

Zur betriebseigenen Trocknung von Futterpflanzensämereien

Von Horst Eichhorn, Weihenstephan

Für die sachgemäße Aufbereitung von Futterpflanzensaatgut war es schon bei den früheren Erntemethoden mit dem Binder oder Grasmäher und dem stationären Hofdrusch häufig notwendig, zu feucht geernteten Samen nachzutrocknen. Das ist heute beim Einsatz des Mähdeschers, besonders aber bei der Anwendung des direkten Mähdruschverfahrens, in noch größerem Maße der Fall. Infolge des Arbeitskräftemangels ist jedoch eine Nachtrocknung alten Stils — dünnes Ausbreiten auf einem Boden und häufiges Wenden — kaum mehr durchzuführen. Zudem kann als Folge der Mähdruschverfahren ein wesentlich höherer Feuchtigkeitsgehalt des Gutes auftreten, so daß die anschließende Belüftungs- und Trocknungstechnik für viele Betriebe unentbehrlich wird.

Mit Mähdeschern geerntetes Futterpflanzensaatgut darf in der Regel nicht länger als fünf Stunden im Sack bleiben, da die auftretende Erwärmung Schädigungen der Keimkraft hervorruft. Abgesackte Sämereien müssen sobald als möglich dünn aufgeschüttet und öfters gewendet werden. Die anschließende künstliche Nachtrocknung feucht eingebrachter Samen ist unbedingt anzuraten, da das alleinige Umschäufeln den Verderb des Saatgutes nicht verhindern kann. Keinesfalls darf das Saatgut über Nacht im Sack stehen bleiben.

In Ländern mit ausgedehntem Grassamenanbau wie in Holland und Dänemark übernehmen die Vermehrer und Vertriebsfirmen häufig die künstliche Nachtrocknung. Sie haben leistungsfähige, kostspielige Anlagen errichtet, um für ihr Vermehrungsgebiet die Trocknung zentral durchführen zu können. Wie die Verhältnisse in der Bundesrepublik liegen, ergab eine Umfrage des Instituts für Landtechnik in Weihenstephan, aus der hervorgeht, daß etwa 90 % des anfallenden Grassamengutes außerhalb der Betriebe nachgetrocknet werden. Andererseits ist als Folge des vermehrten Erntedrusches die Anschaffung von eigenen Trocknungsanlagen für Getreide in letzter Zeit beachtlich angestiegen. Somit wären nun auch eine Reihe von Futterpflanzenvermehrern in der Lage, ihre mit Mähdeschern geernteten Sämereien selbst nachzutrocknen. Daß dies nur zaghaft geschieht, weist auf die Unsicherheit hin, empfindliche Sämereien in solchen Anlagen lagerfähig zu machen. Die

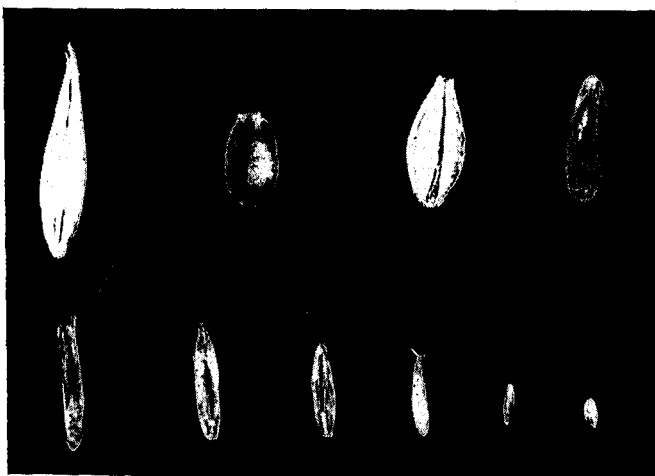


Abb. 1: Die Größen der wichtigsten Grassamenarten im Verhältnis zu vier Getreidearten. — Obere Reihe von links nach rechts: Hafer, Weizen, Roggen; untere Reihe von links nach rechts: Glatthafer, Weisches Weidelgras, Wiesenschwingel, Knaulgras, Wiesensrippe, Wiesenschnegras

darufhin angestellten Untersuchungen haben ergeben, daß sich die Grassamenarten bei der Trocknung im Vergleich zum Getreide unterschiedlich verhalten. Es treten aber auch Abweichungen der einzelnen Grassamenarten untereinander auf. Bereits äußerlich betrachtet, besteht eine sichtbare Verschiedenheit in der Samengröße und -form zwischen Getreide und Grassamen und andererseits auch beim Grassamen selbst.

Besonders deutlich ist das auf der Abbildung 1 zu erkennen, auf der neben vier Getreidearten auch die wichtigsten Grassamenarten abgebildet sind.

Abweichende Faktoren bei der Grassamentrocknung

Das im Trocknungsvorgang unterschiedliche Verhalten der Gräser wird beeinflußt von der Korngröße, von dem Auftreten eines anderen statischen Druckes als beim Getreide, von der Art des Vermögens, Wasser aufzunehmen und abzugeben, vom Spelzenanteil und von Grünzeugbeimengungen. Im Vergleich zu Getreidekörnern liegen die Raumgewichte von Grassamen wesentlich niedriger. So wurde beispielsweise für 1 cbm Roggen ein Gewicht von 700 kg, für Weisches Weidelgras dagegen 275—320 kg und für Weißes Straußgras 190—220 kg festgestellt. Daraus ersieht man, daß die Gewichte von Grassamen weniger als die Hälfte der von Getreide betragen. Somit ist pro Kubikmeter Schüttung beim Grassamen weniger Wasser zu entziehen, wie auch infolge anderer Größe und Aufbau des Samenkorns die Feuchtigkeit etwas leichter abgegeben wird.

Eine erfolgreiche Grassamentrocknung auf lagerfähigen Zustand von 14% Wassergehalt ist wie bei allen anderen zu trocknenden Gütern nur möglich, wenn trockene Luft von 65 % relativer Luftfeuchtigkeit oder weniger laufend auf die Samenkörner einwirkt. Die in diesem Zusammenhang entwickelten künstlichen Trocknungsverfahren ermöglichen heute einen ausgedehnten Anwendungsbereich, für die Sämereien ergeben sich jedoch einige Einschränkungen. Neben dem Kapitalbedarf für die Installation und den laufenden Betriebskosten unterscheiden sich die Anlagen vor allem im Grad der Luftanwärmerung und in der Trocknungsgeschwindigkeit. Die Merkmale der verschiedenen Trocknungseinrichtungen wurden hier schon öfters eingehend behandelt^{1), 2)}, so daß in den folgenden kurzen Ausführungen nur dann auf diese Vorgänge eingegangen zu werden braucht, wenn sie zur Erklärung abweichender Erscheinungen beim Trocknen beziehungsweise Belüften von feuchtem Grassamengut erforderlich sind.

Für die Grassamentrocknung eignen sich insbesondere Anlagen, in denen eine Anpassung an höhere Einlagerungsfeuchtigkeiten durch Verminderung der Schichtstärke möglich ist. Ferner müssen mechanische Umschichtungsvorgänge, wie sie bei der Warmlufttrocknung üblich sind, unterbleiben, da Grassamen in der Regel keine Rieselguteigenschaft mehr besitzt und beispielsweise in den für die Landwirtschaft vereinfachten Durchlauf Trocknern beim laufenden Durchgang häufig Behinderungen durch Zusammenballen feuchter Partien auftreten. Daher ist die Verwendung von Durchlauf Trocknern für Sämereien oftmals technisch etwas problematischer und muß in der Regel von geschultem Personal bedient werden. Auch die Trocknung in Satz Trocknern verlangt wiederholtes Vermischen der Partien. Infolgedessen wurden

¹⁾ Heidt, H., u. Diemel, H.: Getreide richtig trocknen und lagern. Landtechnik 15 (1960), S. 609—613

²⁾ Wenner, H.-L.: Möglichkeiten der Körner Trocknung. Landtechnik 16 (1961), S. 354—355

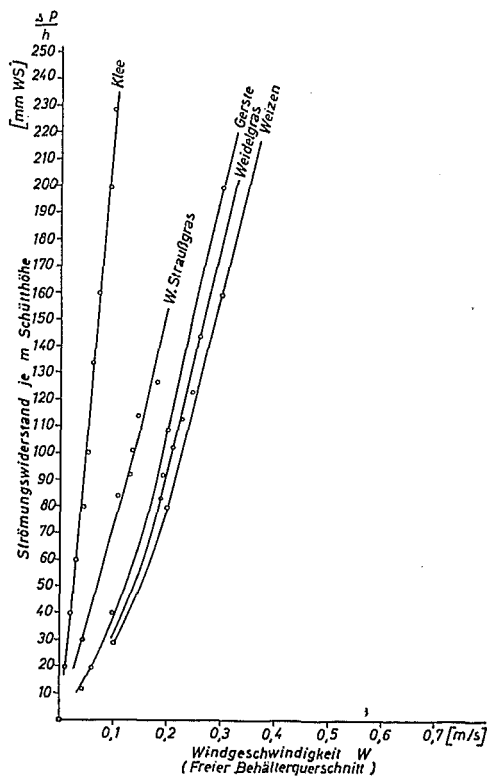


Abb. 2: Strömungswiderstand von Futterpflanzensamen im Vergleich zu Gerste und Weizen

vor allem Bedingungen untersucht, die von Feinsämereien an eine einfache und überwiegend wartungsfreie Nachtrocknung in Belüftungsanlagen gestellt werden³⁾. Das abwei-

³⁾ Ludwig, D.: Die Belüftungstrocknung von mit Mähdreschern geernteten Grassamen. Unveröffentlichtes Manuskript. Institut für Landtechnik, Weihenstephan, 1959

chende Verhalten der verschiedenen Gräserarten hat auf den Trocknungsverlauf in diesen Anlagen einen nachhaltigen Einfluß.

Untersuchungen von Matthies⁴⁾ über den Strömungswiderstand von Getreideschüttungen ergaben, daß der Strömungswiderstand vom Körperdurchmesser beziehungsweise von der Größe der zwischen den Körpern gebildeten Hohlräume abhängig ist. Je größer der Körperdurchmesser, um so kleiner ist der Widerstand der Schüttung. Die Versuche bei Grassamen zeigten, daß der Widerstand des Grassamens durchschnittlich gesehen über dem des Getreides liegt. Hierbei ist jedoch die große Streubreite zu berücksichtigen, die durch die uneinheitliche Form der Samenkörner verursacht wird. Wie aus der Abbildung 2 zu ersehen ist, verläuft die Widerstandskurve des Samens von Welschem Weidelgras zwischen den Werten der Getreidearten. Dagegen verursacht Weißes Straußgras einen erheblich höheren Strömungswiderstand als Getreide. Auf Grund von Beobachtungen ist anzunehmen, daß Lieschgrassamen, äußerlich der Gestalt von Kleesamen ähnlich, dem Luftstrom ebenfalls einen größeren Widerstand entgegengesetzt als andere Samenarten.

Geringere Schütthöhen in Belüftungsanlagen

Der vom Gebläse zu überwindende Gegendruck nimmt überproportional mit der Windgeschwindigkeit zu. Für überschlägige Berechnungen wird in früheren Untersuchungen⁵⁾ angegeben, daß bei Getreide je 100 cbm Luft, die auf 1 qm Grundfläche in einer Stunde einströmen, ein statischer Druck von etwa 10 mm WS auftritt, wenn die Lagerhöhe einen Meter beträgt. Nach unseren Versuchen liegt diese Zahl für Grassamen etwas höher und kann im Durchschnitt mit 14 mm WS/100 cbm Luft/qm Belüftungsfläche bei einem Me-

⁴⁾ Matthies, H. J.: Der Strömungswiderstand landwirtschaftlicher Erntegüter. Landtechnische Forschung 5 (1955), S. 101—109

⁵⁾ Wenner, H.-L.: Die Voraussetzungen für die Lagerung und Belüftung von feucht geerntetem Getreide. Berichte über Landtechnik, Heft 45. München-Wolfratshausen, 1955

Tabelle 1: Erforderliche Einlagerungshöhen von feuchtem Grassamen in Getreidebelüftungsanlagen, abhängig vom Raumgewicht und Einlagerungsfeuchte
10-cbm-Getreidebelüftungsanlage, 3000 cbm Luftdurchsatz/Std.*)

Stat. Druck mm WS	Getreide Schütthöhe m	Welsches Weidelgras			Weißes Straußgras			Anschl.-Wert d. Motors/kW
		Schütthöhe m	Einlag.-Gewicht dz	Einlag.-Feuchte %	Schütthöhe m	Einlag.-Gewicht dz	Einlag.-Feuchte %	
30	1.0	1.0	34.0	24	0.7	15.0	24	0.7
60	1.4	1.4	34.0	24	1.0	15.0	24	1.3
120	2.0	2.0	34.0	24	1.6	15.0	24	2.5

20-cbm-Getreidebelüftungsanlage, 6000 cbm Luftdurchsatz/Std.*)

Stat. Druck mm WS	Getreide Schütthöhe m	Welsches Weidelgras			Weißes Straußgras			Anschl.-Wert d. Motors/kW
		Schütthöhe m	Einlag.-Gewicht dz	Einlag.-Feuchte %	Schütthöhe m	Einlag.-Gewicht dz	Einlag.-Feuchte %	
30	1.0	1.0	68.0	24	0.7	30.0	24	1.3
60	1.4	1.4	68.0	24	1.0	30.0	24	2.5
120	2.0	2.0	68.0	24	1.6	30.0	24	5.0

*) Fristgerechte Trocknung bei angegebenen Werten gewährleistet, da nach Testversuchen kein Verderben der Samen auftritt, wenn die Trocknung wie beim Getreide in sechs Tagen beendet ist. Bei ununterbrochener Belüftung ist am Beispiel der Tabelle Grassamen bei gleicher Einlagerungsfeuchte schneller trocken als Getreide, da infolge geringen Raumgewichtes weniger Wasser verdunstet werden muß. Daher auch Einhalten der Trocknungsfrist bei höherer Einlagerungsfeuchtigkeit (bis 30 % H₂O) möglich.

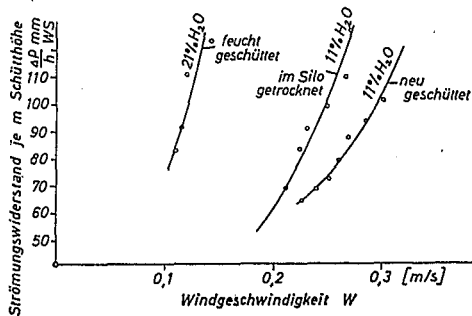


Abb. 3: Einfluß der Schüttmethode auf Hohlraumvolumen und Strömungswiderstand einer Straußgrasschüttung (Boxendurchmesser 2,44 m)

ter Schütthöhe angegeben werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß infolge der größeren Abweichung innerhalb der Grassamenarten dieser Wert bis 20 mm WS und darüber ansteigen kann. Es wurde festgestellt, daß als Extreme das Weidelgras und das Weiße Straußgras bezeichnet werden können. Zwischen beiden liegen die Werte aller anderen Samenarten. In diesem Zusammenhang hat sich herausgestellt, daß sich Weidelgras bei der Trocknung in Belüftungsanlagen ähnlich wie Getreide verhält. Das bedeutet also, daß bei vorhandenen Anlagen Weidelgras mit 24 % Feuchte mit gleicher Schichthöhe eingelagert werden kann wie Getreide gleichen Feuchtigkeitsgehaltes. Dadurch, daß bei gleicher Einlagerungshöhe nur das Volumen von Getreide und Weidelgras übereinstimmt, während sich die Gewichte annähernd wie 1 : 2 verhalten, kann aber mit wesentlich geringerer Trocknungsdauer gerechnet werden. Weißes Straußgras dagegen verhält sich wesentlich anders und setzt dem Luftstrom einen höheren Widerstand entgegen. Die Schütthöhe muß also niedriger bleiben. Man kann bei einem Gebläse mit einem Druck von 30 mm Wassersäule Getreide und Weidelgras einen Meter hoch schütten, bei gleicher Voraussetzung aber Weißes Straußgras nur bis 0,7 m. Auch hierbei geht die Trocknung schneller, da je Kubikmeter Trocknungsraum bei Straußgras infolge des geringeren Raumgewichtes wesentlich weniger Wassermengen zu verdunsten sind (Tab. 1).

In Tabelle 2 sind die durchschnittlich notwendigen Luftmengen für einen Kubikmeter Schüttung (Feuchtgut) bei gege-

Tabelle 2:
Benötigte Luftmengen für die Grassamen-Trocknung

Kornfeuchte	m ³ Luft pro Stunde pro m ³ Schüttung bei:	
	Trocknungsdauer v. 6 Tg.	Trocknungsdauer v. 8 Tg.
Welsches Weidelgras		
20 %	182	137
22 %	243	183
24 %	305	—
28 %	420	—
32 %	484	—
36 %	671	—
40 %	793	—
Weißes Straußgras		
20 %	113	84
22 %	150	113
24 %	188	—
28 %	263	—
32 %	339	—
36 %	414	—
40 %	489	—

bener Anfangsfeuchte für die Trocknung bis auf 14 % Kornfeuchte aufgezeichnet (Welches Weidelgras: 340 kg/m³ Schüttung, Weißes Straußgras: 210 kg/m³ Schüttung, 0,9 g Wasserentzug/m³ Luft, Trocknung auf 14 % H₂O-Gehalt).

Es hat sich weiterhin herausgestellt, daß die verschiedenen Schüttmethoden einen großen Einfluß auf Hohlraumvolumen und Strömungswiderstand der eingeblasenen Luft ausüben. Auch während der Trocknung des Grassamengutes tritt eine Änderung der Strömungsverhältnisse ein. Durch die Wasserabgabe verändert sich der Korndurchmesser und bewirkt seinerseits wiederum eine Veränderung des Hohlraumvolumens. Der Kurvenlauf in Abbildung 3 kennzeichnet diese Vorgänge bei einem Versuch mit Weißem Straußgras. Die angegebenen Widerstandswerte wurden gewonnen:

1. Nach Einlagerung des Erntegutes mit einem Wassergehalt von 21 %,
2. bei Beendigung der Trocknung ohne vorhergehende Veränderung der Schüttung,
3. nach Umlagerung der getrockneten Samenpartie.

Grüne Stengel und Blattanteile beeinflussen den Belüftungsverlauf bei Grassamen wesentlich stärker als in Getreideschüttungen. Es ist daher darauf zu achten, daß bei Einlagerung von Grassamen in die Belüftungsboxen eine möglichst lockere Struktur erhalten bleibt. Der eingelagerte Samen darf sich nicht stark zusammensetzen, was beispielsweise bereits durch die Vibration eines unsachgemäß aufgestellten Belüftungsgebläses ausgelöst werden kann.

Diese Abweichungen des Grassamens gegenüber den Eigenschaften von Getreide haben zur Folge, daß eine sichere Trocknung im landwirtschaftlichen Betrieb ohne großen Aufwand nur in den Belüftungsanlagen durchzuführen ist, und hier sind es vornehmlich die Flachtrockner, in denen, je nach Feuchtigkeitsgehalt des eingelagerten Samens, die Schütthöhe beliebig bestimmt werden kann (Abb. 4). Bei Silotrocknern mit Zentralrohren ist die Schütthöhe immer festgelegt — das heißt, der Weg der Trocknungsluft — und daher ist die Trocknung bei sehr feuchtem Grassamen nicht ausreichend. Die Flachanlage ermöglicht dagegen das Einhalten erforderlicher Einlagerungshöhen von 40—100 cm. Bei ausgedehntem Grassamenanbau muß sich die Getreidetrocknung nach dem Anfall der Sämereien richten, wofür die erweiterungsfähige Flachanlage vorteilhaft ist.

Nur wenige Abänderungen erforderlich

Damit erhebt sich auch die Frage, ob die Grassamentrocknung ohne besondere Einschränkung mit vorhandenen Getreidebelüftungsanlagen durchführbar ist. Werden die bereits erwähnten Abweichungen bei Bemessung der Einlagerungshöhe berücksichtigt, ist die Belüftungstrocknung mit Getreideanlagen ein gutes und arbeitssparendes Verfahren, feuchten Grassamen lagerfähig zu machen. Die auftretenden Unterschiede sind aus Tabelle 1 zu entnehmen. Auch hier werden wieder Weidelgras und Weißes Straußgras als Beispiele angeführt. Sie vertreten nach den bisherigen Untersuchungen die beiden Extreme in der Grassamenbelüftung. Dazwischen sind die anderen gebräuchlichen Grassamen einzuordnen.

Um mit den Belüftungsanlagen für Getreide auch Grassamen trocknen zu können, sind technisch nur einige wenige Vorbereitungen zu treffen. Je nach Ausführung der Anlage wird es bei den einzelnen Bauarten notwendig sein, den Belüftungsboden mit engmaschigem Drahtgeflecht zu bespannen, wenn es sich um Sieb-Bodentrockner handelt, damit der kleine Grassamen nicht durchfallen kann. Als Materialien lassen sich hierzu verwenden: Streckmetall, engmaschiger Fliegendraht, eventuell auch Rupfen. Allerdings soll dieses Geflecht nicht dichter sein als unbedingt notwendig, damit kein Widerstand für die durchströmende Luft entsteht.

Wie steht es mit der künstlichen Anwärmung der Zuluft? Bei feuchter Außenluft, in klimatisch ungünstigen Lagen oder in extrem nassen Jahren ist ein Zusatzvorwärmaggre-

gat auch für die Belüftungstrocknung der Grassaaten erforderlich. Durch Vorwärmen sinkt die relative Luftfeuchte und vergrößert damit das Wasser-Aufnahmevermögen der Luft. Die Anwärmung soll also nicht nur die Trocknung beschleunigen, sondern dazu beitragen, die Trocknung bei ungünstiger Witterung überhaupt zu ermöglichen. Nach der Feuchtigkeitsgleichgewichtskurve trocknet bekanntlich ein Luftstrom von 65 % relativer Luftfeuchtigkeit die Körner auf 14 % Wassergehalt herab. Die Zuluft muß also wie bei der Getreidebelüftung soweit angewärmt werden, bis eine relative Luftfeuchte von 65 % eintritt. Für überschlägige Berechnungen kann angenommen werden, daß die Erhöhung der Temperatur um 1°C die relative Luftfeuchte um 5 % senkt. Für eine Temperaturerhöhung der Belüftungsluft um durchschnittlich 5°C muß zusätzlich nur etwa 1 Kcal/cbm Luft aufgewendet werden, da sich durch die im Gebläse entstehende Reibungswärme die Luft bereits etwas anwärmt.

Bei der durch Verwendung der Belüftungstrocknung sich ergebenden längeren Trocknungsdauer ist nicht zu befürchten, daß die Anlage für Getreide blockiert ist, da die Grassamenernte in den allermeisten Fällen nicht mit der Getreideernte zusammenfällt.

Die aus dem Mähdrusch anfallenden Samen sind noch mit einem größeren Anteil von Stengeln und Blatteilen vermischt. Beim Mähdrusch vom stehenden Halm kommt hinzu, daß die Beimengungen verhältnismäßig grün und feucht sind. Deshalb ist für die anschließende Aufbereitung der Drusch aus dem gut durchgetrockneten Schwad vorzuziehen. Der Schwaddrusch mit Mähdreschern kann auch für die meisten Gräserarten als das sicherste Ernteverfahren angesehen werden. Es sollte sich unter allen Umständen einrichten lassen, vor dem Einlagern des Samens in die Trocknungsanlage mit der Windfege grob zu reinigen oder einen Spezialvorreiniger für Mähdruschgetreide vorzuschalten. Ein Teil der Verunreinigungen wird damit sofort beseitigt, in die Trocknungsanlage gelangt mehr Samen und die Trocknungszeit selbst ist bedeutend kürzer, weil die feuchten Stengel und Blatteile nicht mitgetrocknet werden müssen. Außerdem verringert sich die Möglichkeit der Schimmelbildung, welche meist von grünen Teilen ausgeht.

Grassamen ist lagerfähig, wenn — wie beim Getreide — eine Feuchtigkeit von 14 % erreicht wird. Ein weiteres geringes Untertrocknen zieht keine Gefahren nach sich, sondern bewahrt beim längeren Lagern die Keimfähigkeit noch in besonderem Maße.

Grassamen mit mehr als 22 % Anfangswassergehalt sollte spätestens in sechs Tagen getrocknet sein. Diese Fristen enthalten einen zeitlichen Sicherheitsfaktor, durch den vermieden werden soll, daß die Keimfähigkeit auch beim Zusammentreffen mehrerer ungünstiger Faktoren Schaden leiden kann. Diese angegebenen Zeiten lassen sich in der Regel beim Trocknen von Grassamen einhalten, auch wenn sehr feuchte Partien einzulagern sind.

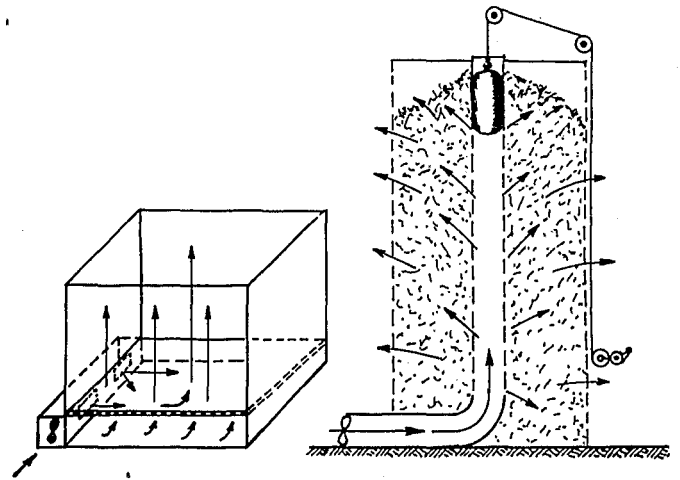


Abb. 4: Die Einlagerungshöhe — gleichbedeutend dem Weg der eingeblasenen Luft — für feuchten Grassamen sollte in Belüftungsanlagen zwischen 40 und 100 cm verändert werden können. Das ist aber nur in der Flach- beziehungsweise Boxenanlage (links) möglich, während der Luftweg bei der Silobelüftung (rechts) stets festliegt

Zusammenfassung

Wegen der unregelmäßigen Ausreife der Gräser ist es für die nachfolgende Trocknung auf betriebseigenen Anlagen vorteilhaft, als Ernteverfahren den Drusch mit dem Mähdrescher aus dem vorher abgetrockneten Schwad vorzuziehen.

Im Vergleich zu Getreide treten bei der künstlichen Nach-trocknung von feucht geernteten Grassamen Abweichungen auf, die insbesondere auf den kleineren Körperdurchmesser und auf die andere Form der Samenkörner zurückzuführen sind. Aber auch innerhalb der Samenarten bestehen größere Unterschiede im Verhalten beim Trocknungsvorgang.

Zur betriebseigenen Trocknung der Grassamen eignen sich solche Belüftungsanlagen, in denen die Einlagerungshöhe nach den Erfordernissen des jeweiligen Gutes verändert werden kann. Die Samenpartien bleiben bis zur End-trocknung im gleichen Behälter.

Bei der Einlagerung muß auf lockere Schichtung geachtet werden, damit nicht unnötig hoher Strömungswiderstand erzeugt wird, von dem der Belüftungserfolg nachhaltig beeinträchtigt werden kann.

Eine Einrichtung zur Vorwärmung der Trocknungsluft sollte vorhanden sein. Die Trocknung ist dann beendet, wenn das Material an der Luftaustrittsstelle vollständig auf 14 % herabgetrocknet ist.

Die Trocknung von Futterpflanzensaatgut ist zwar auch in leistungsfähigen Warmlufttrocknern möglich, jedoch störanfällig wegen des notwendigen mechanischen Umsetzens dieser nicht mehr als Riesegelut anzusprechenden Sämereien.