

im Normalhäckselstrohdienem 60 kg/m^3 beträgt.

Nachdem die Lagertemperatur mit dem Rückgang der Außentemperaturen im November auf $28,6^\circ\text{C}$ sank, folgte im Dezember ein erneuter Temperaturanstieg. Ursache dafür könnten die im Zeitraum vom 21. November bis 10. Dezember aufgetretenen Niederschläge sein (Bild 2).

3.2. Qualität des Kurzhäckselstrohs bei der Auslagerung

Zur Einschätzung der Strohqualität wurden bei der Auslagerung an drei Diemenquerschnitten Bestimmungen des Trockensubstanzgehalts und organoleptische Bewertungen des Strohs vorgenommen. Im Bild 3, das einen typischen Anschnitt des Kurzhäckselstrohdienens zeigt, sind die Probenahmestellen skizziert. Aus dem Bild geht hervor, daß die Dicke der Einregnungsschicht etwa 20 cm beträgt. Daneben haben sich 5 Einregnungsadern herausgebildet, die besonders im Bereich des Firstes bis zu 3 m in den Diemen hineinragen. Die Ursache für die sehr dicke Einregnungsschicht im Bereich des Diemenfirstes besteht darin, daß es während der Einlagerung nicht gelungen war, den Diemen durch Überblasen mit dem Aufsattel-Fördergebläse AFG 1000 mit einer Häckselhaube zu versehen. Die während der Lagerung des Kurzhäckselstrohs (September bis Januar) gefallenen Niederschläge von 154 mm entsprechen dem 25jährigen Mittel des Standorts. Wie das Bild weiterhin zeigt, können im Diemen 3 Trockensubstanzbereiche unterschieden werden:

- Einregnungszone ($\text{Tr} \leq 70\%$)
- Übergangszone ($70\% < \text{Tr} \leq 84\%$)

Tafel 2. Vergleich der mittleren Lagertemperaturen von Kurz- und Normalhäckselstrohdienem ($n = 3$)

| Monat | Temperaturen im Kurzhäckselstrohdienem $^\circ\text{C}$ | Normalhäckselstrohdienem $^\circ\text{C}$ |
|-----------|---|---|
| September | 41,0 | 23,6 |
| Oktober | 43,4 | 23,4 |
| November | 28,6 | 15,7 |
| Dezember | 4,6 | 0,0 |
| Januar | 32,2 ¹⁾ | — |

1) $n = 2$

Tafel 3. Durchsatz der Futtermittelpresse GM 802 bei der Pelletierung von Kurzhäckselstroh

| Variante | Durchsatz $\text{t/h}(\text{T}_1)$ | |
|------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| | $\text{t/h}(\text{T}_1)$ | $\text{t/h}(\text{T}_{10})$ |
| Hammermühle mit Sieben | 1,26 | 0,94 |
| Hammermühle ohne Siebe | 1,32 | 0,75 |

— Pelletierstroh ($\text{Tr} > 86\%$).

Der Trockensubstanzgehalt des Pelletierstrohs der untersuchten Anschnitte beträgt 93%. Er liegt damit 7% über dem Trockensubstanzgehalt des eingelagerten Strohs. Dieser Anstieg kann auf die hohen Diementemperaturen in der Lagerperiode zurückgeführt werden. Unterstellt man, daß lediglich das Stroh der Einregnungszone exakt vom Diemen entfernt werden kann, so ergeben sich im Kurzhäckselstrohdienem nach den untersuchten Anschnitten Verluste von 18 bis 20%.

3.3. Pelletierung des Kurzhäckselstrohs

Das Kurzhäckselstroh wurde mit einem Komponentenanteil von 15 bis 22% zu Strohpellets verarbeitet. Dabei wurden die in Tafel 3 dargestellten Durchsätze erreicht.

Bei der Pelletierung des Kurzhäckselstrohs mit der Futtermittelpresse GM 802 kann auf eine weitere Zerkleinerung verzichtet werden, denn in beiden untersuchten Varianten wurde entsprechend Tafel 3 der gleiche Durchsatz von rd. $1,3 \text{ t/h}$ in der Grundzeit T_1 erreicht.

Der geringe Durchsatz in T_{04} bei der Variante „Hammermühle ohne Siebe“ ist auf eine Verstopfung der Zellenradschleuse der Strohdosierung zurückzuführen. Ob diese Verstopfung durch die Strohpartikel, die länger als 40 mm sind, verursacht wurde, muß in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

4. Zusammenfassung

In ersten Untersuchungen zur Lagerung und Pelletierung von Kurzhäckselstroh konnte ermittelt werden, daß dieses Gut für die Lagerung im Freilager geeignet ist.

Kurzzeitmessungen in einer GFA 600 ergaben, daß die Pelletierung des Kurzhäckselstrohs auch ohne eine zusätzliche Zerkleinerung mit Hammermühlen möglich ist.

Da das untersuchte Kurzhäckselstroh mit dem Feldhäcksler E 280 nicht hergestellt werden kann, ist in Pelletieranlagen auch weiterhin die Nachzerkleinerung des Häckselstrohs mit Hammermühlen erforderlich.

Literatur

- [1] Schade, E.: Einfluß der Stoffparameter auf Maststrom und Energiebedarf beim Pelletieren von Stroh-Konzentrat-Gemischen. *agrartechnik* 29 (1979) H. 5, S. 202—204. A 2470

Verfahren zur gemeinsamen Silierung von Mais und Stroh in Hochsilos HS 25-M

Dipl.-Ing. E. Wenske, KDT

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

1. Aufgabenstellung

Der Einsatz von Stroh bei der Rinderfütterung ist in den letzten Jahren verstärkt worden, um die volkswirtschaftliche Zielstellung, Energie in der Fütterung durch Stroh bereitzustellen, zu erfüllen. Dabei galt das Hauptaugenmerk der Entwicklung leistungsfähiger Anlagen zur Herstellung pelletierter Stroh-Konzentrat-Gemische. Durch Futteraufnahmeversuche an Rindern wurde jedoch bewiesen, daß 10 bis 15% der Futterenergie in der Ration auch über nicht-verpreßtes Stroh unter Einhaltung der Futterbedarfsnorm an Tiere mit hoher Leistung verfüttert werden können [1, 2].

Darauf aufbauend sollte besonders auch solchen Verfahren der Herstellung von Futter unter der Verwendung von Stroh mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden, die sich in bereits bestehende Verfahren der Futterproduktion als Rationalisierungsmaßnahmen einordnen lassen.

Nach der gültigen Bewirtschaftungsrichtlinie für Hochsilos HS 25-M ist die Einlagerung von Welkgut mit einem Trockensubstanzgehalt von 35 bis 60% gestattet. Eine Frischsilagebereitung von Mais ist nicht vorgesehen, da der anfallende Sickersaft beträchtliche Futterverluste verursacht, zu erhöhter Korrosion an Bauwerk und

Ausrüstungen und damit zu stark verminderter Lebensdauer führt. Hier bietet sich nun die Möglichkeit, durch das Zumischen von Stroh zum Frischgut bei der Einlagerung einerseits den Sickersaft zu binden und damit als wertvollen Bestandteil des Futters zu erhalten, sowie andererseits das Stroh mit relativ geringen Aufwendungen an Energie im Futterwert aufzubessern und der Tierernährung zuzuführen.

Gute Voraussetzungen für eine gemeinsame Silierung mit Stroh bietet Mais infolge relativ hohen Trockensubstanzgehalts, hoher Energiekonzentration, sehr guter Vergärbarkeit und relativ geringer Sickersaftbildung [3]. Aufbauend auf Modellrechnungen des Instituts für Futterproduktion Paulinenaue sind technologische Gestaltungslösungen zu erarbeiten, die als Grundlage für die Ausrüstungsprojektion dienen. Dabei sind für die Mechanisierung weitestgehend die vorhandenen Ausrüstungen bzw. Maschinen aus der laufenden Serienfertigung zu nutzen.

2. Technologische Gestaltungs- und Ausrüstungslösungen

Die gemeinsame Einlagerung von Mais und Stroh in Hochsilos ermöglicht die Bindung des

Sickersaftes im trocken-substanzreichen Stroh. Dadurch wird eine beträchtliche Senkung der Silierverluste erreicht, das Stroh wird im Futterwert aufgebessert, und die Bewirtschaftung der Hochsilos mit Mais ist statthaft.

Der für die Einlagerung erforderliche minimale Trockensubstanzgehalt für eine sickersaftfreie Maissilierung hängt von der Lagerungstiefe unter der Futterstockoberfläche ab und ist

Tafel 1. Notwendiger Trockensubstanzgehalt des Siliergutes für die sickersaftfreie Silierung von Mais im Hochsilo [3]

| Lagerungstiefe unter der Futterstockoberfläche m | notwendiger Trockensubstanzgehalt von Mais % |
|--|--|
| 1 | 18,5 |
| 3 | 23,0 |
| 5 | 25,5 |
| 7 | 27,0 |
| 9 | 28,5 |
| 11 | 29,5 |
| 13 | 30,5 |
| 15 | 31,0 |
| 17 | 31,5 |

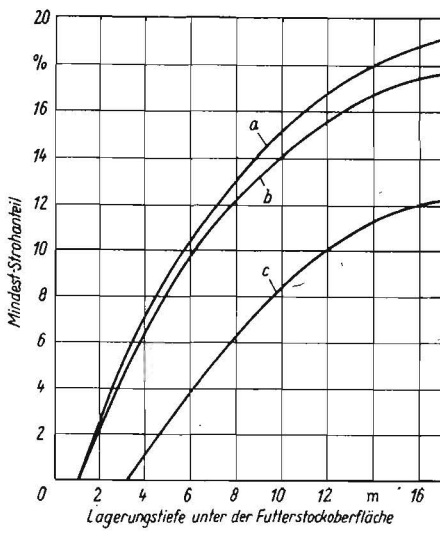


Bild 1. Mindest-Strohanteil an der Gesamtfrischmasse in Abhängigkeit von der Lagerungstiefe unter der Futterstockoberfläche für eine annähernd sickersaftfreie Silierung von Mais-Stroh-Gemischen;
 a $Tr_M = 20\%$; $Tr_S = 80\%$
 b $Tr_M = 20\%$; $Tr_S = 85\%$
 c $Tr_M = 24\%$; $Tr_S = 85\%$

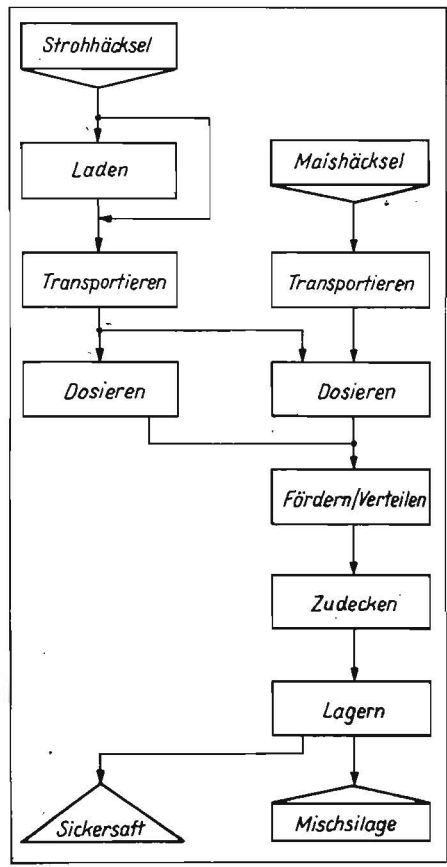


Bild 2. Prozeßfolgeschema zur Mischsilierung von Mais und Stroh

durch eine entsprechende Zugabe von Stroh zu steuern. Der Mindest-Strohanteil k an der einzulagernden Frischmasse für die sickersaftfreie Silierung ergibt sich aus dem erforderlichen minimalen Trockensubstanzgehalt Tr_{min} , dem Trockensubstanzgehalt von Mais Tr_M und dem Trockensubstanzgehalt von Stroh Tr_S :

$$k = \frac{Tr_{min} - Tr_M}{Tr_S - Tr_M}$$

Tafel 2. Lagerkapazität für Hochsilos HS 25-M (eingebauter Raum 2390 m³, Raumausnutzung 65 % \triangleq 1550 m³, Füllhöhe des abgesetzten Futterstapels 14 m)

| | | Maissilage | Mischsilage mit veränderlichem Strohanteil ¹⁾ | Mischsilage mit kontinuierlichem Strohanteil ¹⁾ |
|----------------------------------|-------------------|------------|--|--|
| Lagerungsdichte | kg/m ³ | 900 | 800 | 800 |
| eingelagerte Frischmasse | t | 1400 | 1106 | 1209 |
| eingelagerte Trockenmasse | t | 280 | 221 | 242 |
| eingelagerte Futterenergie | MEFr | 165 | 130 | 143 |
| Energieverluste ²⁾ | % | 23 | 9 | 9 |
| absolute Verluste | MEFr | 38 | 15 | 15 |
| verfügbare Futterenergie je Silo | MEFr | 127 | 155 | 154 |

1) in Abhängigkeit von der Lagerungstiefe
 2) nach [3]

Der erforderliche minimale Trockensubstanzgehalt Tr_{min} kann in Abhängigkeit von der Lagerungstiefe unter der Futterstockoberfläche entnommen werden (Tafel 1).

Um einen mittleren Strohanteil je Silo von kleiner gleich 33 % an der Trockenmasse zu erreichen, sollten $Tr_M \geq 20\%$ und $Tr_S \geq 80\%$ betragen. Die Grenzen sollten für das Verfahren bei $Tr_M \geq 16\%$ und $Tr_S \geq 70\%$ liegen, damit die Energiekonzentration der Silage nicht zu weit in den Bereich unter 500 EFr/kg Trockensubstanz gedrückt wird.

Im Bild 1 ist der Einfluß der Trockensubstanzgehalte an 3 Beispielen dargestellt.

Die möglichen Prozeßfolgen für die gemeinsame Einlagerung von Mais und Stroh werden im Bild 2 gezeigt. Die Schwerpunkte des Verfahrens liegen im Zusammenführen der dosierten Gutströme und im Erzielen eines homogenen Gemisches.

Unter diesen Gesichtspunkten werden die sich aus dem Prozeßfolgeschema ergebenden Varianten beurteilt. Ein weiteres Kriterium ist die Anpaßmöglichkeit an bestehende Anlagen. Die Auswahl einer bestimmten Lösung orientiert sich deshalb an der konkreten Standortsituation. Mögliche Ausführungsvarianten sind z. B.:

- Der Dosierer wird schichtenweise mit Mais

und Stroh befüllt, wobei der Mischvorgang beim Dosieren erfolgt. Diese Variante eignet sich nur für relativ geringe Durchsätze.

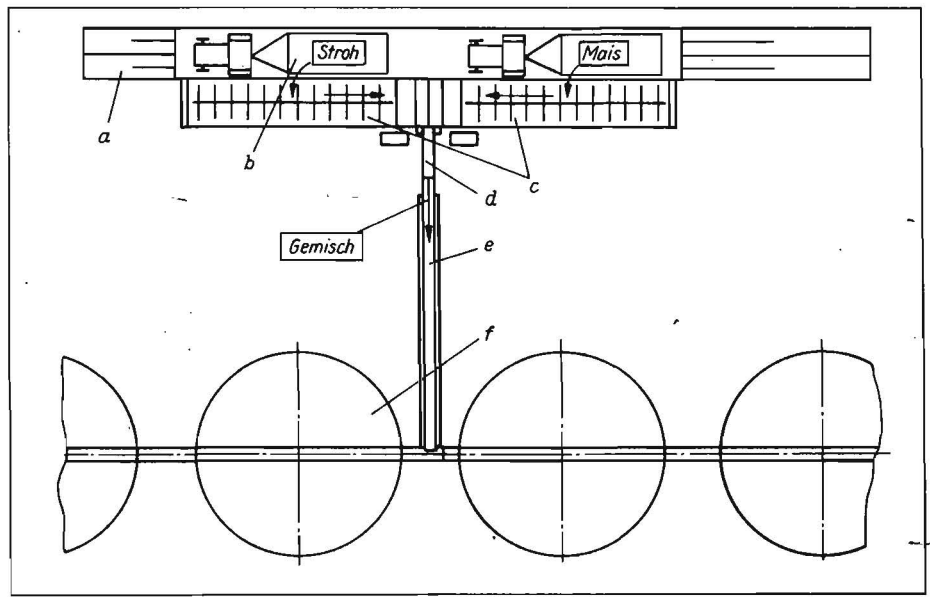
- Das Dosieren wird in getrennten Dosierern durchgeführt, und die Gutströme werden zusammengeführt. Das Mischen erfolgt an den Übergabestellen der Fördereinrichtungen bis hin zur Verteilung im Silo.

- Bei vorhandenen Strohzwischenlagern, z. B. von Futtermittelaufbereitungsanlagen in unmittelbarer Nähe der Hochsilanlage, kann der Strohttransport auch mit stationären Einrichtungen durchgeführt werden. Die dosierten Gutströme werden dann wieder zusammengeführt und auf den Fördereinrichtungen gemischt, bzw. der dosierte Strohmassenstrom wird dem Dosierer für den Mais zugeführt.

Für einen großen Massenstrom bei hoher Einlagerungsleistung ist die zweite Variante am geeignetsten (Vorzugsvariante). Da die Einlagerungskampagne rd. 4 Wochen dauert und die Transportkapazitäten in diesem Zeitraum sehr stark ausgelastet sind, sollte in unmittelbarer Nähe der Siloanlage (Entfernung max. 1 km) eine Miete mit dem für die gemeinsame Einlagerung erforderlichen Stroh gesetzt werden.

Die Einlagerungsleistungen in T_1 für Mais-

Bild 3. Einrichtung zum Mischen mit einem zusätzlichen Dosierer; a Rampe, b Transporteinheit, c Dosierer, d Austrageband, e Steilförderer, f Hochsilo



Tafel 3. Bewertung der landtechnischen Ausrüstungsvarianten

| Kriterienkomplexe k_j | Einzelkriterien k_{jk} | Eigenschaftswertigkeit f_{jk} | Noten der Varianten N_{jk} | | | | Meßzahlen der Varianten g_c | | | |
|---|---|------------------------------------|------------------------------|-----|-----|----|-------------------------------|-------|-------|-------|
| | | | I/1 | I/2 | I/3 | II | I/1 | I/2 | I/3 | II |
| K_{a1} : Arbeitsbedingungen und Eignung der Mechanisierungslösung | K_{a11} : Arbeitsbedingungen | 0,150 | 3 | 3 | 5 | 2 | 0,450 | 0,450 | 0,750 | 0,300 |
| | K_{a12} : Eignung für mehrere Silobatterien | 0,083 | 4 | 5 | 0 | 4 | 0,332 | 0,415 | 0,000 | 0,332 |
| | K_{a13} : Umrüstbarkeit für Maisannahme | 0,050 | 5 | 5 | 0 | 5 | 0,250 | 0,250 | 0,000 | 0,250 |
| | K_{a14} : Funktionssicherheit | 0,117 | 4 | 5 | 4 | 1 | 0,468 | 0,585 | 0,468 | 0,117 |
| K_{b1} : Aufwandskennzeichnung der Mechanisierungslösungen | K_{b11} : Bedarf an Arbeitskräftestunden | 0,075 | 3 | 3 | 5 | 3 | 0,225 | 0,225 | 0,375 | 0,225 |
| | K_{b12} : Investitionsbedarf | 0,225 | 3 | 1 | 5 | 4 | 0,675 | 0,225 | 1,125 | 0,900 |
| | K_{b13} : Energiebedarf | 0,175 | 4 | 3 | 5 | 1 | 0,700 | 0,525 | 0,875 | 0,175 |
| | K_{b14} : Stahlbedarf | 0,125 | 3 | 1 | 5 | 4 | 0,375 | 0,125 | 0,625 | 0,500 |
| Meßzahlen für den Gebrauchswert G_{vi} | | | | | | | 3,475 | 2,860 | 4,218 | 2,799 |
| Platzziffer der Varianten | | | | | | | 2 | 3 | 1 | 4 |

Stroh-Gemische (Originalsubstanz) betragen bei Hochsilanlagen HS 25-M rd. 50 t/h.

Die Verfahrenskapazität wird im wesentlichen durch den sich ergebenden Volumenstrom auf den Fördereinrichtungen begrenzt. In Tafel 2 werden die Lagerkapazitäten für Mais-Stroh-Gemische in Hochsilos HS 25-M der Lagerkapazität für Mais-Silage gegenübergestellt. Durch das Zumischen von Stroh wird die eingelagerte Trockenmasse je Silo wesentlich erhöht, und durch das Verhindern der Sickersaftverluste wird die verfügbare Futterenergie um rd. 20% gesteigert.

Die Füllzeit je Silo erhöht sich entsprechend dem Strohanteil im Gemisch um 20 bis 40% in der Zeit T_{04} gegenüber der Beschickung mit reinem Mais.

Für die o.g. Vorzugsvariante der möglichen Gestaltungslösungen werden im folgenden landtechnische Ausrüstungsvarianten (Variante I/1 bis I/3) untersucht, die durch eine Variante für stationären Strohtransport (Variante II) erweitert werden.

Der Transport der Komponenten Stroh und Mais erfolgt mit Kippfahrzeugen, die mit Zusatzaufbauten zur Vergrößerung des Ladevolumens ausgerüstet sind.

Bei zwei vorhandenen Annahmeplätzen an der Hochsilanlage

— wird ein weiterer Dosierer für die Annahme des Strohs aufgestellt, wobei eine der beiden vorhandenen Rampen mit genutzt wird (Variante I/1)

— können zu den Dosierern kopfseitig ein oder zwei weitere Dosierer angeordnet werden, die das Häckselstroh auf ein gemeinsames Abzugsband mit dem Maisdosierer abgeben (Variante I/2, Bild 3); dazu müssen die Rampen jedoch auf eine Länge von 35 m verlängert werden.

— wird einer der vorhandenen Dosierer für die Strohannahme vorgesehen (Variante I/3, Bild 4); dazu wird das Abzugsförderband am Dosierer für das Stroh reversierbar ausgeführt.

Bei Variante II wird ein vorhandenes Strohzwischenlager mit einem Annahmeplatz vorausgesetzt, der für die Mischsilierung mit genutzt wird.

Das Fördern der Komponenten erfolgt bei den Varianten I/1 bis I/3 mit bekannten Einrichtungen, wie Austrageband FB 80-4/5 oder H 40. Das Mischen der Komponenten findet beim Dosieren der Komponenten auf das gemeinsame

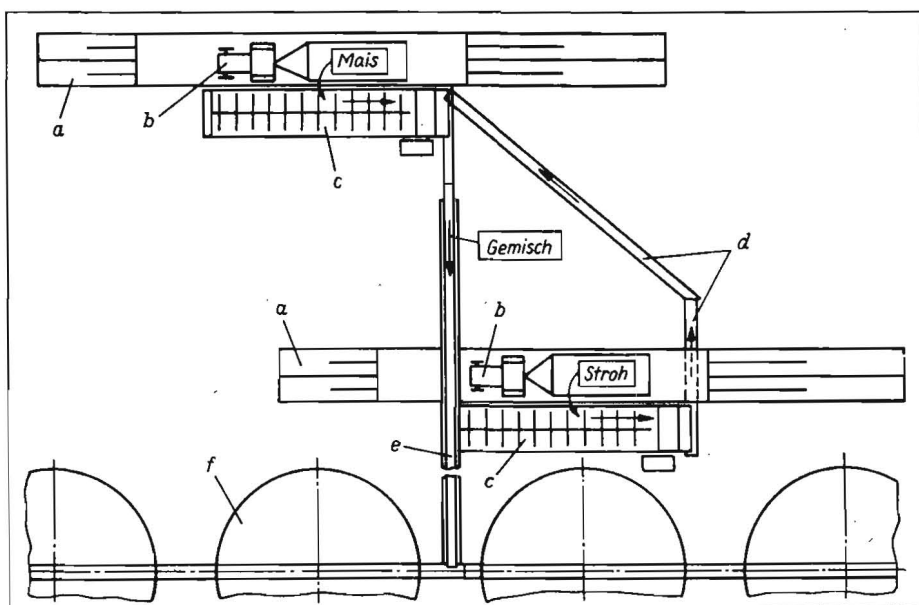


Bild 4. Einrichtung zum Mischen bei zwei vorhandenen Dosierern:

a Rampe, b Transporteinheit, c Dosierer, d Förderband, e Steilförderer, f Hochsilo

Abzugsförderband (Variante I/2) und an den Übergabestellen der Fördereinrichtungen (Abzugsförderer, Steilförderer, Verteilförderer und Verteilmaschine) statt.

Beim Zusammenführen der Gutströme von Mais und Stroh ist bei der Anordnung der Fördereinrichtungen stets darauf zu achten, daß das Maishäcksel auf das Strohäcksel aufgegeben wird, um das Volumen des Gutstroms gering zu halten. Deshalb wird das Stroh auf den Anfang des Abzugsförderers für den Mais aufgegeben (Bild 4). Bei Variante II wird das Strohäcksel pneumatisch über eine Strecke von rd. 250 m zu den Dosierern an der Hochsilanlage gefördert. Hier wird es entweder auf den Dosierer selbst oder in den Austrageraum des Dosierers über einen Zyklon abgeschieden. Das Mischen erfolgt beim Austragen und an den o.g. Übergabestellen.

3. Bewertung der landtechnischen Ausrüstungsvarianten

Für die landtechnischen Ausrüstungsvarianten wurden die Investitionen, die elektrischen Anschlußwerte, der Energie- und Materialbedarf, die Nutzungsdauer und der Instandhal-

tungsaufwand ermittelt. Weiterhin wurden die erforderlichen Arbeitsplätze eingeschätzt. Mit diesen Werten sowie aufgrund von Einschätzungen zu den Arbeitsbedingungen, der Eignung und zur Funktionssicherheit der Mechanisierungslösung wurde eine Bewertung unter Anwendung von Elementen der Gebrauchswert-Kosten-Analyse durchgeführt [4]. Deren Ergebnis ist in Tafel 3 zusammengestellt.

Danach weist die Variante I/3 die höchste Meßzahl für den Gebrauchswert aus. Diese Variante läßt aber ein kurzfristiges Umrüsten (< 0,5 h) bei einer Havarie am Dosierer für die Maisannahme nicht zu, so daß in einem solchen Fall die gesamte Einlagerung zum Stillstand käme.

Die Variante II (pneumatischer Strohtransport) ist die energieintensivste und wegen der Verwendung von 5 Fördergebläsen und einer 250 m langen Rohrleitung die stör anfälligste.

Die Variante I/2 wird als funktionsmäßig sicherste Ausrüstungslösung angesehen. Sie erfordert jedoch aufgrund der Installierung von 2 zusätzlichen Dosierern den größten Investitions-

Materialaufwand von allen betrachteten Lösungen.

Als vertretbarer Kompromiß bietet sich die Variante I/1 an, die von den Kennzahlen her günstiger als Variante I/2 ist und von der Funktion her mehr Sicherheit als Variante II bietet.

4. Zusammenfassung

Für den Einsatz von Stroh in der Rinderfütterung wird das Verfahren der gemeinsamen Silierung mit Mais in Hochsilos untersucht. Dieses Verfahren bietet sowohl Vorteile im Energieaufwand bei der Strohaufbereitung, bei der Gewinnung von Reserven durch Verhinderung der Sickersaftverluste als auch im Hinblick auf eine schonende Behandlung der Bau-

substanz. Wichtig ist ferner, daß das Stroh kurz nach der Ernte in einem fütterungswürdigen Zustand seinem Zweck zugeführt werden kann und nicht durch unzweckmäßige Lagerung im Wert erheblich gemindert wird.

Es werden technologische Gestaltungslösungen für das Verfahren dargestellt, aus denen heraus Ausrüstungsvarianten erarbeitet werden. Die Ausrüstungslösungen werden zum Zweck der Entscheidungsfindung mit Hilfe von Elementen der Gebrauchswert-Kosten-Analyse bewertet und beurteilt.

Literatur

[1] Berg, F.: Verfahren der Trockengrobfutterproduktion. agrartechnik 29 (1979) H. 3, S. 118—120.

- [2] Piatkowski, B.: Die Wirkung des Pelletierens oder Mahlens von Stroh auf die Futteraufnahme und Milchleistung. Arch. Tierzucht, Berlin 19 (1976) H. 2, S. 87—93.
- [3] Weise, G.; Fechner, M.; Rübensam, A.: Bericht zur Frischsilage-Produktion in HS 25-M. Institut für Futterproduktion Paulinenaue, Forschungsbericht 1976 (unveröffentlicht).
- [4] Bendull, K.; Dahse, F.: Die Bewertung von Verfahren der Tierproduktion in der Phase von Forschung und Entwicklung unter Anwendung von Elementen der Gebrauchswert-Kosten-Analyse. agrartechnik 26 (1976) H. 8, S. 386—389.

A 2461

Dimensionierung langer Förderschnecken zur Silageförderung

Dipl.-Ing. W. Schwarz, KDT

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

1. Problemstellung

Zur Silageförderung im Entnahmekanal des Hochsilos HS 25 wird serienmäßig der Trogkettenförderer FK 60/1 eingesetzt, dessen Verschleiß- und Korrosionsverhalten jedoch noch unbefriedigend ist. Nach jeder Entnahmeperiode muß eine Konservierung der Kette des Förderers erfolgen. Kettenrisse mindern die Betriebssicherheit. Der Trogkettenförderer soll deshalb durch einen Förderer ersetzt werden, dessen Verschleiß- und Korrosionsverhalten günstiger ist und der bei hoher Funktions- und Betriebssicherheit Masseströme von 20 t/h durchsetzt.

Für die extremen Bedingungen im Entnahmekanal erscheint die einfache Konstruktion des Schneckenförderers besonders geeignet. Im Hochsilo HS 25 ist für die Entnahme eine Schneckenlänge von etwa 8 m notwendig. Industriell gefertigte Schnecken dieser Länge benötigen Zwischenlager, da schon infolge der Eigenmasse große Durchbiegungen auftreten. In Vorversuchen hat sich gezeigt, daß an Zwischenlagern bei Silageförderung immer Verstopfungen auftreten. Versuche mit unterschiedlich ausgeführten Lageraufhängungen führten zu keiner Änderung der Verstopfungsneigung. Deshalb bestand die Aufgabe, für die

Silageförderung ausreichend lange Förderschnecken zu dimensionieren, zu fertigen und zu erproben.

2. Lösungsmethode

Die Ermittlung der optimalen Abmessungen der Förderschnecke erfolgt auf einer EDV-Anlage. Kriterium für die Berechnung ist eine vorgegebene maximal zulässige Durchbiegung von 10 mm infolge der Eigenmasse. Aus dem Programmablaufplan (Bild 1) ist ersichtlich, daß zunächst die in Frage kommenden Schnecken-durchmesser mit den dazugehörigen Steigungen und die möglichen Blechdicken für das Schneckenrohr als konstante Daten eingegeben werden. Der Standard TGL 9182 enthält die genormten Durchmesser und Steigungen. Für die durchzurechnenden Varianten sind noch spezielle Angaben erforderlich (Tafel 1). Vom Rechner wird zunächst die erforderliche Schneckenfläche A in mm^2 aus Volumenstrom V , Drehzahl n , Füllungsgrad φ_f und Schneckensteigung h_g in mm ermittelt:

$$A = \frac{V \cdot 10^9}{n \cdot \varphi_f \cdot h_g \cdot 60}$$

Die Rohraußen- und -innendurchmesser d_a und d_i ergeben sich aus Schneckendurchmesser D , Fläche A und Blechdicke des Rohres s . Es wird ein Mindest-Rohrdurchmesser von 50 mm gefordert:

$$d_a = \sqrt{D^2 - \frac{4A}{\pi}}$$

$$d_i = d_a - 2s.$$

Tafel 1. Erforderliche Parameter zur Schneckenberechnung

| Größe | Formelzeichen | Einheit | Bezeichnung im Programm |
|-----------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|
| Volumenstrom | V | m^3/h | QV |
| Schnecken-drehzahl | n | U/min | L |
| Füllungsgrad | φ_f | — | GR |
| Schneckenlänge | L | mm | LG |
| Blechdicke der Wendel | w | mm | WS |

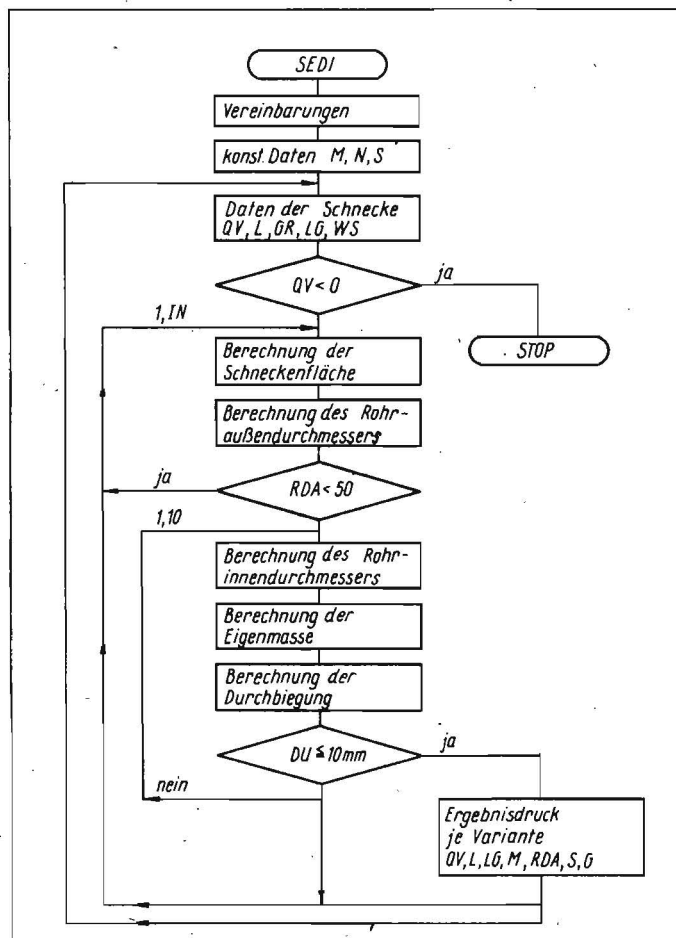


Bild 1
 Programmablaufplan zur Berechnung der optimalen Schneckenabmessungen;
 M Außendurchmesser der Schnecke, N Schneckensteigung, S Blechdicke des Rohres, QV Volumenstrom, L Schnecken-drehzahl, GR Füllungsgrad, LG Schneckenlänge, WS Blechdicke der Wendel, RDA Außendurchmesser des Rohres, DU Durchbiegung, G Eigenmasse