

Dosieren von Saatgut-Luft-Gemischen in pneumatischen Drillmaschinen¹⁾

Dr.-Ing. G. Pippig, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

Ba		Barthsche Kennzahl
d	mm	Rohrleitungsdurchmesser
Fr		Froudezahl
k		Stoßzahl
L _v	mm	Länge des vertikalen Förderabschnitts
n		Anzahl der Scharleitungen
Δp	kPa	Druckverlust
Q _k	kg/s	Feststoffdurchsatz
r	mm	Krümmungsradius der Rohrleitung
Re		Reynoldszahl der Luftströmung
v _L	m/s	Luftgeschwindigkeit
α	°	Neigung des vertikalen Förderrohrs
ε		Volumenkonzentration des Feststoffs
φ	°	Drehwinkel
μ		Feststoffbelastung der Strömung
σ ₁	%	maximale Abweichung einer Menge vom Mittelwert aller Mengen

Die agrotechnischen und maschinentechnischen Forderungen an die Aussaattechnik im Prognosezeitraum führen zu einem System von Drillmaschinen, das hauptsächlich durch folgende Faktoren gekennzeichnet ist:

- Vergrößerung der Arbeitsbreite über 6 m
- vorzugsweise zu realisierende Punkt- und Momentaufgabe des Saatgutes
- Variation der Scharanzahl bei Drillmaschinen zur Realisierung des Spurschacht- und Leitlinienverfahrens bzw. zur Realisierung der Arbeitsbreite
- maximale Abweichungen der Mengen einzelner Schare vom Mittelwert der Mengen aller Schare kleiner gleich 6%
- räumliche Trennung der Orte der Lagerung des Saatgutes und der Vermengung des Saatgutes mit dem Boden.

Technologische und maschinentechnische Untersuchungen ergaben, daß eine pneumatische Förderung des Saatgutes vom Ort des Lagerns zu dem Ort des Vermengens mit dem Ackerboden sinnvoll ist.

Eine im Jahr 1972 zum Stand der Technik durchgeführte Analyse zeigte, daß als vorzugsweise anzuwendendes Verfahren ein Dosieren der Saatgut-Luft-Strömung in Teilströmen technologische und maschinentechnische Vorteile bringt. Dieses Prinzip wird bereits im System Weiste (BRD) realisiert. Die im Zeitraum von 1969 bis 1974 von verschiedenen wissenschaftlichen Einrichtungen des In- und Auslands durchgeführten und publizierten Untersuchungen zur Dosiergenauigkeit des Systems Weiste bestätigen die in diesem Zeitraum gewonnenen Untersuchungsergebnisse des Verfassers.

Die ermittelten maximalen Abweichungen lagen je nach Versuchsbedingungen zwischen 5% und 80%, wobei etwa 70% aller Werte zwischen 12% und 25% lagen. Die geringen maximalen Abweichungen werden für einen konstanten Massestrom, für die gleiche Saatgutart und bei einem speziell für diese Bedingungen meist außermittig einjustierten Prallkegel ermittelt. Die erforderlichen Ausbringmengen von Saatgut (z. B. 2 kg/ha bei Weidelgras, bis 300 kg/ha bei Intensivweizensorten) und die durch die Geländegestaltung mögliche Schwankung der Fahrgeschwindigkeit können bis zu Massestromverhältnissen von 400:1 führen. Durch

die zum Stand der Technik vorliegenden Ergebnisse des Dosierens einer Mehrphasenströmung wurden die zu lösenden Aufgaben derart präzisiert, daß primär die Frage nach den Konstruktions- und Betriebsparametern eines Dosierprinzips stand

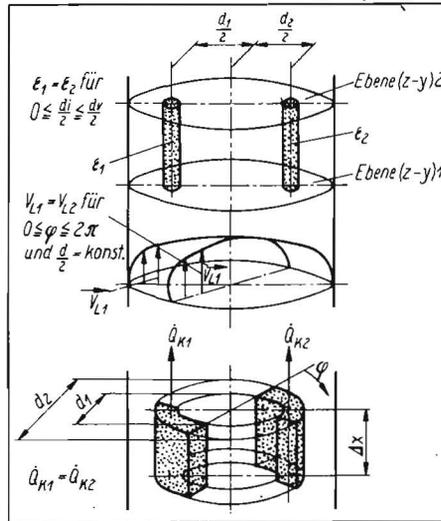


Bild 1 Zielsetzung des Durchsatzes im vertikalen Förderrohr

und sekundär die Gestaltung der vorlaufenden und nachfolgenden Operationen innerhalb einer Drillmaschine vorgenommen werden mußte. Die folgenden Ausführungen sollen sich hauptsächlich mit der methodischen Bearbeitung und den Ergebnissen der primären Fragestellung beschäftigen. Aus den eingangs genannten Forderungen resultiert die Notwendigkeit der pneumatischen Förderung des Saatgutes in horizontalen oder geneigten Rohrleitungen, d. h., eine ausschließlich lotrechte Förderung ist ausgeschlossen. Die charakteristische Volumenkonzentration des Saatgutes in horizontalen Förderabschnitten und die starke Abhängigkeit dieser Konzentration von den Eigenschaften des Einzelteilchens und der mittleren Feststoffbelastung der Strömung ergeben den Vorrang des Dosierens in vertikalen Förderabschnitten.

Die durchgeführten experimentellen Untersuchungen sowohl mit Rotationskörpern als auch mit Mehrkammerstücken in horizontalen Leitungen bestätigen diese Aussage.

Bei der Förderung des Saatgutes von der Horizontalen in die Vertikale durch einen Krümmer tritt durch die Trägheitskräfte der Feststoffteilchen eine Entmischung der Strömung auf, die von folgenden Größen abhängt:

- Verhältnis r/d des Krümmers und Rauhig-

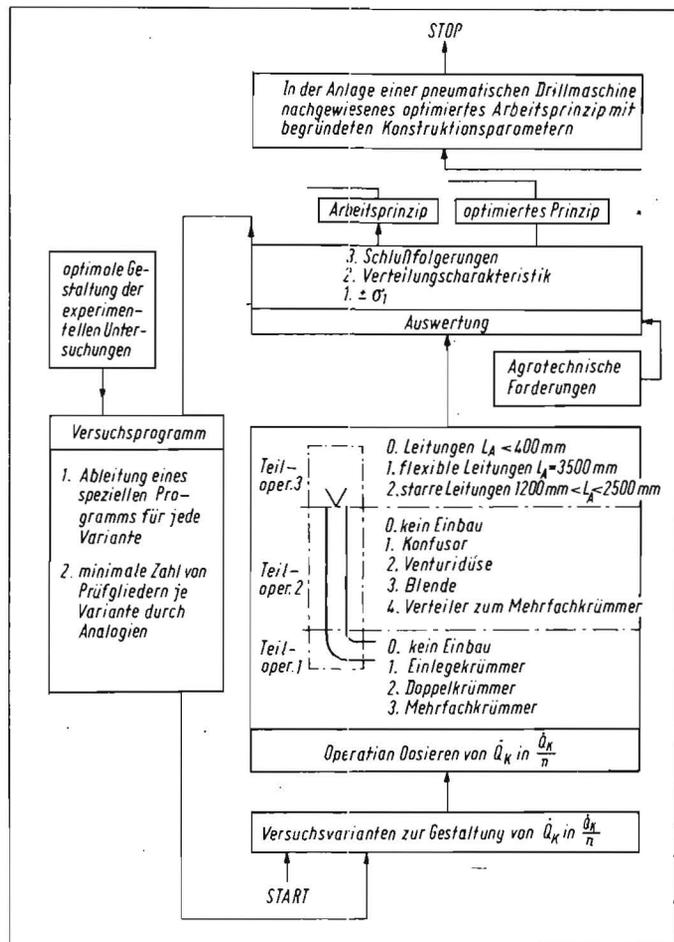


Bild 2 Programm der experimentellen Untersuchungen

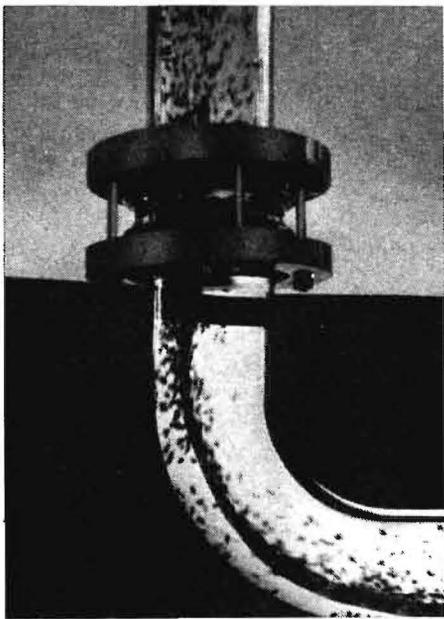


Bild 3. Wirkung eines Einlegekrümmers



Bild 4. Wirkung einer Blende

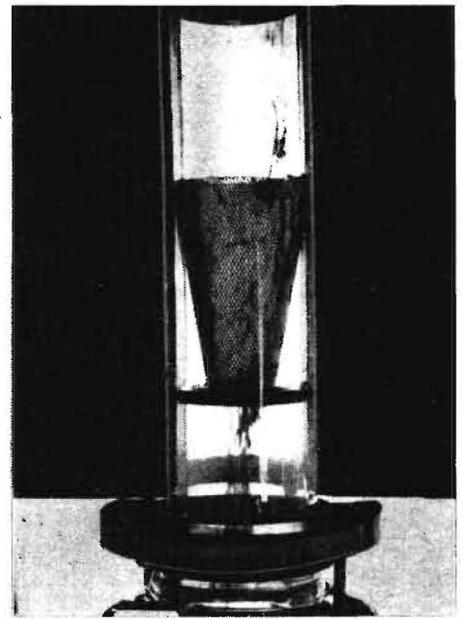


Bild 5. Wirkung eines Konfusors

keit der Krümmerwandung
 — Stoßzahl k und Barthsche Kennzahl Ba der Teilchen
 — Reynoldszahl Re .
 Die am Krümmerausgang vorherrschende Strömung ist gekennzeichnet durch
 — Strahlenförderung mit einem nicht zur Wandung parallelen Geschwindigkeitsvektor
 — kein rotationssymmetrisches Geschwindigkeitsprofil des Trägergases.
 Ein für jedes Flächenelement des Rohrquerschnitts gleicher Wert $d\dot{Q}_K$ stellt sich erst nach $20 d \leq L_v \leq 50 d$, gerechnet vom Krümmeraus-

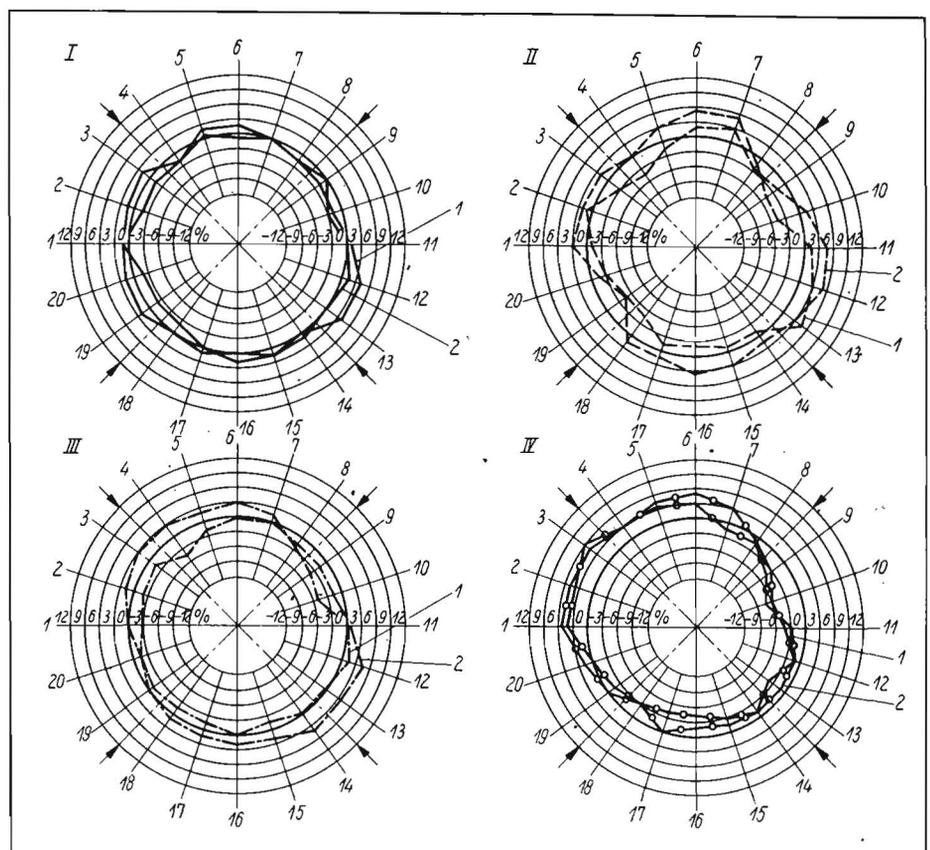
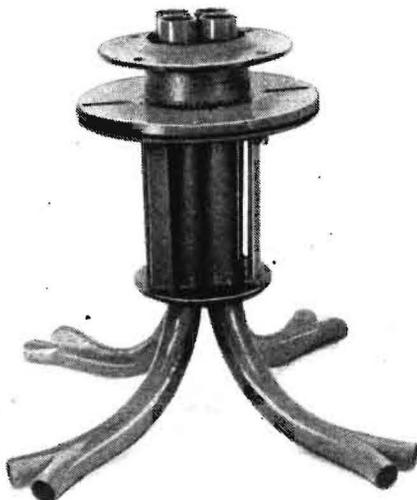
gang bis zum Ort des Dosierens, in \dot{Q}_K/n ein. Die Länge des vertikalen Förderabschnitts L_v wird dabei vom Feststoff mit der geringsten Stoßzahl k , mit der kleinsten Ba -Zahl und mit der höchsten Feststoffbeladung μ bestimmt. Aus $\pm \sigma_1 \neq f(\alpha)$ folgt aber die Beziehung $L_v \rightarrow 0$. Die Bedingungen an die vertikale Förderlänge L_v zum Ausgleich der Feststoffkonzentration stehen mit den Forderungen nach Neigungsunempfindlichkeit mit $L_v \rightarrow 0$ im Widerspruch. Zu lange Vertikalrohre führen zu maschinenbautechnischen Schwierigkeiten (Transporthöhe, Länge der Abgangsleitungen und

damit verbundener Druckverlust Δp). Zur Vermeidung der Krümmerwirkung auf die Dosiergenauigkeit sind zwei Lösungswege denkbar:
 — Das Gleichgewicht der am Teilchenkollektiv angreifenden Kräfte wird nicht beeinflusst. Einzige Störgrößen sind elastisch-plastische Wand- und Teilchenstöße.
 — Das freie Spiel der Kräfte wird durch Störungen so beeinflusst, daß die Feststoffteilchen die gewünschte Verteilung einnehmen.
 Beide Lösungswege unterstellen als Dosierorgan in der vertikalen Rohrleitung einen

Bild 7. Dosiergenauigkeit des gefundenen Prinzips;

Feststoff	μ_1	μ_2
I Weizen	0,41	1,43
II Hafer	0,33	1,17
III Erbsen	0,41	1,45
IV Wicken	0,45	1,60

Bild 6. Technische Gestaltung des Wirkprinzips



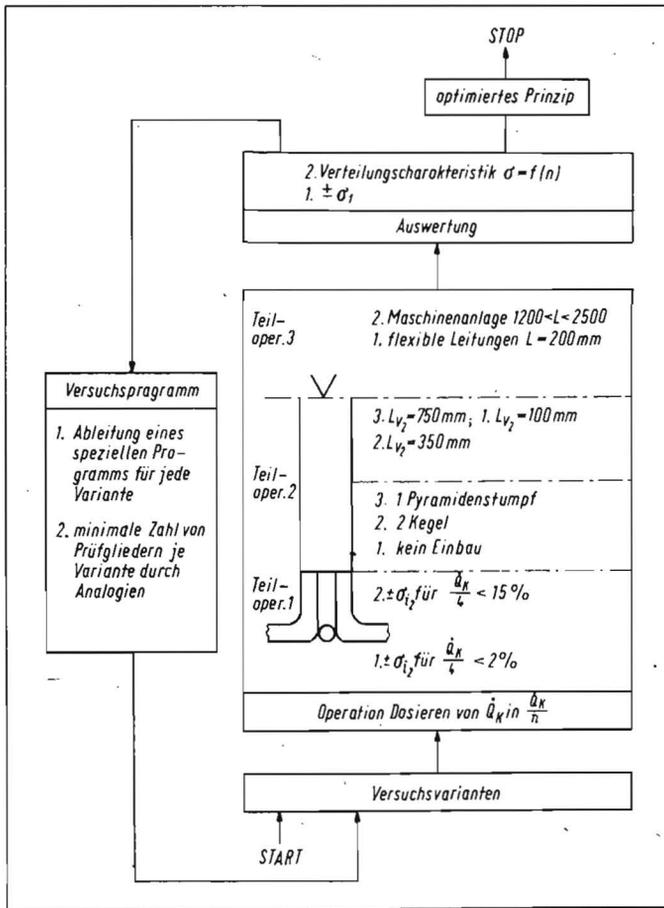


Bild 8
Programm zur Optimierung des Wirkprinzips

- Bei keiner der vier untersuchten Saatgutarten hatte sich nach einer Rohrleitungslänge ≤ 15 d bei $d = 100$ mm der geforderte rotationsymmetrische Feststoffdurchsatz eingestellt.
- Bei einer Neigung des Steigrohrs erhöhen sich die Abweichungen der verteilten Mengen.

Aus diesen zusammengefaßten Ergebnissen leitete sich die Notwendigkeit einer zwangsweise geführten, d.h. einer symmetrisierten Strömung ab.

Mit Hilfe eines zusätzlich in den Rohrkrümmer eingelegten Krümmers, dessen Abgabekante definiert zur Längsachse des Steigrohrs justiert werden kann, werden die Aufgabebedingungen des Feststoffes in den vertikalen Förderabschnitten verändert (Bild 3):

- Für ein Saatgut mit fester Beladung läßt sich ein Abstand a (Abstand der Abgabekante zur Rohrwandung) finden, der Dosiergenauigkeiten ermöglicht, die den Forderungen nahekommen.
- Eine Veränderung der Beladung und des Feststoffes führt zu unzulässigen Abweichungen.

In das vertikale Förderrohr eingebaute Verengungen, wie Blenden, Konfusoren und Venturidüsen, zur Bündelung und mittigen Abgabe der Strömung an den folgenden vertikalen Förderabschnitt führten zu keinem umfassenden Erfolg:

- Die Blende verzögert die im Auflösen begriffene Strähne und gibt das Saatgut zwar annähernd parallel zur Längsachse, aber ohne Konzentrationssymmetrie an das Förderrohr ab (Bild 4). Das Durchmesser Verhältnis betrug 0,8. Kleinere Durchmesser Verhältnisse führten bei Beladungen über 1 zur Wolkenbildung und zur weiteren Verschlechterung der Verteilgenauigkeiten.
- Liegt am Einlauf des Konfusors eine unsymmetrisch entmischte Strömung vor und reicht die Wirkung des elastisch-plastischen Stoßes nicht aus, die Saatgutteilchen im Konfusor zu verwirbeln, es entsteht eine an der Konfusorwand gerichtete Feststoffströmung höherer Volumenkonzentration, die den Konfusor ungleich parallel zur Längsachse verläßt (Bild 5).
- Zur Verbesserung der Zentrierwirkung des Konfusors wurde ein venturidüsenähnlicher Einbau mit verlängertem Mittelstück vorgenommen. Die Erhöhung der Luftgeschwindigkeit auf 80 m/s in diesem Mittelstück führt nur zur unwesentlichen Verbesserung der Verteilgenauigkeit,

Bild 9
Wirkung des Pyramidenstumpfes im vertikalen Förderrohr

Rotationskörper zur Teilung der Strömung. Der Stand der Technik zu diesen Verteilerelementen weist eine Vielzahl von Varianten auf, die sich in der Krümmung der Mantellinien, teils in Rotation versetzt, teils starr eingebaut bzw. in der Ebene verschiebbar usw., unterscheiden. Gemeinsam ist allen Varianten, daß sie zur gleichmäßigen Teilung der Strömung am Ort des Verteilens einen zur Längsachse des vertikalen Rohrs rotationsymmetrischen Feststoffdurchsatz benötigen (Bild 1).

Im Ergebnis der vorangegangenen theoretischen Untersuchungen leitete sich das im Bild 2 dargestellte Programm experimenteller Untersuchungen ab. Bei den Versuchen wurden z. B. die Parameter v_L , Q_K , α , L_v , Δp variiert.

Als förder technisch und technologisch repräsentative Fördergüter kommen Weizen, Hafer, Erbsen und Wicken sowie in Einzelfällen Weidelgras in Betracht. Der Nachweis der Funktionsfähigkeit des gefundenen Wirkprinzips in seiner endgültigen technischen Auslegung wurde für elf Saatgutarten nachgewiesen.

Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen

Entscheidend für die Beeinflussung der örtlichen Volumenkonzentration und des örtlichen Massedurchsatzes war die Kenntnis der Feststoffbewegung nach der Förderung in einem Krümmer. Die Saatgutdosierung nach erfolgtem Pralldosieren mit Hilfe eines zentrisch justierten Kegels ergab:

- Ein Feststoffsträhne bildet sich am Krümmerausgang um so mehr aus, je unelastischer das Saatgut, je höher die Feststoffbeladung der Strömung und je größer das Verhältnis r/d des Krümmers ist (Anteil des Gleitstoßes!).

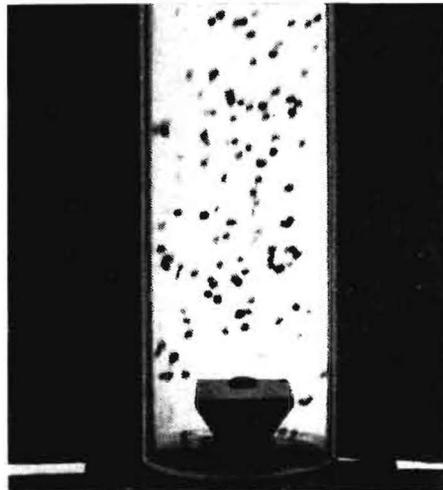
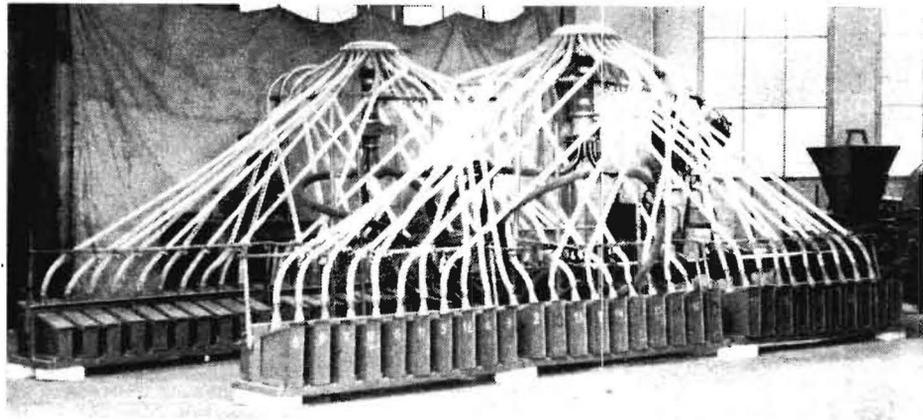


Bild 10. Anlage der experimentellen Untersuchungen (Arbeitsbreite 8 m)



brachte aber auf der anderen Seite einen Druckverlust von 2,0 bis 2,5 kPa bei Erbsen. Aus den vorliegenden Ergebnissen kann abgeleitet werden, daß trotz Entmischung der Strömung im Krümmer eine symmetrische Feststoffaufgabe in den vertikalen Förderabschnitt erfolgen muß. Alle durchgeführten Versuche, diese Strähne aufzulösen und parallel zur Wand zu richten, führten zu keinem Ergebnis im Sinn der Zielsetzung, da die Feststoffaufgabe in die vertikale Rohrleitung nicht symmetrisch erfolgt. Eine Aufteilung der Strömung in mehrere Teilströme und die Aufgabe der Teilströme über mehrere in gleichen Teilungswinkeln zueinander angeordnete Krümmer in das vertikale

Förderrohr führten bereits bei den untersuchten Saatgutarten mit Sinkgeschwindigkeiten über 6 m/s zur Erfüllung der Forderungen bezüglich der Dosiergenauigkeit (Bilder 6 und 7). Für die Ermittlung der Konstruktionsparameter dieses Förder- und Dosierprinzips mußten die Steigrohrabmessungen aufgrund der Abweichungen bei Saatgutarten mit geringer Sinkgeschwindigkeit und aufgrund der noch vorhandenen Abweichungen bei Neigungen über 10° optimiert werden (Bild 8). Zielsetzung war, das symmetrisch in das Steigrohr aufgegebene Saatgut auf möglichst kurzer Steigrohrlänge zu einer rotationssymmetrischen Durchsatzverteilung zu führen (Bild 9). In einer Laboranlage mit einer

Arbeitsbreite von 8 m (Bild 10) und in einer pneumatischen Drillmaschine mit einer Arbeitsbreite von 16 m wurde die Genauigkeit und Funktionsfähigkeit dieses Dosierprinzips nachgewiesen. A 1730

1) Beitrag zur Wissenschaftlichen Tagung „Gestaltung und Einsatz landtechnischer Arbeitsmittel“ der Sektion Landtechnik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock im Mai 1977

Neuerungen und Erfindungen

Patente zum Mährescher E516

Dieser Beitrag stellt eine Ergänzung zu den bereits in den Heften 10/1974, 4/1975, 5/1976 und 6/1977 unserer Zeitschrift veröffentlichten Patentbeschreibungen zum Mährescher E516 dar.

DDR-WP 117970 Int. Cl. A 01d, 41/12
Anmeldetag: 7. März 1975

„Nachdrescheinrichtung für Mährescher“

Erfinder: Dipl.-Ing. C. Noack
Dipl.-Ing. H. Pinkau
Dipl.-Ing. E. Leonhardt
Ing. G. Lange
Dipl.-Ing. K. Kirsche

Die im Bild 1 dargestellte Nachdrescheinrichtung hat die Aufgabe, die in der Reinigungseinrichtung befindlichen und noch nicht ausgedroschenen Ähren einem nachträglichen Dreschprozeß zuzuführen. Das nachgedroschene Erntegut wird danach auf den Stufenboden gefördert und in der Reinigungseinrichtung nochmals gereinigt.

Über eine Fördereinrichtung gelangt das Nachdreschgut durch die Abgabeöffnung b im freien Fall in das darunterliegende Gehäuse der Nachdrescheinrichtung. Das Gehäuse besteht aus einem Unter- und Oberteil c, d. Das Oberteil d ist mit Schrauben e an der Fördereinrichtung befestigt. Das Unter- und Oberteil c, d ist ebenfalls durch Schrauben f, g lösbar miteinander verbunden. Das Unterteil c ist zylinderförmig und das Oberteil d im Querschnitt etwa halbkreisförmig ausgebildet. Innerhalb des Unterteils c ist das über eine Schraubverbindung h befestigte Wurfrad drehbar angeordnet. Es besteht aus den in Drehrichtung versetzt angeordneten, radial verlaufenden Flügeln k mit Dreschstiften l, aus einem mittigen Leitkegel m sowie aus dem Boden n. Beim Aufprall des Nachdreschgutes auf das mit einer großen Drehzahl umlaufende Wurfrad erfolgt das Herauslösen der Körner aus den Ähren. Zur Unterstützung des Drescheffekts bei schwer dreschbaren Erntegütern sowie zur Vermeidung von Verstopfungen bei ungünstigen Erntebedingungen sind an einer Schrägfläche der Unterseite des Oberteils d an einem Stifträger o ebenfalls auswechselbare Dreschstifte p angebracht, die mit den Dreschstiften l des Wurfrades zusammenwirken. Für

die Ernte von besonders bruchempfindlichen Druschfrüchten können sowohl die Dreschstifte l am Wurfrad als auch die Dreschstifte p am Oberteil d entfernt werden. Das Wurfrad wird durch ein unterhalb des Unterteils c angebrachtes Kegelradgetriebe r von dessen Abtriebswelle angetrieben. Das Kegelradgetriebe r ist über eine Konsole s am Maschinenrahmen t befestigt. Sein Antrieb erfolgt über einen Keilriemen u. Das Unterteil c ist durch Schrauben mit der Seitenwand w des Dreschkanals verbunden. Die Abgabe und gleichmäßige Verteilung des nachgedroschenen Erntegutes erfolgt durch die Auswurföffnung x in Richtung zum vorderen Teil des Stufenbodens y. Für Wartungs- und Kontrollarbeiten ist an der Vorderseite des Oberteils d eine mit einem Deckel z verschlossene Öffnung vorhanden. Die konstruktive Gestaltung der Flügel k sowie der Auswurföffnung x und die Drehzahl des Wurfrades bewirken eine optimale Aufgabe und Verteilung des ausgedroschenen Gutes auf dem vorderen Teil des Stufenbodens y über dessen gesamte Breite. Dadurch werden die vorhandene Reinigungsfläche gleichmäßig beaufschlagt und Körnerverluste weitestgehend vermieden.

DDR-WP 121971 Int. Cl. F 16d 55/16

Anmeldetag: 27. Oktober 1975

„Teilbelagscheibenbremse“

Erfinder: Dipl.-Ing. E. Rauch
Ing. D. Kunze
Dipl.-Ing. M. Eidam
HS-Ing. C. Haase

Die in der Patentschrift erläuterte Scheibenbremse (Bild 2) dient bei dem mit einem hydrostatischen Fahrtrieb versehenen Mährescher E 516 als Havarie- und Feststellbremse.

Die Treibräder des Mähreschers werden von je einem Hydromotor a und einem zugehörigen Stirnradgetriebe b angetrieben. Beide sind durch ein konzentrisch zur Getriebeeingangswelle c des Stirnradgetriebes b angeordnetes, etwa zylindrisches Bremsgehäuse d miteinander schraubbar verbunden. Auf der Getriebeeingangswelle c ist innerhalb des Bremsgehäuses d eine Doppelbremscheibe e befestigt. Die beiden einander zugewandten kreisringförmigen Seitenflächen der Doppelbremscheibe e sind mit Bremsreibflächen f; g versehen. Die Abtriebswelle h des Hydromotors a ist über eine Zahnkupplung i mit der Doppelbremscheibe e und dadurch mit der Getriebeein-

