

Logistik

Prof. Dr. Heinz Bernhardt,

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Technische Universität München

Kurzfassung

Die Logistik spielt für den Agrarsektor eine wichtige Rolle. Der Trend zu höheren Transportgeschwindigkeiten beim Traktor dürfte durch die Neubewertung der gewerblichen Aspekte bei Transporten von landwirtschaftlichen Lohnunternehmern gebrochen sein. Dies dürfte auch zu einer Veränderung bei Traktor und LKW für Transporte in der Landwirtschaft führen. Aktuell ist die Optimierung der Transportprozesse auf technischer Seite durch Leichtbau und Multifunktionalität der Fahrzeuge und auf organisatorischer Seite mit Datenaustausch und Simulationsmodellen zu erkennen. Die Digitalisierung führt auch in der Agrarlogistik zu deutlichen Veränderungen, die bis in die Vermarktung hinein reichen.

Schlüsselwörter

Gewerblicher Transport, Umschlaglogistik, Datenlogistik

Logistic

Prof. Dr. Heinz Bernhardt,

Agricultural Systems Engineering, Technical University of Munich

Abstract

Logistics plays an important role for the agricultural sector. The trend towards higher tractor transport speeds has been broken by the revaluation of commercial aspects in the transport of agricultural contractors. This should also lead to a change in tractor and truck for transport in agriculture. Currently the optimization of the transport processes can be recognized. On the technical side, this is achieved by lightweight construction and multi-functionality of the vehicles. On the organizational side, this can be recognized by data exchange and simulation models. Digitization is also leading to significant changes in agricultural logistics, which extend into marketing.

Keywords

Commercial transport, handling logistics, data logistics

Entwicklung der Rahmenbedingungen

In den letzten Jahren war in der Agrarlogistik ein Trend hin zu größer und schneller zu beobachten. Vielfach wurden dazu die Möglichkeiten der landwirtschaftlichen Ausnahmegenehmigungen im Straßenverkehrs- und Güterkraftverkehrsrecht deutlich genutzt [1]. Dies scheint sich nun zu ändern. Mit der geänderten Interpretation des Güterkraftverkehrsgesetzes (GüKG) durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) 2017 fallen nun auch Transporte, die im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Dienstleistungen von Lohnunternehmern für Landwirte erbracht werden, unter die rechtlichen Regelungen des Gesetzes [2]. Hierzu zählt zum Beispiel auch der Transport von Grüngut mit dem Ladewagen vom Feld zum Lager. Nach einer Übergangsfrist bis zum 31. Mai 2018 unterliegen alle gewerblichen Transporte in der Landwirtschaft der Erlaubnispflicht des GüKG und den entsprechenden rechtlichen Regelungen für Fahrer und Fahrzeug [3].

Nach den Sozialvorschriften zum Straßenverkehr sind alle Fahrzeuge mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit bis 40 km/h von den Lenk- und Ruhezeiten und somit vom Kontrollgerät befreit (VO (EG) Nr. 561/2006 Art. 3 Buchst. b) [4]. Außerdem sind landwirtschaftliche Fahrzeuge im geschäftsmäßigen Güterverkehr mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von maximal 40 km/h von der Maut auf Autobahnen und Bundesstraßen befreit (BFStrMG §1, Abs.2) [5]. Diese Regelungen führen dazu, dass eine Reduktion der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit auf 40 km/h für Lohnunternehmer immer attraktiver wird [6].

Transportfahrzeuge

Zugmaschine

Im Bereich der Ackerschlepperreifen zeichnet sich die Entwicklung ab, dass hier dem immer höheren Straßenfahrtanteil von Traktoren im Transport durch die Weiterentwicklung des Systems Fahrwerk und Reifen Rechnung getragen wird. Reifendruckregelungsanlagen gehören inzwischen bei immer mehr Traktoren zur Grundausstattung und werden in die Maschine integriert [7]. Die Reifentechnologie passt sich an diese Entwicklung an und bietet Reifen an, die sich bei den verschiedenen Innendrücken optimal an die Oberfläche anpassen [8] und unterschiedliche Fahrprofile [9] bereitstellen. Der von Michelin vorgestellte ROADBIB löst das klassische AS-Profil in einzelne Profilblöcke auf und integriert so Aspekte des MPT-Profiles. Hierdurch sollen eine größere Laufruhe und Haltbarkeit des Reifens erreicht werden [9; 10].

Anhänger

In der Anhängertechnik ist ein eindeutiger Trend zum Leichtbau zu erkennen [11]. Im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten wird kontinuierlich an der Erhöhung der Nutzlast gearbeitet. Weiterhin verbreiten sich elektronische Steuerungen auch immer mehr im Anhängerbau. Neben Wiegesystemen und GNSS-geregelten Dokumentationseinheiten, werden Achs- und Federungssysteme immer öfter elektronisch geregelt. [12 bis 14]

Nachdem in den letzten Jahren vermehrt Sonderfahrzeuge für den kombinierten Transport von Schüttgütern und Flüssigkeiten, meist für Maissilage und Gülle, angeboten wurden, gibt es nun Lösungen, die in Standard Muldenkipper oder Sattelaufleger integriert werden können. Dabei wird ein Transportsack mit fester Rückwand angeboten, in die die Anschlüsse und Pumpaggregate integriert sind [15]. Hierdurch ist es möglich, die Auslastung der Fahrzeuge zu erhöhen und die Anzahl der Spezialfahrzeuge zu verringern.

Umschlagtechnik

In der Agrarlogistik zeichnet sich der Trend zu immer mehr gebrochenen Transporten ab, da diese mehr Pufferkapazitäten für das System ermöglichen.



Bild 1: Mobiles Verladensystem für Kartoffeln (Kartoffelmaus) [16]

Figure 1: Mobile loading system for potatoes (Kartoffelmaus) [16]

Bei Stärkekartoffeln wird zur Optimierung der Rodekosten, ähnlich wie bei der Zuckerrübe, eine fabrikorganisierte Mietenabfuhr angestrebt [17; 18]. Dazu sind Verladensysteme notwendig, die die Kartoffelmiete gutschonend aufnehmen und auf LKWs für den Langstreckentransport verladen können (**Bild 1**).

Auch beim Erntesystem Ladewagen gibt es nun ein Angebot für den gebrochenen Transport. Wie Untersuchungen schon länger zeigen ist der Ladewagen besonders bei längeren Transportstrecken benachteiligt, da Pick-Up und Schneideinrichtung während dieser Zeit unproduktiv sind und somit der Ladewagen seine Vorteile in Leistungs- und Dieselbedarf gegenüber dem Feldhäcksler im Grünland nicht voll ausspielen kann. Das System Büffel von Fliegl (**Bild 2**) kombiniert nun Pick-Up und Schneideinrichtung mit einem kleinen

Zwischenbunker und einem Überladeband. Dieses Fahrzeug arbeitet damit kontinuierlich auf dem Feld und überlädt auf eine separate Transportkette [19; 20].



Bild 2: Überladesystem "Büffel" [19]

Figure 2: Loading System "Büffel" [19]

Auch im Bereich der Guteigenschaften gibt es Untersuchungen, um hier den Umschlag zu optimieren. Beispiele sind hierfür die Entmischungseigenschaften von Dünger [21], Ladeeigenschaften von Zuckerrohr [22] oder die Separierung von Biogasgülle [23].

Informationstechnologie in der Agrarlogistik

Digitalisierung und Smart Farming ziehen sich als Trends durch den gesamten Agrarbereich und verändern auch die Agrarlogistik. Dies reicht von rein technischen Aspekten über die Datenerfassung und den Datenaustausch zu Simulationsmodellen und bis zur autonomen Datenkommunikation mit Dritten.

Datenerfassung

Durch die allgemeine Entwicklung zu Internet of Things (IoT) ist das Angebot an kleinen, kostengünstigen Sensoren und Recheneinheiten stark angestiegen. Hierdurch ist es möglich, auch eine große Anzahl von Transporteinheiten günstig in den Datenstrom einzubinden und nicht mehr nur die Leitmaschinen wie Feldhäcksler, Mähdrescher oder Traktor [24 bis 27].

Als Einstiegssysteme zur Dokumentation von Transportarbeiten dienen dabei Applikationen auf dem Smartphone. Sie nutzen dabei die im Smartphone bereits integrierte Sensor- und Sendetechnik, um Transporte automatisch zu dokumentieren [28]. Die nächste Stufe sind

kombinierte Systeme, bei denen eine separate Sensorbox über Bluetooth und GSM mit dem Internet und dem Smartphone kommuniziert [29].

Der COUNTER SX von Fliegl ist eine kleine autarke Datenerfassungseinheit auf der Maschine (Bild 3). Sie verfügt über die Funktechnologien Bluetooth und Sigfox sowie 3D-Sensoren und GNSS. Durch entsprechende Auswertung der im Beacon integrierten 3D-Beschleunigungs- und Neigungssensoren können Bewegungsabläufe der Maschinen analysiert und durch Algorithmen verschiedensten Prozesse zugeordnet und dokumentiert werden [19; 30].



Bild 3: Fliegl Counter [19]

Figure 3: Fliegl Counter [19]

In diesem System wird das Datenfunknetzwerk Sigfox als kostengünstige, ständige Internetverbindung mit niedrigem Energiebedarf genutzt, die eine mobilfunkunabhängige automatische Kommunikation zwischen den Maschinen und landwirtschaftlichem Betrieb ermöglicht. Sigfox ist neben LoRaWAN eines von mehreren Niedrigenergie-Funknetzen in Europa [31 bis 35]. Die Netzabdeckung ist dabei in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich. LoRaWAN ist z.B. in der Schweiz flächendeckend vorhanden, während Sigfox in Tschechien und Spanien stark verbreitet ist. In Deutschland haben alle Netze noch relativ große Lücken [31; 32]. Der Vorteil dieser Netze ist, dass so auch Transporteinheiten einfach in das Netz integriert werden können und somit die elektronische Dokumentation auf dem Transport für Qualitätsmanagementsysteme gewährleistet werden kann.

Datenaustausch

Da bei vielen Landwirten der Punkt Datenschutz noch sehr kritisch bei der Digitalisierung gesehen wird, sind sicherere und geregelte Datenaustauschsysteme für die weitere Umsetzung der Digitalisierung in der Agrarlogistik unabdingbar [36 bis 39].

Eine Möglichkeit dieser universellen Datenaustauschplattformen für landwirtschaftliche Daten ist der agrirouter von DKE Data. Damit sollen Landmaschinen und Agrarsoftware herstellerübergreifend miteinander verbunden werden. Der Nutzer legt dabei fest, wer mit wem wie lange welche Daten austauschen soll. So können z.B. Daten von Ernte und Transport von Brotgetreide bereits während des Vorgangs an den Landhandel gemeldet werden, um hier für beide Seiten Wartezeiten zu verringern. Das System speichert dabei keine Daten, sondern regelt nur die Weiterleitung und die Nutzungsrechte [40]. Teilaspekte dieses Systems werden auch von anderen Anbietern im Rahmen von Farmmanagementsystemen angeboten [29; 41].



Bild 4: Claas Large Vehicle Alert System [42]

Figure 4: Claas Large Vehicle Alert System [42]

Einen Schritt außerhalb der reinen Agrartechnik stellt das Large Vehicle Alert System dar (**Bild 4**). Agrarlogistik findet meistens auch im öffentlichen Verkehrsraum statt, weshalb es zu Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern kommt. Für viele Autofahrer sind große Erntemaschinen oder Transporteinheiten nur schlecht einzuschätzen und möglicherweise auch beängstigend. Das Verkehrssicherheitssystem von Claas informiert die Fahrer vernetzter Automobile vorrausschauend über Position und Status von landwirtschaftlichen Maschinen auf ihrer Strecke. Dafür wird der Standort der Landmaschinen aus den Telemetrie Daten an die Assistenzsysteme anderer Verkehrsteilnehmer übermittelt. Durch den offenen Datenstandard können verschiedenste Navigationssysteme auf die Daten zugreifen und somit Vorinformationen bereitstellen, um kritische Verkehrssituationen zu verhindern [30; 42].

Logistiksimulation

Der Bereich Logistiksimulation entwickelt sich in den letzten Jahren kontinuierlich weiter. Ein grundlegendes Problem von Simulationsmodellen im Agrarbereich ist die gegenüber Simulationsmodellen im Industriebereich große Anzahl externer Einflussfaktoren. Durch die Weiterentwicklung von Telemetrie Systemen und mobiler Datenerfassung gelingt es aber über Big Data und Data Analytics immer besser diese, durch umfangreiche Testdaten, in die Modelle zu integrieren [43; 44]. Die Logistikplanung für mehrstufige Ernteprozesse über agentenbasierte Modelle ist somit mit hoher Präzision möglich [45 bis 48]. Auch Spezialfragen wie z.B. Biomasselogistik [49], Nährstofflogistik [50] oder Transportenergiebedarf [51; 52] können mit Logistiksimulationen gelöst werden. Die Modelle verketteten sich inzwischen bis in den Vermarktungsbereich [53].

Im Bereich der Infieldlogistik zeigt sich, dass neben den ökonomischen Aspekten auch soziale und ökologische Aspekte für die an die Wünsche des Betriebsleiters angepassten Simulationsmodelle entscheidend sind [54 bis 56].

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich ableiten, dass der landwirtschaftliche Logistiksektor einer kontinuierlichen Weiterentwicklung unterworfen ist. Die Digitalisierung setzt sich dabei immer weiter durch. Da Datenerfassung und -verarbeitung immer kostengünstiger und einfacher wird, entwickeln sich Simulationsmodelle zu einem bedeutenden Bestandteil der Logistikplanung. Dies schafft auch Möglichkeiten für neue Angebote auf dem Markt. Auf technischer Seite werden Logistiksysteme weiter optimiert und noch bestehende Systemlücken geschlossen.

Literatur

- [1] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Bruhns, URL - <http://www.bruhns-karstaedt.de> - Zugriff am 12.2.2018.
- [2] Bundesamt für Güterverkehr: Unterliegen Beförderungen durch landwirtschaftliche Lohnunternehmer der Erlaubnispflicht nach § 3 GüKG?, URL - https://www.bag.bund.de/SharedDocs/FAQ/DE/Gueterkraftverkehr/Erlaubnispflicht_Befoerderungen_durch_landwirtschaftliche_Lohnunternehmer.html - Zugriff am 12.2.2018.
- [3] Vaupel, M.: Alle Transporte im Lohnunternehmen sind gewerblich - Übergangsfrist um ein Jahr verlängert!, URL - <https://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/28328.html> - Zugriff am 12.2.2018.
- [4] N.N.: Verordnung (EG) Nr. 561/2006 des Rates zur Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 3821/85 und (EG) Nr. 2135/98 des Rates sowie zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 3820/85 des Rates.
- [5] N.N.: Bundesfernstraßenmautgesetz vom 12. Juli 2011 (BGBl. I S. 1378), das zuletzt durch Artikel 21 des Gesetzes vom 14. August 2017 (BGBl. I S. 3122) geändert worden ist.
- [6] Vaupel, M.: Gesetzliche Regelungen, Bauernblatt, 18. Februar 2017, 38-39.
- [7] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens AGCO Fendt, URL - <http://www.fendt.com> - Zugriff am 12.2.2018.
- [8] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Vredestein, URL - <http://www.vredestein.de/agricultural> - Zugriff am 12.2.2018.
- [9] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Michelin, URL - <http://www.michelin.de> - Zugriff am 12.2.2018.
- [10] Vervaet, P.; Gandillet, M.: '2 in 1 tire' Technology to allow Maximal Efficiency of the Transmission Chain in both Road and Field Usage, VDI-MEG LandTechnik 2017 Hannover November 2017, Düsseldorf: VDI-Verlag 2017.
- [11] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Annaburger, URL - <http://www.annaburger.de> - Zugriff am 12.2.2018.
- [12] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens BPW Bergische Achsen, URL - <http://www.bpwagrar.com> - Zugriff am 12.2.2018.
- [13] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Benzberg, URL - <http://www.benzberg.at> - Zugriff am 12.2.2018.
- [14] N.N.: Hart im Nehmen, Mobile Maschinen (2017) 6, 34-35.
- [15] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Huesker, URL - <http://www.huesker.de> - Zugriff am 12.2.2018.
- [16] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens Palandt Agrartechnik, URL - <http://www.palandt-agrartechnik.de> - Zugriff am 12.2.2018.

- [17] Peters, R.: Kartoffelanbau: Technik und Pflanzenbau rücken enger zusammen, URL - https://www.agritechnica.com/es/presse-service/#!/news/kartoffelanbau-technik-und-pflanzenbau-ruecken-enger-zusammen_59c9faf0 - Zugriff am 12.2.2018.
- [18] Wulf, B.: Erntelogistik bei der Lose- und Kistenlagerung von Kartoffeln, Kartoffelbau (2017), 5, 40-47.
- [19] N.N.: Internetauftritt der Firma Fliegl, URL - <http://www.fliegl-agrartechnik.de> - Zugriff am 12.2.2018.
- [20] Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft: Innovations Magazin Agritechnica 2017, Frankfurt/Main, 2017.
- [21] Pichler, J.; Moitzi, G.; Hofmair, W.; Gronauer, A.: Entmischung von Mineralmischdünger im Schüttkegel und bei unterschiedlichen Logistiksystemen, Landtechnik (2017) 1, 23-36.
- [22] Abdel-Mawla, H. A.: Characteristics of locally fabricated sugarcane grab loaders related to transport vehicles, CIGR Journal (2016) 4, 30-39.
- [23] Oechsner, H.; Ruile, S.: Lagerbedarf reduzieren, DLG-Mitteilungen (2017) 5, 54-56.
- [24] Clasen, M.: Farming 4.0 und andere Anwendungen des Internet der Dinge. In: Ruckelshausen, A., Meyer-Aurich, A., Rath, T., Recke, G. & Theuvsen, B. (Hrsg.), Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft 2016. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., 33-36.
- [25] Angappa Gunasekaran, N.; Bo, Y.; Chang, Y.; Chenxu, K.; Xingchao, Y.: Information sharing in supply chain of agricultural products based on the Internet of Things. In: Industr Mngmnt & Data Systems 116 (7), 1397–1416. DOI: 10.1108/IMDS-12-2015-0512, 2016.
- [26] Nachiappan, A.G.; Bo, Y.; Chang, Y.; Chenxu, K.; Xingchao, T.: Information sharing in supply chain of agricultural products based on the Internet of Things. In: Industr Mngmnt & Data Systems 116 (7), S. 1397–1416. DOI: 10.1108/IMDS-12-2015-0512.
- [27] Polster, M.: Cyber-physische Systeme in der Primärerzeugung von Agrarprodukten, 38. GIL-Jahrestagung 2017, 121-124, Dresden: GIL 2017.
- [28] N.N.: Internetauftritt des Unternehmens farmdok GmbH, URL - <http://www.farmdok.com> - Zugriff am 12.2.2018.
- [29] N.N.: Internetauftritt der Firma 365Farmnet, URL - <https://www.365farmnet.com> - Zugriff am 12.2.2018.
- [30] N.N.: Innovation Award Agritechnica 2017 - Neuheiten Magazin Agritechnica 2017. Hrsg.: Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft, Frankfurt, 2017.
- [31] N.N.: Internetauftritt der Firma Sigfox, URL - <http://www.sigfox.com> - Zugriff am 12.2.2018.
- [32] N.N.: Internetauftritt der Firma Lora Alliance, URL - <http://www.lora-alliance.org> - Zugriff am 12.2.2018.
-

- [33] Khutsoane, O.; Isong, B.; Abu-Mahfouz, A.M.: IoT devices and applications based on LoRa/LoRaWAN, In: IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Beijing, 2017, pp. 6107-6112. DOI: 10.1109/IECON.2017.8217061.
- [34] Civelek, C.: Low Power Wide Area Network (LPWAN) and Internet of Things Adaptation in Agricultural Machinery, Sch J Agric Vet Sci 2017; 4(1):18-23, DOI: 10.21276/sjavs.2017.4.1.4.
- [35] Vatcharatiansakul, N., Tuwanut, P., Pornavalai, C.: Experimental performance evaluation of LoRaWAN. A case study in Bangkok. In: 2017 14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE). 2017 14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE). NakhonSiThammarat, Thailand, 12.07.2017 - 14.07.2017: IEEE, S. 1–4.
- [36] Haase, M.; Kluge, V.: Rechtliche Bewertung der zunehmenden Informationsverarbeitung in der digitalisierten Landwirtschaft, 37. GIL-Jahrestagung 2017, 65-68, Dresden: GIL 2017.
- [37] Schroeter, J.; Angermair, W.; Pauli, S.: Real-Time View and Documentation of Manufacturer Independent Machine Data, VDI-MEG LandTechnik 2017 Hannover November 2017, Düsseldorf: VDI-Verlag 2017.
- [38] Möller, J.; Sonnen, J.: Datenmanagement in Landwirtschaft und Landtechnik, 36. GIL-Jahrestagung 2016, 133-136, Osnabrück: GIL 2016.
- [39] Sonnen, J.; Möller, J.: The Technical Concept of a Manufacturer-Independent web-based Data Exchange Platform for the Agricultural Sector, VDI-MEG LandTechnik 2017 Hannover November 2017, Düsseldorf: VDI-Verlag 2017.
- [40] N.N.: Internetauftritt der Firma DKE Data, URL - [https:// http://www.dke-data.com/](https://http://www.dke-data.com/) - Zugriff am 12.2.2018.
- [41] N.N.: Internetauftritt der Firma Nextfarming, URL - <https://www.nextfarming.de> - Zugriff am 12.2.2018.
- [42] N.N.: Internetauftritt der Firma Claas, URL - <https://www.claas.de> - Zugriff am 12.2.2018.
- [43] Warkentin, H.; Steckel, T.; Maier, A.; Bernardi, A.: Verbesserung mobiler Arbeitsprozesse mit Methoden von Big Data und Data Analytics, 37. GIL-Jahrestagung 2017, 161-164, Dresden: GIL 2017.
- [44] Deeken, H.; Krampe, F.; Steckel, T.: Verbesserung logistischer Prozesse durch Dezentralisierung von Entscheidungen, 37. GIL-Jahrestagung 2017, 41-44, Dresden: GIL 2017.
- [45] Steckel, T.: Entwicklung einer kontextbasierten Systemarchitektur zur Automatisierung von informationstechnischen Prozessen beim Einsatz mobiler Arbeitsmaschinen, Dissertation Universität Stuttgart Hohenheim, 2018.
- [46] Wörz, S.: Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistik Prozessen, Dissertation Technische Universität München, 2017.
-

- [47] Lamsal, K.; Jones, P.; Thomas, B.: Harvest logistics in agricultural systems with multiple, independent producers and no on-farm storage. In: Computers & Industrial Engineering 91, S. 129–138. DOI: 10.1016/j.cie.2015.10.018.
- [48] Nourbakhsh, S.; Bai, Y.; Maia, G.; Ouyang, Y.; Rodriguez, L.: Grain supply chain network design and logistics planning for reducing post-harvest loss. In: Biosystems Engineering 151, S. 105–115. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2016.08.011.
- [49] Lin, T.; Rodriguez, L.; Davis, S.; Khanna, M.; Shastri, Y.; Grift, T.; Long, S.; Ting, K.: Biomass feedstock preprocessing and long-distance transportation logistics, GCB Bioenergy (2016) 8, 160–170.
- [50] Auburger, S.; Bahrs, E.: GIS basierte Modellierung von Transportdistanzen für Wirtschaftsdünger im Kontext der zu novellierenden Düngeverordnung, 36. GIL-Jahrestagung 2016, 21-24, Osnabrück: GIL 2016.
- [51] Wörz, S.; Bernhardt, H.: A Novel Method for Optimal Fuel Consumption Estimation and Planning for Transportation Systems. In: Energy, Volume 120, 1 February 2017, Pages 565-572.
- [52] Heizinger, V.; Mederle, M.; Huber, S.; Bernhardt, H.: Abschätzung des Kraftstoff-Einsparpotentials in der Infield-Logistik bei der Ernte von Biomasse, 36. GIL-Jahrestagung 2016, 65-68, Osnabrück: GIL 2016.
- [53] Straube, F.; Figiel, A.; Nitsche, B.: Akteursübergreifende Lösungen für die Lebensmittellogistik von morgen. In: WiSt - Wirtschaftswissenschaftliches Studium 46 (7-8), S. 11–16. DOI: 10.15358/0340-1650-2017-7-8-11.
- [54] Wörz, S.; Mederle, M.; Heizinger, V.; Bernhardt, H.: A novel approach to piecewise analytic agricultural machinery path reconstruction. In: Engineering Optimization 60 (1), 2017, S. 1–24. DOI: 10.1080/0305215X.2017.1289742.
- [55] Mederle, M.; Bernhardt, H.: Analysis of influencing factors and decision criteria on Infield-Logistics of different farm types in Germany, CIGR Journal (2017) 2, 139-148.
- [56] Mederle M.; Bernhardt, H.: Influences and Decision Criteria on Infield-logistics in German Agricultural Farms, In: CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, Vol. 58, July 2017, pp. 307-312, DOI:10.3303/CET1758052.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Bernhardt, Heinz: Logistik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2017. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2018. S. 1-11

Zitierfähige URL / Citable URL

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201801151415>

Link zum Beitrag / Link to Article

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2017/chapter/logistik.html>
