

Leistungsbedarfs der Dosierwalzen erfolgte über eine Drehmomentenmeßstelle bzw. einen elektrischen Eigenbauleistungsmesser.

Versuchsparameter waren:

— Walzenabstand

— Walzenumfangsgeschwindigkeit

— Vorschub der Kratzerkette.

Die Versuche zeigten, daß der Leistungsbedarf der Dosierwalzen sich mit steigender Drehzahl bei konstantem Vorschub der Kratzerkette linear erhöhte (Bild 3). Bei konstanter Antriebsdrehzahl der Dosierwalzen und variablem Vorschub erhöhte sich ihr Leistungsbedarf mit steigendem Massedurchsatz ebenfalls linear (Bild 4).

Diese Aussagen gelten sowohl für Preßballen als auch für Langstroh. Der Variationskoeffizient zeigt keine signifikante Abhängigkeit von der Antriebsdrehzahl der Dosierwalzen und von der Vorschubgeschwindigkeit der Kratzerkette.

Eine Abhängigkeit des Variationskoeffizienten vom Versuchsgut ist vorhanden. Er beträgt für Preßballen rd. 54 bis 87%, für Langstroh rd. 28 bis 40% und für Häckselstroh rd. 17%.

Die Versuche ergaben weiter, daß der Massedurchsatz mit zunehmender Vorschubgeschwindigkeit der Kratzerkette wächst. Dabei ist der Durchsatz von Preßballen bei gleicher Vorschubgeschwindigkeit aufgrund der höheren Dichte größer als der von Langstroh.

Diese Erprobungsergebnisse zeigten, daß die genannten Schneidwalzen die an sie gestellten Anforderungen funktionell erfüllen. Mit ihrer Hilfe lassen sich in Grundfutterdosierern der Typen H 10.1/2 und DS 300 Preßballen-, Lang- und Häckselstroh dosieren. Die Drehzahl der Dosierwalzen sollte bei 300 U/min liegen.

In den Jahren 1976 bis 1978 wurden mehrere Dosierer an Pelletieranlagen mit Schneidwalzen ausgerüstet. Die Einsatzergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

— Die Dosierung von Lang- und Häckselstroh oder deren Gemische ist bei ausreichender Dosiergleichmäßigkeit und Durchsätzen bis zu 3 t/h (T_1) möglich.

— Bei der Dosierung von Strohballen treten in Abhängigkeit von der Dichte und der Qualität der Ballen starke Schwankungen in der Dosiergleichmäßigkeit auf. Diese Schwankungen machen sich vor allem bei nachgeschalteten Maschinen (Häcksler, Hammermühlen) mit geringem Durchsatz durch Verstopfungen negativ bemerkbar. Werden leistungsfähige Maschinen nachgeschaltet (z. B. Hammermühlen) und wird mit Durchsätzen über 2,0 t/h (T_1) gefahren, genügt die Funktionssicherheit den Anforderungen. Es ist von Vorteil für die Leistung der Gesamtanlage, wenn das zerkleinerte Gut in einem Nachdosierer zwischengelagert und mit hoher Dosiergleichmäßigkeit z. B. der Pelletpresse zugeführt wird.

— Bewährt hat sich eine über der oberen Schneidwalze angebrachte messerbesetzte Rückhalteeinrichtung zur Verbesserung der Dosiermöglichkeit (Bild 1).

— Schwierigkeiten bereiten die bei der Auflösung der Ballen zerrissenen Polypropylenfäden der Presse. An Scheibenradhäckslern führen diese zu Wickelerscheinungen auf der Hauptwelle. Diese können, wenn sie nicht mindestens zweimal in der Schicht beseitigt werden, zur Zerstörung der Lager führen. An Trommelhäckslern treten diese Erscheinungen in geringerem Umfang auf. Aber auch dort muß einmal täglich eine Kontrolle durchgeführt werden.

Zusammenfassung

Zur Schaffung einer in Trockenwerken und Pelletieranlagen dringend benötigten Mechanisierungseinrichtung für die Auflösung und Dosierung von Preßballen, Lang- und Häckselstroh bzw. deren Gemischen wurde ein

Neuerervorschlag realisiert, der diese Anforderungen erfüllt. Die technischen Grundlagen und die Ergebnisse der Untersuchungen werden beschrieben.

Literatur

- [1] Matschke, R.: Intensivierung der Trockengroßfutterproduktion. *Feldwirtschaft* 19 (1978) H. 5, S. 197—199.
- [2] Schwarz, K.: Literatur- und Patentstudie Langgutdosierer. Ingenieurbüro für Hangmechanisierung Eishausen 1970 (unveröffentlicht).
- [3] Autorenkollektiv: Bericht zum Stand der Arbeiten auf dem Gebiet der Langgutdosierung. Ingenieurbüro für Hangmechanisierung Eishausen 1971 (unveröffentlicht).
- [4] Stengler, K.-H.; Laube, G.: Rationalisierung der Verarbeitung von Preßballen in Trockenwerken und Pelletieranlagen durch Lösung der Ballendosierung und Ballenauflösung ohne Handarbeit. *Markkleeberg: agra-Buch* 1978, S. 62—64.
- [5] Swieczkowski, K.: Untersuchungen zur Verbesserung der Dosiergleichmäßigkeit. Ingenieurbüro für Hangmechanisierung Eishausen, Zwischenbericht 1976 (unveröffentlicht).
- [6] Michaelis, G. u.a.: Dosieren von Stroh aus Preßballen. Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim, Informationsbericht 1976.
- [7] Sladky, V.; Syrový, O.: Verwendung des Vorratsdosierförderers Do2D-3 Minor bei der Verarbeitung von Großraummaterialien. *Zemědělská Technika* 15 (1969) H. 2, S. 115.
- [8] Livsic, L. J.; Omelcenko, A. A.: Der Einfluß des Neigungswinkels des Austragwalzenblocks auf den Futterverteilvorgang. *Mechanizacija i elektrifikacija* 30 (1971) H. 9, S. 43.
- [9] Sladky, V.: Anlagen zur Bearbeitung und Lagerung von Rohfutter in böschungreichen Gebieten im Ausland. *Zemědělská Technika* 18 (1972) H. 3, S. 189. A 2091

Prallteilung von Saatgut-Luft-Gemischen in vertikalen und geneigten Förderleitungen mit kreisrundem Querschnitt

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

Verwendete Formelzeichen

Ba	—	Barthsche Kennzahl
L_V	mm	Länge des vertikalen Förderrohres
\dot{m}_K	kg/s	Feststoffdurchsatz
\dot{m}_L	kg/s	Förderluftdurchsatz
α	rad	Neigung des Förderrohres zur Senkrechten
ϵ	—	Volumenkonzentration
μ	—	Feststoffbeladung
σ_K	%	maximale Abweichung einer Menge vom Mittelwert aller Mengen bei Teilung in n Ströme
σ_T	%	maximale Abweichung einer Menge vom Mittelwert aller Mengen für die vier aufgegebenen Ströme

1. Problemstellung

Ein in der Land- und Verfahrenstechnik relevantes Problem ist die kontinuierliche Teilung eines Mehrphasenstromes $\dot{m}_L + \dot{m}_{K1} + \dot{m}_{K2} + \dots + \dot{m}_{Ki}$ in n Teilströme

$$\frac{\dot{m}_L + \dot{m}_{K1} + \dot{m}_{K2} + \dots + \dot{m}_{Ki}}{n} \pm \sigma_{K1} \quad (1)$$

Die Zusammenfassung des Standes der Technik und eigene experimentelle Untersuchungen [1] [2] [3] zeigen, daß der Rotationssymmetrie des Feststoffdurchsatzes am Ort der Prallteilung größere Bedeutung zukommt.

Im Rahmen durchgeführter Untersuchungen zur Verbesserung der Dosiergenauigkeit pneumatischer Drillmaschinen stand die Aufgabe, vier Saatgut-Luft-Ströme in ein vertikales und

in ein geneigtes Förderrohr aufzugeben und deren Bewegungsparameter im Rohr so zu beeinflussen, daß der zur Rohrlängsachse am Aufgabort vorhandene symmetrische Feststoffdurchsatz in einen rotationssymmetrischen Durchsatz am Ort des Teilens überführt wird. Dabei sind die Forderungen [4]

$$\sigma_K \leq 10\% \text{ bei } \alpha < 0,1 \text{ rad}$$

$$\sigma_K \leq 15\% \text{ bei } 0,1 \text{ rad} \leq \alpha \leq 0,175 \text{ rad}$$

zu beachten.

2. Theoretische Untersuchungen

Die durch die y-z-Ebene an der Stelle x_0 (Bild 1) hindurchgeförderten Teilströme

$$\frac{\dot{m}_L + \dot{m}_K}{5} \pm \sigma_{K1} \quad (2)$$

(im weiteren soll nur eine Feststoffkomponente betrachtet werden)

sind wie folgt charakterisiert:

$$\dot{m}_{L1} \neq \dot{m}_{L2} \neq \dot{m}_{L3} \neq \dot{m}_{L4} \neq \dot{m}_{L5}$$

(2)

$$\dot{m}_{K1} \neq \dot{m}_{K2} \neq \dot{m}_{K3} \neq \dot{m}_{K4} \neq \dot{m}_{K5}$$

Die zwischen den Krümmerausstrittsöffnungen liegenden vier Volumina $zy \Delta x$ weisen $\epsilon_5 = 0$ und damit $\dot{m}_K = 0$ auf.

Für die über den Austrittsöffnungen liegenden Volumina gilt:

$$\epsilon_{11} \text{ für } \Delta x \Delta z (y_2 - y_1) \neq \epsilon_{12} \text{ für } \Delta x \Delta z (y_3 - y_2).$$

ϵ_2, ϵ_3 und ϵ_4 verhalten sich analog.

Die Ursachen dafür liegen in der Entmischung der Strömung bei der Förderung des Saatgutes durch die Krümmer.

Aus den Beziehungen

$$\sigma_{K_{m1}} < \sigma_{K_{m2}} \text{ bei } \alpha_0 < \alpha_1$$

$$\sigma_{K_{L1,v1}} < \sigma_{K_{L1,v2}} \text{ bei } \alpha_1, L_{v1} < L_{v2}$$

$$\sigma_{K_{L1,v1}} > \sigma_{K_{L1,v2}} \text{ bei } \alpha_0, L_{v1} < L_{v2}$$

folgt aufgrund $\alpha_{max} = 0,175$ die zusätzliche Forderung $L_v \rightarrow \text{Minimum!}$

3. Experimentelle Untersuchungen

Im ersten Abschnitt der Untersuchungen wurde davon ausgegangen, daß die Differenz zwischen den vier in das vertikale Förderrohr aufgegebenen Strömen vernachlässigbar sind (Tafel 1), so daß die Ungleichung (2) bis auf \dot{m}_{L5} und \dot{m}_{K5} nicht gilt.

Feststoffe waren Erbsen, Hafer und Knaulgras. Die Beladungen μ wurden etwa im Verhältnis 1:3 variiert. L_v betrug 100 mm, 350 mm und 700 mm.

Feststoffe mit geringer Stoßzahl und großer Ba-Zahl (Hafer) zeigen bei $L_v = 100$ mm entsprechend der Lage der Aufgabepunkte eine ausgeprägte Konzentrationsverteilung. Bei $L_v = 700$ mm liegt eine ausgeglichene Verteilung der Feststoffdurchsätze vor (Bild 2a). Die

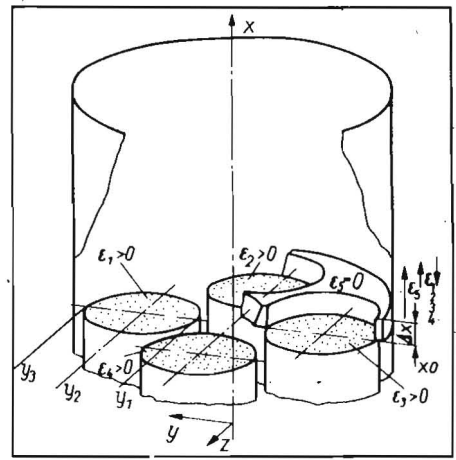


Bild 1. Volumenkonzentration ϵ zu Beginn der vertikalen Förderstrecke

Bild 2. Φ_K für unterschiedliche Gutarten und Längen des vertikalen Förderrohres;

- Hafer
- Knaulgras, $L_v = 100$ mm
- Erbsen
- $\alpha = 0,175$ rad, $L_v = 700$ mm

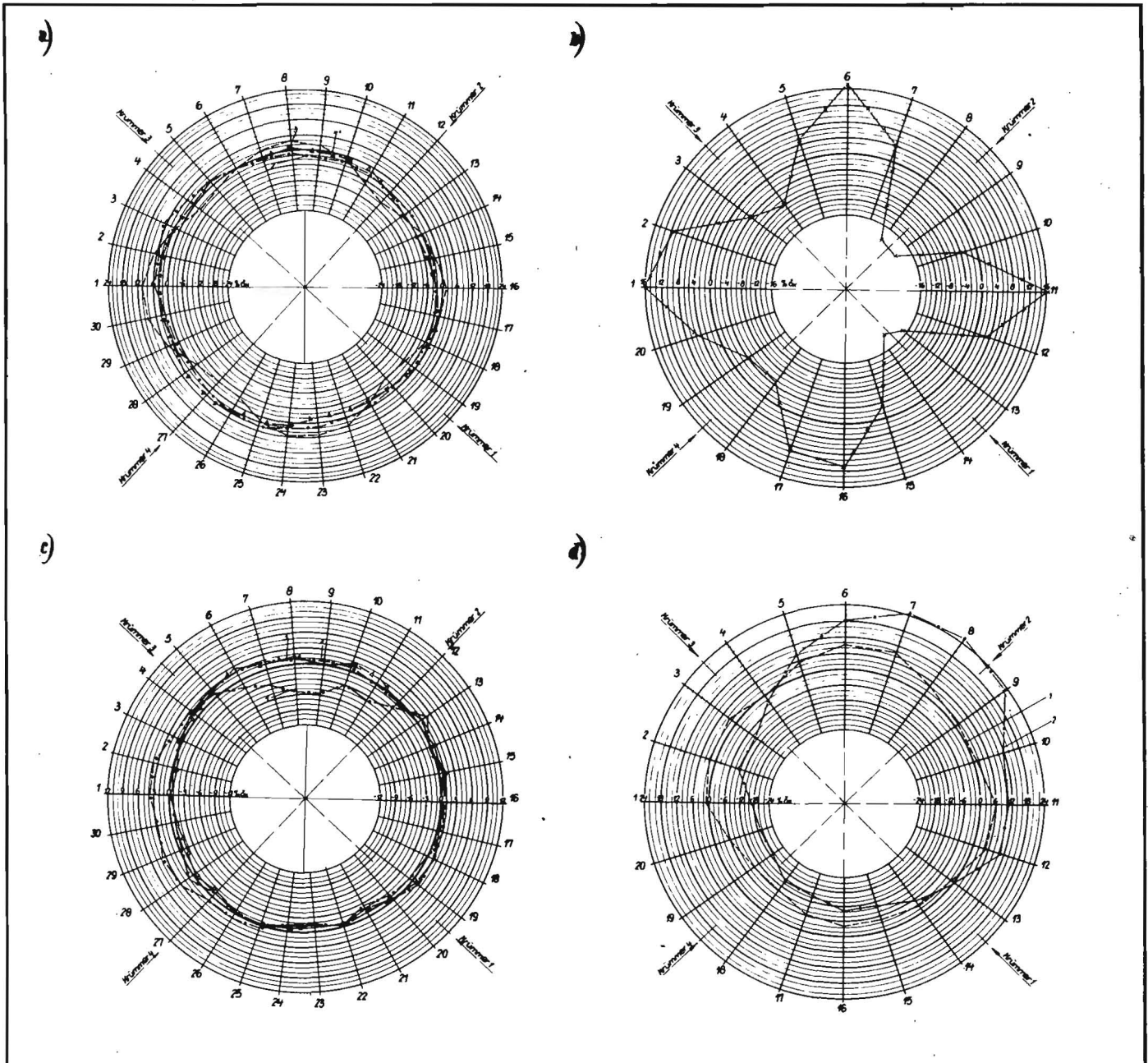




Bild 3
Beeinflussung der vier
Ströme durch Prallflächen

charakteristische Verteilung von Knaulgras untermauert diesen Beweis (Bild 2b). Unterschiede in der Rotationssymmetrie von Feststoffen mit größeren Stoßzahlen (Erbsen) werden im Prallteiler auch bei geringeren L_v noch so verwirbelt, daß σ_K die zulässigen Werte nicht überschreitet (Bild 2c).

Für $\alpha = 0,175$ rad und $L_v = 700$ mm werden die Forderungen zur zulässigen Abweichung σ_K nicht erfüllt (Bild 2d).

Die Länge des vertikalen Förderrohres $L_v \approx 350$ mm erfüllt die Anforderungen bezüglich σ_K für $0 \leq \alpha \leq 0,175$ rad besser als $L_v = 100$ mm und $L_v = 700$ mm.

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen für den Fall der geringen Abweichung der vier in das vertikale Rohr aufgegebenen Massenströme von ihrem Mittelwert (Tafel 1) stützen die vorangegangenen theo-

retischen Betrachtungen bezüglich $\sigma_K = f(L_v, \alpha)$.

Für die Überprüfung der Hypothese, daß gekrümmte oder ebene Prallflächen (Bild 3) die Bewegungsrichtung der vier Teilströme beeinflussen und damit der Zustand $\epsilon_5 = 0$ auf kleinste Δx beschränkt bleibt, wurde folgendes vorausgesetzt:

- Die Prallflächen sollen die vier Teilströme mit der gleichen Intensität ablenken.
- Die auf die y-z-Ebene bei x_0 projizierte Fläche des Prallkörpers verdeckt gleiche Flächenanteile der Austrittsquerschnitte der Teilströme (völliges Verdecken ist aufgrund der Verringerung des Förderquerschnitts im vertikalen Rohr nicht möglich).
- Unterschiede gemäß den Beziehungen (2) können im vertikalen Rohr ausgeglichen werden.

Folgende Ergebnisse wurden bei Anwendung der Prallkörper (Bild 3) und $L_v = 350$ mm erreicht:

- Prallkörper in der vorgesehenen Einbaulage führen bei gleichem L_v zu einem Ausgleich der Durchsatzunterschiede in der vertikalen Rohrleitung im untersuchten Bereich $0 \leq \alpha \leq 0,175$ rad (Tafel 2).
- Von Vorteil erweist sich die Verwendung ebener Prallflächen. Die gute Teilgenauigkeit bei $\alpha = 0$ wird durch eine ausreichende Genauigkeit bei $\alpha = 0,175$ rad ergänzt.
- Abweichungen der Durchsätze σ_T der vier Teilströme von ihrem Mittelwert führen im

Tafel 1. Abweichungen der vier durch die Krümmen geförderten Mengen von ihrem Mittelwert

Feststoff	μ	$\pm \sigma_T$ in %			
		1	2	3	4
Erbsen	0,41	-0,45	-0,25	0,96	-0,25
	1,45	-0,25	0,56	-0,66	0,36
Hafer	0,33	-3,06	1,89	-0,15	1,31
	1,17	-0,16	0,47	-0,78	0,47

Tafel 2. σ_K bei Verwendung verschiedener Prallkörper im vertikalen Förderrohr

Prallkörper	α rad	Hafer $\mu = 0,4$		$\mu = 1,17$		Erbsen $\mu = 0,5$		$\mu = 1,45$	
		$+\sigma_K$	$-\sigma_K$	$+\sigma_K$	$-\sigma_K$	$+\sigma_K$	$-\sigma_K$	$+\sigma_K$	$-\sigma_K$
		ohne	0	6,98	5,99	9,92	8,37	4,23	2,76
	0,175	12,54	10,31	23,55	12,33	13,95	12,84	11,29	12,77
1 Kegelschleppstumpf	0	5,20	5,66	5,91	6,31	4,26	3,36	5,85	4,68
	0,175	5,30	4,40	6,80	8,20	8,80	9,90	9,70	10,70
2 Kegelschleppstümpfe	0	7,11	8,19	9,67	8,65	5,57	5,46	4,56	4,55
	0,175	3,73	5,06	4,15	5,39	7,38	7,31	7,31	6,82
Pyramidenstumpf	0	5,63	4,25	5,56	3,30	2,87	2,36	3,25	2,91
	0,175	5,20	3,90	5,70	7,30	7,60	7,50	10,10	10,80

Tafel 3. σ_K bei verschiedenen σ_T und einem Pyramidenstumpf im vertikalen Förderrohr

Feststoff	L_v mm	μ	σ_T %	σ_K %	σ_K %
Hafer	100	0,33	- 3,1	5,6	5,5
			- 7,0	8,0	9,0
			- 16,5	9,7	14,7
	350	1,17	- 0,8	5,0	5,5
			- 4,0	7,2	8,6
			- 13,0	9,5	13,1
Erbsen	100	0,41	+ 1,0	4,7	4,1
			- 9,3	5,8	7,9
			- 16,8	10,2	11,2
	350	1,45	- 0,7	4,3	3,5
			- 8,5	4,5	1,8
			- 15,7	8,7	11,0
Hafer	100	0,41	+ 1,0	2,3	1,7
			- 9,3	3,7	3,3
			- 16,8	3,6	3,6
	350	1,45	- 0,7	3,5	3,0
			- 8,5	3,9	3,1
			- 15,7	4,4	3,8

Fall der Verwendung eines Pyramidenstumpfes zu keiner unzulässigen Verminderung der Verteilgenauigkeit (Tafel 3).

Die Ergebnisse zeigen, daß auch hier eine vertikale Rohrleitungslänge $L_v = 100$ mm ausgeschlossen wird.

- Mit elf Saatgutarten wurde (hier nur am Beispiel von Hafer und Erbsen) eine den Forderungen entsprechende Teilgenauigkeit eines Saatgut-Luft-Stromes für $n = 30$ nachgewiesen. Es ist vorbehaltenlich zusätzlicher experimenteller Untersuchungen wahrscheinlich, daß sich andere in pneumatischen Dünnströmförderanlagen förderbare Stoffe mit analoger Genauigkeit teilen lassen.

Literatur

- [1] Pippig, G.: Das Dosieren von Saatgut-Luft-Gemischen in pneumatischen Drillmaschinen. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock. Dissertation 1974.
- [2] Pippig, G.; Peschel, E.: Theoretischer und experimenteller Nachweis der Leistungsfähigkeit und Funktionssicherheit des pneumatischen Säsystems sowie seine Einordnung in die kombinierten Aggregate und die selbstfahrende Bestellkombi. WTZ für Landtechnik Schlieben 1972 (unveröffentlicht).
- [3] Pippig, G.: Dosieren von Saatgut-Luft-Gemischen in pneumatischen Drillmaschinen. agrartechnik 27 (1977) H. 12, S. 544—547.
- [4] Peschel, E.: ATF zur Entwicklung einer pneumatischen Reihendrillmaschine großer Arbeitsbreite. FZM Schlieben/Bornim, 1977 (unveröffentlicht).