

um eine geregelte Ladung zu sichern. Sinkt die Batteriespannung unter festgelegte Werte (Tiefenentladung), werden die Verbraucher von der Batterie getrennt. Liegen über einen längeren Zeitraum nur ungünstige Einstrahlungsverhältnisse vor, wird die Batterie über ein vom WEK gespeistes Ladegerät geladen.

Der mit dem Solar-Wind-Kraftwerk erreichbare Jahresgang der Energieproduktion ist im Bild 6 dargestellt.

4. Zusammenfassung

Das Zusammenspiel der verschiedenen Energiewandler, -speicher und -verbraucher ist noch weitgehend unbekannt. In einem Versuch soll das Betriebsverhalten des Solar-Wind-Kraftwerks untersucht werden. Die theoretischen Untersuchungen und erste Experimente weisen für solche kombinierten Systeme eine höhere Ausbeute und Kontinuität in der Energieproduktion nach, als das bei getrennten Solar- bzw. Windenergiesyste-

men der Fall ist. Vor allem bei der dezentralen Energieversorgung landwirtschaftlicher Verbraucher ergeben sich hieraus zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Die Kosten für solche autarken Systeme können mit den Aufwendungen für einen Anschluß an zentrale Energieversorgungssysteme konkurrieren bzw. geringer sein.

A 5460

Systematik und Tendenzen der Preß- und Bindeverfahren für die Halmguternte

Dr.-Ing. G. John, KDT/Dipl.-Ing., Dipl.-Betriebsw. G. Baumhekel, KDT
Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Erntemaschinen Neustadt, Stammbetrieb

1. Systematik

1.1. Systematik der Preßverfahren

In Tafel 1 sind die verschiedenen Verfahren zum Verdichten von Halmgut zusammengestellt. Je nachdem, ob die Preßkraft in axialer oder radialer Richtung des zu erzeugenden Preßlings wirkt, werden das Normaldruckverfahren und das Radialdruckverfahren unterschieden.

Beim *Normaldruckverfahren* entsteht der Preßling meist in einer als Preßkanal ausgebildeten Preßkammer, in der sich ein Preßkolben axial hin und her bewegt. Bei diesen Verfahren werden nur noch Geradschubkolben verwendet. Schwingkolben, bei denen der Zuführbereich des Preßkanals gekrümmt sein muß, werden nicht mehr angewendet. Der Schwingkolben war vor allem bei Niederdruckpressen verbreitet. Der im Normaldruckverfahren erzeugte Preßling ist in den meisten Fällen ein Quader, da Preßkanal und Preßkolben aus konstruktiven Gründen zweckmäßigerweise einen rechteckigen Querschnitt haben. Diese Merkmale des Normaldruckverfahrens treffen für die Quaderkleinballenpressen bzw. für die konventionellen Nieder-, Mittel-, Hoch- und Höchstdruckpressen sowie die Quadergroßballenpressen zu (Bild 1).

Eine Abweichung stellt das *Schober-setzer- oder StakHand-Verfahren* (Bild 2) dar, bei dem ein schoberbildender Preßraum mehrmals abwechselnd mit Halmgut gefüllt und dieses durch die hydraulisch absenkbar Decke des Preßraumes verdichtet wird.

Mit Pelletier- bzw. Brikettierpressen können sowohl quader- als auch zylinderförmige Preßlinge im Normaldruckverfahren erzeugt werden, bei denen das in Hammermühlen zerkleinerte Halmgut durch Matrizenöffnungen gedrückt wird.

Beim *Radialdruckverfahren* wird durch Aufrollen und Verdichten eines Schwadens ein zylinderförmiger Preßling hergestellt. Hierzu sind am Umfang eines runden oder annähernd runden Preßraumes Walzen, Bänder oder Ketten angeordnet, die das Aufrollen des zugeführten Schwadens ermöglichen, wobei mit zunehmender Füllung des Preßraumes ein immer größerer Radialdruck und damit eine immer größere Preßlingdichte entstehen.

Bei den Rundgroßballenpressen wird zw-

ischen Variokammerpressen (System Vermeer, Bild 3) und Konstantkammerpressen (System Welger, Bild 4), unterschieden. Bei Variokammerpressen erweitert sich der Preßraum mit zunehmender Füllung mit Halmgut, so daß eine annähernd gleichmä-

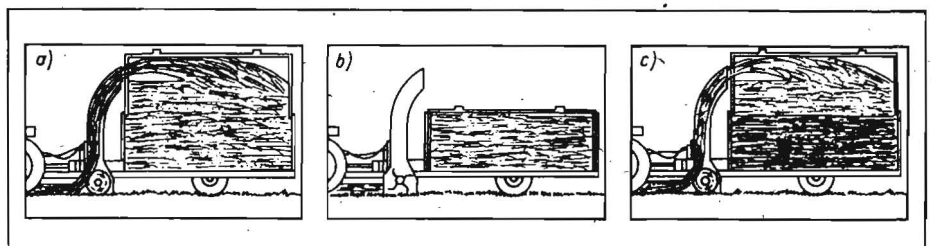
ßige Ballendichte entsteht. Das Konstantkammerprinzip ist durch feste Preßkammer- und Ballenabmessungen gekennzeichnet. Charakteristisch für dieses Prinzip sind der niedrig verdichtete Ballenkern und die hochverdichtete Randzone des Ballens.



Bild 1. Hochdruckpresse FORTSCHRITT K 454 B

Bild 2. Prinzip des Schober-setzer- oder StakHand-Verfahrens;

- Preßakt: Während der Schober-setzer die Schwaden aufnimmt, sorgt eine Leitvorrichtung für gleichmäßige Verteilung des Materials im Innern der Preßkammer.
- In bestimmten Abständen wird das Oberteil der Kammer hydraulisch abgesenkt und das darin befindliche Halmgut gleichmäßig gepreßt.
- Nach Erreichen der vorbestimmten Höhe wird der fertige Schober ausgestoßen.



Tafel 1. Preßverfahren für Halmgut

Unterscheidungsmerkmale	Kompaktierung									
	Normaldruckverfahren					Radialdruckverfahren				
Preßdruckrichtung	Quader					Zylinder				
Form des Preßlings	Quaderkleinballenpresse		Quadergroßballenpresse		Schober-setzer	Pelletier- bzw. Brikettierpresse		Zylinder		Wickelbrikettierpresse
Bezeichnung der Presse	Strangpresse		Strangpresse		Preßtopfpresse	Preßtopfpresse		Strangpresse		Preßtopfpresse
Preßkammer offen (Strangpresse) oder geschlossen (Preßtopfpresse)	Strangpresse		Strangpresse		Preßtopfpresse	Preßtopfpresse		Strangpresse		Preßtopfpresse
Halmgut-zuführung zum Preßkanal	oben seitlich vorn unten	oben unten	vorn unten		oben	axial		Vario-kammer tangential	Konstant-kammer tangential	tangential
Preßling-abmessungen in m			Howard	Vicon	StakHand 30 A	60 A	Pellet	Brikett		
Breite	0,4...0,5	0,8...1,2	1,5	1,6	2,1	2,4	≤ 0,02	0,02...0,08	—	—
Höhe	0,3...0,4	0,4...1,3	1,5	0,7	2,4	3,0	≤ 0,02	0,02...0,08	—	—
Länge	0,4...1,3	1,2...2,5	2,4	1,2	2,4	6,1	≤ 0,03	0,03...0,12	1,2...1,5	0,05...0,15
Durchmesser	—	—	—	—	—	—	≤ 0,02	0,02...0,08	0,8...1,8	0,05...0,15
Preßling-volumen in m ³	0,05...0,26	0,6...3,9	5,4	1,3	12	44	≤ 0,01 · 10 ⁻³	0,01 · 10 ⁻³ ...1 · 10 ⁻³	0,6...3,8	2 · 10 ⁻³ ...20 · 10 ⁻³
typische Preßling-dichte in kg/m ³	120...80	150	75	150	75		300		110	300
Vergleichs-preßling-masse in t (Stroh)	0,01...0,03	0,1...0,5	0,4	0,2	0,9	3,3	≤ 0,003 · 10 ⁻³	0,003 · 10 ⁻³ ...0,3 · 10 ⁻³	0,1...0,4	0,1 · 10 ⁻³ ...1 · 10 ⁻³
Strohdurchsatz in t/h	8...25	16...25	13	16	6...12		bis 7,5		6...12	kein Serien-erzeugnis

Ende der 60er Jahre wurden Forschungsarbeiten zum Wickelbrikettierverfahren durchgeführt. Hierbei wurde mit konischen oder schräggestellten zylindrischen Preßwalzen neben der radialen auch eine axiale Kraft erzeugt, so daß im Gegensatz zu dem in seiner Länge begrenzten Rundgroßballen ein fortlaufender Brikettstrang mit rundem Querschnitt entstand. Dieses Preßverfahren wurde nicht praxiswirksam, weil u. a. die Konservierung von Wickelbriketts aus feuchtem Halmfütter nicht geklärt werden konnte und der Losgutanteil zu hoch ist.

Die Preßkammer einer Presse kann während des Verdichtungsvorgangs in Ausstoßrichtung offen (Strangpresse) oder geschlossen (Preßtopfpresse) sein. Zu den Strangpressen gehören

- alle Quaderkleinballenpressen
- fast alle Quadergroßballenpressen
- die Pelletier- bzw. Brikettpressen
- die Wickelbrikettierpresse.

Zu den Preßtopfpresen gehören

- die Quadergroßballenpressen „Big Baler“ (Fa. Howard) und HP1600 (Fa. Vicon)
- die Schober-setzer
- alle Rundgroßballenpressen.

Ausgehend von den in Tafel 1 zusammengestellten Preßlingabmessungen enthält Bild 5 einen Größenvergleich von Preßlingen aus Halmgut. Die in Tafel 1 angegebenen Bereiche für Preßlingmassen ergeben sich aus den Preßlingabmessungen und den ebenfalls

in Tafel 1 angegebenen typischen Preßlingdichten.

Die praktikablen Preßlingdichten können sich für trockenes Stroh etwa in folgenden Bereichen bewegen:

- StakHand-Schober 60 bis 90 kg/m³
- Howard-Großballen 60 bis 100 kg/m³
- Rundgroßballen 80 bis 120 kg/m³
- Quaderkleinballen
 - Niederdruckpresse 50 bis 90 kg/m³
 - Mitteldruckpresse 50 bis 120 kg/m³
 - Hochdruckpresse 70 bis 140 kg/m³
 - Höchstdruckpresse bis 200 kg/m³ und darüber
- Quadergroßballen 100 bis 160 kg/m³
- Pellet bzw. Brikett 250 bis 350 kg/m³.

1.2. Systematik der Bindevverfahren

Nach dem gegenwärtigen Stand der Technik sind folgende Binde-, Umschnürungs- und Umwickelverfahren anwendbar:

- Garnbindung für konventionelle Hochdruckpressen und Quadergroßballenpressen;
 - ein- bis sechsfache Umschnürung je nach Ballenbreite
 - Knotenbildung ein- oder zweimal je Umschnürung je nach Ballenhöhe und -dichte (entweder ein Endknoten wie bei allen Quaderkleinballenpressen und bei Quadergroßballenpressen bis zu einer Kanalhöhe von etwa 800 mm oder ein Anfangs- und ein Endknoten je Um-

schnürung bei den Quadergroßballenpressen mit sehr großer Kanalhöhe)

- Drahtbindung für konventionelle Hochdruckpressen und Quadergroßballenpressen; zwei- bis vierfache Umschnürung je nach Ballenbreite
- Garnumschnürung für Rundgroßballenpressen; ein Faden oder 2 Fäden gegenläufig, spiralförmig zehn- bis achtzehnmal um den zylinderförmigen Preßling gewickelt
- Netzumwicklung für Rundgroßballenpressen; zwei- bis dreimal um zylinderförmigen Preßling gewickelt
- Folienumwicklung für Rundgroßballenpressen; wie Netzumwicklung
- kombinierte Netz- oder Folienumwicklung; nur noch eineinhalbmal und Garnumschnürung für Rundgroßballenpressen [1].

Die Knotenbildung erfolgt bei der Garnbindung durch Knüpfapparate nach den Systemen

- Cormick
- Deering
- Kombination aus beiden
- firmenspezifische Weiterentwicklung o. g. Systeme.

Zur Fadenzuführung zum Knoten des Knüpfapparats bestehen zwei Möglichkeiten:

- bei Endknotenbildung (am Ende des Preßlings) durch eine Unternadel
- bei End- und Anfangsknotenbildung (am Ende des Preßlings und am Anfang des nächsten Preßlings) durch eine Unter- und Oberradel bzw. deren Einleger.

Bei der Drahtbindung werden die beiden Enden einer Umschnürung durch einen Drillapparat miteinander verbunden.

Bei der Garnumschnürung, Netz- und Folienumwicklung auf den Rundgroßballenpressen erfolgt keine Knotenbildung.

2. Tendenzen der Preßverfahren

2.1. Konventionelle Hochdruckpressen

In einer jahrzehntelangen Entwicklung haben die konventionellen Hochdruckpressen als effektivste Variante der Quaderkleinballenpressen einen hohen technischen Stand erreicht. Im Vergleich zu den Nieder-, Mittel- und Höchstdruckpressen wurde aus der Sicht des derzeitigen Erkenntnisstands mit den konventionellen Hochdruckpressen bezüglich der Gesamtheit der Parameter Ballendichte, -form, -abmessungen, Bindematerialkosten, Maschinenmasse und Durchsatz ein Optimum gefunden. Trotz der langjährigen intensiven Bemühungen konnte die konventionelle Preßgutlinie noch nicht voll mechanisiert werden. Teillösungen hatten meist andere Nachteile zur Folge [2].

Der „handliche“ konventionelle Hochdruckballen läßt sich nach wie vor von Hand am besten aus dem Lager nehmen, auflösen und verteilen. Das wiederum führt bei der konventionellen Preßgutlinie zur Begrenzung von Ballenmasse, -abmessungen und -dichte, so daß die Bindematerialkosten neben den Lohnkosten ein beträchtlicher Anteil an den Verfahrenskosten geblieben sind.

Trotzdem werden konventionelle Hochdruckpressen in verschiedenen Leistungsklassen international noch lange produziert werden, da die herkömmliche Preßgutlinie unter einzelbäuerlichen Verhältnissen trotz unvollständiger Mechanisierung das billigere Verfahren bleibt. Der Ersatz der konventionellen Hochdruckpressen durch Rundgroßballenpressen und zunehmend auch durch Quadergroßballenpressen wird weitergehen. Die ökonomische Überlegenheit der vollmechanisierten Großballenlinien ist bei entsprechender Konzentration der Produktion in der Landwirtschaft und bei großen Transportentfernungen gegeben.

Weitere konstruktive Maßnahmen an konventionellen Hochdruckpressen zielen hauptsächlich auf die Erhöhung der Zuverlässigkeit, Materialökonomie und Bedienfreundlichkeit sowie auf ein verkaufsförderndes Design.

2.2. Rundgroßballenpressen

Wesentliche Fortschritte bezüglich der Senkung des Aufwands für die Umschlagprozesse und der Bindematerialkosten wurden in den 70er Jahren mit der Einführung der Rundgroßballenpresse erreicht. Bezüglich der Transport- und Lagerdichte ergaben sich jedoch gegenüber der regellosen Beladung und Einlagerung konventioneller Hochdruckballen keine bemerkenswerten Fortschritte. Außerdem ist der Durchsatz der Rundgroßballenpresse bei gleicher Maschinenmasse wesentlich geringer als der von konventionellen Hochdruckpressen, während der Anschaffungspreis höher ist [2].

Die bisherige Markttendenz für Rundgroß-

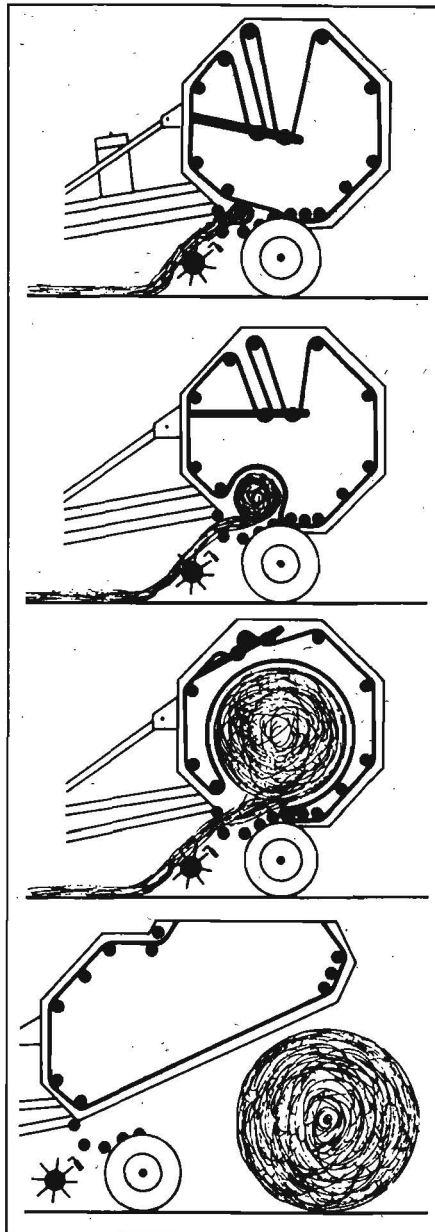


Bild 3. Rundgroßballenpresse mit Variokammerprinzip

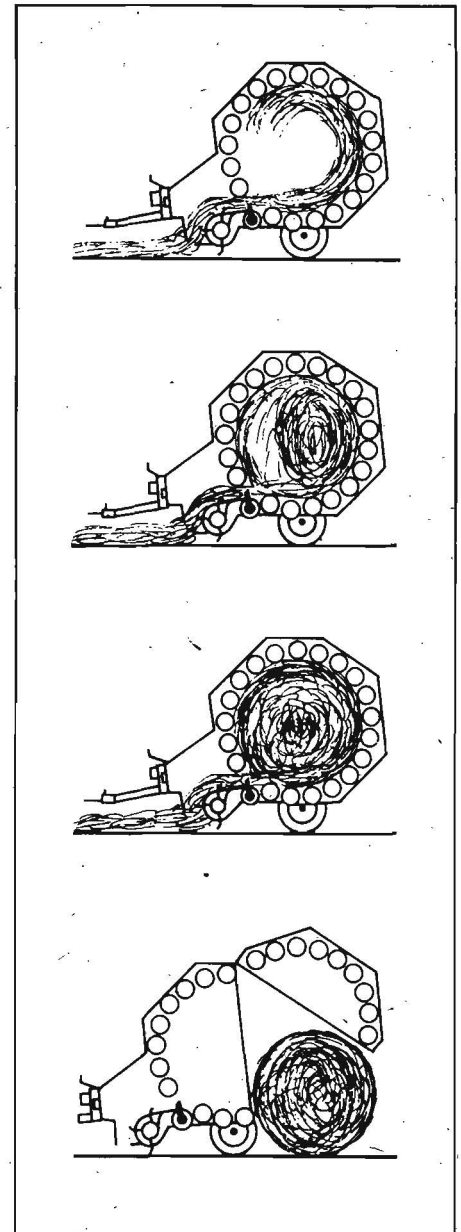
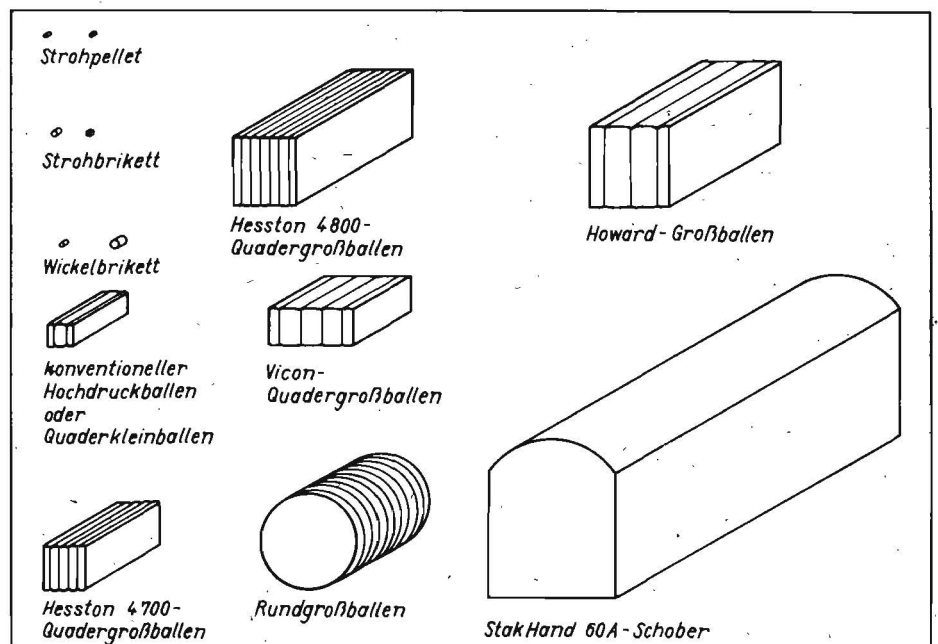


Bild 4. Rundgroßballenpresse mit Konstantkammerprinzip

Bild 5. Maßstäblicher Größenvergleich von Preßlingen aus Halmgut



ballen war steigend. Gegenwärtige Sättigungstendenzen im NSW resultieren aus der allgemeinen Verschlechterung der Absatzlage auf den NSW-Märkten. Die Rundgroßballenlinie wird sich ökonomisch in jenen größeren Landwirtschaftsbetrieben behaupten, die noch nicht so groß sind, daß sie sich eine Quadergroßballenlinie mit ihren noch größeren Vorteilen leisten können [3, 4].

2.3. Quadergroßballenpressen

Der nächste Schritt in der Verfahrensentwicklung der Preßgutlinie folgte fast unmittelbar. Seit Ende der 70er Jahre sind die Quadergroßballenpressen im Kommen. Die Vorteile wurden in [2] bereits dargestellt und bestehen darin, daß

- die Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse wesentlich effektiver durchgeführt werden können
- die Transport- und Lagerdichte wesentlich höher ist
- die Bindegarnkosten niedriger sind als beim Einsatz konventioneller Hochdruckpressen.

Der Durchsatz der Quadergroßballenpresse ist mit dem der konventionellen Hochdruckpresse der oberen Leistungsklassen vergleichbar.

Die weitere Entwicklung der Quadergroßballenpressen wird sich im internationalen Maßstab auf die Senkung des Energiebedarfs und der Maschinenmasse sowie auf die Anwendung der Mikroelektronik konzentrieren, damit neben den eindeutigen arbeitswirtschaftlichen Vorteilen auch die Verfahrenskosten noch günstiger gestaltet werden können.

2.4. Sonstige Preßverfahren

Die im StakHand-Verfahren hergestellten Schober sind nach einer gewissen Absetzzeit zwar transport-, aber nicht stapelfähig. Hinzu kommen relativ geringe Dichte der Schober, relativ geringer Durchsatz des Schobersetzers, bedingt durch Standzeiten während der Verdichtungsvorgänge, und relativ hoher Materialaufwand. Der Platzbedarf für die Zwischenlagerung am Feldrand und im Lager ist für mitteleuropäische Bedingungen unverträglich hoch. Dieses Preßverfahren hat hier keine Bedeutung.

Im Pelletier- bzw. Brikettierverfahren werden Preßlinge mit extrem hohen Dichten hergestellt. Die progressiv ansteigenden Preßkräfte führen aber in Verbindung mit dem daraus resultierenden hohen Materialaufwand zu extrem kleinen Abmessungen der Pellets bzw. Briketts, die wiederum relativ niedrige Durchsätze und den höchsten spezifischen Energie- und Materialbedarf aller Preßverfahren zur Folge haben. Die Vorteile des Verfahrens bestehen neben der hohen Preßlingdichte vor allem im Schüttgutcharakter und dem Nichtbedarf an Bindematerial. Das Pelletierverfahren wird zur Herstellung

von Kraftfutterpellets und bei der Halmfütter-Trockengutproduktion angewendet. Das Brikettierverfahren hat eine beschränkte Verbreitung bei der Bereitstellung von Heu und Stroh mit Zuschlagstoffen für Futterzwecke, vor allem in Verbindung mit großen Transportentfernungen, erfahren.

3. Tendenzen der Bindeverfahren

3.1. Konventionelle Hochdruckpressen

Die Entwicklung begann mit der Drahtbindung. Heute wird fast ausschließlich die Zweifach-Endknoten-Garnbindung angewendet. Dabei wird der Ballen am Ende seiner Herstellung zweimal umschnürt und gebunden. Seltener ist die Dreifach-Endknoten-Garnbindung.

Für hohe Ballendichten (140 kg/m³) wird Kunststoffgarn (z. B. Polypropylen) mit einer Lauflänge von 400 m/kg oder Sisalgarn mit einer Lauflänge von 150 bis 250 m/kg empfohlen.

Für geringere Ballendichten unter 100 kg/m³, die in der DDR-Landwirtschaft mit der Hochdruckpresse K454 praktiziert werden, beträgt die Lauflänge des Hochdruck-Pressenfadens aus Polypropylen bei sinkender Reißkraft bis 650 m/kg.

3.2. Rundgroßballenpressen

Das Radialdruckverfahren läßt nur ein Umschnüren oder Umwickeln des fertigen Preßlings zu (Varianten s. Abschn. 1.2.). Hierzu müssen Rundgroßballenpressen ohne Vorratskammersystem das Aufwickeln von Erntegut unterbrechen, d. h. anhalten. Das bis zu 18malige Umschnüren mit Garn nimmt bis zu 30% der reinen Arbeitszeit in Anspruch.

Netz- bzw. Folienumwicklung senken diese Standzeit, erhöhen aber die Bindematerialkosten auf das bis zu 4- bzw. 7fache. Bei Rundgroßballenpressen mit Vorratskammer sind diese Standzeiten nicht erforderlich, aber der Anschaffungspreis ist wesentlich höher. Empfohlen werden

- Kunststoffgarn mit einer Lauflänge von 400 bis 900 m/kg bei Lagerung der Rundgroßballen im Freien bzw. bei Silagebereitung
- Sisalgarn mit einer Lauflänge bis 300 m/kg.

3.3. Quadergroßballenpressen

Die Quadergroßballenpresse Vicon HP1600 hat eine Vierfach-Drahtbindung. Im Vergleich zu konventionellen Hochdruckpressen mit Drahtbindung beträgt der Drahtdurchmesser statt 1,8 mm 4,2 mm. Von seiten der Anwender wird der Draht wegen des hohen Materialtransports, der Unhandlichkeit und der Tiergefährlichkeit nur ungern eingesetzt.

Alle anderen Quadergroßballenpressen ar-

beiten in Abhängigkeit von der Preßkanalbreite mit Vierfach- bis Sechsfach-Garnbindung. Ab Preßkanalhöhen von 600 bis 800 mm ist die Zweiknotenbindung erforderlich.

Quadergroßballenpressen erfordern außerdem hochfestes Kunststoffgarn (z. B. Polypropylen) mit einer Lauflänge von 150 bis höchstens 200 m/kg.

4. Zusammenfassung

Preßverfahren für die Halmguternte werden in Normal- und Radialdruckverfahren unterschieden. Daraus ergeben sich einerseits Quaderkleinballen- und Quadergroßballenpressen, Schobersetzer sowie Pelletier- und Brikettierpressen und andererseits Rundgroßballen- sowie Wickelbrikettierpressen.

Zu den Binde-, Umschnürungs- und Umwickelverfahren gehören die Garn- und Drahtbindung für die Quaderkleinballen- und Quadergroßballenpressen sowie die Garnumschnürung, Netz- oder Folienumwicklung bzw. deren Kombinationsmöglichkeiten für die Rundgroßballenpressen.

Konventionelle Hochdruckpressen werden in verschiedenen Leistungsklassen noch lange produziert, aber in zunehmendem Maß durch vollmechanisierte Großballenlinien ersetzt.

Literatur

- [1] Netz- und Folienbindung für Rundballenpressen. Agrar-Praxis, Essen (1986) 5, S. 61–62.
- [2] Baumhekel, G.; John, G.: Vergleich von Konstruktionsparametern konventioneller Hochdruck- und Großballenpressen. agrartechnik, Berlin 37 (1987) 12, S. 557–561.
- [3] Sacht, O.: Großballen-Rollpressen, ein neuer Weg für die Halmgutverdichtung. Grundlagen der Landtechnik, Braunschweig 31 (1981) 6, S. 201–205.
- [4] Wolf, K.-P.: Rund oder eckig – klein oder groß? Landtechnik, Lehrte 41 (1986) 4, S. 169–176.

Außerdem werden einschlägige Prospekte der Firmen Bamfords, Agromet, Claas, Fahr, Fortschritt, Frunse, Hesston (Fiatagri), International Harvester, John Deere, Italo svizzera, Massey Ferguson, New Holland, Rivierre Casalis, Welger und Vicon ausgewertet. A 5289

Folgende Fachzeitschriften der Elektrotechnik erscheinen im VEB Verlag Technik:

Elektrie; Elektro-Praktiker; messen–steuern–regeln; Nachrichtentechnik–Elektronik; radio–fernsehen–elektronik; Mikroprozessortechnik