

Einleitende Betrachtungen über Dreschsysteme, Einflußgrößen und Bewertungsmaßstäbe beim Mähdrusch

Von **Franz Wieneke**, Braunschweig-Völkenrode

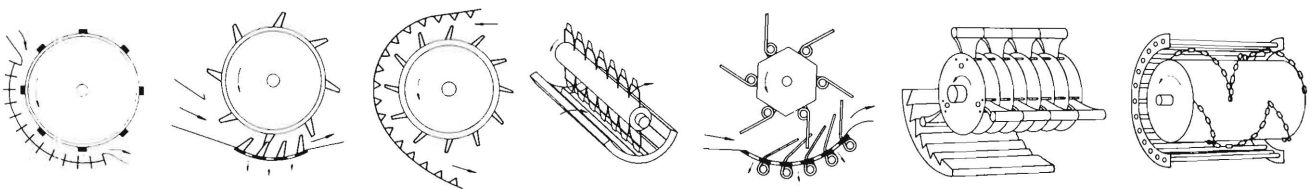
Das Dreschen, das Trennen der Körner aus den Ähren, ist eine Technik, die seit Jahrtausenden geübt wird. Am Anfang stand das manuelle Ausschlagen und Ausreiben der Ähren, das Aus-treten der Körner durch die Hufe der Tiere und das Trennen der Körner mit einfachen Werkzeugen, die von Menschenhand betätigt wurden. Die heutige Dreschtechnik beginnt mit der Erfindung der Schlagleistentrommel und dem Leistenkorb durch den Schotten *Andreas Meikle* im Jahre 1785. Sie hat sich im Prinzip seitdem nicht wesentlich geändert. Es hat indes nicht an Vorschlägen und Versuchen gefehlt, dieses Prinzip zu verbessern oder durch andere zu ersetzen.

So sind im gesamten sehr verschiedenartige Systeme ausgeführt oder auch nur vorgeschlagen worden. Sie lassen sich nach der Bewegung des Dreschgutes im Dreschspalt ordnen, **Bild 1**. Das Dreschgut kann den Dreschspalt tangential, axial, radial oder eben durchlaufen. Einen tangentialen Dreschspalt weisen die Systeme Trommel-Korb, Trommel-Band, Trommel-Walzen, Trommel-Trommel, Band-Korb und Band-Band auf. Im Dreschsystem Schlägerwelle-Korb wandert das Gut axial-tangential im Spalt, im Konusdrescher axial-tangential-radial und im axial beschickten Schaufelrad radial nach außen. Zu erwähnen sind noch das radiale System Scheibe-Scheibe und das ebene

Bewegung des Gutes	tangential					
	Trommel Korb	Trommel Band	Trommel Walzen	Trommel Trommel	Band Korb	Band Band
Ausführungsbeispiele						
Bewegung des Gutes	axial			radial	eben	
	tangential	tangential radial	radial			
Dreschorgane	Schlägerwelle Korb	Konus-trommel Konuskorb	Schaufelrad	Scheibe Scheibe	Platte Platte	
Ausführungsbeispiele						

Bild 1. Dreschsysteme.

Schlagende und reibende Werkzeuge



Reibende Werkzeuge

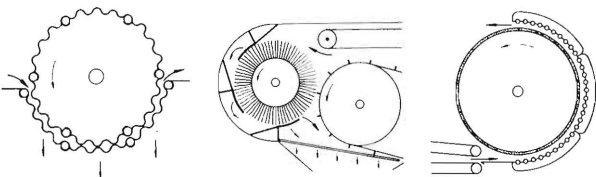


Bild 2. Bauarten Trommel-Korb.

System Platte-Platte. Für die genannten Systeme ist in **Bild 1** jeweils ein typisches Ausführungsbeispiel aus einer Vielzahl von Bauarten dargestellt.

Die Bauarten eines Systems lassen sich wiederum hinsichtlich der Werkzeugform unterscheiden, wie das in **Bild 2** für das System Trommel-Korb gezeigt wird. Es finden sich bei diesem System vorwiegend schlagende und gleichzeitig reibende Werkzeugformen wie Schlagleisten, Stifte, Zinken, Pendel und Ketten. Daneben sind reibende Werkzeuge, wie gewellte Bandisen, Bürsten und neuerdings eine Gummitrommel bekannt geworden.

Das System Trommel-Korb mit seinen verschiedenen Bauarten weist noch eine Vielzahl weiterer Varianten auf, die hier nicht erwähnt sind.

Führt man diese Systematik auch für die anderen in Bild 1 dargestellten Dreschorgane durch, so kommt man auf über 100 Lösungen, die für das Dreschen vorgeschlagen oder gebaut worden sind. Wenn von all diesen Bauarten die Schlagleistentrommel und der Leistenkorb, im folgenden kurz Schlagleistendrescher genannt, zum Gegenstand der Forschungsarbeiten, über die in den Beiträgen dieses Heftes berichtet wird, gemacht wurde, so hat das zunächst seinen Grund in der Tatsache, daß diese Bauart, die eine echte Kompromißlösung darstellt, bisher als einzige dem breiten Spektrum der Getreidearten und Erntebedingungen gerecht wird. Der Stiftendrescher hat daneben eine gewisse Bedeutung für schwer dreschbare Früchte gewonnen. Diese Feststellungen sollen nicht besagen, daß den zur Zeit an verschiedenen Stellen unternommenen Versuchen, andere vorteilhaftere Dreschsysteme zu finden, keine Bedeutung beigemessen wird. Es erscheint aber sinnvoll, zunächst einmal für den seit über hundert Jahren bewährten Schlagleistendrescher die funktionellen Zusammenhänge zu ermitteln, deren Kenntnis die weitere Entwicklung sicher befruchten wird.

In den Arbeiten von *Brenner*, *Finkenzeller*, *Fischer-Schlemm*, *Gorjatschkin*, *Knolle* und *Ott*, um nur einige wesentliche zu nennen, sind in den vergangenen Jahrzehnten der Dreschvorgang des Schlagleistendreschers untersucht und wertvolle Ergebnisse ermittelt worden. *Gorjatschkin* [1] untersuchte verschiedene Dreschtrommeln auf ihre Leistungsfähigkeit und den Kraftbedarf und versuchte, die energetischen Zusammenhänge mathematisch zu erfassen. *Knolle* [2] beschränkte sich bei seinen Versuchen an Schlagleistentrommeln verschiedener Bauarten nicht nur auf Energiebetrachtungen, sondern legte der Bewertung auch die Arbeitsqualität zugrunde. *Brenner* [3] stellte dann Versuche mit verschiedenen Dreschtrommeln an mit dem Ziel, die für die Entwicklung von Kleinmähdreschern günstigste Lösung zu finden und erkannte die große Bedeutung einer gleichmäßigen dünn-schichtigen Getreidezuführung. *Ott* [4] hat diese Untersuchungen auf verschiedene Halmrichtungen bei der Beschickung ausgedehnt. *Fischer-Schlemm* [5] untersuchte sowohl die Trommelschlagleisten als auch die Leisten des Korbes, indem er sowohl die Formen als auch die Anordnung variierte. *Finkenzeller* [6] erforschte in grundlegenden Untersuchungen die Ursachen für das Körnerbrechen beim Dreschen.

Dreschvorgang zu klären. In früheren Arbeiten von *Segler*, *Dolling*, *Degenhardt* [9, 10, 11, 12] wurde bereits mit diesen Untersuchungen begonnen. Vor Beginn der eigenen Arbeiten ergab sich aus Kontaktaufnahmen zu anderen Forschungsstätten und zur Erntemaschinenindustrie, daß seit Jahren an diesen Stellen ebenfalls auf dem Gebiet der Dreschtechnik grundlegende Untersuchungen angestellt wurden. Im Department Harvesting and Handling des National Institute of Agricultural Engineering in Silsoe wurde das Problem der Beschädigung der Körner bearbeitet. Die Versuchsmethodik entsprach der der eigenen Arbeiten. Versuche zur Klärung der funktionellen Zusammenhänge beim Dreschen führte auch die Firma Fahr durch. Im Institut für Landtechnik in Gießen wurde der Dreschvorgang bei verschiedenen Leistenformen gefilmt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die jeweils mit spezieller Arbeitsrichtung angestellt wurden und über die in den folgenden Beiträgen berichtet wird, stellen in der Summe einen weiteren Beitrag zur Ermittlung der funktionellen Zusammenhänge des Dreschvorganges dar.

Einflüsse auf den Dreschvorgang können sich aus der Konstruktion, der Einstellung und Bedienung der Drescheinrichtung sowie der Beschaffenheit des Dreschgutes ergeben. Die wichtigsten von ihnen sind in **Tafel 1** angegeben. Der Zuordnung der Einflüsse in dem Bereich der Konstruktion oder der Bedienung liegt der derzeitige Stand der Mähdreschtechnik zugrunde. Die Zuführgeschwindigkeit ist bei den heutigen Mähdreschern nicht einstellbar und deshalb unter den konstruktiven Einflüssen aufgeführt.

Im Einsatz läßt sich der Arbeitserfolg der Dreschorgane in gewissen Grenzen durch Einstellung und Bedienung beeinflussen.

Um die Beschaffenheit des Dreschgutes zu kennzeichnen, sind eine Vielzahl von Parametern zu nennen. Nur die wichtigsten sind in **Tafel 1** angegeben. Es ist außerordentlich schwierig, über die Beschaffenheit des Dreschgutes weitere exakte Aussagen zu machen. So wäre es im Hinblick auf das Dreschen nützlich festzulegen, wie fest die Körner in den Ähren sitzen. Das könnte vielleicht durch die Bestimmung der Zentrifugalkraft auf einer rotierenden Schleuder, wie *Finkenzeller* [6] es versuchte, oder durch Herausziehen einzelner Körner geschehen. Zur Definition der Sitzfestigkeit sollte auch das Biegemoment beim Herausbrechen der Körner aus den Ähren benutzt werden. Im Hinblick auf die Korn- und insbesondere die Keimbeschädigung ist die Lage des Embryos im Endosperm und die Bespelzung der Ähre

Tafel 1. Einflüsse auf den Dreschvorgang und seine Bewertung.

durch Konstruktion	Einflüsse auf den Dreschvorgang durch Einstellung und Bedienung	durch Beschaffenheit des Dreschgutes	Bewertung des Dreschvorganges durch
Lage des Beschickungspunktes zur Trommel Trommeldurchmesser Schlagleistenform Schlagleistenzahl Korblänge Korbform (Profilierung, Siebfläche) Zuführgeschwindigkeit Halmschichtung	Zuführmenge Gleichmäßigkeit der Zuführung Trommelumfangsgeschwindigkeit Dreschspaltweite Dreschspaltform	Getreideart Halmhöhe Korn-Stroh-Verhältnis Feuchte Grüngutbesatz Reißfestigkeit der Halme Biegesteifigkeit der Halme	Ausdruschverluste Kornabscheidung des Korbes Kornbeschädigung Kurzstrohanteil

Genannt seien auch die instruktiven Filme über den Dreschvorgang von *Schweigmann* [7], *Königer*, *Schulze* und *Schladerbusch* [8]. Alle diese Ergebnisse sind aber nicht umfassend genug, um eine geschlossene Dreschtheorie zu entwickeln, aus der die Dimensionierung der Dreschorgane abgeleitet und Richtlinien für die optimale Einstellung aufgestellt werden könnten. Es ist noch notwendig, den Einfluß vieler Parameter auf den Dreschvorgang zu klären. *Segler* begann schon vor etwa 10 Jahren damit, die funktionellen Zusammenhänge durch Variation der verschiedenen Einflußgrößen in systematischen Versuchen zu klären.

Die im Institut für Landmaschinenforschung in der vergangenen Saison begonnenen Versuche hatten zunächst das Ziel, die Fragen, die sich mit dem Einsatz des Mähdreschers neu ergeben, vor allem den Einfluß des Grüngutbesatzes im Getreide auf den

wichtig. Diese Größen sind schwierig und aufwendig festzustellen, streuen sehr stark und sind außerdem sorten- und wachstumsabhängig. Es erscheint notwendig, daß Methoden zur exakteren Kennzeichnung der Druscheigenschaften von Körnerfrüchten von Pflanzenbauern und Ingenieuren gemeinsam erarbeitet werden.

Auf **Tafel 1** sind ferner die Maßstäbe zur Bewertung des Dreschvorganges aufgeführt. Er muß nach den Ausdruschverlusten, der Abscheidung an Korn und Kurzstroh durch den Korb und die Kornbeschädigung beurteilt werden. Die folgenden Beiträge befassen sich mit den meisten der in **Tafel 1** genannten Parameter. Verschiedene Parameter, welche die Druscheigenschaften des Gutes kennzeichnen, sind noch nicht in die Versuche einbezogen.

Schrifttum

- [1] *Gorjatschkin, W.*: Theorie der Dreschtrommel. Techn. i. d. Landwirtschaft **3** (1922) S. 151/157.
- [2] *Knolle, W.*: Untersuchungen an Breitrechtmöhlern. RKTl-Schriften Heft 7, Berlin 1930.
- [3] *Brenner, W. G.*: Untersuchungen an Dreschtrommeln unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung von Kleinmähreschern. RKTl-Schriften Heft 51, Berlin 1934.
- [4] *Ott, W.*: Die Schlagleistendreschtrommel bei verschiedenartiger Beschickung. RKTl-Schriften Heft 99, Berlin 1940.
- [5] *Fischer, W. E.*: Dreschversuche mit verschiedenen Schlag- und Korbleisten. Techn. i. d. Landwirtschaft **16** (1935) S. 313/317.
- [6] *Finkenzyler, R.*: Das Körnerbrechen beim Dreschen. Seine Ursache und Beseitigung. RKTl-Schriften Heft 102, Berlin 1941.
- [7] *Schweigmann, P.*: Die Überzeitlupe in ihrer Anwendung als Forschungsmittel zur Aufdeckung der Arbeitsvorgänge im Dreschkanal der Dreschmaschine. Mitt. d. Hann. Hochschulgem. Heft 19/20, Hannover 1939.
- [8] *Schulze, K.-H.*: Kinematographische Untersuchung des Dreschvorganges in einer Schlagleistentrommel. Grundlg. d. Landtechn. Heft 7. Düsseldorf 1956. S. 113/120.
- [9] *Segler, G.*: Kritische Gedanken zur Konstruktion von Dreschmaschinen und Mähreschern. Landtechn. Forsch. **5** (1955) S. 65/77.
- [10] *Segler, G.*, und *F. Wieneke*: Dreschverluste und Leistungsbedarf des Mähreschers beim Verarbeiten von Getreide mit Grüngutbesatz. Landtechn. Forsch. **11** (1961) S. 141/144.
- [11] *Dolling, C.*: Der Drehmoment- und Leistungsbedarf von Mähreschertrommeln im Feldbetrieb. Grundlg. d. Landtechn. Heft 6. Düsseldorf 1955, S. 27/34.
- [12] *Degenhardt, G.*: Dreschvorrichtungen ausländischer Kleinmährescher. Grundlg. d. Landtechn. Heft 6. Düsseldorf 1955, S. 19/26.

Einfluß der Zuführungsgeschwindigkeit, der Trommelumfangsgeschwindigkeit, der Spaltweite und des Grüngutanteils auf den Dreschvorgang bei verschiedenen Getreidearten

Von **Franz Wieneke** und **Ludwig Caspers**, Braunschweig-Völkenrode¹⁾

Der Schlagleistendrescher wurde in den stationären Dreschmaschinen in einer fast 100jährigen empirischen Entwicklung so weit verbessert, daß er in seiner Arbeitsqualität sowohl hinsichtlich der Ausdruschverluste als auch des auftretenden Körnerbruchs im allgemeinen befriedigte.

Der Mährescher erzielt unter günstigen Ernteverhältnissen eine gleich gute Arbeitsqualität wie die Standdreschmaschinen. Bei Getreide mit Grüngutbesatz sind aber, wie *Segler und Wieneke* [1] festgestellt haben, hohe Verluste nicht zu vermeiden. Der Grüngutbesatz, hervorgerufen durch Verunkrautung, ist meistens gering. Er fällt dagegen bei Getreide mit Untersaaten stark ins Gewicht. Der Anteil dieser Getreideflächen hat stetig zugenommen und machte im vergangenen Jahr etwa 25% aus.

Die in der vergangenen Saison begonnenen Versuche²⁾ haben das Ziel, die funktionellen Zusammenhänge beim Drusch von Getreide mit Grüngutbesatz zu ermitteln, aus denen Erkenntnisse für die Verbesserung der Arbeitsqualität gewonnen werden sollen. Im folgenden wird über die ersten Ergebnisse berichtet. Sie werden verglichen mit früher veröffentlichten Untersuchungen und, wo sie zur Sicherung einer Aussage nicht ausreichen, gegebenenfalls ergänzt.

Eine wesentliche Verbesserung der Arbeitsqualität, besonders bei Grüngutbesatz, ließ eine gleichmäßige, dünnere Getreidezuführung erwarten. *Brenner* [2] stellte schon 1934 in seinen Untersuchungen an Dreschtrommeln, die er unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung von Kleinmähreschern anstellte, die Vorteile der bandförmigen gegenüber der garbenförmigen Zuführung klar heraus und erkannte, daß der Erfolg von der Gleichmäßigkeit der Dicke der zugeführten Getreideschicht abhängt.

Für den Mähdrusch gilt oft die Anschauung, daß das Getreide den Dreschorganen in einem Band zugeführt wird. Liegendes Getreide, schlechte Bedienung von Schneidwerk und Haspel und die Funktionsweise mancher Zuführorgane lassen dieses endlose „Getreideband“ aber abreißen und eine haufenförmige Zuführung entstehen. So stellte *Dolling* [3] fest, daß infolge ungleichförmiger Zuführung mit Fördertüchern erhebliche Schwankungen im Leistungsbedarf der Dreschtrommel auftreten, die sich über mehr als 1 Sekunde erstrecken können, **Bild 1**. Die Zuführung mit Schnecken und rotierenden Walzen oder Ketten erwies sich zwar als günstiger, führte aber bisher noch nicht zu dem gewünschten „schleierförmigen“ Drusch.

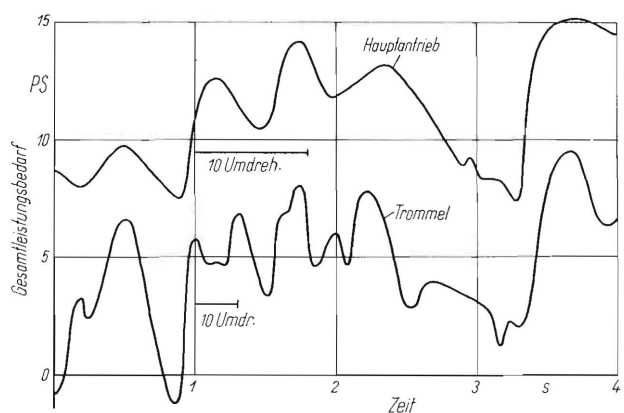


Bild 1. Zeitlicher Verlauf des Leistungsbedarfs an Trommel- und Hauptantrieb eines Mähreschers (nach *Dolling* [3]).

Versuchsdurchführung

Es bedurfte deshalb weiterer Versuche, die zunächst einmal die Frage klären sollten, in welchem Maße eine gleichmäßige, dünnere Getreideschicht, verbunden mit einer Steigerung der Zuführungsgeschwindigkeit, eine Verbesserung der Arbeitsqualität erzielt. Dazu wurden zahlreiche Versuche mit Roggen, Winterweizen und Sommerweizen angestellt. Die Versuchsreihen wurden bei verschiedenen Zuführungsgeschwindigkeiten mit je drei Korbeinstellungen und zwei verschiedenen Trommelumfangs-

¹⁾ Vorgetragen von *L. Caspers* auf der 22. Konstrukteurtagung 1964 in Braunschweig-Völkenrode.

²⁾ Die Arbeiten wurden mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt, dem auch an dieser Stelle verbindlich gedankt sei.

Prof. Dr.-Ing. Franz Wieneke ist Direktor des Institutes für Landmaschinenforschung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode, und *Dipl.-Ing. Ludwig Caspers* ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in demselben Institut.