

Intensivaufbereitung von Gras zur Heubereitung

Dr. agr. M. Schurig, Technische Universität München, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik Weihenstephan

Alle Bemühungen bei der Heubereitung zielen darauf ab, das Wetterrisiko so gering wie möglich zu halten, d. h., die Verweildauer auf dem Feld bis zur Bergung des Futters zu verkürzen. Eine Vielzahl von Versuchen hat ergeben, daß die Wasserabgabe der Pflanzen erheblich gesteigert werden kann, wenn ihre schützende Oberfläche zerstört wird. Zu den verschiedenen technischen Lösungen, die in der Vergangenheit Eingang in die landwirtschaftliche Praxis gefunden haben, gehören vor allem die Mähauflbereiter. Neuere Untersuchungen zielen darauf ab,

das Erntegut zwischen Walzenkombinationen hindurchzuführen und sehr stark aufzufasern bzw. zu beschädigen. Erste Vorschläge hierzu kamen Anfang der 80er Jahre vom Institut für Landtechnik der Universität Wisconsin (USA). Das betraf vorwiegend die Aufbereitung von Luzerne. Da das Gut zwischen den Walzen sehr stark zerkleinert wird, steigen zwangsläufig die Bröckelverluste. Um dies zu vermeiden, wird das aufbereitete Gut zu einer dünnen Matte verpreßt (rd. 10 bis 15 mm dick) und auf den Stoppeln abgelegt.

Von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik Weihenstephan wurden diese Vorschläge aufgegriffen und ein Prüfstand (Bild 1) gebaut. Dabei wurde Wiesengras aufbereitet, um eine schnellere Abtrocknung zu erreichen. Es gelang nicht, unter den einheitlichen Bedingungen eine stabile Matte herzustellen. Erfolgreich war der Laborversuch, einige Quadratmeter Matten zu erzeugen, mit denen Abtrocknungsversuche angestellt wurden. Dabei zeigte sich, daß die Matte an der Oberfläche schnell abtrocknet und an der Unterseite verhältnismäßig lange feucht bleibt. Das ist darauf zurückzuführen, daß im Gegensatz zu Luzernestoppel die Grasstoppel sehr weich ist und daher eine Durchlüftung an der Unterseite nicht gegeben ist.

Durch das sehr unterschiedliche Abtrocknen an Ober- und Unterseite wird kein einheitlich trockenes Erntegut erzielt, ein Wenden o. Matte (Bröckelverluste) scheidet aber aus. Das aufbereitete Material wurde daher nicht verpreßt, sondern in einem lockeren Schwaden (10 bis 15 cm dick) abgelegt. Die erzielten Trocknungsergebnisse sind im Bild 2 dargestellt. Dabei zeigt sich deutlich, daß intensives Aufbereiten eine erhebliche Beschleunigung des Trocknungsverlaufs mit sich bringt, aber gleichzeitig die Bröckelverluste erheblich ansteigen.

Aus diesen Arbeiten wurde der Schluß gezogen, daß vielfaches Beschädigen der Oberfläche – ohne eine Zerstörung der Halm- und Blattstruktur – das anzustrebende Ziel einer mechanischen Aufbereitung sein müßte. Ein Lösungsansatz besteht darin, die Pflanzenteile zwischen profilierten Walzen

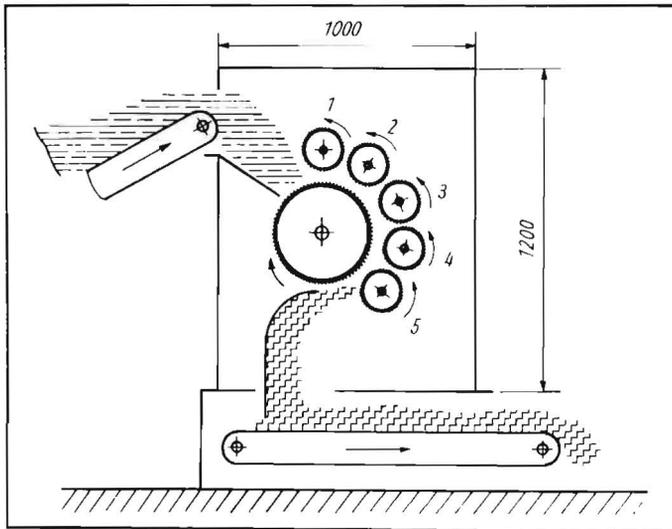
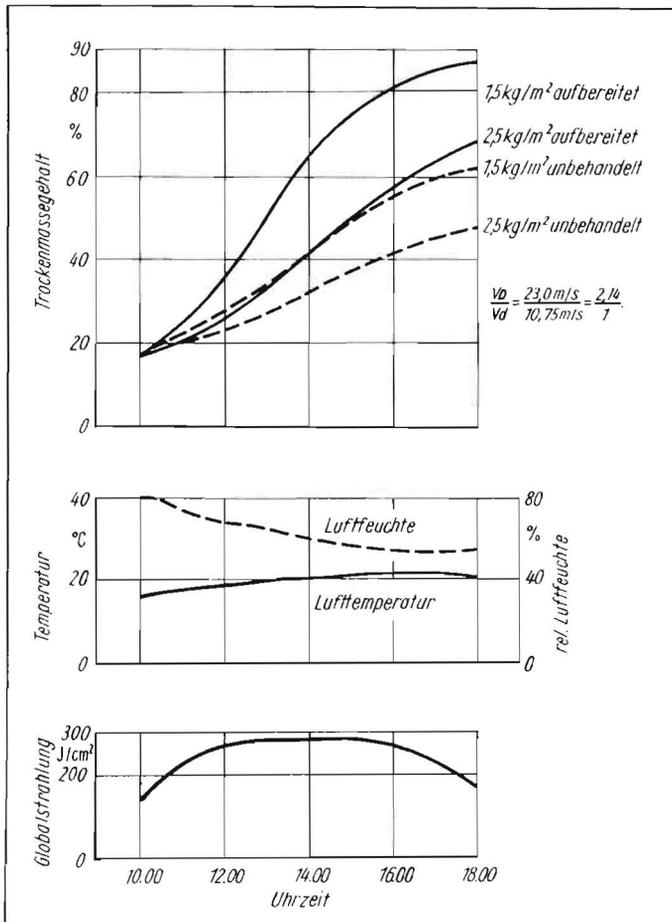


Bild 1
Schematische Darstellung des Reißwalzen-Prüfstandes der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik Weihenstephan



◀ Bild 2
Trocknungsverlauf von Gras (3. Aufwuchs Mähweide, Rohfasergehalt 28,9 %) nach unterschiedlicher Behandlung (Datum: 28. Juli 1988)

Bild 3
Ergebnisse des Anwelkversuchs mit Feldgras (Datum: 30. Mai 1990, 1. Aufwuchs: 2,0 kg/m², Wendezeitpunkt: 11.00 Uhr); a Spezialwalzen, b Aufbereiter (Fingerrotor)

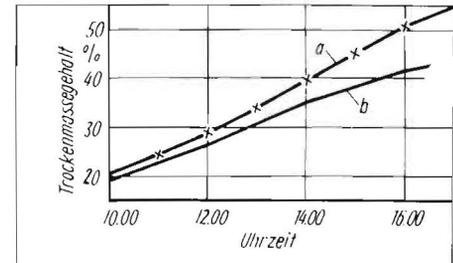
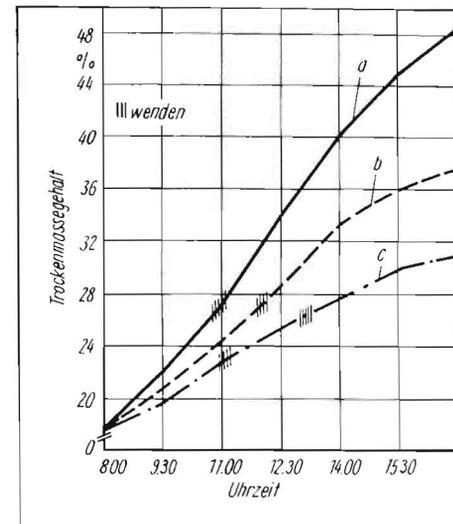


Bild 4
Trocknungsverlauf von Wiesengras (94 % Gräser, 4 % Kräuter, 2 % Leguminosen; Rohfasergehalt 21 %; Ertrag Trockenmasse 27 dt/ha) a Mähauflbereiter, Breitablage, 1 × wenden; b Mähauflbereiter, Schwadablage, Schwaden umdrehen um 12.00 Uhr; c Balkenmäherwerk, zetzen, 2 × wenden mögliche Erntezeitpunkte: a 12.30 Uhr (TM = 34 %), b 14.30 Uhr (TM = 34 %), c am nächsten Tag (TM = 34 %)



mit einer elastischen Oberfläche vielfach aufzuquetschen. Erste Versuche (Bild 3) haben gezeigt, daß die Abtrocknungsgeschwindigkeit von derart aufbereitetem Futter größer ist als nach der Bearbeitung mit schlagenden Werkzeugen, wie sie heute in Mähaufbereitern zu finden sind.

In einer Vielzahl von früheren Versuchen hat sich herausgestellt, daß breit abgelegtes Mähgut, das mit herkömmlichen Mähaufbereitern bearbeitet wurde, wesentlich schneller abtrocknet als das in Schwaden abgelegte (Bild 4).

Es ist wesentlich effektiver, die gesamte Feld-

fläche zur Abtrocknung zu nutzen und nicht nur etwa die Hälfte, wie das bei Schwad- und Mattenablage der Fall wäre. Bis es gelingt, der extremen Aufbereitung mit dem Mattenverfahren Eingang in die Praxis zu verschaffen, wird vorgeschlagen, einen Zwischenweg zu gehen und das Erntegut, wie oben beschrieben, zwar intensiv zu bearbeiten, aber in seiner Struktur nicht zu zerstören. Die Pflanzenoberfläche ist mit angepaßten Aufbereitungswerkzeugen zu öffnen, ohne daß Bröckelverluste entstehen. Dabei wird die Pflanzenstruktur erhalten, und es ergibt sich eine lockere Ablage, und zwar breitflä-

chig unter Nutzung der gesamten Erntefläche zur Abtrocknung.

Sobald das Erntegut ausreichend abgetrocknet ist (am Abend des ersten Tages), erfolgt das Schwaden mit einem Frontschwader. Die Gutschwaden trocknen am Vormittag des zweiten Tages an der Oberfläche ausreichend ab und werden gegen Mittag mit einem speziellen Schwadwender um 180° gedreht, so daß die dann nach oben gelangende Unterseite des Schwadens ebenfalls ausreichend abtrocknet. Damit kann am Nachmittag des zweiten Tages nach dem Mähen Belüftungshau eingefahren werden.

A 6094

Kühlkonservierung von Futtergetreide

Dr. agr. H.-G. Kirschbaum, Universität Rostock, Sektion Landtechnik

Verwendete Formelzeichen

AA	m	Stützenabstand der Gebäudehülle
	m	Abstand der Belüftungskanäle
c_G	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	spezifische Wärme des Gutes
F_G	%	Feuchte des Gutes
H, h_s	m	Höhe des Gutstapels
Δh_G	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	Enthalpiedifferenz des Gutes bei der Abkühlung
Δh_L	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	Enthalpiedifferenz der durch den Gutstapel strömenden Luft
m_G	kg, t	Masse des Gutes
m_L	$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	spezifische Masse der Luft
Q	kJ	Wärmemenge
Q_{sp}	$\text{kJ} \cdot \text{t}^{-1}$	spezifischer Energiebedarf
q	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	Wärmequellendichte
SB	m	Systembreite der Gebäudehülle
t_k	h	Abkühlzeit des Gutes
t_L	d	zulässige Lagerzeit
t_{KO}	h	Abkühlzeit des Gutes ohne Korrekturfaktoren
t_w	d	Wiedererwärmungszeit des Gutes
t_{w_2}	d	Wiedererwärmungszeit des Gutes für ein Temperaturintervall von 2 K
	m	Abstand
x_a	$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$	absolute Feuchte der Luft beim Austritt aus dem Gutstapel
x_e	$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$	absolute Feuchte der Luft beim Eintritt in den Gutstapel
α_1, α_2		Korrekturfaktoren
τ_G	°C	Guttemperatur
τ_{Ge}	°C	Guttemperatur zu Beginn der Abkühlung
τ_G^*	°C	Guttemperatur in der oberen Stapelschicht bei Abschluß der Abkühlung
τ_{La}	°C	Lufttemperatur am Ausgang des Gutstapels
τ_{Le}	°C	Lufttemperatur am Eingang des Gutstapels
τ_{LK}		Temperatur der Kühlluft
$\Delta \tau_G$	K	Temperaturdifferenz des Gutes bei der Abkühlung
$\Delta \tau_{Gmax}$	K	maximale Temperaturdifferenz des Gutes bei der Abkühlung
ϱ_s	$\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$	Schüttdichte des Gutes

1. Aufgabenstellung

Gegenwärtig wird der überwiegende Teil des Futtergetreides, das mit einem Feuchtegehalt > 16 % geerntet wird, vor der Einlage-

rung technisch getrocknet. Dieses Konservierungsverfahren erfordert jedoch einen relativ hohen Energieaufwand und führt dann, wenn die Trocknung nicht im eigenen Betrieb möglich ist, zu zusätzlichen Transportkosten. Mit dem Verfahren der Kühlkonservierung können im Vergleich zur technischen Trocknung der Energieaufwand und auch die Konservierungskosten gesenkt werden. Das Verfahren wird deshalb besonders in kleineren landwirtschaftlichen Betrieben, in denen die Lagerung des Getreides bevorzugt in Behältern (Silos) erfolgt, angewendet [1, 2].

In den landwirtschaftlichen Betrieben auf dem Gebiet der ehemaligen DDR erfolgt die Lagerung des Futtergetreides vor allem in Haufenlagern (ebenerdige Lagerhallen), und die Lagermengen je Lagereinheit sind bedeutend größer als in kleinbäuerlichen Betrieben [3]. Nachfolgend wird untersucht, ob eine Kühlagerung von Futtergetreide auch unter diesen Bedingungen Bedeutung hat.

2. Berechnungsgrundlagen

Es erfolgte die Berechnung der Abkühlzeit und der Anzahl der notwendigen Kühlgänge für eine vorgegebene Schüttgutmenge. Außerdem wurden die Reduzierung des Feuchtegehalts des Getreides bei der Abkühlung und der spezifische Energieaufwand im Ver-

gleich zur Konservierung durch technische Trocknung ermittelt. In [4] wird zur Berechnung der Abkühlzeit von der Wärmebilanzgleichung

$$Q_{\text{abgegeben (Gut)}} = Q_{\text{aufgenommen (Luft)}} \quad (1)$$

ausgegangen und die Beziehung

$$t_k = \frac{\alpha_1 \alpha_2 m_G \Delta h_G}{m_L \Delta h_L} \quad (2)$$

angegeben. Darin stellen α_1 und α_2 Korrekturfaktoren dar, die experimentell bestimmt wurden.

Mit α_1 wird der sog. Kühlschwanz bei der Abkühlung der Getreideschüttung berücksichtigt, d. h. die Tatsache, daß dann, wenn die durch den Gutstapel wandernde Kühlzone aus dem Stapel austritt, die Enthalpiedifferenz der durch den Stapel strömenden Luft Δh_L abnimmt und sich die Getreidetemperatur in der oberen Schicht der Schüttung nur sehr langsam der Kühltemperatur annähert (Bild 1). Für den Fall, daß die Abkühlung bei einer Guttemperatur in der oberen Stapelschicht von $\vartheta_G^* = \vartheta_{LK} + 0,15 \Delta \vartheta_{Gmax}$ beendet wird, konnte im zu berücksichtigenden Schütthöhenbereich für α_1 ein Wert von 1,35 bis 1,40 bestimmt werden.

Mit α_2 wird berücksichtigt, daß sich bei vorhandenen Luftverteilkämen im Gutstapel keine horizontale Kühlfrost ausbildet, wo-

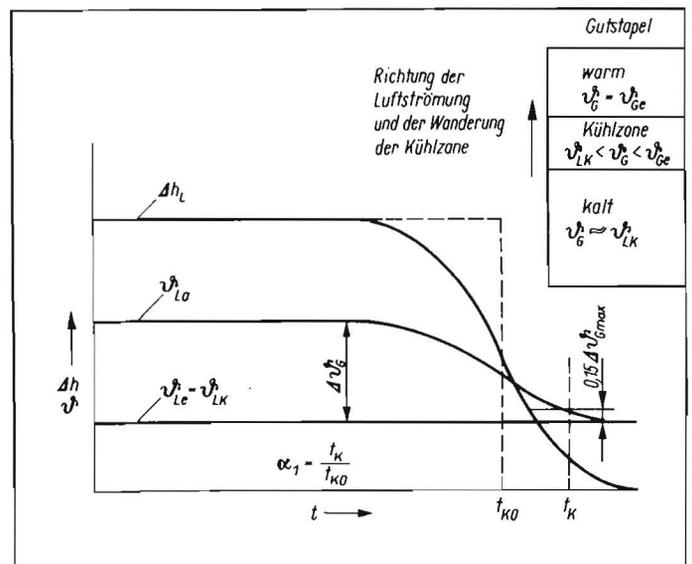


Bild 1
Verlauf der Enthalpiedifferenz sowie der Eingangs- und Ausgangstemperatur der Luft beim Wandern der Kühlzone durch den Getreidestapel