

der Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen (EDVA) unumgänglich. Zur effektiven Verarbeitung der Meßreihen wurde deshalb ein ALGOL-Programm „Multiple Korrelations- und Regressionsanalyse mit Parameterreduktion“ für die EDVA BESM-6 entwickelt.

Im Ergebnis der mathematisch-statistischen Auswertung stehen Korrelations- und Regressionskoeffizienten zur Verfügung, die Auskunft über die Verknüpfung und Beeinflussungsmöglichkeiten der wesentlichen Merkmale und Zielgrößen geben.

Die im Bild 5 dargestellte Matrix ist die Grundlage für die weitere Auswertung. Folgende funktionelle Beziehungen können abgeleitet werden:

$$M 1 = 0,93 M 3 + 0,27 M 5 + 0,33 M 7$$

$$M 2 = 0,19 M 3 + 0,34 M 5 + 0,5 M 7;$$

M 1 Durchsatz

M 2 Trockensubstanzgehalt des Trockenguts

M 3 Trockensubstanzgehalt des Rohstoffs

M 5 Brenngastemperatur

M 7 Wassermenge.

Dabei zeigt sich, daß die Brenngastemperatur und die zur Pelletierung zugeführte Wassermenge die Zielgrößen wesentlich beeinflussen

und sich Gestaltungslösungen dementsprechend vor allem hierauf konzentrieren müssen. Im Ergebnis dieser Untersuchungen wurden einige Veränderungsvorschläge abgeleitet (Tafel 3) [5].

4. Schlußbemerkungen

Die Methode der zweiseitigen Beobachtung, ein Arbeitsstudienverfahren für die Analyse von Apparateprozessen, ist durch ihre Spezifik für die Analyse technologischer Prozesse in der Anlagentechnik der Landwirtschaft gut geeignet. Mit ihr kann die Beeinflussbarkeit des technologischen Prozesses durch das Anlagenpersonal erfaßt und quantitativ nachgewiesen werden. Darauf aufbauend können Maßnahmen zur Verbesserung der Anlagengestaltung und der Arbeitsorganisation abgeleitet werden.

Die Methode der zweiseitigen Beobachtung ist ein komplexes, aussagekräftiges, aber aufwendiges Arbeitsstudienverfahren, so daß ihre Anwendung exakt zu planen und die Untersuchungen methodisch und organisatorisch gründlich vorzubereiten und durchzuführen sind. Für die Auswertung der Analyseergebnisse sind EDVA einzusetzen.

Die praktische Erprobung im Trockenwerk

Friedersdorf zeigt die Brauchbarkeit des Verfahrens für die speziellen Belange der technischen Trocknung. Es ist zu erwarten, daß bei anderen Anlagenprozessen ähnliche Ergebnisse erzielt werden.

Literatur

- [1] Autorenkollektiv: Lexikon der Wirtschaft, Bd. Arbeit. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1968.
- [2] Erdmann, W.: Erarbeitung einer Methodik zur Aufbereitung und Auswertung des Arbeitsstudienverfahrens „Zweiseitige Beobachtung“. TU Dresden, Sektion Arbeitswissenschaften, Diplomarbeit 1973 (unveröffentlicht).
- [3] Kranz; Grempe: Die Methode der zweiseitigen Beobachtung. Chemische Technik (1959) H. 3.
- [4] Gerlach; Strahl: Die zweiseitige Beobachtung zur Aufdeckung kooperativer Beziehungen. Arbeit und Arbeitsrecht (1967) H. 14.
- [5] Hänel, B.: Nutzung arbeitswissenschaftlicher Methoden für die Projektierung rationeller Arbeitsprozesse und Fertigungsmittel. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1977 (unveröffentlicht).
- [6] Rydnyk: Die Methode zum Studium der Arbeitsmethode der Apparatebediener bei kontinuierlichen Produktionsprozessen. Chemische Technik (1964) H. 2. A 1947

Umschlag und Lagerung von pelletiertem Trockenfutter

Dr.-Ing. C. Füll, KDT/Dipl.-Ing. E. Scherping

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Die Lagerung von pelletierten Trockenfuttermitteln mit Strohanteil ist aus technologischen Gründen erforderlich. Wegen der spezifischen physikalisch-mechanischen Eigenschaften bestehen gegenwärtig beim Fördern und Lagern der Pellets in Hallen und Behältern einige Probleme, die gelöst werden müssen.

Im folgenden wird zunächst über die Eignung verschiedener Fördermaschinen zum Beschieken von Lagerhallen und zur Entnahme von Trockenfutterpellets aus Flachlagern sowie über den Ausnutzungsgrad von Lagerhallen in Abhängigkeit von verschiedenen Mechanisierungslösungen berichtet. Danach werden Hinweise zur konstruktiven Gestaltung von Behältern gegeben.

1. Fördern von pelletierten Trockenfuttermitteln

Für das Befüllen von Lagern und zur Entnahme der Trockenfuttermittel können ortsfeste und ortsveränderliche Unstetig- oder Stetigförderer eingesetzt werden. An die häufig hintereinandergeschalteten Fördermaschinen werden im vorliegenden Einsatzfall folgende Forderungen gestellt:

- Erreichen des geforderten Massenstroms
- geringe Abrieberhöhung ($\leq 15\%$ am Verbraucher)
- geringe Förder- und Übergabeverluste (≤ 50 g/t an den Übergabestellen)
- kein Entmischen zwischen Pellets und Abrieb
- geringe Staubentwicklung (nach TGL 22311).

Durch konstruktive Maßnahmen sind der geforderte Massenstrom von 10 t/h bei ortsfest

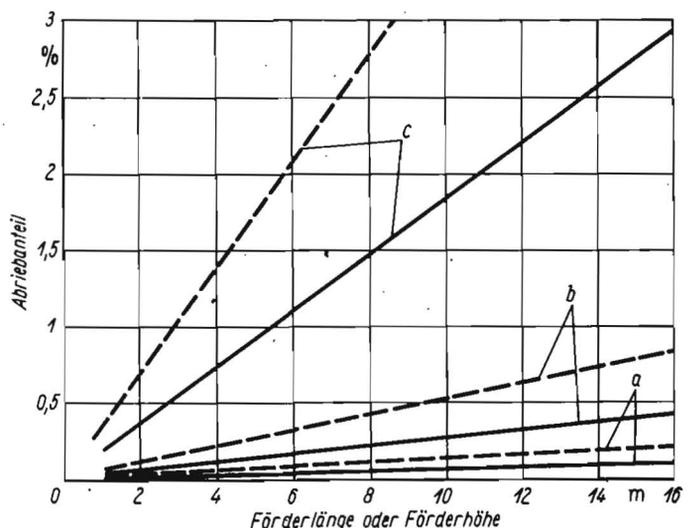
festen Förderstrecken und von 30 t/h bei der Lagerbewirtschaftung mit Mobilkran und Fahrzeugen erreichbar.

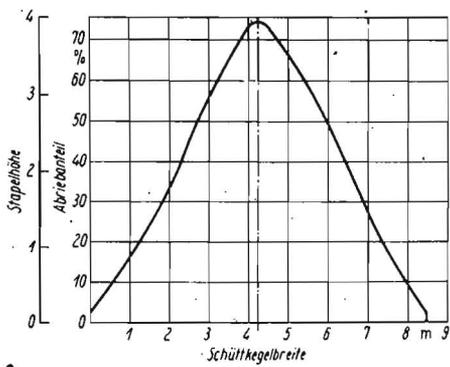
Der Abriebanteil im pelletierten Trockenfutter wird bei Stetigförderern vom Förderprinzip, von der Förderlänge und von der Rezeptur des Futters beeinflusst (Bild 1). Trogkettenförderer erzeugen gegenüber Gurtbandförderern bei gleicher Förderlänge etwa 30mal mehr Abrieb. Der Abriebanteil bei der Entnahme mit Mobilkränen ist erfahrungsgemäß niedriger als beim Einsatz von Gabelstaplern. Voraussetzung dafür ist ein fester Standplatz für den Mobilkran während der Arbeit.

Die Übergabe- und Förderverluste sind von der Gestaltung und der Anzahl der Übergabestellen sowie von der Gleichmäßigkeit der Beschickung abhängig. Bei gleichmäßigem Beschieken der ortsfesten Fördermaschinen mit dem projektierten Volumenstrom betragen die Übergabe- und Förderverluste $\leq 0,8\%$, wenn voll verkleidete Stetigförderer eingesetzt werden oder wenn bei gemuldeten Gurtbandförderern im Anschluß an die Übergabestelle eine etwa 3 m lange Beruhigungsstrecke vorgesehen ist. Übergabestellen erfordern höhere Aufwendungen und führen zur Abrieberhöhung. Sie sollten auf die unbedingt nötige Anzahl begrenzt werden.

Bild 1
Abrieberhöhung beim Fördern von pelletiertem Trockenfutter mit Strohanteil;

- a Gurtbandförderer,
- b Becherförderer,
- c Trogkettenförderer
- Pellets mit 25% Stroh, 52% Vorge-
misch II, 16% Trok-
kengrünung, 7% Zuk-
kerrübenschnitzel
- - - Pellets mit 20%
Stroh, 52% Vorge-
misch II, 28% Trok-
kengrünung





suchungen zeigen, daß bei der Futtermittelabgabe auf einen Schüttkegel der Abriebanteil vom Kegelrand zum Kegelzentrum hin zunimmt [1] (Bild 2). Die Ausbildung von Abriebanreicherungen wird bei flächenmäßiger Verteilung verhindert. Flächenmäßig kann das Lagergut mit ortsfesten und ortsveränderlichen Unstetigförderern (Mobil- und Brückenkrane) und mit ortsfesten längs- und querverfahrbaren Stetigförderern in den Lagerhallen abgegeben werden. Aussagen über den quantitativen Staubanfall bei den eingesetzten Fördermaschinen und an

zur Staubverminderung genutzt wurden und nicht zum Erfolg geführt haben.

2. Ausnutzungsgrad von Lagerhallen

Zur Senkung der spezifischen Investitionen muß eine maximal mögliche Ausnutzung des vorhandenen Lagerraums angestrebt werden. Der Raumausnutzungsgrad gibt den genutzten Anteil des quaderförmigen Volumens der Lagerhalle an, der Ausnutzungsgrad des Hallenquerschnitts charakterisiert den genutzten Anteil des vorhandenen Hallenquerschnitts. Vergleicht man die Varianten stützfreier Lagerhallen

- ohne belastbare Giebel- und Seitenwände
- mit belastbaren Giebel- und Seitenwänden
- mit belastbaren Giebel- und Seitenwänden und 3 m hohen versetzbaren L-Elementen an der Seite der Längsdurchfahrt;

so erkennt man den Einfluß der Konstruktionen und der Breite der Lagerhalle auf den Ausnutzungsgrad (Bild 3). Der höchste Ausnutzungsgrad des Hallenquerschnitts ist bei stützenfreien Lagerhallen mit belastbaren Giebel- und Seitenwänden und 3 m hohen L-Elementen an der Längsdurchfahrt nachzuweisen. Lagerhallen sollten zukünftig dementsprechend mit einer Mindestspannweite von 24 m für das Bevorraten von Trockenfuttermitteln verwendet werden. In der Praxis wird in Lagerhallen mit einer Traufhöhe von 6 m die zulässige Lagerhöhe der Pellets von 5 m nicht erreicht.

Das tatsächliche Futterstapelvolumen in den Lagerhallen verändert sich bei der Berücksichtigung der erforderlichen technologischen Ausrüstung. Dies soll an einem Beispiel erläutert werden. Der Vergleich des Einflusses verschiedener technologischer Ausrüstungen auf den Ausnutzungsgrad wird für eine stützenfreie Lagerhalle mit belastbaren Giebel- und Seitenwänden und mit 3 m hohen L-Elementen an der Längsdurchfahrt vorgenommen.

Als Ausrüstungsvarianten werden betrachtet:

- Mobiler Transport in die Lagerhalle, Momententladung der Fahrzeuge und Aufsetzen des Futterstapels mit Mobilkränen (Bild 4b)
- Förderung in die Lagerhalle mit ortsfesten Stetigförderern an der Hallenlängsseite und Aufsetzen des Futterstapels mit ortsveränderlichen Stetigförderern (Bild 4c)
- Förderung in die Lagerhalle mit in Höhe verlegten ortsfesten Stetigförderern und Abwurf des Gutes über reversierbare, längsverfahrbare Abwurfwagen (Bild 4d)
- Förderung in die Lagerhalle mit in Höhe verlegten ortsfesten Stetigförderern und Abwurf des Gutes über reversierbare, längs- und querverfahrbare Stetigförderer (Bild 4e).

Die technisch möglichen Höhen und Breiten des Futterstapels und seine Ausbildung sind im Bild 4 angegeben.

Berechnet ist der auf den Hallenquerschnitt A_0 der Lagerhalle bezogene Ausnutzungsgrad für die vorgegebenen Hallenabmessungen (Bild 4a). Außerdem ist der mit der verwendeten technologischen Ausrüstung erreichbare Anteil zum theoretisch möglichen Futterquerschnitt A angegeben.

Das Bewirtschaften der Lagerhallen mit ortsfesten Brückenkränen verursacht hohe Kosten. Die Lager- und Futterstapelabmessungen für die Varianten mit und ohne Längsdurchfahrten und der Ausnutzungsgrad sind in den Bildern 4f und g dargestellt.

Der Ausnutzungsgrad des Hallenquerschnitts

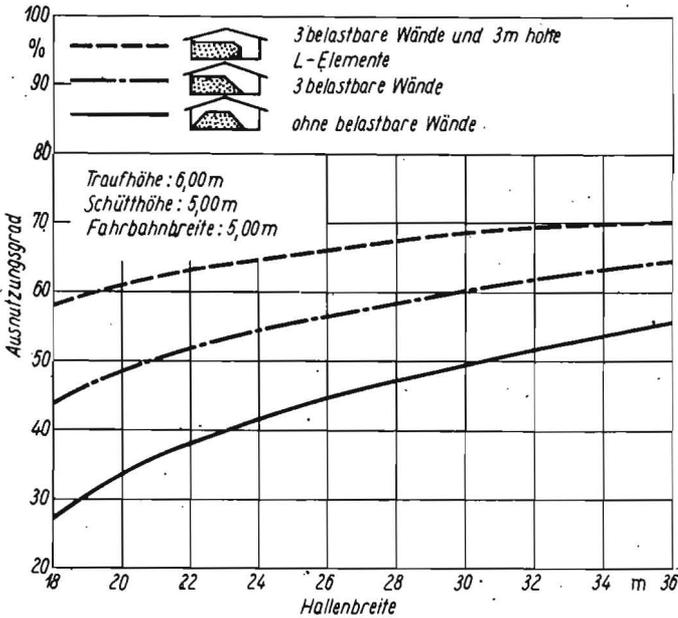
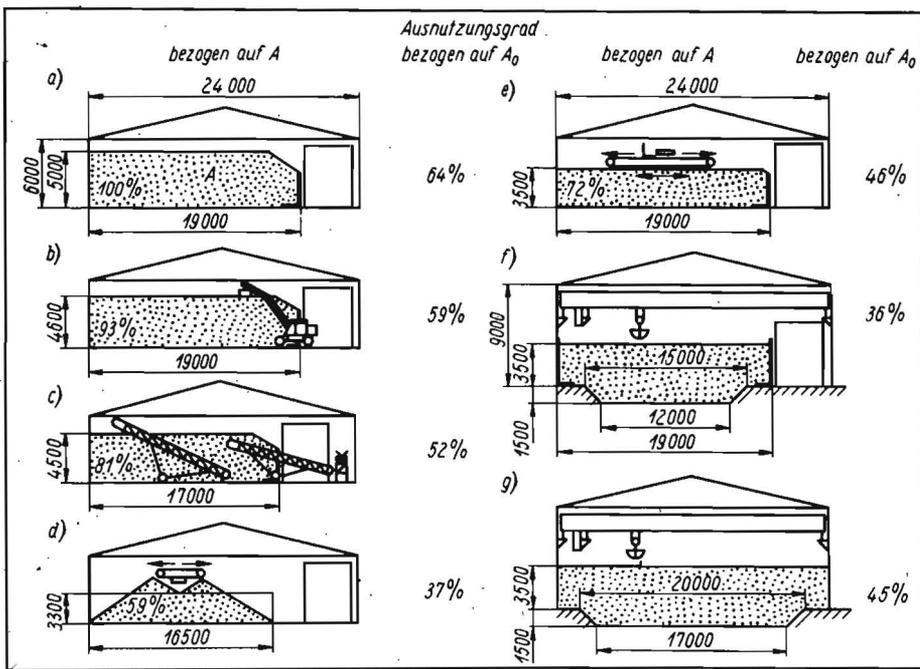


Bild 2 Beispiel für den mittleren Abriebanteil im Schüttkegel von Trockenfuttermitteln mit Strohanteil

Bild 3 Raumausnutzungsgrad beim Lagern von pelletiertem Trockenfutter mit Strohanteil in Abhängigkeit von der Lagerhallenkonstruktion

Bild 4 Ausnutzungsgrad des Hallenquerschnitts A_0 beim Lagern von pelletiertem Trockenfutter mit Strohanteil in Lagerhallen mit unterschiedlicher technologischer Ausrüstung



Verluste bis zu 30% wurden nachgewiesen, wenn die Förderstrecke kurzzeitig mit einem zu hohen Volumenstrom beschickt wurde. Ein Entmischen zwischen Pellets und Abrieb muß aus lagerungstechnischen Gründen und zur Erhaltung der Futterqualität bei der Abgabe an das Lager ausgeschlossen werden. Unter-

den Übergabestellen liegen z. Z. noch nicht vor. Für das Verbessern der Arbeitsbedingungen und zur Verringerung von Futtermittelnverlusten besteht für alle Arbeitsgänge der Trockenfutterproduktion die Aufgabe, den Staubanfall zu senken. Das Absaugen und Filtern der Luft sollte erst erfolgen, wenn andere Möglichkeiten

ist gering. Für zukünftige Projektierungen muß der Ausnutzungsgrad bei der Auswahl der Lagerkonstruktion, der Bewirtschaftungsvariante und der technologischen Ausrüstung mehr berücksichtigt werden.

3. Lagern in Behältern

Gegenüber der Hallenlagerung ist bei Behältern das Füllen und Entnehmen automatisierbar. Staubbelastung tritt nicht oder nur in geringem Maß auf. Neben dem Einhalten zulässiger Entmischungsgrenzen, vertretbarer Kornzerkleinerung und Vermeiden von Kondenswasserbildung muß die ständige störungsfreie Entnahme als Hauptforderung gestellt werden. Sind vorhandene Behälter nicht fließgerecht konstruiert, kann die Entnahme durch das Installieren von starren Einbauten, mechanischen, pneumatischen oder akustischen Auslaufhilfen verbessert werden. Starre Einbauten in Form von Entlastungsnasen, Einfachkegeln, Doppelkegeln oder diametralen Dächern haben dabei gewisse Vorteile [2]. Der konstruktive Aufwand ist gering, es sind keine Antriebe erforderlich, und es wird keine Energie benötigt. Über ihre optimale Anordnung im

Behälterauslauf bestehen gegenwärtig jedoch noch Unklarheiten.

Bei Verwendung des Mischfuttersilos T 721 zur Lagerung von Strohpellets darf der Abriebanteil bei ausreichender Festigkeit der Pellets 15% nicht überschreiten, die Guttemperaturen dürfen nicht höher als 35°C und die Gutfeuchtigkeiten müssen weniger als 14% betragen [3]. Vor allem muß auf eine wirkungsvolle Absiebung des Abriebs im Pelletierwerk geachtet werden. Der Feinanteil ist entweder zur Presse zurückzuführen oder als lose Futtermischung an interessierte Verbraucher abzugeben. Längere Lagerungszeiten in Behältern sind nur möglich, wenn regelmäßig entnommen wird. Können die o.g. Kennwerte der Pellets nicht eingehalten werden, sind für eine störungsfreie Entnahme Zusatzeinrichtungen vorzusehen. Wirkungsvoll sind vor allem mechanische Rührwerke.

4. Zusammenfassung

Umschlag und Lagerung von Trockenfutterpellets mit Strohanteil müssen technisch so gestaltet werden, daß bei einem vertretbaren Aufwand eine schonende Behandlung erzielt

wird und die Qualitätsverluste ein Minimum betragen.

Zur Förderung eignen sich vor allem Gurtbänder. Übergabestellen sind möglichst zu vermeiden. Die Staubbelastung muß dort, wo es möglich ist, durch Abdichtung der Übergabestellen eingeschränkt werden.

Die Mechanisierung von Lagerhallen muß eine maximal mögliche Ausnutzung des Lagerhallenraums gewährleisten. Dies wird am ehesten durch die Verwendung von L-Elementen an den Hallendurchfahrten bei mobiler und stationärer Bewirtschaftung erreicht.

Für eine störungsfreie Entnahme der Pellets aus Behältern müssen begründete Kennwerte eingehalten oder besondere Zusatzeinrichtungen verwendet werden.

Literatur

- [1] Sander, M.: Untersuchungen zum Lagerverhalten pelletierter Trockenfuttersilos mit Strohanteil in Lagerhallen. TU Dresden, Diplomarbeit 1976 (unveröffentlicht).
- [2] Füll, C.: Lagerung von Trockenfutter in Hallen und Behältern. *agrartechnik* 26 (1976) H. 11, S. 523—525.
- [3] Füll, C.: Wie Pellets lagern? *Bauern-Echo* Nr. 267 vom 11. Nov. 1977. A 1949

Zur Abscheidung metallischer Fremdkörper aus Futterstroh mit dem Metallspürgerät MSG 20

Dipl.-Ing. K. Swieczkowski, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Im Futterstroh vorhandene Fremdkörper verursachen gegenwärtig in den Pelletieranlagen der DDR große Schäden an den Zerkleinerungs- und Kompaktierungsmaschinen sowie bei der tierischen Verwertung. Daher besteht die Aufgabe, ein geeignetes Gerät zur Abscheidung dieser Fremdkörper zu entwickeln. Zur Konzipierung einer solchen Einrichtung waren zunächst wichtige Kennziffern festzustellen, wie Besatz, Art, Größe und Herkunft der Fremdkörper. Als mögliche Sofortlösung für die Praxis zur Abwehr metallischer Fremdkörper sollte das Metallspürgerät MSG 20 untersucht und beurteilt werden.

1. Aufbau der Versuchsanlage und Versuchsdurchführung

Zum direkten quantitativen Nachweis metallischer Fremdkörper wurde das MSG 20 des VEB Präcitronik Dresden eingesetzt. Der Einbau des Suchspulensystems des Metallspürgeräts erfolgte in einen Gurtbandförderer A 6 unmittelbar vor einem Häcksler im Stationärbetrieb (Bild 1). Zur Erzielung maximaler Empfindlichkeit wurden auf der Grundlage vorhandener Erfahrungen bei der Anwendung dieses Geräts folgende Maßnahmen getroffen:

- Auswahl der Suchspule SK 1/0,5 mit den Innenabmessungen 100 mm × 500 mm aus der Typenreihe für einen Nenndurchsatz für Langstroh von 0,8 t/h.
- Einbau der Suchspule in der Weise, daß der Abstand zwischen unterer Suchspulenwindung und Gurtband höchstens 10 mm beträgt
- Entfernen der rechts und links der Suchspule SK 1/0,5 am nächsten liegenden Tragrollenstationen (Bild 2)
- Aufstellung des Förderers A 6 in der Weise,

daß keine zusätzlichen Schwingungen von Dosierer oder Häcksler auf ihn übertragen werden

- starre Befestigung der Suchspule am Gurtfördererrahmen durch eine Stahlkonstruktion
- Seitenbegrenzung des Gurtbands durch Bretter, die im Bereich der Suchspule keine Metallteile enthalten dürfen
- Netzanschluß des Elektronikteils des MSG 20 über einen separaten Stromkreis, der bei Schichtbeginn- bzw. -ende ein- bzw. ausgeschaltet werden kann
- elektrischer Anschluß der Suchspule über einen gemeinsamen Kabelbaum mit anderen Steuer- und Kraftstromleitungen
- Einbau einer externen Entriegelungstaste in 3 m Abstand von der Suchspule
- Einbeziehung des MSG 20 in die Verriegelung der Pelletieranlage.

Bei der Abgabe des Ortungssignals am Elektronikteil des MSG 20 wurden die Förderer und der Kratzerboden des Dosierers angehalten. Gleichzeitig ertönte das in der Pelletieranlage installierte Signalhorn. Nach manueller Entnahme des Fremdkörpers wurde die Stroh-zuführung vom Anlagenmaschinisten erneut eingeschaltet.

Die Versuche wurden von März bis Juli 1977 durchgeführt. Die verwendeten Strohballen gelangten über Zwischenlager und z. T. mehrfachen Umschlag und Transport (teilweise mit der Eisenbahn) zur Pelletieranlage. Nach Einbau und Inbetriebnahme des MSG 20 wurde das Gerät vom verantwortlichen Maschinisten der Stroh-zuführung bedient, der auch die georteten Fremdkörper sammelte.

2. Untersuchungsergebnisse

Mit dem gewählten Suchspulensystem kann im eingebauten Zustand eine Schichthöhe von

maximal 480 mm abgetastet werden. Bei einer Bandgeschwindigkeit von 1,3 m/s wurden in Abhängigkeit von der Rezeptur der Anlage mittlere Durchsätze von etwa 0,8 t/h bei Häckselgut mit 85% Trockenmasse gefahren. Bei Langstroh sind im gleichen Trockenmassebereich mittlere Durchsätze bis 5 t/h möglich. Noch höhere mittlere Durchsätze hatten Verstopfungen zur Folge, die von den oberen Spulenwindungen verursacht wurden.

Trotz der relativ günstigen Einbaubedingungen für das SK 1/0,5 mußte die Empfindlichkeit des MSG 20 bis in den 12. Empfindlichkeitsbereich zurückgenommen werden. Dabei traten im Praxisbereich keine Fehlortungen auf. Sie können allerdings dann verursacht werden, wenn beim Reinigen der Anlage Schaufeln, Gabeln u. a. zu dicht an der Suchspule vorbeigeführt werden.

Die Langzeitstabilität des Abgleichs am MSG 20 ist gut, so daß keinerlei Korrekturen erforderlich waren. Schäden am Gerät traten nicht auf.

Mit dem Metallspürgerät MSG 20 wurden an 124 Produktionstagen im Einschichtbetrieb 868 t aufgeschnittene Strohballen untersucht. In dieser Zeit wurden die im Bild 3 dargestellten 246 metallischen Fremdkörper geortet (zum Größenvergleich ist in der rechten oberen Ecke eine Streichholzschachtel abgebildet).

Es errechnete sich ein mittlerer Besatz an metallischen Fremdkörpern im Stroh von $1 \cdot 10^{-3}$ Masse-%. Je Arbeitstag traten durchschnittlich 2 Fremdkörper auf. Dieser Wert schwankte von 0 bis 12 Fremdkörper je Schicht. Die Unterbrechungen der Stroh-zuführung, die zur manuellen Entnahme des Fremdkörpers erforderlich sind, betragen etwa 1 min je Fremdkörper und sind aus ökonomischer Sicht zu rechtfertigen. Der Einfluß dieser Unterbre-