

## Einige Meßergebnisse aus Trocknungsversuchen mit frischem und vorgewelktem Grünfütter

Schon vor etwa einem Jahrzehnt wurde von WACKER -- v. d. MOSEL [1] darauf hingewiesen, daß sich durch Vorwelken des Grünfütters auf dem Felde der Energiebedarf für die Trocknung senken und die Trocknerleistung steigern läßt. Diese zunächst aus der Theorie abgeleiteten Fakten waren Anlaß, die Probleme der Trocknung von vorgewelktem Grünfütter Großversuchen zu unterziehen. Wenn auch heute das Erreichen einer möglichst hohen jährlichen Betriebsstundenzahl bei gleichzeitiger guter Trockenfutterqualität in den Trocknungsbetrieben im Vordergrund steht, darf jedoch das Problem der Senkung des Energiebedarfs für die Wasserverdampfung nicht unbeachtet bleiben.

Das Trocknen von vorgewelktem Grünfütter ist im allgemeinen in den heute üblichen Trocknungsanlagen ohne technische Veränderungen möglich. Die mehrjährigen Trocknungsversuche wurden in Verbindung mit dem verbesserten Schrägrosttrockner in Lehr- und Versuchsgut Groß Stove durchgeführt. Dieser Trockner besitzt eine theoretische Wasserverdampfung von 2 t/h bei einem Gesamtwärmebedarf von  $(2,1 \text{ bis } 2,5) \cdot 10^6 \text{ kcal/h}$ . Neben den nachfolgend ausgewiesenen Leistungs- und wärmetechnischen Meßwerten wurden auch technologische und Nährstoffuntersuchungen an frischem und vorgewelktem Grünfütter angestellt [2], über die zwar hier nicht berichtet werden soll, die jedoch unbedingt bei der Einschätzung eines Verfahrens mit berücksichtigt werden müssen.

Die Trocknungsversuche wurden mit frischem und vorgewelktem Grünfütter gleicher Art und Qualität gefahren, so daß ein Vergleich dieser beiden Varianten möglich ist. Zur Trocknung sind solche Futterarten ausgewählt worden, die sich besonders für das Vorwelken eignen, nämlich Klee, Luzerne und verschiedene Gräser. Während das frisch gemähte Grünfütter sofort der Trocknung zugeführt wurde, blieb das zum Vorwelken gemähte Futter solange auf dem Felde liegen, bis sein Wassergehalt etwa 70 bis 75 % erreicht hatte. Je nach

Witterung war hierzu eine Vorwelkzeit von 1/2 bis 2 Tagen notwendig, wobei wegen des zu beschränkenden Arbeitsaufwandes von einem Wenden während des Vorwelkens abgesehen wurde. Besonders in dem nassen Jahr 1965 fielen mehrfach Niederschläge auf das während des Vorwelkens auf dem Feld liegende Grünfütter, wodurch sich natürlich Verluste an Nähr- und Mineralstoffen und Vitaminen einstellten. Damit wird die Ernte von vorgewelktem Futter in gewissem Maße wieder witterungsabhängig und der wesentlichste Vorteil der Ernte des Grünfütters für die Trocknung bei jeder Witterung geht verloren. Die Methode der Trocknung von vorgewelktem Gut tendiert also zu den „Schönwetterernteverfahren“, die von der landwirtschaftlichen Praxis nur ungern benutzt werden.

Das Vorwelkverfahren wird bezüglich der Leistungen und energetischen Aufwendungen durch die in Tafel 1 ausgewiesenen Meßwerte charakterisiert.

### Trocknerleistung

Ein Vergleich der Werte für den Naßgutdurchsatz aus Tafel 1 läßt keine einheitliche Tendenz dieser Meßgröße erkennen. Es wird nicht in jedem Fall ein höherer stündlicher Naßgutdurchsatz erreicht, wie oft angenommen wurde. Objektive Ursachen für den zum Teil nicht größeren Naßgutdurchsatz während der Versuche bei der Trocknung von vorgewelktem Futter sind:

1. das Versagen der Wendewalzen beim Naßguttransport auf dem Trocknungsrost bei sehr hohen Durchsätzen und
2. das Erreichen der Leistungsgrenze der Fördererlemente für den Naß- und Trockenguttransport.

Während der erste Punkt zunächst nur für den Schrägrosttrockner zutrifft, wird die zweite Tatsache auch für viele Trocknungsanlagen anderer Systeme von Bedeutung sein. Vorgewelktes Futter ist wesentlich voluminöser als frisches Grünfütter, was sehr häufig zu Verstopfungen der Fördererlemente führt.

\* Institut für Landtechnik Rostock  
(Direktor: Prof. Dipl.-Ing. E. POHLIS)

Tafel 1. Ergebnisse bei der Trocknung von Grünfütter

Grünfütter	Kurzzeichen	Maßeinheit	Klee					Luzerne mit Gras			Weidelgras	
			frisch	frisch	vor-gewelkt	vor-gewelkt	frisch	frisch	vor-gewelkt	vor-gewelkt	frisch	vor-gewelkt
			Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10
Feuchtigkeit des Naßgutes	a	[%]	85,0	83,5	63,0	73,8	82,5	81,0	72,0	69,5	80,5	71,4
Feuchtigkeit des Trockengutes	e	[%]	8,4	9,2	5,7	9,5	11,6	10,6	5,75	7,6	12,0	4,5
stündliche Naßgutmasse	m <sub>f</sub>	[t/h]	2,065	2,18	2,20	2,24	2,22	2,44	1,62	1,835	2,37	1,68
stündliche Trockengutmasse	m <sub>tr</sub>	[t/h]	0,339	0,398	0,861	0,645	0,437	0,514	0,483	0,560	0,523	0,501
stündliche Wasserverdampfung	w	[t/h]	1,726	1,782	1,339	1,595	1,783	1,926	1,137	1,275	1,847	1,180
Eintrocknungsverhältnis	ψ	—	6,1	5,48	2,55	3,47	5,08	4,74	3,35	3,28	4,53	3,36
stündlicher Kohleverbrauch	m <sub>K</sub>	[t/h]	0,395	0,390	0,368	0,382	0,360	0,405	0,430	0,306	0,393	0,309
stündlicher Energieverbrauch	a <sub>el</sub>	[kWh/h]	43,3	43,0	41,1	44,7	99,5	92,5	49,2	47,3	43,4	38,5
Brennstoffenergieverbrauch je kg	q <sub>K</sub>	[kcal/kg]	1092	1000	1255	1090	967	1005	1810	1150	1060	1254
Wasserverdampfung je kg	q <sub>el</sub>	[kcal/kg]	18,0	20,8	26,4	24,1	48 <sup>1</sup>	41,3 <sup>1</sup>	37,2	32,0	20,0	28,1
spezifischer Wärmeverbrauch	q <sub>ges</sub>	[kcal/kg]	1110	1021	1281	1114	1015	1046	1847	1182	1080	1282
Kohleverbrauch je kg Naßgut	k <sub>f</sub>	[kg/kg]	0,179	0,178	0,167	0,171	0,1625	0,166	0,265	0,181	0,166	0,185
Kohleverbrauch je kg Trockengut	k <sub>tr</sub>	[kg/kg]	1,168	0,977	0,427	0,592	0,824	0,787	0,89	0,548	0,751	0,616

<sup>1</sup> Trockengut wurde gemahlen.

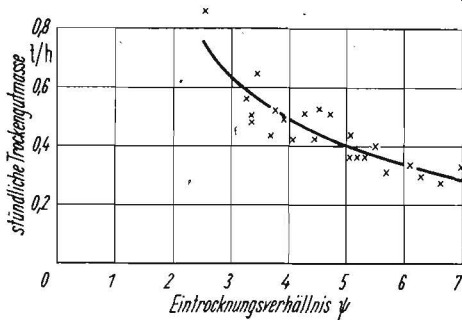


Bild 1. Stündlich erzeugte Trockengutmasse in Abhängigkeit vom Eintrocknungsverhältnis

Der stündliche Trockengutdurchsatz charakterisiert die Trocknerleistung bei beiden Varianten wesentlich besser. Unter Verwendung der in [3] ausgewiesenen Meßwerte kann die Tendenz der Abhängigkeit des Trockengutdurchsatzes vom Eintrocknungsverhältnis angegeben werden (Bild 1). Obwohl auch hier Schwankungen der Versuchswerte zu verzeichnen sind, läßt sich doch unter Ausschaltung der Extremwerte sagen, daß sich bei der Trocknung von vorgewelktem Grünfütter der Trockengutdurchsatz um etwa 30 bis 100 % erhöhen läßt.

Die in Tafel 1 errechnete Wasserverdampfung zeigt an, daß bei der Trocknung von vorgewelktem Grünfütter nur 60 bis 90 % der bei der Frischgut-trocknung erreichten Werte erzielt werden konnten. Diese Tatsache ist durch den niedrigeren Naßgutdurchsatz wie auch den geringeren Wassergehalt des Futters nach erfolgter Vortrocknung bedingt.

### Wärmetechnische Kennwerte

Zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit eines Trocknungsverfahrens sind die wärmetechnischen Kennwerte von besonderer Bedeutung. Der spezifische Wärmeverbrauch und andere charakteristische Größen können für verschiedene Trocknungsgüter und Eintrocknungsverhältnisse aus Tafel 1 abgelesen werden.

Die gemessenen Werte für den spezifischen Wärmeverbrauch lassen erkennen, daß dieser bei der Trocknung von vorgewelktem Futter um 10 bis 15 % (mit Ausnahme von Versuch Nr. 7) höher liegt als bei der Frischgut-trocknung. Die Ursache hierfür ist darin zu suchen, daß bei der Frischgut-trocknung ein wesentlicher Teil der Feuchtigkeit aus Haftwasser bzw. Zellwasser besteht, das durch den Häckselvorgang an die Oberfläche gedrückt wurde. Dieses oberflächlich anhaftende Wasser läßt sich aber wesentlich leichter verdampfen als das im Zellinneren sitzende Wasser, wodurch der niedrigere spezifische Wärmeverbrauch bei der Frischgut-trocknung bedingt ist. Es ist die Tendenz erkennbar, daß mit abnehmendem Wassergehalt der spezifische Wärmeverbrauch steigt.

Welchen Einfluß das Bedienungspersonal des Trockners auf die Meßwerte nehmen kann und welche Bedeutung seiner Schulung beizumessen ist, zeigt der Versuch Nr. 7. Hierbei wurde der Trockner infolge Fehlens von Erfahrungswerten mit zu hohen Temperaturen gefahren. Die falsche Trocknerführung äußerte sich in dem hohen spezifischen Wärme- und Kohleverbrauch.

Bei der Gegenüberstellung des stündlichen Kohleverbrauchs ergibt sich die einmalige Tendenz, daß dieser bei der Trocknung von vorgewelktem Futter niedriger liegt als bei der

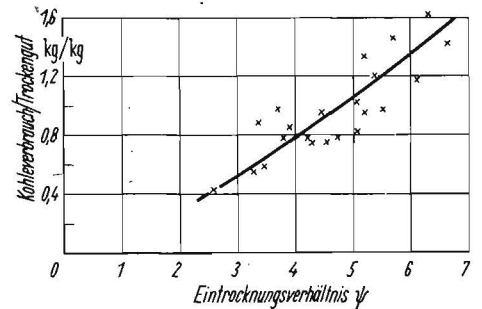


Bild 2. Kohleverbrauch in Abhängigkeit vom Eintrocknungsverhältnis

Frischgut-trocknung. Unter Ausschaltung der Extremwerte sagen die Messungen aus, daß man bei Trocknung von vorgewelktem Grünfütter etwa 15 bis 20 % an Kohle bzw. Heizmaterial einsparen kann.

Als weiterer Bewertungsmaßstab kann der Kohleverbrauch, bezogen auf den Naß- bzw. Trockengutdurchsatz, angesehen werden, wobei die je kg Trockengut verbrauchte Kohlemenge aussagekräftiger erscheint. In jedem Falle ist entsprechend den Tafelwerten ein höherer bezogener Kohleverbrauch bei der Frischgut-trocknung festzustellen, wenn man von Versuch Nr. 7 absieht. Für Bild 2 wurden wiederum Meßwerte aus [3] herangezogen, so daß die Abhängigkeit des Kohleverbrauchs vom Eintrocknungsverhältnis sichtbar wird. Gibt man übliche Bedingungen vor, so kann anhand der Versuche gesagt werden, daß sich durch das Vorwelken von Grünfütter der Kohleverbrauch je kg erzeugten Trockenfutters um etwa 20 bis 40 % senken läßt.

Bei den in Tafel 1 ausgewiesenen Meßwerten handelt es sich um solche, die während relativ kurzer Betriebszeiten, die meistens 5 bis 8 h betragen, ermittelt wurden. Obwohl in [3] nachgewiesen wurde, daß die unter Betriebsbedingungen ermittelten wärmetechnischen Größen etwas ungünstigere Meßwerte aufweisen, haben die Versuche doch bestätigt, daß sowohl der Trockengutdurchsatz gesteigert als auch der Kohleverbrauch verringert werden kann, wenn vorgewelktes Grünfütter getrocknet wird. Es sei hier noch einmal darauf hingewiesen, daß die genannten Meßergebnisse nur für den Schrägrost-trockner zutreffen und man sie nicht kritiklos auf andere Trocknungssysteme übertragen kann. Weiteren Untersuchungen wird es vorbehalten bleiben, die Probleme des Vorwelkens in Verbindung mit dem Trommel- bzw. Schnellumlauf-trockner zu klären.

Trotz der hier genannten Vorteile fand das Vorwelkverfahren in der Praxis bisher noch keine Einführung. Gegen eine verstärkte Anwendung dieses Verfahrens sprechen heute vor allen Dingen der höhere Arbeitsaufwand für die Ernte [2] und die mögliche verminderte Trockengutqualität. In den Trocknungsbetrieben wird deshalb heute mit Recht das Ernteverfahren bevorzugt, das eine schnelle, witterungsunabhängige und arbeitssparende Bergung des Grünfutters gewährleistet, wie es beim Einsatz des E 066 bzw. E 069 zur Frischguternte möglich ist.

### Literatur

- [1] WACKER, v. d. MOSEL: Die künstliche Grünfütter-trocknung. DLG-Verlag Frankfurt/Main
- [2] Abschlußbericht zur Forschungsarbeit: Vortrocknung von Grün-gut. Institut für Landtechnik Rostock
- [3] Abschlußbericht zur Forschungsarbeit: Technische und ökonomische Untersuchungen der Heißluft-trocknung. Institut für Landtechnik Rostock

A 6646