

Untersuchungen über den Dreschvorgang an verschieden gestalteten Schlagleistentrommeln

Von Karl-Heinrich Schulze, Gießen

In Schlagleistendreschwerken erfolgt der Ausdrusch in dem Raum, der von den umlaufenden Schlagleisten und den feststehenden Korbleisten gebildet wird. Die Schlagleisten laufen mit etwa 30 m/s Umlaufgeschwindigkeit an den Korbleisten vorbei. Dadurch wird das Getreide durch den sich vom Einlauf bis zum Auslauf stetig verjüngenden Raum, dem sogenannten Dreschkanal, mit höchstens 10 m/s Geschwindigkeit gefördert. Die Durchlaufgeschwindigkeit ist nicht stetig; sie kann auch wesentlich geringere Werte annehmen. In verschiedenen Arbeiten ist der Dreschvorgang in der Schlagleistentrommel kinematographisch aufgenommen worden [1 bis 4]. Bei den neueren Untersuchungen [3; 4] konnte mit Hilfe der amerikanischen Fastax-Kamera, die eine 200- bis 250fache Zeitdehnung ermöglicht, der Dreschvorgang in vielen Einzelheiten festgehalten werden. So

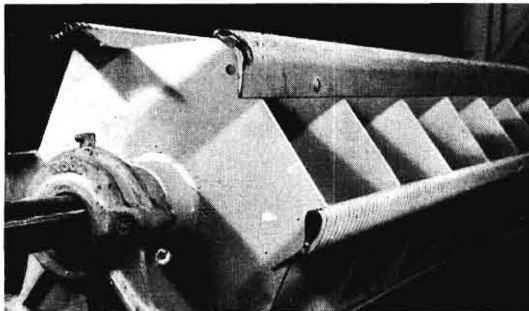


Bild 1. Offene Schlagleistentrommel mit gerippten Winkelschlagleisten.

Durchmesser 450 mm
Länge 1700 mm

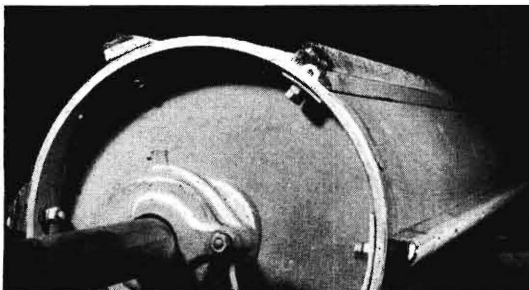


Bild 2. Geschlossene Schlagleistentrommel mit einfachen Rippenschlagleisten nach DIN 11701.

Durchmesser 450 mm
Länge 1700 mm

war es möglich, die Geschwindigkeit der Ähren und auch der Körner in einzelnen Phasen zu bestimmen, wobei auch die Bahn der Dreschgüter ermittelt werden konnte, sofern sie sich aus der Gegenüberstellung der Einzelbilder rekonstruieren ließ. Die Körner führen teilweise sehr unregelmäßige Bewegungen im Dreschkanal aus. Sie prallen, nachdem sie sich aus ihrem Sitz in der Ähre gelöst und durch die Schlagleiste eine Beschleunigung erfahren haben, mitunter auf den Korbleisten ab und werden von einer Schlagleiste erneut erfaßt, um nochmals durch den Raum geschleudert zu werden. Manche Körner bleiben auch — für wenige Bruchteile von Sekunden — im Raum stehen oder

führen sogar Bewegungen entgegengesetzt zur Umlaufrichtung der Trommel aus. Diese turbulenten Bewegungen der Körner sind wahrscheinlich auf Luftbewegungen im Dreschraum zurückzuführen, die durch die einzelnen Schlagleisten verursacht werden. Nach Untersuchungen von Trienes [5; 6] läßt sich z. B. der Leistungsaufwand für den Leerlauf einer Schlagleistentrommel wesentlich herabsetzen, wenn die Schlagleisten eine strömungsgünstige Form haben. Er hat nachgewiesen, daß die turbulente Strömung durch diese Maßnahme fast in eine laminare verbessert werden kann. Für die Geschwinde im Dreschraum muß man sich weiter vor Augen halten, daß diesen Raum in der Sekunde je nach Durchsatz und Korn-Strohverhältnis eine große Zahl von Körnern, beispielsweise bei 2000 kg/h Halmgetreide mit einem Korn-Strohverhältnis von 1:1 und einem 1000-Korngewicht von 56 g, etwa 5000 Körnern/s durchlaufen. Die Vorgänge können aber auch ganz anderen Charakter annehmen, wenn der Dreschraum sehr stark beaufschlagt ist [7; 8].

Auf Grund der geschilderten Erkenntnisse interessiert nun das Verhalten der Körner im Dreschraum bei unterschiedlichen Formen von Schlagleistentrommeln. Deshalb wurde das Verhalten des Dreschgutes, also der Körner und der Strohhalme, beim Durchgang durch den Dreschspalt einer offenen Trommel mit gerippten Winkelschlagleisten (**Bild 1**), einer geschlossenen Trommel mit einfachen Rippenleisten (**Bild 2**) und einer offenen Trommel mit Profilschlagleisten ohne Rippen nach Trienes (**Bild 3**) kinematographisch aufgenommen und durch Einzelauswertung die Bahn der Körner aufgezeichnet.¹⁾

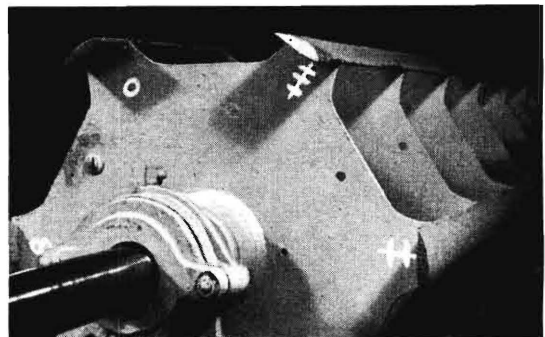


Bild 3. Profilleistentrommel ohne Rippen nach Trienes [6].

Durchmesser 450 mm
Länge 1700 mm

Die Anordnung der Versuche war die gleiche wie bei der ersten kinematographischen Untersuchung des Dreschvorganges des Verfassers [3]. Als Kamera diente die amerikanische Fastax; die Aufnahmen machte das Institut für den Wissenschaftlichen Film in Göttingen. Die notwendige Beleuchtungsstärke von etwa 100 000 Lux wurde durch insgesamt 80 000 Watt starke Scheinwerfer erzielt. Die Aufnahmen erfolgten als Großaufnahmen an drei Stellen des Dreschspaltes, und zwar am Oberkorb, Mittelkorb und Unterkorb, jeweils über einen Bereich von 4 bis 5 Korbleisten. Die optische Achse der Kamera war parallel zur Trommelachse ausgerichtet, so daß man mit der Kamera in den Raum hineinsehen konnte, der von dem Umkreis der Trommel und dem Innenkreis der Korbschlagleisten gebildet wird. Vor

Privatdozent Dr.-Ing. Karl-Heinrich Schulze ist Oberassistent am Institut für Landmaschinen (Direktor: Prof. Dr.-Ing. K. Stöckmann) der Justus-Liebig-Universität Gießen.

¹⁾ Die Mittel zur Durchführung der Arbeiten gab die Deutsche Forschungsgemeinschaft; die Trommeln wurden von der Firma Standard-Werk, Bevensen, freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Beiden Stellen sei bei dieser Gelegenheit nochmals herzlichst gedankt.

dem Einlauf der Trommel war ein endloses Band angeordnet, das über ein stufenloses Getriebe beliebig in seiner Vorschubgeschwindigkeit regelbar war. Auf diesem wurde ein bestimmtes Gewicht an Getreide ausgebreitet und möglichst gleichmäßig hoch geschichtet, damit es schleierartig der Dreschtrommel zufließen konnte. Die Bandgeschwindigkeit bestimmt die Beaufschlagung der Dreschtrommel. Wenn das Getreide ohne Hemmung durch den Dreschspalt mit Zuführgeschwindigkeit fließt, ist der Durchsatz nahezu der Beaufschlagung gleich. Um dies zu erreichen, wurde das Getreide auf dem Förderband mit möglichst geringer Höhe ausgebreitet.

Zur Kontrolle der durch die Förderbandgeschwindigkeit gegebenen Sollbeaufschlagung wurde während des Versuches die Durchlaufzeit des Getreides durch die Dreschtrommel gemessen. Außerdem wurde die Leistungsaufnahme der Dreschtrommel während des Dreschvorganges mit einem Bandschreiber aufgenommen, desgleichen die Drehzahl der Trommel und des Antriebes für das Förderband. Durch diese Maßnahmen ist es möglich gewesen, den wirklichen Durchsatz (Istbeaufschlagung) festzustellen. Um das Verhalten des Getreides in den einzelnen Dreschtrommeln vergleichen zu können, mußten möglichst bei allen Versuchen die gleichen Durchsätze gefahren werden.

Die je Aufnahme verfügbare Filmlänge bedingt, daß wegen der hohen Zeitdehnung (5000 Bilder/s) der Dreschvorgang nur weniger als eine Sekunde lang im Streifen festgehalten werden konnte. Man hatte nicht immer die Gewähr, daß trotz sorgfältiger Herrichtung des Dreschgutes auf dem Zuführband sich die Halme in dem für die Beobachtung günstigsten Raum (also am Rande des Dreschspaltes) mit ihren Ähren bewegten. Es kann deshalb nicht jede Aufnahme gelingen. Trotz dieser Schwierigkeit glückte aber ein wesentlicher Teil der Aufnahmen, so daß sie ausgewertet werden konnten. Um die Sicherheit, daß im Blickfeld der Kamera sich auch etwas abspielt, zu erhöhen, wurden auf dem Band ein Vielfaches von der für eine Aufnahme unbedingt notwendigen Getreidemenge zur Verfügung gehalten. Erst dann, wenn das Getreide in die Trommel eingelaufen war, wurde die Kamera ausgelöst. Es gelang, die Versuchsreihen mit

einer mittleren Korbeinstellung (Spaltweite am Einlauf 15 mm, am Auslauf 7 mm) vergleichend auszuwerten. Im **Bild 4** sind für jeden Aufnahmebereich der Drescherke vergleichend kennzeichnende Bewegungsbahnen der Körner durch gerade oder gekrümmte Pfeile wiedergegeben. Jeder Pfeil entspricht der sichtbaren Bahnlänge eines Kornes während einer Zeitdauer von 8 Millisekunden, die etwa der Zeit entsprechen, die eine Schlagleiste für $\frac{1}{6}$ ihrer Umlaufbahn benötigt. Die Pfeile je Dreschspaltabschnitt (Oberkorb usw.) entsprechen somit der im einzelnen Film beobachtbaren Kornbewegungen. Je länger die Bahn eines Kornes in dieser Abbildung ist, desto höher ist auch seine Geschwindigkeit. Die Bewegungsbahn im Film bzw. auf der Zeichenebene ist nur die Projektion der wirklichen Bahn in diese Ebene. Ihr wahrer Verlauf ist wegen der ebenen Betrachtung des Bewegungsvorganges nicht zu ermitteln [4].

In der Übersicht, nach welcher sich deutliche Unterschiede zwischen der geschlossenen, offenen und Profiltrommel erkennen lassen, fällt auf, daß sich bei der offenen Trommel eine große Anzahl von Körnern beinahe radial von der Trommel weg bewegen, wenn auch einige nahezu tangential mitlaufen. Bei der Profiltrommel ist die Bewegung insofern schon etwas geordneter, als keine deutlichen Unterschiede zwischen tangential und radial festzustellen sind. Bei der geschlossenen Trommel kommt man zu der gleichen Feststellung.

Durch die unterschiedliche Kornbewegung bei den einzelnen Trommelbauarten dürfte erwiesen sein, daß die von *Trienes* [6] festgestellten Luftwirbel der offenen Trommel und die beruhigte Strömung der Profiltrommel einen Einfluß auf die Kornbewegung haben. Durch die von der Trommel weg gerichtete Bewegung bei der offenen Trommel werden die Körner schneller zum Verlassen des Korbes gezwungen, so daß weniger Körner mit dem Stroh in den Schüttelraum gelangen, als das bei den anderen Trommeln der Fall sein kann. Auch konnte bei diesen Aufnahmen die frühere Erkenntnis [3; 4] bestätigt werden, daß die Körner an den Korbleisten oder aber auch an den Schlagleisten abprallend durch den Dreschkanal gewirbelt werden, was zu Körnerbruch führen kann. Das dürfte sowohl bei der geschlosse-

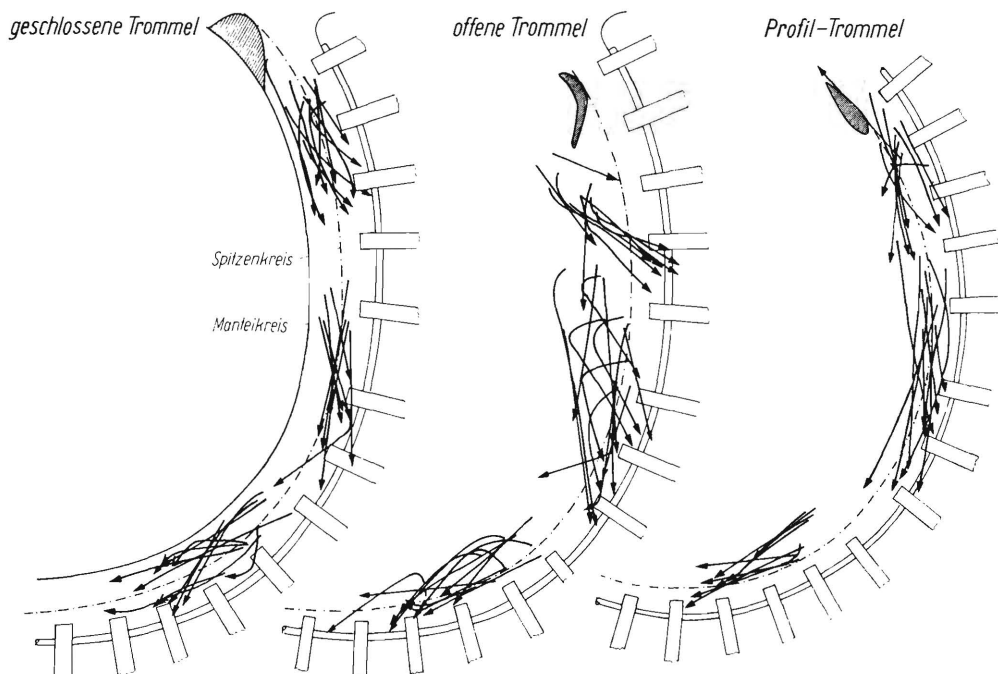


Bild 4. Vergleich der Kornbewegungen im Oberkorb, Mittelkorb und Unterkorb aus einer kinematographischen Analyse bei einer geschlossenen Trommel normaler Bauart (Bild 2), einer offenen Trommel normaler Bauart (Bild 1) und einer Profilleistentrommel (Bild 3). Die offene Trommel zeigt in allen Bereichen ihres Dreschspaltes mehr zum Korb hin gerichtete Bahnen der Körner als die anderen Trommeln.

Die perspektivische Verzerrung der Krümmung des Korbes in den jeweiligen Großaufnahmen der Dreschspaltbereiche bedingt die etwas zu langgestreckte Darstellung des Gesamtkorbes, der aus den Teilbildern in der Zeichnung zusammengesetzt wurde. Wenn die Bewegungsbahnen der Körner die Korbleisten schneiden, so liegt das daran, daß sie außerhalb (zwischen Korb und Glasscheibe, die den Dreschraum begrenzt) geraten sind. Haben sie eine krumme Bewegung, so sind sie irgendwie abgelenkt worden; in der Nähe der Korbleisten offenbar durch Berühren (Abprallen) oder im Bewegungsreich der Schlagleisten meist durch nochmaligen Schlag. Wenn sich also ein scheinbar sinnwider Verlauf der Körner ergibt, beruht das auf dieser Darstellungsweise, die nur die Merkmale der Körnerbahnen gegenüberstellen soll.

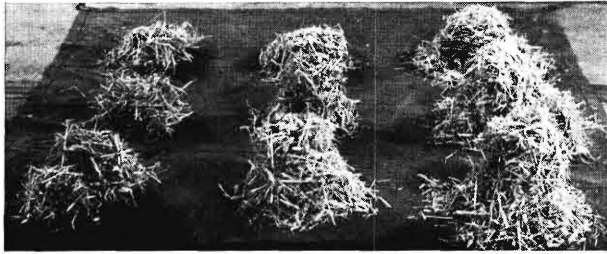


Bild 5. Vergleich der Zerreibwirkung der Profilleistentrommel mit derjenigen der anderen Trommeln; bei der Profiltrommel fällt mehr an zerschlagenem Stroh an als bei den beiden anderen.

links: geschlossene Trommel
Mitte: offene Trommel
rechts: Profiltrommel

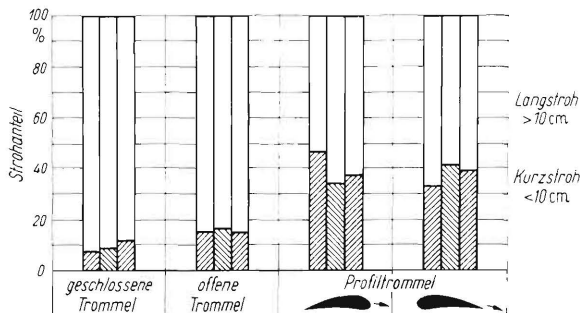


Bild 6. Prozentualer Anteil von Strohalmstücken über und unter 10 cm Länge nach dem Dresch bei den drei untersuchten Trommeln. Jeder einzelne der drei Wiederholungsversuche zeigt die starke Zerreibwirkung der Profilleistentrommel im Vergleich zu den beiden anderen Trommeln.

nen Trommel als auch bei der Profiltrommel nicht in dem Maß auftreten. Wenn die Profiltrommel den Vorteil hat, einen geringeren Leistungsbedarf zu haben, so muß doch die Eigenschaft der längeren Mitführung von Körnern wie bei der geschlossenen Trommel deshalb als nachteilig bezeichnet werden, weil eine zusätzliche Belastung des Schüttlers zu befürchten ist. (Untersuchungen über den anteiligen Korbdurchlaß konnten aus Zeitgründen leider nicht durchgeführt werden.)

Bei den Versuchen fiel auf, daß das Stroh durch die Profiltrommel besonders stark zerschlagen wurde. Inwieweit hier Unterschiede zwischen den drei Trommelbauarten bestehen, zeigen die Ergebnisse von Versuchen, bei denen bei mittlerer Korbstellung jeweils die gleiche Garbenmenge durch die Trommeln gelassen wurden und das Stroh nach dem Dresch nach seinem Anteil an Halmstücken von über und unter 10 cm Länge aufgeteilt wurde, **Bild 5 und 6**. Bei der Profiltrommel wurde auch ein Versuch mit in falscher Umlaufrichtung aufmontierten Profilleisten durchgeführt. Es zeigt sich hier ein deutlicher Unterschied zwischen der Profiltrommel und den anderen beiden Trommeln bei jeder Versuchswiederholung. Die Profiltrommel hat auch noch die unerwünschte Eigenschaft, daß sich an ihren Schlagleisten die zerrissenen Strohhalme festhängen, was schließlich zu einer Verstopfung besonders bei zähem Dreschgut (Mährdresch) führen dürfte. **Bild 7**.

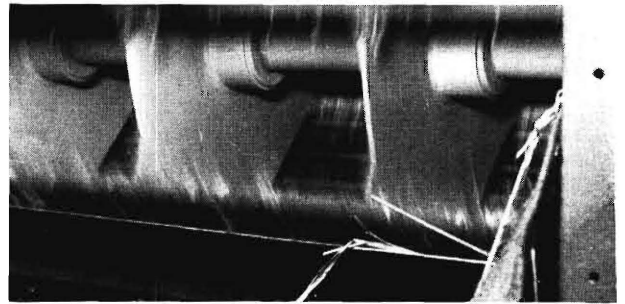


Bild 7. An der nach dem Dreschgutdurchgang leerlaufenden Profiltrommel sieht man Strohteile mit umlaufen, die sich auf den Schlagleisten festgehakt haben.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß sich die Kornbewegungen im Dreschspalt nach einer kinematographischen Analyse bei einer üblichen offenen Trommel mit gerippten Winkelschlagleisten von der bei einer geschlossenen Trommel mit Rippen-schlagleisten und einer offenen Trommel mit strömungsgünstigen, ungerippten Profilleisten (nach *Trienes*) unterscheiden. Während sich die Körner bei der ersteren mehr nach dem Korb zu bewegen, neigen sie bei den anderen Trommeln zum Mitlaufen in der Drehrichtung. Die Profilleistentrommel hat außerdem die Eigenschaft, das Stroh sehr zu zerschlagen.

Schrifttum

- [1] Schweigmann, P.: Die Überzeitlupe in ihrer Anwendung als Forschungsmittel zur Aufdeckung der Arbeitsvorgänge im Dreschkanal der Dreschmaschine. Mitt. d. Hann. Hochschulgemein. Heft 19/20. Hannover 1939.
- [2] Finkenzeller, R.: Das Körnerbrechen beim Dreschen. Diss. T. H. Berlin 1940. RKTL-Schrift 102. Berlin 1941. [s. a. Techn. i. d. Landwirtsch. 22 (1941), S. 116/117].
- [3] Königer, R., K. H. Schulze und H. Schladerbusch: Entkörnung durch Schlagleistentrommel. Filme Nr. 672 bis 675 des Inst. f. d. Wiss. Film. Göttingen 1955.
- [4] Schulze, K. H.: Kinematographische Untersuchung des Dreschvorganges in einer Schlagleistentrommel. Grndl. d. Landtechnik Heft 7. Düsseldorf 1956, S. 113/120.
- [5] Trienes, H.: Luftbewegung um Dreschtrommeln. Grndl. d. Landtechnik Heft 6. Düsseldorf 1955. S. 35/44.
- [6] Trienes, H.: Stromlinienförmige Gestaltung von Dreschtrommeln. Grndl. d. Landtechnik Heft 7. Düsseldorf 1956. S. 121/128.
- [7] Wieneke, F., und L. Caspers: Einfluß der Zuführgeschwindigkeit, der Trommelumfangsgeschwindigkeit, der Spaltweite und des Grüngutanteiles auf den Dreschvorgang bei verschiedenen Getreidearten. Grndl. d. Landtechnik Heft 21. Düsseldorf 1964. S. 7/15.
- [8] Baader, W.: Einfluß der Beschickungsrichtung, der Lage des Beschickungspunktes zur Trommel und der Schlagleistenanordnung auf den Dreschvorgang. Grndl. d. Landtechnik Heft 21. Düsseldorf 1964. S. 16/21.