

# Großballen-Rollpressen, ein neuer Weg für die Halmgutverdichtung

Von Hans Otto Sacht, Wolfenbüttel\*)

Professor Dr.-Ing. Hans Jürgen Matthies zum 60. Geburtstag

DK 631.364.5

Großballen-Rollpressen führen sich in der Landwirtschaft zunehmend ein. Es wird ein Überblick über die konstruktiven Schritte, die zu dieser Maschinenart geführt haben, gegeben und über Ergebnisse von Verdichtungsuntersuchungen berichtet, die parallel zur praktischen Entwicklung durchgeführt worden sind. Es werden die Wechselbeziehungen zwischen den in Rollpressen erreichbaren Preßdichten und den Einflußgrößen Preßdruck, Gutart, Zuführgeschwindigkeit und der Gutsfeuchte teilweise in der Tendenz aufgezeigt und teilweise formelmäßig abgeleitet.

## 1. Einleitung

Seit einigen Jahren führt sich zur Bergung landwirtschaftlicher Halmgüter neben den konventionellen Maschinen wie Hochdruck-Aufsammlern, Feldhäckslern und Ladewagen eine neue Maschinenart ein: die Großballenpressen. Landwirtschaftliche Betriebe, die die Voraussetzungen zur Anwendung dieser Maschinen bieten oder schaffen, erzielen mit dem neuen Bergeverfahren folgende Vorteile: hohe Schlagkraft, geringer Arbeitskraftbedarf und ein verringertes Wetterrisiko. In dem vorliegenden Aufsatz sollen die verschiedenen Entwicklungsschritte, die zu dieser neuen Maschinenart geführt haben, dargestellt, ein Überblick über den Aufbau und die Arbeitsweise der für die jeweilige Entwicklung typischen "Leitmaschinen" gegeben und einige grundlegende Erkenntnisse aus der Praxis und aus wissenschaftlichen Untersuchungen dargestellt werden.

## 2. Entwicklungsschritte

In den Jahren ab 1970 fand in Nordamerika der sogenannte Stakwagen, Bild 1, für die Halmgutbergung eine erhebliche Verbreitung. Von einem Schlegelaufsammler wird das Schwad im Längsfluß hinter dem Schlepper aufgenommen und von oben in einen Wagenkasten geblasen. Ist dieser angefüllt, so hält der Schlepperfahrer an und preßt durch hydraulisches Absenken des Hubdaches die ganze Wagenladung zusammen. Das Befüllen und Zusammenpressen wird mehrmals wiederholt, bis der Raum mit einer großen verdichteten Ladung ausgefüllt ist. Nach Öffnen der Hecktür schiebt ein Kratzboden den fertigen Stapel aus dem Laderaum. Es wird kein Bindfaden verwendet, die Materialschichtung hält den Stapel in seiner Form. Solche Stakwagen gibt es in verschiedenen Größen von 1 t bis über 6 t Fassungsvermögen. Die Vorteile des Verfahrens liegen in der erheblichen Schlagkraft und der Einmann-Arbeit. Seine Grenzen ergeben sich aus der Tatsache, daß die großen Einheiten nur mit großem technischen Aufwand transportiert werden können und nicht stapelbar sind. Dieses Verfahren hat sich in Europa bisher nicht durchsetzen können.

\*) Dr.-Ing. H.O. Sacht war von 1960 bis 1966 Mitarbeiter von Herrn Prof. Dr.-Ing. H.J. Matthies am Institut für Landmaschinen der TU Braunschweig; er ist jetzt Leiter der Entwicklung und Konstruktion der Firma Gebrüder Welger, Wolfenbüttel.

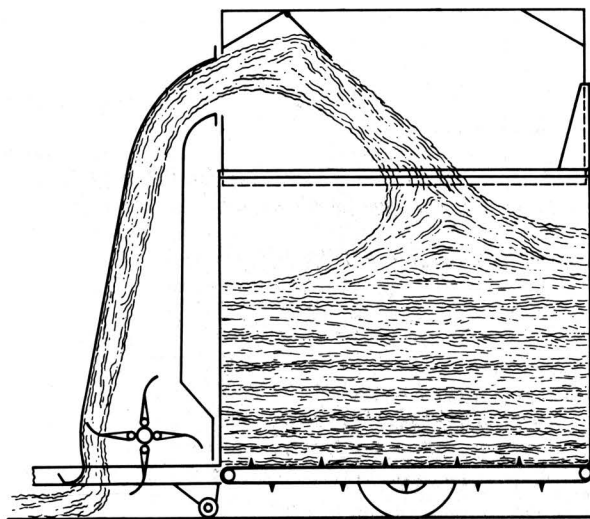
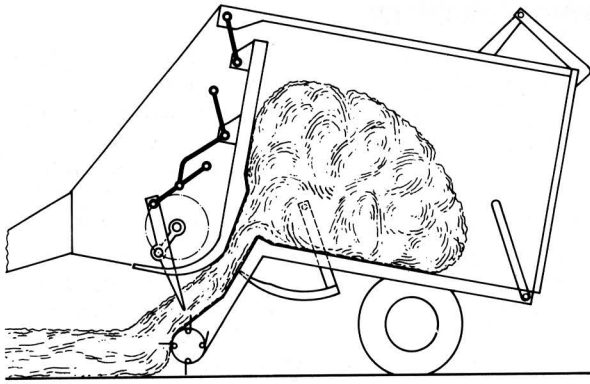


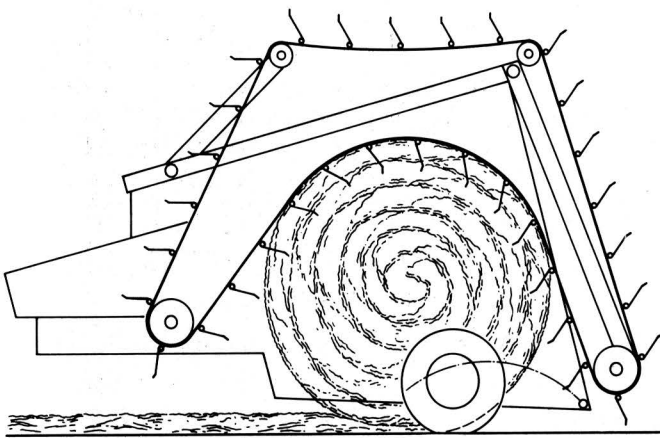
Bild 1. Stakwagen; Arbeitsgänge: Einblasen, Verdichten, Ausschleiben.

Die englische Firma Howard griff um 1970 die Erfindung zweier Landwirte auf, Halmgut in einen vorgegebenen Preßkasten zu fördern, es hier zu verdichten und dann auch abzubinden, Bild 2. Ein Aufsammler nimmt das Halmgutschwad vom Boden auf und übergibt es einer Förderschlinge. Diese schiebt das Material im Längsfluß vor einen hin- und herbewegten Preßschild. Ist ein bestimmter Druck im Preßkasten erreicht, wird der Ballen bei kurzer Arbeitsunterbrechung automatisch gebunden. Nach Öffnen der Heckklappe schiebt das nachfolgende Gut den Ballen aus der Kammer. Bei Ballenmaßen von 2,40 m Länge, 1,50 m Breite und Höhe und nur mäßiger Verdichtung ergeben sich mit dieser Presse Ballenmassen bis zu 500 kg. Da die Ballen gut mit Schlepperfrontladern bewegt und auch gestapelt werden können, haben diese sogenannten Bigbaler in Europa bereits einen gewissen Eingang gefunden. Vorteilhaft ist neben hoher Durchsatzleistung die schichtenförmige Struktur der Ballen, so daß sich diese zur Verteilung recht einfach wieder auflösen lassen. Als Nachteil stellte sich jedoch neben der beschränkten Preßdichte und der starken Stoßbelastung der Maschine heraus, daß Regen von den Ballen nicht ablaufen kann, sondern in die Schichten eindringt. Ein anderer Weg, quaderförmige Großballen zu erzeugen, wird seit etwa 1976 durch die Entwicklung von großvolumigen Hochdruck-Kolbenpressen beschränkt. Die hochverdichteten Ballen sind insbesondere für längere Transporte vorgesehen. Wegen des hohen Bauaufwandes und der für die Landwirtschaft begrenzten Verfahrensvorteile haben diese Entwicklungen bisher nur in Sonderfällen Eingang in die Praxis gefunden und sollen daher hier nicht weiter verfolgt werden.



**Bild 2.** Bigbaler; Arbeitsgänge: Zuführen, Verdichten, Binden, Ausschleiben.

Neben den bisher beschriebenen Verfahren wurde eine andersartige Richtung durch den Einsatz von rollenden Verdichtungsorganen eingeschlagen. Zunächst wurden in Australien und USA einfache Großballengeräte bekannt, die das Halmgut auf dem Boden über dem Schwad aufrollen. **Bild 3** zeigt als Beispiel eine dieser Maschinen, den Bodenroller der Firma Hawk Bilt. Eine mit Zinken bewehrte Kette greift das Halmgut auf und rollt es so zusammen, wie man einen Teppich aufrollt. Ist die gewünschte Ballengröße erreicht, wird die Förderkette angehoben und der Ballen bleibt liegen. Diese aufgerollten Großballen sind ebenfalls mit dem Schlepper transportierbar und haben aufgrund ihrer runden Form den Vorteil, daß Regenwasser z.T. vom Ballen abfließen kann. Schwierig ist es bei solchen Maschinen, die Ballen zu binden, um einen besseren Zusammenhalt und eine höhere Dichte zu bekommen. Man versuchte das Problem dadurch zu lösen, daß die Maschine mit dem auf dem Boden rollenden Ballen unter Zuführung eines Bindegarns auf dem abgeräumten Feld eine etwa 50 m lange Schleife fährt. Dabei treten aber erhebliche Gutsverluste und Verschmutzung des Ballens auf.



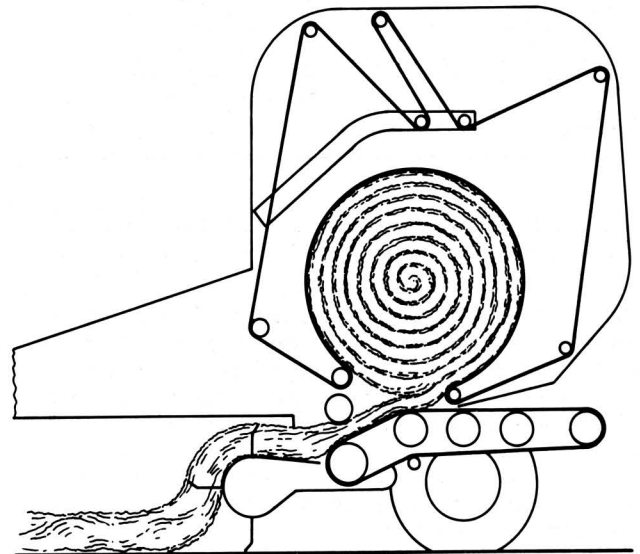
**Bild 3.** Bodenroller; Arbeitsgänge: Aufrollen mit zunehmendem Durchmesser, Ablegen.

Zu einem Durchbruch für die Rundballenpressen kam es in Nordamerika vor nunmehr fast 10 Jahren durch die Entwicklung der Firma Vermeer. **Bild 4** zeigt das Prinzip der Vermeer-Rundballenpresse. Ähnlich wie bei der Hawk Bilt-Pressen wird das Halmgut-schwad von Anfang an aufgerollt, hier aber nicht mehr auf dem Boden, sondern zwischen einem unteren Gurt-Förderboden und einem oberen Fördergurtsystem. Mit der Gutzufuhr über den Aufsammler wächst der Ballen im Durchmesser an. Hat er die gewünschte Größe erreicht, hält der Schlepperfahrer an. Bei rotie-

rendem Ballen wird ein Bindegarn in die Einfüllöffnung geworfen, langsam über die Ballenbreite geführt und letztlich abgeschnitten. Nach Öffnen des Rückteiles der Maschine verläßt der fertige Ballen die Maschine.

Die Vorteile dieser Maschinenart sind ihr einfacher Aufbau mit rein rotierender Arbeitsweise und entsprechend ruhigem Lauf, ihre gute Durchsatzleistung und daß der gut verdichtete Ballen infolge seiner Umschnürung gegenüber den bisher genannten Großballen unempfindlicher gegen Witterungseinflüsse ist. Anfangs wurden Maschinen entwickelt, die sehr große zylindrische Ballen mit einem Durchmesser bis 2 m bei einer Breite von fast 2 m und mit einer Masse in der Größenordnung von 1,5 t erzeugten. Da diese nicht frontladergerecht waren, ging man schnell auf kleinere Einheiten über mit 1,8 m Durchmesser und 1,5 m Breite. In verschiedenen Abwandlungen und konstruktiven Auslegungen fanden diese Pressen eine weite Verbreitung in Amerika und vielen Teilen der Welt und werden von mehreren maßgeblichen Landmaschinenfirmen angeboten.

Das Grundprinzip des Vermeer-Rundpreßsystems baut auf einem Verdichtungsverfahren auf, das die Firma Allis Chalmers bereits um 1945 bei ihrem sogenannten Roto-Baler verwendete. Zwischen endlosen, nachgiebigen Tüchern wurden Ballen mit etwa 0,5 m Durchmesser und 1 m Breite geformt. Das allzu häufige Anhalten zum Umschnüren und Auswerfen der kleinen Ballen verminderte jedoch stark die Durchsatzleistung.



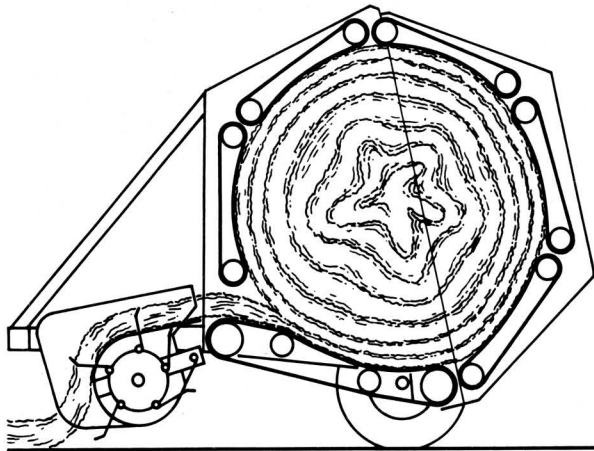
**Bild 4.** Vermeer-Rundballenpresse; Arbeitsgänge: Aufrollen mit zunehmendem Durchmesser (Preßraum nachgiebig), Binden, Ablegen.

### 3. Neues Rollpreß-System

Ein grundlegend anderes Rollpreßsystem entwickelte 1974 die Firma Gebrüder Welger, Wolfenbüttel. Man ging hierbei von der Erkenntnis aus, daß zur vorteilhaften Anwendung eines Großballenverfahrens unter europäischen Klima- und Strukturbedingungen eine gewisse Witterungsbeständigkeit zur Zwischenlagerung der Ballen auf dem Feld von großem Nutzen ist und daß durch eine möglichst exakte Ballenform ein leichtes und sicheres Stapeln gewährleistet werden muß.

**Bild 5** zeigt das Schema des mit dieser Zielsetzung entwickelten Rollpreßverfahrens. Auf dem Umfang eines Verdichtungsraumes mit konstanten vorgegebenen Abmessungen sind Fördererlemente, hier z.B. 6 Segmente mit Walzen und Flachriemen, angeordnet. Das Halmgut gelangt zunächst locker über den Aufsammler in den

Verdichtungsraum. Infolge der umlaufenden Fördererlemente beginnt das Preßgut im Verdichtungsraum zu rotieren und diesen durch die ständige Zuführung auszufüllen. Berührt das Halmgut an seinem Umfang den Verdichtungsraummantel, so wird bei weiterer Gutzufuhr das Halmgut in geordneten Schichten um das im Verdichtungsraum befindliche Material gerollt, wobei ein ständig wachsender radialer Druck von außen nach innen entsteht. Dabei falten sich die inneren Schichten sternförmig zur Ballenmitte zusammen. Bei gewünschter Dichte, die über eine Druckanzeige der Preßkammer abgelesen werden kann, beendet man die Gutzufuhr, umschürt den Ballen bei fortlaufender Drehung der Maschine und entlädt ihn nach Öffnen des Rückteiles auf das Feld. Anstelle der hier gezeigten Walzen mit Riemen können natürlich auch andere Fördererlemente wie z.B. Kettentriebe, geeignete Walzen o.ä. angeordnet werden. Die Funktion des Verdichtens ist im wesentlichen dieselbe.



**Bild 5.** Rollpreß-System mit konstantem Preßraum; Arbeitsgänge: Zuführen, Verdichten von außen nach innen, Binden, Ablegen.

**Bild 6** zeigt eine nach diesem System gebaute Rollpresse mit ausgeworfenem Ballen. Deutlich erkennbar sind die sternförmige Struktur des Ballenkerns und die besonders fest verdichteten äußeren Schichten, die in Verbindung mit der runden Form die gewünschte Wetterunempfindlichkeit ergeben. Die Ballen sind mit gängigen Frontladerschleppern zu transportieren, sind stapelbar und können auf einfache Weise wieder aufgelöst und verteilt werden. Großballenpressen nach diesem System kommen inzwischen in verschiedenen Größen und Anordnungen in steigender Zahl zum Einsatz. Mehrere Lizenzverträge mit namhaften Landmaschinenfirmen im In- und Ausland wurden abgeschlossen, so daß eine zügige Ausbreitung dieses Rollpreßsystems erwartet werden kann.



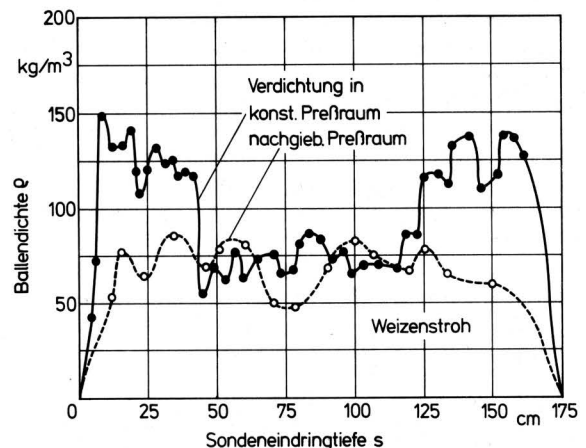
**Bild 6.** Rollpresse mit konstantem Preßraum, Ballen mit Sternstruktur und fester Außenschicht. (Werkbild Welger).

#### 4. Dichte-Untersuchungen

Parallel zu der geschilderten praktischen Entwicklung in der Landmaschinenindustrie wurden am Institut für Landmaschinen der Technischen Universität Braunschweig begleitende wissenschaftliche Untersuchungen zu diesem Themenkreis durchgeführt. Im Vordergrund standen neben theoretischen Arbeiten verschiedene Dichtermittlungen und Druckmessungen [1]. Einige Ergebnisse aus dieser Zusammenarbeit sollen hier wiedergegeben werden.

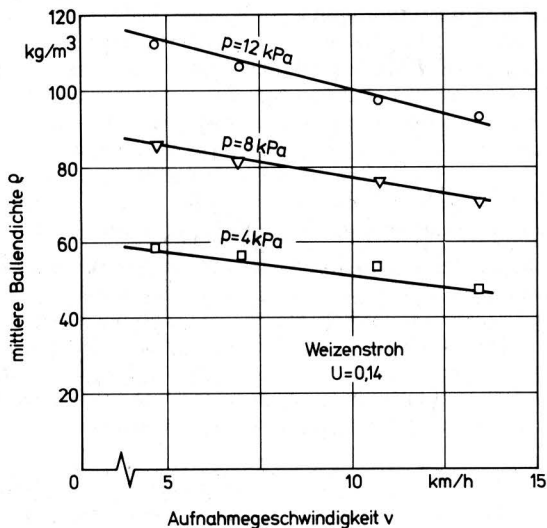
Um Aussagen über die Dichteverteilung in den Halmgutballen zu erhalten, wurde ein neues Meßverfahren, das "Spitzendrucksondiervorgehen", entwickelt. Eine speziell geformte Sonde wird durch die Preßgutschichten gedrückt. Die hierbei an der Spitze auftretende Widerstandskraft wird gemessen und ergibt über eine Kalibrierkurve die örtliche Dichte. So ist es heute möglich, Dichteunterschiede im Ballen mit hinreichender Genauigkeit zu ermitteln.

Das Verdichtungssystem, die Verdichtungsgeschwindigkeit, die Preßgutart und -feuchte und der aufgewendete Preßdruck sind die Größen, die hauptsächlich Einfluß auf die erzielten Dichten haben. **Bild 7** zeigt in einer Gegenüberstellung die Verläufe der mit der Sonde gemessenen örtlichen Dichten beim radialen, mittigen Durchdringen von je einem Ballen der zwei verschiedenen Rollpreßsysteme. Die gestrichelt dargestellte Linie gibt die Werte eines Ballens wieder, der im nachgiebigen Preßraum von innen nach außen aufgewickelt wurde (Vermeer-System), und der ausgezogene Verlauf kennzeichnet die Dichtewerte bei einem Ballen, der bei konstantem Preßraum von außen nach innen verdichtet wurde (Welger-System). Während der erstgenannte Ballen innen seine größte Dichte aufweist und nach außen zu lockerer wird, zeigen die Werte des zweiten Ballens den angestrebten Verlauf: innen eine fast gleichmäßige Dichte und außen eine besonders feste Schicht, die die verdichtete Halmgutmasse schützt und eine exakte Ballenform gewährleistet.



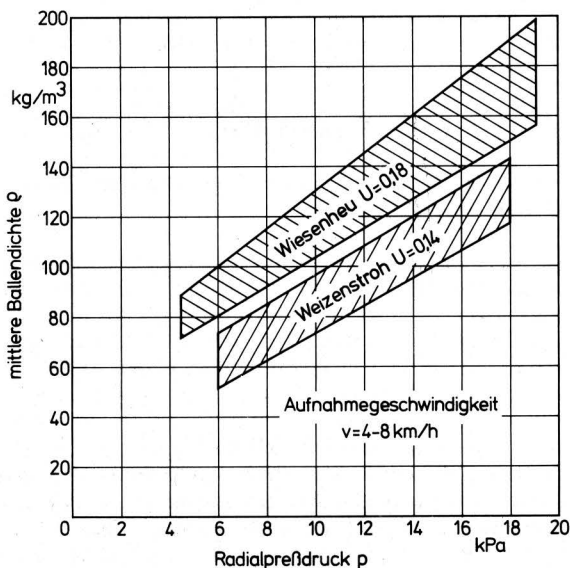
**Bild 7.** Dichteverteilung im Ballen bei Verdichtung mit nachgiebigem und mit konstantem Preßraum, nach [1].

Daß die Verdichtungsgeschwindigkeit einen wesentlichen Einfluß auf die erzielbaren Ballendichten hat, ist bei bisherigen Untersuchungen immer wieder hervorgetreten [2]. Auch bei der Rollverdichtung zeigt sich dieser Einfluß deutlich. In **Bild 8** sind in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit bei der Aufnahme und Verdichtung des Preßgutes in einer Rollpresse (Welger-System) die erzielten Gesamtdichten der Ballen aufgetragen. Es zeigt sich, daß mit größeren Fahrgeschwindigkeiten geringere Dichten erreicht werden. Diesen Nachteil gleicht man in der betrieblichen Praxis oftmals dadurch aus, daß anfangs die Rollpresse mit dem Ziel einer hohen Durchsatzleistung schnell befüllt wird und zum Abschluß der Pressung auf eine langsamere Aufnahmegeschwindigkeit umgeschaltet wird. So kann man bei vorgegebenem Maximaldruck der Maschine eine Dichtesteigerung um mehr als 10% erreichen, wenn die Aufnahmegeschwindigkeit z.B. auf die Hälfte zurückgenommen wird.



**Bild 8.** Ballendichte in Abhängigkeit von der Aufnahmegeschwindigkeit bei verschiedenen radialen Preßdrücken.

Entscheidenden Einfluß auf die erzielte Ballendichte in der Rollpresse hat der aufgebrachte Verdichtungsdruck. Als Maß hierfür sei der im Preßraum radial von den Umfangsförderern auf den drehenden Halmgutballen wirkende Druck, der Radialpreßdruck  $p$ , angenommen. **Bild 9** zeigt den Zusammenhang zwischen Ballendichte und Radialpreßdruck in einer Maschine nach dem Welger-System für zwei Preßgutarten. Wiesenheu läßt sich erwartungsgemäß leichter verdichten als Weizenstroh: Bei gleichen Drücken erreicht man um 20–30 % größere Dichten. Der hier umrissene Druck- und Dichtebereich gibt den Rahmen für die in derzeitigen Rollpressen gebräuchlichen Werte an. Bei geringeren Drücken bewegt man sich im Dichtebereich von losem Halmgut, und bei größeren Drücken als den hier angegebenen treten je nach Halmgutfestigkeit mehr oder weniger starke Zerstörungen der Halmgutstruktur an der Ballenoberfläche mit Verlusten auf. Da sich die Druck-Dichte-Beziehungen in diesem Bereich etwa linear zeigen (was darüber hinaus nicht gilt), kann man die Dichtewerte im Mittel mit folgenden einfachen Zahlenwertgleichungen angeben:



**Bild 9.** Ballendichte bei Weizenstroh und Wiesenheu als Funktion des Radialpreßdrucks.

$$\text{Stroh: } \rho = 25 + 6 p \quad (1)$$

$$\text{Heu (U = 0,18): } \rho = 50 + 7 p \quad (2).$$

Beim Verdichten von Anwelkheu, wie es teilweise zur Silagegewinnung praktiziert wird, lassen sich erheblich größere Dichten erzielen. Nicht nur der bei höherem Feuchtegehalt größere Wasseranteil ist hierfür maßgebend, auch die im Welkbereich (Feuchtegehalt um  $U = 0,4$ ) geringe Biegesteifigkeit der Halme spielt hier eine wichtige Rolle. Diese Zusammenhänge lassen sich formelmäßig folgendermaßen erfassen.

Den Einfluß der Wassermasse auf die Dichte berücksichtigt die Beziehung:

$$\rho = \frac{\rho_{Tr}}{1 - U} \quad (3),$$

mit  $\rho$  als Dichte der feuchten Gesamtmasse und  $\rho_{Tr}$  als Dichte der Trockensubstanz.

Der Einfluß der geringen Halmgut-Biegesteifigkeit im Welkbereich läßt sich anhand von auf die Trockenmasse bezogenen Dichtekurven in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt ermitteln. **Bild 10** zeigt solche Meßwertverläufe, die mit Preßtopfversuchen gewonnen wurden [2]. Wenn auch die angegebenen Druckwerte höher liegen als bei der hier betrachteten Rollverdichtung, worauf noch eingegangen wird, so können die Kurventendenzen doch für die Berechnung herangezogen werden, da zum einen die betrachteten Dichtewerte in der gleichen Größenordnung liegen und zum anderen auch bei geringeren Drücken ähnliche Biegesteifigkeits-Verhältnisse bekannt sind [3]. Die Dichtekurven  $\rho_{Tr}$  über  $U$  zeigen einen etwa parabelförmigen Verlauf und lassen sich durch folgende Verhältnisgleichung wiedergeben:

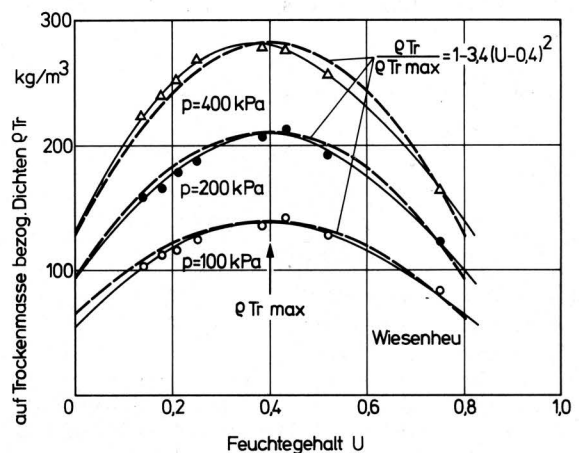
$$\frac{\rho_{Tr}}{\rho_{Trmax}} = 1 - 3,4 (U - 0,4)^2 \quad (4).$$

Die gestrichelt im **Bild 10** eingetragenen berechneten Linien zeigen eine gute Übereinstimmung der Meßwertverläufe mit dem Rechnungsansatz in dem praktisch wichtigen Feuchtebereich bis zu  $U = 0,8$ .

Aus Gl. (3) und (4) ergibt sich die Dichte:

$$\rho = \frac{\rho_{Tr}}{1 - U} = \frac{\rho_{Trmax} [1 - 3,4 (U - 0,4)^2]}{1 - U} \quad (5).$$

Das hierin enthaltene Dichtemaximum  $\rho_{Trmax}$  ist aus Gl. (4) zu bestimmen, indem der Feuchtegehalt  $U_1 = 0,18$  zugrunde gelegt wird, für den die Druck-Dichte-Beziehungen gemäß der Gl. (2) gelten.



**Bild 10.** Dichten von Wiesenheu in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt bei verschiedenen Drücken, nach [2].

$$\rho_{Trmax} = \frac{\rho_{Tr1}}{1 - 3,4 (U_1 - 0,4)^2}$$

Hierin ist nach Gl. (3):

$$\rho_{Tr} = \rho_1 (1 - U_1)$$

Da  $\rho_1$  festgelegt ist durch Gl. (2), ergibt sich:

$$\rho_{Trmax} = \frac{(50 + 7 p) (1 - U_1)}{1 - 3,4 (U_1 - 0,4)^2}$$

Nach Einsetzen dieses Ausdruckes in Gl. (5) erhält man mit  $U_1 = 0,18$ :

$$\rho = \frac{(50 + 7 p)}{1 - U} \cdot 0,98 [1 - 3,4 (U - 0,4)^2] \quad (6).$$

Es bedeuten:

$\rho$  Ballendichte, auf Gesamtmasse bezogen  $\text{kg/m}^3$   
 $p$  Radialpreßdruck  $\text{k Pa}$   
 $U$  Feuchtegehalt

Mit Gl. (6) läßt sich die bei der Rollverdichtung eintretende Dichte von Wiesenheu berechnen. Die drei Einflußgrößen sind noch in der Gleichung erkennbar: Den Druckeinfluß gibt der Ausdruck  $0,98 \cdot (50 + 7 p)$  wieder, der Einfluß der Wassermasse zeigt sich durch den Faktor  $1/(1 - U)$  und die Halmgut-Biegesteifigkeit wird berücksichtigt durch den Wert in der eckigen Klammer.

Werte aus der Praxis zeigen eine recht gute Übereinstimmung mit den Rechnungsergebnissen. Dabei können unterschiedlich fein- oder grobstengelige Halmgutsorten, ihre verschiedenartigen Vorbehandlungen, die Verdichtungsgeschwindigkeit u.ä. Dichteabweichungen in der Größenordnung von  $\pm 10\%$  verursachen.

Abschließend sei noch auf die verhältnismäßig geringe Größe der in Bild 9 angegebenen Preßdrücke eingegangen. Mit z.B. 11,5 kPa erzielt man in der Rollpresse bei Stroh eine Ballendichte von  $100 \text{ kg/m}^3$ . Will man diesen Dichtewert in einem Preßtopfversuch erreichen, muß man einen mehr als zehnfach höheren Normaldruck (100–200 kPa) aufbringen [2]. Verschiedene Faktoren sind für diese günstigen Werte verantwortlich. Die Rollpresse wird kontinuierlich und mit dünnen Schwaden beschickt. Die Halme des Schwades kommen zum Teil ausgerichtet in den Verdichtungsbe- reich zwischen Ballen und Förderboden, und außerdem steht für die Ballenbildung eine relativ lange Verdichtungszeit (im Minutenbereich) zur Verfügung. Ähnlich günstige kraft- und arbeitssparende Verdichtungen wurden früher beim Verdrehen von Halmgut zu Strängen festgestellt [4]. Wie bedeutsam das positive Zusammenspiel der verschiedenen Einflüsse auf das Rollverdichtungsverfahren ist, wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß höhere Preßdrücke eine entsprechend kräftiger dimensionierte Ma-

schine bedingen. Erst durch die günstigen Verdichtungsverhältnisse ist der Bauaufwand der Rollpressen und ihr Leistungsbedarf vorteilhaft in Grenzen zu halten.

## 5. Zusammenfassung

Mit der Einführung von Großballenpressen zur Halmgutbergung ist die Entwicklung auf dem Gebiet der Halmgutverdichtung in ein neues Stadium getreten: Diese Maschinenart ermöglicht erstmals eine für die landwirtschaftliche Praxis geeignete Verfahrenskette, die auf den Einsatz von schwerer Handarbeit verzichtet und die Anforderungen an ein modernes Ernteverfahren wie hohe Schlagkraft, verringertes Wetterrisiko und geringen Personaleinsatz bei vertretbarem Maschinenaufwand erfüllt.

Nach einer Darstellung der Entwicklungsschritte mit einer Beschreibung von Aufbau und Arbeitsweise der für die jeweilige Entwicklung charakteristischen Leitmaschine werden grundlegende Erkenntnisse des Rollpreßverfahrens aus Praxis und wissenschaftlichen Untersuchungen aufgezeigt. Dabei wird zuerst der Einfluß der unterschiedlichen Verdichtungssysteme auf die örtliche Ballendichte und -struktur behandelt. Im Anschluß daran wird auf die Wechselbeziehungen zwischen mittlerer Preßdichte und den wichtigen Einflußgrößen Preßdruck, Gutart, Zuführgeschwindigkeit des Halmgutes sowie insbesondere Feuchtegehalt eingegangen. Unter Berücksichtigung von Meßergebnissen und anhand theoretischer Überlegungen ist eine für praktische Berechnungen geeignete formelmäßige Darstellung des Zusammenhanges zwischen Preßdruck, Preßdichte und Feuchtegehalt angegeben.

## Schrifttum

- [ 1 ] Hesse, Th. u. Scheufler, B.: Dichtemessungen an Großballen mit Hilfe des Spitzendrucksondierverfahrens. Grundl. Landtechnik Bd. 28 (1978) Nr. 3, S. 113/17.
- [ 2 ] Sacht, H.O.: Das Verdichten von Halmgütern in Strangpressen. Fortschr.-Ber. der VDI-Z Reihe 14, Nr. 4, Düsseldorf: VDI-Verlag 1966.
- [ 3 ] Wieneke, F.: Wickel- und Reibungsuntersuchungen an Wellen und anderen umlaufenden Maschinenteilen. VDI-Forschungsheft 463, S. 13. Düsseldorf: VDI-Verlag 1957.
- [ 4 ] Mewes, E.: Über das Verdichten von landwirtschaftlichen Stoffen durch Verdrehen. Landtechn. Forschung Bd. 8 (1958) H. 6, S. 165/67.

# Maximierung der Schlagkraft beim Pflügen durch stufenlose Arbeitsbreitenverstellung

Von Alfred Stroppel und Winfried Schäfer,  
 Stuttgart-Hohenheim\*)

Professor Dr.-Ing. Hans Jürgen Matthies zum 60. Geburtstag

DK 631.372:631.51:65.015

\*) Prof. Dr.-Ing. A. Stroppel war von 1960 bis 1967 Mitarbeiter von Herrn Prof. Dr.-Ing. H.J. Matthies am Institut für Landmaschinen der TU Braunschweig. Er ist jetzt Inhaber des Lehrstuhls für Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim. Dipl.-Ing.agr. W. Schäfer ist wissenschaftlicher Angestellter an demselben Hohenheimer Institut.

Eine Maximierung der Schlagkraft beim Pflügen, d.h. Minimierung des Arbeitszeitbedarfs pro Hektar, erfordert eine optimale Zuordnung von Schlepper und Pflug. In diesem Beitrag wird diskutiert, welche Bedeutung in diesem Zusammenhang eine stufenlose Verstellung der Arbeitsbreite des Pfluges hat. Ferner wird der Prototyp eines Pfluges mit stufenloser Arbeitsbreitenverstellung vorgestellt.