

Bild 3
 Energetischer Vergleich von Vorernteverlusten und Mähdruschbesatz in Abhängigkeit von der Erntezeitspanne; Randbedingungen: spezifischer Energiegehalt $e_{E512} = 156 \text{ GJ/a}$, $e_{Korn} = 1,98 \text{ GJ/dt}$
 a Summenkurve, b Energieabgang durch Vorernteverluste nach [8], c Energieaufwand Mähdruschbesatz

Mähdruschherstellung und -instandsetzung der jeweiligen Anzahl Mähdruscheser zu geordnet der vergegenständlichte Energiegehalt. Die Addition beider Funktionen – im Sinn mathematischer Optimierung als linearer Kompromiß – führt zur Energiesummenkurve im III. Quadranten, deren Minimum zugleich die energetisch günstigste Mähdruschersanzahl für diesen Betrieb ausweist.

Der ermittelte energetisch günstigste Mähdruschbesatz in diesem Betrieb liegt unter 120 ha Getreide je Mähdrusch und Jahr. Bei einer täglichen Mähdruschzeit von 6 h (im gewählten Beispiel zwischen 13.00 und 19.00 Uhr MESZ) ermöglicht das, über ein Drittel des Energiebedarfs der Arbeitsgänge Mähdrusch und Körnertrocknung einzusparen.

Das Verhältnis von Aufwand und Ergebnis in der Pflanzenproduktion wird um so ungünstiger beeinflusst, je später die Verluste im Produktionsablauf entstehen. Insofern ist mit Hilfe energetischer Analysen zu prüfen, in welchem Verfahrensabschnitt mit gleichem Energieaufwand höchster Ertragszuwachs realisiert werden kann. Aufwendungen zur Minderung von Ernte-, Lagerungs- und Verarbeitungsverlusten lassen i. allg. einen höheren Effekt erwarten, als wenn sie in gleichem Umfang in einen der vorgelagerten Verfahrensabschnitte einfließen.

Bild 3 zeigt dazu stark vereinfacht den energetischen Vergleich zwischen Vorernteverlusten und Mähdruschbesatz in Abhängigkeit von der Erntezeitspanne. Deutlich wird, daß minimale Energieverluste dann entste-

hen, wenn die Erntezeitspanne zwischen 5 und 13 Tagen liegt. Das entspricht bei einer täglichen Einsatzzeit von 6 h an der oberen Grenze einer Getreideanbaufläche von rd. 80 ha je Mähdrusch E512 und Jahr. Beide Beispiele tendieren im Ergebnis zu einem höheren Mähdruschbesatz bei gleichzeitiger Verringerung des Gesamtenergieaufwands.

Die energetische Effektivität eines Verfahrens steht neben anderen Bewertungskriterien, wie z. B. dem Aufwand an lebendiger Arbeit und den Kosten. Veränderungen innerhalb einer Kategorie sind dabei stets in ihrer Wirkung auf andere Aufwandgrößen zu prüfen. Erst dann läßt sich eine volkswirtschaftliche Wertung vornehmen. Überlegungen zu höherer volkswirtschaftlicher Effektivität durch das Einführen energetischer Äquivalente stehen dabei am Anfang.

4. Zusammenfassung

Eine energetisch effektivere Prozeßgestaltung in der Landwirtschaft erfordert, Analysen in Produktionsverfahren über die eingesetzten Formen Gebrauchsennergie hinaus auf den vergegenständlichten Energieaufwand (z. B. Landmaschinen, Mineraldünger) auszudehnen.

Energetisches Äquivalent jeder Stoffeingangs- und Stoffausgangsgröße ist der jeweilige Gehalt an Primärenergie. Landwirtschaftliche Produkte sind energetisch mit dem Gehalt an Bruttoenergie sowie dem im Verfahren eingesetzten (vergegenständlichten) Energieaufwand zu werten.

Beispiele energetischer Betrachtungsweise zum günstigsten Mähdruschbesatz im Vergleich zum Trocknungsenergiebedarf bzw. zu den Vorernteverlusten tendieren zu einer Getreidefläche von 80 bis 120 ha je Mähdrusch (Basis E512) und Jahr.

Der spezifische Energiebedarf stellt nur ein Bewertungskriterium im Komplex neben dem Arbeitskraftbedarf, den Kosten und weiteren Merkmalen eines Verfahrens dar. Das Wissen um energetische Äquivalente wird dazu beitragen, die volkswirtschaftliche Effektivität entsprechend der gesellschaftlichen Zielstellung weiter zu verbessern.

Literatur

- [1] Marx, K.: Das Kapital. In: Marx/Engels: Ausgewählte Werke in 6 Bänden, Bd. III. Berlin: Dietz Verlag 1978, S. 202.
- [2] Richter, K.: Aspekte der Einbeziehung des vergegenständlichten Energieverbrauches auf die rationelle Energieanwendung – dargestellt am Beispiel der Metallverformung. Ingenieurhochschule Zittau, Dissertation A 1977 (unveröffentlicht).
- [3] Matthes, E.; Lindenlaub, W.: Erhöhung und Sicherung des volkswirtschaftlichen Nutzeffektes durch Erzeugung und Einsatz anforderungsgerechter Werkstoffe unter besonderer Berücksichtigung des kumulativen Energieverbrauches in Produktion und Konsumtion. Freiburger Forschungshäfte (1978) D 114, S. 7–16.
- [4] Degner, W.; Herfurth, K.: Energieeinsatz bei der Teilefertigung durch Spanen aus volkswirtschaftlicher Sicht. Konferenz „INFERT“ 82 in Dresden 1982, Vorträge der Fachsektion I, S. 152–164.
- [5] Müller, M.; Thurm, R.: Kennzahlen zur Bewertung des rationellen Energieeinsatzes in der Pflanzen- und Tierproduktion. In: Richtlinien mit methodischen Empfehlungen für die Bewertung von Verfahren der Pflanzen- und Tierproduktion. AdL der DDR/Hochschule für LPG Meißen 1982, S. 137.
- [6] Große, W.: Zum energetischen Herstellungsaufwand von Landmaschinen. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 1, S. 21–23.
- [7] Laube, W.: Bruttoenergiegehalte in Pflanzen- und Tierproduktion. In: Richtlinien mit methodischen Empfehlungen für die Bewertung von Verfahren der Pflanzen- und Tierproduktion. AdL der DDR/Hochschule für LPG Meißen 1982, S. 139.
- [8] Pugatschew, A.: Einfluß biologischer und anderer Faktoren auf die Höhe der Körnerverluste bei der Getreideernte. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft, Moskau/Berlin 26 (1982) 5, 500–501.

A 4349

Einfluß der Preßgeschwindigkeit auf den Preßdruck beim Kompaktieren von Futtermittelmischungen

Dozent Dr.-Ing. M. Klose, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik
 Dr.-Ing. R. Hejft, Polytechnische Hochschule Białystok (VR Polen)

1. Einleitung

Die Preßgeschwindigkeit ist ein durchsatzbestimmender Parameter beim Pressen von Futtermittelmischungen. Ihr Einfluß sollte deswegen bei der Parameteroptimierung des Preßprozesses beachtet werden. Hinzu kommt, daß dieser Einfluß auf den Preßpro-

zeßverlauf bisher nicht eindeutig bestimmt ist [1]. Ergebnisse von Untersuchungen zum Einfluß anderer ausgewählter Parameter auf den Preßdruck beim Pressen von Futtermittelmischungen bei niedriger Prozeßgeschwindigkeit wurden von den Autoren bereits in einem früheren Beitrag erläutert [2].

2. Experimentelle Untersuchungen

2.1. Methodik

Die experimentellen Untersuchungen zum o. g. Problem wurden auf einer speziellen Versuchseinrichtung durchgeführt, die eine kontinuierliche Messung ausgewählter mechanischer Größen während des Preßpro-

Tafel 1. Technisch-technologische Parameter des untersuchten Preßprozesses und deren Variation in den durchgeführten Untersuchungen

Parameter der Futtermittelmischung bzw. der Matrize	Benennung	Variation der zu untersuchenden Parameter
Feuchtigkeit	U	9%, 16%
Länge der Bohrung	L	90 mm, 160 mm
Anzahl der Preßzyklen (von aufeinander folgenden Futtermittelmischungsportionen innerhalb 1 min)	v	28, 35, 5, 45, 56, 72, 90, 112, 140, 180, 224, 280, 350
Durchmesser der Matrizenbohrung	D	18 mm = konst.
Phasenwinkel der Matrizenbohrung [2]	α	45° = konst.
Teilchengröße (theoretisch) des Strohanteils	L _r	6 mm = konst.
prozentualer Strohanteil	S	25% = konst.
Temperatur	T	292 K = konst.

zesses bei unterschiedlichen Preßgeschwindigkeiten am einzelnen Preßling ermöglichte. Die bei den Untersuchungen betrachteten Parameter des Preßprozesses, ihre Werte und ihre Variation sind in Tafel 1 dargestellt. Diese Werte resultieren aus Ergebnissen von Testversuchen bzw. aus Literaturangaben [2].

2.2. Futtermittelmischung

In den experimentellen Untersuchungen wurde eine Futtermittelmischung mit einem Anteil von 25% Stroh mit einer theoretischen Teilchenlänge von 6 mm entsprechend der Mischung A6 in [2] verwendet. Der Wassergehalt wurde zwischen 9% und 16% variiert.

2.3. Versuchseinrichtung

Die verwendete Versuchseinrichtung (Bilder 1 und 2) bestand aus folgenden Hauptbaugruppen:

- Antrieb
- Steuerung
- Materialzufuhr
- Preßeinrichtung
- Kontroll- und Meßgeräte.

Zum *Antrieb* gehörten eine Drehmaschine TUC 40/1000 und eine Exzenterpresse. Durch die Anwendung einer Drehmaschine gelang es, einen breiten Bereich bezüglich des Durchsatzes einer Preßeinrichtung mit 28, 35, 5, 45, 56, 72, 90, 112, 140, 180, 224, 280 und 350 Portionen je Minute zu untersuchen. Die Anwendung einer Exzenterpresse ermöglichte auch die Realisierung des erforderlichen Druckbereichs von Futtermittelpressen.

Die *Steuergruppe* bestand aus Verbindungsstück 21, Hebelarm 18, Antriebsarm 19, Ende des Antriebsarmes 20, Regulierschraube 22 und Feder 23.

Der Antrieb des Hebelarmes erfolgte durch ein am Lager der Exzenterpresse montiertes Verbindungsstück. Der Hebelarm war im Gegensatz zum Pressenständer 24 beweglich. An den Hebelarm war der Antriebsarm mit Hilfe von Regulierschrauben montiert. Die Größe des Antriebsarmhubes wurde durch das Ende des Antriebsarmes sowie durch die Regulierschraube eingestellt und gesteuert. Der Antriebsarm bewirkte während des Umlaufes der Drehscheibe 1 eine Hin- und Herbewegung mit gleichzeitiger Kreisbewegung um den Befestigungspunkt. Der ständige Kontakt des Antriebsarmes mit der Drehscheibe wurde durch eine Feder garantiert.

Die *Zuführgruppe* bestand aus Drehscheibe 1 mit einem Durchmesser von 415 mm, starrer Scheibe 2, Aufnahme 3, Bolzen 4, Buchse 5, Muffe 6, Schraube 7, Abstandhülse 8, Bremse 12, die auf dem Trägerarm 13 befestigt waren, Lager 28, Ring 30 sowie 50 Bolzen 25.

Die Drehscheibe hatte 50 Öffnungen mit einem Durchmesser von 18 mm, die gleichmäßig über den Durchmesser verteilt waren, sowie 50 Bolzen, die sich gegenüber den Öffnungen befanden. Die Drehscheibe stützte sich auf der starren Scheibe ab, die über eine Muffe mit der Aufnahme verbunden war. In der Drehscheibe war ein Bolzen montiert. Die starre Scheibe hatte einen Ausschnitt in der Achse des Preßbolzens 17 und der Preßmatrize 9. An der starren Scheibe war eine Buchse montiert, die zusammen mit dem Bolzen als Lager der Drehscheibe diente. Um die starre Verbindung der Gruppe zu sichern, war die Drehscheibe durch Schraube, Abstandhülse, Lager und Ring an der Aufnahme befestigt. In der Aufnahme und im

Preßtisch 26 befanden sich unterhalb der Matrizenöffnung entsprechende Ausschnitte.

Die *Preßeinrichtung* bestand aus Preßmatrize 9, Preßbolzen 17, Gehäuse der Preßmatrize 10, Sicherungsring 11, Verbindungsstück zur Matrize 27, Platte 31 sowie tensometrischen Meßgebern 14, 15 und 16. Auf der äußeren Oberfläche der Preßmatrize waren tensometrische Meßgeber, die die Verformung längs und quer zur Matrize registrierten, sowie 2 Platten, auf denen sich das tensometrische Kompensationssystem befand, angebracht. Die Preßmatrize war im Gehäuse mit Hilfe eines Sicherungsringes lose befestigt.

Die Platte diente zur Befestigung der Stroh-zuführungsleitungen. Das Gehäuse der Preßmatrize war mit der Aufnahme 3 starr verbunden, ihre eventuelle Umdrehung während der Inbetriebnahme der Versuchseinrichtung sicherte der Bolzen 32. Das Verbindungsstück 27 ermöglichte eine beliebige Verlängerung der Matrize.

Zum Preßsystem gehörte außerdem der Preßbolzen 17, der am Lager der Exzenterpresse montiert war und auf dessen Oberfläche sich die Meßgeber befanden, mit denen die Verformung entlang der Seitenlänge des Preßbolzens gemessen wurde.

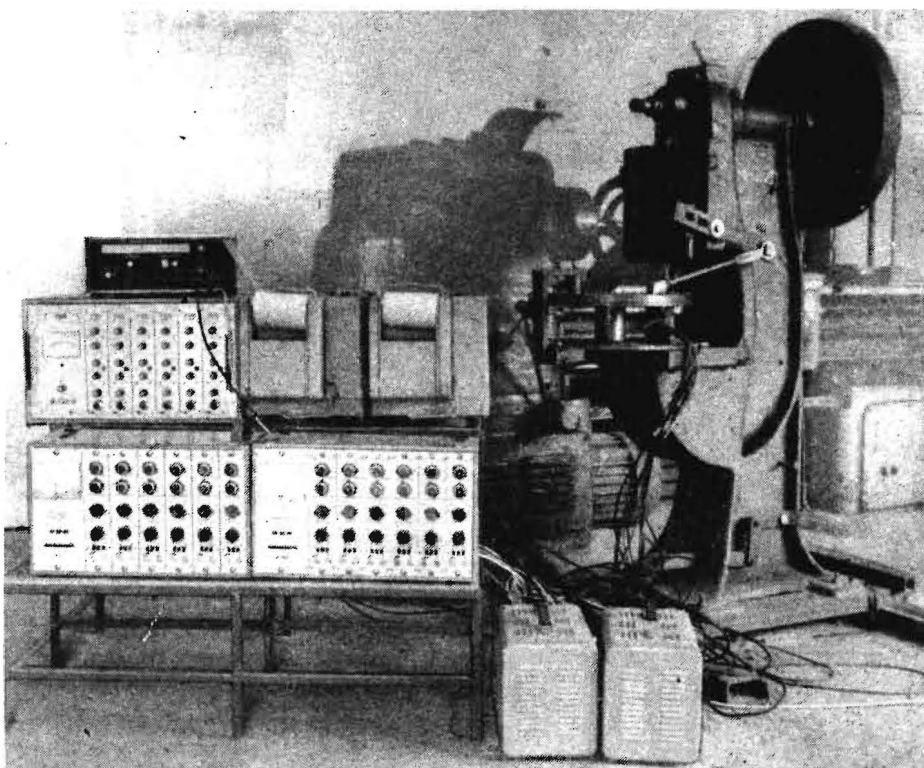
Die Gruppe der *Kontroll- und Meßgeräte* bestand aus zwei tensometrischen Meßbrücken TT6c, einer Meßbrücke KWS/6A-5, zwei Registriereinrichtungen N-115 und einem Frequenzgenerator POF-1.

3. Ergebnisse

Im Ergebnis der auf der beschriebenen Versuchseinrichtung durchgeführten Untersuchungen kann zunächst festgestellt werden, daß die Preßgeschwindigkeit v auf den Preßdruck p_k im Bereich von 28 ≤ v ≤ 350 Zyklen je Minute keinen Einfluß hat.

Des Weiteren kann festgestellt werden, daß die Homogenität der zu pressenden Futtermittelmischung den Preßdruckverlauf beein-

Bild 1. Gesamtansicht der verwendeten Versuchseinrichtung



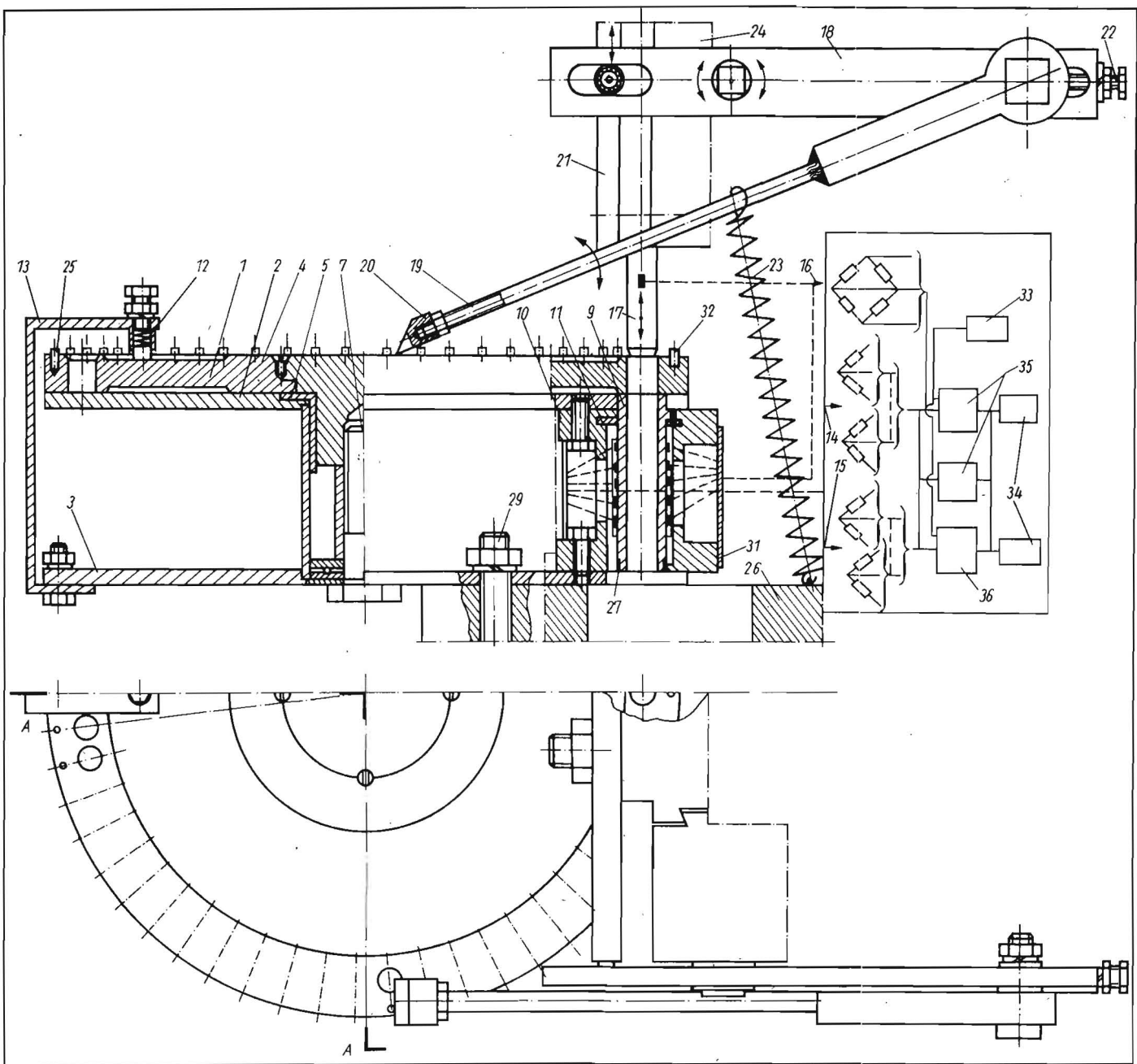


Bild 2. Schema der Versuchseinrichtung (ohne Antrieb);

1 Drehscheibe, 2 starre Scheibe, 3 Aufnahme, 4 Bolzen, 5 Buchse, 6 Muffe, 7 Schraube, 8 Abstandhülse, 9 Preßmatrize, 10 Gehäuse der Preßmatrize, 11 Sicherungsring, 12 Bremse, 13 Trägerarm, 14, 15, 16 tensometrische Meßgeber, 17 Preßbolzen, 18 Hebelarm, 19 Antriebsarm, 20 Ende des Antriebsarmes, 21 Verbindungsstück, 22 Regulierschraube, 23 Feder, 24 Pressenständer, 25 Bolzen, 26 Preßtisch, 27 Verbindungsstück zur Matrize, 28 Lager, 29 Schraube, 30 Ring, 31 Platte, 32 Bolzen, 33 Frequenzgenerator POF-1, 34 Registrierungseinrichtung N-115, 35 Meßbrücke TT 6c, 36 Meßbrücke KWS/6A-5

flußt. So kann z. B. eine inhomogene Mischung mit unterschiedlichem Wassergehalt an verschiedenen Stellen der Probe durch ungenügende Mischung oder Konditionierung sowie Zusätze zu einer Veränderung des Preßdrucks führen. Diese kann sowohl ansteigende als auch abfallende Tendenz haben, woraus sich zunächst widersprüchlich erscheinende Literaturangaben erklären lassen [1].

Die ursprüngliche Aufgabenstellung der Versuchseinrichtung wurde dahingehend erweitert, bei unterschiedlichen Preßgeschwindigkeiten die Parameter Feuchtigkeit U und Bohrungslänge L entsprechend Tafel 1 zu variieren und ihren Einfluß auf den Preßdruck zu

ermitteln. Dieser Einfluß wird durch folgende Beziehung dargestellt:

$$p_k = 21,91 - 4,1 U + 0,84 L.$$

Sie gilt für die in Tafel 1 aufgeführten Größen. Eine Erklärung für die Einflüsse von Feuchtigkeit U und Bohrungslänge L erfolgte bereits in [2].

4. Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden Beitrag konnten einige noch ungeklärte Probleme des Preßprozesses von Futtermittelmischungen hinsichtlich der Preßgeschwindigkeit sowie Widersprüche in bisherigen Erkenntnissen geklärt werden. Außerdem wurde eine Einrichtung

vorgestellt, die für weitergehende Untersuchungen zum Preßprozeß genutzt werden kann. Sie bietet neben der großen Variationsmöglichkeit der prozeßbestimmenden Parameter die Möglichkeit, dynamische Aspekte des Prozesses zu berücksichtigen.

Literatur

- [1] Hejft, R.: Beitrag über den Einfluß ausgewählter technisch-technologischer Parameter auf den Preßprozeß von Futtermitteln. TU Dresden, Dissertation 1983 (unveröffentlicht).
- [2] Klose, M.; Hejft, R.: Einfluß bestimmter technisch-technologischer Parameter auf den Preßdruck beim Pressen von Futtermittelmischungen. *agrar-technik*, Berlin 34 (1984) 4, S. 176-178. A 4167