

Reifegradbasierte Integration künstlicher Intelligenz in landwirtschaftliche Betriebsabläufe

Implementierungsunterstützung für unterschiedliche Betriebstypen

Saskia Hohagen¹, Valentin Langholf¹ und Uta Wilkens¹

Abstract: In der Landwirtschaft wird bereits heute auf künstliche Intelligenz (KI) zurückgegriffen und die Bedeutung wird weiter zunehmen. Vor dem Hintergrund aktueller Untersuchungen zu den Herausforderungen landwirtschaftlicher Betriebe wird sich der Fragestellung gewidmet, wie KI bei der Bewältigung dieser Herausforderungen unterstützen kann. Auf Grundlage eines Reifegradkonzeptes zur Nutzung von KI wird exemplarisch für zwei Fallbeispiele diese Thematik näher beleuchtet und konkrete Handlungsempfehlungen für die betriebliche Praxis werden abgeleitet.

Keywords: Künstliche Intelligenz, Reifegradansatz, Landwirtschaft

1 Einleitung

KI wird bereits in der Landwirtschaft zur Unterstützung der Aussaat oder Ernte verwendet [Ry19] und ermöglicht es, die Landwirtschaft weiterzuentwickeln [AS21]. Vor dem Hintergrund der aktuellen Herausforderungen an die landwirtschaftliche Betriebsführung kann KI als unterstützende Technologiekomponente zur Problembewältigung herangezogen werden [MK20]. Dazu fehlt es gegenwärtig allerdings an einer Orientierungshilfe, wie eine Implementierung an den Bedarfen und Entwicklungsständen der Betriebe ausgerichtet werden kann. Ziel sollte es sein, dass alle landwirtschaftlichen Betriebe gleichermaßen an der KI partizipieren können.

Dieser Beitrag bringt daher Forschungserkenntnisse² zu aktuellen Herausforderungen landwirtschaftlicher Betriebe mit Reifegradkonzeptionen zur Nutzung von KI [Wi21; Li20] zusammen, um sich der Frage zu widmen, wie landwirtschaftliche Betriebe bei der Bewältigung von Herausforderungen durch den Einsatz von KI auf Basis ihres jeweiligen Entwicklungsstands unterstützt werden können.

¹ Ruhr-Universität Bochum, Institut für Arbeitswissenschaft, Lehrstuhl Arbeit, Personal und Führung, Universitätsstraße 150, 44780 Bochum, saskia.hohagen@rub.de, valentin.langholf@rub.de, uta.wilkens@rub.de

² Diese Arbeit fand im Rahmen der Forschungsprojekte „Experimentierfeld Agro-Nordwest“, welches durch das BMEL über die BLE gefördert wird (FKZ: 28DE103D18), und „Kompetenzzentrum HUMAINE“, welches über das BMBF gefördert wird (FKZ: 02L19C200), statt.

2 Theorie

Die Auseinandersetzung in der landwirtschaftlichen Forschung mit KI nimmt zu [Ru20], vor allem auch vor dem Hintergrund, dass die traditionelle Landwirtschaft in einer modernen Welt mit weiteren Herausforderungen konfrontiert wird. Die Automatisierung von Prozessen und der Einsatz von KI können dabei unterstützen [Jh19]. Unter KI werden dabei Algorithmen verstanden, die Maschinen zu kognitiven Fähigkeiten zur Problemlösung oder Entscheidungsfindung befähigen [Ha18]. KI bietet den landwirtschaftlichen Betrieben die Möglichkeit der Effizienzsteigerung (z. B. ressourcenschonende Koordination von Erntemaschinen), der Arbeitserleichterung (z. B. Sensorik zur Differenzierung zwischen Pflanze und Beikraut) bis hin zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen (z. B. die zielgenaue Steuerung der Düngermenge). KI kann in Maschinen, die relativ autonom agieren, verbaut sein (physische KI) oder in Form von Software bei Entscheidungen unterstützen (virtuelle KI). Virtuelle KI kann in der Landwirtschaft beispielsweise eingesetzt werden, um mit einer Software auf Basis von maschinellem Lernen den Ertrag durch konkrete Handlungsempfehlungen signifikant zu steigern. Physische KI beinhaltet z. B. Roboter, die auf Basis von Bilderkennung Unkraut entfernen. Zum aktuellen Zeitpunkt gibt es bereits verschiedene Beispiele für den Einsatz physischer KI (siehe z. B. [St21]). Im Vordergrund steht mithin nicht die Substitution von Arbeit – dies ist allenfalls bei schwerer körperlicher Last oder gesundheitsbeeinträchtigender Haltung der Fall und dann auch wünschenswert – sondern es geht um die Unterstützung der Landwirtinnen und Landwirte bei der Betriebsführung [Hä20]. Das Ausmaß, in dem KI in Arbeitssysteme eingreift und dabei Arbeitsrollen und Organisationsstrukturen verändert, ist höher als bei anderen Technologien [Be21]. Dabei sollte jedoch festgehalten werden, dass Technologieentwicklungen nicht gleichermaßen von allen landwirtschaftlichen Betrieben eingesetzt werden können [We20]. Kühl, Reckleben und Schulze [KRS21] stellen im Kontext von Smart-Farming-Technologien heraus, dass bei kleineren landwirtschaftlichen Betrieben eine Kaufentscheidung von der Bedienbarkeit, dem Stand der Technik und der Ausfallsicherheit abhängt. Im Gegensatz dazu geht es bei größeren landwirtschaftlichen Betrieben mehr um die Datenplausibilität und den monetären Mehrwert. Dies zeigt deutlich, dass landwirtschaftliche Betriebe mit unterschiedlichen Erwartungen an digitale Technologien herangehen. Gleichermaßen gehen Investitionen abhängig von der Größe des landwirtschaftlichen Betriebs mit einem unterschiedlichen Kosten-Nutzen-Verhältnis einher [STH19]. Diese unterschiedlichen Voraussetzungen der Betriebe für den KI-Einsatz lassen sich anhand von Reifegradmodellen abbilden [We12]. Diese ermöglichen es den landwirtschaftlichen Betrieben, ihren eigenen Entwicklungsstand bezüglich des KI-Einsatzes zu ermitteln und darauf aufbauend konkrete Schritte einzuleiten, um den eigenen Reifegrad zu erhöhen. Es gibt inzwischen mehrere Reifegradmodelle für den KI-Einsatz, welche unterschiedliche Schwerpunkte setzen. So wird eine hohe Reife im Modell nach Lichtenthaler daran festgemacht, dass menschliche und künstliche Intelligenz so in ein Arbeitssystem integriert sind, dass ihre jeweiligen Stärken maximal zur Entfaltung kommen [Li20]. Das Reifegradmodell für humanzentrierte KI [Wi21] berücksichtigt die Integration menschl-

cher und künstlicher Intelligenz stattdessen als eine Facette humanzentrierter KI-Implementation unter mehreren und stellt den betrieblichen Kontext in den Vordergrund. In manchen Anwendungskontexten kann die Reife eines Betriebs in Bezug auf Datenverlässlichkeit und Erklärbarkeit zentral sein, während in anderen Kontexten Fragen der Regulation und des Arbeitsschutzes im Mittelpunkt stehen. Unterschiede entstehen durch verschiedene Branchen, unterschiedliche Qualifikations- und Kompetenzniveaus der Beschäftigten und Eigenschaften des eingesetzten KI-Systems (z. B. physisch vs. virtuell). Unterschiedliche Reifegradmodelle stehen nicht im Widerspruch zueinander, sondern versuchen jeweils unterschiedliche Ausgangsniveaus abzubilden und so einen zielgerichteten Entwicklungsprozess zu unterstützen.

Die unterschiedlichen Herangehensweisen und Voraussetzungen landwirtschaftlicher Betriebe beim Einsatz von KI und die verschiedenen Typen von KI legen nahe, dass eine kontextsensitive, reifegradorientierte Perspektive nützlich sein kann, um Implementierungshürden entgegenzuwirken. Dazu werden im Folgenden zwei Fallbeispiele skizziert.

3 Fallbeispiele

Grundlage dieses Beitrages sind zwei Fallbeispiele landwirtschaftlicher Betriebe, die sich aus den Ergebnissen einer Literaturanalyse sowie einer qualitativen Datenerhebung herauskristallisiert haben. Diese Datenerhebung wurde im Rahmen des BMEL-geförderten Experimentierfeldes Agro-Nordwest durchgeführt. Die qualitative Untersuchung stützt sich auf 15 durchgeführte Experteninterviews mit unterschiedlichen Akteuren der Landwirtschaft zu den aktuellen Veränderungen, Chancen und Herausforderungen durch die digitale Transformation in der Landwirtschaft (Ergebnisse dieser Untersuchung siehe [HWZ21]). Aus diesen gesammelten Erkenntnissen lassen sich zwei verschiedene Fallbeispiele von landwirtschaftlichen Betrieben skizzieren, für die im Folgenden exemplarisch herausgearbeitet wird, wie diese durch Nutzung von KI bei der Bewältigung verschiedener Herausforderungen unterstützt werden können. Diese beiden Fallbeispiele werden im Folgenden näher vorgestellt:

Landwirtschaftlicher Betrieb mit hohem Technologieeinsatz: Der erste Beispielbetrieb zeichnet sich durch einen hohen Technologieeinsatz (z. B. bei der Aussaat oder Ernte) aus. Bei einigen landwirtschaftlichen Maschinen kommt KI zum Einsatz, wie beispielsweise über die Nutzung von Sensoren an den Maschinen (physische KI). Dieser Betrieb bewirtschaftet tendenziell eher größere Flächen und wird von einem Betriebsleitenden statt von den Inhabern selber geführt. Die Betriebsleitung bringt viel Kompetenz zu Betriebsführung und Digitalisierung mit. Chancen der Digitalisierung werden vor allem in der Zukunftsperspektive im Hinblick auf Vernetzung von verschiedenen Akteuren und maschineller Erledigung landwirtschaftlicher Arbeiten gesehen. Es werden bereits Systeme, beispielsweise über Smartphones oder Tablets genutzt, um Betriebsdaten zu monitoren bzw. zu überwachen. Die Betriebsleitung fungiert als Manager des Betriebes und leitet die Beschäftigten an.

Traditionell familiengeführter landwirtschaftlicher Betrieb mit hohem implizitem Kontextwissen: Der zweite Beispielbetrieb wird von den Inhabern bereits über mehrere Generationen selber geführt, welche über umfangreiches landwirtschaftliches Erfahrungswissen verfügen. Dieses Wissen wurde von Generation zu Generation weitergegeben. Entscheidungen werden gemeinsam getroffen und die grundsätzliche Ausrichtung des Betriebes wird meist mit dem Generationenwechsel angepasst. Kompetenzen in den Bereichen Digitalisierung und Betriebsführung sind moderat ausgeprägt. Die Betriebsleitung bringt mittlerweile mehr Zeit im Büro als im Stall oder auf dem Feld. Mit der Digitalisierung werden vor allem Entlastung bei der Büroarbeit, eine Prozessoptimierung und eine Arbeitserleichterung verbunden. Der Einsatz von KI wird hier eher bei der Verwaltung und zur Entlastung bei nicht primär landwirtschaftlichen Tätigkeiten angestrebt (virtuelle KI).

4 Reifegradbasierte Implementierungsunterstützung

Die skizzierten Fallbeispiele verdeutlichen drei Aspekte, in denen sich landwirtschaftliche Betriebe abhängig von Größe und Betriebsstruktur unterscheiden, die für die erfolgreiche Implementierung von KI-Lösungen zentral erscheinen (siehe Tab. 1).

	Fallbeispiel 1	Fallbeispiel 2
Personelle Voraussetzungen	Ausgeprägte kaufmännische und digitale Kompetenzen	Ausgeprägtes (implizites) landwirtschaftliches Erfahrungswissen
Technische Voraussetzungen	Technische Infrastruktur vorhanden; datenbasierte Anwendungen bereits im Einsatz	Technische Infrastruktur wenig ausgeprägt; bisher kein KI-Einsatz
KI-Strategie	Automatisierung, Produktivitätssteigerung	Bisher keine explizite Strategie formuliert; KI eher zur Entlastung von administrativen Tätigkeiten angedacht

Tab. 1: Unterschiedliche Ausgangsbedingungen für den KI-Einsatz

Im ersten Fallbeispiel sind technische und personelle Voraussetzungen gegeben, um sowohl physische als auch virtuelle KI bei den landwirtschaftlichen Tätigkeiten einzusetzen. Implementierungshürden können aber aus der Einbindung von KI in betriebliche Prozesse erwachsen. Automatisierung durch den Einsatz physischer KI kann die Tätigkeitsstruktur für die Beschäftigten stark verschieben. Beim Einsatz virtueller KI können sich neue Rollenanforderungen ergeben (z. B. Abnahme von Routinetätigkeiten, mehr komplexe Tätigkeiten, stärkere Bedeutung datenbasierter Entscheidungen). Die erwarteten Veränderungen in Tätigkeit und Rollenverteilung sollten im Implementierungsprozess von KI berücksichtigt werden, sodass Veränderungen der Arbeit aktiv gestaltet werden anstatt von der Technologie bestimmt zu werden [Wi21]. Probleme für die Implementierung können sich

auch darin zeigen, dass implizites Wissen der Beschäftigten nicht in den KI-Lösungen integriert werden kann, weil entsprechende Schnittstellen fehlen. Dies führt in der Praxis häufig dazu, dass KI-Systeme zwar eine hohe Leistungsfähigkeit erreichen, im Praxiseinsatz aber schlechte Leistungen bringen [LLL21].

Im zweiten Fallbeispiel bestehen durch gering ausgeprägte technologische Voraussetzungen und eingeschränkte digitale Kompetenzen Hürden für den breiten KI-Einsatz über den gesamten Betrieb. Jedoch geht dieser auch an der Zielsetzung der Betriebsführung vorbei. Da umfassendes Erfahrungswissen vorhanden ist, wird das Potenzial von Digitalisierung und KI-Einsatz im Speziellen hier in der Entlastung von Verwaltungstätigkeiten gesehen, als ersten Anknüpfungspunkt für KI-Integration. Da zum aktuellen Zeitpunkt aber noch keine Erfahrungen mit KI gemacht wurden, besteht der erste Schritt darin, in einzelnen Bereichen mit KI zu experimentieren. Dabei kann auf Erfahrungen aus anderen Branchen zurückgegriffen werden, indem beispielsweise Potenziale von KI in ERP-Systemen genutzt werden [V117]. Sollten die ersten Erfahrungen positiv verlaufen, bestehen im zweiten Fallbeispiel die größten Herausforderungen darin, das menschliche Wissen und die vorhandenen Kompetenzen so mit Potenzialen von KI zu verbinden, dass die Integration beider Facetten einen Mehrwert stiftet [Li20].

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ein Nutzen stiftender KI-Einsatz in der Landwirtschaft hängt von der genauen Analyse des betrieblichen Kontextes ab. Dabei spielen personelle und technologische Voraussetzungen sowie strategische Aspekte eine Rolle. Die Fallbeispiele verdeutlichen, dass abhängig vom aktuellen Reifegrad eines Betriebs Aspekte der Rollenentwicklung und Wissensintegration oder das Experimentieren in einem nicht primär landwirtschaftlichen Tätigkeitsbereich zentral für die weitere Entwicklung sein kann.

Literaturverzeichnis

- [AS21] Aggarwal, N.; Singh, D.: Technology assisted farming: Implications of IoT and AI. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1022, 1-11, 2021.
- [Be21] Berente, N.; Gu, B.; Recker, J.; Santhanam, R.: Managing artificial intelligence. MIS Quarterly, 45, 1433-1450, 2021.
- [Hä20] Härtel, I.: Künstliche Intelligenz in der nachhaltigen Landwirtschaft – Datenrechte und Haftungsregime. Natur und Recht 42, 439-453, 2020.
- [Ha18] Hashimoto, D. A.; Rosman, G.; Rus, D.; Meireles, O. R.: Artificial Intelligence in Surgery: Promises and Perils. Annals of Surgery, 268, 70-76, 2018.
- [HWZ21] Hohagen, S.; Wilkens, U.; Zaghaw, L.: Digitalisierung in der Landwirtschaft – Resilienz der Entwicklung aus arbeitswissenschaftlicher Perspektive. In (Meyer-Aurich, A. et al. Hrsg.): Informations- und Kommunikationstechnologie in kritischen Zeiten. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 145-150, 2021.

- [Jh19] Jha, K.; Doshi, A.; Patel, P.; Shah, M.: A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture* 2, 1-12, 2019.
- [KRS21] Kühl, J.; Reckleben, Y.; Schulze, H.: Smart-Farming-Technologien auf Ackerbaubetrieben – wie beurteilen Landwirte den Weg zur „Landwirtschaft 4.0“. In (Meyer-Aurich, A. et al. Hrsg.): *Informations- und Kommunikationstechnologie in kritischen Zeiten*. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 187-192, 2021.
- [Li20] Lichtenthaler, U.: Five Maturity Levels of Managing AI: From Isolated Ignorance to Integrated Intelligence. *Journal of Innovation Management* 8, 39-50, 2020.
- [LLL21] Lebovitz, S.; Levina, N.; Lifshitz-Assa, H.: Is AI Ground Truth Really True? The Dangers of Training and Evaluating AI Tools Based on Experts' Know-What. *MIS Quarterly*, 45, 1501-1526, 2021.
- [MK20] Mohr, S.; Kühl, R.: Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft. In (Gandorfer, M. et al. Hrsg.): *Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier*. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 193-198, 2020.
- [Ru20] Ruiz-Real, J. L.; Uribe-Toril, J.; Torres Arriaza, J. A.; de Pablo Valenciano, J.: A Look at the Past, Present and Future Research Trends of Artificial Intelligence in Agriculture. *Agronomy* 10, 1839, 2020.
- [Ry19] Ryan, M.: Ethics of Using AI and Big Data in Agriculture: The Case of a Large Agriculture Multinational. *ORBIT Journal* 2, 1-27, 2019.
- [STH19] Schukat, S.; Theuvsen, L.; Heise, H.: IT in der Landwirtschaft: mit einheitlichen Definitionen zu einheitlichem Verständnis. In (Meyer-Aurich, A. et al. Hrsg.): *Digitalisierung für landwirtschaftliche Betriebe in kleinstrukturierten Regionen – ein Widerspruch in sich?* Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 211-216, 2019.
- [St21] Strothmann, W.; Scholz, C.; Pamornnak, B.; Ruckelshausen, A.: Von der Forschung in die Praxis: das KI-basierte optisch-selektive mechanische Beikrautregulierungssystem MWLP-Weeder in verschiedenen Trägersystemen im Feldeinsatz. In (Meyer-Aurich, A. et al. Hrsg.): *Informations- und Kommunikationstechnologie in kritischen Zeiten*. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 307-312, 2021.
- [V117] Vlasov, V.; Chebotareva, V.; Rakhimov, M.; Kruglikov, S.: AI User Support System for SAP ERP. *Journal of Physics: Conference Series*, 913, 1-7, 2017.
- [We12] Wendler, R.: The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and software technology*, 54(12), 1317-1339, 2012.
- [Wi21] Wilkens, U.; Langholf, V.; Ontrup, G.; Kluge, A.: Towards a maturity model of human-centered AI – A reference for AI implementation at the workplace. In (Sihn, W.; Schlund, S. Eds): *Competence development and learning assistance systems for the data-driven future*. GITO-Verlag, S. 179-197, 2021.