

1. Stand der Futtergrassamentrocknung

Von den Saatgut handelsbetrieben kommen alarmierende Nachrichten über Keimschädigungen an Futtergrassämereien durch zu hohe Feuchtigkeit. Das früher von den kleinen Vermehrerbetrieben geübte Verfahren, das Futtergrassaagut durch Umschaufln auf dem Boden zu trocknen, ist in Großbetrieben nicht mehr anwendbar. Spezielle Grassamentrockner gibt es nicht, und die Verwendung vorhandener, für andere Zwecke vorgesehener Trockner ist nur eine unzureichende Notlösung.

Wenn es nicht zu unliebsamen Auswirkungen kommen soll, ist so schnell wie möglich ein für die Grassamentrocknung voll geeigneter Trockner zu entwickeln. Auf Wunsch der Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft „Silolagerung von Klee- und Grassämereien“ wurden daher im Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden die entsprechenden Untersuchungen durchgeführt.

In Betracht kamen zunächst sämtliche Trocknerarten, durch die das sehr schwer oder gar nicht fließende, Brücken bildende Saatgut überhaupt hindurchgeht. Die Verwendung von Schachttrocknern K 844 vom VEB „Petkus“, Wutha, war daher von vornherein ausgeschlossen. Am geeignetsten erschien der Bandtrockner, weil bei ihm der Trocknungsguttransport sehr einfach und schonend erfolgt und bei luftdurchlässigem Band eine außerordentlich intensive und schnelle Trocknung möglich ist.

Die Arbeit teilte sich in folgende Abschnitte: Erforschung optimaler Betriebswerte für einen Futtergrassamen-Bandtrockner; Vergleich und Beurteilung vorhandener Trockner; Konstruktion eines Funktionsmusters. Im nachfolgenden soll über die einzelnen Abschnitte kurz berichtet werden.

2. Erforschung optimaler Betriebswerte für einen Futtergrassamen-Bandtrockner

2.1 Das Versuchsvorgehen

Über einem Kasten befand sich ein luftdurchlässiges Band, das aus Autocordfaden (Dmr. ≈ 1 mm) mit einer Maschenweite von ungefähr 1 mm gewebt war. Dieses Band wurde mit Trocknungsgut bedeckt und aus dem Kasten unten mit Warmluft durchblasen. Es waren folgende optimale Werte zu ermitteln: Schichthöhe, Trocknungszeit, Trocknungstemperatur und Luftmenge.

*) Technische Universität Dresden, Institut für Landmaschinentechnik (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. GRUNER).

Die Trocknungsleistung ist um so höher, je größer der prozentuale Feuchteentzug ist, je höher die Schicht auf dem Band liegt und je geringer die Trocknungszeit ist. Als Kennwert für die Trocknungsleistung wurde eine „Trocknungseffektzahl“

$$E = \frac{\Delta F \cdot h}{t}$$

gewählt. Hierin ist

ΔF Feuchteentzug, h Schichthöhe, t Trocknungszeit.

Untersucht wurde Samen von Knautgras, Schafschwingel, Welschem Weidelgras, Grünkohl, Möhren, Roggen, Futterrüben.

In Vorversuchen war der günstigste dynamische Druck im Warmluft-Zufuhrrohr zu ermitteln, bei dem sich für verschiedene Saatgutarten der höchste Trocknungseffekt ergab. Mit diesem Druck erfolgten dann die weiteren Versuche.

2.2 Einige Versuchsergebnisse

Bild 1 zeigt für Knautgras (Rohware) mit verschiedenen Anfangsfeuchten F_a die Abhängigkeit der Effektzahl E von der Zeit t mit dem dynamischen Druck P_{dyn} und der Schichthöhe h als Parameter. Aus dem Diagramm ist ersichtlich, daß der optimale Druck bei $P_{dyn} = 20$ mm WS herrscht. Daneben ist zu erkennen, daß der Optimalwert für die Schichthöhe bei $h = 2$ cm liegt und daß die günstigste Trocknungszeit offensichtlich $t = 45$ s oder noch weniger beträgt.

Bild 2 zeigt die Feuchteabnahme für Schafschwingel (Rohware) und Bild 3 die daraus abgeleitete Abhängigkeit der Effektzahl E von der Zeit t mit der Schichthöhe h als Parameter. Die günstigsten Werte liegen bei $t = 45$ s und $h = 2$ cm. Aus Bild 2 ist ferner die sehr schnelle Feuchteabnahme zu ersehen, die bei $h = 1$ cm 9,6% in 45 s beträgt.

2.3. Schlußfolgerungen aus den Versuchen

Mit Hilfe von einfachen Gleichungen lassen sich aus den ermittelten Effektzahlen nur Näherungswerte der zu erwartenden Trocknungsleistungen errechnen, weil sich die mit der Versuchseinrichtung erzielten Werte nicht ohne weiteres auf eine für den praktischen Betrieb ausgelegte Maschine übertragen lassen. Endgültige Werte können nur auf einem Funktionsmuster ermittelt werden. Einerseits wurde bei den Versuchen ohne Abluftverwertung mit einem großen Luftüberschuß gearbeitet. Wenn bei der für den praktischen Betrieb ausgelegten Maschine der Luftüberschuß durch Umluftbetrieb auf den in der Praxis bewährten Wert gesenkt wird, so ist

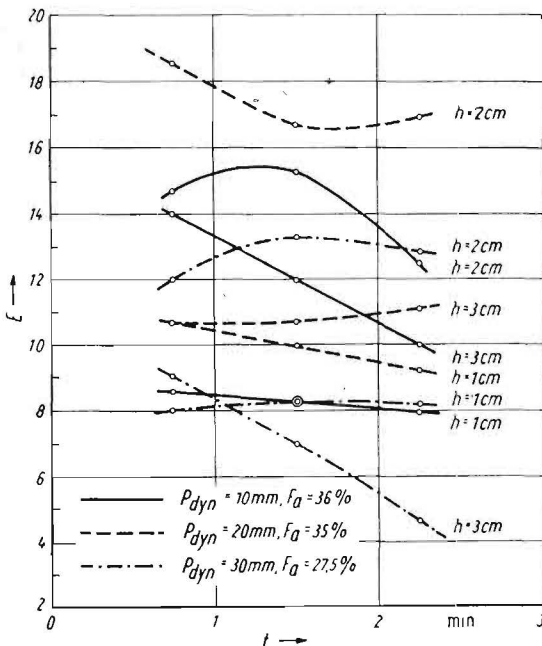


Bild 1. Effektzahl E für Knautgras (Rohware) als Funktion der Trocknungszeit t mit der Schichthöhe h und dem Druck P_{dyn} als Parameter

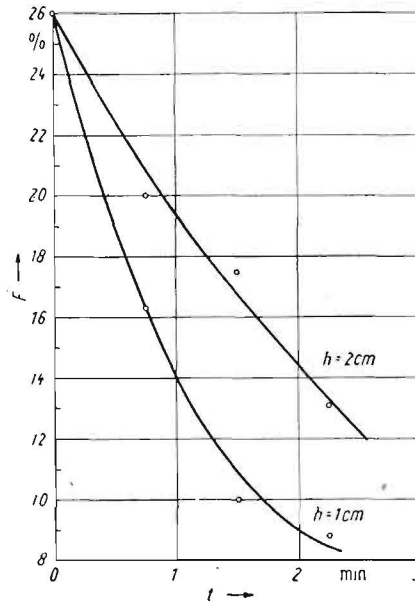
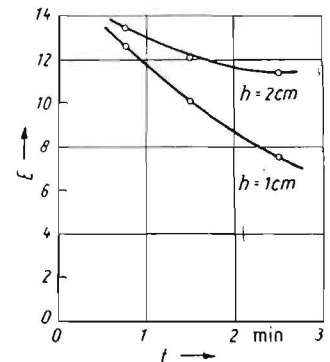


Bild 2. Feuchte F bei Schafschwingel (Rohware) als Funktion der Trocknungszeit t mit der Schichthöhe h als Parameter bei einem konstanten Druck $P_{dyn} = 20$ mm WS

Bild 3. Aus Bild 2 abgeleitete Effektzahl E als Funktion der Trocknungszeit t mit der Schichthöhe h als Parameter



mit einem gewissen Absinken des Trocknungseffektes zu rechnen. Andererseits traten bei dem Versuchsgert recht groÙe Warmluftverluste an den Bandrändern auf, die sich bei der vorgeschlagenen Konstruktion vermeiden lassen. Weiter ist zu beachten, daÙ mit künstlich angefeuchtetem Gut gearbeitet wurde und der Trocknungseffekt bei naturfeuchtem Gut geringer ist. Nach Untersuchungen von Dr. DIETRICH, Institut für Landmaschinen der TH München [1], scheint man bei naturfeuchtem Weizen mit einer Trocknungsgeschwindigkeit von 50% der Trocknungsgeschwindigkeit künstlich angefeuchteten Weizens rechnen zu können. Wenn man die unterschiedliche Struktur und Größe von Weizen und Grassamen in Betracht zieht, wird man bei naturfeuchtem Grassamen vielleicht mit 70% des Trocknungseffektes künstlich angefeuchteten Grassamens rechnen können.

Unter Zugrundelegung dieser Überlegungen ergeben sich für einen zu konstruierenden Futtergrassamen-Bandtrockner folgende Daten:

Trocknungsbänder:	
Anzahl der Warmbänder	5
Anzahl der Kühlbänder	1
Breite	1 m
Länge der Trocknungsfläche je Band	3 m
Bandgeschwindigkeit	0,33 m/s
Trocknungsleistung bei Feuchteminderung von 4%:	
Schafschwingel, Rohware	3,5 t/h
Welches Weidelgras	2,75 t/h
Knaulgras, Rohware	4,0 t/h
Warmlufttemperatur	90 °C
Ablufttemperatur	50 °C
Saatguttemperatur	45 °C
Abluft/Kaltluft-Mischungsverhältnis	3 : 1
Luftbedarf:	
Warmluft	5,48 kg/s
Kaltluft	1,37 kg/s
Wärmeverbrauch	210000 kcal/h
Gasverbrauch:	
Bei direkter Lufterwärmung und Heizwert von 3400 kcal/Nm ³	75 m ³ /h
Anzahl der Heidenia-Luftheizöfen	2

3. Vergleich und Beurteilung vorhandener Trockner

Die in den nachfolgenden Ausführungen angegebenen Werte sind Angaben der jeweiligen Betriebe. Bis auf die Versuche mit dem Tellertrockner war es nicht möglich, eigene Versuche durchzuführen, weil einerseits die Trockner für Versuche von längerer Dauer nicht frei waren und andererseits die dazu erforderlichen Saatgutmengen auch nicht annähernd zur Verfügung standen.

3.1. Bandtrockner

- 3.1.1. Bandtrockner des DSGHB Kleinwanzleben (veraltete Konstruktion)
Trocknungsgut: Zuckerrübensamen
Bandmaterial: segeltuchartiges Gewebe, luftdurchlässig
Schichthöhe des Trocknungsgutes: 1,5 cm
Verweilzeit des Trocknungsgutes: 15 bis 18 min
Luftführung und Luftabsaugung: nicht vorhanden
- 3.1.2. Bandtrockner des VEB „Gefrierkonserve“, Neugattersleben (Fabrikat Imperial Meißen)
Trocknungsgut: Kartoffelschnitzel und Erbsen
Bandmaterial: Drahtnetz
Verweilzeit: 3 h
Bandtrockner ist mit Blech umkleidet, Absaugung der Luft mit Gebläse
- 3.1.3. Bandtrockner von Bosse & Co., Hecklinghausen bei Staßfurt
Konstruktion ähnelt der des Trockners vom VEB „Gefrierkonserve“ (Hersteller unbekannt)
Trocknungsgut: Kartoffelschnitzel
Verweilzeit: 3,25 h
Lufttemperatur: 80 bis 65 °C
- 3.1.4. Bandtrockner des VEB Molekular-Zerstäubung, Meißen (Fabrikat nicht bekannt)
Trocknungsgut: Welches Weidelgras und Knaulgras
Verweilzeit: 12 min

3.2. Darren

- 3.2.1. Darre der BHG Lönitzsch (Sonderanfertigung)
Schütthöhe von Saatgetreide und Grassamen: 25 cm
Trocknungszeit: 4 bis 6 h
Temperatur der Trocknungsluft: T = 25 bis 30 °C
- 3.2.2. Darre des DSGHB-Lagers Borsdorf (Sonderanfertigung)
Schichthöhe bei Grassamen: 25 bis 30 cm
Temperatur der Trocknungsluft: T = 40 °C

3.3. Trommeltrockner

- 3.3.1. Trommeltrockner I des DSGHB Ackendorf, Kreis Haldensleben, Außenstelle Schlanstedt (Büttner-Trommel)
Lufttrittstemperaturen:
bei $F_a = 21\%$ $T = 150$ °C
bei $F_a = 17\%$ $T = 80$ °C
bei $F_a = 16\%$ $T = 60$ °C
Auslauftemperatur des Gutes: $T_s = 38$ °C
- 3.3.2. Trommeltrockner II des DSGHB Ackendorf, Kreis Haldensleben, Außenstelle Schlanstedt (Büttner-Trommel)
Trocknungsgut: Welches Weidelgras
Verweilzeit: $t = 10$ min
Lufttrittstemperatur: $T = 80$ °C
- 3.3.3. Trommeltrockner des DSGHB Kleinwanzleben (Büttner-Trommel)
Trocknungsgut: Zuckerrübensamen
Lufttrittstemperatur: $T = 150$ bis 170 °C
Auslauftemperatur des Trocknungsgutes: $T_s = 40$ °C

3.4. Tellertrockner

Die Versuche mit dem Tellertrockner wurden im Institut für angewandte Thermodynamik, Direktor: Prof. Dr.-Ing. habil. W. HÄUSSLER, durchgeführt. Wissenschaftlicher Bearbeiter dieser Versuche war Dipl.-Ing. W. KUNZE.

Der Trockner, der nach dem Büttner-Prinzip arbeitete, besaß 11 Teller, die sich aus je 12 trapezförmigen Segmenten zusammensetzten (Spezialfertigung).

Untersucht wurden Samen von Futterrüben, Welchem Weidelgras und Weizen.

3.5. Pneumatischer Schnellumlauftrockner

Die üblichen pneumatischen Schnellumlauftrockner haben Größen, Luftgeschwindigkeiten und Temperaturen, die für die Grassamentrocknung überhaupt nicht in Betracht kommen. Ein Bezug der Betriebswerte dieser Trockner auf die Grassamentrocknung kann deshalb nur irreführen. Für die Bewertung wurde daher der im VEB „Molekular-Zerstäubung“, Meißen, vorhandene kleine pneumatische Schnellumlauftrockner herangezogen:

Trocknungsstrecke	30 m
Rohrdurchmesser	135 mm
Luftgeschwindigkeit	22 m/s

3.6. Wirbelschichttrockner (Schwebetrockner)

Für die Bewertung des Wirbelschichttrockners standen nur die im Protokoll vom 26. Oktober 1960 der Soz. Arbeitsgemeinschaft „Silolagerung von Klee- und Grassämereien“ über die Versuche von Dipl.-Landw. TRAPP (Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau, Leipzig) in Brehna gemachten Angaben zur Verfügung.

Beim Versuch mit den günstigsten Ergebnissen wurde 1 kg Schafschwingel (Rohware) bei einer Schichthöhe von 15 cm und einer Verweilzeit von 10 min um 8,3% herabgetrocknet.

3.7. Kritischer Vergleich der in Betracht gezogenen Trockner

Als Kriterium des Vergleichs wurde die spezifische Verdunstung, bezogen auf die Trocknungsfläche (Bild 4) und auf das aktive Trocknungsvolumen (Bild 5) gewählt. Die Diagramme zeigen die Überlegenheit der Bandtrockner mit luftdurchlässigem Band gegenüber allen anderen Trocknern. Der einzige Trockner, der in der Leistung an den Bandtrockner herankam, war der Wirbelschichttrockner (34 kg H₂O/m³h gegenüber 33,5 kg H₂O/m³h beim Bandtrockner). Der Grund liegt darin, daß bei diesen beiden Trocknern eine intensive Durchlüftung des gesamten Trocknungsgutes erfolgt und nicht nur die Oberfläche der Trocknungsgutschicht von der Trocknungsluft bestrichen wird. Zwar wird auch bei den Darren die gesamte Schicht von der Trocknungsluft durchströmt, jedoch ist die Schicht zu dick und kompakt, so daß es auch nicht annähernd zu den Trocknungseffekten des Band- und Wirbelschichttrockners kommen kann.

Der Wirbelschichttrockner hat aber folgende zwei wesentliche Nachteile:

1. Beim Trocknen von Grassamen bilden sich im Trocknungsgut „Gassen“, durch die die Luft bevorzugt hindurchstreicht.

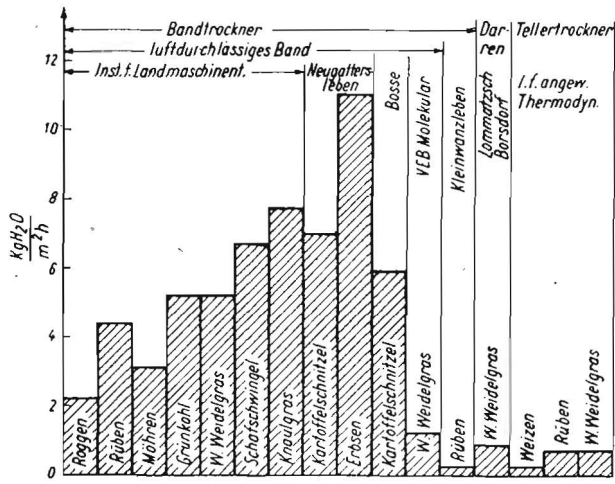


Bild 4. Vergleich verschiedener Trockner, Verdampfung in kg Wasser je m² Trocknungsfläche und h

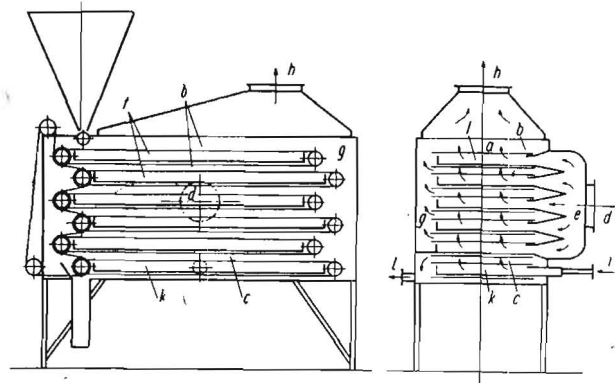


Bild 6. Prinzipschema des vorgeschlagenen Bandrockners.

a Gehäuse, b Trocknungsbänder, c Kühlband, d Warmlufteintritt, e Verteiler, f Kästen, g Sammelraum, h Warmluftaustritt, i Kühlluft-eintritt, k Kühlkasten, l Kühlluft-Austritt

Es müßten also Vorkehrungen getroffen werden (Vibration oder regelmäßige Luftstöße), durch die die Gassenbildung im Keime erstickt wird und es zu einer wirklichen „Wirbelschicht“ und nicht nur zu einer „Schwebeschicht“ kommt.

2. Das Problem der Austragung ist bei verschiedenen Grassamenarten, z. B. Glatthafer, Schafschwingel u. a., besonders bei Rohware, schwierig. Das Durchlassen von schlecht fließenden Grassamenarten durch die Zellschleusen des Wirbelschichtrockners dürfte auf größte Schwierigkeiten stoßen. Aufwendige Versuche mit verschiedenen konstruktiven Lösungen sind erforderlich.

Bis auf den pneumatischen Schnellumluftrockner, bei dem das Trocknungsgut nur wenige Sekunden im Warmluftstrom verweilt, ist der vorgeschlagene Bandrockner mit Verweilzeiten von 45 s bis 2 min allen anderen Trocknern überlegen (Wirbelschichtrockner ab 10 min, Tellerrockner 10 min, Trommelrockner 10 min, Bandrockner vom VEB „Gefrierkonserve“ 3 h, von Bosse & Co. 30 bis 90 min), denn kürzere Verweilzeiten bei gleichen Feuchtigkeiten und gleichen Trocknungstemperaturen lassen geringere Keimfähigkeitsschädigungen erwarten.

Bis auf den Wirbelschichtrockner, den pneumatischen Schnellumluftrockner und den vorgeschlagenen Bandrockner haben alle untersuchten Trockner den Nachteil, daß das Trocknungsgut in unmittelbarem, länger andauernden Kontakt mit Metallteilen gerät, die fast die hohe Temperatur der Trocknungsluft angenommen haben. Dadurch können Keimfähigkeitsschädigungen eintreten. Beim Wirbelschichtrockner und Schnellumluftrockner schwebt das Trocknungsgut in der Trocknungsluft, während es bei dem vorgeschlagenen Bandrockner auf einem Textilgewebe ruht. Dieses ist einerseits wegen

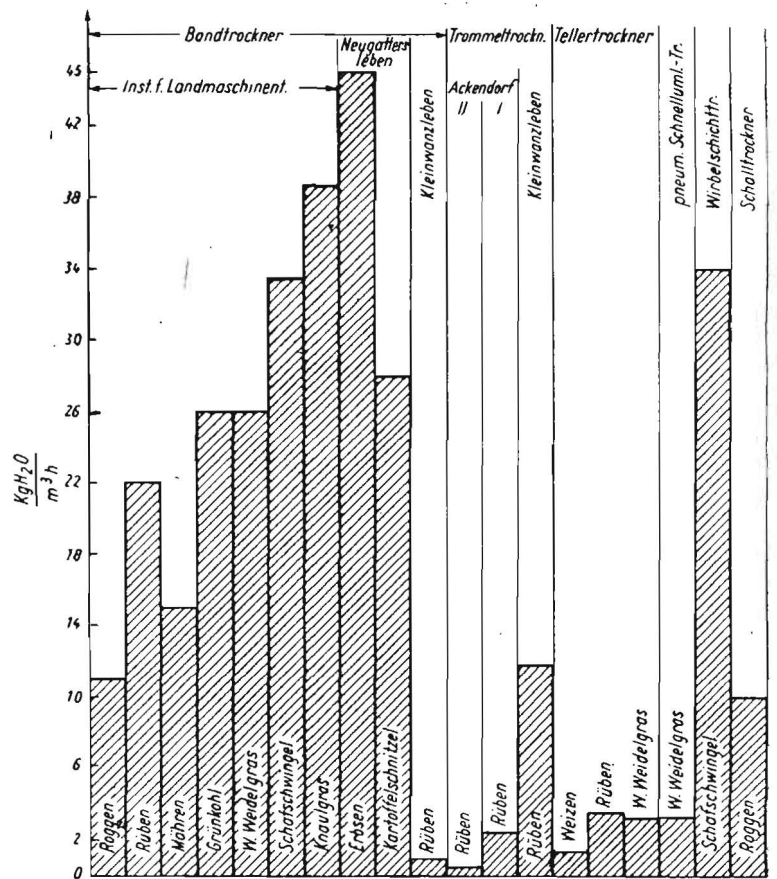


Bild 5. Vergleich verschiedener Trockner, Verdampfung in kg Wasser je m³ aktiven Trocknungsraumes und h

geringerer Wärmekapazität und geringerer Wärmeleitfähigkeit an sich schon weniger gefährlich, tritt aber außerdem mit dem Saatgut zugleich in den Warmluftstrom und aus diesem wieder heraus, so daß die Möglichkeit besteht, es außerhalb des Warmluftstroms zu kühlen. Es kann also erreicht werden, daß Trocknungsgut und Band immer die gleiche Temperatur haben und daß Keimfähigkeitsschädigungen durch direkten Kontakt mit wärmeren Metallflächen nicht entstehen.

Auf Grund dieser Überlegungen und wegen der hohen spezifischen Leistung des vorgeschlagenen Bandrockners ist ihm der Vorzug vor allen anderen untersuchten Trocknern zu geben.

4. Konstruktion eines Funktionsmusters

Auf Grund der durchgeführten Versuche wurde ein Funktionsmuster konstruiert, mit dem die endgültigen Betriebsdaten zu ermitteln sind. Der Trockner wirkt in folgender Weise (Bild 6):

In einem Gehäuse *a* laufen fünf Trocknungsbänder *b* und ein Kühlband *c*, die von einem Motor über eine Kette und Zahnräder angetrieben werden. Die Warmluft tritt bei *d* ein, gelangt in den Verteiler *e* und von da in Kästen *f*, auf deren oberen Öffnungen die Bänder *c* laufen. Die Luft tritt nun durch die Bänder und das Trocknungsgut, das darauf liegt, und wird seitlich abgeführt nach dem Sammelraum *g* und dem Warmluftaustritt *h*. Von hier gelangt die Luft entweder ins Freie oder sie wird als Umluft dem Kreislauf wieder zugeführt.

Die Kühlluft tritt bei *i* ein, bläst durch den Kühlkasten *k*, strömt durch Band *e* und Trocknungsgut und geht von da nach dem Kühlluft-Austritt *l*.

Literatur

Chemie-Ing.-Technik. 30. Jg., 1958/Nr. 8.