

Mit der sich ständig entwickelnden Mechanisierung der Landwirtschaft in den Mitgliedsstaaten des Rates für gegenseitige Wirtschaftshilfe wurde es notwendig, Vergleichsprüfungen zwischen einigen jetzt produzierten Getreidetrocknern durchzuführen.

Folgende Trockner standen zur Prüfung:

Trockner SZPB — 2 (UdSSR)

Trockner K 844 (DDR)

Trockner SO — 58 (CSSR)

Trockner SFZ — 6 (Volksrepublik Polen)

1. Beschreibung und Charakteristik der Trockner

Der Trockner SZPB — 2, in Bild 1 schematisch dargestellt, ist ein fahrbarer Trommeltrockner. Als Brennmaterial wird Koks verwendet, die Trocknung bewirkt ein Luft-Rauchgasgemisch. Eine automatische Regulierung der Temperatur des trocknenden Mediums ist nicht vorhanden. Durch die außer der Trockentrommel vorhandene Kühltrommel unterscheidet sich dieser Trockner von anderen fahrbaren Trommeltrocknern. Zum Antrieb dienen zwei Elektromotore. Die Aufgabe des Trockengutes in der Trommel erfolgte über einen fahrbaren Schneckenförderer. Auch die Abnahme des getrockneten Gutes unter der Kühlkammer kann durch einen Schneckenförderer mechanisiert werden. Der Trockner ist nicht für Arbeiten in Getreidespeichern bestimmt.

Körnertrockner K 844 (Bild 2) ist ein stationärer Schachttrockner mit Dachkanälen und läßt sich mit flüssigen Brennstoffen oder mit Briketts heizen. Getrocknet wird mit der im eingebauten Wärmetauscher erwärmten Luft. Diese Trockenanlage besitzt eine automatische Vorrichtung, die das Überschreiten einer gewissen Maximaltemperatur der Warmluft verhindert. Außerdem ist der Trockner mit einem Selbstschreibegerät ausgestattet, das die Temperatur des Getreides in der Trockenkammer registriert. Zum Antrieb der einzelnen Aggregate, einschließlich der Transporteinrichtung für das Getreide und des Kompressors für flüssigen Brennstoff, dienen sechs Elektromotoren. Zum Trockner gehört ein eigenes Transportsystem für das Getreide im Verlauf des Trocknungsprozesses. Der K 844 läßt sich ohne weiteres an jedes andere Fördersystem im Getreidespeicher anschließen und in fast jedem Speicher verwenden.

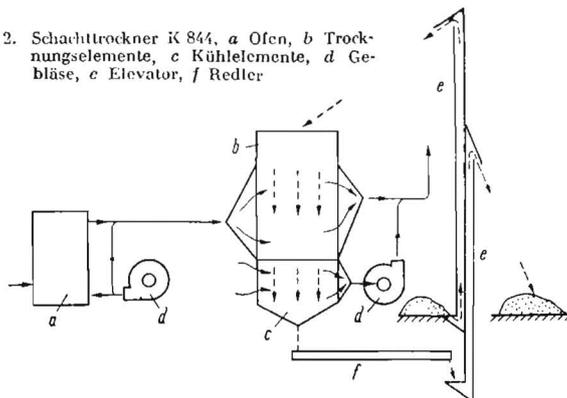
Der Trockner SO — 58 (Bild 3) ist eine stationäre Trockenanlage, in der nebeneinander drei Trockenkammern und eine Kühlkammer aufgestellt sind, jeder Schacht besteht aus senkrecht ineinander auf einer gemeinsamen Achse aufgestellten Siebrohren. Zwischen diesen Rohren rieselt das Getreide von oben nach unten, während durch die Rohre das Trocknungsgemisch oder die Kühlluft strömt. Zur Trocknung dient ein Luft-Rauchgasgemisch, geheizt wird mit Koks. Eine automatische Temperaturregulierung des Trocknungsgemisches ist nicht vorhanden. Für den Antrieb des Trockners und der zugehörigen Fördereinrichtung für das Getreide sind fünf Elektromotoren vorhanden. Wegen seiner beträchtlichen äußeren Abmessungen ist der Trockner für die Montage in Getreidespeicher ungeeignet, er wird in speziell zu diesem

Zweck gebauten Schuppen oder Anbauten zu Speichern untergebracht.

Der Trockner SFZ — 6 (Bild 4) ist ein stationärer Wirbelschicht-Körnertrockner. Der Trocknungsvorgang beruht auf dem Prinzip des horizontal-vertikalen Durchflusses des Gutes. Dieser Typ von Trocknern ist weniger bekannt, deshalb sei hier über die Bedingungen des Durchflußprozesses in der Trockenkammer einiges bemerkt.

Wenn die Geschwindigkeit des Trockenmediums, bezogen auf die Bodenfläche der Kammer, kleiner als 1,2 bis 1,6 m/s ist, dann befindet sich das Getreide im Schacht im Zustand der Ruhe. Wenn dagegen die Durchflußgeschwindigkeit größer als 1,2 bis 1,6 m/s ist, dann setzt eine intensive Mischung der Getreideschicht ein, das Getreide gelangt unter der Scheidewand hindurch in den zweiten Teil der Kammer, wo ein Überlauf nach außen vorhanden ist. Infolge der intensiven Mischung des Getreides ist seine Temperatur fast in der ganzen Trockenkammer gleich, und die Koeffizienten der Wärmeaufnahme und des Feuchtigkeitsaustausches steigen beträchtlich.

Bild 2. Schachttrockner K 844, a Ofen, b Trocknungselemente, c Kühlelemente, d Gebläse, e Elevator, f Redler



Bei den Untersuchungen im Jahre 1961 war dieser Trockner mit einem Ofen für festen Brennstoff (Koks) ausgestattet, als Trockenmittel diente ein Luft-Rauchgasgemisch. Ein automatischer Temperaturregler für das Trockenmittel war nicht vorhanden. Um die Bedienung auf ein übermäßiges Ansteigen der Temperatur aufmerksam zu machen, ist eine akustische Signalanlage eingebaut. Zum Antrieb des Trockners wie auch der Fördereinrichtungen dienen drei Elektromotoren. Dank der segmentären Bauweise und geringen Abmessungen kann man diesen Trockner sehr leicht in jedem Getreidespeicher montieren und an das vorhandene Transportsystem anschließen.

2. Prüfungsbedingungen

Zur Durchführung der Prüfungen wurden alle Trockner in unmittelbarer Nähe der Versuchsstation des Instituts für Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft in Kuznieko aufgebaut, so daß die Prüfungen unter fast gleichen klimatischen Bedingungen erfolgen konnten. Diese waren im Zeitabschnitt der Prüfungen (Juli bis Oktober 1961) sehr ungünstig. Die Niederschlagsmenge lag im Juli um 47,5 und im August um 35,4 % höher als der langjährige Durchschnitt. Die Anzahl der Regentage war im Juli um 38,5 % (18 Regentage) und im August um 36,5 % (15 Regentage) größer als der langjährige Durchschnitt. Diese Lage änderte sich im September und Oktober durch eine Periode außerordentlich warmen und trockenen Wetters. Dieses Wetter wirkte sich ungünstig auf die Qualität des Getreides aus, das oft in den Garben oder auf dem Halm zu keimen begann. Der Feuchtigkeitsgehalt des zur Trocknung angelieferten Getreides lag zwischen 18 und 37 %.

3. Prüfungsergebnisse

Die Beurteilung der Trockner erfolgte nach folgenden Gesichtspunkten:

- Erfüllung der festgelegten internationalen agrotechnischen Forderungen für Trocknungsanlagen;
- Qualität der Trocknung, die auf Grund der Keimfähigkeit und -kraft bei Saatgut und auf Grund der ermittelten Backfähigkeit bei Konsumgetreide festgestellt wurde;

* Institut für Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft Warschau

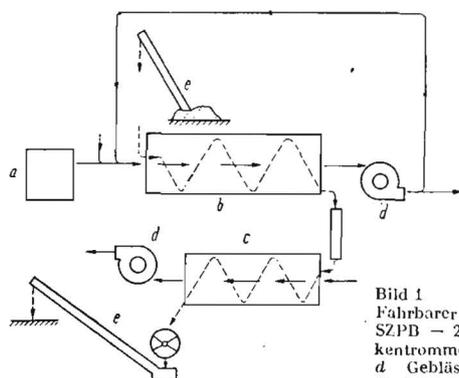


Bild 1. Fahrbarer Trommeltrockner SZPB — 2; a Ofen, b Trockentrommel, c Kühltrommel, d Gebläse, e Schneckenförderer

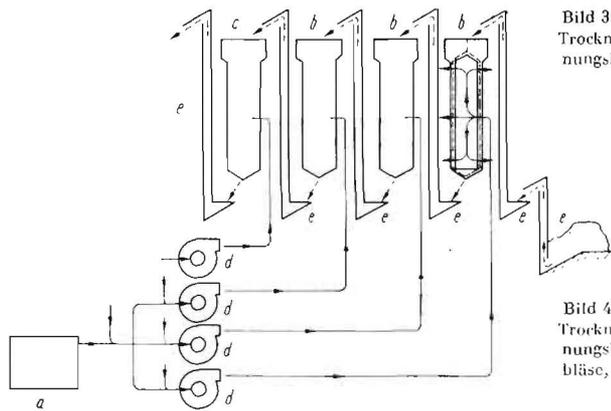


Bild 3
Trockner SO-58, a Ofen, b Trocknungskammer, c Kühlkammer, d Gebläse, e Elevator

- c) Qualität der Ausführung, Schwierigkeit der Montage, Eigenmasse, Arbeit der Kontrolleinrichtungen usw.;
- d) betriebstechnische Daten wie: Funktionssicherheit, Verbrauch von Wärme und elektrischer Energie, Bedienungsaufwand usw.

Die Prüfungen wurden in zwei Phasen durchgeführt: sogenannte Laboruntersuchungen und Prüfungen im Betrieb. Bei den Prüfungen wurden insgesamt 1313,38 t Weizen, Roggen, Gerste und Hafer getrocknet und dabei über 15 000 Messungen zur Bestimmung der betriebstechnischen Daten durchgeführt. Die charakteristischen Daten bezüglich der Arbeit der Trockner sind in Tafel 1 zusammengestellt. Die geprüften Trockner können in drei Gruppen eingeteilt werden: Trockner mit hoher Leistungsfähigkeit (SO-58), Trockner mit mittlerer Leistungsfähigkeit (SZFB-2 und K 844) und Trockner von geringer Leistungsfähigkeit (SFZ-6). Die Trockengutleistung der Trockner ist in Tafel 2 dargestellt.

Ein wichtiger Bewertungsfaktor ist der Wärmeverbrauch (Tafel 3).

Die weiteren Tafeln 4 bis 7 enthalten Angaben, die für Konstrukteure von Trocknern sehr wichtig sind.

Tafel 4 bringt Angaben über die Menge des zur Trocknung verbrauchten Mediums sowie der zur Kühlung benötigten Luft. Diese Angaben gewinnen an Bedeutung beim Vergleich mit dem Verbrauch an Trockenmittel, das zur Verdampfung von 1 kg Wasser aus dem Trocknungsgut benötigt wird (Tafel 5). Die niedrigen Werte bei den Trocknern SFZ-6 und SZPB-2 sind auf die intensive Mischung des Getreides und den dadurch verbesserten Wasseraustausch zwischen feuchten Körnern und Trockenmittel zurückzuführen.

Tafel 6 vermittelt Werte über die Intensität der Trocknung, d. h. die Größe des Wasserentzugs je m³ Getreide im Laufe einer Stunde Trocknung unter den festgelegten Arbeitsbedingungen.

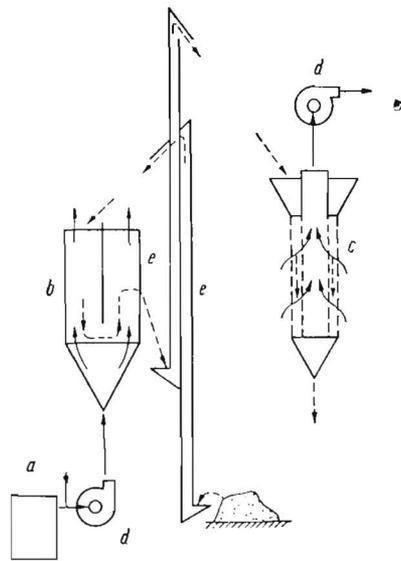
Beim Vergleich der Ergebnisse ist zu sehen, daß die Wirbelschichttrocknung durch eine außergewöhnlich hohe Intensität der Trocknung gekennzeichnet ist. Sie ist etwa zweimal größer als die Trocknungsintensität in Trommeltrocknern und sechs- bis zehnmal größer als die Trocknungsintensität der Trockner K 844 und SO-58, in denen die Mischung des Getreides mit dem Trockenmittel sehr unbedeutend ist und der Feuchtigkeitsaustausch unter Bedingungen der laminaren Durchströmung des Trockenmittels durch die Getreideschichten vonstatten geht. Der Verbrauch an Kühlluft (ausgedrückt in kg Luft), die zur Verminderung der Temperatur von 1 kg Getreide um 1 grad notwendig ist, war in allen Trocknern fast gleich und betrug $\approx 0,15$ kg Luft je kg Getreide und grad. Der Kühleffekt war aber sehr verschieden, was selbstverständlich von der Konstruktion der Kühlkammer abhängt.

4. Beurteilung der geprüften Trockner

Ein Vergleich der erzielten Arbeitsergebnisse mit den agrotechnischen Forderungen ergibt, daß sie diesen Bedingungen in annehmbarem Umfang entsprechen, obwohl keiner der geprüften Trockner den gestellten Bedingungen vollauf entspricht. Die Arbeitsergebnisse des Trockners K 844 waren den agrotechnischen Bedingungen am besten angenähert.

Die größte Funktionssicherheit zeigte der Trockner K 844, die kleinste der Trockner SO-58. Das Verhältnis der effektiven Arbeitszeit der Trockner zur Summe der effektiven Arbeitszeit plus Arbeitsausfall, verursacht durch Konstruktionsmängel und

Bild 4 (rechts)
Trockner SFZ-6: a Ofen, b Trocknungskammer, c Kühlkammer, d Gebläse, e Elevator



Tafel 1. Technische Daten der geprüften Trocknungsanlagen

	S ZPB-2	K 844	SO-58	SFZ-6
Die Maße in der Arbeitsstellung				
Länge [m]	8,95	8,20	8,00	10,00 ¹
Breite [m]	8,50	4,80	5,65	2,40
Höhe [m]	4,90	8,00	10,50	5,30
Masse mit Ofen [kg]	4550	4085	13450	4000
ohne Ofen	—	3035	4800	3600
Leistung [t %/h]	8,2	8,5	14,7	4,9
Brennstoffverbrauch [kg/t %]	Koks	Öl	Koks	Koks
	2,8	1,6 ²	1,8	2,6
Kraftbedarf [kWh/t %]	0,7	0,86	0,72	2,5
Leistung der Motoren [kW]	10,2	13,94	13,2	16,7
Arbeitskräfte	3 ... 4	3	3 ... 8	3
Masse des Trockners/Leistung [kg/t %/h]	555	480	915	817

¹ Länge ohne Ofen 4,10 m ² Brikettverbrauch 4,3 kg/t %

Tafel 2. Mittlere Leistungen der Trockner

Trocknungsgut	S ZPB-2	Mittlere Leistung [t/h] K 844	SO-58	SFZ-6
Konsumweizen	1,40	1,68	2,13	0,953
Saatweizen	1,22		2,05	
Konsumroggen	2,47	2,26		0,87
Saatroggen	1,29	2,07	2,16	
Konsumgerste		1,76		
Saatgerste	1,10		2,02	1,01
Hafer	0,99			0,76
Raps	1,59			1,12
Erbsen	0,90			

Tafel 3. Wärmeverbrauch

Inhalt	Wärmeverbrauch [kcal/kg H ₂ O]			
	S ZPB-2	K 844	SO-58	SFZ-6
Konsumgetreide	1570	1330	1115	1640
Saatgetreide	2000	1370	1464	1290
Mittlere Werte	1640	1410	1330	1600

Tafel 4. Leistung der Gebläse

Trockner	Nr. der Kammer	Trocknungskammer [m ³ /h]	Kühlkammer [m ³ /h]
S ZPB-2		3790	2540
K 844		9450	2940
SO-58	1	3530	Nicht gemessen
	2	3820	
	3	3350	
SFZ-6		2650	4500

Tafel 5. Luftverbrauch zur Trocknung

Trockner	Luftverbrauch	
	[m ³ /kg Wasser]	[kg/kg Wasser]
S ZPB-2	44,5	46,5
K 844	96,5	96,5
SO-58	94,5	78,4
SFZ-6	44,0	37,6

Tafel 6. Wasserverdunstung

Trockner	kg Wasser / m ³ · h	
	Getreide	Trocknungskammer
S ZPB-2	141,5	21,9
K 844	51,5	29,7
SO-58	27,4	15,3
SFZ-6	297,0	99,5

schlechte Ausführung, betrug 84 % beim Trockner K 844, 82,5 % beim Trockner SFZ - 6, 77,8 % beim Trockner SZPB - 2 und 63 % beim Trockner SO - 58.

Hinsichtlich der Ausführung erzielte der Trockner K 844 die beste Note, ihm folgt der Trockner SFZ - 6. Hinsichtlich der Einfachheit bei der Montage stellt der Trockner SZPB - 2 an erster Stelle, dann folgen SFZ - 6, K 844 und SO - 58. Nur der Trockner K 844 besaß eine Schutzhülle entsprechender Qualität. Die Qualität der Verpackung zum Transport war beim Trockner K 844 am besten, dann folgen SZPB - 2, SFZ - 6 und schließlich SO - 58.

Im allgemeinen kann die Ausführung sämtlicher Trockner als genügend gut angesehen werden.

5. Schlußfolgerungen

5.1. Durch Vergleich der verschiedenen Prüfungsergebnisse wurde der Trockner K 844 als der beste ermittelt, nach ihm rangieren die Trockner SFZ - 6, SZOB - 2 und SO - 58.

5.2. Außer am K 844 sind an allen Trocknern noch konstruktive Veränderungen notwendig.

5.3. Interesse verdienen die Trockner SZPB - 2 und SFZ - 6. Ersterer wegen der Vorzüge, die ein fahrbarer Trockner besitzt, der zweite mit Rücksicht auf die Vorzüge der Wirbelschichttrocknung.

5.4. Der Trockner SO - 58 ist in seiner Konstruktion veraltet, und es wäre zweckmäßig, ihn durch einen anderen Typ gleicher oder ähnlicher Leistung zu ersetzen. A 5185

Einige Bemerkungen zu den polnischen Untersuchungen der Getreidetrocknung und Lagerung

Dipl.-Ing. J. LYSAK*

Im Zentrallaboratorium der getreideverarbeitenden Industrie sind mehrjährige Untersuchungen über die Bedingungen der Getreidelagerung bei Anwendung der technischen Belüftung durchgeführt worden. Sie dienen dazu, einige Daten dieser Belüftung tatsächlich festzustellen und um diese wirtschaftliche Methode, die bis jetzt in Polen nicht genug verbreitet ist, zu popularisieren.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die Lagerung von Weizen, Gerste und Mais im Herbst, Winter und Frühling in Gebieten mit einer ziemlich hohen relativen Luftfeuchtigkeit. Das Getreide wurde belüftet: in Bodenspeichern bei einer Schütthöhe von 0,35 bis 1,1 m, in Betonsilozellen bei einer

Schütthöhe bis 12 m und in Silozellen aus Holzfaserplatten bei einer Schütthöhe bis zu 6 m (Tafel 1). Die Luft wurde von unten zugeführt und dabei die ganze Getreideschicht nach oben durchdrungen. Angewendet wurde Kaltluft und auch auf $\approx 8^\circ\text{C}$ erwärmte Luft. Die Ausgangsfeuchtigkeit des Getreides lag zwischen 19,3 und 30,9 %. Die Menge der zugeführten Luft variierte von 43,6 bis 611 $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{t}$ während 105 bis 509 h. In allen Fällen konnte eine Qualitätsverbesserung beobachtet werden. Als Nebenergebnis der Anwendung dieser Belüftung erzielte man auch eine Trocknung des Getreides von 0,6 bis 9,6 %. Die Feuchtigkeitsverminderung im Getreide in $\% \cdot \text{h}$ während der Belüftung lag zwischen 0,002 bis 0,044. Die Trocknungskosten je 1 t $\%$ betragen ≈ 2 zł bei Anwendung der Rohluft und ≈ 4 zł bei Anwendung erwärmter Luft (Koksofen); siehe auch Tafel 1.

Die Untersuchungen zeigten, daß die Getreidebelüftung in Silozellen mit von unten nach oben zugeführter Luft vorteilhaft angewendet werden kann, obwohl sich mit der Belüftungszeit der Unterschied zwischen der Feuchtigkeit der oberen und unteren Kornschicht vergrößert (bei einer Höhe von 8,5 m betrug der festgestellte Unterschied 5,5 % Wassergehalt). Die durch eine höhere (einige Meter) Getreideschicht geführte Luft kann besser ausgenutzt werden. Die Feuchtigkeitsunterschiede sind leicht zu beseitigen, indem man das Getreide in die nächstliegende Silozelle umlagert.

Ahngesehen von Temperaturunterschieden des Getreides und der Luft und nur in Ansehung der relativen Luftfeuchtigkeit wurde statistisch festgestellt, daß sogar in den besonders feuchten Gebieten Polens die technische Belüftung während einer ziemlich langen Zeitperiode anzuwenden ist (Tafel 2).

In Polen ist der Bau von Silos PP-1 mit 46 m^3 Fassungsvermögen angenommen worden. Die Winkelstahlkonstruktion wird mit in Öl gehärteten Holzfaserplatten umbaut. Diese Holzfaserplatten entsprechen allen Anforderungen vom Standpunkt der

* Zentrallaboratorium für Technologie der Getreidelagerung und -verarbeitung Warschau

