

## **Halmgutmähen und Halmgutwerben**

Lennart Trösken, Johannes Bürke

### **Kurzfassung**

Nach den gestiegenen Absatzzahlen der vergangenen Jahre, verzeichneten die Hersteller in der Saison 2018/2019 einen leichten Verkaufsrückgang. Dies erscheint als eine Folge der schwierigen wirtschaftlichen Situation vieler Betriebe durch das Dürrejahr 2018 und der rückläufigen Entwicklung des Milchpreises. Zudem herrscht nicht nur eine große Unzufriedenheit, sondern auch Unsicherheit bzgl. gesetzgeberischer Auflagen. Wesentliche Neuerscheinungen im Bereich der Grünfüttertechnik präsentierten die Hersteller auf der Agritechnica 2019 in Hannover in Form eines selbstfahrenden Schwaders und eines klappbaren Mähholms für Frontmäherwerke. Am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der TU Braunschweig beschäftigte man sich in zwei Forschungsprojekten mit dem Thema Halmgutmähen. Diese verfolgen die Ziele eines intelligenten Strohmanagements sowie einer elektrischen Antriebsweise von Mähbalken. Das College of Engineering der China Agricultural University präsentierte auf der ASABE Tagung in Boston drei Beiträge zu Mäh- und Mähaufbereitungstechnik.

### **Schlüsselwörter**

Mäherwerke, Wender, Schwader

## **Mowing and Treatment of Hay**

Lennart Trösken, Johannes Bürke

### **Abstract**

After increased sales figures in previous years, the manufacturers recorded a slight decline in sales for the 2018/2019 season. This will be the result of the difficult economic situation of many farms due to the drought year 2018 and the declining development of the milk price. In addition, there is not only a great deal of dissatisfaction, but also uncertainty regarding legislative requirements. The manufacturers presented their new products of forage technology at the Agritechnica 2019 in Hannover, such as self-propelled rake and a folding mowing bar for front mowers. Two research projects at the Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles of the Technische Universität Braunschweig dealt with the subject of stalk mowing. These focus on the objectives of intelligent straw management and electric drive of cutter bars. The College of Engineering of the China Agricultural University presented three papers on mowing and mower-conditioning technology at the ASABE conference in Boston.

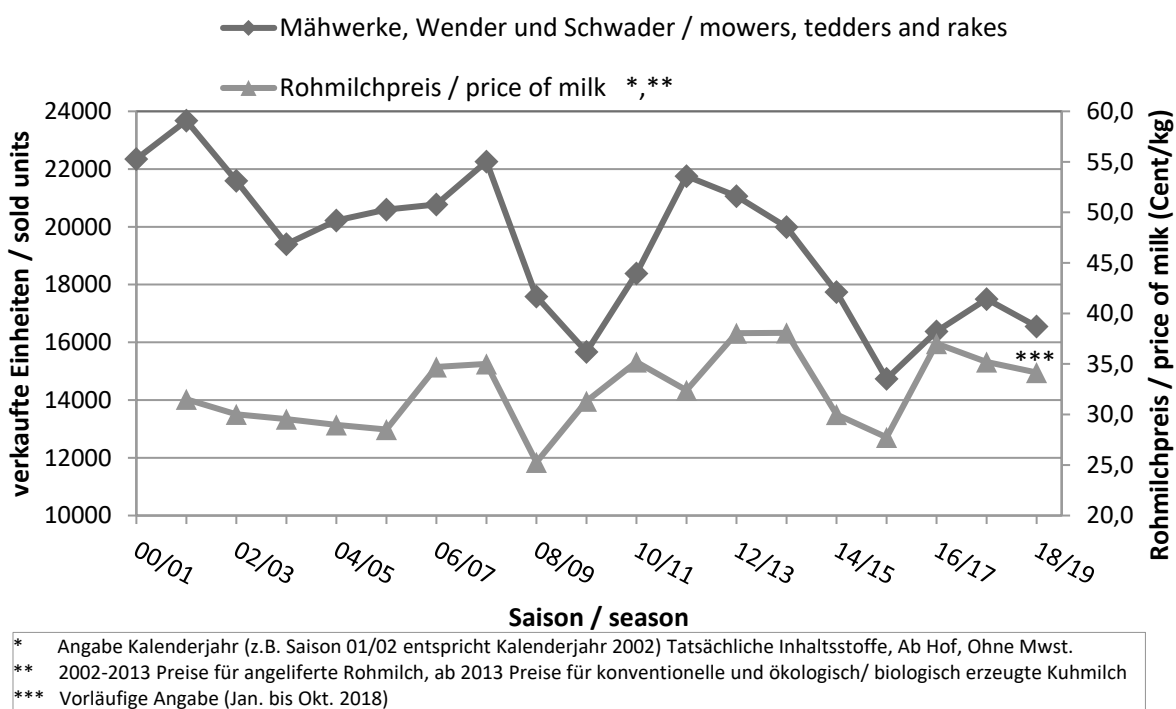
### **Keywords**

Mowers, Tedders, Swathers

### Markt- und landwirtschaftliche Situation

Laut CEMA bewegt sich der Geschäftsklimaindex der Landtechnikindustrie in Europa im Rezessionsbereich. Sowohl die aktuellen Geschäftseinschätzungen als auch die Umsatzerwartungen sind über alle Segmente negativ. Besonders betroffen scheint derweil der Ackerbau zu sein [1].

Der Rohmilchpreis entwickelte sich, wie auch schon im vorherigen Jahr, nach unten. War er im Vorjahr von knapp 37 Cent/kg auf etwa 35 Cent/kg gesunken, brachte das Jahr 2019 im Mittel nur ca. 34 Cent pro kg Rohmilch [2]. Die starke Korrelation zum Kaufverhalten im Segment der Grünfütteretechnik ist in **Bild 1** zu erkennen. Mit einem Zeitverzug von etwa einem Jahr folgen die Verkaufszahlen von Mähwerken, Wendern und Schwadern dem Trend des Rohmilchpreises. So wurden laut VDMA in der Saison 18/19 branchenweit 16550 Einheiten verkauft, das sind knapp 1000 Einheiten oder 5 % weniger als im Vorjahr [3].



**Bild 1:** Verkaufszahlen in Deutschland von Mähwerken, Wendern und Schwadern nach VDMA sowie Rohmilchpreis [2; 3]

**Figure 1:** Sales of mowers, tedders and swathers in Germany according to VDMA and price of milk [2; 3]

## **Einsatzbereite Neuvorstellungen**

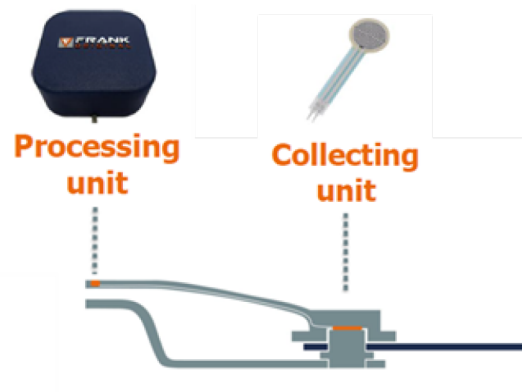
Im Jahr 2019 nutzten wieder viele Landmaschinenhersteller die internationalen Bühnen der SIMA und Agritechnica, um Innovationen an ihren Produkten vorzustellen. In den Produktparten der Futtererntetechnik setzte sich auch in diesem Jahr der Trend zu einer Erhöhung der Schlagkraft und einer Verbesserung der Arbeitsqualität fort. Zudem zielten viele Neuerungen auf eine leichtere Konstruktion, aber auch auf die Überarbeitung des Designs ab.

### *Halmgutmähen*

Durch die herkömmliche Bauweise in Form eines starren Mähholms beschränkt die Straßenverkehrs-Zulassungsordnung die Arbeitsbreiten von Frontmähdwerken auf drei Meter [4]. Mit dem EasyCut F 400 CV Fold stellte Krone in diesem Jahr ein neues Frontmähdwerk mit einem klappbaren Mähholm vor. Über die Traktorhydraulik lassen sich die beiden jeweils äußeren Mähscheiben nach hinten schwenken. Das Mähwerk bietet auf diese Weise eine Arbeitsbreite von vier Metern. Neben der höheren Produktivität liegt ein wesentlicher Vorteil in der Kombination mit Schmetterlingsmähdwerken. Insbesondere bei Kurvenfahrten und in Hanglagen kann es bei diesen Kombinationen mit Frontmähdwerken geringerer Arbeitsbreite durch einen begrenzten Überschneidungsbereich zu ungemähten Bereichen kommen, die anschließend überfahren werden. Um dieses sogenannte Mähen von „Bärten“ zu vermeiden, bieten andere Hersteller elektrohydraulische Systeme an, die eine Überlappung zwischen Front- und Heckmähdwerken in Abhängigkeit der Kurvenfahrt regeln [5]. Das Mähwerk von Krone besitzt einen Aufbereiter und ist serienmäßig mit einer hydraulischen Entlastung des Auflagedruckes ausgestattet. [6]

Detaillösungen für Doppelmessermähbalken zeigte die Firma ESM. Durch die stabilere Haltung der Messer des Mähbalkens Bidux wird eine verbesserte Auflage der Ober- und Unterklingen mit einem kleineren Spalt erzeugt. Der Messerbalken besitzt damit eine reduzierte Reibung und eine verbesserte Schnittwirkung, was sich in reduziertem Verschleiß und Kraftstoffverbrauch widerspiegelt.

Scheibenmähdwerke werden von vielen Herstellern mit Klappen-Schnellwechselsystemen serienmäßig ausgestattet. Durch die Überwindung der Spannkraft von Federplatten werden einzelne Messer freigegeben und können gewechselt werden. Bei Verschleiß oder unsachgemäßer Montage der Spannelemente oder Messerhalter können im Betrieb des Mähwerkes Messer verloren gehen. Diese stellen eine Gefahr dar und können zudem zu einem schlechteren Arbeitsergebnis führen. Der Hersteller FRANK Original erhielt auf der Agritechnica eine Auszeichnung für die Entwicklung des SafeKnives-Systems. Dabei handelt es sich um eine Einrichtung, die den Bediener oder die Bedienerin warnt, sobald die Anpresskraft unter einem festgelegten Wert liegt und das Mähwerk ggf. automatisch stoppt. Das Messsystem basiert auf einem sogenannten FSR-Sensor, dessen elektrische Leitfähigkeit sich in Abhängigkeit der Last ändert. Dieser Sensor ist, wie in **Bild 2** zu sehen, zwischen Bolzen und Mähscheibe angebracht und misst indirekt die Spannkraft der Haltefeder. Eine Glättung und Auswertung der Messsignale findet auf einer Mikrocontroller-Einheit statt. Die Verbindung zwischen Sensor und Controller erfolgt kabelgebunden. Nach Angaben des Herstellers ist zukünftig ein drahtloses Übertragungsverfahren vorgesehen, wodurch die Warnhinweise auch über das Smartphone angezeigt werden können. [7]



**Bild 2:** Messprinzip zur Erfassung der der Bolzenanpresskraft bei Schnellwechsel-Scheibenmäherwerken [7]

**Figure 2:** Measuring principle for detecting the spring tension force of disc mowers [7]

### *Halmgutwerben*

Für schwierige Einsatzgebiete bietet Pöttinger den Kreiselschwader TOP 842 C zukünftig auch mit Gleitkufen anstelle der Radfahrwerke an. Durch die flächige und nahe an den Zinken stattfindende Abtastung sollen tiefe Löcher und Fahrspuren gerade auf nassen Böden weniger Einfluss auf die Führung der Kreisel haben. Als Gleitmaterial wird bei dem sogenannten FLOWTAST-System ein verschleißfester Kunststoff verwendet. Nach Angaben des Herstellers liegen die Vorteile dieser sichelartigen Kufen einerseits in einer Verringerung von Futterverschmutzungen und andererseits in einer hohen Laufruhe, die für eine geringere Belastung der Maschine sorgt und auch unter problematischen Bodenverhältnissen ausreichend hohe Fahrgeschwindigkeiten erlaubt [8].

Ploeger, der niederländische Hersteller von Spezialmaschinen, stellte auf der Agritechnica einen neuen selbstfahrenden Schwader vor. Die unter der Bezeichnung CM 4240 vertriebene Maschine ist eine Weiterentwicklung des Oxbo 4334 (siehe **Bild 3**). Der amerikanische Hersteller Oxbo International und Ploeger Agro bilden seit 2011 die Ploeger Oxbo Group.



**Bild 3:** Selbstfahrender Schwader CM 4240 der Firma Ploeger mit Respiro Pickup [9]

**Figure 3:** Self-propelled swather CM 4240 from Ploeger with Respiro Pickup [9]

Der Antrieb des Selbstfahrers erfolgt dieselhydraulisch über einen 6 Zylinder Verbrennungsmotor mit 260 kW maximaler Leistung. Der Antriebsstrang besteht aus Hydraulikeinheiten der Firma Danfoss, mit einem Motor je Achse und Planetenstufen für die Übersetzung an den Endantrieben. Nach Angaben des Herstellers beträgt die Höchstgeschwindigkeit 40 km/h. Als Kabine ist eine „Vista 2“ der Firma Claas verbaut.

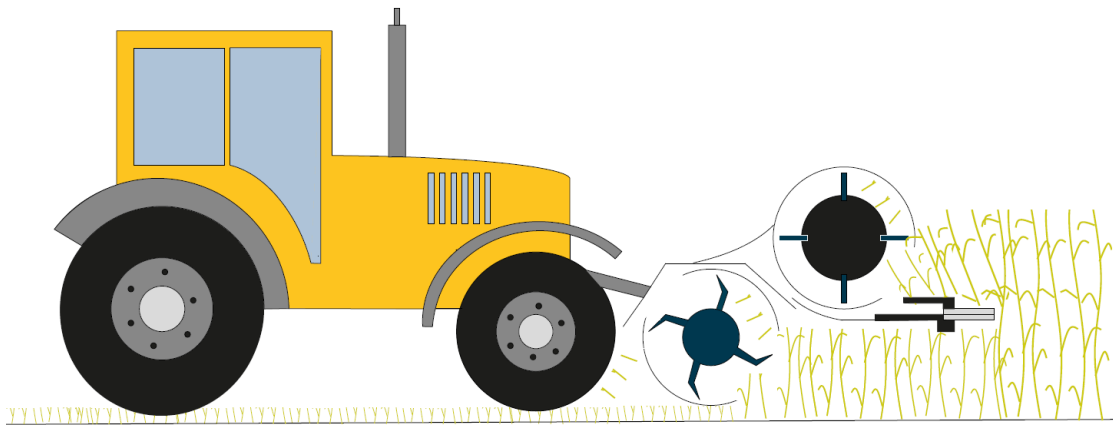
Für die Aufnahme und das Zusammenführen des Erntegutes sind zwei Bandschwaderelemente vorgesehen. Diese werden als Lizenzbau des „Respiro“ der Firma Reiter hergestellt. Während der Feldarbeit ist jedes Element über eine Dreipunktkinematik in der Front des Fahrzeugs aufgehängt und kann optional mit einer Druckentlastung geführt werden. Die flexible Pick-Up soll sich auch unebenen Untergründen gut anpassen und eine saubere und schonende Aufnahme des Futters sicherstellen. Durch eine seitliche Verschiebung der Schwaderelemente und einer Drehrichtungsumkehr der Transportbänder lassen sich sowohl eine Mitten- als auch Seitenablage ausführen sowie unterschiedliche Schwadbreiten hydraulisch einstellen. Die Arbeitsbreite der Maschine beträgt ca. 11,5 m. Eine Besonderheit des Fahrwerks ist die verschiebbare Hinterachse. Auf dem Feld kann damit der Radstand um 1 m reduziert werden. Die daraus resultierende Verringerung des Wendekreises ermöglicht einen vereinfachten und direkten Wendevorgang selbst bei Spur-an-Spur Fahrten. Je nach Grünmasseertrag sind laut Hersteller bei Arbeitsgeschwindigkeiten zwischen 12 und 20 km/h Flächenleistungen von bis zu 20 ha/h realistisch. Der Kraftstoffbedarf soll während der Feldarbeit bei 16 bis 19 l/h liegen.

Durch den Technologieaustausch innerhalb der Kooperation zwischen Ploeger und Oxbo sowie die Lizenzfertigung der Bandschwadereinheiten von Reiter betrug die gesamte Entwicklungszeit etwa drei Jahre. Im November, zum Zeitpunkt der Agritechnica, waren drei Maschinen im Einsatz, für das Jahr 2020 sind weitere fünf geplant. Der Verkaufspreis des Selbstfahrers beträgt etwa 275.000 Euro.

### **Wissenschaft und Forschung**

Am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge (IMN) der TU Braunschweig wird in zwei Forschungsprojekten am Thema Halmgutmähen gearbeitet.

Nach dem in 2015 vorgestellten Konzept des „Kombi-Mulchers“ [10], startete im Jahr 2019 das dreijährige Forschungsprojekt „StrohKom“, gefördert durch die landwirtschaftliche Rentenbank, bearbeitet durch die Wissenschaft in Zusammenarbeit mit der Industrie. Ziel ist die Umsetzung, Erprobung und Bewertung einer Maschine zum kombinierten Halmgutmähen, Schwaden und Mulchen mit Möglichkeit der variablen Entnahmemenge und Einarbeitung des Stroh (siehe **Bild 4**). Im Gesamtkontext der Verfahrenskette vom Mähdrusch über das Strohmanagement bis hin zur Stroh- und Stoppelbearbeitung, sollen sich Vorteile bezüglich Produktivität, Wirtschaftlichkeit sowie ein ökologischer Nutzen ergeben. Nach der aktuell laufenden Expertenbefragung und Vorauslegungsphase sowie der Durchführung von Vorversuchen zur Bewertung der Teilprozesse Schneiden und Strohbergung, wird in den kommenden Projektphasen eine funktionsfähige Versuchsmaschine gemeinsam vom IMN mit der Firma Kalverkamp aufgebaut, untersucht und final bewertet.



**Bild 4:** Maschine zum kombinierten Halmgutmähen, Schwaden und Mulchen

**Figure 4:** Machine for combined stalk mowing, swathing and mulching

Im Projekt „Liel“, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, werden Anwendungsfälle der Elektrifizierung von linearen Stell- und Arbeitsfunktionen in mobilen Maschinen betrachtet [11]. Untersucht wird unter anderem die Möglichkeit, linear oszillierende Mähbalken mit einem elektrischen Direktantrieb zu betreiben. Für einen energetisch vorteilhaften Einsatz wird das System als sogenannter Resonanzschwinger betrieben. Schwerpunkte der Betrachtung liegen in der Auslegung des Linearmotors inklusive Sensorik, der Erprobung auf einem Prüfstand und in Feldversuchen sowie in der Identifikation geeigneter Reglerstrukturen. Kriterien der Regelung sind Robustheit und Energieeffizienz des Systems.

Das College of Engineering der China Agricultural University präsentierte auf der ASABE Tagung in Boston drei Beiträge zu Mähetechnik bzw. Mähaufbereitungsstechnik [12].

Anhand einer Literaturrecherche wurden in einem Beitrag der Einfluss des Mähens und Konditionierens auf die Luzerne-Produktion vorgestellt und unterschiedliche Konditionierungstechniken dargestellt. Der Beitrag analysiert hauptsächlich den Forschungsstand des Luzerne-Mähaufbereitens in den letzten Jahren und stellt einige Forschungsfortschritte vor. Die Arbeit dient letztendlich der Ableitung von weiteren Forschungszielen, wie die Verbesserung der Bedienung und Zuverlässigkeit sowie der Durchsatzsteigerung der Aufbereitungselemente. [13]

Darauf aufbauend wurden die Ergebnisse eines Feldversuchs zur Erprobung eines selbstfahrenden Mähaufbereiters (9GYZ-1.2) vorgestellt. Dabei ging es um die Erprobung der Leistungsfähigkeit beim Schneiden und Schwaden von Luzerne in der bergigen Region Hebi, China. Die selbst auferlegten Anforderungen an das Bearbeitungsergebnis bzgl. der Stoppel- und Schwad-Eigenschaften wurden laut Beitrag erfüllt. Kriterien wie Stoppel- und Schwadhöhe sowie Zerkleinerungsraten für unterschiedliche Bearbeitungsgeschwindigkeiten wurden gemessen. Im Vergleich zu einer manuellen Ernte ohne Aufbereitung wurde anhand des Trocknungsverlaufes im Schwad ein schnellerer Abtrocknungsvorgang gemessen. [14]

Ein weiterer Beitrag widmete sich der modellierten Abbildung und einer Modalanalyse von Mähwerken mit der Finiten Elemente Methode. Diese Schwingungsuntersuchung betrachtete dabei acht unterschiedliche Messergeometrien eines Trommel-mähwerkes. Zu allen abgebildeten Messergeometrien erfolgte eine simulative Berechnung der natürlichen Eigenfrequenzen

und der kritischen Resonanzdrehzahlen. Die Simulation zeigte, dass dreieckige und trapezförmige Messer die höchste kritische Drehzahl aufweisen und dass die Form der Messerspitze einen Einfluss besitzt. [15]

### **Zusammenfassung**

Das Jahr 2019 war geprägt von einer anhaltenden Spannung in der Land- und Milchviehwirtschaft. Der Milchpreis, aber auch übergeordnete Themen zur Agrarpolitik, beeinflussten das Denken und Handeln der Landwirtinnen und Landwirte. Die Landmaschinenhersteller zeigten ihre Lösungen auf der Agritechnica in Hannover, wobei Innovation und Weiterentwicklungen im Bereich der Halmgutwerbung ausgestellt wurden. Auch in der Wissenschaft werden Themen zum Halmgutmähen und Aufbereiten bearbeitet.

### **Literatur**

- [1] VDMA CEMA: CEMA Business Barometer: Public excerpt December 2019.
- [2] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: Informationen für Marktakteure, Milchpreise pro Monat. URL – [https://www.ble.de/DE/BZL/Daten-Berichte/Milch-Milcherzeugnisse/\\_functions/TabelleMilchpreiseMonat2019.html](https://www.ble.de/DE/BZL/Daten-Berichte/Milch-Milcherzeugnisse/_functions/TabelleMilchpreiseMonat2019.html) - Zugriff am 09.01.2019.
- [3] Bührke, J. und Trösken, L.: Halmgutmähen und Halmgutwerben. In: Jahrbuch Agrartechnik 2018 (2018). Braunschweig 2018.
- [4] Bundesamt für Justiz: Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung: StVZO 2012.
- [5] Fleurot, M.: Vicon\_Maehwerk\_EXTRA-7100T-GEOMOW. URL – <https://agritechnica.kvernelandgroup.de/Presse/Vicon/Vicon-Pressemitteilungen/Press-Releases> - Zugriff am 10.01.2018.
- [6] N.N.: Maschinenprospekt: EasyCut\_F. URL – [landmaschinen.krone.de](http://landmaschinen.krone.de) - Zugriff am 14.01.2020.
- [7] Stefan Zimmermann - Leiter Innovation und Werkstofftechnik: SafeKnives-Werbebrochure.
- [8] N.N.: Pöttinger FLOWTAST. Grieskirchen, Österreich.
- [9] N.N.: Plöger CM4240. URL – <https://www.ploeger.com/products/cm4240/> - Zugriff am 20.01.2020.
- [10] Hanke, S.; Kemper, S.; Sümening, F.; Thielke, L. und Frerichs, L.: Strohmanagement. Flexibel mit dem Kombi-Mulcher, Eilbote 2015 (2015) H. 42. S. 8–10.
- [11] Quirin, M. und Pußack, M.: Herausforderungen bei der Elektrifizierung linearer Stellantriebe von Nutzfahrzeugen. Braunschweig 16.-17. Oktober 2018.
- [12] 2019 Boston, Massachusetts July 7- July 10, 2019. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers 2019.

- [13] Huan, X.; Wang, D.; Ma, W.; Jin, Y.; Ye, B.; Sun, Q. und Hui, Y.: Research Progress of Alfalfa Mower Conditioner. 2019 Boston, Massachusetts July 7- July 10, 2019. In: 2019 Boston, Massachusetts July 7- July 10, 2019 (2019). St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers 2019.
- [14] Wu, B.; Wang, D.; Wang, G.; He, C.; Wu, H.; Kang, C.; Ye, B. und Sun, Q.: Field Experiment of Small Self-Propelled Mower Conditioner. 2019 Boston, Massachusetts July 7- July 10, 2019. In: 2019 Boston, Massachusetts July 7- July 10, 2019 (2019). St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers 2019.
- [15] Ye, B.; You, Y.; Wang, D.; Wang, G. und Sun, Q.: Modal Analysis of Different Shape Knife Based on ANSYS. 2019 Boston, Massachusetts July 7- July 10, 2019. In: 2019 Boston, Massachusetts July 7- July 10, 2019 (2019). St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers 2019.

### **Autorendaten**

M. Sc. Lennart Trösken und M. Sc. Johannes Bürke sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der Technischen Universität Braunschweig.

#### **Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

##### **Wissenschaftliches Review / Scientific Review**

Erfolgreiches Review am 12.02.2020

##### **Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Trösken, Lennart; Bürke, Johannes: Halmgutmähen und Halmgutwerben. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2019. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2019. S. 1-8

##### **Zitierfähige URL / Citable URL**

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202001201533-0>

##### **Link zum Beitrag / Link to Article**

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

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