

Erfahrungen und Ergebnisse bei der Strohpelletierung in landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen¹

Dr. agr. S. Prüfer Dipl. agr. R. Biebow Hochschulng. A. Stirl
Institut für Futterproduktion Paulinenau der AdL der DDR

Die Strohpelletierung ist in den vergangenen zwei bis drei Jahren zu einem festen Bestandteil der Produktion unserer landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen geworden. Durch die planmäßige Produktion von Strohpellets in den Herbst- und Wintermonaten sowie die Trocknung und Pelletierung von Getreide- und Mais-Ganzpflanzen in den Monaten Juli bis September hat sich eine Veränderung der Struktur der Trockengutproduktion im Jahr ergeben. Das führt zu einer wesentlichen Erhöhung der Trockengutproduktion durch Verbesserung der Auslastung der Anlagen und zur Senkung der Konservierungskosten je t Trockengut bzw. je Nährstoffeinheit. Damit wird die vom XI. Bauernkongreß der DDR beschlossene Zielstellung — aufbereitetes Stroh in verstärktem Maße in der Rinderfütterung einzusetzen — schrittweise entsprechend den vorhandenen materiell-technischen Möglichkeiten verwirklicht.

In diesem Beitrag werden die Ergebnisse technologischer Untersuchungen aus dem Jahr 1973 bei der Strohpelletierung in 12 landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen der Typen UT 67, UT 66 und S 63 mitgeteilt. Die angegebenen Richtwerte zur Verfahrensleistung, zum Energiebedarf und zu den Verfahrenskosten beziehen sich auf die gegenwärtig eingesetzten Maschinenketten. Nach Verwirklichung der komplexen Rationalisierungsmaßnahmen, wie sie als Ergebnis der Untersuchungen vorgeschlagen werden, sind Korrekturen notwendig.

¹ Gekürzte Fassung eines Referats auf der Wissenschaftlich-technischen Tagung „Trocknung landwirtschaftlicher Erzeugnisse“ der KDT am 21. und 22. März 1974 in Neubrandenburg

Tafel 1. Verfahrensleistung bei der Strohpelletierung (Strohanteil 70 bis 80 Prozent)

Pressentyp	Verfahrensleistung in der Gesamtzeit				
	t Pellets/h				Anlagen ohne Trocknung
	Trocknungsanlagen		S 63	—	
UT 66	UT 67	1 Pr.			2 Pr.
50/2	0,50	0,80	1,20	—	—
GM 801	1,00	—	—	—	—
G 600	—	—	—	0,60	1,00
63 V	—	—	—	—	1,00
63 V	—	—	—	—	1,80 [†]

[†] Strohanteil 40 Prozent

Tafel 2. Durchsatz bei der Strohpelletierung mit der Presse 50/2 in Abhängigkeit vom Zuschlagstoffanteil (Anlage UT 67-2; 1 Presse 50/2)

Nr.	Meßdauer h	Pelletproduktion kg	Zuschlagstoffanteil %	Durchsatz kg/h
1	1,50	2 300	46	1 530
2	1,25	1 900	40	1 520
3	5,75	5 800	30	1 010
4	16,50	16 770	25	1 020
5	5,75	4 990	17	870

1. Verfahrensleistung

In den untersuchten Anlagen kamen zur mechanischen Aufbereitung des Strohs Stationärbäcksler der Typen HN 400; HN 400—1; HN 650 M und HS 8000 Gr, Hammermühlen der Typen 50/63 A und 50/63 B und Pelletierpressen der Typen 50/2, GM 801, G 600 und 63 V zum Einsatz. Die Maschinenketten wurden bei den genannten Trocknertypen entsprechend unterschiedlich zusammengesetzt.

Die mittlere Verfahrensleistung in der Gesamtzeit bei der Strohpelletierung wird in Tafel 1 für die untersuchten Trockner- und Pressentypen genannt.

Die Angabe der Verfahrensleistung in der Gesamtzeit wurde gewählt, weil diese Kennzahl für die Kalkulation der Kosten und zur Einschätzung der Produktionskapazität, also zur Planung herangezogen werden muß.

Bedingt durch den hohen Störzeitanteil von etwa 30 Prozent in der relativ langen Maschinenkette bei Trocknung des Strohs lagen die Verfahrensleistungen in Trocknungsanlagen UT 66 bei Einsatz der Pressen 50/2 mit 0,5 t/h sehr niedrig.

Die Leistung der gleichen Presse in der Trocknungsanlage UT 67-2 betrug 0,8 t/h (Gesamtzeit). Bei Inbetriebnahme beider installierter Pressen in dieser Anlage stieg die Verfahrensleistung auf 1,2 t/h an.

Eine wesentliche Steigerung der Leistung bis auf das Doppelte war durch das Umrüsten der Presse 50/2 mit dreiteiligen Preßwalzenstern (also auf den Typ GM 801) möglich. In rationalisierten Maschinenketten ohne Trocknung des Strohs erreichten während der Untersuchungen die Pressen 63 V und G 600 mit etwa 1,0 t/h die höchsten Leistungen.

Die Verfahrensleistung von Strohaufbereitungsanlagen wird neben dem möglichen Durchsatz der Presse durch weitere Faktoren beeinflusst:

- technologische Eigenschaften des zu bearbeitenden Materials wie Trockensubstanzgehalt, Rezeptur des Gemisches, Zerkleinerungsgrad, Strohart usw.
- Abstimmung der Maschinenkette in der Anlage
- Einfluß der Produktionskollektive
- Einfluß der Arbeitsorganisation

In diesem Beitrag soll nur auf den Einfluß der Rezeptur des Gemisches und der Produktionskollektive eingegangen werden.

Der Einfluß der Rezeptur auf die Leistung der Presse wird in Tafel 2 dargestellt. Die der Presse vorgeschalteten Aggregate wirkten bei den durchgeführten Messungen nicht leistungsbegrenzend. Die angegebenen Werte gelten also als Maximalwerte. Die Erhöhung des Getreidezusatzes von 17 auf 46 Prozent bewirkte eine Leistungssteigerung von 0,87 auf 1,53 t/h (T₁). Diese Angaben verdeutlichen den Einfluß der Schüttdichte des Materials auf den Durchsatz der Presse.

Zur realen Einschätzung der Leistung der Pelletieranlagen ist deshalb sowohl die Pelletproduktion als auch die verarbeitete Strohmasse zu erfassen und anzugeben.

Einen entscheidenden Einfluß auf die Verfahrensleistung bei der Strohpelletierung übt das Schichtkollektiv aus. An die

Tafel 3. Brennstoff- und Elektroenergieverbrauch bei der Strohpelletierung in Trocknungsanlagen UT 66 und UT 67

Verbrauch		Trocknungsanlagen		
		UT 67-2	UT 66-1	
Heizöl	kg t Pellets	200	150	—
Braunkohlenbriketts	kg t Pellets	—	—	350
Elektroenergie	kWh t Pellets	320	230	270
% Verfahrensleistung	t Pellets/h	0,8	1,4	0,5

Anlagenfahrer und Nachbereiter werden die höchsten Anforderungen gestellt.

Der Einfluß des Wissens und Könnens bei der Steuerung der Arbeitsprozesse auf die Verfahrensleistung wurde über verschiedene Zeiträume bei der Stroh- und Ganzpflanzenpelletierung ausgewertet. Die Leistungsunterschiede betragen bis zu 200 kg/h in der Gesamtzeit zwischen einzelnen Kollektiven bei gleichen Bedingungen. Beachtet man, daß derartige Leistungsunterschiede über längere Produktionszeiträume auftreten, so ergeben sich auf diesem Gebiet beachtliche Möglichkeiten zur Produktionssteigerung, indem die Erfahrungen der Besten systematisch verallgemeinert und die Zurückbleibenden an das Niveau der Besten herangeführt werden. Subjektive Störfaktoren verringern sich bei zielgerichteter Qualifizierung der Produktionskollektive vor allem dann, wenn die Kollektive unter guter Leitung ohne häufigen Wechsel eng zusammenarbeiten.

2. Energieverbrauch

Die aus den Untersuchungsergebnissen abgeleiteten Richtwerte zum Brennstoff- und Elektroenergieverbrauch in landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen sind in Tafel 3 zusammengestellt. Sie dienen als Planungsrichtwerte für die gesamte Produktionsperiode. Der ausgewiesene Brennstoffverbrauch übersteigt wesentlich die Werte, die sich aus dem spezifischen Energieverbrauch je kg zu verdampfenden Wassers errechnen. Der Brennstoffverbrauch liegt also — gemessen am Wassergehalt des Strohs — sowohl bei Öl- als auch bei Kohlefeuerung unverträglich hoch.

Die Unterschiede im Öl- und Elektroenergieverbrauch sind anlagen- und einsatzbedingt. Bezogen auf reines Stroh ohne Zuschlagstoff erhöhen sich die ausgewiesenen Werte um weitere 20 bis 30 Prozent.

Der hohe Elektroenergieverbrauch von 230 bis 320 kWh/t Pellets ist auf die niedrigen Verfahrensleistungen und auf die Vielzahl der eingesetzten Aggregate zurückzuführen.

Wird die Pelletierung ohne Trocknung des Strohs mit rationalisierten Maschinenketten durchgeführt, dann kann neben der Einsparung der genannten Brennstoffmengen auch mit einer Senkung des Elektroenergieverbrauchs auf 100 bis 150 kWh/t Pellets gerechnet werden. Demzufolge ist auch aus der Sicht einer rationellen Energieanwendung die Verarbeitung von Stroh ohne Trocknung zu fordern.

3. Kosten der Produktion von Strohpellets

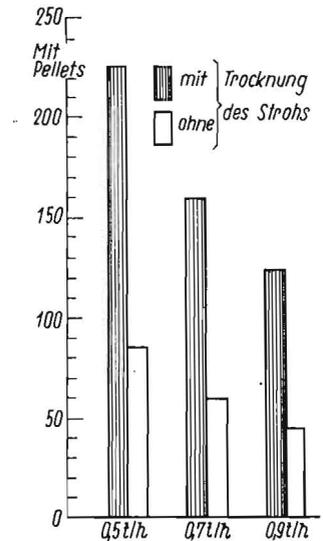
Die mitgeteilten Richtwerte zur Verfahrensleistung und zum Energieverbrauch bilden die Grundlage für die Kalkulation der Verfahrenskosten. Dabei wurden zwei Varianten

- Pelletierung mit Trocknung und
- Pelletierung ohne Trocknung mit rationalisierten Maschinenketten

untersucht und gegenübergestellt (Bild 1).

Neben der ausgewiesenen mittleren Leistung von 0,5 t/h fanden in der Kalkulation auch höhere Leistungen Berücksichtigung, die bisher nur über kürzere Produktionszeiträume erreicht wurden. Sind die vorgeschlagenen Rationalisie-

Bild 1. Verfahrenskosten der Strohpelletierung mit und ohne Trocknung des Strohs (UT 66-1)



Tafel 4. Kosten der Produktion von Strohpellets (Anteil: 70 Prozent Stroh, 28 Prozent Getreide, 2 Prozent Harnstoff)

Kostenart	Pelletierung mit Trocknung M/t Pellets	Pelletierung ohne Trocknung m. rationalisierten Maschinenketten M/t Pellets
Verfahrenskosten		
Strohernte	28,00	28,00
Strohtransport	14,00	14,00
Strohaufbereitung ¹	160,00 ... 225,00	60,00 ... 85,00
Kosten für Rohstoffe		
Getreide	112,00	112,00
Harnstoff	8,00	8,00
Gemeinkosten	18,00	13,00
Produktionskosten	340,00 ... 405,00	235,00 ... 260,00

¹ Verfahrensleistung 0,7 bis 0,5 t/h

ungsmaßnahmen produktionswirksam, dann fallen die Verfahrenskosten beträchtlich.

Es ist einzuschätzen, daß die Verfahrenskosten der Strohpelletierung mit Trocknung zu hoch liegen. Es müssen deshalb alle Anstrengungen darauf gerichtet werden, den teuren Trocknungsprozeß auszuschalten. Das Kostenbild sieht wesentlich günstiger aus, wenn die Strohpelletierung ohne Trocknung des Strohs mit rationalisierten Maschinenketten durchgeführt wird. Selbst bei einer Verfahrensleistung von nur 0,5 t/h fallen die Verfahrenskosten auf etwa ein Drittel.

Die Kalkulationen beweisen auch, daß bei Erhöhung der Verfahrensleistung auf etwa 1 t/h durch Rationalisierungsmaßnahmen eine Senkung der Verfahrenskosten für die Bedingungen der landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen auf unter 50 M/t Pellets möglich wird. Diese Größenordnung ist im Interesse eines ökonomischen Einsatzes von Stroh in der Rinderfütterung auch bei der Produktion von Teilmittel- und Fertigfütterungsmitteln anzustreben.

Ausgehend von den Verfahrenskosten für die Strohpelletierung, für die Strobergung und für den Strohtransport vom Zwischenlager zur Pelletieranlage sowie den Preisen für Getreide und Harnstoff wurden die Produktionskosten ermittelt (Tafel 4).

Die Produktionskosten beinhalten nicht die staatliche Abgabe und auch keinen gewinnbildenden Anteil. Sie beziehen sich auf die gegenwärtig erreichbaren bzw. erreichbaren Verfahrensleistungen der Pelletieranlagen.

Tafel 5. Zuordnung von Hammermühlen zu Futtermittelpressen

Pressentyp	Hammermühlentyp	Anzahl
50/2	50/63 B oder 50/63 A	1/2
GM 801	50/63 B und 50/63 A bzw. 50/63 B 50/63 B	1/1
G 600		2
63 V		2

Tafel 6. Vergleich der Verfahrensleistungen bei der Strohpelletierung im Trockenwerk Grumbach bei Einsatz der Presse 50/2 und GM 801 (Strohanteil 85 Prozent)

Kriterien	Pressen		
	50/2	GM 801	
Pelletproduktion	t	345	285
Ausfallzeitanteil	%	21	16
Verfahrensleistung in Produktionszeit	t/h	0,62	1,17
Gesamtzeit	1/h	0,40	0,98

Auch bei der Darstellung der Produktionskosten wird der Einfluß der Verfahrensleistung und damit die Höhe der Verfahrenskosten für die Verarbeitung deutlich. Übersteigen die Bearbeitungskosten 100 bis 120 M/t Pellets, so betragen die Produktionskosten aufgrund der anfallenden Kosten für Strohernte und Transport sowie der Preise für Zuschlagstoffe mindestens 300 M/t Pellets.

Bei Betrachtung der Kosten je Nährstoffeinheit ergibt sich unter Berücksichtigung der Energiekonzentration für Stroh, daß die Nährstoffeinheit im Strohpellet bei Trocknung des Strohs mit höheren Kosten belastet wird als bei der Heuproduktion. Das gegenwärtige Ziel besteht in der Unterbietung der Kosten je Nährstoffeinheit bei der Heuproduktion, von 0,65 M/KEFr. Bei der Strohpelletierung ohne Trocknung wird diese Grenze gegenwärtig erreicht und unterschritten.

4. Abstimmung der Maschinenkette in der Anlage und Rationalisierungsmaßnahmen

Bei der Abstimmung der Maschinenkette muß grundsätzlich der mögliche Durchsatz der eingesetzten Pelletierpresse als dem für die Leistung der Maschinenkette bestimmenden Element zugrunde gelegt werden. Die Hammermühlenkapazität ist unter Berücksichtigung einer Leistungsreserve von etwa 30 Prozent auf den Durchsatz der Presse abzustimmen. Aus den bisherigen Erkenntnissen, die bei der Produktion von Strohpellets gesammelt wurden, ergaben sich die Kombinationen von Preß- und Mahlaggregaten, die in Tafel 5 vorgeschlagen werden.

Die Länge der Maschinenkette ist entscheidend für die Betriebssicherheit der Anlage, da eine multiplikative Verknüpfung der Betriebskoeffizienten der Einzelaggregate besteht. Es ergibt sich also die Forderung, in den Trocknungsanlagen einfach gestaltete Maschinenketten mit kurzen Förderwegen aufzubauen, um eine hohe Betriebssicherheit der Gesamtanlage zu gewährleisten.

Bei der Durchführung von Rationalisierungsmaßnahmen ergeben sich zwei Schwerpunkte:

- Aufbau einer zusätzlichen Annahmestrecke für Stroh, um den kosten- und energieaufwendigen Trocknungsprozeß auszuschalten und gleichzeitig die Maschinenkette zu vereinfachen
- Einsatz leistungsfähigerer Pressen und Mühlen durch Umrüsten vorhandener Aggregate bzw. durch Neuzuführung.

Beim Aufbau einer Produktionslinie mit gesonderter Annahmestrecke für Stroh kommen folgende Hauptaggregate zum Einsatz:

- Annahmedosierer (Stapelband H 10 oder DS 300)
- Stationärhacksler HS 8000 Gr. bzw. HN 400
- Hammermühlen 50/63 B
- Futtermittelpressen GM 801, GM 802, G 600

Eine Überdachung der Strohanahme ist zur Einschränkung von Witterungseinflüssen für eine kontinuierliche und ganzjährige Produktion erforderlich.

In den Anlagen UT 66 und S 63 ist der vorhandene Grünmehlwischenlagerraum für die Installation der Preßanlagen und der Dosier- und Fördererlemente für Zuschlagstoffe zu nutzen.

Vorteilhaft ist die pneumatische Förderung von Stroh, wobei auf die richtige Dimensionierung der Zyklo- und Schleusen zu achten ist.

Zur Erhöhung der Dosiergenauigkeit von NPN-Verbindungen und Mineralstoffmischungen müssen geeignete Feindosierer bereitgestellt werden. Der Dosierfehler sollte ± 10 Prozent nicht überschreiten.

Für Konzentrate auf Getreidebasis und Zuckerrübenvollschmelze sollten gegenwärtig Vibrationsdosierer oder der Annahmeförderer T 237 als Dosieraggregate Verwendung finden. Für diese Stoffe ist eine Dosiergenauigkeit von ± 10 Prozent zu gewährleisten.

Die Förderstrecke der Pellets ist mit mechanischen Förderern so kurz wie möglich zu gestalten, um den Abriebanteil der Pellets in vertretbaren Grenzen zu halten. Aufgrund verschiedener Vorteile sollten zukünftig Kühlbänder zur Kühlung der Pellets eingesetzt werden.

Im Interesse der Erhöhung des Durchsatzes und der Betriebssicherheit ist ein Umrüsten der vorhandenen Hammermühlen 50/63 A auf einen 40- bis 45-kW-Motor zu empfehlen bzw. bei neu aufzubauenden Maschinenketten der Einsatz der Hammermühle 50/63 B vorzusehen.

Eine wesentliche Steigerung des Durchsatzes der Futtermittelpresse 50/2 konnte nach Umrüstung auf den Typ GM 801 erreicht werden, wie die Untersuchungsergebnisse im Trockenwerk Grumbach zeigen (Tafel 6).

Es ist eine Leistungssteigerung um 80 bis 100 Prozent zu verzeichnen. Außerdem trat eine deutliche Erhöhung der Betriebssicherheit der Presse und eine Senkung des Verschleißes der Preßwerkzeuge ein.

Wird für das Umrüsten der Presse der Zeitpunkt einer notwendigen Generalreparatur gewählt, dann kann diese Maßnahme mit hoher Effektivität durchgeführt werden.

5. Zusammenfassung

Im Ergebnis technologischer Untersuchungen zur Strohpelletierung in landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen werden Richtwerte zur Verfahrensleistung, zum Brennstoff- und Elektrizitätsverbrauch und zu den Produktionskosten mitgeteilt. Die aufgeführten Rationalisierungsvorschläge tragen zur Erhöhung der Verfahrensleistung, zur Senkung des spezifischen Energieverbrauchs und zur Senkung der Verfahrenskosten bei. Als bedeutsame Maßnahme wird die Notwendigkeit der Strohpelletierung ohne Trocknung des Strohs mit rationalisierten Maschinenketten hervorgehoben.

Literatur

- 1) Prüfer, S., B. Biebow: Ergebnisse technologischer Untersuchungen von Strohaufschlußverfahren. agrartechnik 23 (1973) H. 8, S. 354—357. A 9539