

# Futtermittelpelletieranlagen GFA — Mechanisierungslösungen zur effektiven Nutzung von Stroh

Dr. G. Güther, KDT, LPG (P) „Ernst Thälmann“ Knau, Kreis Zeulenroda  
Dipl.-Agr.-Ing.-Ök. F. Dornheim, KDT, VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen

Neben dem Anbau der ertragreichsten Futtermittelkulturen und der Senkung der Konservierungsverluste sind die Erschließung von Getreidestroh für die Fütterung und die Nutzung von weiteren Sekundärrohstoffen wichtige Beiträge zur Intensivierung der Futterproduktion.

In den letzten Jahren wurden in der DDR jährlich 8 Mill. bis 9 Mill. t Getreidestroh erzeugt. Die Nettoenergiemenge des Strohs kann mit einem Getreideertrag von etwa 1,2 Mill. bis 1,5 Mill. ha Getreidefläche verglichen werden. Der Bruttoenergieertrag von Getreidestroh entspricht z. B. etwa 35 % des Energiewerts der gesamten Grobfutterproduktion (ohne Stroh) in der DDR. Stroh besteht zu 60 % bis 75 % aus Zellulose und Hemizellulose sowie anderen N-freien Extraktstoffen. Diese Kohlenhydrate, die ausgezeichnete Energiequellen für die Wiederkäuer darstellen (1 g verdauliche Rohfaser wird energetisch wie 1 g verdauliche Stärke verwertet), sind jedoch aufgrund des eingelagerten Lignins und anderer inkrustierender Substanzen (z. B. SiO<sub>2</sub>), die eine Barriere zwischen Kohlenhydraten und Verdauungsenzymen bilden, nur ungenügend nutzbar. Reine Zellulose hat eine Energiekonzentration von etwa 750 EFr/kg TS. Die Energiekonzentration der verschiedenen Getreidestroharten beträgt dagegen lediglich 340 bis 390 EFr/kg TS.

Alle Maßnahmen, die zur Erhöhung der Energiekonzentration (Lockerung des Lignin-Zellulose-Komplexes, Aufschluß) bzw. zu einer Steigerung der Futteraufnahme dieser energiearmen Komponenten führen, sind demnach von großer Bedeutung für die Erhöhung des Futterwerts von Stroh als Futtermittel. Unter Strohaufbereitung wird die Bearbeitung von Stroh für Futterzwecke durch physikalische, chemische oder biologische Verfahren mit dem Ziel einer Erhöhung der Energieaufnahme beim Wiederkäuer über Stroh verstanden. Beim Einsatz von etwa 3 Mill. t Getreidestroh kön-

nen rd. 10 % des Energiebedarfs der Wiederkäuer der DDR über Stroh abgesichert werden.

## 1. Anforderungen an die Qualität des Strohs

Standard TGL 8022 (Tafel 1) enthält die wichtigsten Anforderungen an die Qualität des Futterstrohs. Für die Einhaltung der Parameter ist eine ordnungsgemäße Bergung und Lagerung Voraussetzung. Stroh sollte schon bei der Ernte als Futtermittelkomponente betrachtet und dementsprechend behandelt werden. Unzureichender Trockensubstanzgehalt bei der Einlagerung führt zu Nachfolgeschäden, die sich sowohl bei der Aufbereitung und Verarbeitung als auch bei der Verfütterung nachteilig auswirken.

## 2. Vorteile und Probleme der Strohaufbereitung

Die verschiedenen Strohaufbereitungsverfahren sollten in erster Linie nach der Höhe der Energieaufnahme durch das Tier beurteilt werden.

Weitere Kriterien für die Verfahren sind u. a.

- Möglichkeit der NPN-Applikation
- Realisierbarkeit des Verfahrens in der großtechnischen Anwendung
- Kosten je Nährstoffeinheit bzw. je Produkt.

Von den verschiedenen Behandlungsverfahren konnte sich infolge vorhandener technischer Mängel, verbunden mit Umweltbelastungen, der Feuchtaufschluß von Stroh mit Natronlauge bisher nicht durchsetzen.

In den vergangenen Jahren wurden jedoch in der DDR in größerem Umfang kompaktierte Teilfertigfuttermittel mit unterschiedlichem Strohanteil produziert. 1977 wurden in der DDR 1,7 Mill. t Pellets mit einem Strohanteil von 50 bis 70 % hergestellt, eine Menge, die auch für 1979 als volkswirtschaftliche Zielstellung besteht.

Durch das Verfahren der Strohzerkleinerung und -kompaktierung, gemeinsam mit anderen Zuschlagstoffen, können solche ernährungsphysiologischen, fütterungstechnologischen und nährstoffökonomischen Vorteile erreicht werden, wie

- wiederkäuergerechte Ernährung über langfristige Fütterungsabschnitte durch eine stabile Rationskomponente
- höhere Futteraufnahme gegenüber Lang- oder Häckselstroh
- teilweiser Übergang zur Trockenfuttermittel-

- abreichung in der Wiederkäuerfütterung
- Stabilisierung von Futterbasis, Gesundheit und Leistung der Tiere
- Möglichkeit des Stroheinsatzes in industriemäßigen Tierproduktionsanlagen
- geringere Variation in den Gehaltswerten der Futtermittel
- weitgehende Vermeidung von Fütterungsfehlern (vor allem bei Futterwechsel)
- Vereinfachung der Fütterungstechnologie (Zweikomponentenfütterung bei Teilfertigfuttermitteln)
- Verringerung der Silo- bzw. Lagerungskapazität für Grobfuttermittel
- Verringerung des Aufwands für Futtertransporte
- geringere Konservierungsverluste
- Steigerung der Arbeitsproduktivität in den Tierproduktionsanlagen
- Steigerung der Arbeitsproduktivität bei der Futterproduktion
- Erhöhung des Ertragspotentials der Pflanzenproduktion durch höhere Strohverwertung
- geringerer Bedarf an Hauptfutterfläche und damit Möglichkeiten zur Erweiterung der Anbauflächen für Intensivkulturen und Mähdruschgetreide.

## 3. Entwicklung der Futtermittelkompaktieranlagen GFA

Für die zielgerichtete Strohaufbereitung und Erhöhung des Futterwerts von Stroh hat der VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen unter Nutzung der wertvollen Erkenntnisse und Erfahrungen von Wissenschaft und Praxis eine Typenanlage zur Herstellung kompaktierter Futtermischungen auf Strohbasis — die Futtermittelpelletieranlage GFA — geschaffen und entsprechend dem internationalen Erkenntnisstand weiterentwickelt. Diese Anlage wird in Abhängigkeit von Strohanteilen von etwa 10 % bis 80 % sowie von weiteren festen und flüssigen Komponenten, Aufschluß- und Bindemitteln in verschiedenen Grund- und Rüstvarianten für Durchsätze von etwa 1 t/h und 6 t/h realisiert. Je nach Rezeptur und Wahl der entsprechenden Mechanisierungsmittel speziell für Zerkleinerung, Vermischung und Kompaktierung des Stroh-Konzentrat-Gemisches können pelletierte oder briquetierte Ergänzungs-, Teilfertig- oder Fertigfuttermittel für Aufzucht, Milchproduktion und Mast hergestellt werden. Strohkompaktieranlagen werden in zunehmender

Fortsetzung von Seite 357

Leerlaufen des Schmierölfilters absenkte. Daraus resultierte eine relativ lange Zeitdifferenz bis zum Druckaufbau, so daß die Gefahr der Mangelschmierung in der Anfahrphase gegeben war.

Erfindungsgemäß (Bild 4) wird eine Rohrhülse a, die sich bis nahe an das Umgehungsventil b erstreckt, angeordnet, so daß die geodätische Höhe des Ölspiegels bestimmt wird. Weiterhin sind auf dem Umgehungsventil b und der im Filtergehäuseunterteil c eingebrachten Rohrhülsebuchse d Dichtelemente e, f angeordnet, so daß die Abdichtung gegen Differenzdruck der Reinölseite g gegen die Schmutzölseite h sichergestellt wird.

Dipl.-Ing. H. Berg, KDT  
Pat.-Ing. G. Paul, KDT

A 2433

Tafel 1. Anforderungen an die Qualität des Futterstrohs (Standard TGL 8022)

Kriterium	Forderungen	Bemerkungen
Farbe	arteigen	—
Geruch	frisch	nicht muffig oder fremdartig
organischer Besatz	nicht zulässig	Schimmel, giftige Pflanzenteile
anorganischer Besatz	nicht zulässig	Sand, Steine, Glas, Metallteile
Rohaschegehalt	< 100 g/kg TS	—
TS-Gehalt	> 84 %	nach Ablagerung und bei Verarbeitung

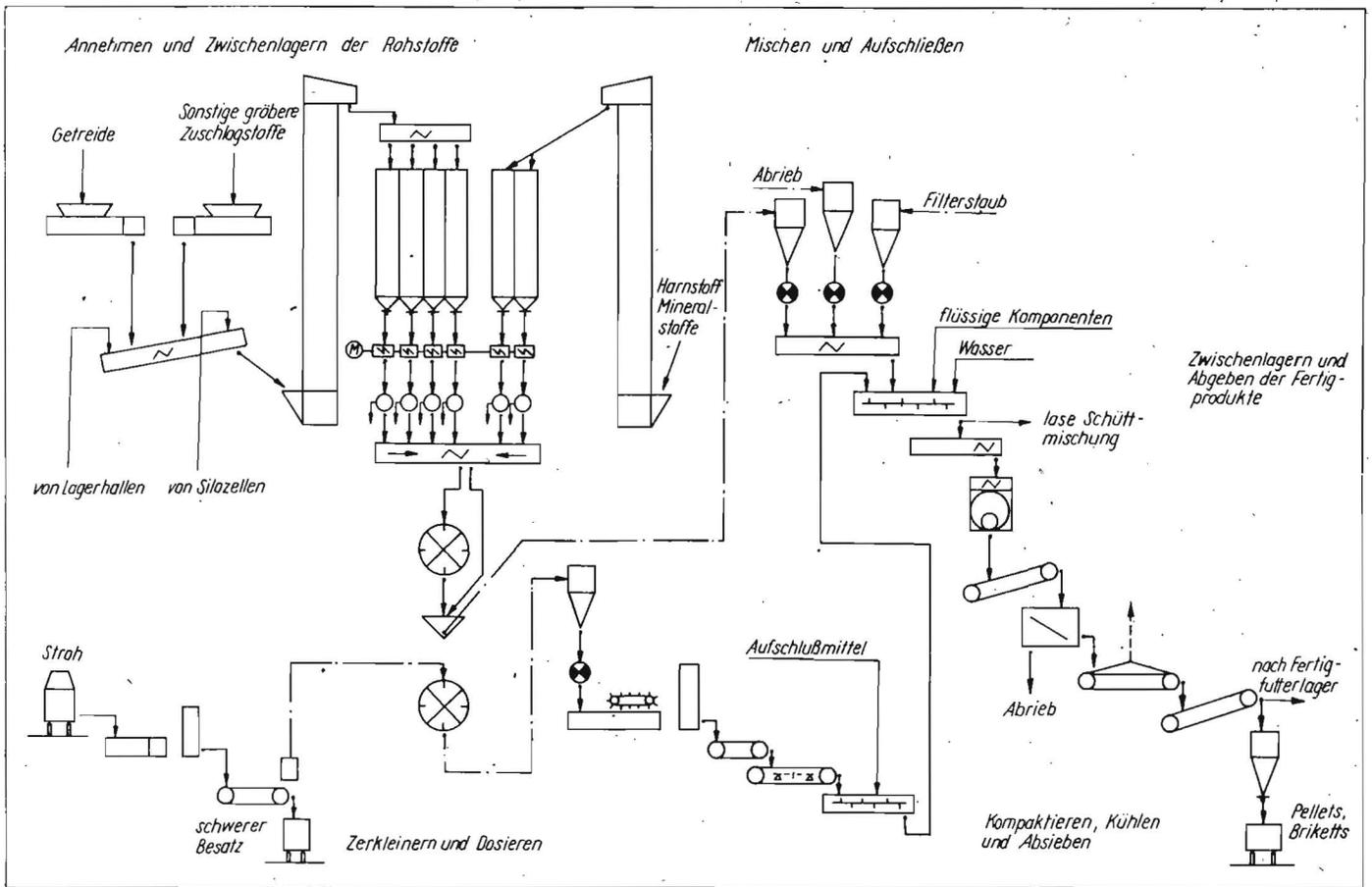


Bild 1. Technologie der Futtermittelpelletieranlage GFA

dem Maße unabhängig von einem Trockenwerk als selbständige Produktionsstätten errichtet. Es können aber auch einzelne Maschinenlinien und Maschinen der Futtermittelpelletieranlage GFA in Trockenwerken für die Verarbeitung von Trockengrünut und von getrockneten Ganzpflanzen — auch in Kombination mit Stroh — eingesetzt werden.

Die Technologie der Anlagen zur Strohkompaktierung soll nachfolgend am Beispiel der einzelnen Produktionsstufen der Futtermittelpelletieranlage GFA (Bild 1) erläutert werden.

### 3.1. Annehmen und Zwischenlagern der Rohstoffe

Alle zu verarbeitenden festen Komponenten werden entweder aus zentralen Lagereinrichtungen periodisch mit Straßenfahrzeugen angeliefert oder aus mit der Futtermittelpelletieranlage durch Stetigförderer verbundenen Lagerhallen oder Silozellen entnommen. Stroh wird der Anlage als Ballen-, Häcksel- oder Langstroh zugeführt. Das geschieht vorwiegend mit mobiler Technik über einen Annahmedosierer. Er besteht aus einem Trog mit einer für den Strohtransport am Boden angeordneten Kratzerkette mit verstellbarem Kettengetriebe und speziellen Abfräswalzen am Auslauf des Dosierers.

Entsprechend der Verfügbarkeit und vorgesehenen Rezepturgestaltung werden bis sechs und erforderlichenfalls auch mehr Zuschlagstoffe, wie Getreide oder Vorgemische auf Getreidebasis, Zuckerrübenschnitzel oder -granulat, Trockengrünutpellets, Mineralstoffe, Harnstoff oder andere NPN-Verbindungen, in die Dosierzellen zur Zwischenlagerung in der Anlage übernommen.

Einschüttgasse, Fördertechnik und Dosierbehälter sind für Harnstoff, Mineralstoffe und andere feinkörnige Komponenten, die größtenteils in Säcken angeliefert werden, separat vorgesehen, um Verunreinigungen durch andere Komponenten und dadurch bedingte Fehldosierungen auszuschließen. Zur Füllstandsüberwachung der Dosierzellen sind Füllstandsmelder angebracht.

Flüssigkeiten werden je nach Viskosität, Verhalten bei Kälte und den zu erwartenden Umgebungstemperaturen in beheizten oder unbeheizten Lagertanks zwischengelagert.

### 3.2. Zerkleinern

Das Stroh aus aufgelösten Strohballen bzw. das Häcksel- oder Langstroh gelangen vom Annahmedosierer mechanisch oder pneumatisch in eine Hammermühle. Vorher werden alle Fremdkörper, wie organischer und anorganischer Besatz und überfeuchte Strohkumpen, die schwerer als das zu verarbeitende Stroh sind, abgesondert.

Bei der pneumatischen Förderung wird in Fliehkraftabscheidern mit darunter angebrachten Zellenradschleusen das nach der Hammermühle in Faserhäcksel- bis Mehlstruktur anfallende Stroh abgeschieden. Die Wahl der Siebe in der Hammermühle richtet sich nach der von den Tierproduzenten gewünschten Struktur des Endprodukts.

Das Zerkleinerungsprodukt gelangt anschließend direkt oder nach Vermischung mit einem Aufschlußmittel in einen speziellen Strohdosierbehälter. Werden Getreidekörner, pelletiertes Trockengrünut und ähnliche Komponenten eingesetzt, können diese nach der Dosierung auf einer zusätzlichen Hammermühle zerkleinert werden.

### 3.3. Dosieren

Aus dem Dosierbehälter wird das bedarfsgerecht zerkleinerte Stroh in einem gleichmäßigen Förderstrom ausgetragen. Eine auf Wunsch nachgeordnete Förderbandwaage erfaßt exakt die tatsächlich dosierte Strohmenge. Die Bandwaage kann in Verbindung mit dem Strohdosierer auch als Dosierbandwaage ausgelegt werden. Damit können die in Abhängigkeit vom Zerkleinerungsgrad und Feuchtegehalt auftretenden Dichteschwankungen des Strohs ständig ausgeglichen werden. Die eingestellte Strohmenge wird dann mit hoher Dosiergenauigkeit eingehalten.

Für die kontinuierliche und rezepturgerechte Dosierung der schüttfähigen Zuschlagstoffe kommt die ökonomisch günstige Volumendosierung zur Anwendung. Der dazu eingesetzte Volumendosierer GM 601 gewährleistet durch mehrere Varianten des Zellenrades, die den unterschiedlichen Strukturen bzw. Korngrößen sowie Einsatzmengen der verschiedenen Zuschlagstoffe angepaßt sind, eine ausreichend hohe Dosiergenauigkeit. Unter jeder Dosierzelle befinden sich Volumendosierer, die alle mit einem gemeinsamen, regelbaren Antrieb versehen sind.

Entsprechend der vorgegebenen Rezeptur werden die Volumendosierer zunächst einzeln eingestellt. Danach ist bei proportionalen Veränderungen der Mengen von Stroh und Zuschlagstoffen keine erneute Einstellung der Volumendosierer notwendig, da dann ein stufenlos verstellbares Regelgetriebe in Funktion tritt. Dieses Regelgetriebe gewährleistet in Abhängigkeit von der Strohdosierung über die Verstellung der Drehzahl des gemeinsamen Antriebs die kontinuierliche Einhaltung des

vorher eingestellten Verhältnisses zwischen Strohanteil und übrigen Komponenten.

Für die flüssigen Komponenten sind in der Anlage Dosierpumpen mit den entsprechenden Leitungssystemen unter Beachtung der für die einzelnen Flüssigkeiten geltenden Sicherheitsbestimmungen installiert. Auch die flüssigen Komponenten werden nach der Strohmenge rezepturgerecht dosiert.

### 3.4. Mischen und Aufschließen

In einem Intensivmischer werden vorzugsweise zunächst die Flüssigkeiten mit dem zerkleinerten Stroh vermischt, um so die gewünschten Effekte optimal zu erreichen. Das trifft besonders für Natronlauge und ähnliche Aufschlußmittel zu, die nicht direkt dem Konzentratgemisch aus Zuschlagstoffen zugegeben werden sollten.

Mit der Technologie des chemischen Aufschlusses erfolgt eine Lockerung des Lignin-Zellulose-Komplexes und damit eine erhöhte Nutzung der im Stroh enthaltenen Energie durch das Tier. Bevorzugt wird 20- bis 24%ige Natronlauge verwendet, die keine speziellen Frostschutzmaßnahmen erfordert. Durch den Einsatz von 7,6 kg 24%iger Natronlauge je 100 kg Stroh ist eine Steigerung der Energiekonzentration des Strohs von z. B. 350 auf 400 EFr/kg TS möglich. Die durch den Zerkleinerungsprozeß bewirkte mechanische Behandlung des Strohs sowie Preßdruck und Temperaturerhöhung während des Kompaktierungsprozesses unterstützen diesen Aufschlußeffekt. Die chemische Behandlung mit Natronlauge wirkt sich besonders bei Rezepturen mit hohen Strohanteilen sehr günstig aus. Als Obergrenze sollen jedoch 10 bis 15 g Natrium je kg Trockensubstanz des Fertigprodukts nicht überschritten werden.

Die Zerkleinerungsprodukte von Getreide und anderen Zuschlagstoffen werden unmittelbar vor der Futtermittelpresse mit dem aufbereiteten Stroh und den feinkörnigen und mehligem Zuschlagstoffen vermischt. Weitere flüssige Komponenten hoher Viskosität, wie Melasse, Fett, Sulfitablauge, sowie niedriger Viskosität, wie Schlempe, Molke, Biertreber, Bierhefe und Pülpe, werden zur direkten Futterwerterhöhung, zur Geschmacksverbesserung oder als Bindemittel zur Verbesserung der Preßlingsfestigkeit bzw. Abriebreduzierung dem Stroh oder dem Stroh-Konzentrat-Gemisch in unterschiedlichen Mengen zugemischt.

Ein entsprechender Wasserzusatz ermöglicht die Einhaltung der für den Preßprozeß optimalen Trockensubstanz der Futtermischung.

### 3.5. Kompaktieren einschließlich Kühlen und Absieben

Das Stroh-Konzentrat-Gemisch gelangt nun in die Futtermittelpresse GM 802. Die Presse arbeitet nach dem Funktionsprinzip einer rotierenden, vertikalen Ringmatrize. Die durch den Strohanteil voluminöse, schwer fließende Futtermischung wird mit Hilfe einer speziellen Zuführeinrichtung in den Preßraum gefördert und mit Preßwalzen durch die Bohrungen der

Tafel 2. Einsatzformen kompakterter Stroh-Konzentrat-Gemische in der Wiederkäuerfütterung[1]

Einsatzform	Strohanteil	Einsatzkriterien
Strohpellets	> 70 %	— Zuschlagstoffe entsprechend Durchsatz, Pelletstabilität und Futteraufnahme — Stabilisierung der Pansenprozesse
Teilfertigfuttermittel	20...60%	— vollwertige Ergänzung der Grundration — Vereinfachung der Fütterung (Zweikomponentenfütterung) — Stabilisierung der Pansenprozesse, Gesundheit und Leistungshöhe der Tiere
Fertigfuttermittel	nach Verwendungszweck	— Sicherung des Bedarfs an allen essentiellen Nahrungsbestandteilen — vollständige Mischration

rotierenden Ringmatrize gedrückt. Damit erfolgt die Herstellung entweder von Pellets oder von Briketts. Größere Querschnitte der Preßlinge gestatten die Verarbeitung von Strohhäcksellängen bis zu etwa 40 mm. Hierdurch bleibt die Struktur des Halmguts weitestgehend erhalten.

Durchsatz und Energieverbrauch der Futtermittelpresse hängen besonders vom Strohanteil in der Futtermischung sowie von der sonstigen Rezepturgestaltung und der Verwendung besonderer Preßhilfsmittel ab. Die Strohbehandlung mit Natronlauge bringt auch diesbezügliche Vorteile. So konnten der Durchsatz um 20 bis 30% erhöht und in gleichem Maße der spezifische Energieaufwand gesenkt werden. Außerdem werden durch den Natronlaugezusatz bessere Preßlingsfestigkeiten und niedrigere Abriebwerte erzielt.

Die Futtermittelpresse kann auch umgangen werden und ermöglicht dann die Herstellung und Auslieferung loser Schüttmischungen. Diese müssen zur Vermeidung von Entmischungen stark angefeuchtet und sofort verfüttert werden. Auf diese Weise kann z. B. im Havariefall die Versorgung in der Nähe der Futtermittelkompaktieranlage befindlicher Tierbestände gesichert werden.

Nach dem Kompaktierungsprozeß werden die Preßlinge vom vorhandenen Abrieb befreit und vorzugsweise auf einem Kühlband abgekühlt. Entsprechend den räumlichen Voraussetzungen ist für Preßlinge mit geringen Abmessungen auch ein Kühlturm einsetzbar. Der Abrieb wird in das Stroh-Konzentrat-Gemisch vor der Presse zurückgeführt und kann auch lose separat ausgeliefert werden.

### 3.6. Zwischenlagern und Abgeben der Fertigprodukte

Die Auslieferung der kompaktierten Produkte erfolgt auf die Transportfahrzeuge durch Direktverladung über mechanische Fördereinrichtungen mit einem unterfahrbaren Zwischenlagerbehälter. Außerdem ist die kontinuierliche Beschickung eines zugeordneten Lagers für Fertigfuttermittel möglich. Das können z. B. Schüttgutlager mit Unterflurbelüftung oder auch Silozellen sein.

Die Langzeitlagerung kompakterter Stroh-Konzentrat-Gemische setzt neben anderen Qualitätsparametern die Einhaltung von minde-

sten 86% Trockensubstanz sowie eine laufende Qualitätskontrolle der Preßlinge voraus.

### 3.7. Sonstige Ausrüstungen

Zur Gewährleistung günstiger Arbeitsbedingungen in der Anlage und zur Erfüllung weiterer Forderungen der Hygiene und des Umweltschutzes werden die staubentwickelnden Maschinen und Ausrüstungen sowie Übergabefellen der Fördereinrichtungen abgesaugt. Aus der abgeführten Staubluft und der Förderluft bei pneumatischen Förderanlagen wird der Staub über Filter abgeschieden und ebenfalls der Futtermischung vor der Presse zugesetzt.

Die gesamte Anlage kann leicht und übersichtlich von einer zentralen Schaltwarte aus bedient und überwacht werden. Die einzelnen Maschinen und die mit diesen verbundenen mechanischen und pneumatischen Fördereinrichtungen sind in Folgeschaltung miteinander verriegelt, so daß beim Ausfall eines Antriebs die zufördernde Strecke selbsttätig abgeschaltet wird.

Je nach Strohanteil und Einsatzgebiet der Pellets und Briketts in der Fütterung lassen sich Strohpellets, Teilfertigfuttermittel und Fertigfuttermittel (Tafel 2) unterscheiden. Diese Einteilung entspricht vor allem dem praxisgerechten Einsatz der kompaktierten Stroh-Konzentrat-Gemische, die in Fütterungsregimes für Wiederkäuer zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Die sich aus der Herstellung kompakterter Futtermischungen für die Landwirtschaft ergebende Vielzahl von Nutzelementen begründet die große Bedeutung des Produktionsverfahrens und der hierfür geschaffenen und ständig weiterentwickelten Mechanisierungslösungen.

### Literatur

[1] Guther, G.; Flachowsky, G.: Strohpelletierung und Pelletverfütterung. Markkleeberg: agra-Buch 1977.

A 2439