

1. Aufgabenstellung

Bei der Bereitung von Silage wird im Zusammenhang mit biochemischen Gärprozessen Wärme frei, die die Temperatur des eingelagerten Gutes erhöht. Die Beobachtungen der Temperatur können Aufschluß über die vorhandenen gärbiologischen Bedingungen geben. Deshalb wurde die Messung der Temperatur in das Versuchsprogramm 1969 aufgenommen. Die Meßstellen waren geometrisch so sinnvoll wie möglich anzuordnen, um sowohl in verschiedenen Höhen als auch vom Siloinneren bis zur Außenwand Meßergebnisse zu gewinnen. Der Meßfehler der Temperatur sollte unter ± 1 grad liegen. Die Messungen waren über einige Monate hinweg durchzuführen.

2. Versuchs- und Auswertemethode

Als Temperaturfühler wurden 2-mm-Eisen-Konstantan-Thermoelemente verwendet. Das brachte folgende Vorteile:

- der elektrische Quellwiderstand war gering,
- die mechanische Festigkeit war ausreichend,
- es bestand nur geringe Gefahr, daß kürzere Drahtstücken abgerissen werden und im Futter die Tiere gefährden.

Im Futterstock selbst wurden 30 Meßstellen vorgesehen (Bild 1). Die unterste Meßfühlerreihe wurde bei 1,0 m Futterstockhöhe eingelegt, die anderen Reihen jeweils 3 m höher. Zum Ausgleich des Setzens wurde eine Kabelschleife von 40 Prozent der jeweiligen Höhe eingelegt. Die Kabelbündel wurden im seitlichen Innenschacht geführt und gelangten durch die Querkanalluke am Silofuß ins Freie und in die Wetterhütte mit den Registriereinrichtungen (Bild 2). Diese bestanden aus

- Gegenlötlstellenhermostat 0 °C für 36 Meßstellen (mit Peltier-Element),
- Meßstellenumschalteneinrichtung 36 Meßstellen — 12 Registrierstellen,
- elektronischem Motorkompensator für 12 Meßstellen.

Je nach den gerade herrschenden oder zu erwartenden Temperaturen wurden verschiedene Meßbereichskästen eingesetzt (2 mV, 5 mV).

Zur Auswertung der insgesamt ≈ 40 m Registrierpapier wurde eine Rationalisierungseinrichtung verwendet (Bild 3), bestehend aus

- elektromechanischer Abtasteinrichtung in Form eines Motorkompensators

- Analog-Digital-Umsetzer
- Drucker.

Die Einrichtung wurde so justiert, daß der Drucker die Ergebnisse in Grad Celsius ausgab.

Im Verlaufe der Messungen ergaben sich Schwierigkeiten dadurch, daß der Setzvorgang in einigen Horizonten größer als 40 Prozent war.

Bild 1. Meßstellenanordnung im Silo. a Luken, b Außenschacht c Zentralschacht-Ziehgerät, d Innenschacht

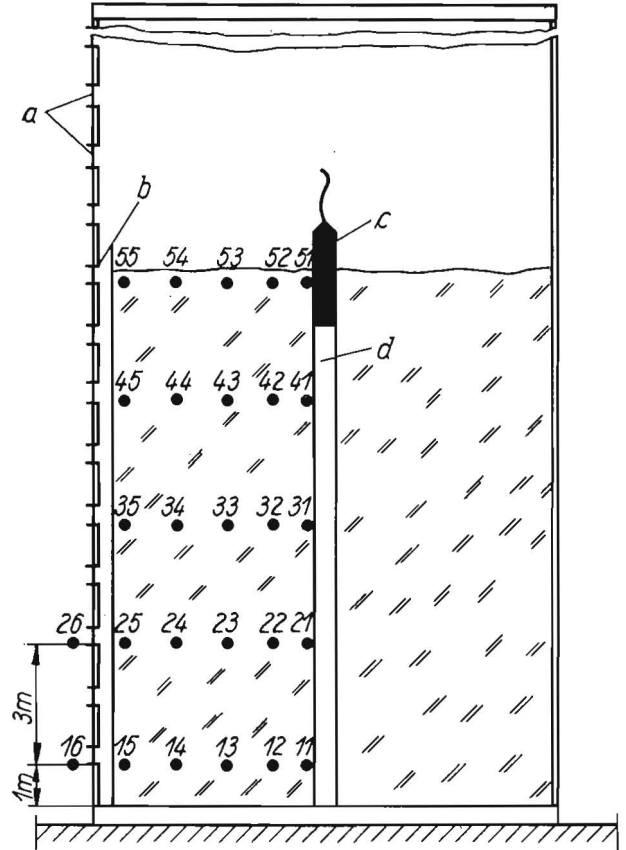
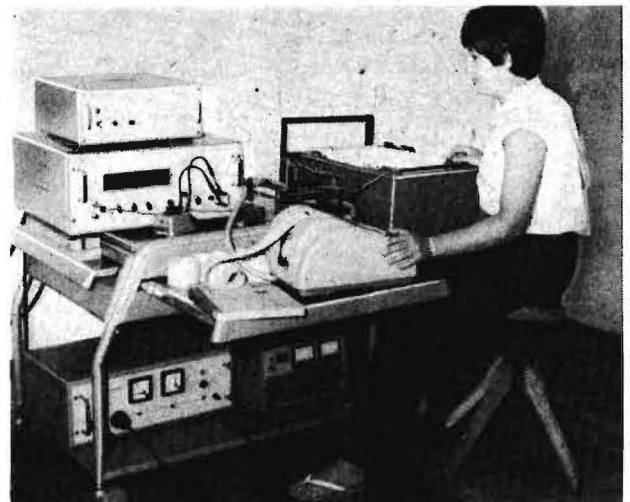


Bild 3. Rationalisierungseinrichtung zur Auswertung der Registereinschriebe

Bild 2. Wetterhütte mit Registriereinrichtungen



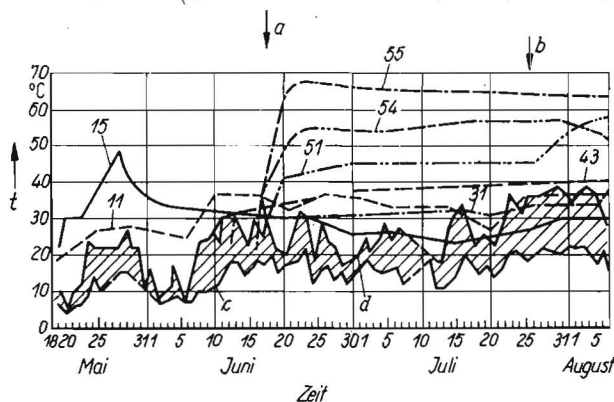


Bild 4. Temperaturen im 12-m-Hochsilo vom 18. Mai bis 7. August 1969. a Einbringung der 5. Schicht, b Öffnung des Deckels, c tägliche Minima, d tägliche Maxima der Außenlufttemperatur

3. Ergebnisse

Im Ergebnis der Auswertung liegen Tabellen mit über 5000 Einzelwerten vor. Die Temperaturen einiger charakteristischer Meßstellen sind in Bild 4 dargestellt.

4. Einordnung der Ergebnisse und ermittelte Gesetzmäßigkeiten

Das wichtigste Ergebnis besteht darin, daß an keiner Meßstelle im Stapelinneren mehr als 40 °C herrschten; lediglich in der jeweils obersten Schicht stiegen die Temperaturen höher an. Im Stapelinneren blieb die kurz nach dem Einlagern eingenommene Temperatur erhalten, sie wurde vom Verlauf der Außentemperatur praktisch nicht beeinflusst. Das hängt mit der sehr großen Wärmekapazität des Stapels im Verhältnis zu der darauf bezogenen geringen Oberfläche zusammen. Da im Stapelinneren Wärme nur durch Leitung, nicht aber durch Konvektion übertragen werden kann, unterliegt nur die äußerste Schicht den Schwankungen der Außentemperatur. Allerdings blieben aus den gleichen Gründen in der obersten Schicht auch die höheren Temperaturen über 40 °C monatelang erhalten, noch begünstigt durch den geringfügigen Luftwechsel im Raum oberhalb des Stapels. Die absolut höchste Temperatur von 67 °C wurde in der Nähe des äußeren Schachtes in der obersten Schicht gemessen. Das deutet wiederum auf den großen Einfluß des Luftzutritts auf die Temperaturerhöhung hin. (Die hohen Temperaturen um 60 °C in der obersten Schicht blieben über Monate hinweg erhalten.) In der Nähe des Mittelschachtes stieg etwa 5 Wochen nach der Einlage-

rung im Verlaufe von 2 Wochen die Temperatur von 45 auf 55 °C an, was mit der in dieser Zeit vorgenommenen Öffnung des Silos zusammenhängen dürfte. Die übrigen Meßstellen in der Nähe des Mittelschachtes folgten geringfügig den langfristigen Schwankungen der Außenlufttemperatur, und zwar um so mehr, in je geringerer Höhe die Meßstelle lag. Das läßt auf eine geringfügige Luftströmung von unten nach oben durch den Zentralschacht schließen. In der untersten Schicht erreichte die Meßstelle an der Außenwand unmittelbar nach dem Einlagern eine Temperatur von nahezu 50 °C. Anschließend kühlte sich diese Meßstelle ab und folgte schließlich den langfristigen Änderungen der Außentemperatur. Dieses Verhalten läßt darauf schließen, daß innerhalb der Silage unter Luftabschluß keine Wärmeentwicklung mehr stattfindet.

Die Außenlufttemperatur wurde im Diagramm durch die Kurven der ermittelten Maxima und Minima charakterisiert. Die Außenfühler wurden bewußt Regen und Sonne ausgesetzt, dadurch entsprechen die registrierten Werte weitgehend der Temperatur an der Silooberfläche, in deren unmittelbarer Nähe sich die Fühler befanden.

Die mittlere Streuung der Temperatureinzelwerte lag bei etwa ± 1 grad, so daß die Anforderungen an die Meßgenauigkeit als erfüllt angesehen werden können. Wegen der niedrigen Wärmeleitfähigkeit von Silage ist es in gewisser Hinsicht problematisch, daß im Mittel nur eine Meßstelle auf etwa 50 m³ entfällt.

Zusammenfassung

Im 12-m-Hochsilo des LVG Potsdam-Bornim wurden 1969 mit Hilfe einer 36-Meßstellen-Einrichtung auf der Basis von Eisen-Konstantan-Thermoelementen Temperaturmessungen durchgeführt. Dabei wurden 1969 folgende Erkenntnisse gewonnen:

- Nur die jeweils oberste Schicht erwärmte sich auf über 40 °C, darunter und im Stapelinneren wurden nur Werte unter 40 °C festgestellt.
- Die Temperaturen im Stapelinneren verharrten auf nahezu unveränderlichen Werten.
- In der Nähe der Außenwand und in der Nähe des Zentralschachtes folgten die Temperaturen träge den langfristigen Änderungen der Außentemperatur.
- Auch nach Abschluß des Gärprozesses bewirkte die Luftzufuhr eine Temperatursteigerung in den betroffenen Schichten.

Die durchgeführten Arbeiten bestätigten, daß es durchaus möglich ist, die Temperaturen in Hochsilos zu erfassen. Die gewonnenen praktischen Erfahrungen erlauben eine weitere Verbesserung der Meßmethodik für künftige Messungen.

A 5096

Trocknen

Einflüsse auf den Wasserentzug beim Welkvorgang

Dipl.-Landw. A. NEUSCHULZ, KDT

1. Aufgabenstellung

Größere Mengen an Welksilage werden in den nächsten Jahren zur Versorgung der Rinderbestände gebraucht, um in der Winterfutterperiode den für höhere tierische Leistungen benötigten Bedarf an Nährstoffen weitgehend aus dem Grundfutter abzudecken. Mit der Welkzubereitung wird eine erwünschte Trockenmassenanreicherung im Ausgangsmaterial erzielt, die für die Konservierung und Fütterung einige bedeutende Vorteile aufweist. Sie lassen sich in technologische, gärbiologische und fütterungsphysiologische Vorteile unterteilen.

Zu den technologischen rechnen wir:

- Verringerung der Erntemasse,
- höhere Trockenmassedurchsätze durch das Schwadhäckseln von Welkgut als beim Mähhäckseln,

- bessere Ausnutzung des Ladevolumens durch höhere Trockenmasse-Schüttdichten,
- geringere Hängerachslasten ermöglichen die Befahrbarkeit weniger tragfähiger Böden,
- bessere Raumausnutzung in Silos durch höhere Trockenmasse-Lagerungsdichten,
- Steigerung des Durchsatzes und Senkung des Energieverbrauches bei der Heißlufttrocknung.

Die gärbiologischen Vorteile bestehen in der

- Verbesserung der Silagequalität bei schwer silierbaren Futterpflanzen und der
 - Senkung der Gärverluste;
- als fütterungsphysiologischer Vorteil ist zu nennen