mehr als 40 weitere Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft in das Zentrum eingebunden.

***emergenCITY Policy Paper repräsentieren die persönlichen Ansichten der Autor:innen und nicht notwendigerweise die Ansichten des Zentrums emergenCITY bzw. seiner Mitarbeiter:innen.**

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Matthias Hollick
Wissenschaftlicher Koordinator

Katharina Kleinschnitger
Geschäftsführung

manager@emergencity.de
emergencity.de

Technische Universität Darmstadt
LOEWE-Zentrum emergenCITY
Mornewegstraße 30
64293 Darmstadt

LOEWE
Exzellente Forschung für Hessens Zukunft

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

UNIKASSEL VERSITÄT

Philipps Universität Marburg