

1. Aufgabenstellung

Durchsatz und Leistungsbedarf werden bei kontinuierlich arbeitenden Hochsilo-Entnahmemaschinen beeinflusst von

- technischen Parametern, wie Arbeitsbreite, Spandicke, Umlaufgeschwindigkeit des Fräsarmes und Maschinenmasse
- pflanzlichen und lagerungstechnischen Parametern, wie Gutart, Häcksellänge, Trockenmassegehalt und Lagerungsdichte.

Die Abhängigkeit des Durchsatzes von den technischen Parametern ist mathematisch zu erfassen /1/. Der Einfluß der pflanzlichen und lagerungstechnischen Veränderlichen auf den Durchsatz und den Leistungsbedarf konnte bisher noch nicht theoretisch nachgewiesen werden.

Ziel der Untersuchungen ist es, auf der Grundlage experimentell ermittelter Versuchsergebnisse den Zusammenhang zwischen pflanzlichen und lagerungstechnischen Parametern einerseits und Durchsatz sowie Leistungsbedarf andererseits mathematisch zu erfassen und darzustellen.

2. Methode

2.1. Versuchseinrichtung

Für die Messungen stand eine an mehreren Seiten aufgehängte Obenentnahme-Maschine mit zwei gegenläufigen Doppelschnecken zur Verfügung. Die Versuchsmaschine wurde bereits beschrieben /1/. Die wesentlichen Baugruppen sind identisch mit der Verteilmachine /2/.

2.2. Meßmethode

Bei gleichen technischen Parametern wurden in Abhängigkeit von den Entnahmebedingungen der Durchsatz bestimmt und die Leistungsaufnahme getrennt für die Fräs- und Förderschnecke gemessen. Zu jedem Versuch wurden Welksilagedurchsatz, Leistungsaufnahme, Gutart, Trockenmassegehalt, Häcksellänge und Lagerungsdichte bestimmt. Zur Registrierung der Leistungsaufnahme standen Leistungsschreiber vom Typ R 60 zur Verfügung.

Die Bestimmung der Materialeigenschaften Gutart, Trockenmassegehalt und Lagerungsdichte erfolgte nach bekannten Methoden. Eine Probe des entnommenen Häckselgemisches wurde durch Absiebung in zwei Klassen fraktioniert /3/.

Die Häckselklassen, deren Anteil in Masseprozent erfaßt wird, haben folgende Grenzen:

- ≤ 40 mm → Kurzhäcksel
- ≥ 40 mm → Langhäcksel

2.3. Meßbedingungen

Die Versuche wurden in einem Hochsilo mit 12 m Durchmesser und 20 m Füllhöhe mit folgender Einstellung der Entnahmemaschine durchgeführt:

* Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin (Direktor: Obering. O. Bostelmann)

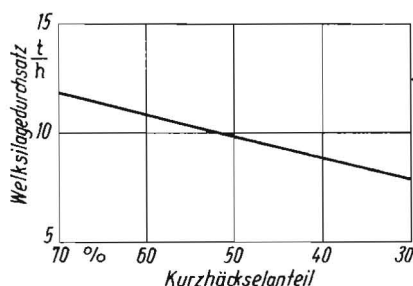


Bild 1
Welksilagedurchsatz
in Abhängigkeit
vom Kurzhäcksel-
anteil

Arbeitsbreite	6000 mm
Schneckendurchmesser	310 mm
Schneckensteigung	270 mm
Abstand zwischen den Schneckenachsen	440 mm
Umfangsgeschwindigkeit der Frässhnecke	4,12 m/s
Umfangsgeschwindigkeit der Förderschnecke	10,22 m/s
Anzahl der Fräsmesser	25 St/m
Umlaufgeschwindigkeit des Fräsarmes	0,21 m/s
Spandicke	8 mm

Die Lagerungsdichte des Leguminosen-Grasgemisches lag in den Meßhorizonten zwischen 730 und 830 kg/m³.

2.4. Auswertung der Versuche

Die Auswertung der Meßergebnisse erfolgte auf dem Kleinrechner SER 2d. Nach dem Programm einer linearen Regression mit bis zu fünf Veränderlichen, von denen die nicht-signifikanten Variablen eliminiert werden, wurden der Welksilage- und der Trockenmassedurchsatz, sowie die Leistungsaufnahmen der Fräs- und Förderschnecke, die gesamte Leistungsaufnahme und der spezifische Energieaufwand berechnet.

3. Ergebnisse

Eine Abhängigkeit des Welksilagedurchsatzes besteht nachweisbar nur vom Kurzhäckselanteil des Häckselgemisches (Bild 1). Der Kurvenverlauf wird durch die Gleichung

$$\dot{m} = 0,1 HL + 4,8 \quad \text{mit } B = 0,11^* \quad (1)$$

charakterisiert. Darin bedeuten

\dot{m} Welksilagedurchsatz in t/h

HL Kurzhäckselanteil in %

Einfluß auf den Trockenmassedurchsatz haben der Trockenmassegehalt und der Kurzhäckselanteil (Bild 2).

Das Nomogramm der gewonnenen Gleichung

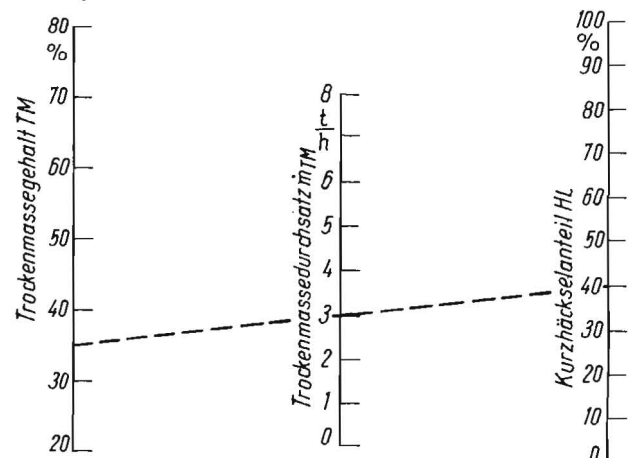
$$\dot{m}_{TM} = 0,05 HL + 0,08 TM - 6,82 \quad \text{mit } B = 0,24^{***} \quad (2)$$

ermöglicht die Bestimmung des Trockenmassedurchsatzes bei Angabe der entsprechenden Variablen. Als Beispiel im Bild 2 wurde gewählt: HL = 40%, TM = 35%, daraus

ergibt sich $\dot{m}_{TM} = 3$ t/h,

ermöglicht die Bestimmung des Trockenmassedurchsatzes bei Angabe der entsprechenden Variablen. Als Beispiel im Bild 2 wurde gewählt: HL = 40%, TM = 35%, daraus ergibt sich $\dot{m}_{TM} = 3$ t/h,

Bild 2. Trockenmassedurchsatz in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt und Kurzhäckselanteil



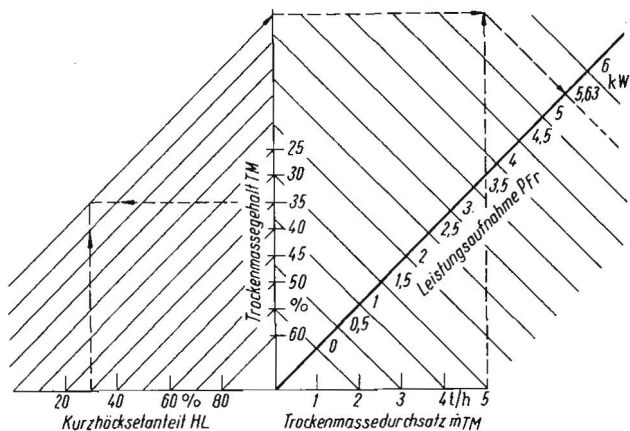


Bild 3. Leistungsaufnahme des Frässhneckenantriebes in Abhängigkeit vom Trockenmassedurchsatz, Trockenmassegehalt und vom Kurzhäckselanteil

Die Leistungsaufnahme der Frässhnecke P_F ist eine Funktion des Trockenmassedurchsatzes, des Kurzhäckselanteils und des Trockenmassegehalts (Bild 3):

$$P_F = 0,48 \dot{m}_{TM} - 0,03 HL - 0,06 TM + 6,23$$

mit $B = 0,59^{***}$ (3)

Als Beispiel ergibt sich für den Kurzhäckselanteil 30 Prozent, den Trockenmassegehalt von 35 Prozent und für den Trockenmassedurchsatz von 5 t/h eine Leistungsaufnahme der Frässhnecke von 5,63 kW.

Die Leistungsaufnahme der Förderschnecke zeigt keine signifikante Abhängigkeit von den genannten Meßgrößen. Die gesamte Leistungsaufnahme P_{ges} (Summe der Leistungsaufnahme von Fräs- und Förderschnecke) kann nach der Formel

$$P_{ges} = 0,71 \dot{m}_{TM} - 0,06 HL - 0,07 TM + 0,43$$

mit $B = 0,28^*$ (4)

berechnet werden. Die Darstellung im Diagramm ist analog zur Leistungsaufnahme der Frässhnecke durchzuführen. Wegen des schlechteren Bestimmtheitsmaßes wurde auf die graphische Darstellung an dieser Stelle verzichtet.

Die gesamte Leistungsaufnahme bezogen auf den Trockenmassedurchsatz ergibt den spezifischen Energieaufwand $P_{spez.}$. Die Gleichung

$$P_{spez.} = -0,3 \dot{m}_{TM} - 0,01 HL - 0,02 TM + 5,06$$

mit $B = 0,83^{***}$ (5)

stellt die Abhängigkeit von den pflanzlichen und lagerungstechnischen Parametern dar. Das angegebene Beispiel (Bild 4) gilt für $\dot{m}_{TM} = 2$ t/h, $HL = 40\%$ und $TM = 32,5\%$. Der spezifische Energieaufwand beträgt dann etwa 3,40 kWh/t.

Bei einer Weiterführung der Untersuchungen läßt sich auch der Einfluß der Lagerungsdichte nachweisen.

4. Schlußfolgerungen

Mit den vorliegenden Meßergebnissen ist die gestellte Aufgabe im wesentlichen gelöst worden. Die Zusammenhänge zwischen Durchsatz und Leistungsaufnahme einerseits und pflanzlichen sowie lagerungstechnischen Parametern konnte nachgewiesen werden.

Der Trockenmassedurchsatz wird mehr vom Trockenmassegehalt als von der Häcksellänge beeinflusst. Der für Hochsilos mit 12 m Durchmesser allgemein geforderte Trockenmassedurchsatz von 5 t/h kann bei verschiedenen Einlagerungsbedingungen erreicht werden (Tafel 1).

Der Durchsatz und der Leistungsbedarf der Häckselmaschinen ist abhängig von der Häcksellängeneinstellung. Ein

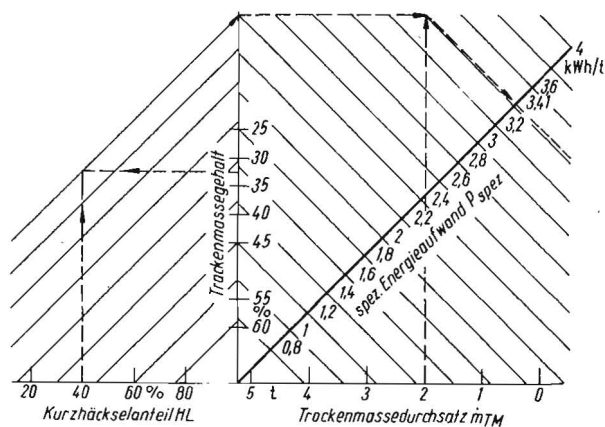


Bild 4. Spezifischer Energieaufwand in Abhängigkeit vom Trockenmassedurchsatz, Trockenmassegehalt und vom Kurzhäckselanteil

Tafel 1. Einlagerungsbedingungen, die einen Trockenmassedurchsatz von 5 t/h gewähren

Trockenmassegehalt	%	min. 35	max. 60	mitt. 47,5
Kurzhäckselanteil	%	80	40	60

Häckselgemisch mit hohem Kurzhäckselanteil verringert den Durchsatz der Häckselmaschinen.

Der Trockenmassegehalt beeinflusst die Leistungsaufnahme der Fräs- und Förderschnecke mehr als der Kurzhäckselanteil. Es ergibt sich bei den Siliergutparametern $TM = 60$ Prozent, $HL = 40$ Prozent und einem Trockenmassedurchsatz von 5 t/h die geringste Leistungsaufnahme der Antriebsmotore. Das gleiche gilt für den spezifischen Energieaufwand.

Weitere Untersuchungen sollten den Einfluß der Gutart und der Lagerungsdichte auf den Durchsatz und die Leistungsaufnahme nachweisen. Eine Rangfolge über das Verhalten der Gutarten bei der Entnahme wurde bereits angegeben [4]. Die vorliegenden Erfahrungen sind bei der mathematischen Erfassung der Zusammenhänge zu berücksichtigen.

Die aufgezeigten Abhängigkeiten gelten nur für die beschriebenen Einsatzbedingungen. Ziel weiterer Untersuchungen sollte eine Verallgemeinerung der getroffenen Aussagen sein. Dabei sind besonders die Zusammenhänge zwischen technischen und pflanzlichen Parametern unter Berücksichtigung des eigentlichen Fräsvorganges zu untersuchen.

5. Zusammenfassung

Ziel der laufenden Untersuchungen ist ein Berechnungsverfahren zur Bestimmung des Durchsatzes und der Leistungsaufnahme von Hochsilo-Entnahmemaschinen. Die Bestimmungsgrößen sind abhängig von technischen, pflanzlichen und lagerungstechnischen Parametern.

Für eine Versuchsmaschine wurden bei konstanter Maschineneinstellung der Durchsatz und die Leistungsaufnahme gemessen. Häcksellänge, Trockenmassegehalt und Lagerungsdichte waren die veränderlichen Größen. Die Verrechnung der Meßwerte erfolgte auf dem Rechner SER 2d. Als Ergebnis sind mathematische Zusammenhänge zwischen den unabhängigen und abhängigen Veränderlichen anzugeben.

Literatur

- [1] Scherping, E.: Untersuchungen zur Durchsatzsteigerung bei der Silageentnahme aus Hochsilos. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 10, S. 466 bis 468
- [2] Munder, F.: Zur Siliergutverteilung in Hochsilos. Deutsche Agrartechnik 22 (1972) H. 4, S. 170
- [3] Müller, M., u. a.: Welksilage-Hochsilo HS 25. Forschungsabschlussbericht des IML Potsdam-Bornim 1971 (unveröffentlicht)
- [4] Blazek, J. / J. Fiala: Eignung der verschiedenen Gärfutterarten für die maschinelle Entnahme. Zemedelska technika 15 (1969) H. 5, S. 269 bis 282

A 8690