

Es ist zu erwarten, daß sich die Wirkungsgrade der hydrostatischen Antriebe durch Detailverbesserungen noch etwas anheben lassen. Grund für die Einführung hydrostatischer Antriebe bei selbstfahrenden Landmaschinen in naher Zukunft wird der Bedienungskomfort sein, der in letzter Zeit sehr in den Vordergrund trat. Voraussetzung für die Einführung der hydrostatischen Antriebe ist, daß es den Herstellern gelingt, eine Nutzungsdauer von 3000 h, also etwa 10 Kampagnen unter den harten Bedingungen der Landwirtschaft zu erreichen. Damit wird auch das Argument der schwierigen Instandsetzung entkräftet, denn nach 10 Jahren ist die Maschine abgeschrieben. Der Preis der Anlagen wird bei stärkerer Anwendung von hydrostatischen Fahrtrieben durch die höheren Stückzahlen sinken.

Die Forderung nach höherem Bedienungskomfort wird beim Mähdrescher weiterhin im Vordergrund stehen. Der Mähdrescherfahrer muß nach Grundeinstellung der Maschine

laufend mehrere Einstellgrößen der Maschine auf die augenblicklichen Erntegegebenheiten abstimmen. Er muß den Bestand des Feldes nach Dichte, Zustand und Grüngutanteil optisch erfassen und beurteilen, um danach Schneidwerk, Haspel und Fahrgeschwindigkeit richtig einzustellen, und er muß außerdem bestrebt sein, die volle Schnittbreite auszunutzen. Die Anforderungen an den Mähdrescherfahrer sind also vielgestaltig und führen zu einer erheblichen physischen Belastung. Diese Belastung des Fahrers kann durch Regelanlagen, die die Funktionen des Fahrers übernehmen, herabgesetzt werden. Eine Möglichkeit ist die Regelung der Fahrgeschwindigkeit nach dem Durchsatz.

Die zukünftigen Mähdrescher werden sicher wahlweise mit solchen Regelanlagen ausgerüstet sein, und die Zukunft wird erweisen, wieviel dem Benutzer dieser Bedienungskomfort wert ist.

A 7954

## Ein neues Mehrtrommeldreschwerk

In aller Welt bemühen sich Wissenschaftler darum, die bisher durch das Schlagleistendreschwerk gesetzte Leistungsgrenze zu überwinden. Mit diesem Ziel erfolgte die Entwicklung von Kegeldreschwerken, Banddreschern, Luftdruscheinrichtungen (NIA) sowie der vornehmlich sowjetischen Mehrtrommeldreschwerke. Mit der nachstehend beschriebenen Entwicklung stellt der Verfasser ein Dreschwerk für hohen Massendurchlauf von sperrigen Druschgütern vor. Bei einer wesentlichen Verminderung der Leistungsverluste und einfacher Konstruktion erreicht dieses Dreschwerk Durchlaßfähigkeiten von 9 bis 10 kg/s auf 1 m Arbeitsbreite und verdient deshalb Beachtung.

Die Redaktion

Konstruktion und Arbeitsweise der Dreschwerkzeuge von Mähdreschern müssen mit den physikalisch-mechanischen Eigenschaften der abzuerntenden Pflanzen im Stadium ihrer Erntereife übereinstimmen. Bei verschiedenen Pflanzen unterscheiden sich diese Eigenschaften im Druschstadium jedoch derartig voneinander, daß die Anwendung einer üblichen Dreschvorrichtung (z. B. eines Schlagleistendreschwerkes) die Erreichung einer guten Qualität für diese Kulturen nicht zuläßt.

Ein Schlagleistendreschwerk ermöglicht, bei seiner Regelung in Abhängigkeit von den physikalisch-mechanischen Eigen-

\* Institut für landwirtschaftlichen Maschinenbau Rostov/Don (UdSSR)

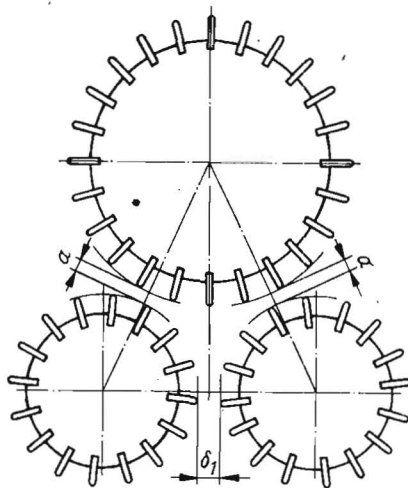


Bild 1. Schema für die Anordnung der Trommeln eines Dreschwerkes für den Drusch der langhalmigen Sonnenblume (Erläuterungen im Text)

schaften der zu dreschenden Pflanzen, die vom Durchschnittsparameter Kornfeuchtigkeit bestimmt werden, beim Drusch vieler landwirtschaftlicher Kulturen ausreichende Kennwerte zu erhalten. Vom Arbeitsprinzip her ist es allerdings für den Drusch tiefschnittiger hochstengliger Pflanzen, die Samen mit geringer mechanischer Festigkeit haben, wenig geeignet. Zu derartigen Pflanzen gehört vor allem die Sonnenblume.

Feldversuche mit dem Mähdrescher SK-4 zeigen, daß die Umdrehungszahl der Trommel bei der Sonnenblumenernte mit normaler Reife (Kornfeuchtigkeit 14 bis 17%) bis auf 9 bis 11 m/s gesenkt werden muß, während der Korb auf den größten Dreschspalt einzustellen ist (Einlauf 48 mm, Auslauf 16 mm). Nur dabei wird Kornbruch in den Grenzen von 1 bis 1,5% gewährleistet, während die Mikrobeschädigungen 15 bis 17% nicht übersteigen. Dabei kann jedoch der MD die Sonnenblumen nur bei einem Durchsatz bis zu 3 kg/s dreschen. Eine Steigerung über 3 kg/s oder der Drusch langhalmiger Pflanzen, besonders bei erhöhtem Feuchtigkeitsgrad (zu Beginn der Ernte), führt zum Abfall der Umdrehungszahl der Trommel oder zum Stopp, was sich negativ auf die Qualität der Arbeit des MD und auf seine technisch-ökonomischen Parameter auswirkt.

Die bei der Sonnenblumenernte festgestellten Nachteile bei MD mit Schlagleistendreschwerken waren Veranlassung, neue prinzipielle Lösungen für die Qualitätsverbesserung des Ausdrusches von Sonnenblumen mit höherem Durchsatz zu suchen.

Im Institut für landwirtschaftlichen Maschinenbau Rostov/Don wurde unter Beteiligung des Autors ein neues Rotordreschwerk entwickelt (Bild 1), das aus drei Trommeln besteht. Dabei wurde die große Trommel (450 bis 460 mm Dmr.) mit zwei kleineren (300 bis 310 mm Dmr.) kombiniert, die die Rolle eines „aktiven“ Korbes übernehmen. Das Aggregat arbeitet nach dem Prinzip des aktiven Massendurchlaufs. Bei der Festlegung des Dreschspaltes zwischen der großen und den kleinen Trommeln auf etwa 20 mm werden die Halme der zu dreschenden Pflanzen nur wenig zerstört, was die Leistungsverluste beim Drusch im Vergleich zum Schlagleistendreschwerk wesentlich verringert (um das 1,5- bis 2fache). Die Blütenkörbe der Sonnenblumen, deren Dicke ungefähr das 1,5fache des mittleren Halmdurchmessers ausmacht, werden durch die Platten der Trommeln auseinandergebogen, wodurch die Abscheidung der Körner beim Drusch erleichtert wird.

Die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel dieses Dreschwerkes für die langstenglige Sonnenblume läßt sich nach

folgender Formel berechnen, die empirisch zusammengestellt wurde:

$$v = v_0 + 0,15 F_k \quad [\text{m/s}] \quad (1)$$

Hierbei bedeutet:

$v_0$  theoretische Geschwindigkeit für den Drusch absolut trockener Pflanzen (9 bis 10 m/s in Abhängigkeit von der Sorte)

$F_k$  Feuchtigkeitsgehalt der Samen der zu dreschenden Pflanzen in %

Die Größe des Dreschspaltes  $a$  (Bild 1) kann nach folgender Formel ermittelt werden:

$$a = 1,5 \cdot 10^{-3} F_k - 0,5 \cdot 10^{-2} \quad [\text{m}] \quad (2)$$

Der Aussonderungsschlitz  $\delta_1$  (Bild 1) wird nach folgender Formel errechnet:

$$\delta_1 = 0,5 \cdot 10^{-2} (1 + 0,3 F_k) \quad [\text{m}] \quad (3)$$

Bei Anwendung dieses Dreschwerks kann die Druschleistung fast um das Doppelte gesteigert und bei trockener Sonnenblume bis auf 5 bis 6 kg/s, bei feuchter bis auf 9 bis 10 kg/s je 1 m Breite des Dreschwerks gebracht werden. Dabei wird die Beschädigung des Samens auf 25 bis 50% und der spezifische Leistungsbedarf für den Drusch ungefähr um 40% gesenkt.

Das neue Dreschwerk wurde unter Feldbedingungen im MD SK-4 überprüft und für die Produktion empfohlen.

AU 7767

## Lagerung von Trockengrüngut in Behältern – neue Erkenntnisse zum Problem der Brückenbildung

Dipl.-Ing. CHR. FURLL, KDT\*

### 1. Problematik

Das Anwendungsgebiet der Behälterlagerung von landtechnischen Schüttgütern konzentriert sich im wesentlichen auf zwei Schwerpunkte:

- Behälter dienen als Zwischenlager vor weiterem Umschlag des Schüttgutes;
- Behälter sind als Pufferspeicher Bestandteil hochmechanisierter Großanlagen, in denen Teilarbeitsgänge des Mischens und Dosierens durchgeführt werden.

Die Vorteile der Behälterlagerung sind:

- Bei der Entnahme von Schüttgütern aus Behältern wird ein schnelles Befüllen von Transportfahrzeugen gewährleistet;
- wegen ihrer punktförmigen Abgabe können Behälter Ausgangspunkt für ein geschlossenes, stationäres Mechanisierungssystem sein;
- die Entnahme aus Behältern ermöglicht eine Vordosierung.

Für Trockengrüngut werden Behälter hauptsächlich zur Zwischenlagerung eingesetzt. Durch die besonderen physikalisch-mechanischen Eigenschaften ergeben sich Probleme vor allem bei der Entnahme. Beim Ausfließen von Pellets aus Behältern entsteht Abrieb, der durch konstruktive Maßnahmen auf ein Minimum reduziert werden muß. Bei Pellets von geringer Festigkeit und hohem Abriebanteil besteht die Gefahr der Brückenbildung in den Behälterausläufen.

### Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen:

$d_A$	Auslaufquerschnitt in $\text{m}^2$
$a$	Auslauf- oder Bunkeraktivität in %
$D$	Behälterdurchmesser in m
$d_A$	Durchmesser des Auslaufquerschnittes in m
$d_K$	maximaler Korndurchmesser in m
$f_c$	Scherbruchspannung des Schüttgutes in $\text{kp/cm}^2$
$H$	Fließfaktor
$g$	Erdbeschleunigung in $\text{m/s}^2$
$H$	Behälterhöhe in m
$K$	Rankinsches Grenzspannungsverhältnis: $\tan^2(45^\circ - \varphi_1/2)$
$k$	Vergrößerungsfaktor
$L_{\text{max}}$	maximale Seitenlänge des Behälterquerschnittes in m
$m$	Masse in kg
$p_v$	vertikaler Füllgutdruck in $\text{N/m}^2$
$p_h$	horizontaler Füllgutdruck in $\text{N/m}^2$
$z$	vertikale Behälterkoordinate in m, am Füllgutspiegel $z = 0$
$\beta$	Schüttwinkel in °
$\mu_w$	Reibungskoeffizient zwischen Füllgut und Behälterwandung
$\rho_s$	Schüttdichte in $\text{kg/m}^3$
$\sigma$	Normalspannung in $\text{kp/cm}^2$
$\varphi_1$	innerer Reibwinkel des Schüttgutes in °
$\omega$	hydraulischer Radius in m

### 2. Berechnungsgrundlagen für die Bemessung von Silos und Bunkern

Die grundlegenden Erkenntnisse für die Berechnung der Füllgutdrücke in Silos wurden 1895 von JANSSEN [1] gewonnen. Er stellte durch Betrachtung der Gleichgewichtsbedingungen an einer Elementarschicht des Füllgütorkörpers folgende Gleichungen für den Vertikal- und Horizontaldruck auf:

Vertikaldruck:

$$p_v = \frac{\rho_s \cdot g \cdot \omega}{K \cdot \mu_w} \left( 1 - e^{-\frac{z \cdot K \cdot \mu_w}{\omega}} \right) \quad (1)$$

Horizontaldruck:

$$p_h = \frac{\rho_s \cdot g \cdot \omega}{\mu_w} \left( 1 - e^{-\frac{z \cdot K \cdot \mu_w}{\omega}} \right) \quad (2)$$

Die Janssenschen Gleichungen sind für die Ruhedrucke in Silozellen etwa zutreffend. Die auftretenden Drücke beim Befüllen und besonders beim Entleeren sind jedoch wesentlich höher. Trotz zahlreicher Untersuchungen konnte hierfür noch keine vollgültige Theorie geschaffen werden. Die sowjetische Norm TU 124-56 berücksichtigt dynamische Einflüsse durch Multiplikation der Gleichungen (1) und (2) mit einem Korrekturwert  $a$ , der je nach Schüttgutart und Füllstandshöhe Werte zwischen 1 und 2 annimmt [2].

PIEPER und WENZEL [3] haben ausgehend von der Tatsache, daß die größten horizontalen Drücke und Wandreibungsdrücke beim Entleeren auftreten, getrennte Wandreibungswinkel in den Gleichungen (1) und (2) für das Befüllen und Entleeren eingeführt. Diese Erkenntnisse sind in DIN 1055 verankert. Eine TGL-Norm für die Berechnung von Silos existiert nicht.

Bunker haben gegenüber Silos ein geringeres Höhen/Querschnittsverhältnis. Nach der sowjetischen Norm TU 124-56 gilt für Bunker:

$$H < 1,5 D$$

$$\text{bzw. } H < 1,5 L_{\text{max}} \quad (3)$$

Aufgrund der gegebenen Größenverhältnisse werden bei der Berechnung der vertikalen und horizontalen Füllgutdrücke in Bunkern die Wandreibungseinflüsse und auch die dynamischen Einflüsse beim Befüll- und Entleerungsvorgang vernachlässigt, so daß folgende Gleichungen gelten:

Vertikaldruck:

$$p_v = \rho_s \cdot g \cdot z \quad (4)$$

Horizontaldruck:

$$p_h = K \cdot \rho_s \cdot g \cdot z \quad (5)$$

\* Sektion Landtechnik der Universität Rostock (Direktor: Prof. Dr.-Ing. habil. CHR. EICHLER)