

1. Bisher in der DDR verwendete Körnergebläse

Der zunehmende Erntedrusch von Halmfrüchten und der Transport von nicht gesackten Körnern verlangen bei der Einlagerung in Speichereinrichtungen mechanische oder pneumatische Weiterförderung des Gutes in gleicher loser Form. Körnergebläse weisen hierbei gegenüber mechanischen Stetigförderern für landwirtschaftliche Betriebe mancherlei Vorteile auf. Sie sind in der Anschaffung billiger und im Materialaufwand je m Förderweg günstiger, wie nachfolgende Übersicht ausweist:

Körnergebläse einschl. Rohrleitung	70 ... 170 MDN/m Förderweg 10 ... 20 kg/m Förderweg 1,2 ... 1,6 kWh/t Fördergut
Gurtbandförderer, Becherwerke usw.	300 ... 400 MDN/m Förderweg 25 ... 50 kg/m Förderweg 0,2 ... 0,3 kWh/t Fördergut

Die Verwendung von Körnergebläsen gestattet, daß sowohl senkrecht, schräg und waagrecht als auch in einem Zuge ohne Übergabestellen in räumlichen Krümmungen gefördert werden kann. Ihre Förderleitungen lassen sich also gegebenen wechselnden baulichen Bedingungen leicht anpassen, ohne daß bauliche Veränderungen erforderlich werden. Die Gebläse sind einfach im Aufbau, sehr betriebssicher und weisen bei Saatgut nur geringe Gefahr der Sortenvermischung auf. Nachteilig erscheint gegenüber mechanischen Stetigförderern gleicher Leistungsfähigkeit der höhere elektrische Leistungsbedarf bzw. Elektroenergieverbrauch je t gefördertem Gutes. Deshalb sollten für einfache senkrechte, schräge oder waagrechte, festliegende Förderwege unterhalb Entfernungen bis etwa 15 m mechanische Stetigförderer vorgezogen werden.

Nach einer statistischen Erhebung der Zentralverwaltung für Statistik befanden sich in den landwirtschaftlichen Betrieben der DDR Ende des Jahres 1960 rund 7000 Körnergebläse in Benutzung (einschl. kombinierter Fördergebläse für Körner und Spreu). Das sind rund 1,2 Gebläse je 1000 ha LN. Als jährliche Zuführung können 1000 bis 1200 Stück angenommen werden, wobei mit einem Gesamtbedarf von 1,5 Anlagen je 1000 ha LN in der Landwirtschaft gerechnet wird. Der VEB Petkus Wutha lieferte als „Zyklop-Typen“ im wesentlichen die Körnergebläse T 232 und die kombinierten Körner-Spreu-Gebläse T 233 (Nennfördermengen: 8 t/h Schwergetreide), in kleineren Stückzahlen die Körnergebläse T 231 (Nennfördermenge; 3 t/h). Die Entwicklung der sogenannten Niederdruckgebläse mit Injektoreinschleusung des Körnergutes erfolgte vor 1939 und beruhte hauptsächlich auf den Untersuchungen von SEGLER [1]. Die zugehörigen Rohrleitungen haben 225 mm (T 231) und 310 mm Dmr. (T 232/T 233); die elektrischen Anschlußwerte betragen 5,5 bzw. 13 kW.

2. Die Einführung neuer Körnergebläse ist notwendig

Der gleichzeitige Einsatz von zwei und mehr Mähdreschern auf großen Anbauflächen verlangte, um den Fluß des Erntegutes nicht zu hemmen, an landwirtschaftlichen Speichern und Trocknungsanlagen eine Steigerung der Annahmekapazität und damit auch der stündlich möglichen Fördermengen bis etwa 25 t/h. Die Fördermenge eines Körnergebläses wird jedoch ungünstig durch die oft höhere Feuchtigkeit (über 20 %) und den höheren Besatz bei Mähdruschgetreide sowie die auftretenden längeren Förderwege bis etwa 40 m beeinflußt. Die bisher gebauten Körnergebläse mit Injektoreinschleusung (T 231, T 232, T 233) können hier nicht mehr befriedigen. Hinzu kommt der hohe Werkstoffaufwand — allein für die unhandlichen Rohrleitungen für 20, 40 und 60 m

Länge etwa 37 (34) %, 54 (51) % und 63 (61) % für T 232 (T 231) — und die große Eigenmasse von 7 bzw. 10 kg/m. Rohrstücke von 4 m Länge sind von 2 Ak kaum mehr zu verlegen.

Außerdem liegt der Leistungsbedarf eines Gebläses mit Injektorschleuse infolge der erheblichen Druckverluste um mehr als 25 % über dem eines Gebläses mit Zellenradeinschleusung. Deshalb mußte auf diese Bauart bei möglichst kleinem Rohrdurchmesser und damit kleiner zu fördernder Luftmenge übergegangen werden.

3. Typenreihe Körnergebläse mit Zellenradeinschleusung

Zur Erfüllung der landwirtschaftlichen Forderungen und zur Erzielung eines technischen Fortschritts in Herstellung und Gebrauch von Körnergebläsen erfolgten die Festlegungen zur Entwicklung einer Typenreihe mit Zellenradeinschleusung der Körner. Sie unterscheiden sich in ihren Fördermengen in Abgleichung an den Einsatz von ein bzw. mehreren Mähdreschern E 175:

Nennfördermengen: 4, 8, 12, 16, 20 und 24 t/h.

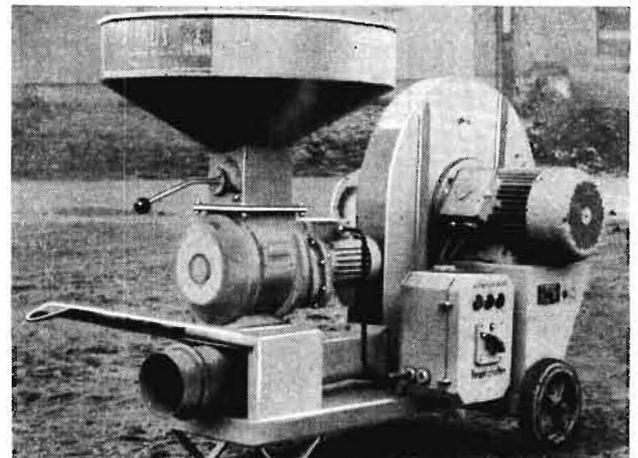
Als „Nennfördermenge“ gilt dabei die ohne Verstopfung der Rohrleitung erreichbare maximale Fördermenge von trocken-

Tafel 1. Technische Daten der Körnergebläse T 501 bis T 503

	T 501	T 502	T 503
Nennfördermenge [t/h]	4	8	12
Rohrdurchmesser ¹ [mm]	150	150	150
Abmessungen:			
Länge (mit Zuggriff) [mm]	1780	2200	2400
Breite [mm]	850	900	940
Höhe Radialgebläse [mm]	920	1125	1330
Einschüttelhöhe [mm]	1070	1130	1130
Schaufelraddurchmesser [mm]	605	765	950
Antriebsmotoren:			
Luftstromerzeuger [kW]	5,5	10	13
Drehzahl [min ⁻¹]	2900	2900	2900
Zellenradschleuse [kW]	0,4	0,6	0,6
Drehzahl [min ⁻¹]	1400/50	1400/50	1400/50
Eigenmasse mit Antriebsmotoren (ohne Rohrleitung) [kg]	230	390	435
Eigenmasse Rohrleitung einschl. Verbindungsstücke [kg/m]	4,2	4,2	4,2
Trichter-Fassungsvermögen (ohne Aufsatz) [m ³]	0,09	0,05	0,05
Schwergetreide [kg]	70	40	40
geförderte Luftmenge (Leerlauf) [m ³ /s]	0,45	0,50	0,58
Gesamtdruck (max.) [mm WS]	610	1050	1530

¹ Rohrverbindung: Steckrohre mit Gummimanschette u. 2 Spannklaue

Bild 1. Körnergebläse T 501



* Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (Direktor: Dr.-Ing. H. REICHEL)

nem, vorgereinigtem Weizen (Schüttdichte $\approx 750 \text{ kg/m}^3$; Feuchtigkeitsgehalt 14 bis 16 %; Besatz max. 5 %). Sie ist bei 40 m horizontaler und vertikaler Leitungslänge (7 m Förderhöhe) einschl. zwei 90°-Rohrbogen und Zentrifugalabscheider zu gewährleisten.

Die ersten drei Baugrößen dieser Typenreihe sind in der Entwicklung im wesentlichen abgeschlossen bzw. befinden sich bereits in Serienfertigung: T 501 (4 t/h), T 502 (8 t/h), T 503 (12 t/h), (Tafel 1). Ihnen wurde die gleiche Rohrleitung mit 150 mm innerer Durchmesser zugeordnet.

Auch im Aufbau sind die 3 Körnergebläse gleich (Bild 1). Bei den verwendeten Radialgebläsen sitzen die im Durchmesser unterschiedlichen, in der Drehzahl gleichen Schaufelräder direkt auf dem Wellenstumpf des Antriebsmotors; dem Verschleiß unterworfenen Übertragungselemente (Keilriemen) sind also vermieden.

Der Saugstutzen des Gebläses trägt im Inneren eine Drosselklappe mit äußerer Stellungsanzeige. Diese Regeleinrichtung begrenzt selbsttätig die angesaugte Luftmenge und damit die Luftgeschwindigkeit in der Förderleitung, um Kornbeschädigungen zu vermeiden. Sie zeigt außerdem das Erreichen der Stopfgrenze an. Die Baugruppe „Saugstutzen mit Strömungsregler“ ist für alle drei Gebläse gleich.

Aufgegeben wird das Fördergut in die Rohrleitung vom Einschütt-Trichter her über Regulierklappe und Zellenrad-schleuse, deren Zellenräder 7 Kammern aufweisen und durch einen angeflanschten Getriebemotor mit 50 U/min angetrieben werden. Die Zellenräder dichten die Rohrleitung allseitig gegen die Außenluft ab. Unter der Zellenradschleuse liegt das Verbindungsrohr zwischen Luftstromerzeuger und Rohrleitung, in die das Fördergut vom Zellenrand aus portionsweise geworfen wird. Die Körnergebläse T 502 und T 503 haben die gleiche Aufbaueinrichtung mit Schleuse.

Der seitlich am Körnergebläse angebaute Schaltkasten mit den elektrischen Schalt- und Sicherungseinrichtungen ist auch vom Körnergebläse getrennt einsetzbar. Das verlangt jedoch längere elektrische Leitungen zu den Antriebsmotoren.

Die beiden Elektromotoren laufen über Stern-Dreieck-Schaltung an, wobei der Getriebemotor für den Antrieb der Zellenradschleuse erst in der Dreieck-Stufe zugeschaltet wird. Eingebaute Schutzschalter gewährleisten, daß bei Überlastung oder Ausfall eines Elektromotors auch der andere Motor automatisch abgeschaltet wird. Ein vor der Ansaugöffnung des Radialgebläses angebrachter und von Hand schwenkbarer Verschlußdeckel ermöglicht außerdem einen Anlauf des Schaufelrades ohne Luftförderung; bei den größeren Gebläsen wird dadurch die Anlaufzeit bei geringerer Motorerwärmung wesentlich verkürzt und die Verwendung von Spezialmotoren vermieden.

Luftstromerzeuger, Aufbaueinrichtung und Schaltkasten sind auf ein gemeinsames Grundgestell aufgesetzt, das zwei vollgummibereifte Räder zum leichteren Transport des Körnergebläses besitzt.

Bild 2. Rohrverbindung (150 mm Dmr.) für T 501, T 502, T 503

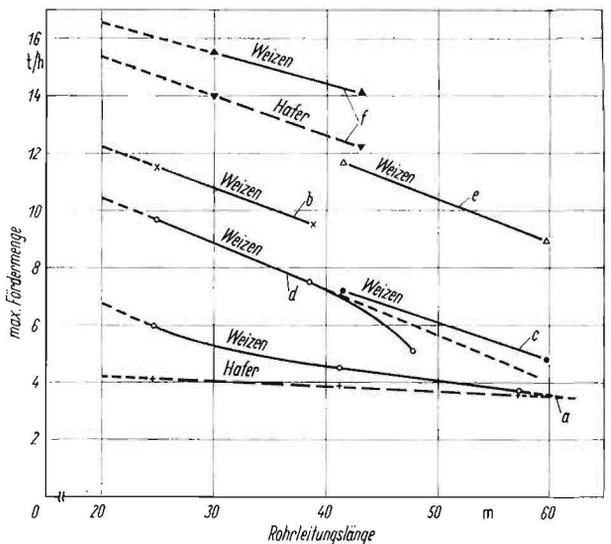
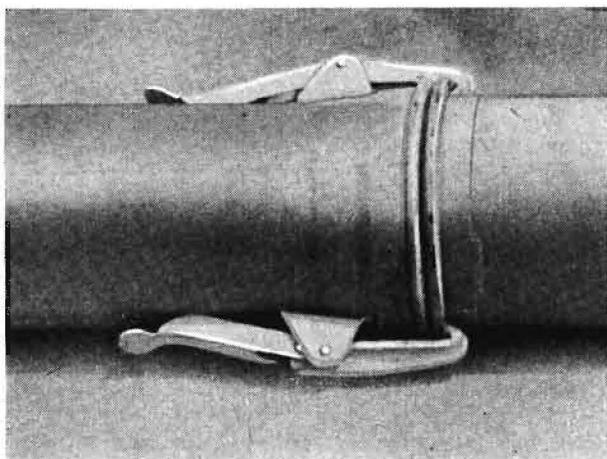


Bild 3. Ermittlung der Stopfgrenzen bei den Körnergebläsen T 501, T 502, T 503 (Rohrdmr. 150 mm); a T 501, Fertig-Muster, 6,1 m Förderhöhe; b T 502, Funkt.-Muster, 7,6 m Förderhöhe; c T 502, Fertig-Muster, 7,9 m Förderhöhe, Schaufel-Außendmr. 755 mm; d T 502, Nullserie, 11,2 m Förderhöhe, Schaufel-Außendmr. 765 mm; e T 503, Funkt.-Muster, 7,9 m Förderhöhe, Schaufel-Außendmr. 940 mm; f T 503, Fertig-Muster, 8,3 m Förderhöhe, Schaufel-Außendmr. 950 mm; Rohrllg. horiz. u. vert. einschl. 2 Rohrbogen 90°

Tafel 2. Richtwerte für maximale Fördermengen (Weizen)

Körnergebläse	max. Fördermengen [t/h] bei Rohrleitungslängen ¹		
	20 m	40 m	60 m
T 501	6,5	4,0	2,5
T 502	11,5	8,0	5,5
T 503	16,0	13,5	11,0

¹ einschl. 7 m Förderhöhe, 2 Rohrbogen 90° und Abscheider

Die Verbindung der Steckrohre mit dem Körnergebläse bzw. untereinander mit zwei Spannklauen zeigt Bild 2. In einem Rohrende ist eine Gummimanschette eingesetzt, die insbesondere bei Druck in der Rohrleitung eine sehr gute Abdichtung gewährleistet.

4. Ergebnisse der Untersuchungen an den Körnergebläsen T 501 bis T 503

4.1. Fördermengen und Leistungsbedarf

Für den Einsatz der Körnergebläse in landwirtschaftlichen Betrieben und für die Projektierung von Speicheranlagen interessieren die erreichbaren maximalen stündlichen Fördermengen. Aus der Variationsbreite der Einsatzbedingungen ist vor allem die Abhängigkeit der Fördermenge von der geometrischen Rohrleitungslänge wissenswert. Auf die Frage der einsetzbaren „Scheulängen“ und der Mischungsverhältnisse oder der Gutbeladung der Förderluft [2] [3] [4] soll in einem späteren Aufsatz eingegangen werden.

In Bild 3 sind die aus Meßreihen der Entwicklungsstufen der Körnergebläse T 501 bis T 503 ermittelten maximalen stündlichen Fördermengen über der geometrischen Rohrleitungslänge aufgetragen. Das Erreichen bzw. Überschreiten der Stopfgrenze ist verhältnismäßig einfach durch Aufzeichnung der Leistungsaufnahme des Antriebsmotors für den Luftstromerzeuger zu erkennen.

Als Richtwerte für maximale Fördermengen von Weizen bei geometrischen Rohrleitungslängen von 20, 40 und 60 m einschließlich 7 m Förderhöhe und zwei 90°-Rohrbogen sind die in Tafel 2 angegebenen Werte zu nennen. Die möglichen Fördermengen liegen bei trockenem Hafer um 10 bis 15 % unter den Richtwerten für Weizen.

Als Grenzlängeln, bei denen unter den angegebenen Bedingungen eine stark verminderte Förderung durch die Rohrleitung mit 150 mm Dmr. noch möglich ist, errechnen sich je nach Körnergebläse bzw. erzeugbarem Gesamtdruck ≈ 90 bis 150 m.

Tafel 3. Kennwerte für den elektrischen Leistungsbedarf der Körnergebläse

Kennwerte [kW] für	Körnergebläse		
	T 501	T 502	T 503
elektr. Leistungsaufnahme Gebläse bei Luftförderung	5,0...5,2	9,6...10,0	14,8...15,3
bei max. Getreideförderung	4,8	8,8	14,0
mech. Leistungsaufnahme Gebläse bei Luftförderung	4,5	8,7	13,3
bei max. Getreideförderung	4,1	7,5	12,3
elektr. Leistungsaufnahme Zellenradmotor im Mittel bei Leerlauf	0,18	—	0,16
bei Weizenförderung	0,20	—	0,18
bei Haferförderung	—	—	0,35

Tafel 4. Elektroenergieverbrauch bei maximaler Fördermenge (Weizen)

Körnergebläse	Elektroenergieverbrauch je t Weizen bei Rohrleitungslängen ¹		
	20 m	40 m	60 m
T 501 [kWh/t]	0,77	1,25	2,00
T 502 [kWh/t]	0,78	1,13	1,64
T 503 [kWh/t]	0,89	1,05	1,29

¹ einschl. 7 m Förderhöhe, 2 Rohrbogen 90° und Abscheider

Tafel 5. Kennwerte der Luftförderung

Kennwerte für		Körnergebläse		
		T 501 (Fert.-M.)	T 502 (Nullserie)	T 503 (Fert.-M.)
Luftmenge	[m ³ /s]	0,45	0,50	0,58
Luftgeschwindigkeit in der Rohrleitung	[m/s]	26	29	33
Gebläsewirkungsgrad (bezogen auf Gebläseaustritt bei laufendem Zellenrad)		0,56	0,55	0,54
Gesamtdruck (bezogen auf Gebläseaustritt)	[mm WS]	560	920	1340

Die elektrische Leistungsaufnahme des Gebläsemotors wird durch den Strömungsregler im Saugstutzen nach oben begrenzt. Sie ist bei Leerlauf (Luftförderung) am größten und wird nur wenig von der Länge der Rohrleitung beeinflusst. Mit steigender Gutbeladung der Förderluft sinkt sie bis zur Stopfgrenze um $\approx 10\%$ ab. Ein weiteres Absinken der Leistungsaufnahme unterhalb dieses Grenzwertes bedeutet zunehmende Rohrverstopfung.

In Tafel 3 sind die Kennwerte für den elektrischen bzw. mechanischen Leistungsbedarf der Körnergebläse bei Luft- und Getreideförderung zusammengestellt. Aus den Werten in Tafel 2 und 3 errechnet sich der in Tafel 4 für einige Leitungslängen angegebene Elektroenergieverbrauch je t geförderten Weizens. Dabei muß der vom Radialgebläse erzeugbare Druck maximal zur Gutförderung genutzt werden. Bei der Förderung von Hafer liegen diese Werte um $\approx 15\%$ höher, da die Stopfgrenze bereits bei einem kleineren stündlichen Durchsatz erreicht wird.

Gegenüber den derzeitigen Körnergebläsen mit Injektoreinschleusung des Gutes ergibt sich eine Senkung des spezifischen Elektroenergieverbrauchs um rund 25%. Bedingt durch die Stufung der Standardmotorenreihe kann bei den Typen T 501 und T 502 unter Einhaltung der Nennfördermengen die mechanische Leistung des Gebläsemotors nicht voll genutzt werden. Es wird sich in der Weiterentwicklung die bereits bei T 503 vorgenommene Vergrößerung des Schaufelrad-Durchmessers und damit eine Steigerung der maximalen Durchsatzmenge sowie Nutzung der installierten Motorleistung empfehlen.

Der Leistungsbedarf für den Antrieb der Zellenradschleuse ist von der Qualität des Fördergutes abhängig. Sehr staubhaltiges oder feinfaseriges Gut (z. B. Erbsen-Rohware oder getrockneter Grünhaferhäcksel) verlangt bis zu 0,6 kW.

Als unbedingt notwendig für die staubfreie und gleichmäßige Einschleusung des Gutes in die Rohrleitung hat sich die Abführung der Druckluft aus den Kammern des Zellenrades erwiesen.

Probemessungen hinsichtlich Zunahme von Körnerbruch oder Keinschäden durch die pneumatische Förderung ergaben Werte unter 2%, wenn das Fördergut mehr als 14% Feuchtigkeit aufweist. Eine Ausnahme bildet Ackerbohnen-Saatgut, dessen Förderung mit Hilfe dieser Körnergebläse wegen Beschädigungsgefahr nicht zweckmäßig erscheint.

4.2. Luftmenge, Luftgeschwindigkeit und Druckabfall in der Rohrleitung

Aus den ermittelten Kennlinien der drei Körnergebläse ergeben sich im Betriebspunkt bei Luftförderung die in Tafel 5 zusammengefaßten Werte für Luftmenge, Luftgeschwindigkeit, Wirkungsgrad und Gesamtdruck.

Nach unseren Fördermessungen lassen sich je nach Körnergebläse Drücke von 500, 850 bzw. 1250 mm WS ohne Überschreitung der Stopfgrenze nutzen.

Das am T 503 ohne Rohrverstopfung bisher gemessene maximale Mischungsverhältnis von Fördergut zu Luft beträgt rund 6 kg/kg. Es wäre zu untersuchen, wie weit es sich bei dem gegebenen Rohrquerschnitt zur Verringerung des Energieaufwands noch vergrößern läßt.

Bei Luftförderung beträgt der Druckabfall je nach Luftgeschwindigkeit und Güte der Rohrleitung beim T 502 4 bis 5, beim T 502 5 bis 7 und beim T 503 7 bis 9 mm WS/m in Horizontal- wie Vertikalstrecken.

4.3. Werkstoffaufwand

Die Eigenmasse der Körnergebläse T 501 und T 502 gleicht fast der bei den älteren Typen T 231 bzw. T 232. Bezogen auf die maximale stündliche Fördermenge (Nenndurchsatz) bei gleichen Förderbedingungen, ergeben sich dadurch günstigere Werte für den spezifischen Werkstoffaufwand:

T 501:	58 $\frac{\text{kg}}{\text{t/h}}$	T 502:	49 $\frac{\text{kg}}{\text{t/h}}$	T 503:	37 $\frac{\text{kg}}{\text{t/h}}$
T 231:	109 $\frac{\text{kg}}{\text{t/h}}$	T 232:	60 $\frac{\text{kg}}{\text{t/h}}$		

Entscheidend verringert sich mit dem Übergang auf den einheitlichen Rohrdmr. von 150 mm der Werkstoffaufwand für die Rohrleitung, verbunden mit den weiteren Vorteilen der besseren Handhabung, der einfachen Umstellung einer pneumatischen Förderanlage auf die höhere Leistungsstufe ohne Änderung der Rohrsysteme in Speichern usw.

Im Verhältnis zur Rohrleitung des Körnergebläses T 231 vermindert sich der Aufwand je m um 40%, gegenüber der Rohrleitung T 232 um 58%. Ähnlich günstig verhalten sich die Anteile der Rohrleitung am Gesamtwerkstoffaufwand für Förderanlagen.

5. Voraussichtliche Weiterentwicklung der Typenreihe und RGW-Empfehlungen

Das Körnergebläse T 503 mit einer Nennförderung von 12 t/h ist Bestandteil des Maschinensystems Getreidebau. Im gleichen System wird ein Körnergebläse mit einer Nennfördermenge von 24 t/h gefordert. Aus den bisherigen Erkenntnissen über den Druckabfall je m Rohrleitung in Abhängigkeit von der Fördermenge errechnet sich für eine Rohrleitung von 150 mm Dmr. ein erforderlicher Druck von ≈ 2500 mm WS. Es bedarf weiterer Untersuchungen, welcher Lösungsweg hier aus Herstellungs- und Einsatzgründen zweckmäßig ist.

In dem im Jahre 1963 ausgearbeiteten Empfehlungen der Kommission Maschinenbau des RGW zur Standardisierung der in der Landwirtschaft verwendeten Fördergebläse ist unter anderem die auf S. 3 genannte Typenreihe Körnergebläse enthalten. Es wird sich zeigen, wie weit diese Typenreihe für unsere Landwirtschaft weiter eingeschränkt werden kann.

Literatur

- [1] SEGLER, G.: Untersuchungen an Körnergebläsen und Grundlagen für ihre Berechnung. Dissertation Techn. Hochschule München 1934
- [2] SEGLER, G.: Entwerfen landwirtschaftlicher Fördergebläse. Grundlagen der Landtechnik (1951) H. 1, S. 105 bis 114
- [3] ACKERMANN, G.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen über den Druckabfall bei der pneumatischen Förderung mit Mitteldruckgebläsen. Dissertation Techn. Hochschule Braunschweig 1956
- [4] WEISCHOF, G.: Pneumatische Förderung bei großen Fördergutkonzentrationen. VDI-Forschungsheft Nr. 492 (1962), VDI-Verlag GmbH Düsseldorf oder: Dissertation Stuttgart 1962 A 6106