

Über das Verdichten von landwirtschaftlichen Stoffen durch Verdrehen

Institut für Landtechnische Grundlagenforschung, Braunschweig-Völkenrode

Stroh, Heu und dergleichen wird nach der Ernte oft in Ballen gepreßt, um besser transportiert und gestapelt werden zu können. Es werden dafür heute fast durchweg solche Pressen verwendet, die nach dem Wortgebrauch der Verfahrenstechnik Strangpressen sind. Bei diesen wird das Preßgut aus der Dreschmaschine oder Aufsammeleinrichtung in den Preßkanal befördert und alsdann durch einen von einem Schubkurbel- oder Viergelenkgetriebe angetriebenen Kolben jeweils gegen den aus zuvor eingeführtem Gut gebildeten Strang gedrückt und weiterschoben.

Zu der für reines Pressen erforderlichen Leistung, die in einem Preßtopf mit beim Pressen feststehendem Boden festgestellt werden kann, kommt bei der Strangpresse noch eine Leistung für das Transportieren des Stranges hinzu, der gegen die Wandreibung weiterschoben wird. Diese Leistung ist allein schon im allgemeinen größer als die reine Kompressionsleistung. In [1] wurden für verschiedene Verhältnisse bei Stroh die Größen der Kompressions- und der Verschiebearbeiten je Kilogramm Preßgut ermittelt. Für Heu und Silage sind die Verhältnisse ähnlich.

Es besteht die Tendenz, durch Erhöhung der Kolbenstoßzahlen die Leistung der Presse zu erhöhen. Dem steht jedoch entgegen, daß durch die hin- und hergehenden Massen des Preßwerks starke Erschütterungen und zusätzliche hohe Spannungen an der Maschine auftreten. Eine Erhöhung der Kolbenstoßzahlen (= Drehzahlen der Kurbelwelle) wird auch dadurch verhindert, daß die für den Bindevorgang zur Verfügung stehenden Zeiten klein werden und infolgedessen große Beschleunigungen im Bindemechanismus sich ergeben. Im Antrieb der Strangpressen wird darum eine starke Untersetzung von den vorhandenen schnellen Antriebsdrehbewegungen zu den langsamen hin- und hergehenden Bewegungen hin notwendig. Dadurch ergibt sich bei den üblichen Pressen infolge Reibung in dem Getriebe noch ein erheblich größerer zusätzlicher Anteil an Antriebsleistung als die bisher genannten Leistungsanteile.

Wünschenswert ist daher, die Werkzeuge selbst (also die Preßorgane) rotieren zu lassen. Eine Möglichkeit dafür wurde in dem Roto-Baler der Firma Allis-Chalmers gefunden. Bei diesem wird zwischen Walzen ein Tafelband aus dem Preßgut erzeugt und zu Zylindern aufgewickelt. Bei den ersten Ausführungen für diese Bauart mußte die Presse während des Abbindens und Auswerfens der Ballen angehalten werden, um ein Verstopfen der Zuführung zu verhindern. Bei einer neueren Ausführung wird dies durch einen längeren Nebentransportweg in der Maschine vermieden [2].

Auch mit reinen Drehbewegungen am Antriebsmechanismus arbeitet das im folgenden beschriebene Verfahren, bei dem dazu das Preßgut in so günstiger Weise beim Verdichten verformt wird, daß verhältnismäßig sehr niedrige Antriebsleistungen erforderlich sind. Es hat sich nämlich gezeigt, daß sowohl Stroh als auch Heu bei Verdrehung die geringsten Widerstände gegen Verdichten aufweist. Daher sind Untersuchungen mit Verdrehung von Heu und Stroh durchgeführt worden. Dabei wurde das Preßgut leicht auf hohe Raumgewichtswerte gebracht.

In Abbildung 1 und 2 ist ein in die Versuchseinrichtung eingespanntes Stroh Bündel zu sehen, das mit einer Handkurbel verdreht ist. Das Drehmoment wird an der anderen Einspannfassung in dieser Versuchseinrichtung auf eine Feder übertragen, deren Auslenkung an einer Meßuhr abgelesen, bei späteren schnellen Versuchen dagegen elektronisch aufgezeichnet wurde (Abb. 3). Die zweite Einspannfassung kann sich gegenüber der ersten entlang der im Bild zu sehenden Führungsrohre in Richtung der Strohstrangachse verschieben. Durch ein an der verschiebbaren Ein-

spannfassung angehängtes Seil (Abb. 2) mit Gewichtsbelastung wird eine bestimmte Vorspannung auf den Strohstrang gegeben.*)

Beim Verdrehen des Strohstranges wird dessen Durchmesser, der ebenfalls stets gemessen wurde, laufend kleiner. Ferner zieht sich die verschiebbliche Einspannfassung in einem ausgemessenen Ausmaß bei der Verdrehung nach der anderen Einspannfassung hin. Damit wird das Raumgewicht des Strohstranges erheblich vergrößert.

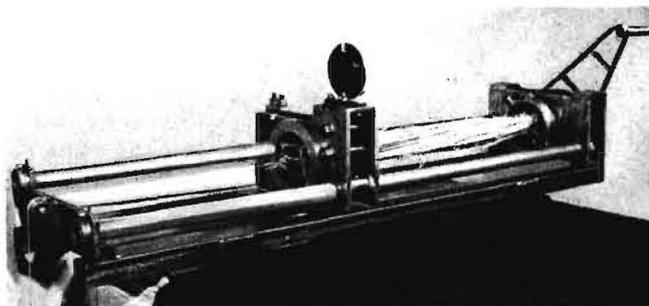
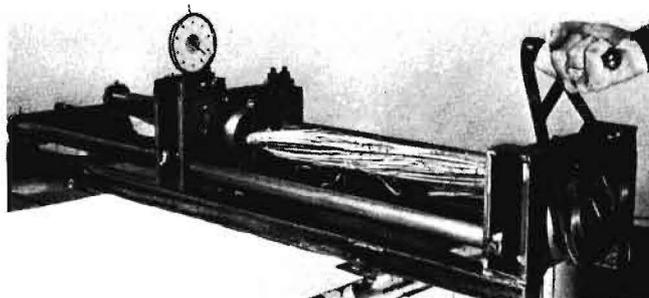


Abb. 1 und 2: Versuchseinrichtung zum Verdrehen von Strängen aus Stroh oder dergleichen

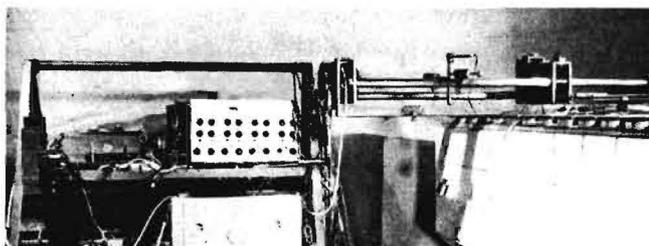


Abb. 3: Versuchseinrichtung mit elektronischer Registrierung für schnellen Versuchsablauf

Für eine Probe Weizenstroh von 12% Feuchtigkeit sind in Abbildung 4 über den Verdrehwinkel α , bezogen auf 1 dm der Ursprungslänge l_0 , die gemessenen Drehmomente aufgetragen, ferner in Abbildung 5 die Änderungen des mittleren Durchmessers d des festen Stranges. Aus dem Gewicht des Stranges und seinen jeweiligen Ausmaßen wird das Raumgewicht γ ermittelt.

Durch Integration von Abbildung 4 erhält man die Arbeit je dm Länge, womit durch Division durch das Materialgewicht je dm Länge auch die Arbeit je kg Material ermittelt werden kann. Diese Einheitsarbeit A/G ist in Abbildung 6 über dem Raumgewicht γ aufgetragen. Die Einheitsarbeit hat die Dimension kg m je kg (kg m/kg) oder m. Das entspricht der Höhe, auf die das Material gehoben werden muß, um die-

*) Beim Entwurf der Versuchseinrichtung und bei der Durchführung der Versuche half mir Herr Ing. P. Gerling

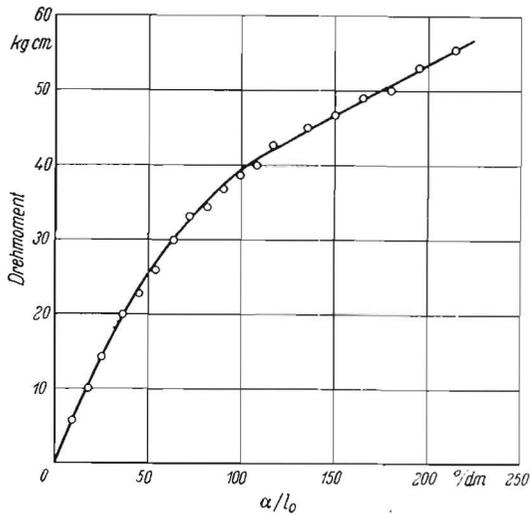


Abb. 4: Verlauf des Drehmoments bei einem Versuch

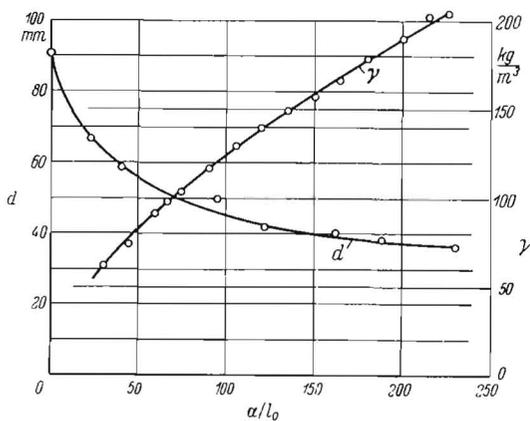


Abb. 5: Verlauf vom mittleren Strangdurchmesser und Raumgewicht des Strohes bei einem Versuch

selbe Arbeit zu leisten. 270 m entsprechen 1 PS h/t oder 1 PS je 1 t/h Mengenleistung.

Zum Vergleich ist in Abbildung 6 die Einheitsarbeit für gewöhnliches Pressen nach Preßtopfversuchen mit einer Probe Glattstroh und Krummstroh für Weizenstroh gleicher Feuchtigkeit eingetragen. Man sieht, daß für gleiche Raumgewichte die Arbeit beim Verdrehen in der Größenordnung der reinen Kompressionsarbeit A_K von Glattstroh liegt. Die Ergebnisse sind stark von der Feuchtigkeit des Materials abhängig, ferner ist von Einfluß die Geschwindigkeit der Lastzunahme und beim Verdrehversuch noch verschiedene Einzelheiten, zum Beispiel der Ausgangsdurchmesser des Stranges. Die Zugfestigkeit des Stranges im verdrehten Zustand hängt auch unter anderem von der Feuchtigkeit des Materials ab.

In Abbildung 6 sind auch die für die Pressung im Strang erforderlichen Einheitsarbeiten A_S für Glatt- und Krummstrohproben aufgetragen. Diese Arbeitsgrößen liegen wesentlich über den vorhergenannten. Es sind bei den Arbeiten für das Pressen im Strang noch die Verschiebearbeiten enthalten.

Sogar Heu zeigt so viel Zusammenhang beim Verdrehen, daß sehr hohe Verdichtungsgrade erzielt werden können. Das Heu haftet beim Verdrehen aneinander und wickelt sich dabei übereinander. Bei starken Verdrehungen werden Fließerscheinungen beobachtet. Um dadurch nicht einen zu starken Rückgang der Verdichtung zu erhalten, darf man dem Material bei starken Verdrehungen bis zum Zusammenwickeln nur möglichst wenig Zeit lassen.

Die Zustände des Verdichtungsgutes bei verschiedenen starken Verdrehungen (einschl. des Ausgangszustandes) sind aus den Abbildungen 7 bis 18 zu ersehen. Die Abbildungen 7 bis 10 gelten für Heu, 11 bis 14 für ungedroschenes Weizen-

stroh und 15 bis 18 für gedroschenes Weizenstroh. Die errechneten Raumgewichte γ und abgemessenen mittleren Durchmesser d des Stranges sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Heu			Weizenstroh, ungedroschen			Weizenstroh, gedroschen		
Abb. Nr.	γ kg/m ³	d mm	Abb. Nr.	γ kg/m ³	d mm	Abb. Nr.	γ kg/m ³	d mm
7	45	90	11	40	80	15	50	75
8	95	60	12	90	55	16	65	65
9	175	45	13	115	50	17	165	43
10	410	30	14	185	42	18	275	35

Die aus dem Strang herausragenden Einzelhalme sind ohne Bedeutung, da sie leicht weggedrückt werden können. Die verwendeten ungedroschenen Strohhalme erwiesen sich als verhältnismäßig spröde, so daß bald einige Halme rissen und dann aus dem Strang herausspießten. Das gedroschene Stroh ist geschmeidiger. — Bei sehr starken Verdrehungen bleibt die Mittellinie des Stranges nicht mehr gerade, sondern wird spiralförmig gekrümmt, insbesondere bei Stroh (vgl. z. B. Abb. 14). Man wird wohl danach (außer nach der Materialzerreißfestigkeit) die Verdichtungen begrenzen.

Beim Verdrehen und Verseilen der Stränge werden diese fortlaufend, solange Material zugegeben wird, durch die Maschine gezogen.

Maschinen, die Strohseile herstellen, sind schon seit langer Zeit von der Landmaschinenindustrie hergestellt worden. Die Seile aus der Strohseilmachine weisen entsprechend ihrem Verwendungszweck einen bestimmten begrenzten Durchmesser auf. Sollen mit Verdrehverdichtungsmaschinen hinter Dreschern oder Aufsammlergeräten hohe Mengenleistungen erzielt werden, so können wesentlich dickere Stränge als bei den Strohseilmachines genommen oder mehrere Stränge zugleich gefertigt werden.

Die Seile können zu Ballen aufgerollt werden. Die gegenseitige Reibung verhindert das Rückdehnen, so daß kein Bindegarn oder andere Bindemittel erforderlich sind. Die Ballen sind leicht zu transportieren, zum Beispiel durch Rol-

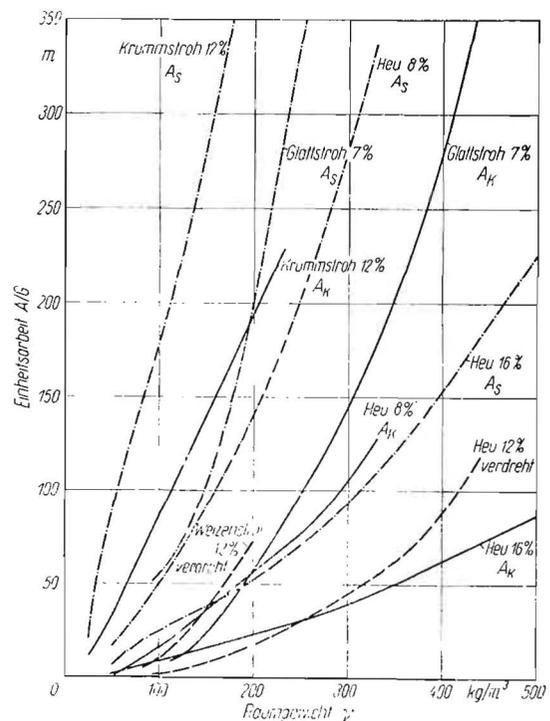


Abb. 6: Zusammenhang zwischen Einheitsarbeit und Raumgewicht nach Verdreh- und Preßversuchen
Die angeschriebenen Zahlenwerte geben die Gewichtsanteile der Feuchtigkeit an

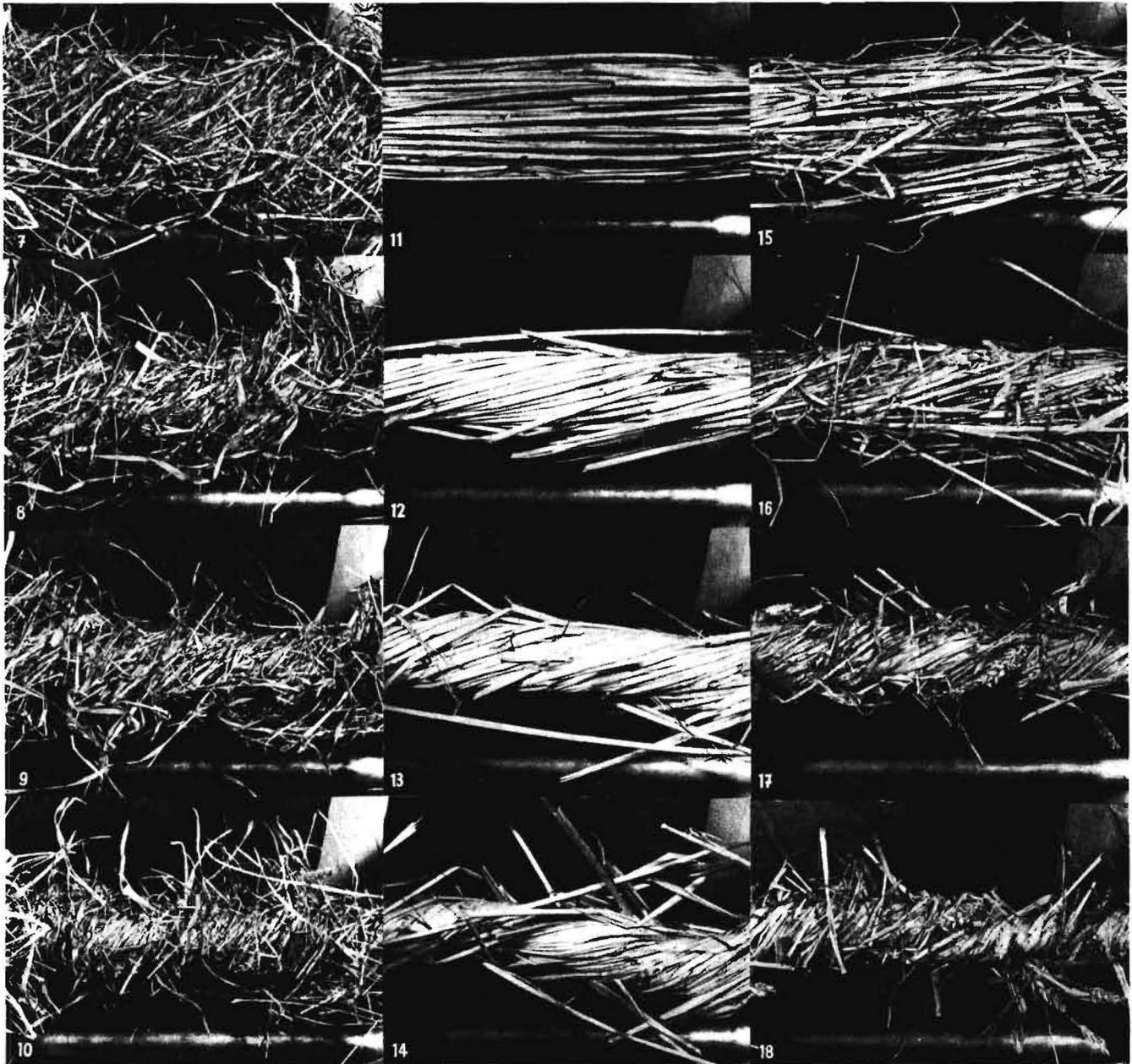


Abb. 7 bis 18: Zustandsbilder für Heu und Stroh bei verschiedenen Verdrehungen, nach Tabelle (Fotos: Helga Holland, FAL)

len auf dem Fußboden. Werden Teile der Ballen gebraucht, so können die Rollen leicht abgespult und Stränge entnommen und auch gehäckselt werden. Durch diese Verdichtungsart können sich somit viele Handhabungsvorteile ergeben.

Schrifttum

- [1] Mewes, E.: Kraftmessungen in Strohpressen. In: 15. Konstrukteurheft, (Grundlagen der Landtechnik, H. 10) Düsseldorf 1958
 [2] Farm Mechanization 10 (1958) S. 258

Résumé:

Dr.-Ing. E. Mewes: „Über das Verdichten von landwirtschaftlichen Stoffen durch Verdrehen.“

Stroh, Heu und dergleichen wird nach der Ernte oft in Ballen gepreßt, um besser transportiert und gestapelt werden zu können. Auf die leistungsbegrenzenden Faktoren solcher Pressen wird hingewiesen. Beim Roto-Baler wird ein Tafelband aus dem Preßgut erzeugt und zu Zylindern aufgewickelt. — Hier wird ein Verfahren beschrieben, bei dem durch Verdrehen von Strängen aus Stroh oder Heu starke Verdichtungen für diese Stoffe erzielt werden können. Die erforderlichen Drehmomente und Arbeitswerte sind relativ sehr niedrig.

Dr. Ing. E. Mewes: "Compaction of Agricultural Produce by Torsion".

Straw, hay and similar products are often pressed into bales after harvesting, whereby they are more easily transported and stacked. Factors limiting the efficiency of such presses are mentioned. The Roto-Baler compresses the material into flat panels, which are then wound into cylindrical shapes. Here follows a description of a process whereby a high degree of compression can be obtained by twisting strips of straw or hay. The torques and other forces involved in this process are comparatively low.

Dr.-Ing. E. Mewes: «La densification de produits agricoles par torsion.»

Après la récolte, la paille, le foin et d'autres produits sont souvent comprimés en ballots afin de pouvoir les transporter et empiler plus commodément. L'auteur rappelle les facteurs qui limitent la puissance des presses. Le principe du Roto-Baler consiste à produire un tapis du produit à comprimer qui est ensuite enroulé en cylindres. Dans l'article, l'auteur décrit un procédé à l'aide duquel on obtient une densification élevée de la paille et du foin par torsion de cordons faits de ces produits. Les couples et efforts nécessaires sont relativement bas.

Ing. Dr. E. Mewes: «La compresión de productos agrícolas por torsión.»

Después de la cosecha es frecuente que se compriman la paja, el heno y otros productos agrícolas en pacas, para facilitar su estimación y transporte. Se citan los factores que limitan el empleo de las prensas correspondientes. El aparato Roto-Baler comprime el producto en cintas planas que a continuación se enrollan en forma cilíndrica. Se describe este procedimiento que produce fuertes compresiones de estos materiales por la torsión a modo de cuerdas. Los valores de giro y de potencia son relativamente bajos.