

Die Bedeutung einiger Einflußgrößen auf die Arbeit der Schlagleistentrommel

Von Roger E. Arnold, Silsoe/England

Im folgenden wird an Hand von Versuchen der Einfluß der Zuführmenge, der Lage der Ähren, des Trommeldurchmessers, der Trommelumfangsgeschwindigkeit, der Schlagleistenzahl, der Korblänge und -ausbildung, des Korbabstandes und der Spaltform auf den Dreschworgang bei verschiedener Feuchte des Getreides behandelt.)*

Die Beschädigung der Getreidekörner während des Dreschvorganges ist häufig untersucht worden, insbesondere seitdem der Mähdrescher in großer Zahl eingesetzt und damit der Bereich der Dreschbedingungen wesentlich größer wurde. Diese Untersuchungen machten deutlich, daß bei einer Beschränkung des Dreschens auf „sichere“ Kornfeuchten und bei niedrigen Trommelumfangsgeschwindigkeiten Körnerbruch weitgehend vermieden werden kann. Diese Feststellungen haben aber nur geringe Bedeutung, da es unmöglich ist, eine ganze Ernte bei den empfohlenen Feuchtigkeitsgehalten zu dreschen. Außerhalb dieses Bereichs ist die Möglichkeit, die Trommelumfangsgeschwindigkeit genügend weit zu verringern, um Beschädigungen zu vermeiden, noch nicht nachgewiesen worden.

Die im folgenden beschriebenen Arbeiten hatten zwei Ziele:

1. Die Grenze festzustellen, bis zu der unter den verschiedensten Bedingungen die Trommelumfangsgeschwindigkeit gesenkt werden kann, ohne daß die Ausdruschverluste wesentlich größer werden.
2. Den Bereich zu untersuchen, innerhalb dessen eine Erhöhung der Anzahl der Schlagleistenschläge während des Durchganges des Getreides durch den Korb eine geringere Schlagintensität erlaubt, um damit Kornbeschädigungen zu vermindern.

1. Die untersuchten Einflußgrößen

Die Parameter, die während der Versuche variiert wurden, sind in **Tafel 1** zusammengestellt. Um die Untersuchungen zu erleichtern, wurde ein Versuchsstand, **Bild 1 und 2**, konstruiert, von dem fünf verschiedene Dreschtrommeln, **Bild 3**, aufgenommen werden konnten und ein Getreideband von 61 cm Breite gedroschen

*) Übersetzt von Dipl.-Ing. H. Hesse und Dr.-Ing. W. Söhne.

Tafel 1. Die untersuchten Parameter.

Getreidesorte		Weizen: Koga II Cappelle Desprez Gerste: Proctor
Kornfeuchtigkeit	%	etwa 15, 20, 25
Strohfeuchtigkeit	%	etwa 15, 20, 25
Beschickungsart		Ähren voran Stoppelenden voran Querbeschickung
Umfangsgeschwindigkeit der Trommel	m/s	18, 23, 28, 33
mittlere Dreschspaltweite	mm	6,5 8 9,5 11 12,5 14,5 16
Verhältnis der Spaltweite vorn:hinten		3:1, auf 6,5 mm verjüngend, 1:1, 1:3
Trommeldurchmesser	mm	381, 457, 533, 610, 686
Schlagleistenabstand	mm	282, 239, 207, 183
Korblänge (abhängig vom Durchmesser der benutzten Trommel)	mm	170, 340, 510, 680, 850

wurde. Bei jeder der 11 verschiedenen Versuchsreihen wurde der Einfluß von etwa vier Parametern untersucht. Die meisten Versuche wurden bei Feuchtigkeitsgehalten von etwa 15, 20 und 25% wiederholt. Alle Proben wurden gleich nach dem Schnitt gedroschen und jede ergab etwa 5 kg gereinigte Körner. Mit diesen Körnern wurden zwei Qualitätsprüfungen gemacht: Es wurde der sichtbare Anteil der gebrochenen Körner bei zweifacher Vergrößerung bestimmt und mit dem unbeschädigten Teil ein Keimversuch gemacht.

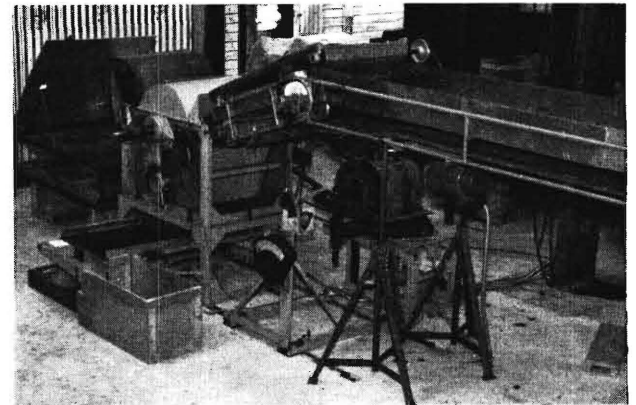
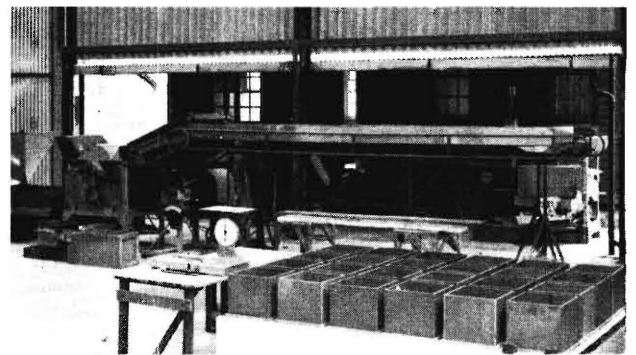


Bild 1 und 2. Versuchsprüfstand für die Untersuchungen der Einflußgrößen beim Dreschen.

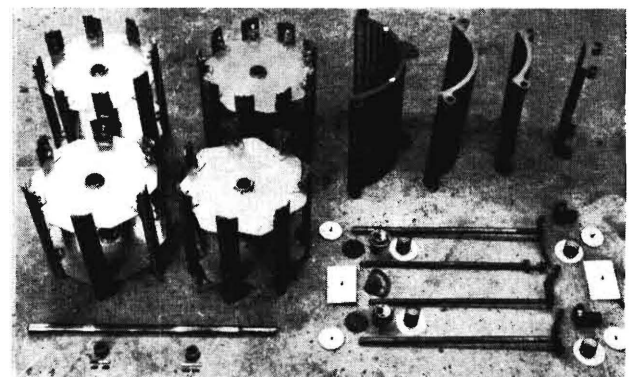


Bild 3. Die untersuchten Trommeln und Körbe.

Ein spezieller Keimfähigkeitstest wurde entwickelt, um Körner auszuscheiden, von denen viele, trotz einer Beschädigung, unter den besseren Bedingungen anderer Tests noch keimen würden. In Ergänzung zu diesen Keimproben wurden folgende Größen bestimmt:

1. Ausdruschverluste — der Anteil der Körner, der in den Ähren ungedroschen zurückblieb,
2. Kornabscheidung — der Anteil der gedroschenen Körner, der durch den Korb hindurchging,
3. der Anteil des Kurzstrohes.

1.1 Feuchtigkeit des Getreides

Die Feuchtigkeit der Körner beim Dreschen war von größtem Einfluß auf den Widerstand gegen Beschädigung durch die Trommel. Dieser Zusammenhang ist schon früher ausführlich dargestellt worden. Die hier behandelten Versuche bestätigten diese Ergebnisse und dienten dazu, das unterschiedliche Verhalten verschiedener Getreidearten bei Änderung der Feuchtigkeit deutlich zu machen. Die beiden Weizensorten (Koga II und Cappelle Desprez) hatten die beste Keimfähigkeit, wenn sie bei einer Feuchte zwischen 17 und 22% gedroschen worden waren. Aber während Koga II bei Feuchtigkeiten über 16% unempfindlich gegen Beschädigungen war, waren bei Cappelle Desprez nicht nur unter 16%, sondern im ganzen Bereich bis herauf zu 26% Feuchtigkeit, Schäden festzustellen.

Die Gerstensorte (Proctor) war weniger empfindlich gegen Keimschäden als die Weizensorten, und es trat unter allen Bedingungen kein Körnerbruch auf. Bei allen drei Getreidearten waren die Ausdruschverluste bei 25% Strohfeuchtigkeit fast zweimal so hoch wie bei 15%. Die Abscheidung des Korbes war bei Gerste um so besser, je trockener sie war, während Weizen bei allen Feuchtigkeiten gleich gut abgeschieden wurde. Der Kurzstrohanteil erhöhte sich bei den meisten Getreidearten um 1%, wenn die Feuchtigkeit um 1% abnahm; aber andere Faktoren waren in diesem Zusammenhang wichtiger.

1.2 Beschickungsart

Weizen wurde mit „Ähren voran“ und mit „Stoppeln voran“ der Trommel zugeführt. Bei Gerste wurde mit diesen beiden Beschickungsarten auch noch eine Querbeschickung verglichen. Bei allen Versuchen hatte die Art der Trommelbeschickung keinen Einfluß auf den Körnerbruch. Sie hatte jedoch beträchtlichen Einfluß auf die Ausdruschverluste und die Kornabscheidung des Korbes, **Bild 4**. Bei beiden Getreidearten waren die Ausdruschverluste bei der Beschickung „Stoppeln voran“ etwa doppelt so hoch wie bei „Ähren voran“. Eine Querbeschickung, wie sie nur bei Gerste angewandt wurde, ergab geringfügig höhere Verluste als bei „Ähren voran“, jedoch erheblich niedrigere Verluste als bei „Stoppeln voran“.

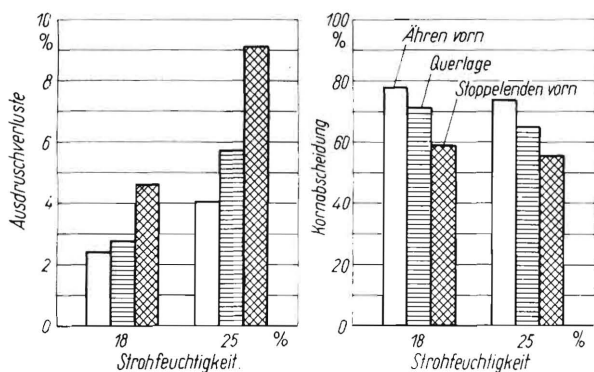


Bild 4. Einfluß der Getreidezuführung auf die Ausdruschverluste und die Kornabscheidung des Korbes.

Dreschgiüter: Weizen und Gerste.

Die Auswirkungen der Beschickungsart verstärkten sich mit schwierigeren Bedingungen. Zum Beispiel ergaben sich bei Weizen mit 14% Feuchtigkeit bei „Stoppeln voran“ Verluste, die 2,6 mal so groß waren wie bei „Ähren voran“. Bei 26% Strohfeuchtigkeit waren die Verluste dreimal so hoch. Die Querbeschickung lieferte dazwischenliegende Werte.

Eine Erklärung für die bessere Wirkungsweise der Trommel bei einer Beschickung „Ähren voran“ mag sein, daß die meiste Arbeit der Trommel zur Beschleunigung des Getreides an den

Ähren selbst übertragen wird. Als Folge des größeren Geschwindigkeitsunterschiedes zwischen Ähren und Schlagleisten beim Eintritt in die Trommel ist eine größere Schlagwirkung vorhanden, als wenn das Getreide durch die Schlagleisten an den Stoppeln beschleunigt wird. Vermutlich werden auch die Ähren beim Eintritt in die Trommel, bevor der Getreideschleier infolge der Erhöhung der Geschwindigkeit dünner wird, stärker an die Schlagleisten angepreßt. Eine weitere Verbesserung der Dreschwirkung kann auch davon herrühren, daß die Ähren der Schlagleistenwirkung unter diesen Bedingungen in höherem Maße ausgesetzt sind, während bei einer Beschickung „Stoppeln voran“ ein Schutz der Ähren durch das Stroh zu vermuten ist.

Der Anteil der im Stroh verbliebenen gedroschenen Körner war bei Weizen mit „Stoppeln voran“ annähernd 2,5mal so groß wie bei „Ähren voran“. Bei Gerste war er 1,8mal so groß. Die Querbeschickung, die nur bei Gerste durchgeführt wurde, lieferte dazwischenliegende Ergebnisse, **Bild 4**. Bei allen Feuchtigkeitsgraden waren die Ergebnisse ähnlich, aber es hatte den Anschein, daß die Unterschiede mit zunehmender Beschickungsmenge größer wurden. Die bessere Kornabscheidung bei einer Beschickung mit „Ähren voran“ rührt wahrscheinlich von der oben erwähnten generellen Verbesserung bei dieser Beschickungsart her. Da der Dreschvorgang während des Durchganges des Getreides durch den Dreschspalt in diesem Fall früher erfolgt, ist eine längere Zeit für die Abscheidung verfügbar. Es ist auch denkbar, daß die Griffigkeit der Trommel an den Ähren besser ist als an den Stoppelenden. Die Strohgeschwindigkeit ist infolgedessen größer; und weil der Getreideschleier dünner ist, ergibt sich ein geringerer Widerstand gegen die Kornabscheidung.

Das schlechtere Abscheidungsverhalten von Gerste gegenüber Weizen hängt wahrscheinlich mit der Stelle zusammen, an der beim Durchgang durch den Korb das Dreschen beendet ist. Da Gerste schwieriger zu dreschen war als Weizen, wurde sie während ihres Durchgangs durch den Dreschspalt später gedroschen, so daß die Zeit für eine Abscheidung kürzer war.

Bei den verschiedenen Beschickungsarten traten geringe Unterschiede in der anfallenden Kurzstrohmenge auf. Jedoch war zu bemerken, daß besonders bei Weizen eine größere Menge Ähren abgerissen waren, wenn das Getreide mit „Ähren voran“ zugeführt wurde.

1.3 Trommeldurchmesser

Es wurden Trommeln von 380 bis 690 mm Durchmesser bei Umfangsgeschwindigkeiten von 18 bis 33 m/s untersucht. Jede Trommel wurde mit Körben verschiedener Länge bei unterschiedlichen Spaltweiten zum Dreschen von Weizen und Gerste mit Feuchtigkeiten von 15 bis 30% verwendet.

Der Trommeldurchmesser hatte bei keiner Getreideart einen Einfluß auf die Keimfähigkeit; jedoch erhöhten sich die Ausdruschverluste mit zunehmendem Durchmesser bei konstant gehaltener Korblänge um 0,3% bei Weizen und 0,9% bei der zäheren Gerste, wenn der Durchmesser um jeweils 76 mm vergrößert wurde. Dies war unabhängig von der Zuführmenge. Daraus ist zu schließen, daß die Leistungsfähigkeit einer Trommel in keiner Weise von ihrem Durchmesser abhängt.

Die Kornabscheidung des Korbes nahm mit zunehmendem Trommeldurchmesser ab. Bei einer Korblänge von etwa 340 mm wurden bei jeder Vergrößerung des Durchmessers um 76 mm 3% weniger Weizen abgeschieden. Dies galt allgemein für alle Feuchtigkeitsgehalte, wurde aber deutlicher, wenn die Beschickungsmenge vergrößert wurde. Die Abnahme war bei Gerste etwas geringer (1,3%), möglicherweise deswegen, weil hier der Dreschvorgang beim Durchgang später beendet war.

Bei kleinen Trommeldurchmessern ergaben sich etwas höhere Kurzstrohmengen als bei großen.

1.4 Trommelumfangsgeschwindigkeit

Nach der Getreidefeuchtigkeit hat die Trommelumfangsgeschwindigkeit den größten Einfluß auf den Körnerbruch. Bei den verschiedenen Getreidearten ergab sich hierin ein deutlicher Unterschied. Bei Proctor-Gerste trat bei kleiner Geschwindigkeit

Körnerbruch auf; das gleiche war bei Koga II mit Feuchtigkeitsgehalten von 20 und 25% der Fall. Bei trockenem Koga II (14%) war der Bruch bei Geschwindigkeiten bis 28 m/s nicht nennenswert; er erreichte gerade 1% bei 33 m/s. Bei trockenem Cappelle Desprez war Körnerbruch nur völlig zu vermeiden, wenn die Trommelumfangsgeschwindigkeit auf 18 m/s herabgesetzt wurde, **Bild 5**. Bei Feuchtigkeitsgehalten von 19 und 26% trat Körnerbruch erst bei mehr als 23 bzw. 28 m/s auf. Änderungen des Trommeldurchmessers, der Beschickungsmenge, der Spaltweite oder des Schlagleistenabstandes hatten hierauf keinen Einfluß.

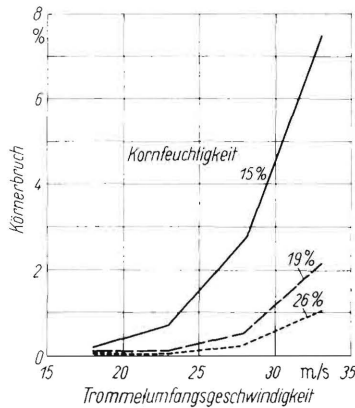


Bild 5. Einfluß der Trommelumfangsgeschwindigkeit auf den Körnerbruch bei verschiedenen Kornfeuchten.

Dreschgut: Weizen/Cappelle Desprez

Obwohl eine verringerte Trommelumfangsgeschwindigkeit immer eine progressive Abnahme des Körnerbruchs zur Folge hat, dürfte es nicht möglich sein, allein damit den Körnerbruch völlig zu vermeiden. Es ist fraglich, ob eine Umfangsgeschwindigkeit von 18 m/s, die notwendig wäre, um bei trockenem Capelle Bruch zu vermeiden, mit der Forderung nach genügender Dreschleistung der Trommeln vereinbar wäre, auch wenn ihre schonendere Arbeitsweise sichergestellt werden könnte. In solchen Fällen kann es notwendig sein, bei höheren Feuchtigkeitsgehalten zu dreschen, wenn Körnerbruch unbedingt vermieden werden soll.

Die Keimfähigkeit von Weizen nahm um jeweils 5 bis 6% ab, wenn die Umfangsgeschwindigkeit um jeweils 5 m/s erhöht wurde. Diese Tendenz war unabhängig vom Trommeldurchmesser, jedoch verstärkte sie sich leicht bei kleineren Schlagleistenabständen. Daraus kann geschlossen werden, daß, wenn die Schlaggeschwindigkeit eine für die Beschädigung kritische Grenze erreicht, es wichtiger wird, die Anzahl der Schläge auf das Getreide auf ein notwendiges Minimum zu beschränken.

Bei der Keimfähigkeit von Gerste zeigten sich bis 23 m/s keine Unterschiede. Da nach einer Säurebehandlung 97% auf liefen, kann man annehmen, daß die Gerste beschädigungsfrei war. Bei höheren Umfangsgeschwindigkeiten wurde die Keimfähigkeit jeweils um 2,5% herabgesetzt, wenn die Geschwindigkeit um 5 m/s gesteigert wurde. Genau wie bei Weizen war auch hier der Einfluß bei allen Feuchtigkeitsgehalten gleich.

Eine Erhöhung der Trommelumfangsgeschwindigkeit hatte in allen Fällen eine Verminderung der Ausdruschverluste zur Folge. Je schwieriger die Dreschverhältnisse sind, um so größer ist der Nutzen einer höheren Umfangsgeschwindigkeit. Mit zunehmender Umfangsgeschwindigkeit konnten nicht nur Schwierigkeiten überwunden werden, die von der Getreideart oder ihrer Beschaffenheit herrührten, sondern es konnten oft auch Einflüsse der Konstruktion und der Einstellung der Drescheinrichtung kompensiert werden, die die Dreschwirkung herabsetzten. Das war beispielsweise der Fall, wenn kurze Dreschkörbe verwendet oder weite Dreschspalte eingestellt wurden. Ebenso konnten die schlechteren Ergebnisse bei der Beschickung „Stoppeln voran“ behoben werden, wenn die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel um 5 m/s gegenüber der Beschickung „Ähren voran“ erhöht wurde.

Es wurden nur wenige Wechselwirkungen zwischen Umfangsgeschwindigkeit und anderen Parametern beobachtet. Jedoch

deutete sich bei niedrigen Umfangsgeschwindigkeiten eine geringfügig bessere Druschwirkung an, wenn kleine Trommeldurchmesser eingesetzt wurden.

Die Kornabscheidung des Korbes wurde unter allen Bedingungen durch eine wachsende Trommelumfangsgeschwindigkeit verbessert. Ebenso wie bei dem Einfluß der Umfangsgeschwindigkeit auf die Ausdruschverluste hing der Grad der Verbesserung der Abscheidung von den charakteristischen Eigenschaften der Getreidearten und der Drescheinrichtung ab. Diese Verbesserung betrug für 5 m/s Geschwindigkeitssteigerung bei Weizen im Mittel zwischen 7 und 8% und bei Gerste 4%. Sie wurde bei kurzen Körben am stärksten verbessert, **Bild 6**. Die schlechtere Kornabscheidung, die sich bei der Beschickung „Stoppeln voran“ ergab, konnte auch durch eine höhere Geschwindigkeit kompensiert werden, jedoch nur, wenn die Geschwindigkeit bei „Stoppeln voran“ auf 33 m/s gegenüber 18 m/s bei „Ähren voran“ erhöht wurde. Der beträchtliche Einfluß der Trommelumfangsgeschwindigkeit auf die Abscheidung kann wahrscheinlich durch ihre Wirkung auf die Schleierdicke des Getreides im Korb erklärt werden. Wenn die Geschwindigkeit der Trommel zunimmt, wird der Strohschleier dünner, und die Körner können leichter entweichen.

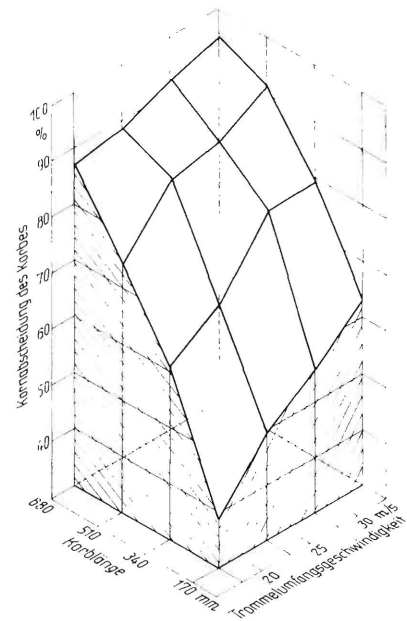


Bild 6. Einfluß von Korblänge und Trommelumfangsgeschwindigkeit auf die Kornabscheidung des Korbes.

Im allgemeinen wurde die Kurzstrohmenge durch hohe Umfangsgeschwindigkeiten vergrößert. Die Ergebnisse waren jedoch widersprechend und besonders regellos, wenn gleichzeitig Änderungen in der Spaltweite des Korbes vorgenommen wurden. Bei trockenen Verhältnissen vergrößerten sie sich um 15 bis 20%, wenn die Trommelumfangsgeschwindigkeit um 5 m/s anwuchs.

1.5 Schlagleistenabstand

Mit Ausnahme einer Standardausführung von 240 mm Schlagleistenabstand für jeden Durchmesser waren die Abstände von Durchmesser zu Durchmesser etwas verschieden, sie betragen jedoch angenähert 282, 207 und 183 mm. Diese Variation des Schlagleistenabstandes wurde nur bei Versuchen mit Koga II und Proctor-Gerste gemacht. Hier hatte der Abstand keinen Einfluß auf den Körnerbruch; da jedoch diese Getreidearten gegenüber Körnerbruch widerstandsfähig sind, kann man dieses Ergebnis nicht verallgemeinern. Die Keimfähigkeit von Koga II und Proctor-Gerste wurde bei allen Trommeldurchmessern um etwa 1% mit jeder zusätzlichen Schlagleiste verringert. Dieses Ergebnis war bei allen Feuchtigkeitsgehalten und Spaltweiten gleich und bestätigt in logischer Weise die Wirkung überflüssiger Schläge.

Ob der Schlagleistenabstand einen spürbaren Einfluß auf die Ausdruschverluste, die Kornabscheidung und den Kurzstroh-

anteil hat, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Allgemeine Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Griffigkeit der Trommel bei kleineren Schlagleistenabständen geringer war. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß das Getreide schlechter in die Zwischenräume zwischen den Schlagleisten eindringen kann. Die Bedeutung dieser Erscheinung für den Getreidefluß durch den Korb mag die Ursache dafür sein, daß keine einfache Beziehung zwischen Schlagleistenabstand und den verschiedenen Faktoren der Dreschwirkung besteht.

1.6 Korblänge

Wenn man die Korblänge vergrößert, wird in jedem Fall die Gefahr des Körnerbruches erhöht, besonders bei niedrigen Feuchtigkeitsgehalten und hohen Umfangsgeschwindigkeiten, **Bild 7**. Von den anderen untersuchten Parametern war kein Einfluß festzustellen. Wenn die Korblänge um die Einheitslänge

Verbesserung des Dresches hierdurch hing in starkem Maße von der Dreschfähigkeit des Getreides und der Güte der benutzten Dreschorgane ab. Mangelhafte Ergebnisse infolge ungenügender Trommelumfangsgeschwindigkeit konnten ebenfalls auf diesem Wege überwunden werden. Die relativen Vorteile einer Verbindung hoher Umfangsgeschwindigkeit mit kleiner Korblänge oder einer Verlängerung des Korbes bei niedrigerer Umfangsgeschwindigkeit werden hinsichtlich höherer Dreschwirksamkeit bei möglichst geringen Körnerschäden eingehend im Abschnitt 2 behandelt.

Es zeigte sich, daß der Grad der Kornabscheidung in der Hauptsache von der Korblänge abhängt, **Bild 9**. Diese Verallgemeinerung wird durch andere Gesichtspunkte der Konstruktion und Einstellung eingeschränkt, kann aber grundsätzlich mit folgender Gleichung beschrieben werden:

$$1 - \frac{n}{N} = e^{-kL}$$

Darin bedeuten:

N = Anzahl der losen Körner über der Korblänge,

n = Anzahl der Körner, die über der Korblänge entfernt wird,

L = Länge des Korbes.

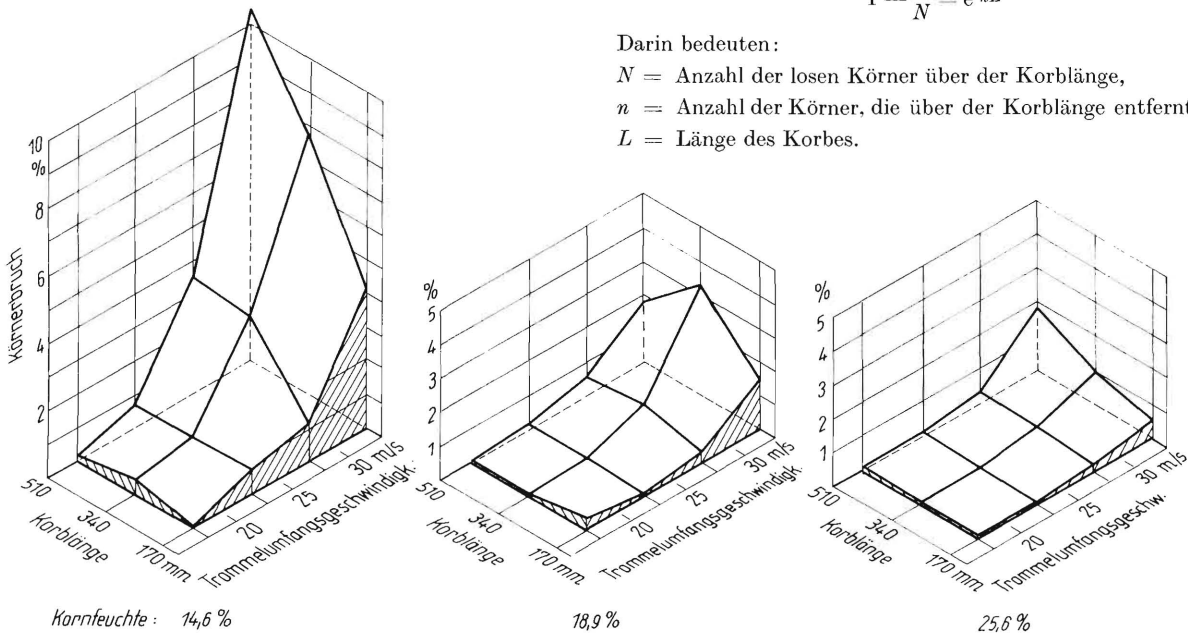


Bild 7. Einfluß von Korblänge und Trommelumfangsgeschwindigkeit auf den Körnerbruch bei verschiedenen Feuchtigkeiten des Korns.

von 170 mm vergrößert wurde, verringerte sich entsprechend die Keimfähigkeit bei Weizen um 3,0% und bei Gerste um 1%.

Beide Ergebnisse zeigen, wie wichtig es ist, die gedroschenen Körner so schnell wie möglich aus der Nähe der Schlagleisten zu entfernen.

Lange Körbe verminderten in allen Fällen die Ausdruschverluste und ermöglichten eine genügende Dreschwirkung bei kleinen Umfangsgeschwindigkeiten, **Bild 8**. Die tatsächliche

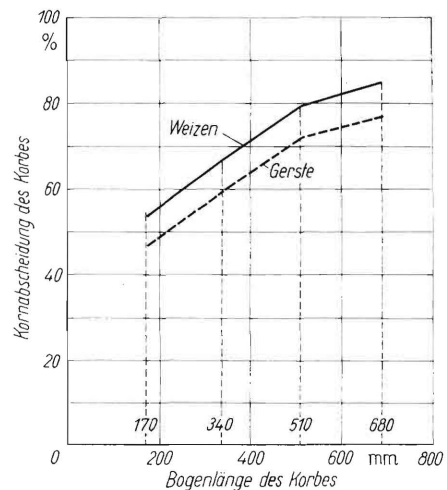


Bild 9. Einfluß der Korblänge auf die Kornabscheidung.

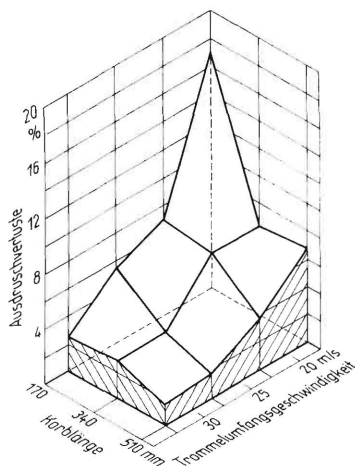


Bild 8. Einfluß von Korblänge und Trommelumfangsgeschwindigkeit auf die Ausdruschverluste.

Die Konstante k hängt von den für die Abscheidung maßgebenden Eigenschaften der zu dreschenden Getreideart ab. Sie spiegelt unter anderen Einflüssen die Stelle im Korb wider, an welcher der Dreschvorgang beendet ist, oder anders ausgedrückt, sie ist ein Maß dafür, wie frühzeitig die Körner während des Durchgangs durch die Drescheinrichtung zur Abscheidung bereitgestellt werden.

Die Kurzstrohmenge nahm mit der Korblänge zu. Infolge der unterschiedlichen Eigenschaften der benutzten Getreidearten ist eine Verallgemeinerung über den Betrag der Zunahme nicht möglich. Ebenso wie beim Körnerbruch scheint die Zeitdauer, in welcher das Stroh den Schlagleisten ausgesetzt ist, einer der wichtigsten Gründe für den Strohbruch zu sein.

1.7 Dreschspaltweite

Die verwendeten Körbe hatten Radien, die 9,5 mm größer waren als die der Trommeln, mit denen sie zusammen benutzt wurden. Eine völlig gleichbleibende Öffnung war daher nur möglich, wenn ein paralleler 9,5 mm weiter Spalt eingestellt wurde. Bei allen anderen Einstellungen war der Abstand ungleich, die Spaltform änderte sich von einer Spaltweite zur anderen. Die Bedeutung solcher Änderungen der Spaltform wurde nicht untersucht, jedoch könnte hier der Grund für unerklärlichen Ergebnisse liegen, die in dieser wie auch in anderen Arbeiten über dieses Problem erhalten wurden. Änderungen der Spaltweite wurden nur bei Koga II untersucht. Da bei diesem Getreide an sich nur wenig Körnerbruch auftrat, wurde dieser Einfluß noch nicht befriedigend geklärt. Daher wurde die Bedeutung der Spaltweite für den Körnerbruch in einem anderen Zusammenhang beim Drusch von Cappelle Desprez untersucht, worauf im Abschnitt 2 dieser Arbeit eingegangen wird.

Änderungen der Spaltweite von 6,5 bis 16 mm hatten weder bei Weizen noch bei Gerste einen spürbaren Einfluß auf die Keimfähigkeit. Sie verursachten unter gewissen Bedingungen geringe Änderungen der Ausdruschverluste, jedoch war keine eindeutige Tendenz festzustellen.

Im Gegensatz dazu wurde die Kornabscheidung durch engere Dreschspalte, besonders bei trockener Gerste und bei kurzen Korblängen, verbessert. **Bild 10**. Bei einer Verringerung der Spaltweite um jeweils 6,5 mm nahm die Abscheidung linear um jeweils 4% zu.

Die Griffigkeit der Trommel wurde durch enge Spaltweiten verbessert. Dadurch wurde das Getreide schneller beschleunigt und der Getreideschleier dünner, was ein Grund für die bessere Abscheidung sein mag. Warum kein eindeutiger Einfluß auf die Ausdruschverluste vorhanden war, ist nicht klar. Die Gefahr größerer Kornbeschädigung bei enger werdenden Spalten mag durch die beobachtete bessere und schnellere Abscheidung kompensiert worden sein.

1.8 Verhältnis der Spaltweiten am Ein- und Auslauf

Alle Spaltweitenverhältnisse (Tafel 1) wurden bei mittleren Spaltweiten von 6,5; 9,5; 11 und 16 mm untersucht. Bei dem Verhältnis von 1:3 ergab sich bei trockenem Weizen ein etwas höherer Körnerbruch als bei anderen Spaltformen. Meistens wurde auch eine geringfügige Verminderung der Keimfähigkeit beobachtet. Im allgemeinen waren die Ausdruschverluste um so niedriger, je kleiner das Spaltbreitenverhältnis war. Der Unterschied zwischen den Verhältnissen 1:3 und 3:1 lag bei Weizen, bei dem die Verluste an sich klein waren, in der Größenordnung von 0,1%; bei Gerste, wo die Verluste höher waren, betrug der entsprechende Unterschied 0,3 bis 0,4%. Der Grund für diese Unterschiede liegt wahrscheinlich darin, daß beim Verhältnis 1:3 die Anfangsbeschleunigung des Getreides durch die Schlagleisten beim Eintritt in die Trommel größer ist.

Das Spaltverhältnis hatte keinen bedeutenden Einfluß auf den Kurzstrohanteil, die Abscheidung jedoch war bei 1:3 geringfügig schlechter als bei 3:1.

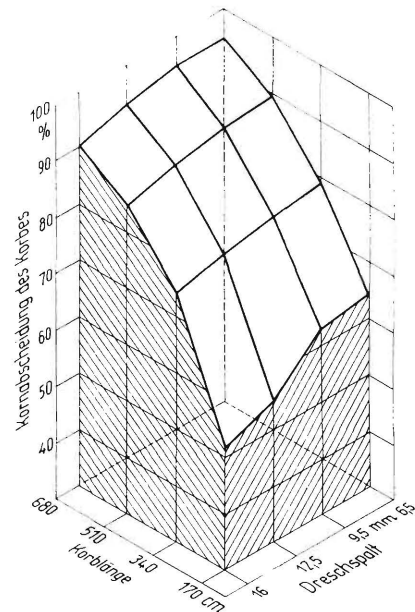


Bild 10. Einfluß der Korblänge und des Dreschspaltes auf die Kornabscheidung.

2. Vergleich von offenen und geschlossenen Körben

Dieser Vergleich wird getrennt von den oben behandelten anderen Parametern betrachtet, weil er ein Teil einer besonderen Versuchsreihe war. Wie in Abschnitt 1.4 festgestellt wurde, kann eine Verringerung der Trommelumfangsgeschwindigkeiten allein eine Beschädigung der Körner nicht verhindern. Wenn eine weitere Verbesserung angestrebt wird, muß die Anzahl der überflüssigen Schläge auf die ausgedroschenen Körner verringert werden. Dies kann nur durch eine schnellere und wirksamere Abscheidung in der Drescheinrichtung erreicht werden. Um diese Feststellung zu prüfen, wurde ein Vergleich zwischen einem offenen und einem geschlossenen Korb, in dem die Körner nicht abgeschieden werden können, angestellt.

Bei dem geschlossenen Korb waren ausgestanzte Blechplatten zwischen den Korbleisten eingesetzt. Im übrigen war er in jeder Hinsicht den offenen ähnlich, die bei den vorhergehenden Versuchen benutzt worden waren. Die Wirkungsweise des geschlossenen Korbes wurde mit einem offenen bei gleichen Trommelumfangsgeschwindigkeiten von 18 bis 33 m/s und Dreschspaltweiten von 0,64 bis 1,59 cm, wie sie früher verwendet worden waren, verglichen. Es wurde Capelle Desprez-Weizen mit einer Feuchtigkeit von 15 und 25% gedroschen.

Das mit geschlossenem Korb gedroschene Korn enthielt im Durchschnitt viermal soviel Bruch wie das mit offenem Korb gedroschene. **Tafel 2**. Beim geschlossenen Korb war die Gefahr, das Getreide zu überdreschen, wenn zu hohe Trommelumfangsgeschwindigkeiten oder zu enge Dreschspaltweiten verwendet wurden, viel größer. Wie in Abschnitt 1.7 bemerkt wurde, ist die Bedeutung der Spaltweite für den Körnerbruch angesichts des Bruchwiderstandes des benutzten Weizens nicht genügend belegt. Bei der empfindlicheren Sorte, die hier benutzt wurde, war eine kritischere Einschätzung möglich. Bei dem offenen Korb hatte eine Änderung der Spaltweite keinen merklichen Einfluß auf den Körnerbruch. Bei dem geschlossenen Korb hingegen verursachte eine Abnahme der Spaltweite um 3 mm, je nach Um-

Tafel 2. Körnerbruch bei offenem und geschlossenem Korb.

(Dreschgut: Weizen, Cappelle Desprez)

Korbform	Körnerbruch in %									
	Trommelumfangsgeschwindigkeit m/s				Dreschspalt mm			Kornfeuchte %		i. M.
	18	23	28	33	6,5	9,5	12,5	15	25	
offen	0,2	0,7	3,6	8,1	3,8	3,4	2,3	4,6	1,8	3,2
geschlossen	1,0	4,0	14,0	30,6	15,6	14,1	7,5	15,8	9,0	12,4

fangsgeschwindigkeit, eine Zunahme des Körnerbruches bis zu maximal 6%.

Die Keimfähigkeit des Kornes war beim geschlossenen Korb ebenfalls niedriger. Auch dieser Unterschied wurde, wie beim Körnerbruch, bei kleinen Spaltweiten oder hohen Trommelumfangsgeschwindigkeiten größer.

Die Ausdruschverluste dieses leicht zu dreschenden Getreides waren sehr klein und bei beiden Korbarten gleich. Die Kurzstrohmenge war bei der offenen Ausführung größer. Bei trockenem Getreide war der Unterschied am größten und betrug fast 25%. Auf Grund dieser Untersuchungen kann man sich kein sicheres Urteil über die Unterschiede der Dreschwirkungen der beiden Korbkonstruktionen erlauben, aber diese Ergebnisse beseitigen jeden Zweifel darüber, wie wichtig es ist, das gedroschene Getreide aus der Bahn der Schlagleisten zu entfernen, wenn Kornbeschädigungen vermieden werden sollen.

3. Besprechung der Ergebnisse

Da jede Überlegung, wie man Körnerbruch vermeiden kann, ohne gleichzeitige Gewährleistung eines ausreichenden Ausdrusches zwecklos ist, sollen diese beiden Punkte zusammen diskutiert werden.

3.1 Körnerbruch und Ausdruschverluste

Die notwendigen Maßnahmen, mit denen Körnerbruch vermieden werden kann, hängen sehr stark von der Getreideart und ihrer Kornfeuchte ab. Dies und in einigen Fällen auch die Konstruktionsdaten der jeweils benutzten Maschine wird man beim Dreschen immer in Betracht ziehen müssen. Für den Benutzer wie für den Konstrukteur ist die Verringerung der Kornbeschädigungen jedoch primär eine Frage der Anwendung niedriger Trommelumfangsgeschwindigkeiten. So war es jedenfalls in der Vergangenheit. Die vorliegenden Versuche haben die Richtigkeit dieser Erfahrung bestätigt; indessen haben die Versuche auch die Rolle anderer Parameter ins Blickfeld gebracht.

Alles, womit sich die Intensität der Schlagleistenschläge oder die Anzahl der Schläge verringern läßt, vermindert auch die Gefahr einer Kornbeschädigung. Die Frage ist, ob dies zur Zeit in befriedigender Weise geschehen kann, ohne daß die Dreschwirkung leidet. Oder, wenn dies nicht möglich ist, besteht dann die Aussicht, durch Änderungen der Konstruktion niedrigere Schlaggeschwindigkeiten zuzulassen?

Hier wird nicht versucht, gegenwärtige Bauarten zu vergleichen oder Spekulationen über ihre möglichen Vorzüge anzustellen. Es soll vielmehr die Lage geklärt und mögliche Entwicklungsrichtungen vorgezeichnet werden, die man beschreiten muß, um einer Ideallösung möglichst nahezukommen. Angesichts der Bedeutung, die einer Verminderung der Trommelumfangsgeschwindigkeit zukommt, werden die übrigen Parameter mit Rücksicht darauf betrachtet, in welchem Ausmaß sie dazu beitragen, dies zu verwirklichen.

3.11 Beschickungsart

Die Beschickungsmenge hat wenig Einfluß auf den Körnerbruch. Nur wenn sie außerordentlich klein ist — gewöhnlich bei Beginn oder Ende der Beschickung — kann es anders sein. Die Beschickungsart andererseits hat wichtige indirekte Auswirkungen. Bei „Ähren voran“ werden diese der Wirkung der Schlagleisten mehr ausgesetzt, die Griffigkeit der Trommel wird erhöht, und es wird ein größerer Druck der Ähren gegen die Schlagleisten hervorgerufen. Das alles trägt zu einer wirksameren Ausnutzung der Schläge bei und gestattet in allen Fällen eine Verringerung der Trommelumfangsgeschwindigkeit.

3.12 Einstellung des Korbes

Theoretisch sollte man von einer Verringerung der Dreschspaltweite die gleiche Wirkung erwarten. Warum dies nicht bewiesen werden konnte, ist unerklärlich.

Es ist möglich, daß die größere Beschleunigung, die dem Getreide bei kleinerer Spaltweite erteilt wird und der davon herrührende dünnere Schleier die Chance vermindern, daß die

Ähren wiederholt getroffen werden. Die wirkliche Intensität des Schlages wird vermutlich nicht zunehmen, sie könnte sogar wegen der geringeren Relativgeschwindigkeit des Getreides gegenüber den Schlagleisten kleiner werden.

Man muß sich darüber im klaren sein, daß das Dreschen in der Hauptsache durch die Schläge der Schlagleisten gegen die freien Ähren geschieht und weniger durch das Zerreiben der Ähren am Korb. Es zeigte sich jedoch, daß enge Spalten bei geringfügiger Verbesserung des Ausdrusches eine Verringerung der Umfangsgeschwindigkeit erlauben. Deshalb und wegen ihrer Bedeutung für die Beschickung der Trommel und die Reinigung sollte man kleine Spaltweiten bevorzugen, es sei denn, daß der Korb einen niedrigen Abscheidungsgrad besitzt.

3.13 Trommelkonstruktion

Was kann man tun, um mit Hilfe der Hauptelemente der Drescheinrichtung die Intensität der Schlagleistenschläge oder ihre erforderliche Anzahl zu vermindern? Ist eine größere Anzahl von Schlägen mit geringerer Geschwindigkeit eine bessere Lösung als eine kleine Schlagzahl mit hoher Geschwindigkeit?

Es ist möglich, daß in einigen Fällen Geschwindigkeiten unter 18 m/s hätten angewendet werden können. Bei Getreide näherte man sich aber bei dieser Geschwindigkeit dem Punkt, bei dem die Schlagwirkung ungenügend wird und Einzugs- und Verstopfungsschwierigkeiten auftreten. In Fällen, in denen selbst diese Geschwindigkeit noch zu hoch ist, um befriedigende Ergebnisse zu erzielen, müssen andere Maßnahmen als eine Senkung der Umfangsgeschwindigkeit ergriffen werden. Innerhalb des für die Funktion erforderlichen Geschwindigkeitsbereiches kann die Schlagintensität in gewissem Grade, durch die Schlagzahl ersetzt werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen vermuten, daß zusätzliche Schlagleisten an der Trommel nur wenig helfen können. In einigen Fällen stieg bei kleinerem Schlagleistenabstand der Körnerbruch an, und nur in wenigen Fällen ergab sich ein besserer Drusch. Wahrscheinlich ist nicht nur die Anzahl der Schläge von Bedeutung. Der Abstand der Schlagleisten mag auch eine Rolle spielen, weil er auch einen Einfluß darauf hat, wie eine Ähre den Schlägen ausgesetzt wird. Wenn der Abstand klein ist, wird jede Verbesserung durch die größere Schlagzahl, wahrscheinlich von der geringeren Chance der Ähren, wirkungsvoll getroffen zu werden, wieder zunichte gemacht.

Bei einer Verlängerung der Zeit, in der das Getreide den Schlagleisten ausgesetzt ist, was durch längere Körbe erreicht werden kann, sind die Verhältnisse anders.

Die relativ gute Dreschwirkung, die bei den Versuchen mit kurzen Körben erzielt wurde, bestätigt, wie wichtig die Schlagwirkung der Leisten beim Eintritt des Getreides in den Korb ist. Danach ist ihre Aktion weniger wirkungsvoll, weil die Geschwindigkeit und die Dicke des Getreideschleiers kleiner ist. Die Zeitspanne, in welcher das Getreide den Schlagleisten ausgesetzt ist, muß lang genug sein, um einen vollständigen Ausdrusch zu sichern. Verlängert man diese Zeit, dann wird die Wahrscheinlichkeit, daß eine Ähre getroffen wird, so vergrößert, daß die Intensität der Schläge verringert werden kann. Die Untersuchungen ergaben, daß eine Verlängerung des Korbes um 17 cm zu einer Verringerung der Trommelumfangsgeschwindigkeit um 5 m/s führen kann. Der auftretende Körnerbruch war zwar an sich bei den längeren Körben größer, aber er konnte durch die mögliche Verringerung der Trommelumfangsgeschwindigkeit mehr als kompensiert werden. Die Wahl zwischen einer Kombination von hoher Trommelumfangsgeschwindigkeit und kurzem Korb oder niedriger Trommelumfangsgeschwindigkeit und längerem Korb scheint daher zugunsten der letzteren auszufallen. Eine weitere Verbesserung ist nur zu erwarten, wenn weniger beschädigende Werkstoffe eingesetzt werden, oder, wenn die gedroschenen Körner schneller aus der Bahn der Schlagleisten entfernt werden, d. h. durch schnelle Abscheidung.

Der Trommeldurchmesser, der hinsichtlich Körnerbeschädigungen nicht so wichtig ist, sollte in erster Linie mit Rücksicht auf die erforderliche Korblänge gewählt werden. Im Inter-

esse einer maximalen Druschwirkung und Abscheidung sollte der Durchmesser so klein wie möglich sein. Bei einem Dreschwerk, das in diesem Sinne konstruiert ist, wird die genaue Einstellung des Korbes nicht sehr wichtig sein. Andererseits erfordert die Einstellung der Trommelumfangsgeschwindigkeit größere Sorgfalt, wenn Überdreschen vermieden werden soll. Die Trommelumfangsgeschwindigkeiten, die bei heutigen Maschinen angewendet werden, sind manchmal deshalb höher als notwendig gewählt, um eine hohe Stundenleistung zu erreichen. Sie können aber auch notwendig sein, um Mängel der Konstruktion auszugleichen. Eine zweckmäßige Entwicklung sollte solche Maßnahmen überflüssig machen.

3.2 Kornabscheidung im Korb

Die Leistungsfähigkeit der Dreschtrommel spielt auch eine wichtige Rolle hinsichtlich des Arbeitsumfangs, der von anderen Organen eines Mähdreschers bewältigt werden muß. Es wäre daher unzulässig, sie für sich allein zu behandeln. Die Abscheidung der gedroschenen Körner durch den Korb ist eine der wichtigsten Nebenfunktionen.

Wie wir gesehen haben, ist eine schnelle Kornabscheidung anzustreben, um Körnerbruch zu vermeiden. Der tatsächliche Anteil des im Korb abgeschiedenen Korns bestimmt die Kapazität der zusätzlich erforderlichen Korn-Stroh-Trennorgane und beeinflusst in starkem Maße die Leistung des Mähdreschers auf dem Felde.

Die Kornabscheidung der Drescheinrichtung hängt von vier entscheidenden Größen ab:

1. von der Zeit, die für die Abscheidung verfügbar ist,
2. von der Abscheidungsleistung des Korbes,
3. vom Trommeldurchmesser und
4. von der Dichte des Strohschleiers in der Trommel.

Die verfügbare Zeit hängt von der Stelle der Drescheinrichtung ab, an der der Ausdrusch beendet ist, und von dem Weg, den das Getreide zurücklegen muß, bis es den Korb verläßt. Die Art der Beschickung, die Dreschfähigkeit des Getreides und die Länge des Korbes sind die wichtigsten Faktoren, die in Betracht gezogen werden müssen. Die bessere Zuführung der Ähren bei „Ähren voran“ bewirkt, daß das Getreide früher gedroschen wird und mehr Zeit für die Abscheidung der Körner im Korb zur Verfügung steht. Die Verbesserung der Abscheidung durch längere Körbe gehorcht dem Gesetz eines abnehmenden Ertragszuwachses. Unter günstigen Bedingungen kann man eine Abscheidung über 90% erwarten. Eine vollständige Abscheidung scheint mittels eines Eintrommel-Systems jedoch nicht möglich zu sein. Die Korblängen, die dafür erforderlich wären, würden unverhältnismäßig schwierige praktische Probleme aufwerfen. Es würde auch schwierig sein, eine vollständige Abscheidung unter allen Umständen zu gewährleisten, während dies mit konventionellen Mitteln durch einfache Verminderung der Zuführmenge erreicht werden kann. Nichtsdestoweniger führt die Benutzung längerer Körbe, als sie für einen ausreichenden Ausdrusch notwendig wären, zu einer beträchtlichen Verringerung der Anforderungen an die Korn-Stroh-Trennorgane. Hierdurch gewinnt die Behauptung in Abschnitt 3.3 an Gewicht, daß man mit einer Kombination von längeren Körben und niedrigen Umfangsgeschwindigkeiten dreschen sollte. Der Korb sollte mit dem kleinsten Trommeldurchmesser zusammengebracht werden, mit dem er noch befriedigend funktioniert, und er sollte so durchlässig wie möglich sein. Außer der Beschickungsart des Getreides, seiner Dreschfähigkeit und der Korbkonstruktion wird die Abscheidung durch alle Maßnahmen gefördert, die zu einem dünneren Strohschleier in der Trommel führen.

Am wichtigsten sind folgende Parameter:

1. eine niedrige Beschickungsmenge,
2. ein enger Dreschspalt und
3. eine hohe Trommelumfangsgeschwindigkeit.

Bei hohen Beschickungsmengen wird der Anteil der Körner, die zusammen mit dem Stroh das Dreschwerk verlassen, größer. Die Belastung der Schüttler eines Mähdreschers nimmt daher

unverhältnismäßig mehr zu als die zugeführte Getreidemenge. Infolgedessen wird in vielen Fällen die Leistung der Mähdrescher auf dem Felde durch die Kapazität der Schüttler begrenzt. Verbesserungen der Abscheidung, die mit Hilfe höherer Trommelumfangsgeschwindigkeit und der Einstellung der Spaltweite möglich sind, können dazu dienen, den Überlastungspunkt beträchtlich hinauszuschieben, wenn die Kornbeschädigung keine große Rolle spielt.

3.3 Strohbruch

Die Kurzstrohmenge wechselt stark von Erntejahr zu Erntejahr und von Getreideart zu Getreideart. In den hier beschriebenen Versuchen war der Strohbruch kein ernsthaftes Problem. Gerste war besonders zäh und widerstandsfähig. In den Fällen, in denen Kurzstroh auftrat, hing es mit der „schweren“ Dreschbarkeit zusammen. Die wichtigste Ausnahme davon ergab sich bei den Korbkonstruktionen. Während Vergrößerungen der Korblänge nur einen geringen Einfluß auf den Körnerbruch hatten, verursachten sie eine ausgeprägte Zunahme der Kurzstrohmenge. Ebenfalls bewirkte der geschlossene Korb geringfügig weniger Strohbruch als der offene.

Das Kurzstroh ist beim Mähdrescher hauptsächlich deshalb ein Problem, weil es die Reinigung erschwert. Es kann sogar der begrenzende Faktor für die Leistung sein. Wegen der Vorteile von langen offenen Körben, bezüglich ihrer Dresch- und Abscheidungsfähigkeit, mag es ratsam sein, die Trennung des Kurzstrohes von den gedroschenen Körnern als eine gesonderte Aufgabe zu behandeln.

Schlußfolgerungen

Die Wirksamkeit einer Schlagleistentrommel ist am besten, wenn das Getreide mit „Ähren voran“ zugeführt wird. Sie sollte durch ein ausgewogenes Verhältnis von Trommelumfangsgeschwindigkeit und Korblänge erzielt werden, wobei man sich etwas mehr zugunsten einer großen Korblänge entscheiden sollte. Auf diese Weise wird der Körnerbruch verringert und eine hohe Abscheidungsfähigkeit gesichert. Weil sich dadurch eine größere Menge Kurzstroh ergibt, kann das Reinigungsproblem erschwert werden.

Es scheint nicht möglich zu sein, mit der Schlagleistentrommel in ihrer jetzigen Form Körnerbruch unter allen Verhältnissen völlig zu vermeiden. Die dafür erforderlichen niedrigen Trommelumfangsgeschwindigkeiten würden wahrscheinlich nicht ausreichen, um einen gleichmäßigen Fluß des Getreides durch das Dreschwerk und eine befriedigende Arbeitsweise der Trommel, deren Erfolg vom Schlagprinzip abhängt, zu gewährleisten. Entwicklungslinien, von denen einige in dieser Arbeit vorge schlagen wurden, könnten eine genügende Verbesserung bewirken, um das Problem für alle praktischen Fälle zu lösen.

Schrifttum

- [1] Mitchell, F. S.: The effect of drum setting and crop moisture content on the germination of combine harvested wheat. Rep. 51 Nat. Inst. Agric. Engng., Silsoe, 1955.
- [2] Mitchell, F. S.; R. E. Arnold; F. Y. K. Caldwell and A. C. W. Davies: The effect of drum setting and crop moisture content on the germination of combine harvested barley. Rep. 56 Nat. Inst. Agric. Engng., Silsoe, 1955.
- [3] Arnold, R. E.; F. Caldwell and A. C. W. Davies: The effect of moisture content of the grain and the drum setting of the combine-harvester on the quality of oats. J. Agric. Engng. Res., **3** (1958) S. 336/44.
- [4] Thielebein, M.: Mähdrusch und Saatgutqualität. Landtechn. **8** (1953) S. 349/52.
- [5] Usenko, V. V.: O mehaničeskich povreždenijach semjan (Die mechanische Beschädigung von Saatgut). Selekcija i semenovodstvo. Moskva, Mai 1952, 62.
- [6] Kolganov, K. G.: O mehaničeskich povreždenijach semjan žernovyh kul'tur pri obmolote (Mechanische Beschädigung von Getreidekörnern beim Dreschen). Sbornik trudov po zemledel'českoj mehanike. Moskva **3** (1956) S. 231/246. S. auch Übers. (Mechanical damage to grain during threshing) in: J. Agric. Engng. Res. **3** (1958) S. 179/84.