

Die sehr große Spanne zwischen der im Preßtopf erzielbaren Preßdichte und der nach Ausstoß und Expansion der Briketts verbleibenden Dichte läßt die Schwierigkeiten erkennen, die das Normaldruckverfahren in der Praxis mit sich bringt. Die erörterten Methoden für die Berechnung von Seitendruck, Querdruckzahl und Verdichtungsarbeit und die Angaben der hierfür notwendigen Stoffwerte stellen eine wesentliche Ergänzung der auf dem Gebiete des Verdichtens von Halmgut bisher noch sehr lückenhaften Unterlagen dar.

Schrifttum

- [1] *Matthies, H. J.*: Heubrikettieren — Stand und Aussichten. Landtechn. **20** (1965) H. 19, S. 662/68.
 [2] *Schoedder, F.*, und *W. Busse*: Einsatzversuche mit einer Aufsammler-Brikettierpresse. Landtechn. **19** (1964) H. 3, S. 57/62.

- [3] *Busse, W.*: Verdichten von Halmgütern mit hohen Normaldrücken. Fortschr. Ber. VDI-Z. Reihe 14, Nr. 1. Düsseldorf: VDI-Verlag 1966.
 [4] *Reece, F. N.*: Temperature, pressure and time relationships in forming dense hay wafers. ASAE-Paper Nr. 65-638.
 [5] *Dobie, J. B., Curley, R. G., Ronning, M.* und *P. S. Parsons*: Feeding and economic value of wafered hay for dairies. ASAE-Paper Nr. 65-640.
 [6] *Gustafson, B. W.*, und *H. E. deBuhr*: John Deere "400" hay cuber. ASAE-Paper Nr. 65-639.
 [7] *Skalweit, H.*: Kräfte und Beanspruchungen in Strohpressen. In: 4. Konstrukteur-Kursus. RKTl Schriften Heft 88. Berlin: Beuth-Vertrieb 1938, S. 30/35.
 [8] *Sacht, H. O.*: Das Verdichten von Halmgütern in Strangpressen. Bisher unveröffentl. Diss. Institut für Landmaschinen der TH Braunschweig, 1966.
 [9] *Busse, W.*: Die Theorie auf dem Gebiet des Verdichtens landwirtschaftlicher Halmgüter. Landtechn. Forsch. **14** (1964) H. 1, S. 6/15.

DK 631.364.5

Einsatzerfahrungen beim Brikettieren von Halmgut mit Normaldruck

Von **Hans Jürgen Matthies** Braunschweig

Professor Dr.-Ing. Georg Segler zum 60. Geburtstag

Für das Brikettieren von Halmgut wird in Amerika das für europäische Verhältnisse weniger geeignete Normaldruck-Verfahren schon in größerem Umfange angewendet. Unter Verwendung der eigenen Einsatzerfahrungen mit einer amerikanischen Aufsammlerbrikettierpresse werden insbesondere die im vergangenen Jahre in Amerika gewonnenen Erfahrungen geschildert. Die Entwicklung einer neuen amerikanischen Aufsammlerbrikettiermaschine, die Ergebnisse von Fütterungsversuchen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen geben einen guten Einblick in die Vor- und Nachteile des Brikettierverfahrens im allgemeinen und des Normaldruckverfahrens im besonderen; die Betrachtungen lassen Rückschlüsse auf das für europäische Verhältnisse besser geeignete Wickelverfahren zu.

Während wir bereits vor mehreren Jahren über die praktischen Einsatzerfahrungen mit einer amerikanischen Aufsammlerbrikettierpresse hier in Deutschland berichtet haben [1] und dabei zu dem Schluß kamen, daß diese nach dem Normaldruckprinzip arbeitenden Maschinen für unsere Klimagebiete kaum Bedeutung haben werden, haben amerikanische Firmen doch sehr intensiv an deren Weiterentwicklung gearbeitet. Die Einsatzmöglichkeiten für diese Brikettiermaschinen, besonders in den westlichen Staaten Nordamerikas, sind vor allem durch die recht günstigen klimatischen Verhältnisse und durch die Tatsache zu erklären, daß hier fast ausschließlich Luzerne verarbeitet wird. Darüber hinaus begünstigen die dortigen Verhältnisse die Entwicklung des Heubrikettierverfahrens insofern, als ein großer Teil der Heuproduktion in weit entfernt liegende Gebiete verkauft wird (beispielsweise von Kalifornien nach Hawaii). Obwohl die Stückzahl der in der Landwirtschaft eingesetzten Aufsammlerbrikettiermaschinen auch in den USA noch relativ gering sein dürfte, wurden im Jahre 1965 allein in den Weststaaten nach *Dobie* [2] bereits Heubriketts im Werte von 2 bis 3 Millionen Dollar hergestellt, davon etwa 75% für die Milchvieh- und 25% für die Mastviehfütterung. Der folgende kurze Beitrag behandelt im wesentlichen die recht interessanten Versuchsergebnisse, die in Amerika von *Dobie, Curley, Ronning* und *Parsons* [2; 3] und von *Gustafson* und *deBuhr* [4] beim Einsatz solcher Maschinen gewonnen wurden. Er ist im Zusammenhang mit dem vorstehenden Aufsatz zu sehen.

Ein Teil der oben erwähnten Brikettmenge wurde bereits mit den 1965 herausgebrachten, neuen selbstfahrenden Aufsammlerbrikettiermaschinen einer großen amerikanischen Firma hergestellt. Nachdem man zu Beginn der Entwicklung auch in Amerika Briketts von 75 bis 100 mm Durchmesser und darüber hergestellt hatte, führte die Entwicklung aus Gründen der höheren Schüttdichte und der besseren Handhabung der Briketts allmählich zu immer kleineren Brikettgrößen, so daß für die oben erwähnte Maschine, **Bild 1**, ein quadratischer Brikettquerschnitt von etwa 32 mm (1¼") bei einer Brikethöhe von etwa 50 bis 75 mm (2" bis 3") verwendet wird. Diese Maschine ist — wie von *Gustafson* [4] beschrieben — mit einer über dem Bandaufsammler angebrachten Spritzvorrichtung versehen, durch die das Luzerneheu unmittelbar vor dem Erfassen durch den Aufsammler mit Wasser besprüht und so in einen für das Verdichten günstigen Zustand gebracht wird. Durch die rotierenden Zubringer wird das Halmgut einer Trommelhäckselvorrichtung übergeben, die es auf eine theoretische Häcksellänge von 35 mm zerkleinert und die außerdem für eine gute Durchmischung des unter Umständen verschieden feuchten Gutes sorgt. Über eine größere Förderschnecke wird das gehäckselte

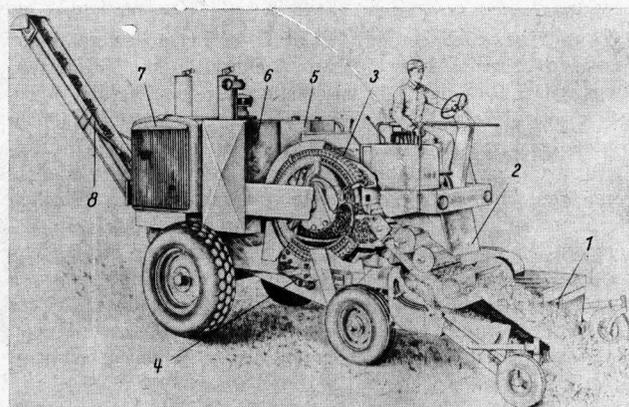


Bild 1. Selbstfahrende amerikanische Aufsammlerbrikettiermaschine.

(Werkbild John Deere)

- | | |
|---|----------------------|
| 1 Wassersprühröhr | 5 Wasserbehälter |
| 2 Zubringer und Häckselvorrichtung
(theor. Häcksellänge 35 mm) | 6 Öltank |
| 3 Preßrolle mit Ringmatrizen | 7 Aufbaumotor 216 PS |
| 4 Förderband | 8 Förderbänder |

Prof. Dr.-Ing. Hans Jürgen Matthies ist Ordinarius für Landmaschinen an der Technischen Hochschule Braunschweig und Direktor des dortigen Institutes für Landmaschinen.

Gut einer in ihrer Bauart schon bekannten Preßvorrichtung [1] zugeführt, durch deren insgesamt 66 Matrizen es bei einer Randtemperatur von 80 bis 90°C gepreßt wird. Nach *Gustafson* [4] verteilt sich die von der Maschine aufgenommene Leistung (maximal 216 PS bei einem Höchstdurchsatz von 9 t Luzerneheu/h; mittlerer Durchsatz 4,5 t/h) etwa wie folgt:

Brikettiervorrichtung	65,5%	Förderorgane	1,2%
Wasserpumpe	2,4%	Häcksler	7,2%
Hydraulik	2,6%	Fahrtrieb	6,4%
Aufsammler	5,2%	Übertragungsverluste	9,5%

In Abhängigkeit vom Halmgutdurchsatz ergibt sich der in **Bild 2** dargestellte Leistungsbedarf der Maschine, deren Tagesdurchsatz mit etwa 45 bis 55 t/Tag veranschlagt wird. Für den Feldeinsatz stehen 4-t-Spezial-Transportwagen zur Verfügung, **Bild 3**, die als Hochkipper ausgebildet sind und die Briketts am Feldrand direkt in den Transportwagen kippen können.

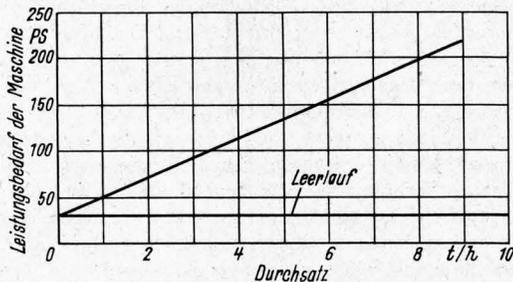


Bild 2. Leistungsbedarf einer amerikanischen Aufsammlerbrikettiermaschine nach *Gustafson* [4].

Während nach *Dobie* [2] bei Verwendung der 32-mm-Briketts mit durchschnittlichen Schüttdichten von 300 bis 500 kg/m³ gerechnet werden kann, gibt *Gustafson* [4] Brikettdichten von 700 bis 900 kg/m³ und die in **Bild 4** wiedergegebenen Zusammenhänge zwischen der Raumdichte der Einzelbriketts und der Schüttdichte an. Diese hohen Dichten geben Gewähr für eine weitgehende Verbesserung der Mechanisierung der Heubergung und der Lagerhaltung, und sie ermöglichen eine Herabsetzung der Transport- und Lagerkosten. Optimistische Beobachter in Amerika rechnen daher nach *Gustafson* damit, daß in drei bis fünf Jahren 75 bis 80% des in Kalifornien erzeugten Heues mit Brikettiermaschinen verarbeitet werden.

Tafel 1. Vergleich zwischen der Verfütterung von Ballenheu und von Heubriketts aus Luzerne nach *Dobie* [2].

	Ballenheu	Heubriketts 38 mm Φ = 1 1/2"
Einzelfütterung von Hand	i. M.	i. M.
tägl. Milchleistung (bez. auf 4% Fettgehalt)	kg/Kuh	14,2
Milchfettgehalt	%	5
tägl. Kraftfuttermenge	kg/Kuh	6,35
tägl. Heuaufnahme	kg/Kuh	11,2
Selbstfütterung		
tägl. Heuaufnahmen	kg/Kuh	13,1

An der Universität von Kalifornien in Davis wurden von *Ronning* und *Dobie* [3] Fütterungsversuche mit Milchvieh durchgeführt, in denen die Fütterung von Heubriketts mit der Fütterung von Heuballen verglichen wurde. Nach diesen Versuchen ist — wie **Tafel 1** zeigt — bei der Verfütterung von Briketts mit einer höheren Futtermenge und infolgedessen auch mit einer höheren Milchproduktion zu rechnen. Besonders gut wurden Briketts von den Tieren aufgenommen, die vorher mit vorgewärmter Luft behandelt worden waren. Aufgrund der Fütterungsergebnisse hofft man, infolge der im Durchschnitt um etwa 2,5 kg größeren Heuaufnahme bei der Verfütterung von Heubriketts, mit weniger Kraftfutter auszukommen und dabei trotzdem eine höhere Milchleistung zu erhalten.

Dobie vergleicht weiter die Kosten der Briketherstellung mit den Kosten für die Herstellung von Heuballen. Nach amerikanischen Erfahrungen rechnet man unter den heutigen Verhältnissen mit einer Lebensdauer der Brikettiermaschinen

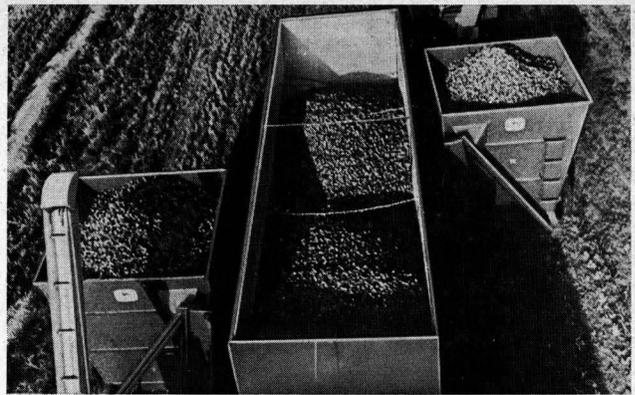


Bild 3. Feldeinsatz von zwei Aufsammlerbrikettiermaschinen mit zugehörigem Spezialtransportwagen.

(Werkbild John Deere)

von drei bis fünf Jahren und bei der obengenannten Maschine mit einem jährlichen Höchstdurchsatz von durchschnittlich 3400 t Heu je Maschine. Bei der Kostenberechnung fallen daher die heute noch hohen Anschaffungskosten besonders ins Gewicht, die für diese Maschine etwa 33000 Dollar ausmachen. Als wirtschaftliche Einheit wird unter kalifornischen Verhältnissen eine Gruppe von drei Maschinen mit einer Jahresproduktion von etwa 10000 t Heu angesehen. Für die Anschaffung dieser Maschinen einschließlich der zugehörigen Transport- und Förder-einrichtungen sind Investitionen in Höhe von insgesamt etwa 150000 Dollar erforderlich. Diese Zahlen sind nur unter amerikanischen Verhältnissen diskutabel; sie gelten auch nur für den mit dem Normaldruckverfahren verbundenen Aufwand, und es

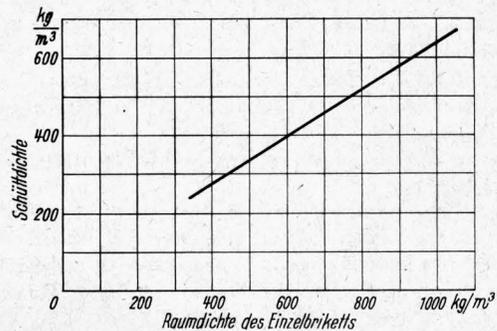


Bild 4. Zusammenhang zwischen Raumdichte des Einzelbriketts und Schüttdichte für Luzernebriketts von 32 mm Querschnitt und 50 bis 75 mm Höhe nach *Gustafson* [4].

ist anzunehmen, daß die Anwendung des für unsere europäischen Verhältnisse interessanten Wickelverfahrens eine ganz andere Kostengestaltung ermöglichen wird. Interessant ist aber die Feststellung von *Dobie*, daß sich in Amerika trotz dieser hohen Maschinenkosten Vorteile sowohl für den Hersteller der Briketts als auch für den Verbraucher ergeben.

Die Zahlen in **Tafel 2** zeigen, daß man für die Herstellung von Briketts unter sonst gleichen Verhältnissen gegenüber der Herstellung von Heuballen mit Mehrkosten in Höhe von etwa

Tafel 2. Herstellungskosten für Heubriketts im Vergleich zu Heuballen (Kaufpreis der Maschine 33000 \$, praktischer Durchsatz 4,5 t Luzerneheu/h, etwa 3400 t/Jahr) nach *Dobie* [2].

	Dollar je t Heu	
	Heuballen	Heubriketts
Mähen (Schwadmäher — Knickzetter)	1,49	1,49
Zusammenschwaden	0,42	—
Pressen bzw. Brikettieren	2,04	4,42
Transport zum Lager oder Zwischenlager	0,79	0,80
Lagerkosten	—	0,56
Überwachung und Wartung	0,55	1,10
Gesamtkosten für die Herstellung der Ballen bzw. Briketts	5,29	8,37

3,10 Dollar je t Heu rechnen muß. Die für Briketts angegebenen Lagerkosten sind dadurch zu erklären, daß man in Kalifornien Ballenheu ohne feste Überdachung lagern kann, während für mindestens etwa 25% der jährlichen Briketternte mit Unterdachlagerung gerechnet werden muß. Ferner erfordern die Brikettiermaschinen einen höheren Versorgungsaufwand als die Ballenpressen. Da der Verbraucher je t Heubriketts 5,5 Dollar mehr bezahlt als für Ballenheu, bleibt dem Hersteller nach Tafel 2 ein Gewinn von etwa 2,40 Dollar je t Heu; *Dobie* rechnet mit einem Gewinn von 1,90 bis 2,40 Dollar je t.

Die Mehrkosten für den Verbraucher von Briketts sind in Wirklichkeit geringer als 5,5 Dollar je t Heu. Der Verbraucher, d. h. in diesem Falle der milcherzeugende Betrieb, zahlt nach den amerikanischen Untersuchungen infolge der geringeren Transport- und Einlagerungskosten nach **Tafel 3** tatsächlich nur etwa 3,3 bis 3,8 Dollar mehr je t Heu, wenn er sie anstatt in Ballenform in Form von Briketts bezieht. Diesen Mehrkosten stehen

Tafel 3. Einkaufskosten für Luzerneheu-Briketts im Vergleich zu Heuballen nach *Dobie* [2].

	Dollar je t Heu	
	Heuballen	Heubriketts
Einkaufspreis	27,60	33,00
Transportkosten (> 160 km)	6,20	4,60
Einlagerungskosten	1,10	0,55
Zwischenhändlerprovision	2,20	2,20
Gesamtkosten für den Verbraucher	37,10	40,35

nach den Untersuchungen von *Dobie* im Vergleich zur Verwendung von Heuballen Einsparungen in Höhe von mindestens 5,5 Dollar je t Heu gegenüber, die sich aus den folgenden Einzelkosten zusammensetzen:

- Ersparnis an Kraftfutter (2,2 Dollar/t Heu),
- geringere Einlagerungs-, Entnahme- und Verfütterungskosten (1,1 Dollar/t Heu),
- geringere Verluste, insbesondere bei der Verfütterung (1,1 Dollar/t Heu),
- höherer Trockenmassenanteil der Briketts (0,83 Dollar/tHeu), (Heubriketts werden in Kalifornien durchschnittlich mit etwa 12%, Heuballen mit etwa 16% Feuchtegehalt geliefert),
- Ersparnis an Bindegarn oder Bindendraht, dessen Verwendung für die Tiere besonders gefährlich ist,
- Gewinn an Protein (1 bis 1½%) gegenüber Ballenheu,
- einfachere und weniger gefährliche Handhabung der Briketts.

Vergleicht man diese Einzelkosten — die insgesamt einen Wert von etwa 5,5 Dollar/t Heu ausmachen — mit den tat-

sächlichen Mehrkosten in Höhe von 3,3 bis 3,8 Dollar/t Heu, so ergibt sich auch für den Verbraucher bei der Verfütterung von Briketts gegenüber der Verfütterung von Ballenheu ein Gewinn, der zwischen 1,7 und 2,2 Dollar/t Heu liegt.

Obwohl es auf der Hand liegt, daß auch diese Zahlen noch viele Fragen offenlassen und daß sie sich in keiner Weise etwa auf deutsche Verhältnisse übertragen lassen, und obwohl darin die bei uns wahrscheinlich sehr entscheidenden, in den Weststaaten Amerikas aber kaum bedeutenden oder gar nicht vorhandenen Trocknungskosten nicht enthalten sind, geben sie doch einen ersten, umfassenden Überblick über die beim Einsatz des Brikettierverfahrens in Amerika in einem größeren Rahmen gewonnenen Untersuchungsergebnisse.

In Deutschland ist der Einsatz von Normaldruckmaschinen wenig sinnvoll. Der weitere Einsatz der von uns beschafften amerikanischen Aufsammelbrikettiermaschine in einem norddeutschen Betrieb bestätigte lediglich die bereits von *Schoedder* und *Busse* [1] geschilderten Erfahrungen. Der hohe Leistungsbedarf, die Tatsache, daß nur gleichmäßig trockenes Heu bis zu einem Feuchtegehalt von 25% verarbeitet werden kann, und der Umstand, daß eine Verarbeitung von Wiesenheu erhebliche Schwierigkeiten verursacht, bilden die Haupthindernisse für den Einsatz der bisher angebotenen Brikettiermaschinen unter europäischen Verhältnissen. Die Heubrikettiermaschine wird für Europa und für Deutschland erst dann Bedeutung gewinnen können, wenn sie mit einem erträglichen Leistungsbedarf arbeiten kann und wenn sie in der Lage sein wird, Grüngut beliebigen Feuchtegehaltes sicher zu Briketts zu verarbeiten. Beide Forderungen vermag das Normaldruck-Verfahren nicht zu erfüllen. Im Gegensatz dazu scheint aber das Radialdruck- oder Wickelverfahren hierzu durchaus geeignet und daher in der Lage zu sein, die bei der Verwendung von Heubriketts zweifellos vorhandenen Vorteile auch für die deutsche Landwirtschaft nutzbar zu machen.

Schrifttum

- [1] *Schoedder, F.*, und *W. Busse*: Einsatzversuche mit einer Aufsammel-Brikettierpresse. *Landtechn.* **19** (1964) H. 3, S. 57/62.
- [2] *Dobie, J. B.*, *R. G. Curley, M. Ronning* und *P. S. Parsons*: Feeding and economic value of wafered hay for dairies. ASAE-Paper Nr. 65-640 (1965).
- [3] *Ronning, M.*, und *J. B. Dobie*: Wafered versus baled alfalfa hay for milk production. *J. Dairy Sci.* **45** (1962) S. 969/71.
- [4] *Gustafson, B. W.*, und *H. E. deBuhr*: John Deere "400" hay cuber. ASAE-Paper Nr. 65-639 (1965).

DK 631.354.2:631.361.2

Versuch einer dünn-schichtigen Getreidezuführung beim Dreschen

Von **Franz Wieneke** und **Ludwig Caspers**, Braunschweig-Völkenrode

Professor Dr.-Ing. Georg Segler zum 60. Geburtstag

Durch dünn ausgelegte Halmschichten kann bekanntlich die Arbeitsqualität der Dreschorgane verbessert oder bei gleicher Arbeitsqualität der Durchsatz gesteigert werden. Es wurde deshalb untersucht, inwieweit mit den herkömmlichen Förderorganen in den Mähdreschern eine Verdünnung des Halmgutstromes zu erreichen ist. Da sich vermutlich kurzes Halmgut leichter auseinanderziehen

läßt als langes, wurde untersucht, von welcher Halmlänge ab eine wesentliche Verbesserung der Arbeitsqualität festzustellen ist. Mit einfachen Zuführeinrichtungen mit Schneidwerkzeugen wurde versucht, den Gutstrom aufzureißen und zu zerteilen.

Die Leistungsfähigkeit der Dreschorgane wird praktisch begrenzt durch die zu verarbeitende Strohmasse. Es wurde früher gezeigt [1; 2; 3], wie durch dünn ausgelegte Halmschichten die Arbeitsqualität der Dreschorgane verbessert oder bei gleicher Arbeitsqualität der Durchsatz erhöht werden kann. Dicke Strohmatte werden von der Dreschtrömmel nicht gleichmäßig aufgelöst, sondern in stark verdichteten Haufen eingezogen, aus denen die Körner nur schwer abgeschieden werden können. *Dolling* [4] wies nach, daß auch beim Mähdrescher das Getreide meistens in Haufen den Dreschorganen zugeführt wird.

Prof. Dr.-Ing. Franz Wieneke ist Ordinarius und Direktor des Landmaschinen-Institutes an der Georg-August-Universität Göttingen. Die vorstehende Arbeit ist während seiner Tätigkeit als Direktor des Institutes für Landmaschinenforschung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode entstanden. Dipl.-Ing. Ludwig Caspers ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Landmaschinenforschung in Braunschweig-Völkenrode.