

1. Zu der Frage nach dem besten Trockner

Seit langem wird von den Verantwortlichen für den Bau von Grünfüttertrochnungsanlagen nach dem bestmöglichen Trockner gesucht. Es ist eine Fülle verschiedener Systeme bekannt, allein in der DDR gibt es eine umfangreiche Literatur über die verschiedensten Trocknertypen.

Von der landwirtschaftlichen Praxis wird eine Anlage gefordert, die bei größter Betriebssicherheit möglichst niedrige Anschaffungs- und Betriebskosten verursacht. Welcher Trocknertyp entspricht unter unseren Bedingungen am besten diesen Forderungen? Diese Frage wurde und wird noch immer gestellt.

Bei der Beantwortung muß man sich zunächst darüber klar sein, daß ein einziger Trocknertyp grundsätzlich nicht für alle landwirtschaftlichen Verhältnisse optimal sein kann, genausowenig wie z. B. ein einziger PKW-Typ allen Anforderungen (Taxi, Dienstfahrzeug, Privatfahrzeug) voll zu genügen vermag. Es ist deshalb vertretbar, wenn für unser Trocknerbau-Programm nicht nur ein einziger Trocknertyp (Trommeltrockner-Standardprojekt) vorgesehen wird, sondern mindestens zwei, die sich in bezug auf ihre Anwendungsbreite unterscheiden.

Welche Typen kommen in Frage?

Als vor Jahren die Vorteile der Grünfüttertrochnung in der DDR genutzt werden sollten, stand für die damaligen Verhältnisse der Schrägrosttrockner System Fischer als baureife Konstruktion zur Verfügung. Die hiernach gebauten über 20 Anlagen hatten noch einige technische Mängel. Vom VEB Petkus Wutha wurde deshalb eine wesentlich verbesserte Anlage entworfen, in der alle bisherigen Erfahrungen ihren Niederschlag fanden.

Der Schnellumlauftrockner des VEB Nagema Maschinen- und Mühlenbau Wittenberg ist eine aus dem pneumatischen Stärketrockner entwickelte Konstruktion. Die Prinzipien der pneumatischen Grünfüttertrochnung sind bereits seit sehr langer Zeit bekannt.

Die zuerst 1959 in Ostrau und Seehausen errichteten Trockner wiesen noch große technische Unzulänglichkeiten auf. Der nach den gleichen Unterlagen gebaute Trockner in Sandau wurde von der dortigen MTS/RTS auf Grund zahlreicher kleiner Abänderungen so weit verbessert, daß er nach Leistung und Trockengutqualität den an ihn gestellten Forderungen im wesentlichen entspricht.

Die 1963 durchgeführten Messungen gestatten die Bewertung dieser beiden kleineren Trockner.

* Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin
¹ Aus einem Referat auf der Landtechnischen Trochnungstagung der KDT am 18. und 19. Februar 1964 in Rostock

Tafel 2. Meßwerte Schrägrosttrockner Groß Stove

Datum der Prüfung	5. Nov. 1963			6. Nov. 1963			7. Nov. 1963			
reine Trochnungszeit (Meßzeit)	4,08			8,54			8,25			
Pausen	37			3			—			
Temperaturen	von	bis	Mittel	von	bis	Mittel	von	bis	Mittel	
Heißluft-Mischkammer	495	535	514	495	530	513	502	522	513	
oberes Gebläse	200	216	209	195	222	210	195	206	201	
mittleres Gebläse	159	202	182	175	195	184	170	186	173	
unteres Gebläse	140	182	161	145	175	159	125	150	135	
Abluft	74	102	83	70	103	85	70	82	77	
Wassergehalte										
Feuchtgut	79	83		78	81		81	83		
Trockengut	4,0	8,7		5,8	24		2,8	9,1		
Grüngutdurchsatz	2700 ¹	2460			2640			324		
Trockengutausstoß	570	498			524			2120		
Wasserverdampfung	2130	1960			44,3			—		
Elektr. Leistungsaufn.	43,2	41,8			—			—		
Kohlenverbrauch (Brikett)	621	545			516			—		

¹ bezogen auf reine Trochnungszeit!

Tafel 1. Mögliche Einstellung verschiedener Aggregate (Schrägrosttrockner)

Einstellgröße	Verstellelement
Feuerung	
1. Rost-Hubanzahl	Ölhydraulik-Ventil
2. Heißlufttemperatur	Luftklappe Mischkammer
3. Wärmeleistung	Unterwind ein-aus
Trockner	
4. Heißluftmenge, oberes Gebläse	Drehklappe im Rohr
5. Heißluftmenge, mittleres Gebläse	
6. Heißluftmenge, unteres Gebläse	
7. Trochnungslufttemperatur oberes Gebläse	Jalousieklappen
8. Trochnungslufttemperatur mittleres Gebläse	
9. Trochnungslufttemperatur unteres Gebläse	
Grüngut- und Trochnenguttransport	
10. Grüngutmenge	Bandvorschub Stapelband und Austragvorrichtung Dosierung
11. Vorschub auf Trochnungsrost	Wendwalzen-Einstellgetriebe

2. Schrägrosttrockner Groß Stove [1]

2.1. Besonderheiten der Anlage

Gegenüber den früheren Schrägrosttrocknern² sind folgende Veränderungen angebracht worden [2]:

- Steigerung der Feuerungsleistung
- Vergrößerung der Gebläse
- Vergrößerung der Rostfläche
- Verbesserte Gebäudegestaltung
- Mechanisierte Grüngutzufuhr mit Stapelband
- Einrichtung einer zentralen Schaltwarte im Heizhaus und einer zweiten Schaltwarte im Überwachungsraum
- Mechanisierte Trochnengutabgabe mit Zwischenlagerung im Bunker

Die Anlage wurde 1963 in den Prüfplan des IfL Potsdam-Bornim aufgenommen; die hier behandelten Messungen sind ein Teil der Prüfung, die voraussichtlich 1964 abgeschlossen werden kann. Vom Hersteller wurden die folgenden technischen Daten mitgeteilt:

Wasserverdampfung	2000 kg/h
Grüngutdurchsatz	2500 kg/h
Wärmebedarf	2,1 bis 2,5 Mill. kcal/h
spez. Wärmebedarf je kg Wasser	1060 bis 1200 kcal/kg
Elektr. Anschlußwert	80 kW

Bei der Vielzahl von Verstellmöglichkeiten (Tafel 1) ist es sehr schwierig, den jeweils optimalen Wert zu finden und einzuhalten.

2.2. Messungen an der Trochnungsanlage

Anfang November 1963 wurde die Anlage an 3 aufeinanderfolgenden Tagen bei der Trochnung von Rübenblatt geprüft. Die gewonnenen Meßwerte enthält Tafel 2.

Die Trochnungs-Temperaturen wurden vom Heizer der Trochnungsanlage bemerkenswert konstant gehalten.

Die Untersuchung der Kohle im IfL Potsdam-Bornim ergab:

oberer Heizwert (Verbrennungswärme)	5360 kcal/kg
Wassergehalt der Verbrennungsgase	0,56 kg/kg
unterer Heizwert	5020 kcal/kg

Die Ergebnisse aus dem Meßwert sind in Tafel 3 errechnet. Der recht ungünstige Wärmeverbrauch am 5. November war auf mehrere Stillstände wegen Grüngutmangel zurückzuführen. Während der Pausen trochnete die Grüngutmasse auf

² Schemazeichnung s. H. 5/1962, S. 237, Bild 2

Tafel 3. Ausgewertete Ergebnisse Schrägrosttrockner Groß Stove

Datum		1963		
		5. Nov.	6. Nov.	7. Nov.
Wärmeverbrauch	10 ⁶ kcal/kg	3,1	2,7	2,6
spez. Wärmeverbrauch	kcal/kg	1470	1400	1230
Elektroenergie je t Grüngut	kWh/t	16,0	17,0	16,8
Kohle je t Grüngut	kg/t	230	221	196
Kohle je t Trockengut	kg/t	1090	1095	990
Eintrocknungsverhältnis	kg/kg	4,8:1	4,9:1	5,0:1

dem heißen Schrägrost im gewissen Ausmaß weiter, so daß die Durchsatzleistung nach oben verfälscht wurde.

Am 6. November versuchte der Trockenmeister, den Grüngutdurchsatz über das bisherige Maß zu erhöhen. Das führte zu Störungen auf der Matte und zu einem erhöhten Wärmeverbrauch. Während der letzten Stunden der Meßzeit wurde deshalb die Grüngutzufuhr reduziert.

Am 7. November herrschte von Anfang bis Ende ein gleichmäßiger Betrieb ohne Störungen.

Während der Prüfung wurden außerdem u. a. folgende Beobachtungen gemacht:

- Es treten häufig Löcher in der Grüngutmatte auf, und zwar sowohl an einigen bevorzugten Stellen als auch an beliebigen Stellen des unteren Rostteiles;
- an örtlich bevorzugten Stellen entstehen häufig Brandnester, die durch Bespritzen mit Wasser während des Betriebes gelöscht werden. Die dabei geübte Handhabung ist arbeitsschutztechnisch bedenklich;
- Bei Rübenblatt verkleben die ersten 2 bis 3 m des Rostes vollständig, so daß keine Luft durchströmen kann und dieser Teil für die Trocknung unwirksam ist;
- Der Dosierer beschickt die Rostbreite nicht vollständig, es verbleibt ein schlecht belegter Randstreifen;
- die Wendewalzen haben mitunter Schwierigkeiten, die Matte zu wenden; es bildet sich eine Wulst;
- das auf dem Unterteil des Rostes liegende Gut ist streifenweise durch Überhitzung braun gefärbt. Über die Rostbreite gesehen hat das Trockengut unterschiedlichen Endwassergehalt. Die Streifen wechseln ständig ihre Lage;
- beim Trockengut sind mitunter feine Teile (Blätter, Fasern) angesengt, während grobe Teile (Stengel) noch feucht sind.

2.3. Einschätzung des Schrägrosttrockners Groß Stove

Der Trockner erreicht die vom Hersteller angegebenen Werte bezüglich Grüngutdurchsatz und Wasserverdampfung, nicht aber bezüglich spez. Wärmeverbrauch.

Die leistungsbegrenzende Stelle ist nicht mehr — wie früher — Feuerung bzw. Gebläse, sondern die trocknende Grüngutmatte selbst. Damit können am Trockner Groß Stove die Grenzen des Schrägrostsystems eingeschätzt werden. Eine weitere Erhöhung der Leistung ist aus folgenden Gründen voraussichtlich unmöglich:

- bei erhöhten *Trocknungsgastemperaturen* verklebt der Rost (bei Rübenblatt) noch mehr bzw. es treten noch häufiger Brände auf;
- bei vergrößerter *Rostbreite* erhöhen sich die Schwierigkeiten der Breitverteilung und das Gut wird noch ungleichmäßiger getrocknet;
- bei vergrößerter *Rostlänge* bewirkt die dann notwendige größere Wendewalzen-Geschwindigkeit erhöhte Wulstbildung und Schwierigkeiten beim Vortransport;
- bei erhöhten *Trocknungsgasmengen* werden noch mehr Löcher in der Matte freigeblasen.

Der Mehrzwecktrockner Groß Stove ist der beste aller bisher in der DDR errichteten Schrägrosttrockner. Es ist das Verdienst des VEB Petkus Wutha und des Instituts für Landtechnik der Universität Rostock, diese Anlage auf einen so guten technischen Stand gebracht zu haben. Wir müssen uns

aber im klaren sein, daß für größere Leistungen als etwa 2 bis 3 t/h Wasserverdampfung das Prinzip des schrägen Rostes nach unseren bisherigen Kenntnissen nicht geeignet ist. Außerdem ist auf Grund der zahlreichen Bedienungsggregate die optimale Einstellung schwierig; eine umfassende Automatisierung wäre sehr aufwendig.

3. Schnellumlaufrockner Sandau

3.1. Besonderheiten der Anlage

Gegenüber dem bereits 1961 untersuchten Schnellumlaufrockner³ in Ostrau/Sa. [2] sind in Sandau durch die unablässigen Bemühungen der Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft „Schnellumlaufrockner“ die ursprünglich zahlreich vorhandenen technischen Unzulänglichkeiten weitgehend beseitigt worden.⁴ Die Arbeiten umfaßten u. a.:

- Einbau einer neuen Zellradschleuse am Siehter,
- Veränderungen am Naßguteinlauf zum Steigrohr,
- Auskleidung des Fuchses mit feuerfesten Steinen, Vollmechanisierung der Naßgutzufuhr und -aufbereitung,
- Einbau eines neuen oberen Vortrockner-Krümmer.

Gegenwärtig bestehen noch einige Schwierigkeiten, so z. B. bei der Feuerung und bei der Abdichtung des Fuchses (falls der Absperrschieber eingebaut ist.).

Die beim Schnellumlaufrockner unabhängig voneinander einstellbaren Größen und Aggregate sind in Tafel 4 aufgeführt.

Tafel 4. Einstellmöglichkeiten am Schnellumlaufrockner

Einstellgröße	Verstellelement
<i>Feuerung</i>	
1. Rost-Hubanzahl	Ölhydraulik-Ventil
2. Unterwind-Luftmenge	Luftschieber, Unterwindgebläse
3. Heißlufttemperatur	Mischzuluft-Öffnung
<i>Trockner</i>	
4. Trocknungsluftmenge	Jalousiedrosselung hinter Hauptgebläse
<i>Grüngut- und Trockenguttransport</i>	
5. Grüngutmenge	Randvorschub Stapelband
6. Siehter-Rücklauf	Klappen im Siehter

Tafel 5. Meßwerte Schnellumlaufrockner Sandau

Juli 1963:	31.		
Uhrzeit der Messung	10.15 bis 18.00		
Meßdauer	[h]	7.75	
Temperaturen		von bis	Mittelwert
Feuerraum	[°C]	1280 / 1360	—
Rauchgas-Ofenaustritt	[°C]	595 / 669	662
Rauchgas-Schluedermühle	[°C]	230 / 270	253
Abluft	[°C]	109 / ≈135	121
Wassergehalte			
Feuchtgut	[%]	65 / 75	70
Trockengut	[%]	3 / 13	8
Grüngutdurchsatz	[kg/h]	3100	
Trockengutausstoß	[kg/h]	965	
Wasserverdampfung	[kg/h]	2093	
Trockensubstanzverlust (errechnet)	[kg/h]	≈40	
Elektrische Leistung	[kW]	92,4	
Kohleverbrauch (Brikett)	[kg/h]	510	

In der Praxis werden während des Betriebes nur wenige Elemente verstellt, und zwar Unterwind-Luftmenge und Grüngutmenge. In Verbindung mit den sehr kurzen Verweilzeiten bieten diese wenigen Bedienungselemente gute Voraussetzungen für eine selbsttätige Regelung des Trocknungsprozesses.

3.2. Messungen am Trockner Sandau

Ende Juli 1963 wurde die Messung in enger Zusammenarbeit mit der Bezirksstelle für wirtschaftliche Energieanwendung Potsdam, der Beratungsstelle für Trocknung Burgwerben, einem Diplomanden der TU Dresden und dem IfL Potsdam-Bornim vorgenommen [2]. Die Meßergebnisse wurden gegenseitig ausgetauscht. Ursprünglich sollte an mehreren Tagen gemessen werden. Wegen Gebläseausfall konnte jedoch nur am 31. Juli 1963 ein achtstündiger Versuch gefahren werden. Die Meßwerte enthält Tafel 5.

³ Schemazeichnung s. H. 5/1962, S. 239, Bild 4

⁴ s. H. 5/1963, S. 209 bis 212

Die Untersuchung der Kohle ergab u. a. folgende Werte:

oberer Heizwert (Verbrennungswärme)	4971 kcal/kg
Wassergehalt der Kohle	0,17 kg/kg
Wasserstoffgehalt der Kohle	0,042 kg/kg
unterer Heizwert	4652 kcal/kg

Die errechneten Ergebnisse aus den Meßwerten enthält Tafel 6.

Tafel 6. Ausgewertete Ergebnisse Schnellumluftrockner Sandau

Juli 1963:	31.
Wärmeverbrauch	2,38 · 10 ⁶ kcal/h
spezifischer Wärmeverbrauch	1140 kcal/kg
Elektroenergie je t Grüngut	29,8 kWh/t
Kohle je t Grüngut	165 kg/t
Kohle je t Trockengut	528 kg/t
Eintrocknungsverhältnis	3,2:1 kg/kg

Der recht niedrige Wassergehalt des Grüngutes — es herrschte während der letzten Wochen große Trockenheit — schränkt die Aussagekraft der Messungen etwas ein. Bei der Beschikung mit feuchterem Naßgut ($f = 80\%$) sind gegenüber den aufgenommenen Meßwerten folgende Veränderungen zu erwarten:

- die Temperatur der Trocknungsgase kann erhöht werden, weil feuchteres Gut nicht so rasch versengt wird;
- die Wasserverdampfung kann ansteigen, weil die höheren Trocknungsgastemperaturen die Leistung steigern;
- der Grüngutdurchsatz wird sich nur wenig verändern, weil je t Grüngut mehr Wasser zu verdampfen ist;
- der Trockengutausstoß wird sinken;
- die elektrische Leistung wird im wesentlichen konstant bleiben;
- der Kohleverbrauch wird etwas ansteigen;
- der spezifische Wärmeverbrauch wird noch weiter sinken, weil die höheren Temperaturen eine bessere Ausnutzung gestatten;
- der Kohleverbrauch je t Grüngut wird etwas ansteigen oder konstant bleiben;
- der Kohleverbrauch je t Trockengut wird beträchtlich ansteigen.

Während der Messung wurden außerdem u. a. folgende Beobachtungen gemacht, die das System des Trockners betreffen:

- Die Einstellung der Trocknungstemperatur geschieht auf Grund des Zustandes des getrockneten Gutes. Wegen der kurzen Aufenthaltsdauer des Gutes im Trockner ist dadurch eine sehr gute Anpassung möglich.
- Stengel und Feinteile sind bei richtiger Trocknerführung gleichmäßig trocken.
- Beim gegenwärtigen Zustand der Anlage ist die Schleudermühle die leistungsbegrenzende Stelle des Trockners.

Einige Betrachtungen zu ökonomischen Vergleichen zwischen Trommeltrockner und Schnellumluftrockner

Angesichts der geplanten Bereitstellung beträchtlicher Investitionssummen für die Errichtung von Trocknungsanlagen hat der entstandene Meinungsstreit über die Wahl der Trocknersysteme gewisse Bedeutung. Im Ergebnis muß die Frage eindeutig beantwortet sein, wie entsprechend der jeweiligen Standortbedingungen die eingesetzten Mittel mit dem höchsten ökonomischen Nutzeffekt wirksam werden [1]. — Einige Darstellungen in der Veröffentlichung von SCHNEIDER/EHRENHARDT [2] bedürfen der Berichtigung.

* Leiter der Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft „Grünfüttertröcknung“ des Kreises Havelberg

** Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Oskar-Kellner-Institutes für Tierernährung Rostock (Direktor: Dr. W. LAUBE)

Speziell für die Anlage Sandau gelten folgende Beobachtungen:

- der Zustand der Feuerung einschließlich Rauchgaskanal (Schieber) ist nicht befriedigend;
- die Mechanisierung der Grüngutzufuhr und der Kohlezuführung mit dem RS 09-Frontlader ist gut gelöst;
- die elektrischen Spannungsverhältnisse sind schlecht (305 bis 340 V, zeitweilig 270 V anstelle 380 V);
- Einzelaggregate der Anlage (Hauptventilator) waren störanfällig.⁵

3.3. Einschätzung des Schnellumluftrockners Sandau

In Sandau ist nachgewiesen worden, daß das System des Nagema-Schnellumluftrockners gut geeignet ist. Eine weitere Steigerung der Leistung des Systems durch vergrößerte Rohrquerschnitte usw. erscheint möglich.

Der bei der Messung ermittelte Grüngutdurchsatz von mehr als 3 t/h läßt erwarten, daß bei Veränderungen an der leistungsbegrenzenden Stelle (Schleudermühle) der Durchsatz der Sandauer Anlage auf 3,5 t/h erhöht werden kann.

Auf Grund der einfachen Einstellmöglichkeiten und der extrem kurzen Aufenthaltszeit des Gutes im Trockner ist das System des Schnellumluftrockners für die Automatisierung des Trocknungsprozesses bestens geeignet.

Es ist zu begrüßen, daß der Schnellumluftrockner in das Trocknerbauprogramm der DDR mit aufgenommen worden ist; auf Grund seiner besonderen Eigenschaften stellt er eine passende Ergänzung zum größeren Trommeltrockner-Standardprojekt dar. Von der Industrie wird gefordert, daß sie die Anlagen technisch vervollkommnet.

4. Zusammenfassung

Auf Grund der Prüfung des Schrägrostrockners Groß Stove und der Messung am Schnellumluftrockner Sandau ergab sich:

Der Trockner Groß Stove ist der bisher beste aller Schrägrostrockner. Er ist technisch so weit entwickelt, daß die Grenzen des Systems erkennbar werden. Eine wesentliche Weiterentwicklung ist kaum zu erwarten.

Der Trockner Sandau zeigt trotz noch vorhandener technischer Mängel die gute Leistungsfähigkeit des Systems. Die vorliegende Ausführung läßt sich bei technischer Vervollkommnung noch verbessern, eine Weiterentwicklung zu noch größeren Leistungen ist mit Sicherheit möglich.

Literatur

- MALTRY/PÜTKE u. a.: Landwirtschaftliche Trocknungstechnik. VEB Verlag Technik, Berlin 1963
- MALTRY/SCHNEIDER: Ergebnisse der Vergleichsprüfung 1961 verschiedener Grünfüttertröcknungsanlagen in der DDR. Deutsche Agrartechnik (1962) H. 5, S. 237 bis 240
- WECK/PALLASCH: Untersuchungsbericht Schnellumluftrocknungsanlage in Sandau, Kreis Havelberg (unveröff.) Bezirksstelle für wirtschaftliche Energieanwendung Potsdam A 5622

⁵ Nach einer neueren Mitteilung ist die Störanfälligkeit des Ventilators behoben

Dipl.-Landw. E. LANGE*
Dipl.-Landw. G. SCHADEREIT**

Die Angaben der Tafel 1 basieren auf kompetenten gemeinsamen Festlegungen [3] mit der Beratungsstelle Burgwerben. Sie sind durch Werte über Nährstoffproduktion und theoretische Verlustsenkung ergänzt.

Bisher verglich man die Trockengutproduktion unabhängig davon, aus welchen Futterstoffen Trockengut gewonnen wurde. Die Trocknung ist hervorragend geeignet, Futterstoffe mit besonderem Reichtum an Eiweiß und Wirkstoffen bei geringsten Verlusten haltbar zu machen. Unter Berücksichtigung der besonderen Stellung des Eiweißes in der Tierernährung, der bestehenden Eiweißlücke und der durch den Gehalt an Wirkstoffen hervorgerufenen physiologischen Sonderwir-