

Bild 4: Abkühlungsdauer der Silage von Zuckerrübenblatt.

temperatur von -10°C überhaupt nicht mehr zum Abklingen gebracht werden kann.

Sämtliche bisherige Untersuchungen sind nur als Tastversuche zu werten, die lediglich die Tendenzen der Temperaturveränderungen im Füllgut ganz grob zeigen. Immerhin scheint soviel daraus hervorzugehen, daß man zur Vermeidung des Gefrierens von Saffutter im Offenstall versuchen sollte, Rüben und Silage im Winter in möglichst großen Vorratskrippen von etwa $0,80 \times 0,80$ m Querschnitt bereitzustellen, die den ganzen Tagesbedarf der Tiere mit einem Male fassen. Der Boden und die Seitenwände dieser Krippen müssen gut gegen Kälteeinwirkungen isoliert sein. Wenn es gelingt, das Futter mit einer Eigentemperatur von 6 bis 10°C einzufüllen (Silos dicht neben der Krippe! Im Flachsilo bleibt das Futter wärmer als im Hochsilo!), dürfte der Gefrierpunkt in diesen Krippen auch unter ungünstigsten Verhältnissen erst nach 10 bis 20 Stunden unterschritten werden. Als zusätzliche Sicherung kann man den (geschnitzelten) Rüben Spreu, der Silage Löschkalk beimischen. Die mit dieser Art der Wärmeezeugung verbundenen Nährstoffverluste wird man meist in Kauf nehmen können, da sie nur über verhältnismäßig kurze Zeiträume auftreten und deshalb nicht allzu stark ins Gewicht fallen; sie scheinen eher tragbar, als bare Aufwendungen für technische Einrichtungen zur Beheizung der Krippen, die zudem noch die Ursache für Unfälle werden können.

Erhard Schulz und Henning Fricker, Institut für landwirtschaftliche Bauforschung

LANGSILO FÜR SAUERKARTOFFELN

Bauarten

Der rechteckige Grubenbehälter aus gebrannten Steinen, der wie eine einfache Erdgrube unter der Erdgleiche liegt, ist unter den Behältern für die Einsäuerung von Kartoffeln wohl die am meisten verbreitete Bauart. Da hier der Seitendruck der Silage nicht von den Wandkonstruktionen, sondern vom Erdboden aufgenommen wird, lassen sich die Behälter um so einfacher und billiger bauen, je günstiger die statischen Verhältnisse des Bodens sind. Da der Silagedruck durch den sogenannten passiven Erddruck aufgenommen wird, ist statisch der aktive Erddruck auf den leeren Behälter für die standsichere Ausbildung der Behälter maßgebend. Je mehr Lehm und Ton ein Boden enthält, je besser er also „steht“, um so kleiner ist der vom leeren Behälter aufzunehmende Erdseitendruck. Bei festem Lehmboden und normalen Wasserverhältnissen ist er praktisch null. Bei weniger bindigen Böden kann er jedoch leicht so groß werden, daß entsprechend starke Wandkonstruktionen die Baukosten wesentlich erhöhen und die Wirtschaftlichkeit der Bauart in Frage stellen können. Weicht man in solchen Fällen auf geringe Bauhöhen und schräge Wände aus, dann lassen sich zwar bis zu einem Böschungswinkel von etwa 60 und mehr Grad noch kostenwirtschaftlich tragbare Konstruktionen anwenden, jedoch wächst damit jedenfalls der Oberflächen-

anteil, also die Gefahr der Nährstoffverluste der eingesäuerten Kartoffeln.

Aus diesen Gründen, zu denen noch solche arbeitswirtschaftlicher Art hinzukommen, verdient der ebenerdige Silo (Bild 1) für die Kartoffeleinsäuerung besondere Beachtung. An Stelle massiver Längswände, deren Konstruktion aufwendig ist, werden bei ihm von Pfosten gehaltene Bohlenwände gewählt. Der durch das Silagegut erzeugte Seitendruck wird von den eingeschobenen Bohlen auf die Pfosten übertragen und von diesen übernommen. Der einfachen Handhabung wegen wird man für diese Pfosten einen Querschnitt von 20/20 cm nicht über-

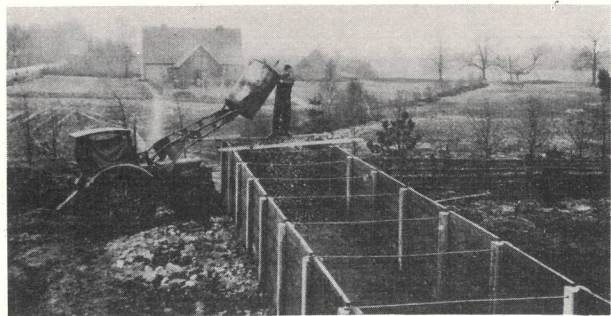


Bild 1: Beschicken des ebenerdigen Silos mit dem Frontlader.

schreiten wollen. Die Länge des Pfostens hängt von der Einlagerungshöhe und der Tiefe der Einspannung im Boden ab. Wenn die Sauerkartoffeln etwa 1,50 m hoch lagern sollen und die Pfosten etwa auf $\frac{1}{3}$ ihrer Gesamtlänge in das Erdreich eingelassen werden müssen, dann ergibt sich eine Pfostenlänge von 2,50 m.

Da beim Kartoffelsilo — entgegen dem Fahrsilo für Grünfütter — eine freie Durchfahrt nicht erforderlich ist, werden im „Kopf“ der einzelnen Pfosten Zuganker angebracht, die jeweils zwei einander gegenüberliegende Pfosten verbinden. Dieser Anker erlaubt es auch, die Pfosten statisch als Träger auf zwei Stützen zu berechnen, dessen Auflagerdrücke einerseits durch den Zuganker, andererseits durch den passiven Erddruck aufgenommen werden, so daß sie auch ohne Betoneinbettung in den Boden eingestampft werden können. Da einerseits die zwischen den Pfosten eingeschobenen Holzbohlen mit zunehmender Biegelänge sehr bald unwirtschaftlich stark werden, andererseits für die Montage handliche und für die Kostengestaltung gängige Bohlenabmessungen wichtig sind, wird man die Pfosten im allgemeinen nicht mehr als 1,50 m auseinander setzen.

Die Brauchbarkeit und Lebensdauer von Behältern mit Betonpfosten hängt vor allem davon ab, daß bei der Herstellung der Pfosten die die Biegekräfte aufnehmende Stahlbewehrung (Bild 2) — die sogenannte Hauptbewehrung — außen auf der dem Silagegut abgekehrten Seite liegt. An den Pfostenköpfen sind die für das Durchziehen der Zuganker erforderlichen Löcher bereits im Werk anzubringen. Das Loch liegt in der Pfostenmitte etwa 15 cm vom Pfostenende entfernt und hat entsprechend der Zugankerstärke von 16 mm einen Durchmesser von etwa 18—20 mm. Beim Einziehen des Ankers wird unter die Muttern eine schmiede- oder gußeiserne, durchbohrte Platte von ca. 5×5 cm Größe gelegt, damit der Druck vom Zuganker einwandfrei auf den Pfosten übertragen wird. Das eine Ankerende erhält eine bewegliche Mutter, mit der schlaff gewordene Anker nachgespannt oder ausgewichene Pfostenpaare wieder gerade gerichtet werden können.

Für die Herstellung der Pfosten in ländlichen Betonwerken können folgende Richtwerte zugrunde gelegt werden:

Querschnitt: 20×20 cm — Zur Aufnahme der Bohlen sind 2 Nuten in den Abmessungen 4×5 cm auszusparen.

Betongüte: B 225

Stahl: St I

Bewehrung:

Hauptbewehrung 3 Stück Rundstahl ϕ 12 mm
 Montageeisen 2 Stück Rundstahl ϕ 7 mm
 Bügel Rundstahl ϕ 6 mm
 im Abstand von 25 cm

Stahlbedarf: \approx 11 kg je Pfosten.

Werden die Pfosten nicht in einem Betonwerk, sondern auf der Baustelle hergestellt, dann kann nur mit der geringeren Betongüte von B 160 gerechnet werden. Diese geringere Beanspruchbarkeit des Betons läßt sich durch einen erhöhten Stahlaufwand ausgleichen. In die Hauptbewehrung müssen dann

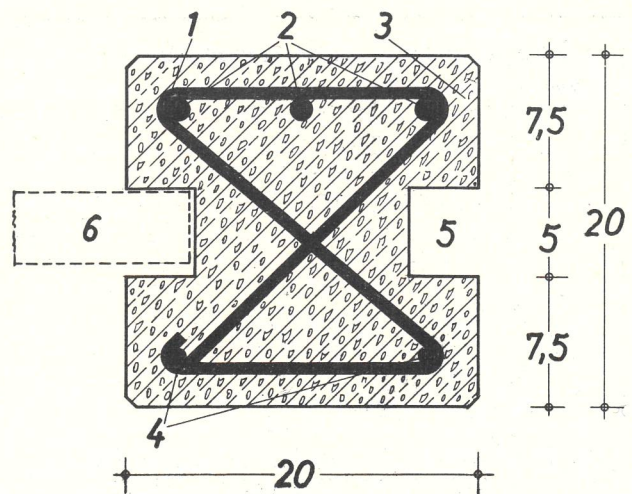


Bild 2: Schnittzeichnung des Betonpfostens; 1 = Stahlbügel, 2 = Hauptbewehrung, 3 = Beton, 4 = Montageeisen, 5 = Aussparung, 6 = Wandbohlen.

3 Stück Rundstahl von 14 mm (statt 12 mm) eingelegt werden, wodurch sich der Stahlbedarf von 11 kg auf 14 kg je Pfosten erhöht.

Einmalige Baukosten und jährliche Gebäudekosten

Übersicht 1

Baukosten von Grubensilo und ebenerdigen Silo (Inhalt 50 m³, Preisstand Januar 1957)

| | Grubensilo stehender Boden, schräge Längs- wände aus gebrann- ten Steinen | | Ebenerdiger Silo Lotrechte Beton- pfosten und Holz- bohlenwände | |
|---|---|-----|--|-----|
| Abmessungen | | | | |
| Höhe | 1,55 m | | 1,55 m | |
| Länge | 18,00 m | | 18,00 m | |
| Breite | 1,80 m | | 1,80 m | |
| Lohnkosten | DM | % | DM | % |
| Maurer | 826,57 | 43 | — | — |
| Helfer | 235,50 | 12 | 199,50 | 11 |
| Stoffkosten | 853,69 | 45 | 1621,25 | 89 |
| Baukosten insgesamt | 1915,76 | 100 | 1820,75 | 100 |
| Baukosten je m ³ Siloraum | 38,30 | | 36,40 | |

In den gesamten Baukosten unterscheiden sich die beiden Siloarten, wie Übersicht 1 zeigt, kaum, wohl dagegen in den Kosten für die einzelnen Positionen. Der Kostenaufwand für Löhne und Baustoffe ist beim Grubensilo mit 45 % bzw. 55 % fast gleich. Beim ebenerdigen Silo dagegen betragen die Materialkosten das 9fache der Lohnkosten, da damit gerechnet wurde, daß die Betonpfosten für einen Betrag von DM 864,— (ungefähr 50 % der Materialkosten) vorgefertigt vom Betonwerk bezogen werden. Mit diesen vorgefertigten Bauteilen kann zwar ein Silo in kurzer Zeit von den betriebseigenen Kräften mit geringem Lohnaufwand aufgestellt werden, jedoch liegt der Baraufwand für die Bauteile entsprechend hoch. Beim Grubensilo wurde dagegen davon ausgegangen, daß die Maurerarbeiten von entsprechend entlohnten Fachkräften ausgeführt werden, die vom gesamten Lohnaufwand 80 % beanspruchen, während die vom Betrieb gestellten

Hilfskräfte nur etwa 20 % verbrauchen. Wenn also durch betriebseigene Kräfte Baufacharbeiter ersetzt und damit Kosten gespart werden können, dann sind die Aussichten für eine Senkung der Baukosten beim Grubensilo günstiger als beim ebenerdigen Silo, auch wenn es möglich ist, die Betonpfosten, statt sie vorgefertigt in gleichmäßiger Qualität zu kaufen, auf der Baustelle mit eigenen Kräften herzustellen.

Übersicht 2
Jährliche Gebäudekosten

| Kostenarten | Grubensilo DM | Ebenerdiger Silo, DM |
|--|------------------|-------------------------|
| Baukosten | 1915,— | 1820,— |
| Amortisation | 134,05 | 145,60 |
| Verzinsung | 38,30 | 36,40 |
| Instandsetzung und laufende Unterhaltung | 47,88 | 100,10 |
| Gesamte jährliche Gebäudekosten (50 m ³) | 220,23 | 282,10 |
| Jährliche Gebäudekosten je m ³ | 4,40 | 5,64 |
| Jährliche Gebäudekosten je dz Silage | 0,44 | 0,56 |

Die jährlichen Gebäudekosten setzen sich aus der Verzinsung von 50 % der Baukosten, aus der Amortisation und aus den Kosten für Instandsetzung und laufende Unterhaltung zusammen. Den in der Übersicht 2 zusammengestellten Kosten liegen folgende Sätze zugrunde:

| | Grubensilo | ebenerdiger Silo |
|---|------------|------------------|
| a) Verzinsung | 4 % | 4 % |
| b) Amortisation | 7 % | 8 % |
| c) Instandsetzung und laufende Unterhaltung | 2—3 % | 5—6 % |

Die höheren Sätze zu c) beim ebenerdigen Silo sind vor allem darauf zurückzuführen, daß die Holzbohlen voraussichtlich mindestens einmal erneuert und die Betonpfosten regelmäßig mit einem Säureschutzanstrich versehen werden müssen, während beim Grubensilo die Wände aus säurefesten Hartbrandsteinen keinen Schutzanstrich erfordern, sondern nur 2—3mal neu verfugt zu werden brauchen. Da es außerdem berechtigt erscheint, für die ebenerdigen Silos, die einer stärkeren mechanischen Be-



Bild 3: Ebenerdiger Silo bei Entnahme der Sauerkartoffeln von Hand.

anspruchung ausgesetzt sind, eine etwas kürzere Lebensdauer anzunehmen, liegen die jährlichen Gebäudekosten beim Grubensilo um 1,24 DM cbm = 22 % niedriger als beim ebenerdigen Silo.

Arbeitsbedarf und Arbeitskosten

Der Grubensilo kann durch das Auskippen des Dampfkessels oder Wagens in den Silo einfach und meist ohne technische Hilfsmittel beschickt werden. Schwierigkeiten macht jedoch die Entnahme des Futters. Schon das erste Anschneiden des Behälterinhalts ist umständlich und zeitraubend, da man sich senkrecht von oben nach unten in die feste Kartoffelmasse hineinarbeiten muß. Im weiteren Verlauf der Entnahme ist ständig erhebliche Hubarbeit zu leisten, wenn die Kartoffeln von Hand in den am oberen Silorand auf dem Erdboden stehenden Futterkarren geworfen werden sollen.

Beim ebenerdigen Silo dagegen muß diese Hubarbeit entweder von Hand oder mit einem mechanischen Fördermittel schon bei der Beschickung geleistet werden. Dafür können die Kartoffeln bei der Entnahme leicht in die auf gleicher Höhe mit der Arbeitsperson stehende Karre geworfen werden (Bild 3). Arbeitswirtschaftlich bietet der ebenerdige Silo also gewisse Vorteile. Die schwere Hubarbeit muß nur mit frisch gedämpften Kartoffeln, die sich leichter gabeln lassen als Sauerkartoffeln, geleistet werden. Die Hubhöhe bei der Entnahme beträgt höchstens 40 cm gegen ungefähr 2,00 m (1,55 m Silohöhe + 0,40 m Karre) beim Grubensilo und das schwierige Anstechen der Silagemasse beim Grubensilo entfällt. Vor allem aber ist wesentlich, daß sich die Beschickung beim ebenerdigen Silo mit dem Frontlader des Schleppers oder einem Vielzweckförderband relativ einfach mechanisieren läßt, während die Hubarbeit bei der täglichen Entnahme aus dem Grubensilo mit den bisher bekannten Mitteln (Hängemulde, Förderbänder) nur zum Teil und mit höherem Kostenaufwand mechanisiert werden kann.

Übersicht 3
Arbeitsbedarf in Akh je dz Sauerkartoffeln, ohne Dämpfen

| | Grubensilo | | Ebenerdiger Silo | |
|-------------|------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | Handarbeit | Teilmechanisierung | Handarbeit | Teilmechanisierung |
| Beschickung | 0,094 | 0,094 | 0,120 | 0,087 |
| Entnahme | 0,070 | 0,036 | 0,030 | 0,030 |
| Insgesamt | | | | |
| Akh/dz | 0,164 | 0,130 | 0,150 | 0,117 |
| % | 100 | 79 | 92 | 71 |

Aus diesen Gründen ergibt sich, wie Übersicht 3 zeigt, eine arbeitswirtschaftliche Überlegenheit des ebenerdigen Silos gegenüber dem Grubensilo. Der Einfluß der Mechanisierung auf den Arbeitsbedarf ist bei beiden Siloarten etwa gleich und bei entsprechenden Mechanisierungsstufen größer als der Unterschied im Arbeitsbedarf der beiden Silobauarten.

Auch bei dem Arbeitskostenvergleich — Übersicht 4 — wurde wie bei Übersicht 3 nur der Arbeitsbedarf für das Beschicken der Dämpfanlage, für die Anfuhr

Übersicht 4
Arbeitskosten der Verfahren in DM je dz Sauerkartoffeln, ohne Dämpfen

| | Grubensilo | | Ebenerdiger Silo | |
|-------------|------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | Handarbeit | Teilmechanisierung | Handarbeit | Teilmechanisierung |
| Beschickung | 0,14 | 0,14 | 0,18 | 0,17 |
| Entnahme | 0,11 | 0,14 | 0,05 | 0,05 |
| Insgesamt | | | | |
| DM/dz | 0,25 | 0,28 | 0,23 | 0,22 |
| % | 100 | 112 | 92 | 88 |

und Beschickung der Silos sowie für das Verfestigen und Entnehmen der Sauerkartoffeln berücksichtigt. Die Dämpfkosten und das Aufbringen und Entfernen der Spreuschicht als Siloabdeckung blieben außer Ansatz, da beide Siloarten damit gleichermaßen belastet sind. Der Berechnung der Arbeitskosten liegen folgende Kostenelemente zugrunde:

1 Akh = DM 1,50, 1 Hängebahn-Stunde = DM 2,55 und nach SCHÄFER-KEHNERT 1 Frontlader-Stunde = DM 1,26, 1 Schlepper-Stunde = DM 2,88.

Aus dem Vergleich geht hervor, daß beim Grubensilo die Arbeitskosten durch die Mechanisierung der fäglichen Entnahme mit Hilfe einer Hängebahn bei dem angenommenen Lohnsatz gegenüber ausschließlicher Handarbeit verteuert werden. Die höheren Kosten mögen jedoch einen gewissen Ausgleich in der Erleichterung der schweren Transportarbeit finden. Beim ebenerdigen Silo liegen jedoch trotz des Einsatzes des Frontladers am Schlepper für die Silobeschickung die Arbeitskosten der beiden Verfahren nahezu gleich, so daß durch die Mechanisierung jedenfalls ohne Mehrkosten eine nennenswerte Arbeitserleichterung erreicht wird.

Zusammenfassung

Aus der Summe der jährlichen Arbeitskosten — gliedert in Lohn- und Maschinenkosten — und den

Übersicht 5
Jährliche Gesamtkosten je dz Sauerkartoffeln, ohne Dämpfen

| | Grubensilo | | | | Ebenerdiger Silo | | | |
|-----------------|------------|-----|--------------------|-----|------------------|-----|--------------------|-----|
| | Handarbeit | | Teilmechanisierung | | Handarbeit | | Teilmechanisierung | |
| | DM/dz | % | DM/dz | % | DM/dz | % | DM/dz | % |
| Lohnkosten | 0,25 | 36 | 0,20 | 28 | 0,23 | 28 | 0,14 | 18 |
| Maschinenkosten | — | — | 0,08 | 11 | — | — | 0,08 | 10 |
| Gebäudekosten | 0,44 | 64 | 0,44 | 61 | 0,56 | 72 | 0,56 | 72 |
| Insgesamt | 0,69 | 100 | 0,72 | 100 | 0,79 | 100 | 0,78 | 100 |

jährlichen Gebäudekosten ergeben sich in Übersicht 5 die jährlichen Gesamtkosten. Hier zeigt sich, daß beim augenblicklichen Preisstand der Grubensilo und ausschließliche Handarbeit immer noch die geringsten Gesamtkosten der Kartoffeleinsäuerung erwarten lassen. Da außerdem die Baukosten beim Grubensilo durch Eigenleistung des Betriebes im allgemeinen mehr vermindert werden können als beim ebenerdigen Silo, müssen die Aussichten für den Grubensilo und ausschließliche Handarbeit auch dann noch günstig beurteilt werden, wenn sich durch eine Änderung im Preisgefüge, z. B. durch eine Lohn-erhöhung, das Kostenverhältnis zugunsten des ebenerdigen Silos und der Teilmechanisierung der Transportarbeiten verschieben kann. Dabei darf als arbeitswirtschaftlicher Vorzug nicht übersehen werden, daß durch den ebenerdigen Silo in Verbindung mit der Mechanisierung eine wesentlich nachhaltigere Arbeitserleichterung bei der Bereitung und Verwertung der Sauerkartoffel zu erwarten ist als beim Grubensilo. Dieser kostenwirtschaftlich nicht erfaßbare Faktor wird vor allem auch in bäuerlichen Betrieben, für deren kleinere Silos die aufgezeigten Zusammenhänge in ihren Wechselbeziehungen ebenfalls Gültigkeit besitzen, in zunehmendem Maße an Bedeutung gewinnen.

Poppe Stürenburg, Institut für Landmaschinenforschung

UNTERSUCHUNG AN KLUTENWALZEN FÜR KARTOFFEL-SAMMELRODER

Beim Einsatz von Kartoffel-Sammelrodern ist neben dem Absieben des Bodens das Beseitigen oder Zerdrücken der übrigbleibenden Erdkluten eine der Hauptschwierigkeiten. In letzter Zeit sind luftgefüllte Gummiwalzen von etwa 300 mm Außendurchmesser bekannt geworden, welche die Kluten zerdrücken und absiebfähig machen sollen (1). Dabei ziehen z. B. zwei angetriebene Walzen mit einem Abstand von 0,5 cm am Ende der ersten Siebkette eines Roders Kartoffeln und Kluten ein und geben das Erntegut zur Absiebung der gekrümelten Kluten auf ein zweites Sieborgan weiter. Dieses Verfahren, Kluten durch Zerdrücken mit nachfolgender Absiebung auszuscheiden, kann auch für westdeutsche Bodenverhältnisse interessant sein.

Untersuchte Walzen

Bei der ersten Untersuchung durch das Institut sind Walzen verwendet worden, die aus einem zylindrischem Gummimantel von 5 mm Stärke, 360 mm Außendurchmesser und 600 mm Breite bestehen. Sie sind mit Endscheiben von 350 mm Durchmesser auf 30 mm starke Wellen montiert und enthalten innen eine Gummiblase zum Aufpumpen. Die Luftventile ragen an beiden Enden der Scheiben heraus. Um eine gleichmäßige, zylindrische Form zu erhalten, ist es nötig, den Gummimantel mit einer Gewebeeinlage zu versehen. Die Walzen haben eine glatte Oberfläche. Sie wurden vor den Versuchen auf gleichmäßigen Lauf geprüft.