

Es wird ein pneumatisch arbeitendes Sägerät vorgestellt, das die Einzelkornsaat von Getreide realisieren soll. Nach der Diskussion grundsätzlicher Überlegungen zur Art des Säsystems wird das neu entwickelte Sägerät schrittweise in den Phasen Kornaufnahme, Kornvereinzelnung, Kornabwurf und Kornablage optimiert.

Auf die Kornaufnahme haben Einfluß: Drehfrequenz der Säwalze und des Zuführorgans, Form des Zuführorgans, Kornfüllhöhe an der Säwalze und Unterdruck. Eine Kornvereinzelnung wird notwendig, da zwischen 20 und 110 % Doppelbelegungen auftreten.

Die genaueste Kornvereinzelnung gelingt mit einem beidseitig wirkenden Abstreifer, der die überzähligen Körner schonend von den Saugöffnungen verdrängt. Für alle Getreidearten liegt die Einzelkornfassung nach der Vereinzelnung über 96 %.

Probleme treten beim Kornabwurf auf, weil nicht alle Körner am vorgesehenen Punkt das Sägerät verlassen. Die Verlängerung der unterdruckfreien Strecke in Verbindung mit einem Zwangsauswerfer schafft hier Abhilfe.

Die Ablagequalität als Resultat des gesamten Sävorgangs ist bei dem Einzelkornsägerät deutlich besser als bei Drillmaschinen. Während bei letzteren die Kornabstände in der Reihe immer Variationskoeffizienten von etwa 100 % aufweisen, erreicht das Einzelkornsägerät für Hafer Variationskoeffizienten von 40 bis 45 %, für Roggen solche von 20 bis 25 %.

Mehrere Reihen von Saugöffnungen nebeneinander auf einer durchgehenden Säwalze angebracht, ergeben eine Einzelkornsämaschine für Getreide, die in der Lage ist, Reihenabstände unter 10 cm zu verwirklichen. Vorerst fehlen dazu noch die geeigneten Werkzeuge zur Saatrinnenbildung.

#### Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [ 1 ] ● *Heege, H.J.*: Die Gleichstand-, Drill- und Breitsaat des Getreides unter besonderer Berücksichtigung der flächenmäßigen Kornverteilung. KTL-Berichte über Landtechnik Bd. 112 (1967).

- [ 2 ] *Howe, S.*: Precision drilled cereals. Power Farming Bd. 55 (1967) Nr. 7, S. 50/53.
- [ 3 ] *Braunbeck, O.A. u. R.H. Wilkinson*: Adaptation of a pneumatic row crop planter for precision drilling of wheat. ASAE-Paper Nr. 75-1001 (1975).
- [ 4 ] *Budagov, A.A.*: Voraussetzungen für die Entwicklung von Einzelkornsägeräten im Getreidebau. Mechanizacija i elektrifikacija socialističeskogo sel' skogo chozjajstva Bd. 34 (1976) S. 14/16.
- [ 5 ] *Nachtweh, A.*: Einzelkornsämaschinen. Deutsche Landwirtschaftliche Presse Bd. 51 (1924) Nr. 12, 13, 15–18 (Sonderdruck).
- [ 6 ] *Schulz, D.*: Pneumatische oder mechanische Einzelkornsaat von Getreide. Unveröffentlichter Versuchsbericht des Instituts für Landtechnik, Bonn, 1978.
- [ 7 ] ● *Weller, K.*: Die rein pneumatische Gleichstandsaaat. Diss. TH München, 1958.
- [ 8 ] *Fouad, H.A. u. W. Brinkmann*: Untersuchungen zur pneumatischen Einzelkornförderung in einer Schlauchleitung. Grundl. Landtechnik Bd. 25 (1975) Nr. 6, S. 177/86.
- [ 9 ] *Kühne, G.*: Das Problem der maschinellen Einzelkornsaat. VDI-Z. Bd. 68 (1924) Nr. 6, S. 113/17.
- [ 10 ] ● *Jogwich, A.*: Strömungslehre. Essen: Girardet 1975, S. 141.
- [ 11 ] ● *Eck, B.*: Technische Strömungslehre. Berlin: Springer 1966, S. 433.
- [ 12 ] ● *Brenner, W.G.*: Beiträge zur Kenntnis des Sortiervorganges bei der Sichtung von Saatgetreide durch Windströme. RKTl-Schriften Bd. 2 (1928).
- [ 13 ] ● *Mülle, G.*: Untersuchungen zur Einzelkornsaat von Getreide. Forschungsber. Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG) Bd. 32 (1979).
- [ 14 ] ● *Evers, P.N.*: Untersuchungen zur Längsverteilung von Rübensamen in der Saattrinne. Diss. Univ. Bonn, 1962.

## Derzeitiger Stand des Wickelbrikettierens von Halmgut

Von Bernd Scheufler, Braunschweig\*)

DK 631.363.283

Das Wickelbrikettieren von Halmgut mit einer anschließenden Konservierung ist ein Ernteverfahren, das Vorteile bietet. Die Wickelbriketts lassen sich wie ein Schüttgut handhaben, und durch die hohe Dichte benötigen die Halmgutwickel nur wenig Transport- und Lagerraum. Die Entwicklung und Erprobung einer Wickelbrikettiermaschine erfolgte während der vergangenen Jahre in den USA. In den beiden letzten Ernteperioden wurden zwei aus den USA eingeführte Maschinen unter deutschen Ernteverhältnissen eingesetzt und erprobt. Dabei wurden die wesentlichen betriebstechnischen Eigenschaften, wie z.B. Halmgutdurchsatz und durchsatzbezogener Leistungsbedarf sowie die anschließende Handhabung der Wickelbriketts auf dem Hof, untersucht.

\*) Dipl.-Ing. Bernd Scheufler ist wissenschaftlicher Assistent am Institut für Landmaschinen (Direktor: Prof. Dr.-Ing. H.J. Matthies) der Technischen Universität Braunschweig.

### 1. Allgemeines

Im Gegensatz zu den Verfahren der Hackfrucht- und der Getreideernte, wo sich im Laufe der vergangenen Jahre verlustarme und betriebstechnisch günstige Arbeitskette herausgebildet haben, wurden bei der Halmfütterernte verschiedenartige Verfahren entwickelt und praktiziert. Keines dieser Verfahren kann für sich in Anspruch nehmen, betriebswirtschaftlich die optimalen Verhältnisse zu bieten und damit am vorläufigen Ende einer Entwicklung zu stehen.

Das sogenannte Wickelbrikettieren des Halmgutes im Zusammenwirken mit einem neuartigen Konservierungsverfahren ist nun ein Ernteverfahren, das sich im gesamten Verlauf der Arbeitskette, die vom Aufsammeln des Halmgutes auf dem Feld über das Einlagern auf dem Hof bis zum Verfütern des Halmgutes reicht, einfach und bequem handhaben läßt. Auf dem Feld wird das Halmgut von der Aufsammlerbrikettiermaschine schon nach kurzer Trocknungszeit noch feucht aufgenommen und von mehreren rotierenden Walzen aufgewickelt und zu einem festen Strang verdichtet. Dieses Radialdruckverfahren ist bekannt geworden unter der Bezeichnung "Wickelbrikettieren" oder auch "Wickelverdichten".

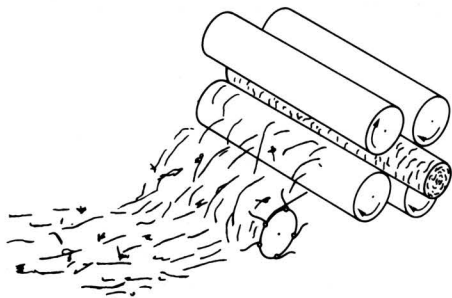
Bereits Ende der sechziger und Anfang der siebziger Jahre wurden zu diesem Ernteverfahren umfangreiche Untersuchungen in Deutschland und den USA durchgeführt [1]. Schwierigkeiten bei der Konservierung des feucht gewickelten Halmgutes sowie Probleme bei der Gutzuführung in den Verdichtungsraum verzögerten allerdings die Weiterentwicklung in Deutschland. *Molitorisz* führte die Entwicklung dann in den USA weiter [2]. Versuchsmaschinen wurden hier hauptsächlich bei der Luzerneernte eingesetzt.

## 2. Prinzip des Wickelbrikettierens

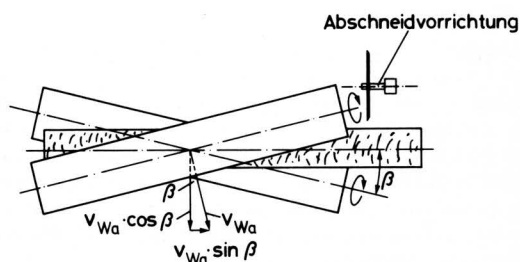
Von den zahlreichen untersuchten Wickelprinzipien erwies sich die Wickelverdichtung zwischen vier zylindrischen Walzen als am günstigsten. Im **Bild 1** ist der Wickelvorgang im Prinzip dargestellt. Das im Schwad liegende Halmgut wird hierbei von dem Aufsammler den Wickelwalzen direkt zugeführt und von diesen wie ein Teppich aufgewickelt. Die vier Walzen begrenzen einen Verdichtungsraum, dessen maßgebliche Abmessung, der Abstand gegenüberliegender Walzen, im folgenden mit "theoretischer Wickeldurchmesser" bezeichnet sei. Der Halmgutteppich wird dem Verdichtungsraum kontinuierlich zugeführt und ohne absätzig Bewegung zu einem Strang verdichtet. Um die Wickelkammer für das aufgenommene Gut wieder freizumachen, wird der Halmgutstrang axial ausgedrückt. Diese Bewegung läßt sich durch Verschränken der Walzen erzielen, **Bild 2**. Zwischen den zu Beginn parallelen Achsen der Walzen – zur besseren Anschauung sind nur zwei Walzen eingezeichnet – und der Wickelraumachse entsteht so ein Verschränkungswinkel  $\beta$ . Die Umfangsgeschwindigkeit  $v_{Wa}$  an den Walzen zerlegt sich somit am Halmgutstrang in den Anteil  $v_{Wa} \cos \beta$  – diese Geschwindigkeitskomponente wälzt den Halmgutstrang weiter um – und in den Anteil  $v_{Wa} \sin \beta$ . Diese Geschwindigkeitskomponente schiebt den Halmgutstrang in axialer Richtung aus dem Verdichtungsraum. Nach Verlassen des Wickelraumes wird der Wickelstrang von der angedeuteten Schneidvorrichtung in die einzelnen Briketts zerteilt.

Das Verschränken der Walzen läßt sich erreichen, indem man die beiden Lagerschilde für die vier Walzen gegeneinander verdreht.

Zum Übertragen der für den Verdichtungsprozess erforderlichen Kraft muß zu Beginn des Wickelvorganges ein sogenannter Startwickel im Verdichtungsraum vorhanden sein. Um Verstopfungen



**Bild 1.** Prinzip des Wickelvorgangs.



**Bild 2.** Ausschub des Halmgutstranges durch Verschränken der Walzen.

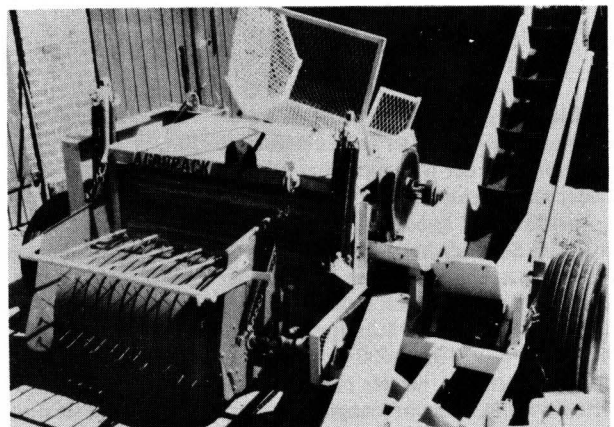
weitgehend zu vermeiden, sollte man große Reibkräfte zwischen Walzen und Wickel anstreben.

Das im Schwad liegende Halmgut weist in der Regel eine ungleichmäßige Verteilung auf. Entsprechend ungleichmäßig wird dieses Halmgut den Wickelwalzen zugeführt. Diese Schwankungen lassen sich durch zwei Maßnahmen von dem Wickelaggregat ausgleichen.

1. Technisch sehr einfach lösbar ist ein Ausgleich für die schwankende Zufuhr durch Anpassen des "theoretischen Wickeldurchmessers". Bei erhöhter Halmgutzufuhr können die anwachsenden Verdichtungskräfte dazu benutzt werden, die gegen Federn abgestützten Walzen radial nach außen zu drücken und damit den Wickelraum zu vergrößern. Neben dem Nachteil, daß diese Maßnahme bei völlig unterbrochener Gutzufuhr nicht ausreicht, ein Leerlaufen des Wickelraumes zu verhindern – wodurch das nachfolgende Gut nicht mehr eingezogen werden kann –, müssen unterschiedliche Durchmesser der Wickel und eine unterschiedliche Wickelfestigkeit in Kauf genommen werden.
2. Durch Variieren des Verschränkungswinkels läßt sich die Ausschubgeschwindigkeit des Halmgutstranges dem Durchsatz anpassen. Ein größerer Verschränkungswinkel ist mit einer größeren axialen Geschwindigkeitskomponente verbunden. Wird kein Halmgut zugeführt, so schwenken die Walzen auf den Verschränkungswinkel  $\beta = 0$  (parallele Lage der Achsen). Der Wickelstrang wird ohne Ausschub umgewälzt.

Für diese Regelvorgänge werden lediglich die Reaktionskräfte an den Wickelwalzen ausgenutzt. Die Stellung der Walzen paßt sich dem schwankenden Durchsatz selbsttätig durch radiales Ausweichen und Verschränken an.

**Bild 3** zeigt die praktische Ausführung einer Versuchsmaschine. Der Aufsammler führt das Halmgut den Walzen nur im linken Bereich zu, so daß beim axialen Ausschub des Wickelstranges im rechten Bereich der Walzen noch mehrfache Überrollungen stattfinden, die die Festigkeit des Halmgutstranges erhöhen. Auf die Walzen ist Bandeisen aufgeschweißt. Es ergibt sich so durch die profilierte Oberfläche ein besserer Kontakt zwischen Walze und Halmgutstrang. Am Austritt des Halmgutstranges befindet sich die Abschneidvorrichtung. Die rotierende Trennscheibe führt rhythmische Schwenkbewegungen aus und zerteilt so beim Ablassen den Halmgutstrang in die einzelnen Briketts. Während des Betriebes ist dieser Bereich durch ein Schutzgitter (im Bild hochgeklappt) abgesichert. Der "theoretische Wickeldurchmesser" beträgt  $d = 13$  cm. Die Walzen können, wie oben bereits beschrieben, bei plötzlich erhöhter Halmgutzufuhr gegen den Druck der Federpakete ausweichen. Der theoretische Wickeldurchmesser vergrößert sich dabei um etwas mehr als 20 %. Das bedeutet einen Volumenzuwachs des Wickelstranges um etwa 50 %. Nach dem Schneidvorgang fallen die Wickelbriketts auf den Elevator und werden direkt auf den an die Maschine angehängten Wagen gefördert.



**Bild 3.** Praktische Ausführung einer Wickelbrikettiermaschine.

### 3. Betriebsdaten der Versuchsmaschinen

Ziel der Untersuchungen war es, vor allem die betriebstechnischen Eigenschaften der Brikettiermaschinen unter deutschen Ernteverhältnissen zu prüfen.

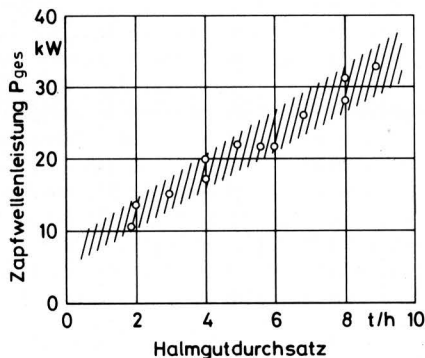
Die Maschinen haben im wesentlichen zwei Forderungen zu erfüllen. Sie sollen nämlich:

1. einen möglichst hohen Halmgutdurchsatz funktionssicher und bei wirtschaftlich tragbarem Leistungsbedarf bewältigen und
2. Wickelbriketts mit ausreichender Festigkeit, hoher Schüttdichte und guten Schütteeigenschaften herstellen können.

Das Halmgut wurde mit einem Gutfeuchtegehalt von 45–50 % brikettiert. Für die Versuche wurden mit einem Kreiselschwader Schwade unterschiedlicher Stärke gezogen, die von der Maschine bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten aufgenommen wurden. Wie zu erwarten, stieg die Zapfwellenleistung proportional zum Durchsatz an, **Bild 4**. Die Verlustleistung der Maschine betrug etwa  $P_{Verl} = 6 \text{ kW}$ . Unter Verlustleistung ist der Anteil an der Gesamtleistung zu verstehen, der nicht unmittelbar zum Verdichten des Halmgutes mit beiträgt.

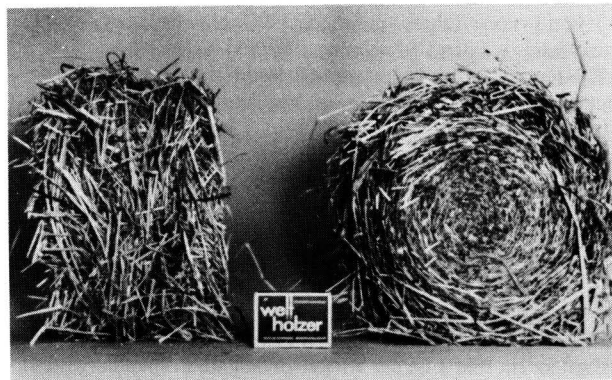
Da es sehr schwer war, eine präzise Zuordnung zwischen Leistungsbedarf und Halmgutdurchsatz herzustellen, ist in **Bild 4** ein Streubereich angegeben. Man kann aber davon ausgehen, daß in diesem Arbeitsbereich noch eine annähernd lineare Zuordnung besteht. Bei weiterer Steigerung des Halmgutdurchsatzes ist allerdings mit einer überproportionalen Zunahme des Leistungsbedarfs zu rechnen.

Die Halmgutwickel verlassen die Wickelkammer der Maschine, ohne mit Bindegarn abgebunden zu werden. Allein durch die Verflechtungen der Halme untereinander hält der Wickel zusammen. Bei der weiteren Handhabung werden die Halmgutwickel wie ein Schüttgut behandelt. Dazu ist es notwendig, daß der Wickel eine ausreichende Festigkeit besitzt, d.h. er darf beim Transportieren und Umschlagen nicht auseinanderfallen, und es sollte sich nach Möglichkeit kein Gut von dem Wickel lösen.



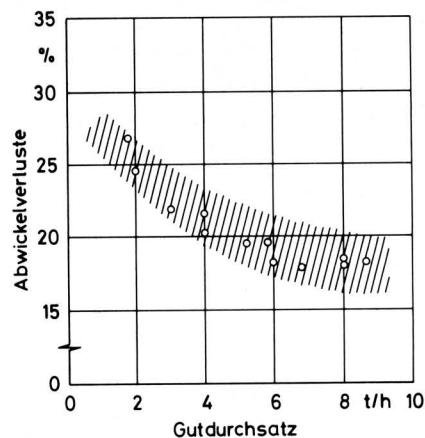
**Bild 4.** Leistungsbedarf der Maschine in Abhängigkeit vom Halmgutdurchsatz.

Das **Bild 5** zeigt zwei Wickelbriketts aus der Versuchsserie der Sommersaison 1978. Der Durchmesser betrug  $d_{Wi} = 15 \text{ cm}$ ; d.h. nach Verlassen der Wickelkammer hatte sich der Halmgutwickel wieder rückgedehnt. Die Dichte dieser Wickel ließ sich zu  $\rho_{Wi} = 400 \text{ kg/m}^3$  errechnen. Eine Schüttung mit diesen Wickeln hatte eine Schüttdichte von etwa  $\rho_{Sch} = 250\text{--}300 \text{ kg/m}^3$ . Bei der Versuchsmaschine der Saison 1979 lief der Verdichtungsvorgang besser ab. Es ergaben sich Halmgutwickel mit einer Dichte von  $\rho_{Wi} = 550 \text{ kg/m}^3$ . Eine Schüttung mit diesen Wickeln hatte eine Dichte von  $\rho_{Sch} = 350\text{--}400 \text{ kg/m}^3$ . Allerdings arbeitete die Abschneidvorrichtung, die den Halmgutstrang in die Wickelbriketts zerteilen sollte, nur sehr mangelhaft. Beim Schneiden riß sie den recht gut gewickelten und verdichteten Halmgutstrang wieder auseinander, so daß nur wenige Wickel die gewünschte Form aufwiesen.



**Bild 5.** Wickelbrikettiertes Halmgut.

Der Anteil losen Gutes betrug bei der ersten Versuchsmaschine durchschnittlich 20 % vom Gesamtgewicht. Da das lose Gut eine sehr viel niedrigere Dichte hatte, war das Volumenverhältnis loses Gut zu Halmgutwickel nahezu 1 : 1. Die Versuche zeigten allerdings, daß der Anteil des losen Gutes mit gesteigertem Durchsatz abnahm. Lagen die Abwickelverluste bei einem niedrigen Durchsatz noch bei 27 %, so verminderten sich diese Verluste mit steigendem Durchsatz bis auf 18 %, **Bild 6**. Für dieses Verhalten gibt es eine einfache Erklärung. Das Halmgut wird mit steigendem Durchsatz stärker verdichtet. Mit ansteigender Dichte des Wickels erhöht sich gleichzeitig die Festigkeit. Das Halmgut wird fester zusammengedrückt und untereinander enger verflochten.



**Bild 6.** Abwickelverluste in Abhängigkeit vom Halmgutdurchsatz.

Einen zusammenfassenden Überblick über Maßnahmen zur Steigerung des Halmgutdurchsatzes und über den damit verbundenen Einfluß auf Festigkeit und Leistungsbedarf gibt **Tafel 1**. Es ist hier u.a. auch auf Ergebnisse zurückgegriffen, die *Scheffler* am Institut für Landmaschinen der TU Braunschweig an einer stationären Wickelbrikettiermaschine ermittelt [3].

Eine Steigerung der Dichte erhöht sowohl den Durchsatz als auch die Festigkeit. Zwei im Grunde genommen erstrebenswerte Eigenschaften. Allerdings geraten wir hier mit einer Dichte des Wickels von  $\rho_{Wi} = 700 \text{ kg/m}^3$  bei einem Feuchtegehalt  $U = 45\%$  an eine obere Grenze. Bei höheren Dichten beginnen Säfte auszutreten und die Festigkeit steigt so stark an, daß sich die Wickel nicht mehr verfüttern lassen. Regulieren läßt sich die Dichte, indem man die Federkräfte, gegen die sich die Walzen abstützen, vergrößert oder verkleinert.

Es ist nicht möglich, den Verschränkungswinkel  $\beta$  beliebig zu vergrößern. Der Verdichtungsraum würde dann zu sehr von der zylindrischen Form abweichen.

| bewirkt bei<br>Vergrößern<br>von  | Durchsatz | Festigkeit | durchsatzbez.<br>Leistungsbe-<br>darf |
|-----------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------|
| Wickeldichte $\rho_{Wi}$          | ↗         | ↗          | ↗                                     |
| Verschränkungs-<br>winkel $\beta$ | ↗         | ↘          | →                                     |
| Wickeldurch-<br>messer $d_{Wi}$   | ↗         | ↘          | →                                     |
| Walzendrehzahl $n_{Wa}$           | ↗         | →          | →                                     |
| Walzenlänge $l_{Wa}$              | ↘         | ↗          | →                                     |

↗ Ansteigen, → unverändert, ↘ Abfallen

**Tafel 1.** Einfluß verschiedener Faktoren auf Durchsatz, Festigkeit, und Antriebsleistung.

Eine wesentliche Vergrößerung des theoretischen Wickeldurchmessers erhöht zwar den Durchsatz, aber der Wickel hält nicht mehr zusammen. Mit 15–16 cm Wickeldurchmesser dürfte ein optimaler Wert erreicht sein.

Mit einer Erhöhung der Walzendrehzahl läßt sich der Durchsatz steigern, d.h. es kann mehr Halmgut zugeführt werden. Der Gesamtleistungsbedarf steigt an, während der durchsatzbezogene Leistungsbedarf in kW/(t/h) nahezu konstant bleibt. Die Walzendrehzahl der Versuchsmaschine betrug  $n_{Wa} = 270 \text{ min}^{-1}$  bei einer Zapfwelldrehzahl von  $n_Z = 540 \text{ min}^{-1}$ . Versuche an der stationären Maschine ergaben noch gute Wickelergebnisse bei einer Walzendrehzahl von  $n_{Wa} = 700 \text{ min}^{-1}$ . Hier bieten sich noch Verbesserungsmöglichkeiten an.

Eine größere Walzenlänge  $l_{Wa}$  hat zwar eine höhere Festigkeit der Wickel zur Folge, da der Halmgutstrang in einem längeren Bereich überrollt wird, um aber die annähernd zylindrische Form des Verdichtungsraumes aufrecht zu erhalten, muß der maximale Verschränkungswinkel  $\beta_{max}$  dann verkleinert werden. Die Ausschubgeschwindigkeit würde sich verringern.

Entsprechend den Feststellungen an der stationären Wickelmaschine zeigten die bei der zweiten Maschine verwendeten Walzen mit gummibeschichteten Oberflächen sehr viel bessere Ergebnisse als die in der ersten Maschine verwendeten Stahlwalzen. Der Reibbeiwert zwischen Walzen und Halmgut ist günstiger. Das Halmgut wird besser eingezogen und gewickelt. Selbst das kurze Halmgut des zweiten Schnittes ließ sich ohne Schwierigkeiten brikettieren.

#### 4. Konservieren des feuchtgewickelten Halmgutes

Feuchtes, von der Wickelbrikettiermaschine aufgenommenes Halmgut muß konservierend nachbehandelt werden, wenn es über längere Zeit lagerfähig sein soll. Das Nachtrocknen erwies sich dabei als zu unwirtschaftlich, so daß chemische Konservierungsverfahren erprobt werden mußten.

In einem gleichzeitig ablaufenden Versuchsprogramm führte das Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode [4]

Untersuchungen mit chemischen Konservierungsmitteln durch. Als flüssige Konservierungsmittel wurden Lösungen von Propionsäure und Ammoniumpropionat eingesetzt. Sie wurden vor dem Verdichten des Halmgutes aufgebracht. Es ergaben sich dabei allerdings nur unbefriedigende Ergebnisse. Die Konservierungsmittel, die über dem Aufsammler auf den Halmgutteppich gesprüht wurden, drangen nicht tief genug ein und benetzten nur einen Teil des Halmgutes. Die eingelagerten Wickel verrotteten.

Sehr viel bessere Ergebnisse ließen sich mit dem gasförmigen Konservierungsmittel Ammoniak erzielen. Das Ammoniak wird nach dem Einlagern in den mit Kunststoffolien abgedeckten Halmguthaufen geblasen. Das Konservierungsmittel verteilte sich ausreichend gut und durchdrang auch die hochverdichteten Halmgutwickel.

#### 5. Zusammenfassung und Ausblick

Bei dem Verfahren Wickelbrikettieren mit anschließendem Konservieren kann das Halmgut schon nach einer kurzen Trockenperiode auf dem Feld aufgenommen und verdichtet werden. Witterungseinflüsse lassen sich somit weitgehend einschränken. Die Verluste von wertvollen Nährstoffen, die schon nach wenigen Tagen Trocknungszeit stark ansteigen, können klein gehalten werden. Die Wickel lassen sich wie ein Schüttgut handhaben und in der gewickelten Form verfüttern.

Zum Verfüttern lassen sich die Halmgutwickel mit dem Frontlader dem Halmguthaufen entnehmen. Die Wickel können dem Vieh in entsprechenden Portionen vorgelegt werden. Ein zusätzlicher Arbeitsgang, wie Auflösen der Halmgutwickel, ist nicht erforderlich. In einer weiteren Ausbaustufe ließe sich die Verteilung der Briketts vollständig mechanisieren. Mit Fördereinrichtungen kann die Futterzuteilung von den Lagerräumen bis zu den Futtertrögen voll automatisiert werden.

Bei den beiden Versuchsmaschinen handelte es sich um Prototypen. Bis zu einer endgültigen Serienreife ist noch Entwicklungsarbeit zu leisten. Die einzelnen Arbeitsgänge innerhalb der Maschine müssen noch optimiert und aufeinander abgestimmt werden. Der Halmgutdurchsatz muß in einer anderen Erntemaschinen vergleichbaren Größenordnung liegen. Weiterhin gilt es, die Oberfläche der Halmgutwickel zu verbessern und den Anteil an losem Gut zu reduzieren.

#### Schrifttum

- [ 1 ] Scheffler, E.: Grundsätzliche Gesichtspunkte zur Gestaltung von Wickelbrikettiermaschinen. Teil 1 bis Teil 3, Grundl. Landtechnik Bd. 20 (1970) Nr. 1, S. 8/10; Nr. 2, S. 47/50; Nr. 3, S. 77/81.
- [ 2 ] Molitorisz, J. u. H.F. Mc Colly: Development and analysis of the rolling-compressing wafering process. ASAE-Paper No. 68-634 (1968).
- [ 3 ] Scheffler, E.: Die Wickelverdichtung von Halmgut. Diss. TU Braunschweig 1971.
- [ 4 ] Küntzel, U. u. G. Pahlow: Wasserfreies Ammoniak zur Konservierung von Feuchtheu. Das Wirtschaftseigene Futter Bd. 26 (1980) Nr. 1 (im Druck).