

3. Versuchsdurchführung

Fünf markierte Kartoffeln wurden entsprechend der Versuchsanordnung zum gleichen Zeitpunkt oben durch die Öffnung in den Dämpfschacht eingelegt.

Bei den Maschinen Sta M 2/Sp und F 404 wurden, als das Curimeter eine markierte Kartoffel am Ausgang der Ausstoßschnecke ankündigte, zuerst die Zeit bestimmt, dann die Kartoffelmenge mit einer Schaufel aufgefangen, die Quelle herausgesucht und die eingeschlagene Nummer festgestellt.

4. Ergebnisse

Zur besseren Übersicht und Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Messungen an den Dämpfmaschinen wird das Verweilzeitenspektrum gezeichnet. Vorerst werden alle Einzelverweilzeiten z durch die mittlere Verweilzeit z_m geteilt und deren Häufigkeit in Abhängigkeit von den gebildeten Klassen aufgetragen (Bild 2).

Das engste und damit das günstigste Verweilzeitenspektrum weist der Dämpfschacht der Maschine Sta M 2/Sp auf. Das Verweilzeitenspektrum der Maschine F 404 ist wesentlich breiter, bedingt durch die starke Abweichung der Einzelverweilzeiten.

Trägt man die Summenhäufigkeit der reduzierten Verweilzeiten z/z_m über den Klassenmitten auf, dann gleichen sich die Verweilzeiten der Kartoffeln im Dämpfschacht der Maschine Sta M 2/Sp schon gut an die ideale „piston-“ oder Kolbenströmung $z/z_m = 1$ an. Wird der Garungsverlauf unterschiedlich großer Kartoffeln ebenfalls über die reduzierte Dämpf- und Garungszeit aufgetragen, dann kann als zulässige Abweichung der reduzierten Verweilzeit von der idealen

„piston-“ Strömung der Wert angesehen werden, bei dem die 150 g schweren Kartoffeln, die zu rund 10 % in der Gesamtmenge enthalten sind, vollständig gar sind (Bild 3).

Die Bezugszeit $z_m = 47$ min ist die Zeit, die für die vollständige Garung 300 g schwerer Kartoffeln erforderlich ist. Die Abweichung $z/z_m = 1 + 0,25$ von der idealen Strömung dürfte nicht überschritten werden, denn dann werden 10 % der Kartoffeln nur teilgar gedämpft. Die Teilgarung dieser Menge ist subjektiv feststellbar und würde die Bedienungsperson veranlassen, den Durchsatz zu vermindern. Obwohl Abweichungen von der idealen Strömung, die über $z/z_m = 1$ liegen, keinen Einfluß auf die Garung haben, sollte eine Abweichung von $z/z_m = 1 + 0,25$ nicht überschritten werden. Die Kartoffeln werden sonst zu weich, und die Verluste im Kondensat steigen an. Die Verweilzeiten der Maschine F 404 überschreiten die zulässigen Abweichungen sehr und sind daher als ungünstig zu bewerten.

5. Schlußfolgerungen

Um den Durchsatz der Maschinen zu steigern, muß bei gleichbleibender Dämpfzeit der Dämpfschachtinhalt vergrößert werden. Die Messungen ergaben, daß sich ein höherer Dämpfschachtinhalt nachteilig auf die Einhaltung einer gleichmäßigen Verweilzeit auswirkt. Die ungleichmäßige Verweilzeit beeinflusst wiederum die Garung der Kartoffeln. Sie wird der Praxis wahllos an einzelnen Kartoffeln durch Anstechen bestimmt. Unterschiedliche Garung der Kartoffeln wird von der Bedienungsperson zum Anlaß genommen, den Durchsatz der Maschine zu vermindern. Aus diesem Grund dürfen vorgegebene Abweichungen der Verweilzeiten nicht überschritten werden.

A 7479

Tragflughallen für die Landwirtschaft (Teil III)¹

Ing. H. LEYE, KDT

6. Pneumatische und anders gespannte Behälter

War bei den bisher beschriebenen pneumatischen Bauten die Füllung der Membranen notwendig, um die Bauten überhaupt zu erhalten, also ein Mittel zum Zweck, so ist bei Behältern die eigentliche Funktion, die Aufnahme von Füllgütern, die Ursache für die Stabilisierung der Behälter. Damit ist die Membranspannung anders zu bewerten. Das zeigen auch im wesentlichen die praktischen Beispiele. Füllt man einen stehenden Behälter mit einer Flüssigkeit, so steigt der Druck auf die Membran mit steigendem Flüssigkeitsspiegel, an der Basis des Behälters erreicht er sein Maximum, während er zum Flüssigkeitsrand auf Null zurückgeht. Füllt man kugelförmige Membranen, die auf einer ebenen Unterfläche stehen, mit Flüssigkeit, so nehmen sie eine typische, unten abgeplattete Form bestimmter Höhe an.

Für Flüssigkeitsbehälter, über denen ein komprimiertes Gas zur Formstabilisierung steht, müssen die Behälter ringförmig auf der Unterlage verankert werden, da der Gasdruck bestrebt ist, die Membran nach oben zu ziehen (Bild 14). Dieses „Nach-oben-ziehen“ der Membran macht man sich bei offenen Flüssigkeitsbehältern zunutze. Hier bildet man die Behälter so aus, daß sich die Membran nach oben verjüngt (Bild 15).

Offene Behälter können zur Frischfischaufbewahrung in Binnenfischereien und Fischverarbeitungswerken dienen. Gegenüber den offenen Behältern, deren Füllgüter immer in direkter Verbindung zur Atmosphäre stehen, schließen geschlossene Behälter die Füllgüter von äußeren Einflüssen weitgehend ab.

Stationäre geschlossene Behälter können als liegende und stehende Zylinder oder als Kugeln alle möglichen festen, flüssigen oder gasförmigen Füllgüter aufnehmen. Vorstell-

bar sind hier Granulate, Pulver, Zement, Kunstdünger, Salze usw. Stationäre Behälter lassen sich so um einen abgespannten Mast herum anbringen, daß sie in gefülltem Zustand eine birnenartige Form annehmen, sich dehnen, in leerem

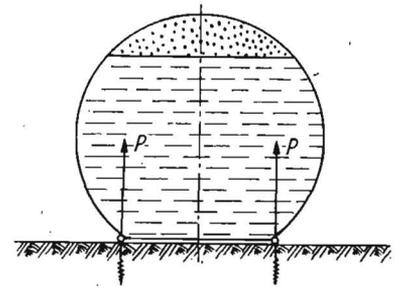


Bild 14. Unter Gasdruck stehender Flüssigkeitsbehälter

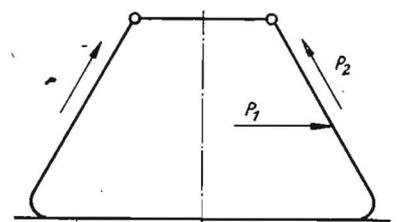


Bild 15. Bei Flüssigkeitsbehältern zieht der Gasdruck die Membran nach oben

¹ Teil I s. H. 12/1968, S. 569; Teil II H. 1/1969, S. 39

Zustand aber am Mast anliegen und um ihn verschnürt werden.

Größere Bedeutung als den stationären geschlossenen Behältern kommt den transportablen zu. Ihr augenfälliger Hauptvorteil beruht darin, daß sie selbst bei großem Fassungsvermögen in leerem Zustand auf den kleinsten Teil ihres höchstmöglichen Volumens zusammengefalet werden können.

7. Sonderkonstruktionen

Um das Gebiet abzurunden, sei nur kurz angedeutet, daß aufblasbare „Kissen“ als Transportpolster, zum Heben großer Lasten, als Trageballone oder als Membranen, zur Grundwasserabdichtung verwendet, ebenfalls zugbeanspruchte Konstruktionen darstellen.

8. Technische Komplettierungen von Traglufthallen

Hierunter fallen einmal Teile, die unmittelbar zum Gebäude gehören. Das sind für Traglufthallen die Fundamente, Verankerungen im Baugrund, Gebläse, Luftschleusen usw. An-

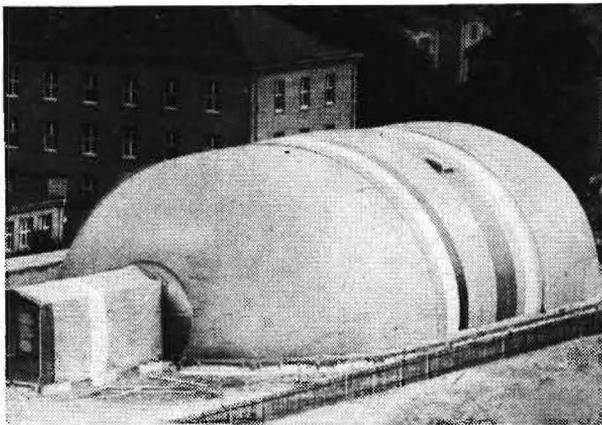


Bild 16. Versuchsbau einer Traglufthalle zur Erprobung verschiedener Textilien für die Membran

dererseits zählen hierzu Einrichtungen, die dem Verwendungszweck der Gebäude direkt zugeordnet sind.

8.1. Zubehör

Dabei handelt es sich in erster Linie um Teile, die die Hallenmembran mit dem Baugrund verbinden. Im einfachsten Fall bildet man den Rand der Membran als Schlauch aus, der eine entsprechend dimensionierte Wasserlast aufnehmen kann, um der Halle einen sicheren Stand zu gewährleisten. Weiter kann der Rand der Membran in einem Hohlraum ein um die Grundfläche verlaufendes Stahlrohr aufnehmen, das von Bodenankern gehalten wird. Typisch für die in der DDR gefertigten Traglufthallen sind Betonfertigteile, die um den Grundriß der Halle auf dem planierten Baugrund versetzt sind und das erwähnte Rohr aufnehmen. Zur Lagerung von Schüttgütern verwendet man hohe Stahlbeton-T-Profile [13], um die Lagerkapazität zu steigern. Eine gute Abdichtung der Membran gegen den Baugrund ist erforderlich. Zum Aufrichten der montierten Halle und zur Erhaltung ihrer Form benötigt man Radial-Lüfter, deren Leistung vom Hallentyp abhängig ist. Häufig gelangen drei Gebläse unterschiedlicher Leistung zur Aufstellung. Bei normalen Wetterbedingungen vermag ein Gebläse größtenteils die Luftverluste zu ersetzen. Zwei Gebläse arbeiten bei stürmischem Wetter. Das dritte Gebläse dient zum schnellen Aufstellen der Halle und als Ersatzgebläse. Die Gebläse werden außerhalb der Halle aufgestellt. Ein gesondertes Gebäude schützt sie und die elektrischen Schaltungen (auch automatische Kontroll- und Überwachungseinrichtungen). Die Zuführung der Luft in die Halle kann über- oder unterirdisch erfolgen. Ebenfalls variiert die Einblasrichtung bei den Hallentypen. Zugang zu den Hallen gewährleisten kleine Personenschleusen und große LKW-Schleusen. Ein Doppeltüresystem sorgt dafür, daß die Halle ohne größere Luftverluste befahren werden kann. Die LKW-Schleuse wird aus Raumgründen häufig außerhalb der Halle liegen, seltener in ihr (Bild 16). Die Membran kann, mit lichtdurchlässigen Stoffbahnen ausgestattet, genügend Tageslicht in das Halleninnere dringen lassen.

Bestimmte Besonderheiten, wie Durchbrüche für Förderbänder usw. sind möglich. Ein Notstromaggregat zur Sicherung der Halle bei Stromausfall kann das Zubehör ergänzen.

8.2. Einrichtungen

Die unter 4.2 genannten und als Schjel-domes bekannt gewordenen Getreidespeicher werden pneumatisch beschickt. Wie in Bild 17 schematisch dargestellt, dienen Rohrleitungen zum Transport des Getreides, die durch eingebaute Weichen ein vielgestaltiges Transportsystem ergeben. In dieses Transportsystem lassen sich Trocknungs-, Reinigungs-, Schädlingsvernichtungs- und Wägestationen einordnen. Die Unterbringung von Klimatisierungsanlagen ist möglich.

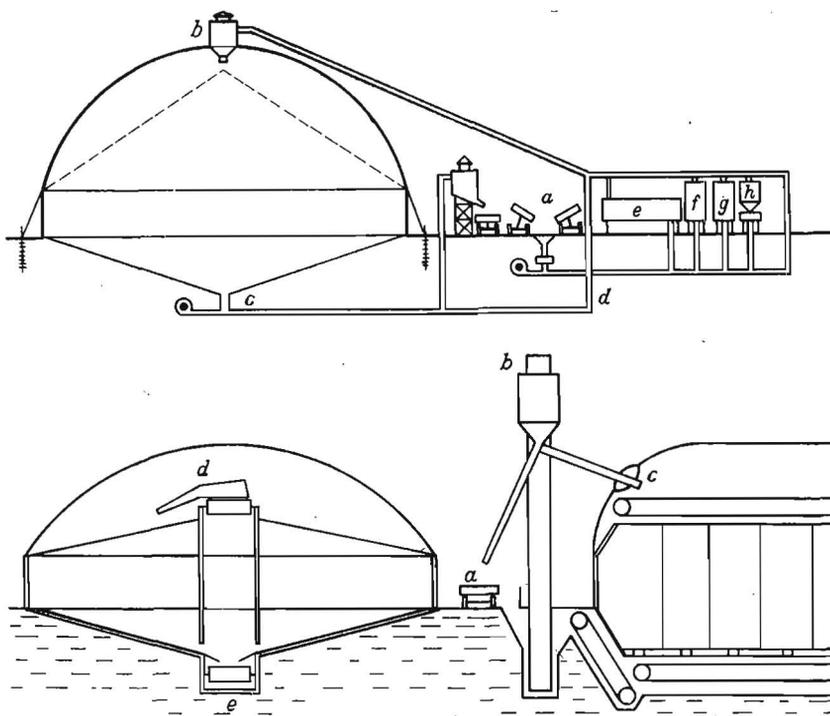
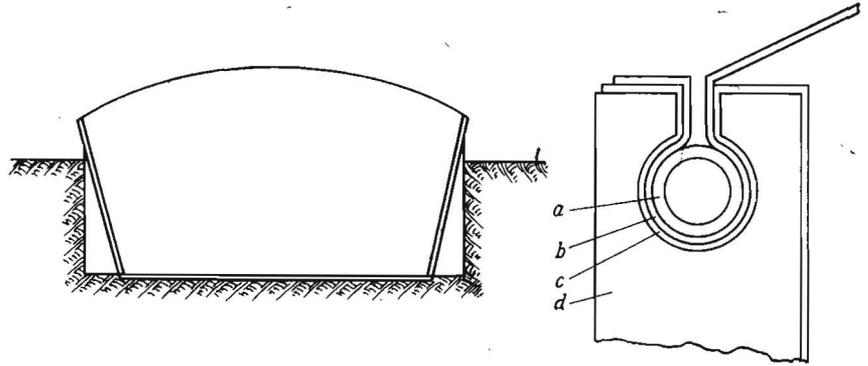


Bild 17
Getreidespeicher. a Ladestation, b Beschickung, c Entnahme, d Umspeicherleitung, e Trocknung, f Reinigung, g Schädlingsvernichtung, h Wägeeinrichtung

Bild 18
Mehrzwecklager. a Ladestation, b Elevator, c Beschickung, d Bandabstreifer, e Entnahme

Bild 19
Grünfuttersilo. a Druckschlauch, b Abdeckung,
c Seitendichtung, d Seitenwand



Im dargestellten Schema ist eine pneumatische Umlagerung und eine Belüftung des Lagergutes vorgesehen. Je nach der Art des zu speichernden Gutes gelangen Förderbänder, Schneckenförderer, Eimerketten, Kratzerbänder und mobile Ladegeräte in Traglufthallen zum Einsatz.

Die Abdichtung der Durchgänge von Fördereinrichtungen durch die Hallenwandung ist sorgfältig vorzunehmen, um den Luftumsatz der Halle und die installierte Gebläseleistung gering zu halten.

In Bild 18 ist ein Mehrzweckspeicher demonstriert, der verschiedene Schüttgüter (auch Kartoffeln) aufnehmen kann. Hochgezogene Wände teilen das Halleninnere und erhöhen die Lagerkapazität. Auf den Wänden liegt ein Förderband, von dem Abstreifer die einzelnen Boxen beschicken. Das Band wird über einen Zwischenbehälter beschickt. Die Membran ist nur gegen das Aufgaberohr abzudichten, wogegen die Abdichtung eines Bandförderers kaum gelingt. Die Entleerung der Halle erfolgt auch über ein Transportband.

In Bild 19 ist die Abdichtung und Überdachung eines Grünfuttersilos dargestellt. Die Beton-Seitenteile erhalten eine Ringnut, in der ein Druckschlauch die Membranen durch Pressung festhält.

Zu den Einrichtungen der Hallen zählen auch Heizungsanlagen. Da die Hallenluft ständig erneuert werden muß, liegt es nahe, elektrische Heizregister in den Zuleitungen zu installieren. Wird die Luft am Hallenrand senkrecht eingeblassen, so folgt sie als Warmluft der Hallenmembran, kühlt sich ab und sinkt auf der gegenüberliegenden Seite herunter. Damit läßt sich die Kondenswasserbildung an der Membran vermeiden.

Zur Ausleuchtung der Halle mit Tageslicht erhält die Hallenhaut lichtdurchlässige Bahnen. Elektrische Zusatzbeleuchtung, automatische Windmessung gekoppelt mit einer Druckregulierung der Gebläse und erforderliche elektrische Installationen vervollständigen die Einrichtungen.

9. Baustoffe

Es wurde bereits dargelegt, daß die Membranen von Traglufthallen hauptsächlich Zugbelastungen unterliegen. Da der innere Betriebsdruck von der Masse der Membran abhängt, soll sie möglichst leicht sein. Das ergibt die Hauptforderung an das Material, eine hohe Reißlänge zu besitzen. Die Reißlänge R ist der Quotient aus der spezifischen Festigkeit σ (kp/mm^2) und der Dichte φ (g/cm^3):

$$R = \frac{\sigma}{\varphi} \text{ (km)}$$

Die Reißlänge gibt an, welche Länge eines Materials von ihm noch selbst getragen wird. Der Vergleich einiger Materialien spricht für den Einsatz von Textilien:

	kp/mm^2	R km
Stahldraht	220	28
Aluminiumdraht	17	6,5
Polyamidseide hochfest	85	75
Polyesterseide hochfest	100	73
Glasseeide	150	60

Polyamidseide und Polyesterseide besitzen die günstigste Reißlänge. Das bedeutet, daß man mit Geweben aus diesen Seiden eine bestimmte Fläche bei einem Minimum der Masse der Dachhaut überspannen kann. Der Elastizitätsmodul E ist der Quotient aus der spezifischen Festigkeit σ (kp/mm^2) und dem Dehnungskoeffizienten ε .

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \text{ (kp/mm}^2\text{)}$$

wobei der Dehnungskoeffizient ε der Quotient aus der Prüflänge l und der Längendifferenz Δl ist:

$$\varepsilon = \frac{1}{\Delta l}$$

Der Elastizitätsmodul gibt an, welche spezifische Kraft erforderlich ist, den Stab eines Materials um den Betrag seiner Länge zu dehnen.

Es zeigt sich, daß der Elastizitätsmodul von Stahl etwa 21000 kp/mm^2 beträgt und der von Polyamidseide 250 kp/mm^2 . Das bedeutet, daß eine Membran aus Polyamidseide unter Belastung wesentlich größerer Verformung unterliegt als eine metallische Membran. Andererseits bedeutet das aber auch, daß Textilien kurzzeitigen Belastungen elastisch entgegenwirken. Der Zuschnitt einer Membran muß diesen Bedingungen Rechnung tragen.

Synthetische Fasern zeigen als Folge von UV-Strahlungen einen Festigkeitsverlust. Um diesem zu begegnen, ist mit einer Sicherheit zu rechnen und andererseits die Membran UV-abweisend auszurüsten. Das bewirken aufgedampftes Aluminium bzw. Anstriche, die Aluminium-, Glimmer- oder Quarzpigmente enthalten.

Zur Verminderung der Gasdiffusion erhalten die Gewebe außerdem eine Beschichtung aus Polyvinylchlorid, Polyacrylsäureester, Polyurethan oder anderem.

So ausgerüstet sind die Membranen widerstandsfähig gegen Verrottung, Chemikalien und Pilzbefall.

Zusammenfassung

In der Abhandlung folgen einer Erläuterung der theoretischen Grundlagen von Traglufthallen Beispiele für kugelförmige, kuppelförmige und halbzyklindrische Bauten in der Sicht eines möglichen Einsatzes in der Landwirtschaft. Stützschauchgetragene Bauten und zugbeanspruchte Behälter sind kurz erwähnt. Abschließend folgt eine Darstellung der Einrichtungen, des Zubehörs und der Baustoffe von Traglufthallen.

Literatur

- [13] SCHRAMM, W.: Lager und Speicher. Wiesbaden-Berlin, Bauverlag GmbH. 1965 A 7407/111