

Logistik

Heinz Bernhardt

Kurzfassung

Die Logistik ist entscheidend für alle agrarischen Produktionsprozesse, was ihre Querschnittsfunktion erklärt. Über die Neufassung von Güterkraftverkehrsgesetz und Bundesfernstraßenmautgesetz wurde die Stellung landwirtschaftlicher Transporte neu definiert, wodurch sich besonders für Lohnunternehmer die technische Ausrichtung ändert. Dies markiert sich auch im Trend zu Agrar-LKW, mit Entwicklungen im Bereich bodenschonender Bereifung und agrarischer Aufbausysteme. Die Digitalisierung in der Landwirtschaft zeigt sich in der Logistik mit der Zunahme von Managementsystemen zu Navigation, Regelung, Datenaustausch, Dokumentation und Simulation. Hierbei finden auch KI-Systeme immer mehr Anwendung. Im Bereich der Agrarrobotik werden erste Transportsysteme für den Feldeinsatz im Sonderkulturanbau angeboten.

Schlüsselwörter

Digitale Logistik, Agrar-LKW, Agrartransportroboter

Logistic

Heinz Bernhardt

Abstract

Logistics is crucial for all agricultural production processes, which explains their cross-sectional function. The position of agricultural transports has been redefined through the new version of the Road Transport Act and the Federal Highway Toll Act, which changes the technical focus, particularly for contractors. This can also be seen in the trend towards agricultural trucks, with developments in the area of soil-protecting tires and agricultural body systems. The trend towards digitalization in agriculture is evident in logistics with the increase in management systems for navigation, control, data exchange, documentation and simulation. AI systems are also being used more and more here. In the field of agricultural robotics, the first transport systems for field use in special crop cultivation are used.

Keywords

Digital logistics, agricultural trucks, agricultural transport robots

Entwicklung der logistischen Rahmenbedingungen

Nach der Diskussion über die Sonderregelungen für landwirtschaftliche Transporte in den letzten Jahren ist in diesen Bereich wieder etwas mehr Ruhe und Struktur eingeleitet.

In dem zum 1. Januar 2019 in Kraft getretenen Bundesfernstraßenmautgesetz (BFStrMG) sind die Ausnahmenregelungen für die Land- und Forstwirtschaft definiert [1]. Dabei wird auf die Ausnahmeregelungen im Güterkraftverkehrsgesetz (GüKG) verwiesen [2]. Danach sind alle Land- und Forstwirte, wenn sie Transporte für eigene Zwecke oder im Rahmen der Nachbarschaftshilfe mit land- oder forstwirtschaftlichen (lof) Fahrzeugen durchführen, grundsätzlich von der Maut befreit. Die dabei verwendete Fahrzeugbauart spielt keine Rolle. Bei Maschinenringen gilt diese Mautfreiheit nur bei Einsatz von lof Zugmaschinen oder Zugmaschinen im Umkreis von 75 km.

Neu ist in dieser Regelung ist auch, dass Lohnunternehmer, Biogasanlagen, Landmaschinenwerkstätten, -händler, -hersteller, usw. mit betrachtet werden. Wenn von ihnen mit lof Fahrzeugen bis 40 km/h bauartbedingter Höchstgeschwindigkeit (bbH) lof typische Transporte durchgeführt werden, sind diese mautfrei. Bei untypischen Transporten ist auch in dieser Fahrzeugklasse Maut fällig. Bei lof Fahrzeugen mit über 40 km/h bbH sind diese bei Leerfahrten mautfrei und bei Ladungsfahrten mautpflichtig. Transportfahrten mit anderen Fahrzeugtypen sind in dieser Gruppe generell mautpflichtig. [3; 4]

Transportfahrzeuge

Zugmaschinen

Das Themengebiet optimaler Reifendruck beim Befahren von Acker und Straße ist weiterhin aktuell bei landwirtschaftlichen Zugmaschinen und Transportfahrzeugen [5]. Nachdem in den letzten Jahren einige technische Lösungen im Bereich Traktorreifen vorgestellt wurden, sind nun auch Reifentypen für Agrar-LKW vorhanden, die einen niedrigen Reifeninnendruck auf dem Feld, aber auch Fahrgeschwindigkeiten über 65 km/h auf der Straße erlauben [6]. Dadurch ist es nun möglich, die auf der Straße im Vergleich zu Traktoren wesentlich energieeffizientere LKW-Technik bei landwirtschaftlichen Transporten auch auf dem Feld, mit Anpassung an die Bodenverhältnisse, einsetzen zu können [7].

Bei der Reifenstruktur entwickelt sich für Zugmaschinen und Geräte der landwirtschaftliche Transportreifen heraus. Er kann sich über die Reifeninnendruckregelung an die Fahrbedürfnisse von Acker und Straße anpassen. Bei der Profilierung ist diese so gestaltet, dass entsprechende Traktion im Acker und gute Abrolleigenschaften auf der Straße vorhanden sind. Auch die Haltbarkeit ist auf beide Einsatzgebiete ausgelegt. [6; 8; 9]



Bild 1: Hochgeschwindigkeits-Flotations-LKW-Reifen [7]
Figure 1: High Speed Flotation Truck Tire [7]

Zur optimalen Nutzung der Reifenpotentiale werden vermehrt Sensoren angeboten, die den Reifeninnendruck während des Einsatzes erfassen und an den Fahrer übermitteln. So kann dieser einfach angepasst werden. [9]

Aktuell sind Lösungen auf dem Markt, bei denen der Landwirt auf dem Smartphone oder im Farmmanagementsystem den je nach Anwendung optimalen Reifeninnendruck berechnen kann. Hierzu fließen auch Daten zu Bodenbeschaffenheit, Bodenfeuchte, Fahrzeugkonfiguration und Betriebsanforderungen mit ein, um den Bodenschutz zu gewährleisten [8; 9] und Szenarien bzgl. Verdichtungsrisiko zu simulieren [10].

Transporter

In der Anhängertechnik geht die Entwicklung zum Leichtbau und der mehrschichtigen Nutzung weiter [11]. Nachdem in den letzten Jahren immer mehr spezielle Entladungssysteme angeboten wurden, werden diese nun vermehrt in ein Fahrzeug integriert. So werden z. B. Anhänger als Schubboden und Kipper [12] angeboten. Außerdem zeigt sich, dass typische landwirtschaftliche Transportanhänger auch als Sattelaufleger für den Einsatz mit LKW angeboten werden [12 bis 15].

Arbeitserleichterung ist auch ein durchgehendes Thema in der Agrarlogistik. Hierbei werden vielfach bestehende Systeme weiter verbessert und optimiert. Dies reicht von selbstständig regelnden ALB Ventilen (Automatisch-Lastabhängiger Bremskraftregler) in Abhängigkeit von der Zuladung [12 bis 14] über 6/2 Wegeventile, die den hydraulischen Stützfuß mit der hydraulischen Heckklappe kombinieren, um sie über ein doppelwirkendes Steuergerät bedienen zu können [12], bis zu zentralen Bordwandverriegelungen [15].

Die Ladungssicherung spielt besonders beim Transport landwirtschaftlicher Stückgüter wie Strohballen eine entscheidende Rolle. Hierfür werden zum einen feste Gittersysteme angeboten [14]. Ein neues System arbeitet mit automatischen Gurten. Diese können am Anhänger variabel platziert werden. Schwingen an der Vorder- und Rückwand legen dabei die Gurte über die Ladung. Anschließend werden diese automatisch gespannt. Dieses Sicherungssystem funktioniert auch bei Teilbeladung und nicht präzise positionierten Ballen und ermöglicht eine regelkonforme Ladungssicherung in weniger als 60 Sekunden. [7; 16]



Bild 2: Automatischer Allround-Vergurtungswagen [16]
Figure 2: Automatic Allround-Belt-Wagon [16]

Umschlagtechnik

Auch im Bereich der Umschlagtechnik lässt sich die schon aufgezeigte Entwicklung zum Agrar-LKW erkennen. Bestehende Feldumschlagsysteme werden auf diese Technik hin optimiert. Bei getrenntem Feld/Straße-Transport von Kartoffeln werden immer häufiger Feldüberladestationen genutzt, mit denen das Erntegut nochmals von loser Erde und Beimengungen gereinigt werden kann. Überladewagen, die bei der Getreideernte zu deutlichen Leistungssteigerungen geführt haben, werden für Kartoffeln trotz des wachsenden Angebots an Kartoffelrodern mit Überladebunker kaum genutzt. Gründe dafür dürften die zusätzliche Fallstufe und die damit verbundenen Qualitätsrisiken sein. [17]

Der bestehende Trend, durch die Integration von Sensorik Systeme neu zu strukturieren, zeigt sich auch in der Umschlagtechnik. So werden Frontlader inzwischen mit Wiegesystemen, Durchfahrtshöhenerkennung und Laderegelungssystemen ausgestattet. [18]

Transportroboter

Die Agrarlogistik wird auch von der allgemeinen Strömung hin zur Agrarrobotik geprägt. Besonders im Sonderkulturbau werden verschiedene autonome Robotereinheiten angeboten, die den Ernteguttransport auf der Fläche durchführen. [19 bis 23] Dies reicht von Weintrauben

im Steillagenweinbau [24], über Äpfel im Plantagensystem [25] bis zu Spargel [26] und Erdbeeren [27]. Besonders ist hierbei, dass sie häufig als Serviceroboter mit direkter Interaktion mit dem Menschen fungieren. Dies macht den Aspekt Sicherheit besonders wichtig. [28; 29]

Um die eher geringen Transportleistungen auszugleichen werden dabei mehrere Transportroboter als Schwarm eingesetzt. Dabei stimmen sich die einzelnen Roboter untereinander ab, um die einzelnen Transportpunkte optimal versorgen zu können. [30; 31]

Dem Einsatz im Ackerbau stehen aktuell noch die größeren Transportmengen pro Fläche und die notwendigen Technikkonzepte im Weg. [32]

Informationstechnologie in der Agrarlogistik

Die Digitalisierung zeigt sich auch in der Agrarlogistik weit verbreitet. [33; 34] Hierbei kann man unterteilen in die Management- und Navigationssysteme, die aktuell bereits im Einsatz sind, und die Forschung an KI-Anwendungen zur autonomen Steuerung von Prozessen.

Planung von Ernteprozessen ist ein Schwerpunkt der Agrarlogistik. [35 bis 37] Die meisten Anwendungen sind hierbei in der Getreideernte zu finden, da hier mit der gewissen zeitlichen Flexibilität bei der Verknüpfung von Mähdrescher und Überladewagen gute Planungsmöglichkeiten bestehen. [36] Bei der Silomais- und Grünguternte sind die Logistikketten zeitlich enger miteinander verknüpft und zeitaktuelle Veränderungen müssen eingepflegt werden, was die Anwendung von Logistikmanagementsystemen erschwert. Bei der Hackfruchernte sind die Fahrspuren durch die Reihenstruktur vorgegeben, weshalb hier weniger Planungsbedarf auf der Fläche besteht. Die Logistikplanung fokussiert sich hier weniger auf den einzelnen Schlag [38; 39] als vielmehr auf die Prozessreihenfolge. [7; 40]

Im Bereich der Datenweitergabe zwischen den einzelnen Prozesspartnern, wie z. B. Landwirt und Getreidehandel, ist die Rückverfolgbarkeit zur Dokumentation der Lebensmittelsicherheit und Nachhaltigkeit entscheidend. [41; 42] Die Problematik hierbei sind meist die unterschiedlichen Softwaresysteme, die durch nicht vorhandene oder unterschiedliche Standards den Datenaustausch erschweren. Im häufiger wird deshalb in diesem Bereich die Blockchain Technologie eingesetzt um Manipulationen zu verhindern. [43 bis 47]

Im Bereich der Navigationssoftware wird diese anwendungsfreundlicher, indem dem Anwender Einstellungsaufgaben durch selbststrukturierende Systeme abgenommen werden. Über die Analyse von GNSS Positionsdaten können die verschiedenen landwirtschaftlichen Prozesse erkannt werden und so z. B. Transportdaten auf Feld und Straße automatisiert unterschieden, erfasst und dokumentiert werden [48].

Neben neuen digitalen Angeboten spielt auch die Akzeptanz der Systeme in der Praxis eine entscheidende Rolle. Eine Untersuchung bei Lohnunternehmern zeigt, dass hier ein entsprechender Bedarf beim Finden eines Schlages und der Anfahrsplanung besteht. Die bestehenden Navigationssoftwaresysteme bewerten sie aber nur teilweise positiv, da ihnen zusätzliche Informationen wie Gewichtsbeschränkungen, Brückenhöhen und Straßenbreiten fehlen. [49]

Auf verschiedenen Ebenen der Agrarlogistik wird Künstliche Intelligenz eingesetzt, um einen digitalen Zwilling des Prozesses zu erstellen, diesen zu optimieren und wieder zurück zu spiegeln. [50] Beispiele dafür sind 3D-Kameras, die beim Ankoppeln von Arbeitsgeräten unterstützen [51] oder Systeme, die das rückwärtige Rangieren von Transportanhängern unterstützen [52]. Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren fortsetzen.

Zusammenfassung

Zusammenfassend zeigt sich, dass der landwirtschaftliche Logistiksektor einer kontinuierlichen Weiterentwicklung unterworfen ist. Dabei spielt besonders die Digitalisierung eine entscheidende Rolle. Hierbei werden neue Systeme wie Künstliche Intelligenz oder Blockchain genutzt. Auch die Robotik verbreitet sich mit ersten Transportrobotern im Sonderkulturanbau. Auf technologischer Seite werden Logistiksysteme weiter optimiert und noch bestehende Systemlücken geschlossen.

Literatur

- [1] Bundesfernstraßenmautgesetz vom 12. Juli 2011 (BGBl. I S. 1378), das zuletzt durch Artikel 143 des Gesetzes vom 20. November 2019 (BGBl. I S. 1626) geändert worden ist.
- [2] Güterkraftverkehrsgesetz vom 22. Juni 1998 (BGBl. I S. 1485), das zuletzt durch Artikel 141 des Gesetzes vom 20. November 2019 (BGBl. I S. 1626) geändert worden ist.
- [3] Vaupel, M.: Maut und GüKG Neu – Land- und Forstwirte sind befreit. URL – <https://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/31630.html> - Zugriff am 12.02.2020.
- [4] Bundesverband Lohnunternehmer e.V.: Veränderungen bei der Maut und beim GüKG zum 01.01.2019. URL – <https://lu-web.de/redaktion/news/veraenderungen-bei-der-maut-und-beim-guekg-zum-01.01.2019/> - Zugriff am 12.02.2020.
- [5] Lamandé, M. und Schjønning, P.: Soil mechanical stresses in high wheel load agricultural field traffic: a case study. *Soil Research* 56(2) 129-135, DOI: 10.1071/SR17117.
- [6] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens ATG Tire. URL – <https://atgtire.com/europe> - Zugriff am 14.02.2020.
- [7] Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft: Innovations Magazin Agritechnica 2019. Frankfurt/Main, 2019.
- [8] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Michelin. URL – <https://landwirtschaft.michelin.de> - Zugriff am 14.02.2020.
- [9] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Continental. URL – <https://www.continental-reifen.de/specialty/landwirtschaft> - Zugriff am 14.02.2020.
- [10] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens 365 Farm Net. URL – <https://www.365farmnet.com> - Zugriff am 14.02.2020.

- [11] Kiss, P.; Hajdú, J.; Máthé, L. und Dobos, J.: Analysis of the towed agricultural machinery manufactures in Europe. HUNGARIAN AGRICULTURAL ENGINEERING, No 33/2018, 5-10, DOI: 10.17676/HAE.2018.33.5.
- [12] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Krampe. URL – <https://www.krampe.de> - Zugriff am 14.02.2020.
- [13] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Annaburger. URL – <https://www.annaburger.de> - Zugriff am 14.02.2020.
- [14] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Flieg. URL – <https://fliegl-agrartechnik.de> - Zugriff am 14.02.2020.
- [15] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Kröger Nutzfahrzeuge. URL – <https://www.kroeger-nutzfahrzeuge.de> - Zugriff am 14.02.2020.
- [16] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Agrarsysteme Hornung. URL – <https://www.agrarsysteme-hornung.de/> - Zugriff am 14.02.2020.
- [17] Peters, R.: Trends in der Kartoffeltechnik. URL – https://www.agritechnica.com/fileadmin/downloads/2019/press/de/trends/PMNrT9_Trends_Technik_Kartoffeln.docx - Zugriff am 14.02.2020.
- [18] Oskarsson, B.; Westergaard, E. und Langer, T.: Optimization of tractor front loader for improved design freedom and increased operability. 77. International Conference on Agricultural Engineering Land.Technik AgEng 2019, VDI-Bericht 2361, 427-432, VDI-Verlag: Düsseldorf, 2019.
- [19] Hillerbrand, F.; Treiber, M.; Bauerdick, J. und Bernhardt, H.: Robotik in der Außenwirtschaft. 39. GIL-Jahrestagung 2019, 77-82, Wien: GIL 2019.
- [20] Noguchi, N.: Agricultural Vehicle Robot. Journal of Robotics and Mechatronics. 2018, V. 30/2, p. 165-172, DOI: 10.20965/jrm.2018.p0165.
- [21] Bechar, A. und Vigneault, C.: Agricultural robots for field operations. Part 2: Operations and systems. Biosystems Engineering, V. 153, January 2017, p 110-128, DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2016.11.004.
- [22] Chimmani, V.; Hemalatha, J.; Velmurugadass, P. und Shashi Anand, S.: Use of Robotics in Agricultural Field and Its Applications: Short Commentary. Adv Robot Autom 2019, 8:1, DOI: 10.4172/2168-9695.100019.
- [23] Treiber, M.; Hillerbrand, F.; Bauerdick, J. und Bernhardt, H.: On the current state of agricultural robotics in crop farming chances and risks. 47th Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", p. 27-33, Opatija, Croatia, 2019.
- [24] Schwarz H.-P. und Keicher R.: Elektronik und Robotik im Weinbau. 2017, Obstbau, Weinbau 54 (9) S. 5 - 7.
- [25] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Robot Makers. URL – <https://robotmakers.de> - Zugriff am 14.02.2020.
- [26] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Innok Robotics. URL – <https://www.innok-robotics.de/produkte/induron> - Zugriff am 14.02.2020.

- [27] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Sagarobotics. URL – <https://sagarobotics.com> - Zugriff am 14.02.2020.
- [28] Baxter, P.; Cielniak, G.; Hanheide, M. und From, P.: Safe Human-Robot Interaction in Agriculture. HRI '18: Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction March 2018, p 59-60, DOI: 10.1145/3173386.3177072.
- [29] Vasconez, P.; Kantor, G. und Auat Cheein, F.: Human–robot interaction in agriculture: A survey and current challenges. Biosystems Engineering, V. 179, March 2019, p. 35-48, DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2018.12.005.
- [30] Ayari, A. und Bouamama, S.: A new multiple robot path planning algorithm: dynamic distributed particle swarm optimization. Robot. Biomim. 4, 8 (2017). DOI: 10.1186/s40638-017-0062-6.
- [31] Das, G.; Cielniak, G.; From, P. und Hanheide, M.: Discrete Event Simulations for Scalability Analysis of Robotic In-Field Logistics in Agriculture – A Case Study. In: IEEE International Conference on Robotics and Automation, Workshop on Robotic Vision and Action in Agriculture, 21-25 May 2018, Brisbane.
- [32] Herlitzius, T.; Fichtl, H.; Grosa, A.; Henke, M. und Hengst, M.: Feldschwarm - Modular and scalable tillage systems with shared autonomy. 77. International Conference on Agricultural Engineering Land.Technik AgEng 2019, VDI-Bericht 2361, 409-420, VDI-Verlag: Düsseldorf, 2019.
- [33] Wischmann S. und Rohde M.: Neue Möglichkeiten für die Servicerobotik durch KI. In: Wittpahl V. (eds) Künstliche Intelligenz. (2019) Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-662-58042-4_7.
- [34] Bernhardt, H.; Mederle, M.; Treiber, M. und Wörz, S.: Aspects of digitalization in agricultural logistic in Germany. 46th Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", p. 245-251, Opatija, Croatia, 2018.
- [35] de Wall, A.; Danowski-Buhren, C.; Wytzisk-Arens, A.; Lingemann, K. und Focke Martinez, S.: HARVEST - Optimizing Planning of Agricultural Harvest Logistic Chains. 40. GIL-Jahrestagung 2020, 55-60, Freising: GIL 2020.
- [36] Steckel, T.: Process Operation Map for Assessment of ideal Configuration and Behaviour. 77. International Conference on Agricultural Engineering Land.Technik AgEng 2019, VDI-Bericht 2361, 341-346, VDI-Verlag: Düsseldorf, 2019.
- [37] Liampas, S.; Stamatiou, C. und Drosos, V.: Forest road network planning for biomass exploitation and fire preventions: a least cost path analysis. CIGR Journal, V. 21, No 4, 2019.
- [38] Mederle, M.; Gerl, M. und Bernhardt, H.: Qualitative analysis of the infield logistics of agricultural machinery in Germany. 2019 ASABE Annual International Meeting 1900528.(doi:10.13031/aim.201900528).
- [39] Bernhardt, H.; Bartenschlager, J.; Stettmer, M. und Mederle, M.: Turning structures and driving strategies of different fields. 2018 ASABE Annual International Meeting 1800501.(doi:10.13031/aim.201800501).

- [40] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Ropa. URL – <https://www.ropa-maschinenbau.de/> - Zugriff am 14.02.2020.
- [41] Bernhardt, H.; Zimmermann, N.; Treiber, M. und Engelhardt, D.: Data exchange between agriculture and agricultural trade - special aspects in Germany. 2018 ASABE Annual International Meeting 1800499 (doi:10.13031/aim.201800499).
- [42] Verdouw, C.; Robbmond, R.; Verwaart, T.; Wolfert, J. und Beulens, A.: A reference architecture for IoT-based logistic information systems in agri-food supply chains. *Enterprise Information Systems*, 12:7,2018, 755-779, DOI: 10.1080/17517575.2015.1072643.
- [43] Malladi, K. und Sowlati, T.: Biomass logistics: A review of important features, optimization modeling and the new trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 94, October 2018, Pages 587-599, DOI: 10.1016/j.rser.2018.06.052.
- [44] Caro, M.; Ali, M.; Vecchio, M. und Giaffreda, R.: Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. 2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany), Tuscany, 2018, pp. 1-4.
- [45] Dobrovnik, M.; Herold, D.; Fürst, E. und Kummer, S.: Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start. *Logistics*. 2018; 2(3):18, DOI: 10.3390/logistics2030018.
- [46] Ko, S.; Lautala, P. und Handler, R.: Securing the feedstock procurement for bioenergy products: a literature review on the biomass transportation and logistics. *Journal of Cleaner Production*, Volume 200, 1 November 2018, Pages 205-218, DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.07.241.
- [47] Leng, K.; Bi, Y.; Jing, L.; Fu, H. und van Nieuwenhuyse, I.: Research on agricultural supply chain system with double chain architecture based on blockchain technology. *Future Generation Computer Systems*, Volume 86, September 2018, Pages 641-649, DOI: 10.1016/j.future.2018.04.061.
- [48] Stein, T. und Meyer, H.: Automatic machine and implement identification of an agricultural process using machine learning to optimize farm management information systems. In *Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (Hrsg.), 6th International Conference on Machine Control and Guidance. Bornimer Agrartechnische Berichte Heft 101, Potsdam (2018), 19-26.*
- [49] Michels, M.; Weller von Ahlefeld, P. J. und Mußhoff, O.: Akzeptanz und Nutzung von Navigationssoftware durch landwirtschaftliche Lohnunternehmen – Eine Anwendung des Technologieakzeptanzmodells. *LANDTECHNIK*, 74(4). 2019, DOI: 10.1515/lt.2019.3210.
- [50] Kayacan E.; Kayacan E.; Chen IM.; Ramon H. und Saeys W.: On the Comparison of Model-Based and Model-Free Controllers in Guidance, Navigation and Control of Agricultural Vehicles. In: John R., Hagrass H., Castillo O. (eds) *Type-2 Fuzzy Logic and Systems. Studies in Fuzziness and Soft Computing*, vol 362. DOI: 10.1007/978-3-319-72892-6_3, Springer: Cham, 2018.

- [51] Blume, T.; Stasewitsch, I.; Schattenberg, J. und Frerichs, L.: Development of a learning tractor implements coupling application. In Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (Hrsg.), 6th International Conference on Machine Control and Guidance. Bornimer Agrartechnische Berichte Heft 101, Potsdam (2018), 12-18.
- [52] Stasewitsch, I.; Blume, T.; Schattenberg, J. und Frerichs, L.: Comparison of controls for a stereo camera based reversing assistance system for vehicle trailer combinations. In Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (Hrsg.), 6th International Conference on Machine Control and Guidance. Bornimer Agrartechnische Berichte Heft 101, Potsdam (2018), 74-82.

Autorendaten

Prof. Dr. agr. Heinz Bernhardt ist Leiter des Lehrstuhls für Agrarsystemtechnik an der Technischen Universität München.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Bernhardt, Heinz: Logistik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2019. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2020. S. 1-10

Zitierfähige URL / Citable URL

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202001201518-0>

Link zum Beitrag / Link to Article

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2019/chapter/logistik.html>

Dieser Beitrag wird unter einer CC-BY-NC-ND 4.0 Lizenz veröffentlicht.