

Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft

Eine Analyse von Einflussfaktoren auf die Nutzungsintention bei Landwirten

Svenja Mohr¹ und Rainer Kühl¹

Abstract: Die ökonomische und ökologische Überlegenheit von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft kann nur dann ausgeschöpft werden, wenn bei Landwirten eine Bereitschaft vorliegt, diese zu nutzen. Um den Einfluss verhaltensbezogener Faktoren auf die Nutzungsintention von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft zu untersuchen, wird die Theorie des geplanten Verhaltens verwendet und erweitert. Die Überprüfung der modellierten Zusammenhänge erfolgt mit einer Strukturgleichungsanalyse. Die Analyse ergibt, dass die persönliche Einstellung, die Wahrnehmung der Verhaltenskontrolle und die Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Nutzungsintention von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz bei den befragten Landwirten haben.

Keywords: Künstliche Intelligenz, Landwirtschaft, Theorie des geplanten Verhaltens, Strukturgleichungsmodell

1 Einleitung

Marktforschungsunternehmen und Branchenverbände vermitteln den Eindruck einer modernen und fortschrittlichen Landwirtschaft in Deutschland. So bezeichnen unter anderem der Digitalverband Bitkom und der Deutsche Bauernverband die Landwirtschaft als „Treiber der Digitalisierung im ländlichen Raum“ [Bi19]. Gleichzeitig steht die Landwirtschaft vor Herausforderungen: Die Bedeutung der Ressourcenschonung, mit der ein sparsamer Einsatz von Betriebsmitteln einhergeht, nimmt zu. Produktionsentscheidungen müssen aufgrund von Wetterveränderungen, unterschiedlichen lokalen Bodenbeschaffenheiten und Pflanzenkrankheiten unter Unsicherheit getroffen werden [An17]. Verschiedene Technologieentwicklungen wie Künstliche Intelligenz (KI) können genutzt werden, um diesen Herausforderungen zu begegnen.

Dieser Beitrag zielt darauf ab, Voraussetzungen für die Nutzungsbereitschaft von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz bei Landwirten zu untersuchen. Die Einstellungen der Landwirte gegenüber selbstlernenden Systemen stehen im Fokus. Eine Strukturgleichungsanalyse wird eingesetzt, um verhaltensbezogene Faktoren, die die

¹ Institut für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft/Justus-Liebig-Universität Gießen, Senckenbergstraße 3, 35390 Gießen, Svenja.Mohr@ernaehrung.uni-giessen.de, Rainer.Kuehl@agrar.uni-giessen.de

Nutzungsintention von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft beeinflussen, zu untersuchen.

2 Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft

Künstliche Intelligenz bzw. selbstlernende Systeme² sind Anwendungen aus der Informatik, die selbstständig Daten verarbeiten, aus Daten lernen, Muster zu erkennen und bestimmte Aufgaben zu lösen. Dieses sogenannte intelligente Verhalten ist in Maschinen wie Robotern oder Computern integriert [RN95; Co18]. Anwendungsbereiche von Künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft sind unter anderem der chemische oder mechanische Pflanzenschutz und die Aussaat von Saatgut. Ökonomische und ökologische Vorteile werden durch den Einsatz von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz erwartet. Beispielsweise wird den Robotern zugeschrieben, nur dort in die Umwelt einzugreifen, wo ihr Einsatz notwendig ist. Der Einsatz von Inputfaktoren wird optimiert, negative Auswirkungen auf Böden und Grundwasser werden verringert und Kosten eingespart [Hi19].

Die ökonomischen und ökologischen Vorteile von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz in der Landwirtschaft können nur dann genutzt werden, wenn eine Nutzungsbereitschaft dieser Anwendungen bei Landwirten vorliegt. Trotz finanziellen, produktionstechnischen und arbeitserleichternden Vorteilen von neuen Technologien wurde bereits in früheren Studien zur Nutzung von Precision-Farming-Technologien ermittelt, dass weniger als ein Drittel der Befragten diese Technologien nutzt [Re09; PT17].

3 Empirische Analyse

3.1 Modelltheoretische Grundlagen und Herleitung der Hypothesen

Um den Einfluss verschiedener verhaltensbezogener Faktoren auf die Nutzungsbereitschaft von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz zu untersuchen, wird das Modell des geplanten Verhaltens von Ajzen (1991), bei dem es sich um ein Erklärungsmodell von Einstellungs-Verhaltensreaktionen handelt, herangezogen. Das Modell ist durch die drei Konstrukte *persönliche Einstellung*, *subjektive Norm* und *wahrgenommene Verhaltenskontrolle* charakterisiert. Grundsätzlich gilt für die drei Faktoren, je positiver deren Ausprägung, desto stärker ist die Verhaltensabsicht [Aj91]. Da mit der Entwicklung von intelligenten Technologien Fragen bezüglich der Eigentumsrechte an Daten aufkommen, wird dieser Aspekt ebenfalls erfasst. Bei Landwirten stellt die ungeklärte Datenhoheit ein Akzeptanzhemmnis dar [Ga17], weshalb

² werden synonym verwendet.

das Modell um den Faktor *Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten* ergänzt wird.

Der erste Faktor *persönliche Einstellung* umfasst den Grad einer positiven oder negativen Beurteilung des betreffenden Verhaltens [Aj91]. Die persönliche Einstellung zum Verhalten wird hier als Einstellung zur Nutzungsabsicht von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft erfasst.

H1: Je positiver die persönliche Einstellung zu KI-Anwendungen in der Landwirtschaft beurteilt wird, desto höher ist die Nutzungsintention von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft.

Der zweite Faktor *subjektive Norm* bezieht sich auf den wahrgenommenen sozialen Druck durch Anspruchsgruppen, die Aktivität aus- oder nicht auszuführen. Bei diesem Konstrukt geht es also um die Wahrnehmung der Landwirte dessen, was verschiedene Interessensgruppen hinsichtlich der Nutzungsbereitschaft von KI-Anwendungen erwarten [Aj91].

H2: Je positiver die subjektive Norm beurteilt wird, desto höher ist die Nutzungsintention von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft.

Der dritte Faktor *wahrgenommene Verhaltenskontrolle* erfasst die wahrgenommene Einfachheit bzw. Schwierigkeit, ein Verhalten in der Realität umzusetzen. Es geht also um das Selbstvertrauen in die Fähigkeiten, die Nutzung von KI-Anwendungen auszuführen [Aj91].

H3: Je positiver die wahrgenommene Verhaltenskontrolle beurteilt wird, desto höher ist die Nutzungsintention von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft.

Sowohl von der Industrie und der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft als auch von der Politik wird gefordert, dass die Eigentumsrechte der betrieblichen Daten bei den Landwirten liegen [DLG18]. Es ist davon auszugehen, dass sich die Nutzungsintention von KI-Anwendungen erhöht, wenn die *Eigentumsrechte der betrieblichen Daten* bei Landwirten liegen.

H4: Je höher die Erwartung ist, dass die Eigentumsrechte der betrieblichen Daten bei Landwirten liegen, desto höher ist die Nutzungsintention von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft.

3.2 Methode

Der Einfluss der verschiedenen Faktoren auf die Nutzungsintention von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz wird mit Hilfe einer Strukturgleichungsanalyse überprüft. Strukturgleichungsanalysen eignen sich für die Analyse komplexer Ursache-Wirkungsstrukturen und erlauben die Messung hypothetischer Konstrukte, die sich einer

direkten empirischen Beobachtbarkeit entziehen. Die Messbarkeit der hypothetischen Konstrukte erfolgt durch die Operationalisierung der Faktoren mittels verschiedener Items, die unterschiedliche Aspekte der Konstrukte wiedergeben [Ha17]. Der Online-Fragebogen wurde im Oktober 2019 an Studierende und Mitarbeitende der Justus-Liebig-Universität Gießen, die im Fachbereich 09 „Agrarwissenschaften, Ökotropologie und Umweltmanagement“ eingeschrieben bzw. angestellt sind und in einem landwirtschaftlichen Betrieb arbeiten, versendet.

3.3 Vorläufige Ergebnisse

Insgesamt haben 85 Personen an der Befragung teilgenommen, wovon nachfolgend 36 Personen berücksichtigt werden. Die restlichen Personen haben den Fragebogen nicht vollständig ausgefüllt oder sind auf keinem landwirtschaftlichen Betrieb angestellt. Das Durchschnittsalter der Befragten liegt bei 27 Jahren. Rund 75 Prozent der Befragten sind als Studierende an der Universität eingeschrieben, ein Viertel der Befragten ist an der Universität angestellt. Im Median sind vier Personen in den Betrieben der Befragten angestellt und die bewirtschaftete Ackerfläche liegt bei 120 ha. Acht von zehn dieser Betriebe sind Haupterwerbsbetriebe.

Die Schätzung des Strukturgleichungsmodells erfolgt mit einer varianzbasierten Parameterschätzung. Die Überprüfung der Gütekriterien der beiden reflektiven Messmodelle *Nutzungsintention von KI-Anwendungen* und *persönliche Einstellung* ergibt, dass diese erfüllt sind. Gleiches trifft auf die formativen Messmodelle *subjektive Norm*, *wahrgenommene Verhaltenskontrolle* und *Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten* zu. Die Gütebeurteilung des Strukturmodells ist also möglich. Das Modell weist keine Multikollinearität auf und beinhaltet Konstrukte, die die Nutzungsintention von KI-Anwendungen in der Landwirtschaft beeinflussen ($Q^2: 0,373$). Insgesamt werden 74,3 Prozent der Varianz der Nutzungsintention von KI-Anwendungen durch die zugeordneten Konstrukte erklärt.

Das Strukturgleichungsmodell und die Ergebnisse der Hypothesenprüfung sind in Abbildung 1 dargestellt. Drei von vier Hypothesen werden angenommen. Zur Interpretation der Effekte werden die Pfadkoeffizienten herangezogen. Es gilt, je höher ein Pfadkoeffizient ist, desto höher ist die Relevanz des Konstrukts für die abhängige Variable *Nutzungsintention von KI-Anwendungen*.

Die *persönliche Einstellung* der Befragten zur KI-Anwendung hat in diesem Modell den bedeutendsten Einfluss auf die Nutzungsintention von selbstlernenden Systemen in der Landwirtschaft (H1). Dieses Konstrukt wird durch die Möglichkeit einer ressourcenschonenderen und nachhaltigeren Landwirtschaft sowie das eigenen Interesse, selbstlernende Systeme auszuprobieren, erfasst. Die Hypothese zur *subjektiven Norm* wird aufgrund des statistisch nicht signifikanten Pfadkoeffizienten verworfen (H2). Demzufolge haben Politik, Medien und Gesellschaft keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Nutzungsintention von selbstlernenden Systemen in der Landwirtschaft.

Dennoch lässt sich aufgrund der Höhe des Pfadkoeffizienten eine ökonomische Relevanz des Konstrukts auf die Nutzungsintention vermuten. Für das Konstrukt *wahrgenommene Verhaltenskontrolle* wird ebenfalls ein statistisch signifikanter Einfluss ermittelt. Daraus folgt, je weniger Schwierigkeiten bei der Implementierung von selbstlernenden Systemen erwartet werden, desto höher ist die Nutzungsintention dieser Anwendungen. Bei der Überprüfung der Hypothese zur *Erwartung von Eigentumsrechten an betrieblichen Daten* wird ein signifikanter Einfluss auf die Nutzungsintention von KI-Anwendungen festgestellt (H4).

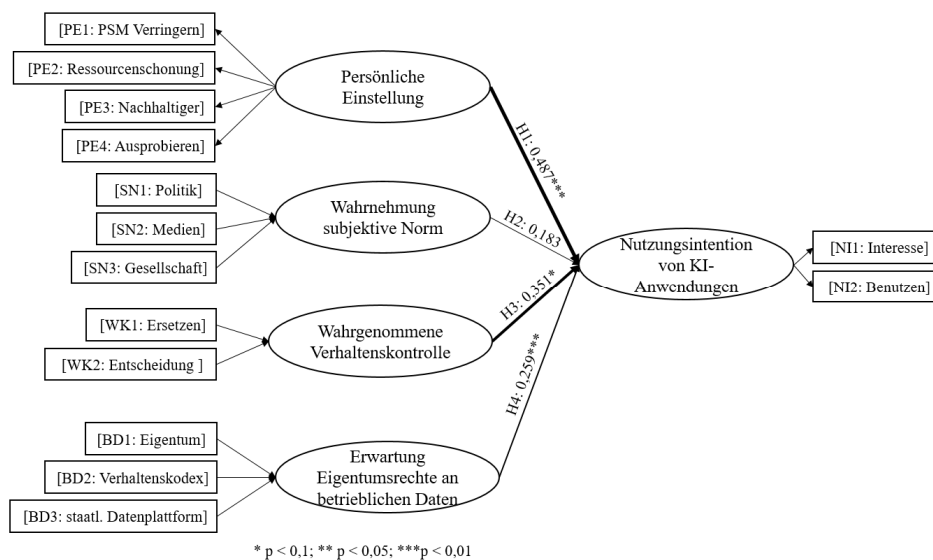


Abb. 1: Darstellung des Strukturgleichungsmodells und der Hypothesenprüfung

4 Schlussfolgerung und Limitationen

Die Ergebnisse der Strukturgleichungsanalyse zeigen die Übertragbarkeit des Modells des geplanten Verhaltens auf den Untersuchungsgegenstand. Die persönliche Einstellung der Befragten hat den bedeutendsten Einfluss auf die Nutzungsintention. Insbesondere hier könnten Politik, Hersteller und Verbände ansetzen, um eine breite Akzeptanz von Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz bei Landwirten zu schaffen.

Obwohl durch die Strukturgleichungsanalyse statistisch signifikante Einflussfaktoren auf die Nutzungsintention von KI-Anwendungen bei Landwirten ermittelt werden, muss auch auf modelltheoretische Einschränkungen hingewiesen werden. Aufgrund der geringen Stichprobengröße ist ein Einbezug weiterer Einflussfaktoren sowie die Messung der Konstrukte mit weiteren Items nicht möglich [Ha17]. In zukünftigen Untersuchungen

sollte die Stichprobengröße und der Anteil an Haupterwerbslandwirten erhöht werden, um ein umfassenderes Modell schätzen zu können.

Literaturverzeichnis

- [Aj91] Ajzen, I.: The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50/2, S. 179-211, 1991.
- [An17] Antle, J. et al.: Towards a new generation of agricultural system data, models and knowledge products. Design and improvement. *Agricultural Systems* 155, S. 255-58, 2017.
- [Bi19] Bitkom: Landwirte bringen digitalen Fortschritt in den ländlichen Raum. Pressebereich, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Landwirte-bringen-digitalen-Fortschritt-den-laendlichen-Raum>, Stand: 06.02.2019.
- [Co18] Coble, K. et al.: Big Data in Agriculture. A Challenge for the Future. *Applied Economic Perspectives and Policy* 40/1, S. 77-96, 2018.
- [DLG18] Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG): Chancen. Risiken. Akzeptanz. Digitale Landwirtschaft. Ein Positionspapier der DLG, <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/digitalisierung-arbeitswirtschaft-und-prozesstechnik/digitale-landwirtschaft/>, Stand: Januar 2018.
- [Ga17] Gandorfer, M. et al.: Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung und ihre Herausforderungen. Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Fokus: Digitalisierung in kleinstrukturierten Regionen: Referate der 39. GIL-Jahrestagung, 18.-19. Februar 2019 in Wien, S. 9-19, 2017.
- [Ha17] Hair, J. et al.: Partial Least Squares Strukturgleichungsmodellierung (PLS-SEM): Eine anwendungsorientierte Einführung, 1. Auflage, Vahlen, München, 2017.
- [Hi19] Hillerband, F. et al.: Robotik in der Außenwirtschaft. Entwicklungskonzepte und tendenzielle Einflussmöglichkeiten auf die Prozesssteuerung durch den Landwirt. Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Fokus: Digitalisierung in kleinstrukturierten Regionen: Referate der 39. GIL-Jahrestagung, 18.-19. Februar 2019 in Wien, S. 77-82, 2019.
- [PT17] Paustian, M.; Theuvsen, L.: Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. *Precision Agric* 18, S. 701-716, 2017.
- [Re09] Reichardt, M. et al.: Dissemination of precision farming in Germany: acceptance, adoption, obstacles, knowledge transfer and training activities. *Precision Agric* 10, S. 525-545, 2009.
- [RN95] Russel, S.; Norvig, P.: *Artificial Intelligence. A Modern Approach*, 1995.