

gemenge läßt sich die erforderliche Fahr- geschwindigkeit errechnen. Beträgt z. B. der Durchsatz \dot{m} bei Welksilage in der Schaltstufe 2 15 kg/s, errechnet sich daraus eine Beschik- kung B in kg/m bei einer Fahrgeschwindigkeit v des Traktors MTS-50 von 1,32 km/h nach fol- gender Beziehung:

$$B = \frac{m}{v} = \frac{1}{0,36} \cdot 15 = 40,9 \text{ kg/m}$$

Es sollen jedoch nur 15 kg/m ausgebracht werden. Dazu müssen entweder die Fahr- geschwindigkeit reduziert oder der Krat- zerkettenvorschub und damit der Durchsatz verringert werden. Da bei Nenndrehzahl des Motors beim MTS-50 1,32 km/h die niedrigste Fortschrittgeschwindigkeit ist, muß die nächst- niedrigere Kratzerkettengeschwindigkeit, das sind 0,54 m/min (Stellung 1), gewählt werden.

Dort beträgt der Durchsatz etwa 6 kg/s. Daraus ergeben sich nach [1] bei einer Fortschritt- geschwindigkeit von 1,32 km/h 16,6 kg/m.

Der Durchsatz des L 431 kann bei gleicher Einstellung der Kratzerkettengeschwindigkeit in Abhängigkeit von Trockensubstanzgehalt, Häcksellänge, Gutart, Art der Beladung und gleichmäßiger Ausladung stark abweichen. Deshalb müssen in der Praxis zu Beginn der Verfütterung eines bestimmten Futtermittels im Stand bei Nenndrehzahl der Durchsatz in Ab- hängigkeit von der Einstellung des Knaggen- rades ermittelt und die Fahrgeschwindigkeit errechnet werden. Die Mindestauffangzeit sollte 3×5 s nicht unterschreiten.

5. Zusammenfassung

Bei der Rekonstruktion von Tierproduktions- anlagen ist die mobil mechanisierte Fütterung von besonderer Bedeutung. Futtermittelwagen

nehmen dabei im Maschinensystem einen zentralen Platz ein.

Um den großen Bedarf an diesen Fahrzeugen abdecken zu können, wurde auf der Basis des Futterladewagens HTS 30.04 der Futtermittel- wagen L 431 entwickelt. Aufbauend auf die Ergebnisse der Forschung und Prüfung werden Hinweise für den Betrieb des Futtermittel- wagens gegeben.

Literatur

- [1] Kremp, J.; Eckhof, W.: Aufgaben der Mechanisierung bei der weiteren Entwicklung der Rinder- produktion. agrartechnik 29 (1979) H. 2, S. 48—49.
- [2] Fritzsche, J.: Anforderungen an die Gestaltung industriemäßiger Verfahren der Rinderproduktion. agrartechnik 29 (1979) H. 3, S. 111—112.
- [3] Michaelis, G.: Möglichkeiten und Grenzen der technischen Einrichtungen beim bedarfsgerechten Futterdosieren und -verteilen an Rinder. agrar- technik 29 (1979) H. 4, S. 160—162. A 2663

Ergebnisse zur gemeinsamen Silierung von Mais und Stroh in Hochsilos HS25-M

Dipl.-Ing. E. Wenske, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Einleitung

In [1] wurden die theoretischen Untersuchun- gen zum Verfahren der gemeinsamen Silierung von Mais und Stroh in Hochsilos HS 25-M dargelegt. Danach ist für eine technische Lö- sung der sickersaftfreien Silierung von Mais und Stroh folgendes zu berücksichtigen:

- Der notwendige Trockensubstanzgehalt des einzulagernden Gutes ist abhängig von der Lagerungstiefe unter der Futterstockober- fläche und demzufolge zu steuern.
- Der erforderliche Strohanteil richtet sich nach den Trockensubstanzgehalten von Mais und Stroh und erreicht 8 bis 15 Masse-% der Originalsubstanz.
- Die Trockensubstanzgehalte liegen in den Bereichen $\geq 16\%$ für Mais und $\geq 70\%$ für Stroh.
- Ein Strohanteil bis zu 60% der Trok- kensubstanz ist für die Vergärbarkeit zu- lässig.
- Der Massestrom des Gemisches (Original- substanz) beträgt 50 t/h (T_1).

Die technische Lösung soll weitgehend vor- handene Ausrüstungen bzw. Maschinen der laufenden Produktion beinhalten.

2. Aufbau der Versuchsanlage

An einer Hochsilanlage HS 25-M, die aus zwei 6er-Batterien besteht, wurde eine Experi- mentalanlage errichtet.

An der Annaherampe für die Silobatterie II wurde ein zusätzlicher Dosierer DS 300-14 für die Annahme von gehäckseltem Stroh auf- gestellt. Das Stroh gelangt vom Dosierer über ein Förderband H 40 (15 080 mm lang) auf das Querförderband H 40 (3 200 mm lang) und wird von diesem auf den Anfang des Abzugförderers FB 80-4/5 des Dosierers für Mais der Si- lobatterie I aufgegeben. Der Mais fällt vom Dosierer auf das Stroh. Mais und Stroh werden dann gemeinsam über die vorhandene För- derstrecke (Steilförderer und Verteilförderer)

in das Silo transportiert. Gemischt wird an den Übergabestellen der Fördereinrichtungen, bei der Abgabe in das Silo und bei der Verteilung durch die Verteilmachine im Silo.

Der Transport der Komponenten Mais und Stroh erfolgt mit Kippfahrzeugen, die mit Zu- satzaufbauten zur Laderaumvergrößerung aus- gerüstet sind. Die Lademassen werden durch Einzelwägungen auf der Fahrzeugwaage be-

stimmt. Da die zur Verfügung stehenden Trans- porteinheiten linksseitig abkippen, mußte die Zwangsspur der Annaherampe der Si- lobatterie II geändert werden.

Um den technologischen Ablauf günstig zu gestalten, empfiehlt es sich, bei der Strohernte den Mietenplatz für das Häckselstroh in der kleinstmöglichen Entfernung zur Siloanlage einzurichten.

Tafel 1. Mindest-Strohanteil k

		Lagerungstiefe unter Futterstockoberfläche in m									
		0...2	2...4	4...6	6...8	8...10	10...12	12...14	14...16	16...18	
		erforderlicher minimaler Trockensubstanzgehalt des Mais-Stroh-Gemisches in %									
Trocken- sub- stanzge- halt Stroh %	Stroh	Mais	18,5	23,0	25,5	27,0	28,5	29,5	30,5	31,0	32,0
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
70	16	0,05	0,13	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	
	18	0,01	0,10	0,14	0,17	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	
	20	—	0,06	0,11	0,14	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	
	22	—	0,02	0,07	0,10	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	
	24	—	—	0,03	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17	
75	16	0,04	0,12	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,25	0,27	
	18	0,01	0,09	0,13	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	
	20	—	0,06	0,10	0,13	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	
	22	—	0,02	0,07	0,09	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	
	24	—	—	0,03	0,06	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	
80	16	0,04	0,11	0,15	0,17	0,20	0,21	0,23	0,23	0,25	
	18	0,01	0,08	0,12	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23	
	20	—	0,05	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,18	0,20	
	22	—	0,02	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17	
	24	—	—	0,03	0,05	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	
85	16	0,04	0,10	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	
	18	0,01	0,08	0,11	0,13	0,16	0,17	0,19	0,19	0,21	
	20	—	0,05	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	
	22	—	0,02	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,14	0,16	
	24	—	—	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,12	0,13	

3. Experimentelle Untersuchungen und Ergebnisse

Die Untersuchungen wurden in drei Varianten der Silobefüllung durchgeführt:

Variante I

Befüllung in fünf Horizonten mit Mais-Stroh-Gemischen entsprechend der Lagerungstiefe unter der Futterstockoberfläche [1]

Variante II

Befüllung mit einem konstanten Mais-Stroh-Gemisch

Variante III

Vergleichsvariante mit Mais ohne Stroh.

Bei den eingesetzten Maschinen zum Dosieren und Fördern der Komponenten und der Gemische handelte es sich um geprüfte Serienerzeugnisse [2, 3], die laut Bedienungsanweisung [4] für den vorgesehenen Einsatz geeignet sind. Nachdem der erforderliche Mindest-Strohanteil k entsprechend den vorhandenen Trockensubstanzgehalten von Mais und Stroh ermittelt wurde (Tafel 1), erfolgte die Einstellung der Vorschübe an den Dosierern mit Hilfe des Nomogramms (Bild 1) und der Bedienungsanweisung [4]. Dabei erwies es sich als nützlich, Kalibrierkurven der Kratzerkettengeschwindigkeiten zur Handradeinstellung am Getriebe anzufertigen. Bei fest eingestelltem Massestrom am Mais-Dosierer konnte mit Hilfe des Nomogramms der zugehörige Massestrom von Stroh ermittelt werden. Der durchschnittliche Massestrom \bar{m} , der maximale Massestrom \bar{m}_{max} sowie die ermittelte Standardabweichung σ_{n-1} wurden über der Zeit für den Einlagerungszeitraum aufgezeichnet (Bild 2).

Die Untersuchungen zum Mischen erfolgten über die Bestimmung der Trockensubstanz-

Tafel 2. Qualität von Mais und Stroh bei der Silobeschickung

Variante	Gutart	Masse t	Trockensubstanzgehalt %	Rohasche g/kg TS ²⁾	Rohprotein g/kg TS	Rohfaser g/kg TS	verdauliches Rohprotein g/kg TS	EFr g/kg TS	EFr g/kg OS ¹⁾	Qualitätsklasse ³⁾
I	Mais	1619,5	16,1	52	87	259	54	585	94	2,25
	Stroh	277,5	62,7	53	42	413	7	360	226	1,90
	Gemisch	1897,0	22,9	53	69	321	36	495	113	
II	Mais	1460,0	14,2	59	106	267	69	582	83	2,33
	Stroh	269,8	52,3	60	46	418	8	351	184	1,40
	Gemisch	1729,8	20,2	59	82	327	44	487	98	
III	Mais	1907,7	16,8	51	88	251	52	588	98	2,11

- 1) OS Originalsubstanz
- 2) TS Trockensubstanz
- 3) bei Stroh bedeuten
Qualitätsklasse 1: für die Silierung geeignet
Qualitätsklasse 2: für die Silierung bedingt geeignet
Qualitätsklasse 3: für die Silierung ungeeignet

gehalte der Komponenten Mais und Stroh sowie des Gemisches. Die Probenahme erfolgte an fünf Stellen im gleichen Abstand untereinander von der Einstiegluke zum Zentralschacht. Diese Sammelproben bestanden jeweils aus zehn Einzelproben, die sich über rd. 1 m² verteilten. Die Trockensubstanzgehalte der Sammelproben wurden mit denen der Komponenten verglichen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen läßt den Schluß zu, daß die Komponenten Mais und Stroh bei der Einlagerung signifikant vermischt werden. Für eine Entmischung durch Abwurf in das Silo und beim Verteilen durch die Verteil- und Entnahmemaschine VES-12 gab es keine Anzeichen.

Die Sickersaftbildung bei der Einlagerung von Mais-Stroh-Gemischen hängt vor allem vom Trockensubstanzgehalt und von der Häcksellängenverteilung ab. Aus Laborversuchen läßt sich ableiten, daß im Vertikaldruckbereich bis 130 kPa bei Trockensubstanzgehalten > 33 % kein Saft austritt. Bei extrem kurzen Häcksellängen von Mais ist jedoch bei Trockensubstanzgehalten von 33 % schon bei einem Vertikaldruck von 100 kPa Saftaustritt zu verzeichnen. Bei den durchgeführten Untersuchungen konnte die Grenze des Saftaustritts aufgrund der konstruktiven Ausführung der Silos jedoch nicht exakt ermittelt werden. Sie liegt aber über den Werten, die bei den Laboruntersuchungen gefunden wurden, so daß mit Sicherheit Sickersaftbildung ausgeschlossen wird, wenn für das Befüllen mit Mais-Stroh-Gemischen die Grenzkurve nach Peters [5] beachtet wird bzw. Tafel 1 aus [1] zur Anwendung gelangt. In Tafel 2 sind die eingelagerten Massen, ergänzt durch die Qualitätsangaben, für die untersuchten Varianten zusammengestellt.

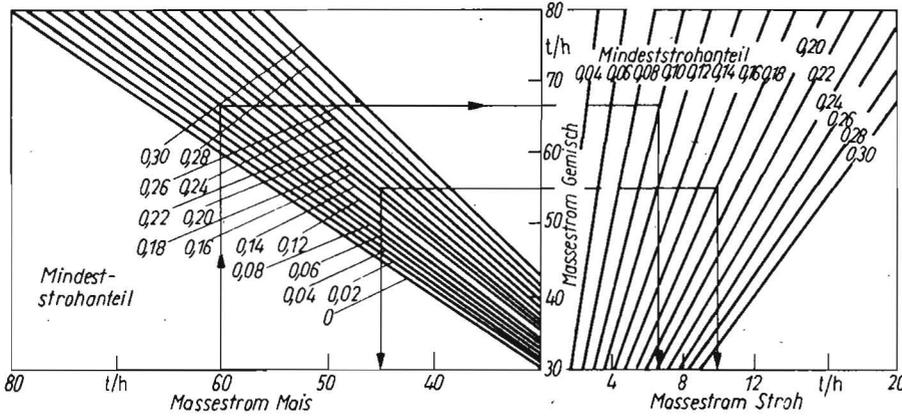
Der zeitliche Ablauf der Einlagerung und die Futterstapelhöhe sind am Beispiel der Variante I dargestellt (Bild 3). Als zusätzliche Information ist die mittlere theoretische Dichte ρ_{th} zu Beginn und Ende jedes Befüllintervalls eingetragen.

Werden Futterarten, deren Entnahme aus Hochsilos Schwierigkeiten bereitet, mit Mais gemischt, so verbessern sich die Entnahmebedingungen. Demnach wirft die Entnahme von Mais-Stroh-Gemischen keine Probleme auf, wenn die zulässige Häcksellängenverteilung
50 % der Masse ≤ 40 mm
90 % der Masse ≤ 100 mm
eingehalten wird.

Während der Entnahme traten keine funktionellen Störungen auf, die ihre Ursachen im Futter hatten. Der Bedarf an Antriebsleistung, der von Massestrom und Strohanteil abhängig ist, lag im Durchschnitt bei 50 % der an der Entnahmemaschine installierten Leistung.

Die Durchführung der Untersuchungen war durch eine Wetterperiode mit überdurchschnittlich hohen Niederschlagsmengen gekennzeichnet, so daß das zur Verfügung stehende Stroh im Durchschnitt einen zu geringen Trockensubstanzgehalt aufwies (Tafel 2). Mit Rücksicht auf den Futterwert mußte der Trockensubstanzgehalt des Gemisches deshalb niedriger ausfallen.

Bei der Auslagerung wurden je Silo 17 Vollanalysen und Dichtemessungen durchgeführt



▲ Bild 1
Nomogramm zur Ermittlung der Masseströme von Mais und Stroh

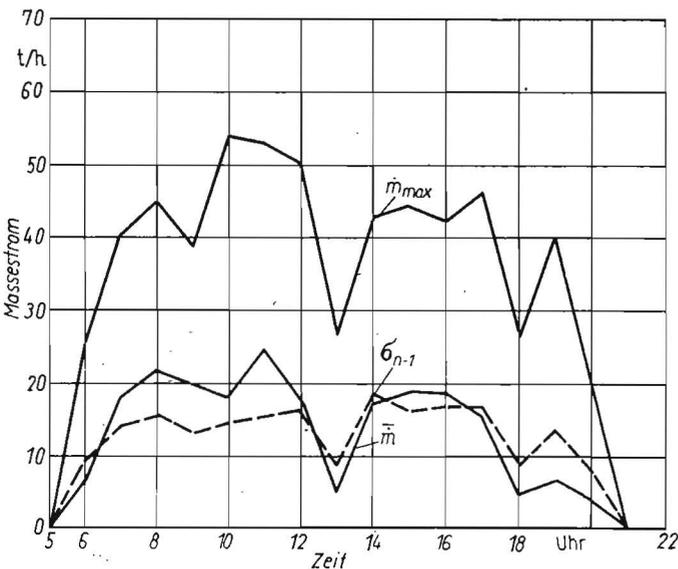


Bild 2
Massestrom von Mais-Stroh-Gemisch bei der Einlagerung in T₁

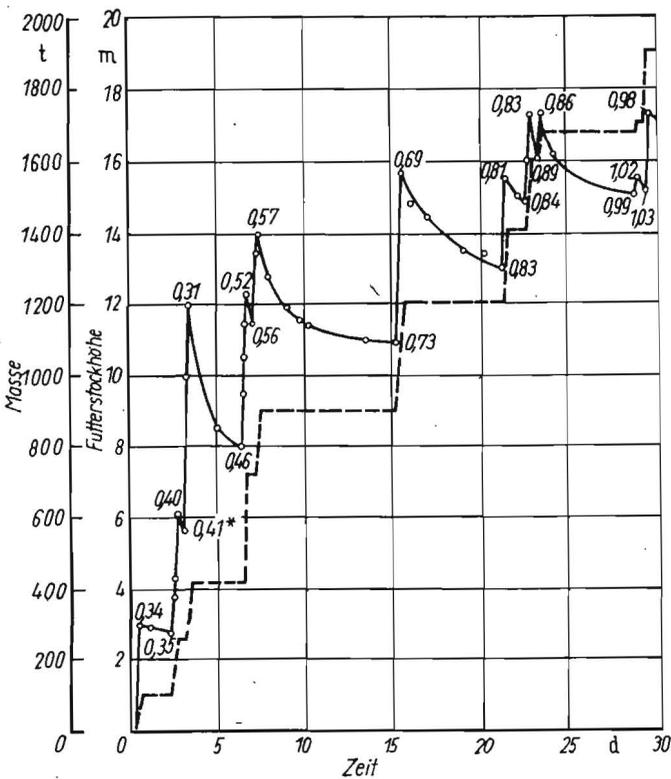


Bild 3
Einlagerungsmasse und
Futterstockhöhe in Ab-
hängigkeit von der Zeit;
Parameter: mittlere theo-
retische Dichte $\bar{\rho}_{th}$ in
 t/m^3

Tafel 3. Bilanzen zu den Untersuchungsvarianten I bis III

			Variante I	Variante II	Variante III
Original- substanz, umgerechnet auf 20 % Trocken- substanz	Einlagerung	t	2 172,0	1 747,0	1 602,0
	Auslagerung	t	1 728,0	1 457,0	1 223,0
	Differenz	t	444,0 (20) ¹⁾	290,0 (17)	379,0 (24)
Trocken- sub- stanz	Einlagerung	t	435	348,0	320,0
	Auslagerung	t	346,0	291,0	245,0
	Differenz	t	89,0 (20)	57,0 (16)	75,0 (23)
Futter- energie	Einlagerung	MEF _r	215,0	170,0	190,0
	Auslagerung	MEF _r	170,0	140,0	134,0
	Differenz	MEF _r	45,0 (21)	30,0 (18)	56,0 (29)
Rohfaser	Einlagerung	t	139,5	114,3	80,4
	Auslagerung	t	109,0	88,2	70,0
	Differenz	t	30,5 (22)	26,1 (23)	10,4 (13)
Roh- protein	Einlagerung	t	30,0	28,5	28,3
	Auslagerung	t	28,4	26,5	22,8
	Differenz	t	1,6 (5)	2,0 (7)	5,5 (19)

1) Angaben in %

und auf deren Grundlage für die Varianten I, II und III Bilanzen aufgestellt (Tafel 3).

Mit 215 MEF_r (Variante I) wurde bei der gemeinsamen Silierung von Mais und Stroh gegenüber 190 MEF_r (Variante III) bei der Silierung von Mais ein um 13 % höherer Gehalt an Futterenergie je Silo erreicht. Die niedrigeren Werte bei Variante II waren auf das Fehlen von Stroh entsprechender Qualität zurückzuführen (Tafel 2). Die Gesamtverluste an Futterenergie lagen bei beiden Varianten der Silierung von Gemisch um 8 % bzw. 11 % niedriger als bei der Mais-Silierung.

Bedeutend ist die Senkung der Verluste bei Rohprotein, die mit 5 % bzw. 7 % deutlich unter den 19 % bei der Silierung von Mais bleiben. Inwieweit hier eine Aufschlußwirkung im Stroh vorliegt, ist nicht geklärt. Die starke Verminde-

rung des Rohfasergehalts (22 % bzw. 23 %) im Vergleich zur Variante III (13 %) deutet jedoch auf einen derartigen Effekt hin.

4. Hinweise zur Bewirtschaftung

- Die Richtlinie für die Bewirtschaftung von Hochsilanlagen des VEB Landtechnische Industrieanlagen Nauen ist bei der gemeinsamen Silierung von Mais und Stroh einzuhalten [6] und für die zusätzlich installierten Maschinen zu erweitern.
- Folgende Trockensubstanzgehalte sollten eingehalten werden:

Stroh > 70 %

Mais > 16 %.

- Der Massestrom in T₁ beträgt 50 t/h für das Mais-Stroh-Gemisch.

- Der Mindest-Strohanteil ist in Abhängigkeit von den Trockensubstanzgehalten der Komponenten Mais und Stroh über den Dosierervorschub zu steuern.
- Je Silo HS 25-M müssen zur gemeinsamen Einlagerung mit Mais 200 bis 250 t Stroh-häcksel bereitgestellt werden.
- Das Anlegen der Strohmiete soll in möglichst geringer Entfernung vom Silo erfolgen.
- Die zulässige Häcksellängenverteilung für Stroh und Mais liegt in den Grenzen mehr als 50 % der Masse < 40 mm mehr als 90 % der Masse < 100 mm.
- Die Beschickung mit Mais-Stroh-Gemischen erfolgt im Wechsel in zwei Silos. Der Wechsel wird jeweils täglich durchgeführt, um das Aufnehmen des Sickersaftes durch das Stroh und das Setzen des Futterstapels zu gewährleisten.
- Bei Benutzung der Auffahrampen in beiden Richtungen ist die Zwangsspur zu ändern. Das Bedienpersonal und die Kraftfahrer sind auf daraus resultierende Besonderheiten hinzuweisen. An der Rampe muß eine Einweisung erfolgen.

5. Schlußbetrachtung

Das Verfahren zur Silierung von Mais-Stroh-Gemischen in Hochsilos HS 25-M erschließt diesen Siloanlagen einen erweiterten Einsatzbereich, da Mais aufgrund des relativ geringen Trockensubstanzgehalts als Siliergut nach der Bewirtschaftungsrichtlinie ausgeschlossen ist.

Hier bietet sich eine Rationalisierungsmöglichkeit zur Verfütterung von Stroh an Rinder an, ohne daß erhebliche Aufwendungen an Energie für besondere Aufbereitungen notwendig sind. Wesentliche Vorteile sind:

- Einlagerung des Strohs kurz nach der Ernte und damit Vermeiden von Verlusten, die bei der Lagerung entstehen
- Verminderung von Verlusten durch Bindung des Sickersaftes im Stroh und Futterwertverbesserung des Strohs
- besondere Eignung für Schlechtwetterperioden
- schonende Wirkung auf die Bauhülle der Silos
- höhere Auslastung der Silos durch größere Nährstoffmengen bei der Einlagerung
- erforderliche Maschinen und Einrichtungen im Fertigungsprogramm der Industrie enthalten.

Bei der Anwendung der gemeinsamen Silierung von Mais und Stroh müssen die standort-spezifischen Probleme, wie z. B. das Aufstellen eines zweiten Dosierers für Stroh, das Anlegen der Strohmiete während der Getreideernte in der Nähe der Siloanlage und die Anpassung der Rampe, rechtzeitig vor der Maisernte geklärt sein.

Literatur

- [1] Wenske, E.: Verfahren zur gemeinsamen Silierung von Mais und Stroh in Hochsilos HS 25-M. agrartechnik 29 (1979) H. 10, S. 442—445.
- [2] Hertwig, W.: Prüfbericht Nr. 621. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim 1971.
- [3] Hertwig, W.: Prüfbericht Nr. 622. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim 1971.
- [4] Bedienungsanweisung „Annahmedosierer DS 300“. VEB Landmaschinen Freiberg 1977.
- [5] Peters, G., u. a.: Sickersaftbildung bei der Grünfuttersilierung in Abhängigkeit von verschiedenen Einflußfaktoren. FZT Dummerstorf-Rostock, Forschungsbericht 1974 (unveröffentlicht).
- [6] Bewirtschaftungsrichtlinie und Bedienungsanweisung für Hochsilanlagen HS 25-M. VEB LIA Nauen 1976. A 2602