

massen unter Berücksichtigung der Aus-rüstungszustände Feldeinsatz, Transport und der Grenzbetriebspunkte P_1 bis P_6 des Diagramms der Fahrzustandsforderungen (Bild 3).

Auf der Ordinate ist der Fahrwiderstand aufgetragen, der negative Abszissenteil enthält die Steigung, der positive die Geschwindigkeit. Für verschiedene Maschinenmassen, Reibungs-koeffizienten und Arbeitswiderstände ist der Fahrwiderstand in Abhängigkeit von der Steigung dargestellt. Die rechte Diagrammhälfte zeigt die Grenzbetriebspunkte P_1 und P_2 (Feldeinsatz), P_3 (Feldtransport), P_4 (Test-punkt), P_5 (Feldtransport) und P_6 (Straßen-transport). Darüber hinaus sind der häufigste Arbeitsbereich, die Hyperbeln konstanter An-triebsleistung sowie die Summe der Radum-fangkräfte über zwei verschiedene Reifentypen eingetragen. Aus dem Diagramm ist zu entnehmen, daß ein maximaler Fahrwiderstand, der bei einer Steigung von 21% und vollem Bunker in Arbeitsfahrt auftritt, um 4700 N (Grenzbetriebspunkt P_1) erforderlich sein kann. Mit der Maschine für Straßentransport muß in der Ebene bis 3% Steigung eine Geschwindig-keit von 20 km/h zu realisieren sein (Grenz-betriebspunkt P_6). Mit den Punkten P_1 und P_6 ist die Dimensionierungsgrundlage für den hydrostatischen Fahrtrieb gegeben. Punkt P_1 muß mit dem vom Hydraulikgerätehersteller durch den Einstelldruck der Druckbegren-zungsventile fixierten Drehmoment der beiden Hydromotoren realisierbar sein. Aus dieser Forderung ermittelt sich das Übersetzungs-verhältnis des Getriebes zwischen Hydromotor und Rad. Es beträgt 41,65 beim Mährescher E 516. Gleichfalls vom Hersteller begrenzt ist

die maximale Drehzahl der Hydromotoren. Ihr Wert bestimmt unter Berücksichtigung des Übersetzungsverhältnisses die Transport-geschwindigkeit. Die Hydropumpe muß so ausgewählt werden, daß ihre Fördermenge die Einhaltung der zulässigen Drehzahlgrenze der Hydromotoren unter allen Bedingungen er-laubt. Im Fall des E 516 konnte aus einer Baureihe von Axialkolbengeräten eine optimale Baugröße gefunden werden. Der Verlauf der realisierbaren Radumfangskräfte im Diagramm zeigt, daß alle Grenzbetriebspunkte unter der Kurve bzw. in ihrer unmittelbaren Nähe liegen. Aus der angebotenen Typenreihe wurde die Baugröße 23 einheitlich für die Axialkolben-verstellpumpe ausgewählt. Sie hat folgende technische Daten:

- Nennverdrängung max. 89 cm^3 je Umdre-hung
- max. Arbeitsdruck 35 MPa
- max. Antriebsleistung E 516 118 kW
- Nennantriebsdrehzahl der Hydropumpe 2200 U/min
- max. Drehzahl der Hydromotoren 3100 U/min

Die Hydropumpe wird mit Hilfe einer Gelenk-welle direkt vom Dieselmotor angetrieben. Sie fördert das unter Druck stehende Öl zu den Hydromotoren. Das von diesen zurückströ-mende entspannte Öl fließt nicht in den Behälter, sondern durch ein geschlossenes Rohr- und Schlauchleitungssystem unmittelbar wieder zur Hydropumpe. Eine Speisepumpe ergänzt dabei die im geschlossenen System auftretenden Leckverluste, hält den erforderli-chen Zulaufdruck aufrecht, fördert gekühltes Öl in den Kreislauf und speist die Servoverstellung von Hydropumpe und Hydromotor. Eine

Ventilkombination dient der Abführung des überschüssigen Öls in den Behälter und der Kreislaufabsicherung. Ein Ölbehälter (Inhalt 50 l) mit eingebautem Saugfilter und ein Ölkühler vervollständigen die Anlage. Die stufenlose Drehzahlverstellung der Hydro-motoren wird im Fahrgeschwindigkeitsbereich vorwärts bis 7 km/h durch die Verstellung der Fördermenge der Hydropumpe von 0 bis rd. 180 l/min und darüber hinaus durch die synchrone Absenkung der Schluckmenge der Hydromotoren von 89 cm^3 je Umdrehung auf $33,7 \text{ cm}^3$ je Umdrehung erzielt. Im Bereich der Pumpenverstellung ist das Moment-Angebot annähernd konstant (d. h. bis 7 km/h), darüber hinaus fällt das Moment an den Triebädern ab. Für die Rückwärtsfahrt wird nur die Hydro-pumpe verstellt, dabei über Null in entgegen-gesetzter Förderrichtung. Der geschlossene Kreislauf ermöglicht es, den hydrostatischen Fahrtrieb als Betriebsbremse zu benutzen. Die Hydromotoren werden in diesem Fall von den Fahrzeugrädern angetrieben und arbeiten als Pumpe. Die Hydropumpe im Motorbetrieb wird durch das Schleppmoment des Dieselmotors gebremst. Die Nacheinanderverstellung von Hydropumpe und -motor ist über ein Gestänge gelöst. Die Bedienperson des Mäh-dreschers verfügt dabei lediglich über einen einzigen Handhebel. Der mit dem E 516 erstmals in die Landwirtschaft eingeführte hydrostatische Fahrtrieb stellt neue und höhere Anforderungen an den Betreiber, die der VEB Kombinat Fortschritt durch Schulungs-programme vermittelt, und an den Instandset-zungssektor, der in Abstimmung mit dem Kombinat Fortschritt neue Technologien zur Anwendung bringen muß. A 2440

Das neue Reinigungsgebläse des Mähreschers E 516

Dr.-Ing. K. Döge, Technische Universität Dresden, Sektion Energieumwandlung
Dr.-Ing. G. Manig, KDT, VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen

Verwendete Formelzeichen

$A_{A \text{ eff}}$	m^2	effektiver Austrittsquerschnitt
A_R	m^2	Eintrittsquerschnitt
a_s	m	Abstand zwischen Laufradaustritts-kante und Seitenwand des Austritts-kanals
$b(2b)$	m^2	Breite des Austrittskanals des (zwei-flutigen) Lüfters
c	m/s	Luftgeschwindigkeit
c_{max}	m/s	maximale Luftgeschwindigkeit
D_R	m	Innendurchmesser des Gehäuses
d_s	m	Durchmesser der Stauscheiben
h	m	Höhe des Austrittskanals
h_{eff}	m	effektive Höhe des Austrittskanals
x	m	kartesische Koordinate
x_s	m	Abstand der Stauscheibe von der Seitenwand des Austrittskanals
y	m	kartesische Koordinate

1. Einleitung

Die steigenden Getreideerträge und die in den letzten Jahren stark erhöhten Durchsätze der Mährescher stellen hohe Anforderungen an den Entwicklungsstand der Mährescherbau-gruppen, um eine verlustarme Bergung des Getreides in guter Qualität zu gewährleisten. Das Spektrum der mit dem Mährescher zu erntenden Druschfrüchte reicht jedoch über das Getreide hinaus von Feinsämereien über Sonnenblumen, Sojabohnen und Reis bis zum Körnermais.

Einen entscheidenden Einfluß auf die Arbeits-

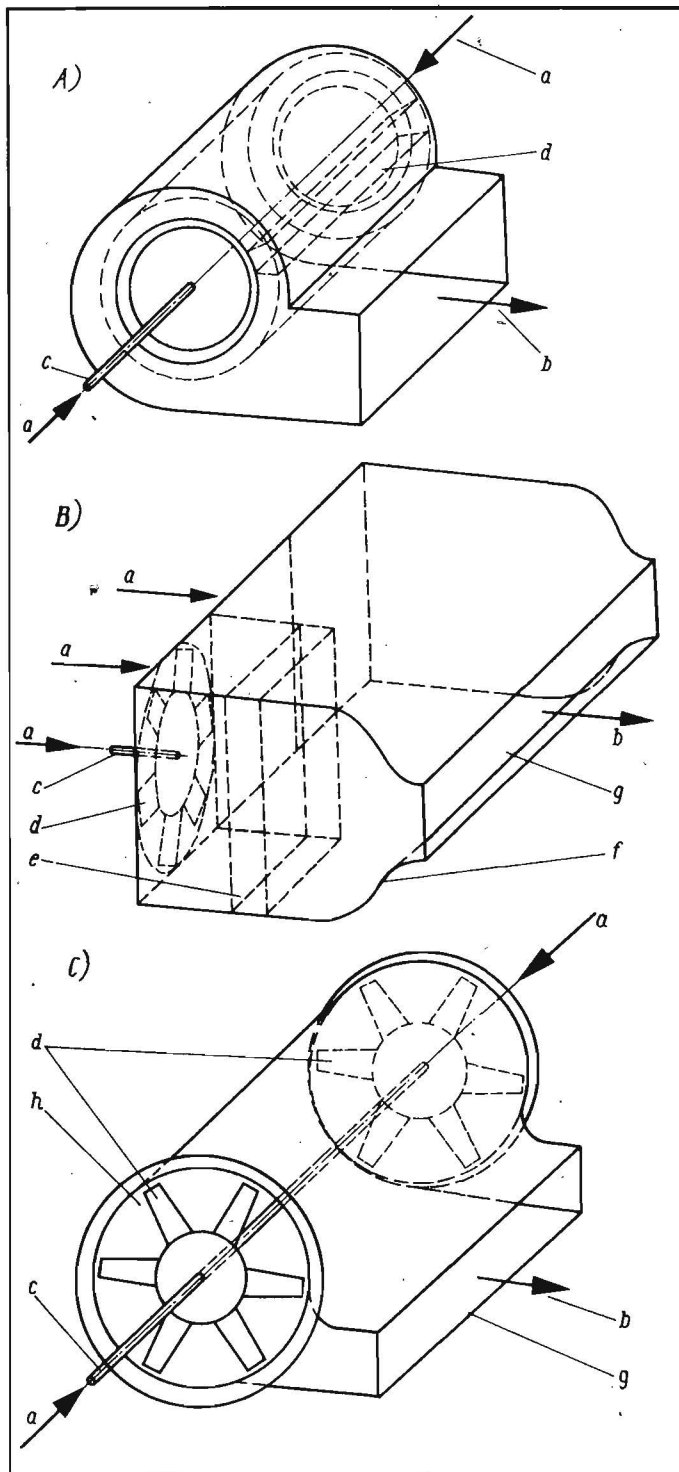
qualität des Mähreschers hat dessen Reini-gungseinrichtung.

2. Problem der Strömungserzeugung für die Reinigungseinrichtung

Die Arbeitsqualität der Reinigungseinrichtung des Mähreschers hängt u. a. von den Eigen-schaften des Guts (Gutart, Gutzusammenset-zung, Feuchtigkeitsgehalt usw.), der Dicke der Gutschicht und der Geschwindigkeit der Luft, die zur Unterstützung der Arbeit der Siebe durchgeblasen wird, ab. Um eine gleichmäßig gute Windsichtung zu erreichen, wird deshalb eine der Gutschichtdicke entsprechende Luft-geschwindigkeit gefordert. Das bedeutet, daß die Luftgeschwindigkeit außer an den Seiten-wänden, wo Randeffekte wirken, so gleich-mäßig wie möglich sein muß. Die Gleichmäßig-keit der Luftgeschwindigkeitsverteilung ist entscheidend für die Güte der Windsichtung [1]. Aus der Strömungslehre ist bekannt, daß mit den Anforderungen an die Gleichmäßigkeit von Luftstrahlen, z. B. bei Windkanälen, das Bau-volumen und der Bauaufwand steigen und Einbauten erforderlich werden. Bei der vor-liegenden Aufgabe geht es aber gerade darum, eine gleichmäßige Geschwindigkeit mit einem Reinigungsgebläse (häufig auch Lüfter oder Ventilator genannt) zu erzielen, das geringen

Bauaufwand, kleines Bauvolumen und komp-akte Ausführung, wegen der Verstopfungs-gefahr möglichst keine Einbauten sowie ge-ringen Leistungsbedarf und günstige akustische Eigenschaften besitzt. Einige grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten sind im Bild 1 dar-gestellt.

Im Mährescher E 512 wurde bisher erfolgreich ein zweiflutiger, d. h. ein von beiden Seiten ansaugender Trommellüfter (Radiallüfter) ein-gesetzt. Größere Austrittsbreiten und eine verbesserte Geschwindigkeitsverteilung lassen sich damit jedoch nur verwirklichen, wenn der Laufraddurchmesser vergrößert wird. Weiterhin werden in Fahrtrichtung fördernde, parallelgeschaltete Axiallüfter verwendet. Die Laufräder rotieren in Blenden oder in Düsen. Die großen Unterschiede in Größe und Richtung der Geschwindigkeit hinter dem Laufrad erfordern Leitbleche und eine nachfolgende Düse zur Vergleichmäßigung der Strömung. Im Mährescher hat sich diese Anordnung nicht bewährt, weil die Geschwindigkeitsverteilung zu ungleichmäßig ist, die Leiteinrichtungen verstopfen und der Fertigungsaufwand groß ist. Der für den Mährescher E 516 entwickelte Breitstromlüfter (Bild 2) [2, 3] ist wiederum zweiflutig, also von beiden Seiten ansaugend, ausgeführt. Er besteht aus zwei in Düsen



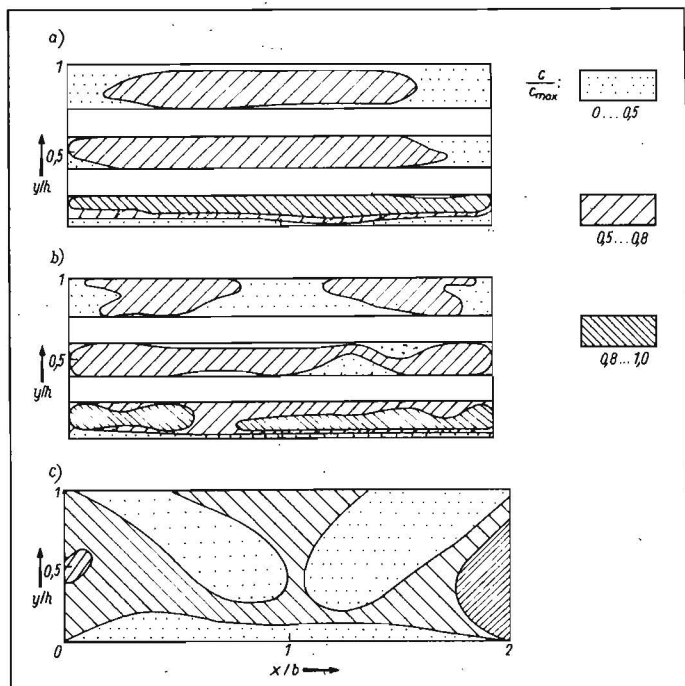
1

laufenden, symmetrischen Laufrädern und aus einem Gehäuse. Dieses Gehäuse ist ähnlich wie ein Spiralgehäuse [4] ausgebildet. Die Bezeichnung Breitstromlüfter [5] soll darauf hinweisen, daß ein gleichmäßiger, breiter Luftstrom erzeugt wird.

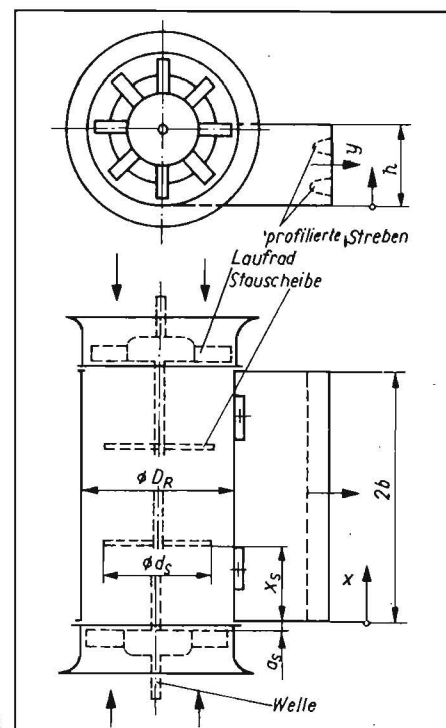
3. Strömungsverhältnisse im neuen Reinigungsgebläse (Breitstromlüfter)

Die für die Gleichmäßigkeit der Luftgeschwindigkeit wichtigsten Einflußgrößen sind das Verhältnis des Eintrittsquerschnitts und des Austrittsquerschnitts (Flächenverhältnis $A_R:A_A$) und das Verhältnis von Breite und Höhe des Austrittsquerschnitts (Seitenverhältnis $b:h$) [5] (Tafel 1). Je größer Flächen- und Seitenverhältnis sind, um so gleichmäßiger ist die Geschwindigkeitsverteilung. Mit größer werdendem Flächenverhältnis wächst bei dem

durch die nachfolgenden Reinigungseinrichtungen vorgegebenen Austrittsquerschnitt auch der Durchmesser des Lüfters. Die Entwicklungsarbeit war deshalb darauf gerichtet, durch eine strömungstechnisch günstige Gestaltung das zulässige Flächenverhältnis zu verkleinern und die Gleichmäßigkeit zu erhöhen. Es hat sich dabei gezeigt, daß es günstig ist, vor den Sieben stromlinienförmige profilierte Streben (Bild 2) anzubringen. Dadurch vermindert sich die für die Durchströmung entscheidende Höhe von h auf h_{eff} . Stauscheiben auf der Laufradwelle tragen ebenfalls zur Vergleichmäßigung der Strömung bei. Ihr Durchmesser und ihr Abstand von den Seitenwänden wurden entsprechend den vorliegenden Bedingungen in einem Modell optimiert. Das Ergebnis der Messungen ist in Form der Geschwindigkeitsverteilung im Austrittsquerschnitt dargestellt. Da die bei den



3



2

Bild 1. Bauformen von Reinigungsgebläsen (Lüftern) für Mährescher:

- A) zweistufiger Trommellüfter des E 512
- B) parallelgeschaltete Axiallüfter
- C) zweistufiger Breitstromlüfter des E 516; a Zuströmung, b Abströmung, c Drehachse, d Laufrad, e Leitbleche, f Düse, g Austrittsquerschnitt, h Eintrittsquerschnitt

Bild 2. Schematische Darstellung des Breitstromlüfters mit Stauscheiben

Bild 3. Geschwindigkeitsverteilung im Austrittsquerschnitt von

- a) Breitstromlüfter ohne Stauscheiben
- b) Breitstromlüfter mit Stauscheiben
- c) Trommellüfter des Mähreschers E 512

Tafel 1. Für die Strömungsverteilung entscheidende geometrische Abmessungen der Gebläse bei den untersuchten Varianten (s. a. Bilder 2 u. 3)

Variante	$\frac{A_R}{A_{Aeff}}$	$\frac{b}{h_{eff}}$	b	h_{eff}	h	D_R
			m	m	m	m
a, b	1,28	2,96	0,71	0,24	0,36	0,53
c	0,83	1,9	0,6	0,32	0,32	

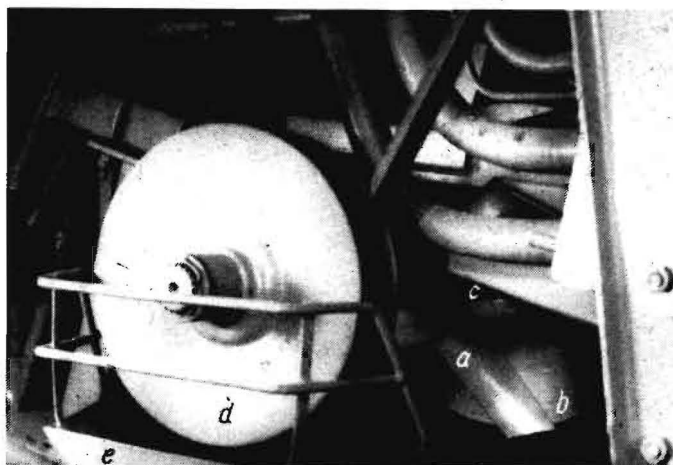
verschiedenen Getreidearten zulässigen Maximalgeschwindigkeiten unterschiedlich groß sind, werden, um eine universelle Darstellung zu ermöglichen, die Geschwindigkeiten c auf die Maximalgeschwindigkeit im Austrittsquerschnitt c_{max} bezogen. Im Bild 3 sind die Geschwindigkeitsbereiche $c/c_{max} = 0 \dots 0,5, 0,5 \dots 0,8$ und $0,8 \dots 1,0$ eingetragen. Der Vergleich der Varianten ohne Stauscheibe und mit Stauscheibe ($x_s = 0,43$ m, $d_s = 0,43$ m) zeigt deutlich die Wirkung der Stauscheiben, nämlich eine Verschiebung der Gebiete mit großer Geschwindigkeit zum Rand, so wie es der Gutschichtdicke entspricht.

Um eine günstige Geschwindigkeitsverteilung zu erreichen, sind weiterhin ein großer Abstand zwischen der Laufradaustrittskante und der Seitenwand des Austrittskanals (Maß a_s) sowie ein großer Abstand der profilierten Streben von der Drehachse anzustreben. Zum Vergleich ist im Bild 3 die Geschwindigkeitsverteilung im Austrittsquerschnitt des Trommellüfters des Mähdeschers E 512 dargestellt.

4. Anwendung des Breitstromlüfters im E 516

Bei der Eingliederung des Breitstromlüfters in den Mähdescher (Bild 4) mußte versucht werden, die Strömung auf der Ansaugseite möglichst wenig zu stören. Deshalb sind die zum Schutz der Axialräder beim Drusch von starkstengigen Pflanzen, wie z. B. Körnermais, erforderlichen Abweiser so flach wie möglich gehalten. Zur Anpassung der Luftgeschwindigkeit an die zu erntende Druschfrucht wird die Drehzahl mit einem Keilriemenvariatorantrieb von 710 bis 2350 U/min eingestellt. Da die Luftgeschwindigkeit nahezu proportional zur Drehzahl ist, läßt sich dadurch die mittlere Strömungsgeschwindigkeit von etwa 5,5 m/s bis 17 m/s variieren. Selbst bei Sonderkulturen mit sehr leichten Samenrägern (Grassamen, Klee, Luzerne usw.) kann man mit Hilfe dieser Drehzahlverstellung die Luftgeschwindigkeit so wählen, daß nur sehr kleine Reinigungsverluste entstehen. Es dürfen jedoch keine

Bild 4 Ansicht des Breitstromlüfters im Mähdescher; a Lüfterlauftrad, b Stauscheibe, c Lüfterwelle, d Keilriemenvariator, e Abweiser



Drosselbleche vor die Ansaugöffnungen des Lüfters gesetzt werden. Diese würden die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Strömungsgeschwindigkeit in der Reinigungseinrichtung stark stören, zu erhöhten Verlusten und zur Vergrößerung des Verunreinigungsanteils in der Saatgutrohware führen. Messungen haben ergeben, daß der Saatwareanteil in der Rohware bei richtig eingestellter Drehzahl des Reinigungsgebläses wesentlich höher liegt, als bei Mähdeschern mit herkömmlichen Reinigungsgebläsen. Dadurch lassen sich nicht nur Transport- und Trocknungskapazität einsparen, es verbessert sich durch die höhere Fließfähigkeit der weniger verunreinigten Rohware auch die Entleerung des Korntanks über die Abtankschnecke. Die gleichmäßige Verteilung der Luftgeschwindigkeit, vor allem das Fehlen von wesentlichen Geschwindigkeitsspitzen, ermöglichen die Anwendung einer hohen mittleren Strömungsgeschwindigkeit in der Reinigungseinrichtung des Mähdeschers E 516. Dadurch wird die vom Stufenboden in die Reinigungseinrichtung geförderte Druschgutschicht bereits in der Fallstufe vom Stufenboden zum Obersieb aufgelockert und ein großer Teil der Verunreinigungen herausgeblasen, so daß diese die Abscheidung der Körner nicht mehr behindern können. Außerdem unterstützt die starke Luftdurchströmung die Arbeit der Siebe. Dadurch gelingt es beim Mähdescher E 516 den Durchsatz bei 1,5% Gesamtdreschwerks- und Reinigungsverlusten z. B. in Weizen gegenüber dem E 512 von 5 kg/s auf 12,3 kg/s zu steigern, obwohl die Siebfläche nur um 30%, von 3,02 m² auf 3,94 m², erhöht wurde. An diesen 1,5% Gesamtdreschwerks- und Reinigungsverlusten, bei denen der Nenn-durchsatz von Mähdeschern gemessen wird, ist die Reinigungseinrichtung nur mit 0,1%

Körnerverlusten beteiligt. Selbst bei Durchsätzen von über 19 kg/s im Weizen, bei denen am Schüttler unvermeidbare Verluste auftreten, liegen diese an der Reinigung noch um 0,1%. Das zeigt, daß die Reinigungseinrichtung des E 516 gegen Überlastung unempfindlich ist. Sehr empfindlich ist sie nur gegenüber einer zu niedrig eingestellten Gebläsedrehzahl. Messungen im Weizen zeigen, daß bei einer Drehzahlverringern von 2300 U/min auf 1700 U/min unter sonst gleichen Bedingungen die Reinigungsverluste auf den zehnfachen Wert ansteigen.

5. Zusammenfassung

Bei der Entwicklung des Mähdeschers E 516 wurden umfangreiche strömungstechnische Untersuchungen zur Entwicklung eines Reinigungsgebläses durchgeführt. Der neue Breitstromlüfter gewährleistet, daß mit der Reinigungseinrichtung des E 516 in allen Druschfrüchten bei hoher Körnerreinheit sehr geringe Körnerverluste erzielt werden können.

Literatur

- [1] Manig, G.: Beitrag zur Untersuchung der Auflösung eines aus einem Weizen-Korn-Stroh-Spreu-Gemisch bestehenden Gutstrahls im Wirkungsbereich einer horizontalen Luftströmung. TU Dresden, Dissertation 1974 (unveröffentlicht).
- [2] Döge, K.; Manig, G.: Reinigungsgebläse. DDR-Patentschrift Nr. 104011.
- [3] Döge, K.; Manig, G.; Hentsch, W.; Mucke, J.: Reinigungsgebläse für Mähdescher. DDR-Patentschrift Nr. 113980.
- [4] Eck, B.: Ventilatoren. Springer Verlag Berlin/Heidelberg/New York 1972.
- [5] Döge, K.: Breitstromlüfter. Maschinenbautechnik 25 (1976) H. 11, S. 494—496. A 2449

KATALOG

über die lieferbare und in Kürze erscheinende Literatur des VEB VERLAG TECHNIK kostenlos erhältlich durch jede Fachbuchhandlung oder direkt durch den Verlag, Abteilung Absatz—Werbung