

Forschungsberichte des Instituts für Landmaschinen und
Fluidtechnik

Georg Happich

**Automatisches Überladen von Silagegut mittels
einer modellbasierten Beladungssteuerung**

Shaker Verlag
Aachen 2012

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2012

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1382-5

ISSN 1616-1912

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Kurzfassung

Im Zuge anhaltend steigender Rohstoff- und Energiepreise wird in vielen industriellen Bereichen höhere Produktions-, Entscheidungs- und Prozesseffizienz gefordert. Bezogen auf die Landtechnik werden die Forderungen in einer effizienteren und gleichzeitig nachhaltigeren Bewirtschaftung, Ernte, Transport- und Lagerlogistik präzisiert. In diesem Zusammenhang stellt die Silage von Häckselgut einen Schlüsselprozess dar, der exemplarisch im Spannungsfeld einerseits gesicherter Nahrungsmittelversorgung, andererseits moderner, nachhaltiger Energiegewinnung steht. Silagegut wird sowohl zur Energiegewinnung aus Biomasse als auch zur effizienten Grundfuttergewinnung für die Nutztierhaltung genutzt. Ein effizienter Produktionsprozess der Silage, also der erfolgreichen Energiekonservierung von Grünfuttermitteln durch gezielte Milchsäuregärung, besteht dabei aus mehreren aufeinander aufbauenden und abgestimmten Prozessen: der Grünfütterwerbung, der Grünfütterbergung, dem Transport und der Einlagerung bzw. Einsilierung des Grünfutters. Dabei ist der parallel durchgeführte Überladeprozess zwischen Feldhäcksler und Transporteinheit das Bindeglied zwischen Grünfütterbergung und dem Transport, und hat einen direkten Einfluss auf die Schlagkraft der Prozesskette. Derzeit beinhaltet das parallele Überladen, dass der Bediener des Feldhäckslers gleichzeitig die Prozessaufgaben *Fahrzeugführung*, *Ernte* und *Überladen* überwachen muss. Die Automatisierung des Überladeprozesses ermöglicht daher nicht nur eine Verbesserung der Prozesssicherheit, weil Überladeverluste vermieden werden, sondern darüber hinaus eine Verringerung der Arbeitsbelastung der Maschinenbediener. Ausgehend davon, dass der Maschinebediener dadurch seine Aufmerksamkeit intensiver auf die Primärprozesse *Ernte* und *Fahrzeugführung* lenkt, kann durch die Automatisierung des Überladeprozesses damit zudem die Prozessqualität der Grünfütterernte erhöht werden.

Die vorgelegte Ausarbeitung thematisiert eben jenes automatische Überladen von Silagegut. Der in dieser Arbeit vorgestellte Ansatz sieht dabei allerdings nicht vor, den Beladungszustand anhand geeigneter Sensorik (z.B. Kameras) direkt zu erfassen, sondern ausschließlich anhand von Signalen sekundärer Sensoren (Fahrzeugposition, Durchsatz und Orientierung des Überladeorgans) zu approximieren und somit eine modellbasierte Beladungssteuerung zu ermöglichen. Da trotz steigender Rechenkapazitäten und verfügbarer Rechenleistung davon ausgegangen werden muss, dass auch zukünftig keines der gängigen Verfahren zur Schüttgutbeschreibung (Diskrete Elemente Methoden – DEM; Computational Fluid Dynamics – CFD, etc.) der Anforderung nach schneller (online-) Berechenbarkeit des Beladungszustandes gerecht werden wird, wurde für den Ansatz dieser Arbeit ein neuartiger, auf der geometrischen Abschätzung der Oberflächenmorphologie aufbauender Ansatz zur Nachbildung des Beladungszustandes gefunden. Die Erkenntnisse, die im Zuge der Entwicklung des neuartigen Modellierungsansatzes geschaffen und diskutiert werden, stellen dabei einen wichtigen, theoriebildenden Beitrag für die prozessnahe Nachbildung heterogener, dynamisch verteilter Schüttgüter dar. Die vorgelegte Arbeit umfasst darüber hinaus die Dokumentation der Entwicklung der automatischen modellbasierten Beladungssteuerung, deren Vorarbeiten, Erprobung und Bewertung.

Insgesamt kann mit dieser Arbeit dokumentiert werden, dass die vorgestellte geometrische Approximation den gestellten Anforderungen im Spannungsfeld aus Rechenzeit und Genauigkeit gerecht wird. Obwohl nur ein Teil der für den Beladungsprozess relevanten Einflussparameter (s.o.) berücksichtigt werden konnte, wurde das entwickelte automatische Überladesystem erfolgreich im praktischen Feldeinsatz erprobt, wobei in Anbetracht des insgesamt einfach gehaltenen Ansatzes die modellierte und die reale Schüttgutverteilung eine für nachhaltigen Nutzen vielversprechend hohe Übereinstimmungen aufwies.