

1. Aufgabenstellung

In der DDR hat sich die Silagebereitung zum bedeutendsten Konservierungsverfahren der Grundfutterproduktion für Rinder entwickelt. Etwa 70 Prozent des Grundfutters werden zukünftig als Silage verabreicht. Aufgabe der Siliertechnik ist es, optimale Bedingungen für den Gärverlauf zu schaffen, um gute bis sehr gute Silage zu erhalten.

Die Gärverluste sind um so geringer, je niedriger die Temperatur im Futter ist. Das setzt voraus, daß der Gasaustausch zwischen Futter und Atmosphäre weitgehend eingeschränkt wird. In der Zeitspanne der Beschickung haben Siliergutstapel stets freie Oberflächen und sind einem ungehinderten Luftzutritt ausgesetzt. Vorliegende Beobachtungen lassen einen Zusammenhang zwischen Dichte und Temperatur erkennen, der jedoch noch nicht für verschiedene Futterpflanzen geklärt ist. Um das Gasvolumen im Futterstock möglichst klein zu halten und somit die Sauerstoffzufuhr und eine starke Anfangswärmung zu vermeiden, wird das Futter in Horizontalsilos aktiv verdichtet. Im Hochsilo findet eine Verdichtung durch die Schwerkraft des Futterstockes statt. Wird in Hochsilos auf eine aktive Verdichtung verzichtet, ist täglich eine bestimmte Siliergutmenge einzulagern. Es wird eine durchschnittliche Dichte des Futters von 400 kg/m^3 , bei einem TM-Gehalt von 30 bis 50 Prozent angestrebt. Um dies zu erreichen, muß täglich eine Schicht von etwa 5 m eingelagert werden. Bei einem Hochsilo von 7,30 m Durchmesser sind das rund 85 t/d und bei einem Silo mit 12 m Durchmesser etwa 230 t/d.

Bisher konnten diese Mindestfüllmengen bei den z. Z. angewendeten Verfahren der Hochsilobewirtschaftung nicht erreicht werden. Die Beziehungen zwischen Dichte, Siliergutart und Temperatur in der Futterschüttung sind nur unzureichend bekannt. Es ist zu ermitteln, welchen Einfluß die Futterarten und der TM-Gehalt auf den Temperaturverlauf von Schüttungen unterschiedlicher Dichte aufweisen. Für die Technologie und die Siliertechnik ergeben sich daraus

Schlußfolgerungen über Mindestdichten, die bei freier Oberfläche eine unzulässige Temperaturerhöhung vermeiden.

2. Methode und Versuchsdurchführung

In fünf zylindrischen Blechbehältern mit 0,95 m Durchmesser und 0,96 m Höhe wird Siliergut unterschiedlicher Dichte eingelagert. Der Boden ist geschlossen, die Oberfläche durch einen Gitterrost, der einen ungehinderten Luftzutritt ermöglicht, abgedeckt. Für auftretenden Sickersaft ist ein Abfluß vorgesehen. Um eine Wärmeabgabe durch die Behälterwände einzuschränken, sind die Wände mit einer wärmedämmenden Isolierschicht umgeben.

Siliergut einer bestimmten Häcksellänge und eines bestimmten TM-Gehaltes wird gewogen, in die Behälter gefüllt und durch eine hydraulische Presse auf die vorgesehene Dichte gebracht (Bild 1).

Mit einem Druck bis max. 3 kp/cm^2 kann das Futter im Behälter auf rund 900 kg/m^3 verdichtet werden. Nach dem Verdichten wird die rostförmige Abdeckung an der Behälteroberkante befestigt, um eine Rückdehnung zu verhindern. Die Behälter werden dann unter einem Schutzdach abgestellt.

Zur Messung der Temperatur werden Eisen-Konstantandraht-Thermoelemente verwendet. Zur leichteren Einführung wird von oben eine Öffnung an der vorgesehenen Stelle in den Futterstock getrieben. Um eine eventuelle Temperaturdifferenz von der Mitte des Behälters nach außen hin zu erfassen, werden im Behälter fünf Meßstellen angeordnet (Bild 2).

Eine sechste Meßstelle erfaßt die Außentemperatur. Von einem Kompensationsbandschreiber *a* wird der Temperaturverlauf aufgezeichnet (Bild 3). Ein Thermostat *b* dient zur Einhaltung der Gegenlötlötlentemperatur von $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Ein Programmzeitgeber *c* ermöglicht es, daß die Temperatur in den einzelnen Behältern in einer festgelegten Reihenfolge vom Kompensationsbandschreiber aufgezeichnet werden kann.

(Fortsetzung von Seite 470)

lichen Rohr-Querschnitt. Mit der Verringerung der Geschwindigkeit im Krümmer um den Faktor $\frac{1}{a}$ ist also eine *a*-fache größere Füllung des Rohrvolumens verbunden. Es besteht folglich die Möglichkeit der Stauung im Übergang vom senkrechten Rohr zum Auswurfbogen. Die Leistung der Anlage könnte durch diesen Sachverhalt begrenzt werden, die eingehende Untersuchung konstruktiver Varianten wäre zu erwägen.

Die Methode ermöglicht die Messung des Geschwindigkeitsverlaufes in Förderrohren mit relativ geringem Aufwand. Damit kann auch eine exakte Aussage über den Füllungsgrad im Rohr gemacht werden: Die Dichte ρ des Gutes im Rohr beträgt.

$$\rho = \frac{D}{q \cdot v}$$

Hierin bedeuten:

- D* Durchsatz
- q* Querschnitt
- v* Geschwindigkeit

Es ergibt sich bei den zu den Versuchen vorhandenen Be-

dingungen ($D = 15 \text{ t/s}$, $v = 20 \text{ m/s}$, $f = 7 \text{ dm}^2$) im senkrechten Rohr

$$\rho \approx 0,003 \text{ t/m}^3, \text{ also } 3 \text{ kg/m}^3$$

im Auswurfbogen dagegen (mit $v = 7 \text{ m/s}$)

$$\rho \approx 8,5 \text{ kg/m}^3$$

Die Methode wird 1970 zu weiteren systematischen Untersuchungen an Gebläsen für die Hochsilo-Belüftung angewendet.

Literatur

- [1] KAMPF, G.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen an Wurfbögen. VDI-Forschungsheft 466, Beilage zu „Forschung auf dem Gebiet des Ingenieurwesens“ B, Band 24, (1958)
- [2] GLUTH, M.: Aufbereitungstechnik II, 12, S. 733 (1969). Vortrag anlässlich einer VDI-Tagung in Braunschweig
- [3] TESCH, M.: Vollmechanisierte Bergung und Verwendung von Häckselstroh in der sozialistischen Landwirtschaft. Dissertation Humboldt-Universität, Berlin 1968
- [4] BEER, M. / W. HELBIG / H. RETTIG: Bewegungsuntersuchungen mit radioaktiv markierten Stoffen. Deutsche Agrartechnik (1968) II, 7, S. 304
- [5] HELBIG, W. / K. BAGANZ: Digitale Registrierung schnell veränderlicher Zählraten am Beispiel der kontinuierlichen Bodendichtemessung unter dem fahrenden Schlepper. Isotopenpraxis (in Vorbereitung) A 8068

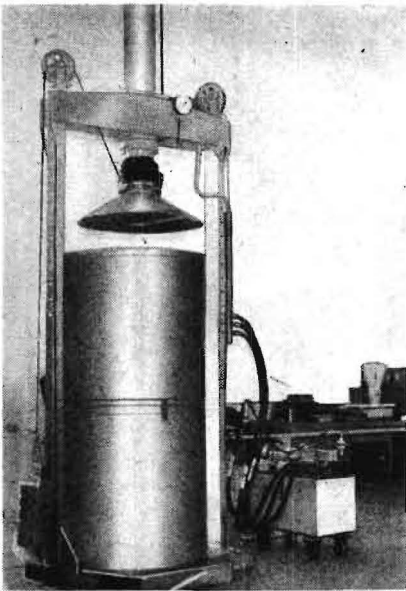


Bild 1. Hydraulische Presse mit Versuchs- und Aufsatzbehältern

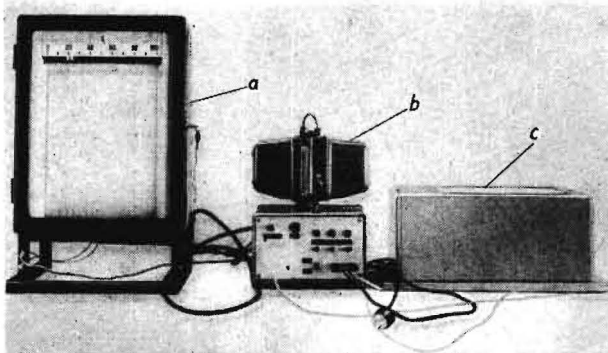


Bild 3. Kompensationsbandschreiber *a* mit Thermostat *b* und Programmzeitgeber *c*

3. Ergebnisse

Am Beispiel von Grünroggen sollen erste Meßergebnisse erläutert werden. Bei dem eingelagerten Futter liegen 78 Prozent der Hieksellängen unter 40 mm. Der Trockenmasse-Gehalt beträgt im Durchschnitt 19 Prozent und schwankt zwischen 17 und 23 Prozent.

Bei verschieden dicht gelagertem Futter bestehen Temperaturunterschiede. Die Erwärmung ist von der Silierzeit abhängig (Bild 4).

In den Behältern mit der Dichte von 600 und 850 kg/m³ kommt es zu keiner wesentlichen Erwärmung gegenüber der Ausgangstemperatur. Das Futter in dem Behälter mit der Dichte von 700 kg/m³ hat bereits eine Anfangstemperatur von 24 °C. Nach dem Verdichten sinkt sie allmählich ab und paßt sich in der Tendenz den Behältern mit der Dichte von 600 und 850 kg/m³ an. Während der ersten 8 Tage kommt es bei den Dichten von 220 und 400 kg/m³ zu einem Setzungsvergange im Futterstapel. Es stellen sich für den Gärverlauf günstigere Bedingungen ein, und die Temperatur sinkt allmählich ab.

Nach einer Silierzeit von 20 Tagen wurde die Veränderung der Dichte festgestellt. In den Behältern der Dichte von 600, 700 und 850 kg/m³ weicht die Dichte in allen Horizonten nur geringfügig von der vorgegebenen Ausgangsdichte ab. In dem Behälter mit 400 kg/m³ tritt eine Volumenverminderung von 17 Prozent auf. Die Dichte in der unteren Hälfte des Behälters beträgt 500 kg/m³ und in der oberen 275 kg/m³. Die größte Differenz weist der Behälter mit der Ausgangsdichte von 220 kg/m³ auf. Das Volumen

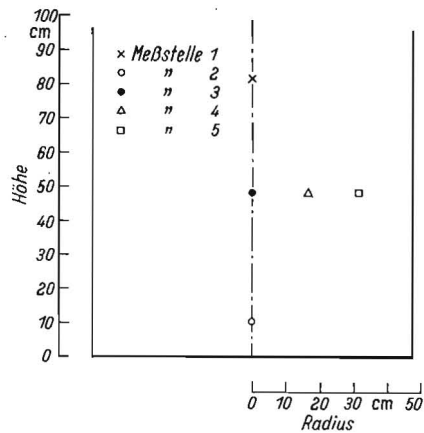


Bild 2. Anordnung der Thermoelemente im Behälter

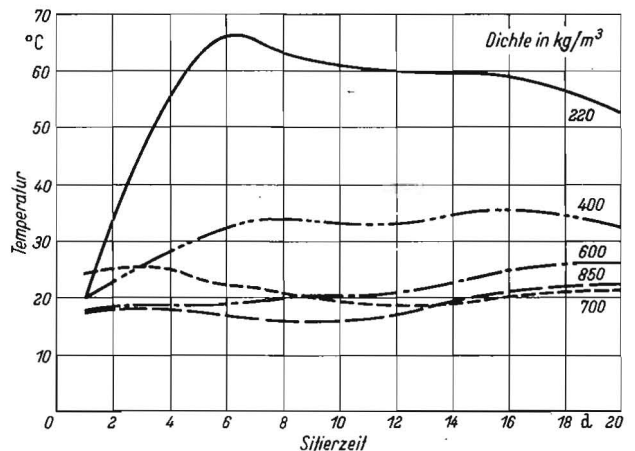


Bild 4. Temperaturverlauf im Zentrum eines mit Futter gefüllten Behälters; Futterroggen gehäckselt, Trockenmasse 19 % (17...23 %). Behälter mit 0,96 m Höhe, 0,95 m Dmr., 0,68 m³ Volumen

verminderte sich um 37 Prozent. Die Dichte erhöht sich im unteren Drittel des Behälters auf 400 kg/m³. Die Dichte im oberen Bereich des Behälters verändert sich nur wenig. Bei der Auslagerung wurde festgestellt, daß die Silagequalität unterschiedlich ist. In den Behältern der hohen Dichte entsteht eine bessere Silage als in den Behältern der niedrigen Dichte. Darüber wird vom Institut für Grünland- und Moorforschung Paulinenaue an anderer Stelle berichtet.

4. Schlußfolgerungen

Die Ergebnisse bestätigen die Eignung der Versuchsmethode. Im Dichtebereich von 200 bis 600 kg/m³ ist zukünftig eine feinere Dichteabstufung zu wählen. Die Versuche werden mit anderen Futterarten fortgesetzt. Aus den Ergebnissen lassen sich Erkenntnisse über Mindestfüllhöhen bei passiver oder Mindestdichten bei aktiver Verdichtung ableiten. Im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung großvolumiger Silos können Anforderungen zur optimalen Gestaltung der Einlagerungstechnologie und Siliertechnik abgeleitet werden.

Zusammenfassung

Die Beziehungen zwischen Dichte und Temperatur in Futterstößen werden durch Versuche geklärt. In fünf Behältern wurde Grünroggen unterschiedlicher Dichte eingelagert und die Temperatur über eine Zeitspanne von 20 Tagen registriert. Die gewählte Versuchsmethode ist hierfür geeignet. Am Beispiel des Grünroggens werden Meßergebnisse erläutert und erste Ergebnisse mitgeteilt.

A 8090