

Die Leistungsfähigkeit eines Mähdreschers hängt entscheidend von der Abscheideleistung des Dreschkorbs ab.

Die Körnerabscheidung durch den Dreschkorb ist ein komplizierter Prozeß, der von vielen Faktoren beeinflusst wird und durch die Eigenschaften des zu behandelnden Materials, durch die Beschickung mit Getreidemasse sowie durch die kinematischen und geometrischen Parameter des Dreschwerks bestimmt wird.

Ausdrusch und Kornabscheidung in den verschiedenen Dreschkorbzonen

Durch Untersuchungen hat man festgestellt, daß das Verhältnis der Abscheideintensität der Körner in der Krümmungslänge des Dreschkorbs zu den Körnern insgesamt, die den untersuchten Teil des Dreschkorbs erreichen (spezifischer Abscheidungskoeffizient μ'), nicht gleich ist in den verschiedenen Zonen des Dreschraums (Bild 1). Diese Zonen sind nach dem Umschlingungswinkel der Trommel durch den Dreschkorb ermittelt worden. In der ersten Zone ist μ' kleiner als in den anderen. Mit ausreichender Genauigkeit kann angenommen werden, daß μ' für einen bestimmten Betriebszustand (Umfangsgeschwindigkeit der Punkte auf der Schlagleiste $U = 30$ m/s, Dreschspalt zwischen der Korb- und Trommel-leiste am Eingang zum Dreschraum $\Delta_1 = 16 + 17$ mm und am Ausgang $\Delta_2 = 4 + 5$ mm) in allen Zonen außer der ersten konstant ist. Die aufgezeigte Gesetzmäßigkeit, wonach die Kornabscheidung sich verändert, erklärt sich vor allem dadurch, daß in den ersten Zonen des Dreschraums nicht die Gesamtheit der Körner aus den Ähren ausgedroschen wird. Am Anfang des Dreschraums hängt der Ausdrusch ϵ von der Zahl n der Schläge auf die Ähre mit den Schlagleisten der Trommel ab. Die Zunahme des Ausdruschs in der Krümmung des Korbs ist proportional zur Erhöhung der Schlagzahl und der Menge der nicht ausgedroschenen Körner;

$$\frac{dn}{dn} = k(1 - \epsilon) \quad (1)$$

wobei k ein Proportionalitätsfaktor ist.

Die Anzahl der Schläge auf die Ähren wird in Abhängigkeit von der Länge l des Dreschkorbabschnitts durch folgende Formel ausgedrückt:

$$n = \frac{l + l_k}{\nu S} U - \frac{l}{S} + 1 \quad (2)$$

* Moskauer Hochschule für Landwirtschaft „V. P. Gorjatschkin“

¹ Vortrag auf der Wissenschaftlich-technischen Tagung „Getreideernte und -lagerung“ vom 9. bis 11. März 1972 in Dresden

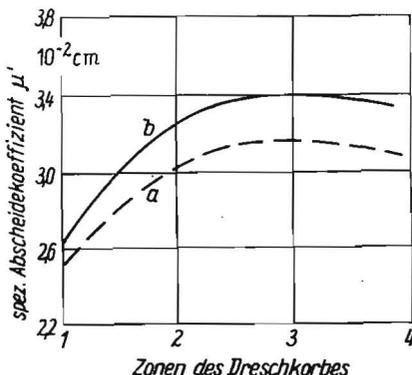
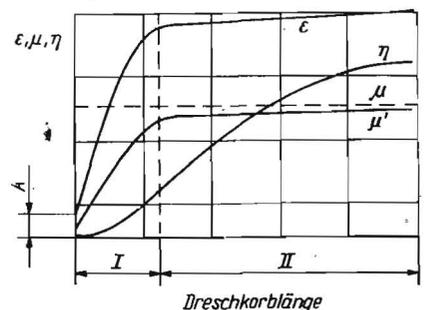


Bild 1
Veränderung des Abscheidungskoeffizienten bei Weizen in verschiedenen Dreschkorbsegmenten; a Sorte PLG-186, b Sorte Mironowskaja 808

Bild 2
Ausdrusch ϵ , Kornabscheidung η und spezifischer Abscheidungskoeffizient μ' in verschiedenen Dreschkorbsegmenten



Dabei bedeuten:

- l_k Länge der Ähren
- S Abstand der Schlagleisten
- ν Geschwindigkeit der Ähren.

Die Geschwindigkeit der Ähren ist in den unterschiedlichen Zonen des Dreschkorbs nicht gleich. Beim Zuführen von Getreidemasse mit den Ähren nach vorn ist die Geschwindigkeit zu Beginn des Dreschkorbs konstant und beträgt etwa 3,2 bis 6,1 m/s, nimmt später jedoch zu.

Da der Hauptanteil der Körner (90 bis 95 Prozent) in den ersten 5 bis 7 cm des Dreschkorbs ausgedroschen werden, ist mit ausreichender Genauigkeit anzunehmen, daß der Ausdrusch den Abscheideprozeß nur in den ersten Zonen des Dreschraums beeinflusst, wo $\nu = \text{const.}$ ist.

Wird die Formel 2 differenziert, ergibt sich

$$dn = \left(\frac{U}{\nu S} - \frac{1}{S} \right) dl \quad (3)$$

Setzt man diesen Ausdruck für dn in Formel 1 ein und löst sie dann nach ϵ auf, so ist das Ergebnis:

$$\epsilon = 1 - (1 - A) e^{-k \left(\frac{U}{\nu S} - \frac{1}{S} \right) l}$$

oder

$$\epsilon = 1 - (1 - A) e^{-kml} \quad (4)$$

Hierbei bedeuten:

A Anzahl der ausgedroschenen Körner, die in den Dreschraum gelangt sind und

$$m = \frac{U}{\nu S} - \frac{1}{S}$$

Gleichung 4 stellt eine Funktion dar, die im Anfangsbereich des Umschlingungswinkels intensiv anwächst (Zone I, Bild 2). Die Zunahmegeschwindigkeit ϵ hängt vom Parameter k ab, der durch die Eigenschaften der Getreidemasse sowie durch die geometrischen und Einstellparameter des Dreschkorbs

bestimmt wird. Wenn die Relation $\frac{U}{\nu}$ zunimmt, wächst die Funktion ϵ um so intensiver, je kleiner S ist.

Die intensive Zunahme der Funktion ϵ in Abhängigkeit von l zeigt, daß die Hauptmasse der Körner in den ersten Zonen des Dreschkorbs ausgedroschen wird. Aus diesem Grund ist die Abscheidung in diesen Zonen geringer als in den nachfolgenden. Aus dem eben Dargelegten kann man folgern, daß dem Durchgang der Körner durch die Öffnungen des Dreschkorbs (Zustand 3) der Zustand 1 (Nichtausdrusch) und der Zustand 2 (Bewegung der Körner im Stroh) vorausgehen.

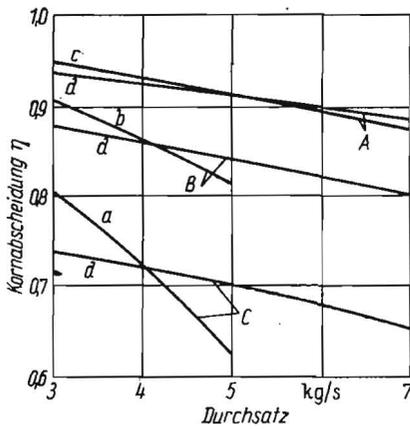
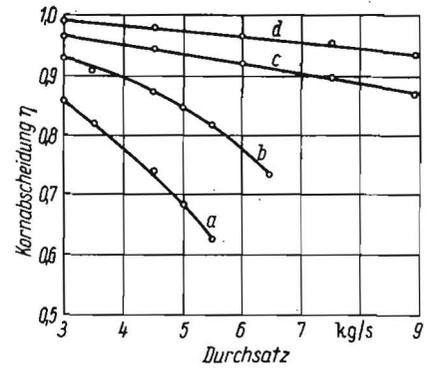


Bild 3
Abhängigkeit der Kornabscheidung vom Durchsatz und von der Dreschkorblänge. Dreschkorblänge: A 780 mm, B 526 mm, C 270 mm; Dreschtrommeldurchmesser: a 275 mm, b 550 mm, c 830 mm, d 1 265 mm

Bild 4
Abhängigkeit der Kornabscheidung von Durchsatz und Dreschtrommeldurchmesser (Umschlingungswinkel $\alpha = 105^\circ$); Dreschtrommeldurchmesser: a 275 mm, b 550 mm, c 830 mm, d 1 265 mm



Wenn man annimmt, daß die Wahrscheinlichkeit des Übergangs der Körner aus dem Zustand 2 in den Zustand 3 auf dem Elementarabschnitt des Dreschkorbs gleich μ ist (Abscheidekoeffizient), dann kann man die Veränderung des Körnerzustands durch folgende Gleichungen beschreiben:

$$\begin{aligned} \frac{d\lambda}{dl} &= (1 - \epsilon) km - \mu \lambda \\ \frac{d\eta}{dl} &= \mu \lambda \end{aligned} \quad (5)$$

Hierin sind:

$(1 - \epsilon)$; λ ; η die Wahrscheinlichkeiten für die Körner in den Zuständen 1, 2 bzw. 3.

Löst man das Gleichungssystem 5 auf, so ergibt sich folgender Ausdruck zur Bestimmung der Vollständigkeit für die Abscheidung der Körner in den ersten Zonen des Dreschkorbs:

$$\eta = 1 - \frac{1 - A}{km \cdot \mu} (km e^{\mu l} - e^{kml}) - Ae^{\mu l} \quad (6)$$

Die Funktion $\eta(l)$ nimmt intensiv bei kleinen Werten von l zu. Mit Zunahme der Entfernung vom Eingang in den Dreschraum verhält sich die relative Abscheideintensität wie

$$\frac{d\eta}{dl\eta} \rightarrow \mu$$

Die Werte $\eta(l)$ sind um so größer, je weiter die Werte A und km anwachsen. Die Veränderung von A im Bereich 0 bis 1 erhöht jedoch die Vollständigkeit der Kornabscheidung in den ersten Zonen des Dreschkorbs um das 1,3- bis 1,5fache. Infolgedessen steigt die Gesamtabscheidung der Körner durch das Dreschwerk insgesamt um 2 bis 4 Prozent an. Die Zunahme des Parameters km erhöht unbedeutend die Abscheideleistung des Dreschkorbs. So nimmt bei einer Zunahme von km um das 2fache der Kornabgang im Stroh um 10 bis 15 Prozent ab. Eine beträchtliche Erhöhung der Funktion η kann durch Zunahme des Abscheidekoeffizienten μ erreicht werden oder durch die Verlängerung der Korblänge.

Einfluß von Umschlingungswinkel, Korbdurchmesser und Einstelldaten

Die Korblänge nimmt praktisch direkt proportional zur Erhöhung des Umschlingungswinkels der Trommel und des Trommeldurchmessers zu. Es ist nicht zweckmäßig, den Umschlingungswinkel am Ausgang der Getreidemasse über 95° (von der Senkrechten) zu erhöhen, da das ein häufiges Verstopfen des Dreschwerks bei der Ernte langstenglicher feuchter Getreidearten hervorruft. Die Erhöhung des Umschlingungswinkels am Eingang erschwert die Beschickung des Dreschwerks eines Mähdreschers (d. h., die Möglichkeiten, die Länge des Dreschkorbs durch Vergrößerung des Umschlingungswinkels zu erhöhen, sind gewissermaßen

beschränkt). Betrachten wir die Vollständigkeit der Kornabscheidung bei einer Zunahme der Korblänge zuungunsten des Trommeldurchmessers. Die Körnerabscheidung in den Dreschwerken mit unterschiedlichen Trommeldurchmessern hängt nicht nur von der Korblänge, sondern auch vom Parameter (D_s) ab. Im Bild 3 ist die Gesetzmäßigkeit der Kornabscheidung in Abhängigkeit von der Beschickungsgröße am Beispiel der Weizensorte „Mironovskaja 808“ dargestellt (Strohfeuchtigkeit $W_c = 13 + 16$ Prozent, Kornfeuchte

$$W_3 = 12 + 15 \text{ Prozent, Korn-Stroh-Verhältnis } \frac{1}{1,2 + 1,4},$$

wobei paarweise Dreschwerke mit Dreschtrommeln unterschiedlichen Durchmessers verglichen werden. Die Korblänge ist in jedem Fall gleich).

Aus Bild 3 geht hervor, daß für alle Dreschwerke die Kornabscheidung η mit erhöhter Zufuhr von Getreidemasse q abnimmt. Am stärksten verändert sich die Funktion $\eta(q)$ bei kleinen Trommeln. Wenn die Beschickung mit Getreidemasse 3 kg/s nicht übersteigt, ist die Vollständigkeit der Kornabscheidung durch den Korb bei dessen gleicher Länge höher als bei Dreschwerken mit kleinen Trommeln. Bei einer Beschickung über 4 kg/s verändert sich die Abhängigkeit, dann wird in Dreschwerken mit größeren Trommeldurchmessern mehr Getreide abgeschieden. Bei Dreschtrommeln mit Durchmessern von $D = 830$ und 1265 mm und einer Korblänge von 780 mm ist jedoch die Vollständigkeit der Kornabscheidung im Beschickungsbereich von 3 bis 7 kg/s praktisch gleich.

Die aufgezeigte Gesetzmäßigkeit des Abscheideprozesses bei gleicher Korblänge und unterschiedlichen Trommeldurchmessern wird durch den Ausbruch der Getreidemasse und deren Bewegung im Dreschraum bestimmt.

Filmuntersuchungen haben ergeben, daß bei Dreschtrommeln mit kleinem Durchmesser die mittlere Geschwindigkeit der Stengelgruppe am Eingang in den Dreschraum geringer ist als bei Dreschwerken mit größeren Trommeln. Infolgedessen wird das Getreide zu Beginn des Korbs um so intensiver ausgedroschen, je kleiner der Trommeldurchmesser ist. Außerdem nimmt bei einer Erhöhung der Krümmung des Dreschkorbs die Schlagkraft der Schlagleisten und das Eindringen der Getreidemasse in den Raum zwischen den Schlagleisten zu. Die Verbesserung des Körnerausdruschs und das Eindringen von Stroh in die ersten Zonen des Dreschkorbs erhöht die Funktion $\eta(l)$. Aus diesem Grund ist ihr Wert bei kleinen Beschickungslängen um so höher, je kleiner der Trommeldurchmesser ist.

Bei Zunahme der Beschickung nimmt die Geschwindigkeit der Druschmasse im Druschraum, der durch kleine Trommeldurchmesser gekennzeichnet ist, intensiver zu als bei großen Trommeln. Die hohe Intensität bei der Veränderung der Geschwindigkeit der Getreidemasse ruft eine intensivere Verringerung der Funktionen $l(q)$ und $\epsilon(q)$ hervor. Aus diesem Grund verändert sich die Funktion $\eta(q)$ bei gleicher

Korblänge weniger intensiv bei Dreschwerken mit großen Trommeldurchmessern. Die Angaben aus Bild 3 zeigen jedoch, daß eine intensive Erhöhung des Trommeldurchmessers (fast um das 5fache) nur unwesentlich (um 5 Prozent) die Kornabscheidung verändert, wenn die Korblänge konstant bleibt. Davon ausgehend ist es nur zweckmäßig, den Trommeldurchmesser zu erhöhen, wenn man den Korb verlängern will.

Die Ergebnisse experimenteller Untersuchungen zur Abscheideleistung von Dreschwerken mit Trommeldurchmessern von 275, 550, 830 und 1265 mm und Dreschkörben, bei denen die Länge 270, 526, 780 und 1160 mm (Umschlingungswinkel $\alpha = 105^\circ$) beträgt, sind im Bild 4 dargestellt. Aus dem Bild geht hervor, daß die Vollständigkeit der Kornabscheidung durch den Korb bei Zunahme der Beschickung mit Getreidemasse abnimmt. Bei langen Körben (und Trommeln mit großen Durchmessern) ist die Vollständigkeit der Kornabscheidung bedeutend höher als bei kurzen. Die Verlängerung des Korbs senkt beträchtlich den Kornabgang auf die Strohschüttler ($1 - \eta$). Bei Zunahme des Trommeldurchmessers um 10 mm ($q = 3 + 5,5 \text{ kg/s}$) verringert sich der Kornabgang um 7 bis 12 Prozent. So ist bei einer Trommel mit einem Durchmesser von 830 mm die Belastung der Strohschüttler mit Körnern um das 2- bis 3fache geringer als bei Dreschwerken mit $D = 550 \text{ mm}$. Bei erhöhter Zufuhr von Getreidemasse in den Dreschraum ($\alpha = \text{const.} = 105^\circ$) verringert sich die Abscheideleistung bei kleinen Dreschtrommeln stärker als bei Trommeln mit großem Durchmesser. Die Vollständigkeit der Kornabscheidung durch den Korb bei Dreschwerken mit $D = 550 \text{ mm}$ verschlechtert sich um 5,3 bis 6,5 Prozent bei Zunahme der Beschickung um 1 kg/s . Bei $D = 830 \text{ mm}$ beträgt die Verschlechterung der Kornabscheidung 1,4 bis 2,2 Prozent.

In Dreschwerken mit großen Dreschtrommeln ist die Kornabscheidung durch den Korb weniger veränderlich in Abhängigkeit von den Einstellparametern (Tafel 1).

Die Veränderung der Kornabscheidung durch den Dreschkorb in Abhängigkeit vom Dreschspalt (Abstand zwischen

Tafel 1. Kornabscheidung beim Dreschkorb in Prozent

Dreschtrommel- durchmesser mm	Korb- länge mm	Durch- satz q kg/s	Dreschkorbabstand Δ_1/Δ_2 in mm				
			14/3	16/4	18/6	14/8	16/10
275	270	4,5	76	73,1	66,2	57,1	—
550	526	4,5	—	86,9	83,0	78,5	74,8
830	780	7,5	—	90,4	88,8	87,0	85,4
1265	1160	7,5	—	95,1	93,8	92,7	91,0

Korb- und Schlagleiste) am Eingang (Δ_1) und am Ausgang (Δ_2) wird in Tafel 1 am Beispiel der Weizensorte „Mironovskaja 808“ dargestellt.

Bei Zunahme der Winkelgeschwindigkeit der Schlagleisten nimmt die Vollständigkeit der Kornabscheidung durch den Korb ab. Bei Veränderung der Geschwindigkeit der Schlagleisten um 3 m/s verändert sich η (U) um folgende Werte:

Trommeldurchmesser:	275	550	830	1265 mm
$\Delta\eta$ in %:	9	7	4	3

Ein geringer Einfluß der Beschickung mit Getreidemasse und der Einstellparameter des Dreschwerks auf die Körnerabscheidung sichert eine positive Auswirkung auf die Arbeit der Maschine unter Einsatzbedingungen, bei denen die Getreidemasse nicht gleichmäßig zugeführt wird. Die Abstände zwischen Korb- und Schlagleisten in Dreschwerken und die Drehfrequenz der Trommelwelle können von den optimalen Werten abweichen.

Schlußfolgerung

Die Verwendung von Dreschtrommeln mit großen Durchmessern (bis $850 \dots 900 \text{ mm}$) in Mähdreschern können beträchtlich den Kornabgang auf die Strohschüttler, der die Durchsatzleistung des Dreschwerks begrenzt, verringern und die Leistungsfähigkeit der Maschine um das 1,3- bis 1,5fache bei unbedeutender Erhöhung der Abmessungen und der Masse des Mähdreschers erhöhen.

AU 8677

Dipl.-Phys. H. Rettig*
Ing. Edeltraud Kuhn*
Dipl.-Ing. H.-G. Kirschbaum, KDT**

Bestimmung von Luftwechselzahlen in Boxpaletten

1. Aufgabe

Für die Lagerung von Kartoffeln in geschlossenen Lagerhäusern sind leistungsfähige Belüftungssysteme erforderlich. Durch sie müssen die optimalen Lagerbedingungen geschaffen und aufrechterhalten werden. Das beinhaltet die Abkühlung der Kartoffeln und die Einhaltung gegebener Grenzwerte der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und der CO_2 -Konzentration während der Lagerung. Um zu Aussagen über die Zweckmäßigkeit der technischen Auslegung von Belüftungssystemen zu kommen, sind neben Qualitätsuntersuchungen von Kartoffeln und Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und CO_2 -Konzentrationsmessungen auch Messungen des Luftwechsels erforderlich.

In Boxpaletten eingelagerte Kartoffeln werden im allgemeinen nicht zwangsbelüftet. Die zugeführte Frischluft um-

strömt die in Stapeln aufgestellten Paletten, strömt jedoch nicht direkt durch die Kartoffelschüttung, wie das bei zwangsbelüfteten Schüttlagern der Fall ist. In Boxpaletten erfolgt die Belüftung nur indirekt durch Austausch über die Oberfläche der Kartoffelschüttung. Die Intensität des Austauschs hängt von der herrschenden horizontalen Luftgeschwindigkeit in den Zwischenräumen des Palettenstapels ab. Das Belüftungssystem muß lediglich gewährleisten, daß die zugeführte Frischluft den Palettenstapel gleichmäßig verteilt durchströmt. Diese Voraussetzung ist notwendig für gleichen Luftwechsel in allen Boxpaletten innerhalb des Stapels. Triebkraft des Austauschs können auch Partialdruckunterschiede an CO_2 und H_2O zwischen der Luft in den Paletten und Zwischenräumen sein. Temperaturunterschieden zwischen Kartoffeln und umgebender Luft wird ebenfalls eine Wirkung auf den stattfindenden Luftwechsel im Stapel zugeschrieben /1/.

Um Untersuchungen zum Luftwechsel an Boxpaletten führen zu können, wurde die Aufgabe gestellt, von Modellvorstellungen ausgehend, ein Meßverfahren zu dessen Bestimmung zu entwickeln und an Einzelpaletten zu erproben.

* Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin

Direktor: Obering. O. Bostelmann

** Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz der DAL zu Berlin

Direktor: Prof. Dr. Ullrich