

Überprüfbarkeit

Die Überprüfbarkeit der Maschinen ist möglich, jedoch nicht immer ohne Demontage von Baugruppen. In Zusammenarbeit mit dem KfL Görlitz/Niesky wurde die Überprüfungsvorschrift für den Mähdrescher E 516 erarbeitet. Das Ingenieurbüro für Vorbeugende Instandhaltung Dresden übernahm die Untersuchung zur Anwendbarkeit handelsüblicher Prüfgeräte. Infolge der Bearbeitung von 5 Forderungen wurden Anschlußmöglichkeiten für Prüfgeräte an Hydraulik- und Motorbaugruppen geschaffen.

Instandsetzungsseignung

Der Mähdrescher E 516 ist für die operative und spezialisierte Instandsetzung geeignet. Zu jeder Maschine wird ein Universalabzieher mitgeliefert.

Aus der Probeinstandsetzung wurden 46 Forderungen bezüglich der Demontage- und Montageverbesserungen eingearbeitet. Ziele waren Verbesserung der Zugänglichkeit an Verschraubungen, bessere Verlegung von elektrischen und hydraulischen Leitungen und bessere Voraussetzungen für den Einsatz von Demontagehilfsmitteln (Abzieher und Hebezeuge).

Austauschbarkeit und Standardisierung

Die laut technisch-ökonomischer Konzeption vorgegebene Kennziffer U_z zur Verwendung von Zeichnungsteilen aus anderen Erzeugnissen mit $U_z = 20\%$ wird beim E 516 mit 4% übererfüllt. Über 424 Baugruppen und Einzelteile des Mähdreschers E 516 sind als Wiederholteile enthalten; das entspricht einem Wiederholteilkoeffizienten von $W_f = 2,12$. W_f stellt den Gesamtwiederholteilkoeffizienten von gezeichneten Einzelteilen im Erzeugnis einschließlich der aus anderen Erzeugnissen übernommenen Einzelteile dar.

6. Zusammenfassung

Am Mähdrescher E 516 führten vielseitige Untersuchungen zur Durchsetzung der instandhaltungsgerechten Konstruktion und damit zur Erfüllung der Anforderungen der Landwirtschaft. Diese Untersuchungen des Kombinats werden bis zwei Jahre nach Beginn der Serienproduktion des Mähdreschers E 516 fortgesetzt, um auch mit den Serienerzeugnissen eine hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit nachzuweisen.

A 1254

Verungleichmäßigungen in der Dreschgutzuführung — Störquellen im Druschprozeß

Dozent Dr.-Ing. H. Regge, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik
Dipl.-Ing. L. Voß, KDT, VEB Kombinat Fortschritt — Landmaschinen — Neustadt in Sachsen

1. Einleitung

Allgemein bekannt ist, daß ein Prozeßablauf durch instationäre Eingangsgrößen negativ beeinflusst wird. Im Mähdruschprozeß sind es vor allem Bestandsunterschiede, Schwankungen der Arbeitsbreite und der Fortschrittsgeschwindigkeit sowie Richtungsänderungen, Geschwindigkeitssprünge und andere Erscheinungen innerhalb der Zuführstrecke bis zum Einzugs spalt der Drescheinrichtung, die den Gutstrom verungleichmäßiggen, die indizierte Leistung vergrößern und die effektive Leistung, insbesondere die Kornabscheidung durch den Dreschkorb und die Reinheit des abgeschiedenen Kornes, herabsetzen.

Durch gezielte Untersuchungen an einer stationären Dreschanlage sind die Wirkungen einiger wesentlicher Einflußgrößen dieser Art auf die vorgenannten Bewertungsgrößen des Druschprozesses analysiert worden, um die Grundlagen der konstruktiven Entwick-

lung von Mähdrescher-Zuführeinrichtungen zu vervollständigen. Darüber hinaus sollen die Ergebnisse dem Betreiber von Mähdreschern Einblick in die Wirkvorgänge vor dem eigentlichen Druschprozeß gewähren und zu einem effektiveren Maschineneinsatz anregen.

2. Versuchsaufbau

Für das experimentelle Arbeitsprogramm stand eine stationäre Schlagleistendrescheinrichtung zur Verfügung, wie sie im Mähdrescherbau derzeit üblich ist. Die Dreschtrommel wurde bei den Versuchen mit einer konstant eingestellten Umfangsgeschwindigkeit von 35 m/s betrieben. Die Dreschgutzufuhr erfolgte mit Hilfe eines Bandtrommelförderers [1], der zur Realisierung einer ein- oder zweistufigen Beschickung in 2 Varianten betrieben werden konnte (Bild 1). Zur Verwirklichung unterschiedlicher Beschickungsfunktionen wurde das Förderband sowohl mit konstanter Belegung (kg/m^2) als auch mit periodisch wechselnder Maximal- und Minimalbelegung (annähernde Rechteckfunktion) entsprechend Bild 2 beschichtet. Charakterisiert werden solche Beschickungsfunktionen durch die Periodenlänge l , durch die Scheitelwerte $q_{s \max}$, $q_{s \min}$ und den Mittelwert $q_{s \text{mit}}$ der Belegung sowie durch den daraus abgeleiteten Ungleichmäßigkeitsgrad der Belegung

$$\delta_s = \frac{q_{s \max} - q_{s \min}}{2 q_{s \text{mit}}} \quad (1)$$

Als Dreschgut diente abgelagerter, mit dem Mähbinder geernteter Weizen der Sorte Fakir, dessen mittlere Halmlänge bei 730 mm lag. Korn- und Strohfeuchte bewegten sich zwischen 16 und 18%. Unter diesen Bedingungen waren in allen Versuchen die Ausdruschverluste so gering, daß ein vollkommener Ausdrusch

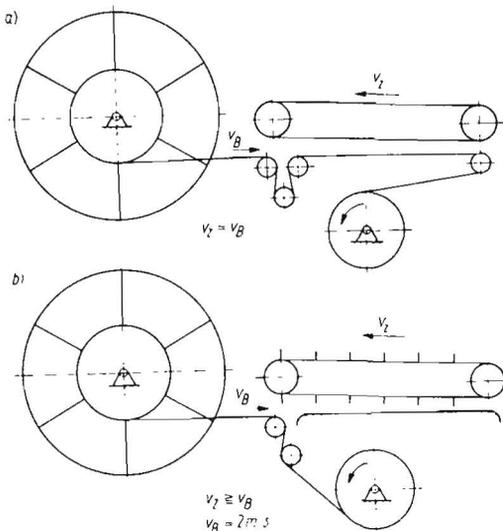
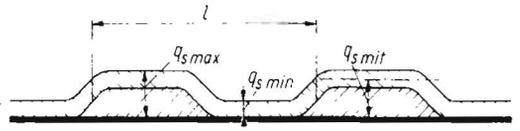


Bild 1
Zuführeinrichtung:
a) einstufig
b) zweistufig

Bild 2
Methodik ungleichförmiger Dreschgutbelegung



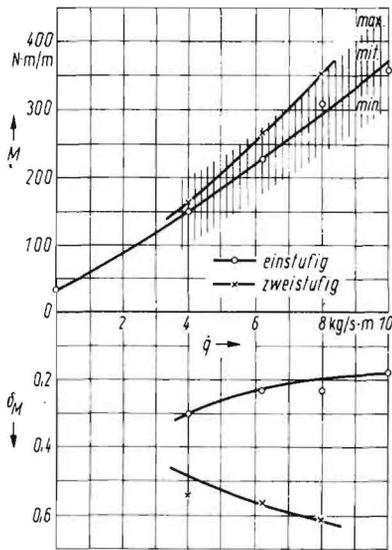


Bild 3. Mittleres spezifisches Dreschtrommel-drehmoment M und Ungleichförmigkeitsgrad δ_M in Abhängigkeit von der spezifischen Durchsatzleistung \dot{q} ; $v_z = 4 \text{ m/s}$, $\delta_s = 0$

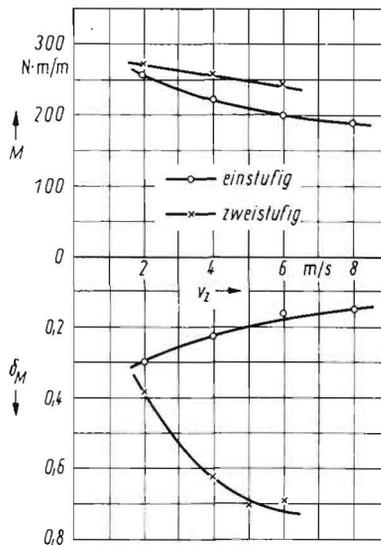


Bild 4. Mittleres spezifisches Dreschtrommel-drehmoment M und Ungleichförmigkeitsgrad δ_M in Abhängigkeit von der Zuführgeschwindigkeit v_z ; $\delta_s = 0$, $\dot{q} = 6,25 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$

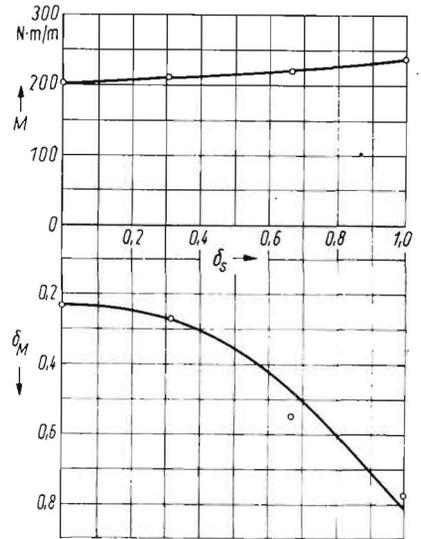


Bild 5. Mittleres spezifisches Dreschtrommel-drehmoment M und Ungleichförmigkeitsgrad δ_M in Abhängigkeit vom Ungleichförmigkeitsgrad δ_s der Bandbelegung bei einstufiger Zuführung; $v_z = 6 \text{ m/s}$, $\dot{q} = 6,25 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$, $l = 4 \text{ m}$

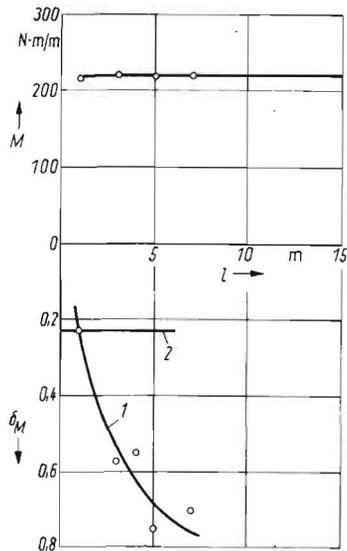


Bild 6. Mittleres spezifisches Dreschtrommel-drehmoment M und Ungleichförmigkeitsgrad δ_M in Abhängigkeit von der Periodenlänge l ; $v_z = 6 \text{ m/s}$, $\dot{q} = 6,25 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$, $\delta_s = 0,67$ (Kurve 1), $\delta_s = 0$ (Kurve 2)

unterstellt werden konnte. Ermittelt wurden dagegen als Kenngrößen der indizierten Leistung das mittlere spezifische, d. h. das auf 1 m Kanalbreite bezogene Antriebsdrehmoment der Dreschtrommel M in $\text{N} \cdot \text{m/m}$ und der Ungleichförmigkeitsgrad des Antriebsdrehmoments.

$$\delta_M = \frac{\sum (M_{\max} - M_{\min})_i}{2 i M} \quad (2)$$

Auf eine Ermittlung der spezifischen Antriebsleistung wurde verzichtet, da mit annähernd konstanter Trommeldrehzahl gearbeitet wurde und demzufolge das Leistungsverhalten durch die Drehmomentenkennlinien hinreichend charakterisiert wird. Zur Kennzeichnung der effektiven Leistung dienen:

— der Grad der Kornabscheidung durch den Dreschkorb

$$A = \frac{m_{KK}}{m_K} \quad (3)$$

— der Reinheitsgrad des durch den Dreschkorb abgeschiedenen Kornes

$$R = \frac{m_{KK}}{m_{KK} + m_{BK}} \quad (4)$$

In den Gleichungen (3) und (4) bedeuten:

m_K ausgedroschene Körnermasse

m_{KK} vom Dreschkorb abgeschiedene Körnermasse

m_{BK} vom Dreschkorb abgeschiedene Beimengungsmasse.

3. Energetisches Verhalten der Dreschtrommel

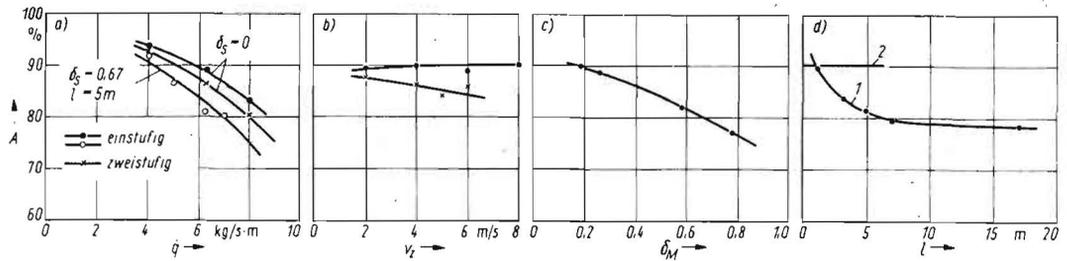
Das energetische Verhalten der Dreschtrommel bei ein- und zweistufiger Zuführung des Druschgutes und in Abhängigkeit von der Durchsatzleistung \dot{q} , der Zuführgeschwindigkeit v_z , der Ungleichförmigkeit der Schichtdicke δ und der Periodenlänge l wird durch die Bilder 3 bis 6 charakterisiert. Bild 3 zeigt in seinem oberen Teil den bekannten schwach progressiven Anstieg des mittleren spezifischen Antriebsdrehmoments der Dreschtrommel mit zunehmender Durchsatzleistung. Die eingetragene durchschnittliche Variationsbreite des zeitlichen Momentenverlaufs bei einstufiger Zuführung macht deutlich, daß die der Dreschtrommel zugeführte Getreideschicht als nicht fließfähiger Stoffstrom von dieser nicht kontinuierlich angenommen wird. Vielmehr kommt es aufgrund des Sprunges zwischen der Zuführ- und Trommelumfangsgeschwindigkeit selbst schon bei völlig gleichmäßiger Schichtung zu einem portionsweisen Einziehen des Getreides in den Dreschraum. Diese Portionierung verursacht die zeitliche Änderung des Antriebsdrehmoments, regt das System zu Schwingungen an und erhöht die Materialbeanspruchung der im Energiefluß liegenden Bauteile. Gekennzeichnet wird dieser zeitlich sich ändernde Verlauf des Antriebsdrehmoments durch den Ungleichförmigkeitsgrad δ_M (Bild 3 unten). Bei einstufiger Beschickung fällt er mit zunehmender Durchsatzleistung progressiv ab, da die Momentenausschläge bei zunehmender Durchsatzleistung nur geringfügig ansteigen.

Ein zweiter dem Einzugspsalt vorgelagerter Geschwindigkeitsprung im Stoffstrom in Form der zweistufigen Zuführung bewirkt bereits eine Verleichmäßigung der Getreidebeschickung innerhalb der Zuführstrecke und damit eine Erhöhung des mittleren spezifischen Antriebsdrehmoments der Dreschtrommel. Stärker ist der Einfluß dieser Geschwindigkeitsstufung auf die Größe und den Charakter der Ungleichförmigkeit des Antriebsdrehmoments. Im Gegensatz zur einstufigen Zuführung wächst der Ungleichförmigkeitsgrad δ_M mit zunehmender Durchsatzleistung erheblich an, was eine stärkere dynamische Belastung der im Energiefluß liegenden Bauteile zur Folge hat.

Steigt die Zuführgeschwindigkeit des Druschgutes im Verhältnis zur Umfangsgeschwindigkeit der Dreschtrommel, dann verringert sich der Geschwindigkeitsprung am Einzugspsalt, und das mittlere spezifische Antriebsdrehmoment M sowie der Ungleich-

Bild 7

Kornabscheidung A
in Abhängigkeit von der
a) spezifischen
Durchsatzleistung \dot{q} ;
 $v_z = 4 \text{ m/s}$
b) Zuführge-
schwindigkeit v_z ;
 $\dot{q} = 6,25 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$,
 $\delta_s = 0$



c) Ungleichförmigkeit δ_M ; einstufige, ungleichförmige Zuführung, $v_z = 6 \text{ m/s}$, $l = 5 \text{ m}$

d) Periodenlänge l ; einstufige Zuführung, $v_z = 6 \text{ m/s}$, $\dot{q} = 6,25 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$, $\delta_s = 0,67$ (Kurve 1), $\delta_s = 0$ (Kurve 2)

förmigkeitsgrad δ_M sinken degressiv ab (Bild 4). Anders geartet liegen auch hier die Verhältnisse, wenn die Zuführung zweistufig erfolgt. Die Energieeinsparung mit zunehmender Zuführgeschwindigkeit ist bedeutend geringer als im ersten Fall. Die Momentenausschläge weisen einen rapiden Anstieg auf, der erst bei Geschwindigkeitswerten von 5 bis 6 m/s abzuklingen beginnt. Ganz offensichtlich verursacht die 2. Stufe mit zunehmender Zuführgeschwindigkeit eine so starke Portionierung des Getreidestroms, die ihrerseits die positiven Auswirkungen der Vergleichmäßigung am Einzugsspalt weit überdeckt.

Um die Auswirkungen einer portionsweisen Dreschtrommelbeschickung auf die beiden energetischen Bewertungsgrößen noch eingehender aufzudecken, wurden diesbezüglich Untersuchungen mit Bandbelegungen entsprechend Bild 2 und einstufiger Zuführung vorgenommen. Aus den Ergebnissen (Bild 5) geht hervor, daß das mittlere spezifische Drehmoment bei einer gegebenen mittleren Durchsatzleistung nur geringfügig mit der Verungleichmäßigung der Schichtdicke zunimmt. Die Ursache dafür ist die schwach progressive M - \dot{q} -Charakteristik der Drescheinrichtung (Bild 3). Beachtlich ist dagegen die progressiv steigende Verungleichmäßigung des Dreschtrommelantriebsdrehmoments δ_M in Abhängigkeit vom Ungleichförmigkeitsgrad der Bandbelegung δ_s . Sie erklärt rückblickend auch den rapiden Anstieg des Ungleichförmigkeitsgrades δ_M bei zunehmender Zuführgeschwindigkeit in einer zweistufigen Beschickung (Bild 4). Ebenso bleibt die Periodenlänge der Bandbelegung ohne Einfluß auf das mittlere spezifische Antriebsdrehmoment (Bild 6). Der Ungleichförmigkeitsgrad δ_M steigt jedoch mit zunehmender Periodenlänge außerordentlich stark an und es scheint, daß dieser Anstieg erst bei Periodenlängen von etwa 7 m abzuklingen beginnt. Zu beachten ist die Erscheinung, daß eine ungleichförmige Schicht mit einer Periodenlänge von 1 m bereits wie eine gleichmäßige mittlere Schichtdicke bearbeitet wird, da in diesem Fall gleiche Momentenausschläge auftreten.

4. Kornabscheidung durch den Dreschkorb

Die Beeinflussung des Korndurchgangs durch den Dreschkorb in Abhängigkeit von der Durchsatzleistung, der Zuführgeschwindigkeit und der Ungleichmäßigkeit der Bandbelegung wird im Bild 7 dargestellt. Im Bild 7a sind neben der bekannten Abscheidefunktion $A = f(\dot{q})$ für eine einstufige, gleichförmige Beschickung auch zwei Kennlinien für ungleichförmige Zuführung eingetragen. Man erkennt, daß die Portionierung in der Zuführstrecke bei zweistufiger Beschickung trotz erhöhten Energieaufwands eine geringere Kornabscheidung zur Folge hat und daß die Differenz mit zunehmender Durchsatzleistung größer wird. Die systematische Portionierung mit $\delta_s = 0,67$ und $l = 5 \text{ m}$, die zu einer noch größeren Verschlechterung der Kornabscheidung geführt hat, deutet darauf hin, daß die Ungleichförmigkeit δ_s und die Periodenlänge l markante Einflußgrößen für die Durchlaßfähigkeit des Dreschkorbs sind.

Sehr interessant ist, daß bei einstufiger, gleichförmiger Beschickung durch die Verringerung des Geschwindigkeitssprungs am Einzugsspalt keine nennenswerte Verbesserung der Kornabscheidung durch den Dreschkorb erreicht wurde (Bild 7b). Dagegen weist die Kennlinie für die zweistufige Zuführung wegen der steigenden Verungleichmäßigung der Beschickung mit zu-

nehmender Zuführgeschwindigkeit einen beachtlichen Rückgang der Kornabscheidung auf. Geschwindigkeitssprünge in der Förderstrecke sind also nicht nur aus energetischer Sicht, sondern auch wegen der negativen Einwirkung auf die Arbeit der Drescheinrichtung grundsätzlich von Nachteil und demzufolge soweit als möglich abzubauen. In anderer Form wird das letztgenannte Ergebnis im Bild 7c dargestellt. Wenn also eine wachsende Zuführgeschwindigkeit in einer zweistufigen Beschickung aufgrund von Portionierungsvorgängen im Bereich der Sprungstelle zu einer Verschlechterung der Kornabscheidung durch den Dreschkorb führt, dann muß eine systematische Verungleichmäßigung der Belegung in einer einstufigen Zuführstrecke zu prinzipiell gleichen Ergebnissen führen. Und wie man aus Bild 7c ersieht, wird dieser Schluß vollauf bestätigt. Den Einfluß der Periodenlänge auf den Grad der Körnerabscheidung durch den Dreschkorb zeigt Bild 7d. Gegenüber einer gleichförmigen Beschickung verschlechtert sich die Kornabscheidung um so mehr, je länger die Beschickungsperioden sind. Die Funktion strebt jedoch einem Endwert zu, der bei etwa $l = 7 \text{ m}$ erreicht wird. Offensichtlich reagiert die Drescheinrichtung auf kurzzeitige Beschickungsschwankungen weniger als auf langwellige. In der Darstellung ist erkennbar, daß die Drescheinrichtung die ungleichförmige Belegung mit $\delta_s = 0,67$ und $l = 1 \text{ m}$ bereits so wie einen gleichförmigen Gutstrom mittlerer Durchsatzleistung bearbeitet hat.

Über den Einfluß der Versuchsparameter auf den Reinheitsgrad des vom Korb abgetrennten Korns konnten keine eindeutigen Aussagen gewonnen werden. Es hat aber den Anschein, daß der Reinheitsgrad, wenn überhaupt, dann nur unbedeutend durch Verungleichmäßigungen in der Zuführung beeinträchtigt wird.

5. Zusammenfassende Schlußfolgerungen

Mit Hilfe einer stationären Versuchs Drescheinrichtung wurde der Einfluß von Verungleichmäßigungen in der Zuführstrecke auf das energetische Verhalten der Dreschtrommel und auf die Kornabscheidung durch den Dreschkorb untersucht. Es zeigte sich, daß Getreide als fadenförmiger Stoff in einem Gutstrom durch Bewegungsänderungen portioniert wird. Solche Verungleichmäßigungen führen zu einer erhöhten Energieaufnahme der Dreschtrommel, wobei die Beanspruchungsausschläge als dynamischer Lastanteil schneller zunehmen als das Mittel der Energiezufuhr. Andererseits verringert sich bei ungleichmäßiger Beschickung der Drescheinrichtung der Grad der Kornabscheidung durch den Dreschkorb, wobei auch die Länge der Beschickungsperioden von Einfluß ist. Auf die Reinheit des abgetrennten Korns üben Verungleichmäßigungen keinen gesichert festgestellten Einfluß aus.

Verungleichmäßigungen sind in jeder Weise für den Dreschprozeß nachteilig. Deshalb ist der Nutzeffekt der Mechanisierung durch entsprechende Maßnahmen in der konstruktiven Entwicklung und im Einsatz zu steigern.

Literatur

- [1] Kugler, K.: Konstruktion einer Zuführeinrichtung zum Beschicken eines Versuchsstandes mit Halmgut. agrartechnik 25 (1975) H. 3, S. 145—146.
A 1242