

γ -Volumendosierer mit Dichtemeß- und -steuereinrichtung

Dr. rer. nat. M. Beer, KDT/Chem.-Ing. H. Fuchs/Dipl.-Ing. R. Becker
Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR
Dipl.-Ing. E. Günther, KDT, Institut für Getreidewirtschaft Berlin, Bereich Magdeburg-Frohse

Bei der Produktion von Futtermischungen zwingen vor allem ökonomische und besonders materialökonomische Aspekte zur möglichst genauen Dosierung der nur begrenzt zur Verfügung stehenden wichtigen Futtermittelkomponenten wie Fischmehl, Sojaschrot, Futterphosphat und Zuckerrübenschnitzel.

Die in den letzten Jahren international gebräuchliche automatisierte diskontinuierliche Chargen-Produktion (Bild 1a) von Mischfutter weist unter Praxisbedingungen nicht die erhoffte Genauigkeit auf. Der gleichzeitig durch den hohen Anteil an Automatisierungseinrichtungen bedingte starke Anstieg der Investitionen und der Instandhaltungskosten [1] zwingt zur Suche nach neuen Lösungen bzw. zur Weiterentwicklung von bisher bewährten Wirkprinzipien der Dosierung.

Aus der Sicht und Erfahrung der mechanischen und chemischen Verfahrenstechnik [2] [3] sind bei Durchsätzen, wie sie bei der industriellen Mischfutterproduktion auftreten, kontinuierliche Verfahren zu bevorzugen. Die Umstellung einiger 100-kt-Mischfutterwerke der 64er Baureihe von der Chargen-Dosierung und -Mischung zur Verbindung der periodischen Wägedosierung mit kontinuierlich betriebenen Mischern (Bild 1b) [4] sowie die Errichtung des ersten Werks mit Dosierbandwaagen für die Produktion von Teilfertigfuttermitteln und Fertigfuttermitteln sind Beweise dafür. Beide Varianten besitzen aber den Nachteil der gleichen aufwendigen Dosierertechnik wie die automatisierten Chargenverfahren. Andererseits zeigen mehrjährige Vergleiche, daß in Mischfutterwerken, die mit einfacher Dosier- und Mischtechnik, d. h. mit Volumendosierern (Zellenraddosierern) und dem effektiven, kontinuierlich arbeitenden Mischer KM 1000 (Bild 1c) arbeiten, keine signifikant schlechtere Qualität der Endprodukte auftritt, die auf die einfachere Ausrüstung zurückzuführen wäre. Daher erscheint es möglich zu sein, durch gezielte Weiterentwicklung des Zellenraddosierers zu weniger aufwendigen und dennoch genügend genauen Dosierorganen für schüttfähige Futtermittelkomponenten zu kommen.

Der Ausgangspunkt für eine erfolgversprechende Weiterentwicklung des Volumendosierers ist die Verringerung der Folgen seiner prinzipbedingten Fehlerquelle bei der Massedosierung, daß eine Änderung der Schüttdichte der Komponente einen nicht konstanten Massedurchsatz verursacht. Es wurde allgemein angenommen (Meßergebnisse liegen nicht vor), daß diese Durchsatzänderungen bis zu 30% betragen können.

In der Praxis wird versucht, die o. g. Fehlerquelle durch mehr oder minder zahlreiche Dosierkontrollen in konstanten Zeitabständen und entsprechende Korrektur des Zellenradvorschubs auszuscheiden.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die Änderungen des Masseflusses in Volumendosierern zu messen. Das Einbringen

von Flügelrädern in den ausfließenden Gutstrom ergab z. B. keine brauchbare Meßgröße. In der Literatur [1] wird von einer Variante berichtet, bei der die Auslenkung einer um 45° geneigten, drehbaren Fläche durch den Schüttgutstrom über ein Potentiometer als Regelgröße in allen Durchsatzbereichen genutzt werden soll. Realisierungsbeispiele aus der Futtermittelindustrie wurden bisher nicht beschrieben.

Der in den vorliegenden Untersuchungen gewählte Lösungsweg beruht darauf, daß nicht die Veränderung des Massestroms nach dem Dosierer, sondern die Schüttdichte bzw. die Schüttdichteänderung unmittelbar vor dem Eintritt in das Zellenrad gemessen wird. Wenn dabei die Bedingung erfüllt wird, daß sich beim Füllen der Kammern die gleiche Schüttdichte einstellt, wie im unmittelbar vor den Zellenrädern liegenden Raum, dann muß bei konstanter Drehzahl das gewonnene Meßsignal dem Massestrom nach dem Dosierer proportional sein.

Es lag nahe, für die Dichtemessung radiometrische Meßeinrichtungen zu benutzen. Obwohl γ -Absorptions- und γ -Streusonden gleichermaßen gut anwendbar sind, wurden die γ -Streusonden [5] gewählt, weil im interessierenden Schüttdichtebereich der Futtermittel praktisch ein linearer Zusammenhang zwischen Schüttdichte und Sondersignal (Impulse je Zeiteinheit) besteht. Dadurch sind einfache Steuer- und Signalisierungsmöglichkeiten zu erwarten. Der unkomplizierte Aufbau der Stabsonde (Länge 200 mm, Durchmesser 20 mm, HF-Kabelanschluß) gestattet den Einbau praktisch an jeder beliebigen Stelle im Dosierer. Der Strahlenschutz ist mit einfachen Mitteln zu gewährleisten.

Versuche mit einem ersten Labormuster ergaben, daß die o. g. Bedingungen hinsichtlich Schüttdichtegleichheit dann erfüllt ist und ein guter linearer Zusammenhang zwischen Meßsignal der Sonde und dem Massedurchsatz in weiten Schüttdichtebereichen besteht, wenn im Gegensatz zur bisherigen Verfahrensweise im Zulaufbereich vor dem Dosierer und im Dosierer selbst Entlastungszonen vorhanden sind (Bild 2). Sie bewirken eine Auflockerung der Schüttgutsäule bereits vor dem Einlauf in die Zellen des Volumendosierers.

Aus dem inneren Gehäuse und dem Zellenrad der Volumendosierer des Typs „Fanal“ und aus dem VEB Kombinat Fortschritt — Landmaschinen wurden 3 Versuchsmuster angefertigt. Die vorhandenen Antriebe wurden entfernt und durch einen thyristor-gesteuerten Gleichstromnebenschlußmotor¹⁾ mit stufenlos verstellbarer Drehzahl im Bereich 1 bis 20 U/min ersetzt, der auch durch eine potentialfreie Fremdspannung von 0 bis 10 V angesteuert werden kann. Ein Wendepotentiometer mit einem Fehler von 0,01% und guter Linearität gewährleistet eine wesentlich einfachere leicht reproduzierbare Einstellung der Drehzahl, als das bei den bisherigen Volumendosierern möglich war. Im Zellenraum vor den Zellen (Bilder 2b und 2c) wurde eine γ -Streusonde DS-114 S angebracht und die abgeleiteten Impulse in handelsüblichen Labor-Kernstrahlungsmeßgeräten oder in den ersten beschriebenen Versuchsmustern der Geräte gemessen oder verwertet.

Umfangreiche Messungen im Labor und unter Produktionsbedingungen der Mischfutterindustrie ergaben bei der Dosierung von Roggen- und Weizenkleien, von Grünmehl, Futterhefe (Malchin), Schrotgemisch, unzerkleinertem Getreide, Zuckerrübenschnitzelgranulat, Harnstoff, Sojaschrot und Vormischungen für Mischfutter- und Strohpelletproduktion folgende wesentliche Ergebnisse, die eine erfolgreiche Weiterentwicklung des Volumendosierers versprechen:

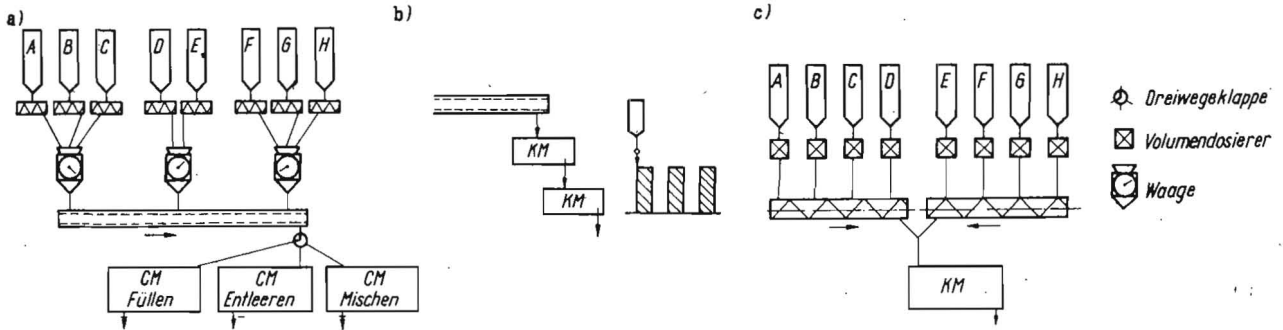
- Linear mit der Drehzahl ansteigender Massedurchsatz im Bereich 1 bis 20 U/min bei der Dosierung homogener Komponenten (d. h. max. 6 t/h für Schrote, 3,5 t/h für Kleien)
- praktisch linearer Zusammenhang zwischen Massedurchsatz und dem Produkt aus Meßsignal und Drehzahl

Fortsetzung von Seite 518

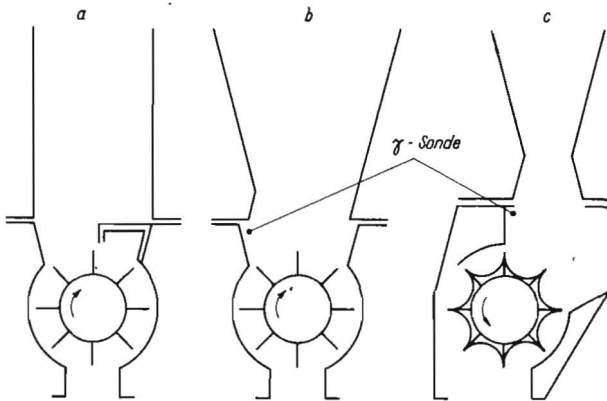
Literatur

- [1] Autorenkollektiv: Agrotechnische Forderungen an Anlagen zur Produktion von kompaktiertem Trockenmischfutter mit Anteilen von Stroh oder/und Getreideganzpflanzen für Wiederkäuer. Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim 1974 (unveröffentlicht).
- [2] Bendat, I.; Piersol, A.: Measurement and Analysis of Random Data (Messung und Analyse von Zufallsdaten). New York: Wiley 1966.
- [3] Wentzel, E.; Owtscharow, L.: Aufgabensammlung zur Wahrscheinlichkeitsrechnung. Berlin: Akademie Verlag 1973.
- [4] Zschaage, F.; Gläser, M.: Untersuchungen an der elektromechanischen Förderbandwaage EBW 67 für Durchsätze bis $10 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$. agrartechnik 24 (1974) H. 5, S. 245—247.
- [5] Sweschnikow, A. A.: Untersuchungsmethoden der Theorie der Zufallsfunktionen mit praktischen Anwendungen. Leipzig: Teubner 1965.

A 1393



1



2

3

Der Zusammenhang ist mit Ausnahme von Mischfutter mit mehr als 10% Mineralstoffgemisch gleich, so daß nur für Mineralstoffgemische und stark mineralstoffhaltige Vorgemische spezielle Kalibrierkurven erforderlich sind.

Bei Verwendung von Dosierzellen über den beschriebenen Einlauftrichtern mit Fassungsvermögen von 1 bis 3 t wurden die früher angenommenen Dichteschwankungen von < 30% nicht bestätigt. Wenn homogene Güter dosiert wurde, betrug die Schüttdichte- und damit die Durchsatzschwankungen weniger als 10%, vorwiegend sogar weniger als 5%. Bei Auffangmengen von 3 bis 10 kg und Auffangzeiten von 60 bis 10 s lagen sie unter 3%. Größere Schüttdichteschwankungen wurden nur beim Dosieren von länger in der Dosierzelle gelagertem Gut, kurz vor dem Leerlaufen der Zelle, bei offensichtlich heterogenem Gut und bei Fremdkör-

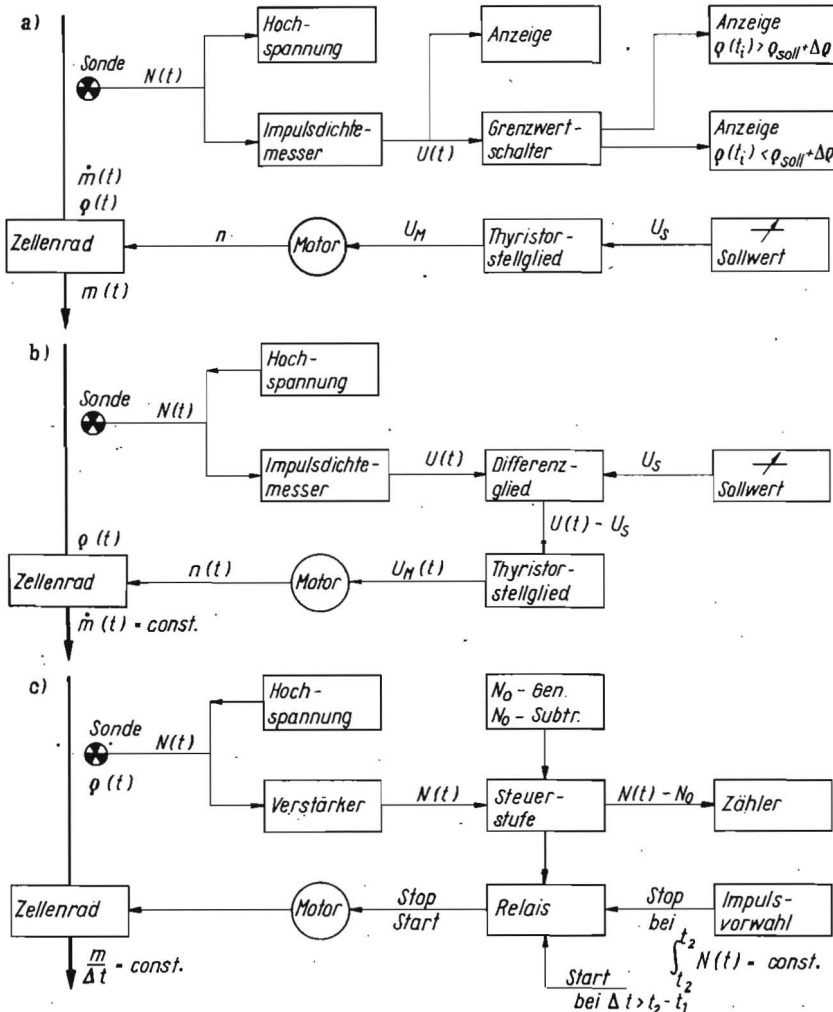


Bild 1. Produktionsvarianten für das Mischen; a) diskontinuierliche Produktion, b) kontinuierliche Produktion mit periodischer diskontinuierlicher Dosierung, c) kontinuierliche Produktion mit kontinuierlichen Volumendosieren; CM diskontinuierlicher (Chargen-)Mischer, KM kontinuierlicher (Durchlauf-)Mischer

Bild 2. Volumendosierer; a Typ „Fanal“, b Versuchsvariante 2, c Versuchsvariante 3

Bild 3. Anzeige- und Steuereinrichtungen zum γ -Dosierer
 a) Signaleinrichtung für Dichteänderung
 b) Steuereinrichtung zur Drehzahländerung bei Dichteänderung
 c) Steuereinrichtung zur periodischen Massedosierung

perstörung im Zulaufschacht beobachtet. Gegenwärtig werden bei den Versuchen Dosierzellen mit höherem Fassungsvermögen erprobt.

Für den Einsatz des γ -Volumendosierers sind unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse und der Forderungen der Mischfütterindustrie drei prinzipielle Entwicklungsvarianten interessant:

— Signaleinrichtung für Dichteänderung (Bild 3a)
Bei Anwendung des industriellen Strahlenkreises 24012²⁾ mit Grenzwertschalter läßt sich nach Einstellen des Dosierwertes die Doppelschranke für das SONDENSIGNAL (optisch oder akustisch) z. B. auf $\pm 3\%$ vom Einstellwert festlegen, so daß Überschreitungen dieser Schwelle signalisiert werden. Leerlaufen der Zelle und Brückenbildung werden dadurch gleichermaßen gemeldet. Einjährige Versuche mit einem Laborgerät wiesen seine ausreichende Empfindlichkeit nach. Eine Versuchseinrichtung, die das industrielle Strahlenrelais enthält, befindet sich in der Erprobung unter Praxisbedingungen.

— Steuereinrichtung zur automatischen Drehzahländerung bei Dichteänderung (Bild 3b)
Unter Berücksichtigung der inzwischen festgestellten, wesentlich geringeren Schüttdichteschwankungen der Komponenten läßt sich der Impulsdichtemesser 23 153 des o. g. Strahlenrelais zusammen mit einer einfachen Schaltung als Regelglied für die Regelung der Drehzahl des Motors verwenden, so daß Dichteänderungen von $\pm 10\%$ durch Drehzahländerung ausgeglichen werden können. Die Versuchseinrichtung arbeitete unter Laborbedingungen einwandfrei, mit ihrer Praxiserprobung wurde begonnen.

— Steuereinrichtung zur periodischen Massedosierung (Bild 3c)
Durch Summierung der Sondenimpulse bei konstanter Drehzahl wird eine dem Massedurchsatz proportionale Meßgröße erhalten. Bei Anwendung von Impuls-Vorwahlzählwerken kann der Motor nach Durchgang konstanter, von der Schüttdichte unabhängiger Masseportionen durch den Schlußimpuls des Vorwahlzählwerks gestoppt und von außen periodisch erneut in Gang gesetzt werden. Derartige quasikontinuierliche Portionsströme sind durch effektive kontinuierliche Mischer sicher ausgleichbar [4]. Eine Versuchseinrichtung, aus in der DDR gegenwärtig produzierten Kernstrahlungsmeßgeräten arbeitete einwandfrei. Die Fertigung eines Versuchsmusters wird durch den vom Hersteller angedeuteten höheren Aufwand der neu konzipierten Generation der Kernstrahlungsmeßgeräte gegenwärtig in Frage gestellt.

Da die geschätzten Kosten für die genannten γ -Dosierervarianten mit weniger als 10 000 M (einschließlich des Anteils für die zentrale Steuereinrichtung) deutlich unter den Kosten für automatisierte Waagen mit mehr als 30 000 M je Komponente [6] liegen, wird die Praxiserprobung mit verbesserten Versuchsmustern fortgesetzt.

Zusammenfassung

Der steigende Aufwand für die Anschaffung und für den Betrieb automatisierter Dosiereinrichtungen für Schüttgüter sind Anlaß zum Versuch, bekannte einfache und bewährte Volumendosierer weiterzuentwickeln. Durch radiometrische Messung der Schüttdichte des Dosiergutes mit einer γ -Streuende unmittelbar vor dem Zellenrad des Dosierers wurden Anzeigevorrichtungen für Schüttdichteänderungen und Steuerungseinrichtungen geschaffen, die die Schüttdichteänderung durch Drehzahländerung oder periodisches Abschalten des Dosierers kompensieren. Die positiven Ergebnisse der Laborversuche und erste Werksuntersuchungen der Versuchsmuster, ihr einfacher Aufbau sowie der relativ niedrige Aufwand rechtfertigen die erweiterte Erprobung von Versuchsgeräten unter Praxisbedingungen. Die Versuchsgeräte sind bzw. werden aus einfachen Industriebausteinen aufgebaut.

Literatur

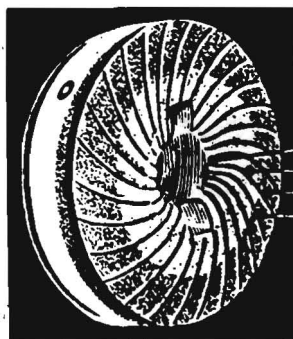
[1] Gollum; Arndt: Untersuchungen des Dosier- und Mischprozesses an ausgewählten Technologien. Institut für Getreidewirtschaft Berlin, F/E-Bericht 1975.

- [2] Adolphi, G. u. a.: Lehrbuch der chemischen Verfahrenstechnik. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1973.
- [3] Ulrich, H.: Mechanische Verfahrenstechnik. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag 1967.
- [4] Beer, M.; Recker, W.: Messung, Berechnung und Simulierung kontinuierlicher Mischsysteme für Feststoffe mit periodischer Wägedosierung. agrartechnik 25 (1975) H. 6, S. 295—297.
- [5] Kuhn, E.: Die Aussagefähigkeit radiometrischer Messungen zur Bestimmung der mittleren Gärfutterdichte in Horizontalsilos. agrartechnik 26 (1976) H. 11, S. 532—533.
- [6] Günther, E.; Beer, M.: Untersuchung der Anwendbarkeit von γ -Dosierern unter praktischen Bedingungen. Institut für Getreidewirtschaft Berlin und Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim: F/E-Bericht 1975. A1433

1) stufenlos drehzahlregelbarer, permanenterregter Gleichstromgetriebemotor 21 GMG 80,2/4 mit Thyristorsteuergerät SRG/2-2,5 des VEB Elektromotorenwerke Thurm

2) Hersteller: VEB RFT Meßelektronik „Otto Schön“ Dresden

ORANO



Mühlensteine in allen Größen Rationell

durch weiches Herzstück
Vorschrotbahn
Feinmahlbahn und
halbweiche Luftfurchen

Deshalb der
Schrotstein von
höchster Wirtschaftlichkeit

Referenzen stehen zur Einsicht zur Verfügung.

Rechtzeitige Bestellung empfiehlt sich für eine baldige Auslieferung.

Neu: Hartvermahlungsstein mit weichen Furchen und mit weichem Herz.

Reparatur und Herstellung

ORANO-MÜHLENBAU

Norbert Zwingmann, Mühlenbaumeister

5821 Thamsbrück (Thüringen)

Telefon: Bad Langensalza 2814