

Arno Wiedermann und Hans-Heinrich Harms

Messungen an einem Mähdrescherhäcksler mit Exaktschnitt

Am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der TU Braunschweig wurde zur Untersuchung von Schnittvorgängen ein Häckselaggregat entwickelt, das in seiner Grundform einem Trommelhäcksler entspricht, jedoch einige konstruktive Besonderheiten aufweist. Das Aggregat dient zur Erprobung eines alternativen Schnittprinzips (Schnitt mit Gegenschneide und Gegenhalter) für den Häcksler im Mähdrescher. Die Konstruktion ist neben dem neuen Schnittprinzip vor allem dadurch gekennzeichnet, dass die Untersuchung relevanter Prozessgrößen sowie die Beobachtung des Schnittprozesses während des Betriebes erfolgen können. In diesem Beitrag werden einige Messmöglichkeiten gezeigt und exemplarisch dargestellt.

Schlüsselwörter:

Trommelhäcksler, Messungen, Mähdrescher, Strohhäcksler, Schnittprinzipien

Keywords

Drum chopper, measurement, combine harvester, straw chopper, cutting principles

Abstract

Wiedermann, Arno and Harms, Hans-Heinrich

Measurements on a precision combine straw chopper

Landtechnik 64 (2009), no. 3, pp. 191 - 193, 3 figures, 1 reference

A combine straw chopper was developed at the Institute of Agricultural Machinery and Fluid Power, TU Braunschweig, to research an alternative cutting principle. In this technique the crop is fixed and cut between the knife and a counter shear. The cutting unit resembles a conventional chopping drum but offers additional features. The construction makes it possible to adjust machine parameters, to examine several process values with sensors and to monitor the processes with a high-speed camera. This article demonstrates some possibilities to carry out measurements on a chopping drum during operation.

häckslers, der mit Gegenschneide und Gegenhalter arbeitet. Hierzu wurde ein Versuchshäcksler aufgebaut und mit entsprechender Messtechnik ausgestattet. Das Prinzip entspricht einem Trommelhäcksler, der in der Landtechnik beispielsweise in Feldhäcksler eingebaut wird. Die Anforderung der Toleranz von Fremdkörpern führte zu einer Bauform, bei der die Messer pendelnd aufgehängt sind und somit bei Fremdkörperkontakt nach hinten ausweichen können.

Um dieses Konzept realisieren zu können und die Beanspruchung der Komponenten zu verringern, wurden die Messer in der Breite in acht Teile segmentiert. Der Versuchsstand ist so ausgelegt, dass möglichst viele Parameter variierbar sind und zugleich die wichtigsten Prozessgrößen im Betrieb ermittelt werden können [1].

Ermittlung der Leistungsanteile beim Häckseln

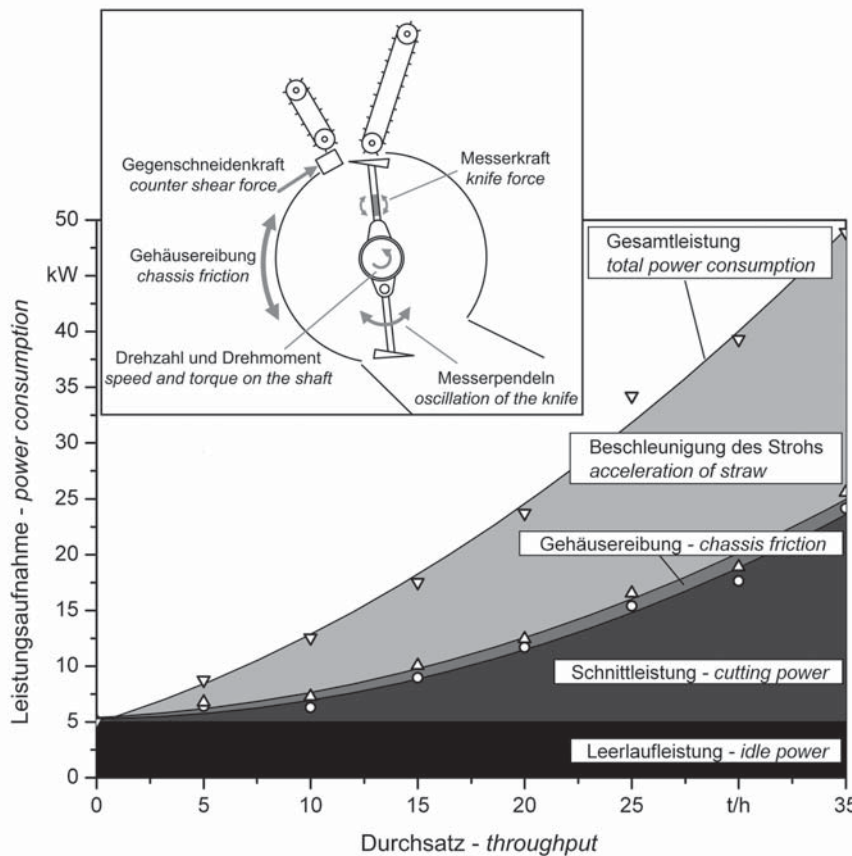
Abbildung 1 zeigt die Anordnung verschiedener Messeinrichtungen, die dazu dienen, die Leistungen im Häcksler zu erfassen. Über eine Drehmoment- und Drehzahlmessung am Wellenantrieb kann einerseits die Leerlaufleistung (zusammengesetzt aus Luftwiderstand und Lagerreibung) und andererseits auch die Gesamtleistung im Betrieb aufgezeichnet werden.

Über die Gegenschneidenkräfte und die Drehzahl lässt sich zudem die Schnittleistung ermitteln. Dazu wurde ein Gegenschneidensegment mit Kraftmessensoren bestückt, welche mit 12 kHz so hochfrequent abgetastet werden, dass auch die kurzen Kraftspitzen bei jedem einzelnen Schnitt erfasst werden können. Zur Bestimmung eines repräsentativen Wertes der Leistung wird über einem Aufzeichnungsraum von zehn Sekunden bei konstanter Gutzufuhr der Mittelwert gebildet.

Um die Kräfte an der Klinge zu messen, wurde das entsprechende Messer starr auf der Messerwelle gelagert, so dass über die Biegung des Messerschaftes mit Hilfe von Dehnungsmessstreifen die Kräfte gemessen werden konnten. Die ermittelten

■ Das Ziel des hier beschriebenen Forschungsvorhabens am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der TU Braunschweig ist die Entwicklung und Untersuchung eines Stro-

Abb. 1



Leistungsaufnahme am Häcksler
 Fig. 1: Power consumption of the chopper

Leistungen an den Schneiden liegen oberhalb der Gegenschneidenleistungen, da die Schneiden zusätzliche Leistung aufwenden müssen, um das Schnittgut auf die Auswurfgeschwindigkeit zu beschleunigen. Die Differenz aus Schneiden- und Gegenschneidenleistung entspricht folglich der Beschleunigungsleistung. Dieser ermittelte Anteil wird auch noch durch weitere Effekte beeinflusst. Dazu gehören beispielsweise Abstützungseffekte des Häckselgutes an der Zuführeinrichtung und die gegenüber dem Leerlauf veränderten Luftströmungsverhältnisse. Diese Effekte sind sehr gering und deshalb in den gezeigten Untersuchungen experimentell nicht vollständig identifiziert worden.

Die Gesamtleistung ergibt sich aus der Summe der gemessenen Teilleistungen und kann zusätzlich separat über die Antriebswelle ermittelt werden. Die Zusammensetzung ändert sich mit der Variation der Maschinenparameter und ist in **Abbildung 1 und 2** exemplarisch für die Durchsatzvariation aufgezeigt. Die Leerlaufleistung bleibt konstant, allerdings reduziert sich mit zunehmendem Durchsatz ihr Anteil an der Gesamtleistung, wodurch auch der Gesamtwirkungsgrad steigt. Der prozentuale Anteil der Schnittleistung, also die eigentliche Nutzleistung, nimmt mit steigendem Durchsatz zu. Die spezifische Antriebsleistung (kW pro t/h) sinkt bei steigenden Durchsätzen, weshalb eine hohe Auslastung des Häckslers die

Effizienz erhöht. Ob die Beschleunigungsleistung als Nutzleistung gewertet werden kann, hängt davon ab, ob die hohe Gutaustrittsgeschwindigkeit für eine direkte Verteilung genutzt wird oder ob Beschleuniger nachgeschaltet sind, die die hohe kinetische Energie des Häckselgutes nur teilweise nutzen können.

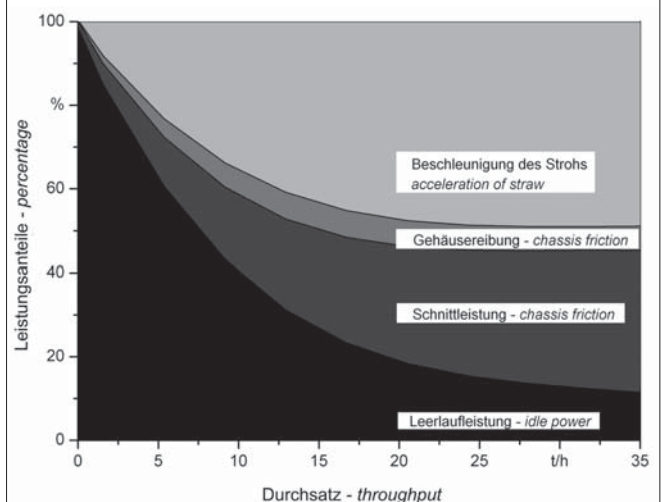
Pendelnde Aufhängung der Messer

Eine Besonderheit der Konstruktion des Häckslers für den Einsatz im Mähdescher ist die Möglichkeit, die Messer derart pendelnd aufzuhängen, dass sie bei Fremdkörperkontakt ausweichen können. Um den Betrieb mit pendelnden Messern untersuchen zu können, wurde ein Messer freidrehbar gelagert und mit einem Drehsensor zur Erfassung der Ausschläge versehen.

Abbildung 3 zeigt die Auslenkung des Messers bei aufeinander folgenden Schnitten und unterschiedlichen Gutmatenstärken. Bei den ersten fünf Schnitten ist die Schnittkraft so gering, dass das Messer um ein bis zwei Grad nach hinten ausgelenkt wird, um noch vor dem nächsten Schnitt zurück zu schwingen und zum Stillstand zu kommen. Bei höheren Kräften wird das Messer so stark ausgelenkt, dass es über seine Ausgangs-

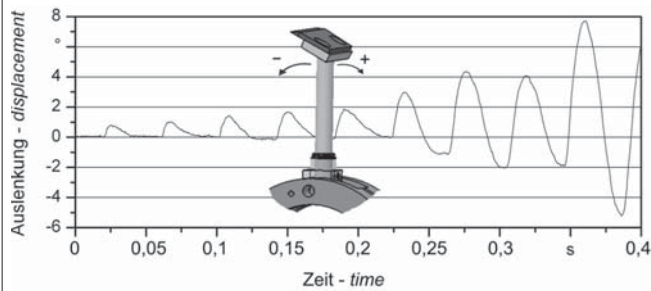
lage schwingt und innerhalb einer Umdrehung nicht zum Stillstand kommt. Das Messer befindet sich in einer angeregten Dauerschwingung, die der Schnittfrequenz entspricht. Die Messerauslenkung kann durch Wahl geeigneter Parameter für Geometrie, Messermasse, Drehzahl und Gutmatenstär-

Abb. 2



Leistungsanteile am Häcksler
 Fig. 2: Power percentage of the chopper

Abb. 3



Messerpendeln

Fig. 3: Knife oscillation

ke eingestellt werden. So ist es möglich, Dauerschwingungen konstruktiv zu verhindern oder auch gezielt zuzulassen.

Zusammenfassung

Ein am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der TU Braunschweig entwickelter Versuchsstand dient in einem Forschungsprojekt der Untersuchung der Anwendung des Exaktschnitts im Mährescherhäcksler. Verschiedene Messeinrichtungen erlauben es, den Betrieb des Häckslers in jedem Betriebspunkt zu untersuchen. Wie gezeigt wurde, lässt sich die Häckselleistung analysieren, in ihre Bestandteile zerlegen und

über Betriebsparameter darstellen, so dass gezielt einzelne Einflüsse auf den Häckselprozess dokumentiert werden können. Eine weitere vorgestellte Messeinrichtung zeigt, dass der Betrieb eines Trommelhäckslers mit pendelnd aufgehängten Messern im Mährescher ohne Beeinträchtigung des Betriebs möglich ist. Neben den hier dargestellten Messeinrichtungen sind auch die Beobachtung der Schnitt- und Fördervorgänge mit Hilfe einer Hochgeschwindigkeitskamera sowie die Erfassung der Gutaustrittsgeschwindigkeit und der Häckselqualität möglich. Damit können systematisch die Einflüsse auf den Häckselvorgang analysiert, beschrieben und bewertet werden.

Literatur

- [1] Wiedermann, A., und Harms, H.-H.: Versuchsstand zum Häckseln von Stroh im Exaktschnitt. Landtechnik 62 (2007), H. 6, S. 402-403

Autoren

Dipl.-Ing. Arno Wiedermann ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik (Leiter: **Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. H.-H. Harms**) der Technischen Universität Braunschweig, Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig, E-Mail: a.wiedermann@tu-bs.de

Danksagung

Das Forschungsprojekt „Exaktschnitt im Mährescherhäcksler“ wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt.