

Hans Hartmann, Freising

## Bereitstellungsketten für Halmgutbrennstoffe

**In einer Modellrechnung wird die Verfahrenskette der selbstfahrenden Pelletiermaschine mit stationären Pelletiervarianten sowie mit den konventionellen Bergungsverfahren (Quaderballen- oder Häckselguternte) verglichen. Die Teilkosten für Ernte, Laden, Transportieren, Lagern, Umschlagen und gegebenenfalls Aufbereiten werden für Getreideganzpflanzen und Stroh errechnet und aufaddiert. Beim heutigen Entwicklungsstand liegen die Mehrkosten für Pellets gegenüber Ballen (frei Feuerung) bei etwa 50,- bis 86,- DM/t.**

Die selbstfahrende Pelletiermaschine der Fa. Haimer bietet die Möglichkeit für eine Vielzahl von systemtechnischen Vereinfachungen bei der Bereitstellung von Halmgutbrennstoffen (Stroh, Getreideganzpflanzen). Die hohen Erntekosten, die in einem früheren Beitrag in dieser Zeitschrift dargestellt wurden [1], dürfen aber nicht isoliert von den Wirkungen auf die nachgeschalteten Verfahrensglieder betrachtet werden. Der hier vorgestellte Systemvergleich soll daher der Frage nachgehen, inwieweit Mehrkosten der Pelletierung durch Vorteile bei Transport, Lagerung und Umschlag kompensiert werden können.

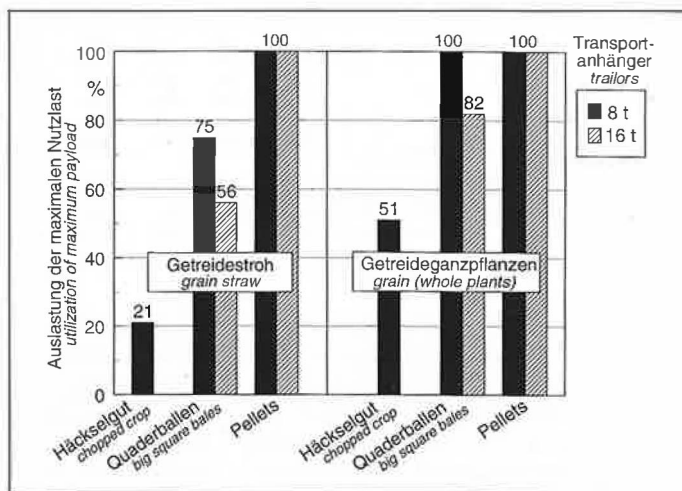
### Kalkulationsmodell

Der Systemvergleich umfaßt die Ballen-, Häcksel- und verschiedene Pelletlinien (selbstfahrend und stationär) [2]. Für die Maschinen- und Arbeitskosten wurden, soweit verfügbar, Daten für den überbetrieblichen Einsatz verwendet. Zu den selbstfahrenden und stationären Pelletieranlagen mußten separate Kostenrechnungen durchgeführt werden. Für Ballen wird im Modellfall das „Hesston“-Format (1,20 x 1,30 x 2,50 m) unterstellt. Getreideganzpflanzen werden mit dem Schwadmäher geschnitten, gewendet (ein Drittel der Erntefläche) und nach dem Pressen mit Frontlader auf landwirt-

schaftliche Anhänger (8 t) geladen (Feld-Hofentfernung: 5 km). Lagerbeschickung und -entnahme erfolgten ebenfalls mit Frontlader, es werden einfache Bergehalben in Rundholzverbinderbauweise verwendet. Für den Endtransport kommen landwirtschaftliche Gespanne mit 2 • 8 t Anhängern zum Einsatz (Lieferentfernung 15 km). Bei der selbstfahrenden

Bild 1: Nutzlastauslastung bei landwirtschaftlichen Transportanhängern

Fig. 1: Utilization of maximum payload of agricultural trailers



Pelletiermaschine wird ein vorheriger Schwadmäh- und Schwadwendeschritt nur auf 40 beziehungsweise 25 % der Getreideganzpflanzenfläche unterstellt. Für die Maschine selbst gelten drei Szenarien: der heutige Entwicklungsstand mit etwa 5 t/ha Verfahrensleistung bei einer Jahresnutzungsdauer von 500 h (A), eine optimistische Variante mit 8 t/h Verfahrensleistung und 800 h Jahreseinsatz (B) sowie Bedingungen wie „A“, aber inklusive 30 % Investitionskostenzuschuß (C). Das Beladen erfolgt am Feldrand (Rollbunkeraustrag) auf die oben genannten Anhänger, die hier mit hohen Aufbauten für Schüttgut ausgestattet sind. Im Unterschied zur Ballenbergehalbe wird bei den Pelletlagerungskosten ein betonierter Hallenboden unterstellt. Das Beladen für den Endtransport erfolgt mit Frontladerschaufel (Flachlager, 2,50 m Schütthöhe).

Die stationäre Pelletierung kann entweder dezentral während einer zweimonatigen Erntekampagne in verschiedenen feldnahen Anlagen erfolgen oder sie wird zentral an der Feuerungsanlage durchgeführt. Bei der dezentralen Variante wird eine Häcksellinie mit selbstfahrendem Feldhäcksler unterstellt (50 % Schwadmähfläche), wobei in Parallelfahrt auf großvolumige Häckselwagen geladen

wird. Neben der eigentlichen Anlagentechnik (Beschickung, Pelletierung, Kühlung, Förderbänder) fallen hier auch die Investitionen für die Unterbringung der Anlage sowie für die Stromzuleitung (hier 300 m Anschlußweg) an. Letztere Kosten entfallen bei der zentralen Pelletieranlage. Aufgrund der geringen Brennstoffdichte ist hier eine direkte ganzjährige Häckselgutlieferung nur noch mit Getreideganzpflanzen denkbar (aus dem Zwischenlager), so daß Berechnungen für Stroh entfallen können. Als weitere Variante wird die oben beschriebene Ballenlinie mit einer zentralen Pelletierung kombiniert.

Die jeweiligen Erntemaschinen bilden das zentrale Element der Verfahrensketten. Während für den Feldhäcksler (330,- DM/h) und die Quaderballenpresse (22,- DM/Ballen) noch Praxisdaten verwendet werden konnten, mußte bei der selbstfahrenden Pelletiermaschine auf eine Kostenmodellrechnung zurückgegriffen werden [1], nach der die Erntekosten zwischen 69,- DM/t („optimistisch“) und 127,- DM/t („heutiger Stand“) liegen.

### Transport und Lagerung

Die Auslastung der Nutzlast von Transportfahrzeugen ist vor allem von der Schütt- oder Stapeldichte des Brennstoffs abhängig. Sie liegt für Quaderballen bei 135 (Stroh) und 198 kg/m<sup>3</sup> (Getreideganzpflanzen). Ganzpflanzen-Häckselgut liegt bei 154 kg/m<sup>3</sup> (Stroh: 65 kg/m<sup>3</sup>), während für Pellets 450 kg/m<sup>3</sup> (Stroh) und 480 kg/m<sup>3</sup> (Getreideganzpflanzen) unterstellt wurden. Für die betrachteten Transportanhänger ergeben sich damit die in Bild 1 dargestellten Nutzlastauslastungen. Wesentliche Transportvorteile von Pellets sind demnach nur dann gegeben, wenn größere Anhänger (16 t) verwendet werden oder wenn nur Stroh-brennstoffe zu transportieren sind. Bei Getreideganzpflanzen ist auch mit Ballen

Dr. agr. Hans Hartmann wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik (Leiter: Prof. H. Schön), Vöttinger Straße 36, D-85354 Freising. Die Arbeiten wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

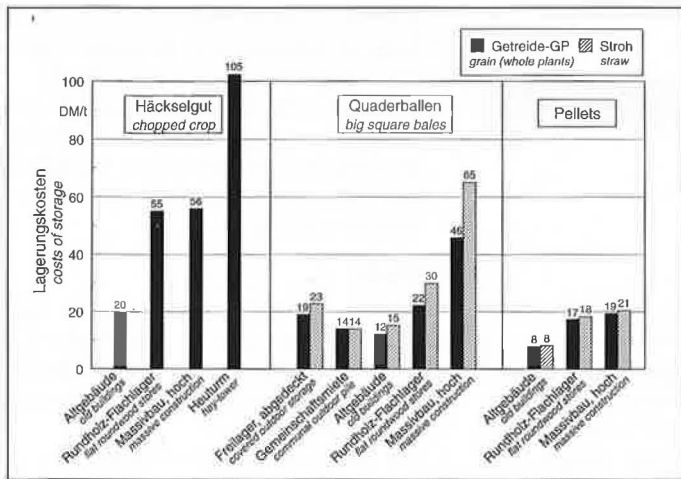


Bild 2: Lagerungskosten für Halmgutbrennstoffe

Fig. 2: Storage cost for herbaceous biofuels

die Überschreitung der Nutzlast möglich. Auch bei den Lagerungskosten bildet die Schütt- und Stapeldichte die wichtigste Einflußgröße. Beim Hackselgut aus Getreideganzpflanzen fallen meist mehr als etwa doppelt so hohe Kosten an wie für Ballen (Bild 2). Bei gleicher Lagereinrichtung bieten Pellets weitere Kostenvorteile, vor allem wenn Altgebäude oder in Massivbauweise erstellte Gebäude betrachtet werden. Halmgut kann jedoch auch kostengünstig im Freien gelagert werden, wobei teleskopkladerbeschickte Großraummieten in Gemeinschaftslagerung ohne Abdeckung am günstigsten sind. Die hierbei anfallenden Kosten setzen sich fast ausschließlich aus den monetarisierten Lagerverlusten (hier 10 % bei 120,- DM/t) zusammen. Feuer- und Schutzüberlegungen sprechen jedoch meist gegen eine solche Lösung. Die Kostenunterschiede zwischen Stroh und Getreideganzpflanzen sind ausschließlich auf die unterschiedlichen Dichten zurückzuführen. Trotz geringer Verluste und einer Nachverdichtung des Hackselguts auf 220 kg/m<sup>3</sup> fällt der Heuturm als Lagerungsvariante aufgrund der hohen Investitionskosten völlig aus dem Rahmen, wenn nicht die Forderung nach einer automatisierbaren Kombination von Lagerentnahme und Feuerung erfüllt werden muß.

### Aggregierte Bereitstellungskosten

Die Teilkosten der Verfahrensschritte werden in Bild 3 aufaddiert. Am Beispiel von Getreideganzpflanzen lassen sich darin die Kostenvorteile der Ballenlinie gegenüber den übrigen Varianten ablesen. Legt man den heutigen Stand der Technik zugrunde, so betragen die spezifischen Mehrkosten beim Einsatz einer selbstfahrenden Pelletiermaschine etwa 86 DM/t, wobei eine Lagerung in Rundholzverbindhallen unterstellt wird. Erst eine Berücksichtigung von Investitionskostenzuschüssen läßt den Abstand auf 63 DM/t schrumpfen, während für das „optimisti-

sche“ Szenario immer noch eine Differenz zur Ballenlinie von 29 DM/t besteht. Eine stationäre (zentrale) Pelletierung bietet nur dann Kostenvorteile, wenn mit dem heutigen Stand der selbstfahrenden Pelletiermaschine verglichen wird. Der eigentliche Verfahrensschritt der Pelleherstellung schlägt hier mit rund 50 DM/t zu Buche, wobei bei Stroh wegen der verminderten Durchsatzleistung weitere 4 DM/t errechnet werden.

Die Mehrkosten der Strohbereitung gegenüber Getreideganzpflanzen liegen generell zwischen 6 und 25 DM/t. Dabei scheidet die Hacksellinie, die schon beim Getreide unbefriedigende Ergebnisse zeigte, für Stroh von vornherein aus. Für die Ballenlinie werden 21 DM/t Mehrkosten errechnet, während die bei Stroh unterstellte 25%ige Leistungseinbuße der selbstfahrenden Pelletiermaschine [1] zu Kostensteigerungen von etwa 12 DM/t führt.

### Fazit

Zum jetzigen Entwicklungsstand kann eine Pelletlinie für Halmgutbrennstoffe kaum als Alternative zur Ballenkette in Frage kommen. Das gilt sowohl für die stationären als auch für die mobilen Einsatzformen. Um zu einer optimistischen Beurteilung der selbstfahrenden Pelletiermaschine zu kommen, müßten nicht nur die genannten günstigen Maschineneinsatzziele erreicht werden, sondern auch besondere agrarstrukturelle Voraussetzungen vorliegen, damit die benötigten hohen Maschinenlaufzeiten erreicht werden. Die Bewertung der Kostennachteile von Pellets sollte allerdings berücksichtigen, daß ihnen zumeist Vorteile bei der energetischen Verwertung zugeschrieben werden. Für eine Monetarisierung dieser Vorteile ist die Datenbasis noch zu gering.

### Literatur

- [1] Hartmann, H.: Selbstfahrende Pelletiermaschine – Ein neues Ernteverfahren für Halmgut. Landtechnik 51 (1996), H. 5, S. 256-257
- [2] Hartmann, H.: Analyse und Bewertung der Systeme zur Hochdruckverdichtung von Halmgut. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), Reihe „Gelbes Heft“ (Nr. 60), Selbstverlag, München, 1997, 63 S.

### Schlüsselwörter

Halmguternte, Pelletierung, selbstfahrende Pelletiermaschine, Bergelkosten, biogene Brennstoffe

### Keywords

Herbaceous biofuel harvesting, pelleting, SP-pelleting machine, harvesting costs, biofuel

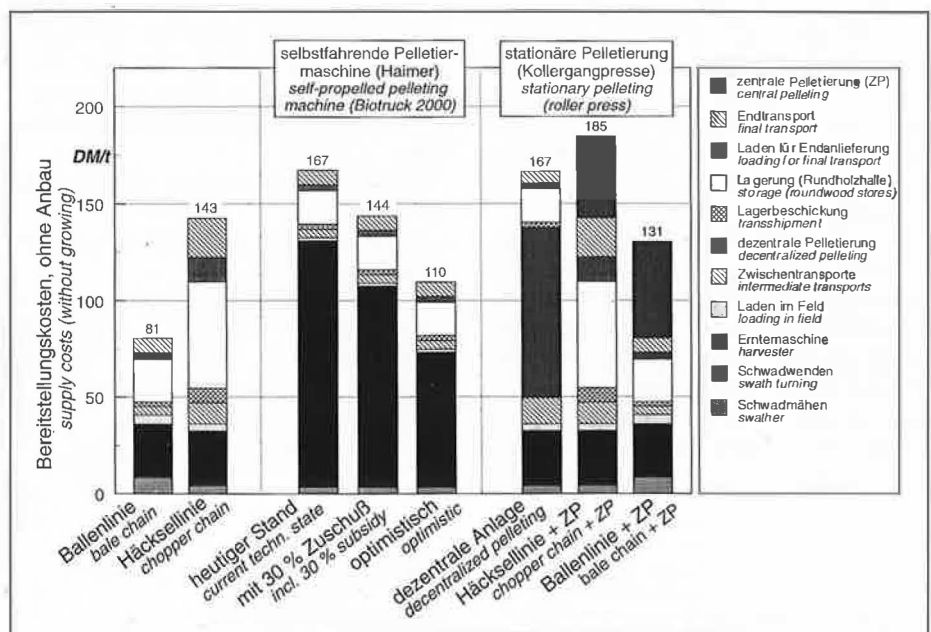


Bild 3: Bereitstellungskosten für Getreideganzpflanzen in verschiedenen Aufbereitungsformen

Fig 3: Total supply costs for whole grain crops in various processed forms