

Kraftbedarfsenkung beim Häckseldrusch

Institut für Landmaschinenforschung, Braunschweig-Völkenrode

Seitdem die ersten systematischen Versuche zur Klärung des Häckseldruschprozesses vor vier Jahren [1] durchgeführt wurden, hat sich dieses Verfahren, das ursprünglich so neu und revolutionär wirkte, in einem derartigen Umfang in die Praxis eingeführt, daß es heute mehr Häckseldrescher als Mähdrescher in Westdeutschland gibt. Häckseldrescher sind im Produktionsprogramm fast jeder führenden Dreschmaschinenfabrik enthalten.

Dem Vorteil der Leuteersparnis und der höheren Dreschleistung bei gleicher Maschinengröße steht ein wesentlicher Nachteil gegenüber, der in vielen Fällen die Ausbreitung des Häckseldruschverfahrens begrenzt. Das ist der hohe Kraftbedarf, der durch den gleichzeitigen Antrieb von Gebläsehäcksler und Dreschmaschine und dazu meist noch für die Gebläseförderung von Körnern und Häcksel entsteht. Frühere Vorschläge zur Verminderung des Kraftbedarfes [2] bezogen sich auf folgende Maßnahmen:

1. Absätziger Betrieb mit Häckseln und Dreschen in zwei aufeinander folgenden Operationen in Verbindung mit einer Zwischenlagerung des Garbenhäcksel.
2. Entwicklung einer Sonderbauart mit schmalere Dreschtrommel nach vorherigem Ausscheiden der keine Körner enthaltenden Halmtteile.
3. Allgemeine Herabsetzung des Kraftbedarfes durch Verbesserung des Wirkungsgrades vor allem der Gebläse für die Reinigung an der Häckselmaschine, sowie für den Spreu-, Häcksel- und Körnertransport.

Diese Möglichkeiten sind teilweise ausgeschöpft worden, so daß es heute bereits Häckseldruschanlagen gibt, deren Kraftbedarf gegenüber den Lösungen vor zwei bis drei Jahren wesentlich niedriger liegt. Dieser Erfolg ist auf eine allgemeine Verbesserung der Gebläsewirkungsgrade zurückzuführen. Der Weg, durch eine Sonderkonstruktion mit schmalere und vereinfachter Nachdreschtrommel nicht nur zu geringeren Abmessungen, sondern auch zu einem niedrigeren Kraftbedarf zu kommen, ist wohl beschritten [2], bisher aber nicht zu Ende gegangen worden. Offensichtlich benötigen derartige grundlegende Veränderungen der Dreschmaschinenkonstruktion doch eine längere Zeit des Ausreifens. Eine Maßnahme, die auf unseren Vorschlag bisher nur vereinzelt versucht wurde, nämlich die Senkung der Dreschtrommel-Umfangsgeschwindigkeit, bietet Möglichkeiten, die, wie unsere Versuche in Völkenrode gezeigt haben, zu einem so überraschend günstigen Ergebnis geführt haben, daß bei Durchführung entsprechender Maßnahmen mit einer wesentlichen Kraftersparnis gerechnet werden kann.

Der Gedanke, den Drusch von gehäckseltem Garbengut mit einer geringeren Umfangsgeschwindigkeit durchzuführen

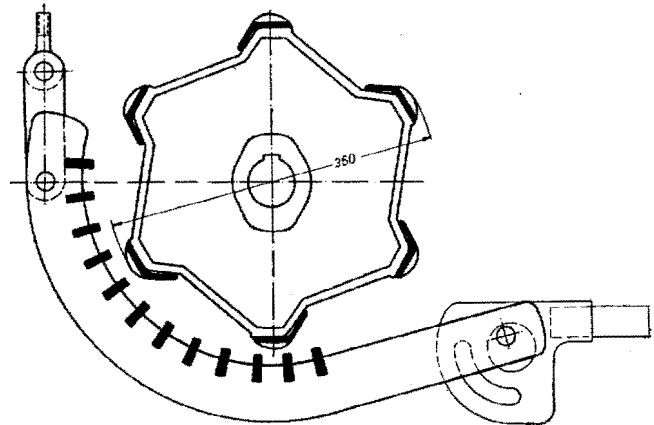


Abb. 2: Dreschtrommel und -korb der Versuchsmaschine

als beim Breitdrusch, ergab sich aus Überlegungen, die im Zusammenhang stehen mit der Technologie des Dreschvorganges. Gehäckseltes Garbengut stellt ein wesentlich gleichmäßigeres Gut für den Durchfluß zwischen Trommel und Korb dar als langes, aus einer aufgelösten Garbe kommendes Gut, das im besten Fall gleichmäßig und parallel zur Trommel, im ungünstigsten Fall aber völlig wirt durcheinander eingelegt wird. Das lockere, gleichmäßige Häckselgefüge setzt dagegen der umlaufenden Trommel kaum einen Entzerrungswiderstand entgegen. Auf den Ausdrusch von langem, wirrem Halmgut ist aber die Umfangsgeschwindigkeit der Dreschtrommel abgestimmt und entsprechend hoch bemessen. Von diesen Gedanken ausgehend wurde deshalb systematisch untersucht, in welchem Umfang eine Senkung der Trommelumfangsgeschwindigkeit beim Häckseldrusch möglich ist.

Abbildung 1 zeigt den aufgebauten Versuchsstand¹⁾ mit einer Breitdreschmaschine, die uns in entgegenkommender Weise von der Herstellerfirma leihweise für den Versuch zur Verfügung gestellt wurde. Die Beschickung des Häckselgutes wurde sowohl mit einem Gebläsehäcksler als auch mit einer Bandförderanlage vorgenommen. Dabei ergab sich, daß ein schlechterer Ausdrusch entsteht, wenn die Garben mit den Ähren voran gehäcksel unmittelbar durch das Gebläserohr der Trommel (Abb. 2) zugeführt werden. Erst wenn gehäckselte Ähren und Halme vor der Zuführung zur Trommel in einem Ausgleichsraum gut durchmischt werden, ergab sich ein guter und gleichmäßiger Ausdrusch. Für die Versuche wurde die Zuführung durch Band bevorzugt, weil sich auf diese Weise am besten die Beschickungsmenge regeln ließ. Die Versuche wurden mit etwa 1 m langen Weizenhalmen bei Häcksellängen von 2½, 5 und 9 cm durchgeführt. Diese Maße entsprechen den eingestellten Häcksellängen, sind also theoretische Maße, die bekanntlich den praktisch erreichten nicht ganz entsprechen. Vergleichsweise wurden Versuche mit langem Gut bei Paralleleinlage durchgeführt. Die sonst als besonders günstig bekannte Einlegeweise von Ähren voran in schräger Richtung wurde in die Versuche nicht mit einbezogen [3]. Die Aufgabemenge des Häckselgutes wurde bei den Versuchen so verändert, daß sich Körnerleistungen von 570, 750 und 970 kg/h bei einem Korn-Stroh-Verhältnis von 1 : 2,6 ergaben. Es wurde mit Trommelumfangsgeschwindigkeiten von 14,2; 20,2 und 28,3 m/s gearbeitet. Die gemessenen Trommelantriebsleistungen sind in Abbildung 3 wiedergege-

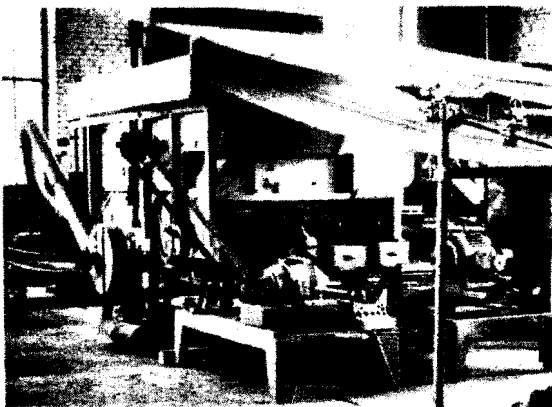


Abb. 1: Beschickung der Versuchs-Dreschmaschine mit Hilfe einer Bandförderanlage

¹⁾ Diese Untersuchungen wurden mit dankenswerter Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ermöglicht. Die Messungen führte im Rahmen einer Studienarbeit Herr cand. mod. W. Baader, T. H. Braunschweig, aus, dem ich hierfür meinen besonderen Dank aussprechen möchte.

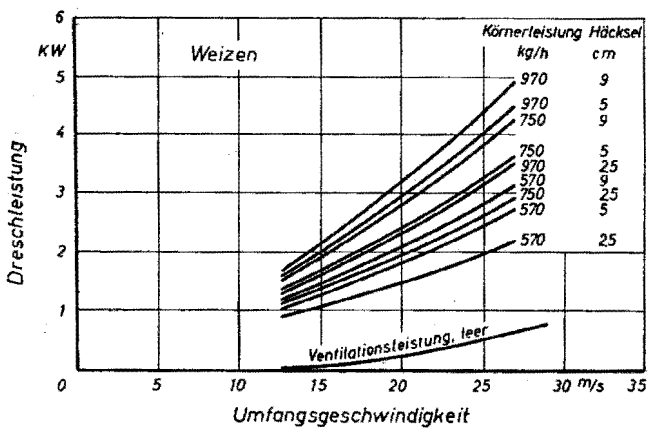


Abb. 3: Die gemessene Dreschleistung bei verschiedener Umfangsgeschwindigkeit und Beschickung, gemessen bei eingestellten Häckselhöhen von 2,5, 5 und 9 cm

ben. Die Ventilationsleistung der Trommel, d. h. die Leerlaufleistung nach Abzug der Verlustleistungen für Riemen und Lager, macht nur einen kleinen Teil der Gesamtleistung aus und beträgt bei einer Umfangsgeschwindigkeit von 30 m/s 0,9 kW. Bei dieser Gelegenheit konnte übrigens die zu vermutende Abhängigkeit der Trommelventilationsleistung von der 3. Potenz der Trommeldrehzahl, wie sie auch für andere Kreiselmaschinen gilt, bestätigt werden (Abb. 4). Bei logarithmischer Auftragung ergibt sich ein Tangens des Neigungswinkels für die Abhängigkeit von $3,0$.

Der Anstieg der Dreschleistung mit zunehmender Beaufschlagung ist für verschiedene Umfangsgeschwindigkeiten in Abbildung 5 enthalten. Diese Abhängigkeit ist fast linear und bedeutet ein gleichmäßiges Ansteigen des Kraftbedarfes mit zunehmender Beaufschlagung. Die Abbildungen 3 und 5 zeigen aber, daß mit zunehmender Drehzahl, also Umfangsgeschwindigkeit der Dreschtrommel ein starker Anstieg des Kraftbedarfes zu verzeichnen ist, so daß im Zusammenhang mit den Überlegungen, die der Senkung des Kraftbedarfes galten, es besonders geraten erschien, die Zulässigkeit einer Drehzahl-senkung unter Aufrechterhaltung des Ausdruscherfolges zu untersuchen.

Zu diesem Zweck wurden Vergleichsversuche mit Breiteinlage von ungehäckseltem Halmgut und mit Beschickung von Häckselgut bei verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten durchgeführt und hierbei der erreichte Grad des Ausdrusches geprüft. Das Ergebnis ist in Abbildung 6 wiedergegeben und zeigt, daß sowohl bei Breiteinlage wie bei Verarbeitung von Häckselgut die Ausdruschverluste mit zunehmender Umfangsgeschwindigkeit zunächst stark abfallen, dann aber immer geringer werden und erst bei höheren Werten ganz wegfallen, d. h. zu einem vollständigen Ausdrusch führen. Bei Breitdrusch wird der Ausdrusch bei einer Umfangsgeschwindigkeit von 29,0 m/s, bei Häckselgut von 9 cm Länge bei 17,0 m/s, also bei einer um 41 % niedrigeren Umfangsgeschwindigkeit erreicht. Dieses Ergebnis wirkt zunächst überraschend. Es war ursprünglich wohl angenommen worden, daß eine gewisse Drehzahl-senkung bei Häckselgut denkbar ist, aber nicht in einem derartigen Umfang. Wenn die Versuche auch nur bei Weizen durchgeführt wurden, so entspricht dies doch einem Dreschgut, das als am schwersten dreschbar gilt. Wir können deshalb wohl folgern, daß auch bei anderen Dreschgütern eine Senkung der Trommelumfangsgeschwindigkeit möglich ist. Eine derartige Maßnahme hat überdies den willkommenen Nebeneffekt, daß gleichzeitig die Körnerbeschädigungen zurückgehen.

Was bedeutet nun die Senkung der Trommeldrehzahl für die Ersparnis an Kraftbedarf? Die Antwort hierauf ist in Abbildung 7 enthalten, das die Dreschleistung bei verschiedenem Häckselgut und verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten im Vergleich mit ungehäckseltem Gut wiedergibt. Das Diagramm läßt erkennen, daß bei gleicher Umfangsgeschwindigkeit, beispielsweise von 28,3 m/s, der Kraftbedarf bei 2,5 cm Häcksel-länge 2,9 kW beträgt, bei 5 cm 3,6 kW und bei 9 cm 4,2 kW,

dagegen bei langem Gut nur 3,7 kW. Wir sehen daraus, daß der Kraftbedarf zunächst mit steigender Häckselhöhe zunimmt, um dann schließlich bei Paralleleinlage von langem Gut wieder etwas abzufallen. Der niedrigste Wert wird bei der kürzesten Häckselhöhe erreicht. Dieser Zusammenhang gilt für alle untersuchten Trommelumfangsgeschwindigkeiten. Die Frage, welche Kraftbedarfsersparnis sich beim Übergang von einer höheren auf eine niedrigere Trommelumfangsgeschwindigkeit ergibt, läßt sich mit Hilfe der Meßergebnisse von Abbildung 6 ermitteln. Danach ist mit vollständigem Ausdrusch bei Häckselgut zu rechnen, wenn die Trommelumfangsgeschwindigkeit 17,0 m/s beträgt, während bei ungehäckseltem, breit eingelegtem Halmgut eine Umfangsgeschwindigkeit von 29,0 m/s erforderlich ist. Übertragen wir diesen Geschwindigkeitsunterschied in ein Diagramm, in dem die erforderliche Dreschleistung über der Halmgutlänge bei verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten aufgetragen ist, dann läßt sich die erreichbare Ersparnis an Kraftbedarf ermitteln. Sie ist in Abbildung 7 für 9 cm Häckselhöhe bei einer stündlichen Körnerleistung von 750 kg eingetragen und beträgt entsprechend einer Leistung von 3,7 kW bei Breitdrusch und 1,95 kW bei Häckseldrusch 1,75 kW, also 47 %. Diese Ersparnis ist erheblich und bedeutet einen weiteren Fortschritt in der Technik des Häckseldrusches, der die Verbreitung dieses arbeitssparenden Verfahrens fördern wird.

Fragen wir nach den Ursachen dieser Kraftbedarfsverminderung beim Häckseldrusch, dann kann hierfür folgende Erklärung als wahrscheinlich zutreffend angenommen werden. Verglichen mit langem Dreschgut, gleichgültig ob breit oder

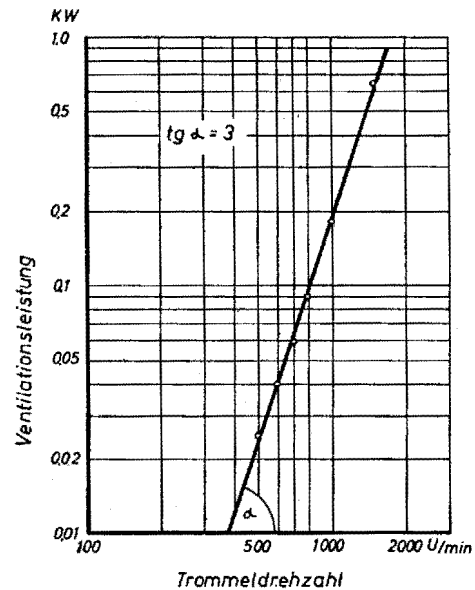


Abb. 4: Die Ventilationsleistung der leerlaufenden Dreschtrommel (Lagerreibungsleistung abgezogen)

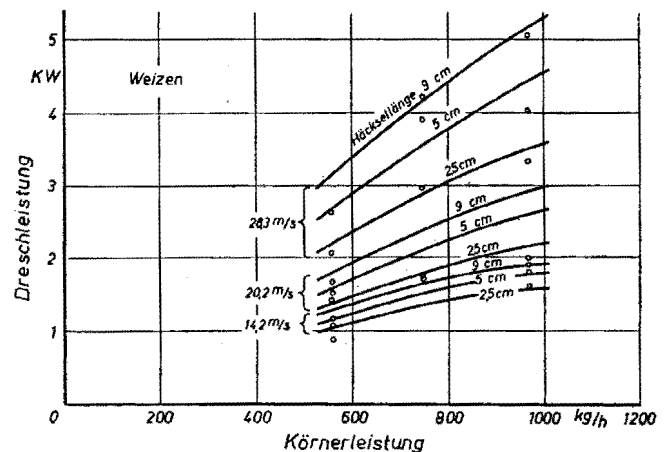


Abb. 5: Die Dreschleistung bei zunehmender Körnerleistung, ermittelt bei verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten und Häckselhöhen

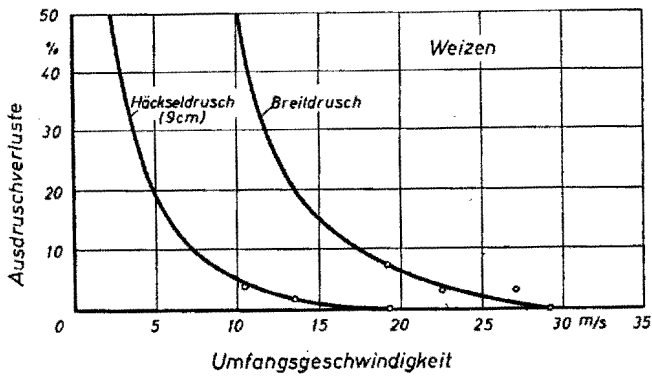


Abb. 6: Ausdruschverluste in Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit beim Drusch von langem Gut mit Quereinlage und gehäckseltem Gut

längs eingelegt, wird durch das vorhergehende Häckseln ein Gut mit völlig anderen dreschtechnischen Eigenschaften geschaffen. Zunächst ist aus früheren Versuchen [1] bekannt, daß ein wesentlicher Anteil der Ähren bereits beim Häckseln sowohl durch den Aufprall der Messer auf das Halmgutkissen als auch vor allem durch den Schlag der Flügel im Wurfgebläse entkörnt wird [4]. Bei den hier verwendeten Häckseln von 2,5 bis 9 cm ist mit einem Ausdrusch im Gebläsehäcksler von 45 bis 60 % zu rechnen. Das Gut ist gewissermaßen schon vorgedroschen. Die im Häckselgut enthaltenen noch nicht entkörnten Ähren und Ährenanteile haben schon einen Teil des Dreschvorganges hinter sich, wie er etwa dem Durchgang durch den ersten Teil des Dreschkorbess entsprechen würde. Ob sich hieraus nun ableiten läßt, den Dreschkorb, der im allgemeinen etwa 12 bis 16 Leisten aufweist, wesentlich zu verkürzen, ist eine Frage, die nur durch einen entsprechenden Versuch beantwortet werden kann. Ein derartiger Versuch konnte bisher aus Zeitmangel leider noch nicht durchgeführt werden. Auf jeden Fall ist der Vordrusch durch den Häckselvorgang aber so wirksam, daß eine verringerte Umfangsgeschwindigkeit genügt, um die Entkörnung vollständig zu machen.

Ein weiterer Weg zur Kraftbedarfsersparnis wäre die Wahl einer schmalen Dreschtrommel, um auf diese Weise den Anteil des Leerlaufkraftbedarfes zu vermindern [2]. Grundsätzlich läßt sich sagen, daß der Kraftbedarf für die Verarbeitung von kurz gehäckseltem Dreschgut geringer ist, weil es sich um ein Gut handelt, das ein anderes Haufgefüge aufweist als langes Dreschgut oder gar verfilztes Lagergetreide. Hierzu lassen sich noch einige Überlegungen anstellen, die im Zusammenhang mit dem Vorgang des Dreschens allgemein von Interesse sind.

Versuchen wir, einen Ansatz für die Berechnung des Trommelkraftbedarfes zu machen, dann läßt sich für die Trommelkraftleistung N_T schreiben:

$$N_T = N_{\text{Lager}} + N_{\text{Luft}} + N_{\text{Beschleunigung}} + N_{\text{Reibung Trommel/Gut}} + N_{\text{Reibung Gut/Gut}} + N_{\text{Reibung Gut/Luft}} + N_{\text{Reibung Gut/Korb}} + N_{\text{Biegung}} + N_{\text{Knickung}} + N_{\text{Dehnung}} + N_{\text{Trennung}} + N_{\text{Entkörnung}}$$

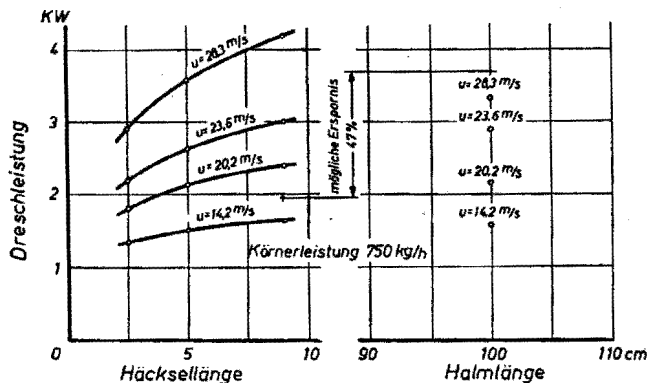


Abb. 7: Kraftbedarfsersparnis durch Senkung der Trommelumfangsgeschwindigkeit bei Häckseldrusch

Die hierin aufgeführten einzelnen Leistungen sind erforderlich für:

N_{Lager}	Reibung in den Trommellagern
N_{Luft}	Trommel-Luftströmung
$N_{\text{Beschl.}}$	Beschleunigung des Dreschgutes
N_{Reibung}	Reibung von Trommelschlageisen gegen Dreschgut, der Dreschgutteile untereinander, von Dreschgut gegen Luft und von Dreschgut gegen Korb
N_{Biegung}	Durchbiegung der Halme und Ähren
N_{Knickung}	Knicken der Halme
N_{Dehnung}	Dehnung der Halme
N_{Trennung}	Zerreißen der Halme, sowie Trennen der Ähren von den Halmen
$N_{\text{Entkörnung}}$	Entkörnen, d. h. das Trennen der Körner aus der Ähre.

Mit Ausnahme des letzten Leistungsanteils sind sämtliche anderen als Verlustvorgänge zu betrachten.

Vergleichen wir nun den Leistungsaufwand beim Drusch von langem Halmgut mit solchem, das gehäckseln ist, dann zeigt sich für die einzelnen Glieder der oben stehenden Gleichung: Die Leerlauf-Ventilationsleistung ist unabhängig vom Dreschgut. Sie ergibt sich aus der Breite der Trommel und dem Widerstandsbeiwert der Schlagleisten. Sie nimmt mit der 3. Potenz der Umfangsgeschwindigkeit zu. Eine schmalere gebaute Trommel mit verringerter Umfangsgeschwindigkeit für den Häckseldrusch führt daher zu einer kleineren Ventilationsleistung. Die Beschleunigungsleistung hängt ab von der Masse des Dreschgutes und vom Quadrat der Umfangsgeschwindigkeit, sie kann gleichfalls erheblich vermindert werden durch Herabsetzen der Trommelgeschwindigkeit. Die Reibungsleistungen mechanischer Art verändern sich proportional mit der Drehzahl. Langes wirres Halmgut bedeutet größere Reibungswiderstände als gehäckseltes Gut. Die Reibung Dreschgut gegen Luft muß hier negativ eingesetzt werden, weil das Hineingelangen von Halmgut in den Trommelluftstrom sich drosselnd auf die Luftförderung auswirkt und damit vermindert auf den Kraftbedarf. Die Halmbiegeleistung ist am größten beim Beschicken der Trommel mit unzerkleinerten Halmen in Längsrichtung, also quer zur Trommelachse, und fällt fast auf den Wert Null ab bei Paralleleinlage, also bei Breitdrusch. Je kürzer das Häckselgut ist, um so mehr nähern wir uns den Verhältnissen beim Breitdrusch und umgekehrt. Beim Häckseldrusch wird also eine Herabsetzung der Biegeleistung auftreten. Etwas Ähnliches dürfte für die Halmknickung, Halmdehnung und schließlich auch für die Halmtrennung, d. h. für das Zerreißen der Halme, gelten. Diese Formänderungen des Halmgutes sind am größten bei Längseinlage und am geringsten bei Paralleleinlage.

Bei der Entkörnungsleistung handelt es sich um die reine Nutzleistung. Sie entspricht dem Kraftaufwand, der notwendig ist, um die Körner durch Schlag-, Biege-, Zieh- oder Drehwirkung aus den Ähren herauszutrennen. Überschlägige Versuche ergeben, daß zum Heraustrennen der Körner aus Weizenähren beim üblichen Breitdruschverfahren ein Anteil von 20 % von der Gesamtleistung entfällt. Genauere Zahlen sollen durch weitere Versuche noch ermittelt werden. Dieser Wert ist nicht gleichbedeutend mit dem Wirkungsgrad der Dreschtrommel, der noch niedriger liegt. Wie weit sich eine Verbesserung des Wirkungsgrades und damit weitere Leistungersparnisse ermöglichen lassen, wird die zukünftige Entwicklung zeigen müssen.

Schrifttum:

- [1] G. Segler: Ergebnisse von Versuchen zur Entwicklung eines Häckseldruschverfahrens. Vortrag gehalten am 21. 9. 1950 vor den Landmaschinen-Referenten der Länder in Völkensroda.
- [2] G. Segler: Die Konstruktion des Häckselndreschers. Landtechnische Forschung 1954, S. 1-8.
- [3] W. Ott: Die Schlagleisten-Dreschtrommel bei verschiedener Beschickung. RKTl-Schrift 99, 1940.
- [4] G. Segler u. G. Peschke: Bericht über Versuche zur Entwicklung eines Häckselndreschers. 20. 3. 1951, im Manuskript vervielfältigt.

Résumé :

Prof. Dr.-Ing. G. Segler: „Kraftbedarfssenkung beim Häckseldrusch.“

Die Einführung des Häckseldruschverfahrens ist erschwert durch die Tatsache, daß bei elektrischem Antrieb eine Überlastung des Stromnetzes beim gleichzeitigen Antrieb von Gebläsehäcksler, Dreschmaschine und Körnergebläse entsteht. Versuche haben ergeben, daß bei Häckseldrusch eine Senkung der Trommelumfangsgeschwindigkeit möglich ist und daß durch eine derartige Maßnahme der Kraftbedarf der Dreschtrommel etwa um die Hälfte gesenkt werden kann. Diese Maßnahme dürfte zur weiteren Verbreitung des Häckseldrusches beitragen.

Prof. Dr.-Ing. G. Segler:

“Possible Reductions in the Power Requirements of Chaff Cutting Combinations.”

The introduction and application of chaff cutting combinations is rendered more difficult by the fact that, with electric drive, there is a definite overload placed upon the power lines when chaff blowers, threshers, and grain blowers are operating simultaneously. Tests have shown that, in the case of chaff cutting combinations, a reduction in the peripheral speed of the drum is possible, and that this, in turn, will reduce the power required to rotate the drum by about one half. This should lead to a greater demand for chaff cutting combinations.

Prof. Dr.-Ing. G. Segler:

«Abaissement de la puissance nécessaire au battage des céréales préalablement hachées.»

L'introduction du procédé de battage des céréales préalablement hachées est freinée par le fait qu'en utilisant l'électricité, la commande simultanée du hache-paille, de la batteuse et de l'élevateur pneumatique des grains peut conduire à une surcharge du réseau. Des essais ont montré que pour le battage des céréales hachées une diminution de la vitesse périphérique du batteur est possible et que la consommation en puissance du batteur peut être abaissée de près de moitié par une telle mesure. Cette possibilité devrait attribuer à une utilisation plus élargie du procédé de battage des céréales hachées.

Ing. Dr. G. Segler, catedrático: «Reducción del consumo de energía en la trilla — picaforrajes.»

La introducción del procedimiento de la trilla — picaforrajes tropieza con dificultades, en caso de impulsión eléctrica, por el hecho de la sobrecarga de la red de corriente, debida a la impulsión simultánea del picaforrajes con soplador, de la trilladora y del soplador para el transporte del grano. Por ensayos practicados se ha demostrado la posibilidad de reducir, en la trilla — picaforrajes, la velocidad periférica del tambor, pudiendo de esta forma rebajarse el consumo de energía del tambor trillador aproximadamente a la mitad. Esta medida podría contribuir bastante a la adopción de la trilla — picaforrajes.

Dr.-Ing. K. H. Schulze:

Kinematographische Untersuchungen an einer Fliehkraftkupplung mit hydraulischer Verzögerung des Angriffes

Institut für Landmaschinen der Justus Liebig-Hochschule Giessen

Nachstehende Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für den wissenschaftlichen Film, Göttingen, vorgenommen. Die filmtechnische Durchführung stand unter der Leitung von H. Schladerbusch.

In der Landwirtschaft werden zum Antrieb von Dreschmaschinen und Fördergebläsen Schleifring- und Stromverdrängungsmotoren verwendet. Diese Motoren müssen überdimensioniert sein, um ein genügend hohes Anzugsmoment aufbringen zu können. Anlaßhilfen in Form von Widerständen oder Stern-Dreieck-Schaltern sind notwendig, um den Anlaufstrom unter der Grenze des zweifachen Nennstromes zu halten. Jedoch kann diese Forderung nicht in allen Fällen eingehalten werden. Die Verwendung des Käfigankermotors (echter Kurzschlußläufer), der wegen seines hohen Anzugsmomentes am geeignetsten wäre, verbietet sich, weil der Anlaufstrom viel zu hoch ist (ein Mehrfaches des Nennstromes). Damit ist die Gefahr verbunden, daß besonders in schwachen ländlichen Stromversorgungsnetzen ein unzulässig hoher Spannungsabfall auftritt. Die Überdimensionierung der genannten Motoren hat jedoch zur Folge, daß die Belastung während des Betriebes nur etwa $\frac{3}{5}$ der Nennlast beträgt (Abb. 1).

Mit der immer mehr zunehmenden Verwendung von elektrischen Antrieben dieser Art — insbesondere von Häckselmaschinen und Häcksel Dreschmaschinen mit pneumatischer Förderung sowie Fördergebläsen — in landwirtschaftlichen Betrieben ist die zu geringe Ausnutzung der Motoren wegen des damit verbundenen schlechten $\cos \varphi$ eine akute Frage der Elektrizitätswirtschaft. Es geht deshalb das Bestreben dahin, den Käfigankermotor auch für größere Antriebsleistungen zu verwenden, und zwar unter Benutzung von Anlaßhilfen durch Kupplungen, die sich nach dem Hochlauf des Motors selbsttätig einschalten oder von Hand eingeschaltet werden. Zu diesem Zweck ist eine Reihe von Kupplungen entwickelt worden, welche entweder elektromagnetisch oder mechanisch eine allmähliche Übertragung des Drehmomentes auf die Arbeitsmaschine bewerkstelligen. Kupplungen, die elektromagnetisch gesteuert werden, bedingen eine zusätzliche elektrische Ausrüstung des Motors. Solche, die mechanisch gesteuert werden, lassen sich ohne weiteres auch von ungelerten Kräften an einem Elektromotor montieren.

In Anbetracht der Bedeutung solcher Anlaßhilfen für Schweranläufe ist im Institut für Landmaschinen der Justus Liebig-

Hochschule Giessen eine Kupplung untersucht worden, die wegen der hydraulischen Steuerung des Eingriffes und ihres gut durchdachten Aufbaues sowie wegen ihrer einfachen Wartung interessierte. Im Vordergrund der Untersuchung stand die Leistungsaufnahme des Elektromotors und das Verhalten der Kupplung während des Hochlaufes unter Last.

Beschreibung der Kupplung

Ein mit der Motorwelle drehhaltig verbundener Doppelarm A nimmt zwei Fliehkgewichte a und a' (a ist in Ruhestellung, a' in Reibungsschlußstellung) mit, die nicht nur eine den Fliehkräften entsprechende Radialbewegung ausführen, sondern auch durch die schrägen Flächen der Arme achsial verschoben werden. Diese Achsialbewegung wird durch die Konus-scheibe c über drei Gleitfedern d auf die Membran e der ersten Ölkammer f übertragen. Der einstellbare Öldruck verzögert somit die Beschleunigung der Fliehkgewichte, verlängert also die Zeit bis zum Reibungsschluß der Kupplung. Durch die Membran e wird nämlich das Öl aus der ersten Kammer f durch den Überströmkanal g gedrückt, dessen

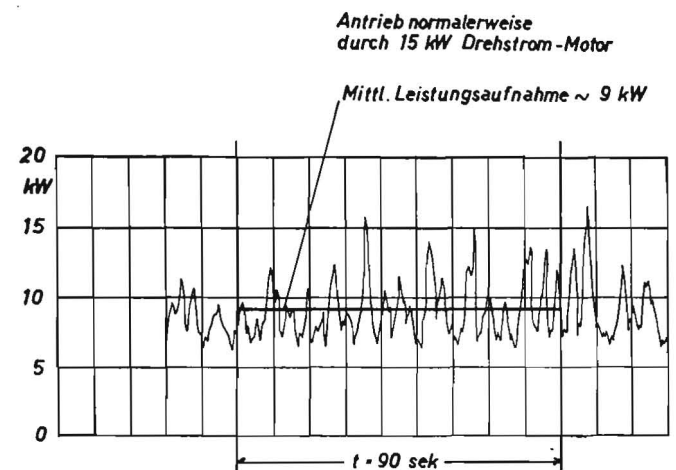


Abb. 1: Leistungsaufnahme eines Elektromotors beim Drusch von Roggen (etwa 970 kg/h) Ausschnitt aus Wattmeterschrieb