

4. Luftgetragene Bauten

4.1 Kugelförmige Bauten

Bekannte Beispiele hierfür sind Bälle, Ballone und Gasbehälter. Kugelförmige Bauten -- aus metallischen Folien oder Blech hergestellt -- setzt die Industrie als Gasbehälter ein, damit sie sich in drucklosem Zustand selbst tragen. Die Kugelform bringt hierbei mit minimalster Oberfläche ein maximales Volumen und leistet als geometrische Form den inneren Gasdrücken einen idealen Widerstand. Problematisch sind bei diesen Gasbehältern weniger die eigentliche Konstruktion als die Abstützung und Verankerung auf der Bodenfläche. Möglich ist es, einen Gasbehälter in die Erde oder in Wasser einzulassen und den Innenraum bis zur Boden- oder Wasserhöhe wieder mit Sand bzw. mit Wasser anzufüllen (Bild 4). Grundsätzlich sind punktartige Unterstützungen zu vermeiden. Weiter können kugelige Gasbehälter auf luftgefüllte Ringpolster (Bild 5) oder in segmentförmigen, mit Wasser gefüllten Gruben gelagert und durch luftgefüllte Ringe zentriert werden (Bild 6).

Kugelförmige Behälter gewinnen in der Landwirtschaft zunehmende Bedeutung für die Lagerung von Bio-Gasen und flüssigen Düngemitteln, die unter schwachem Druck stehen. Zur Lagerung von Jauche und Gülle bieten sich Behälter an, die nach dem noch zu erwähnenden Airform-Verfahren zu errichten sind.

4.2 Kuppelförmige Bauten

Je nach den Aufgaben, die kuppelförmigen Bauten zukommen, können die Formen von Dreiviertelkugeln bis zu flachsten Kuppeln gewählt werden. Bekannte Beispiele sind Dreiviertelkugeln über Radarstationen oder über Schornstein- und Turmbauten. Halbkugeln verwendet man für Bauten mit größerer Innenhöhe und größeren Druckdifferenzen und flache Kuppeln zur Überdachung weiter Flächen. Fast immer wird die Form vom Zweck bestimmt.

Bekannt als Getreidespeicher sind die Schjeldomes (Bild 7) geworden. Diese Speicher bestehen aus einer Polyestermembran, die mit Nylonfäden verschweißt ist. Die Zugfestigkeit der Folie entspricht mit 1760 kp/cm<sup>2</sup> etwa der des Aluminiums. Die Folie hat eine Flächenmasse von 293 g/m<sup>2</sup>. Die Nähte sind geklebt. Die Membran ist temperaturbeständig zwischen -56 bis +82 °C. Der Speicher faßt den Inhalt von 300 Waggon Weizen.

Die Kosten betragen 10,76 Dollar je m<sup>2</sup> bedeckter Fläche. Bei diesem Beispiel wird das Getreide von einer etwa 5 m hohen Wand umkleidet, Durchmesser 60 m. Das entspricht einer Grundfläche von 2826 m<sup>2</sup> und einem Preis für den Speicher von 30 406 Dollar bzw. etwa 130 000 VM. Ein eingebauter Zyklon beschickt den Speicher pneumatisch (siehe 8.2).

Andere Ausführungen sind kleine kuppelförmige Bungalows (Schnellunterkünfte). Halbkugelige, kleine Iglus werden aufgeblasen und aus einem Tragegerät mit einem Polyurethan-Schaumstoff besprüht, sie sind nach 20 min so ausgehärtet, daß die Luft abgelassen und die Membran aus dem Iglu entfernt werden kann [5].

Diese Methode wurde sogar zum sogenannten Airform-Verfahren weiterentwickelt [6]. Dieses Verfahren benutzt pneumatische Konstruktionen als Schalung für Betonbauten. So werden beispielsweise Kuppeln aufgeblasen und von außen mit Beton bespritzt, in den Stahlarmierungen eingebettet sind. Nach dem Abbinden des Betons entfernt man die Membran, die dann für weitere Bauten zur Verfügung steht. Eine Weinkeltereibaute nach diesem Verfahren kuppelförmige Großbehälter. Nach dem gleichen Verfahren lassen sich landwirtschaftliche Bauten als Flüssigkeitslager und Futtersilos errichten.

Für pneumatische halbkugelige Bauten ergeben sich hohe Widerstandswerte gegen Wind, Regen, Schnee usw. Erwähnt werden Widerstandsvermögen gegen Regen, Hagel und Stürme von 130 km/h und in der Arktis gegen Stürme von 278 km/h [7].

Einsatzgebiete für kuppelförmige pneumatische Bauten in der Landwirtschaft können Bauten zum Abstellen landwirtschaftlicher Maschinen sein, zentrale Drusch- oder Kartoffelsortierplätze und sogar Klimaschutzbauten für landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die Übergänge zwischen den einzelnen Kuppeln lassen sich „hart“ oder auch „weich“ gestalten. Durch eine besondere Einteilung der Kuppeln in bestimmte Raster ist es möglich, Kuppeln zu Kombinationen zusammenzustellen [8]. Bild 8 zeigt einige Rasterformen und Bild 9 einige Kombinationen von Kuppeln.

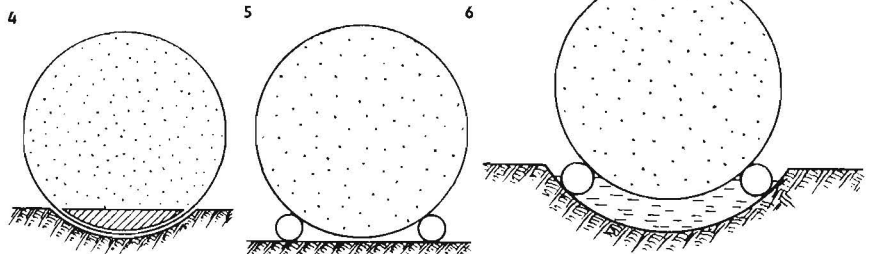
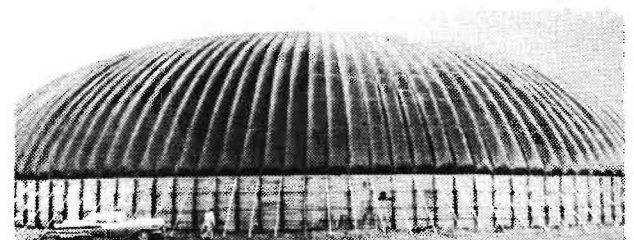


Bild 4. Kugelförmiger Gasbehälter, in Wasser eingelassen  
 Bild 5. Auf luftgefülltem Ringpolster gelagerter kugelförmiger Gasbehälter  
 Bild 6. Im Wasser auf Ringpolster gelagert  
 Bild 7. Schjeldomes als Getreidespeicher



<sup>1</sup> Teil I S. H. 12/1968, S. 569

(Schluß von Seite 39)

[4] HÜGNER, B.: Der Komplexeinsatz der Technik -- die bestimmende Organisationsform industriemäßiger Pflanzenproduktion. Schenkenberger Erfahrungen -- für Sie notiert, agra 1967  
 [5] FLEISCHER, E.: Die Beurteilung des spezifischen arbeitswirtschaftlichen Gewichtes variabler Arbeitsbedingungen mit Hilfe der partiellen Differentiation, Kühn-Archiv Bd. 78, 2. Sonderheft, S. 1 bis 67, Akademie-Verlag, Berlin 1964  
 [6] FLEISCHER, E.: Arbeitszeitfunktionen, ihre Nomogramme und partiellen Differentiale im Dienste der vergleichenden Untersuchung des Arbeitszeitbedarfs konkurrierender hochtechnisierter Arbeitsverfahren. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. XIV/3, S. 223 bis 268, Halle 1965  
 A 7291

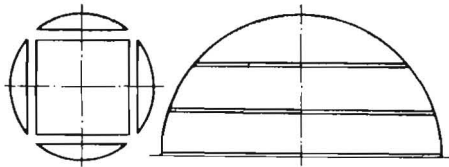


Bild 8. Rasterformen von Kuppeln

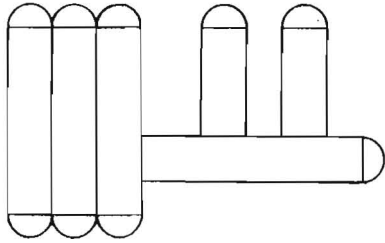
Bild 9. Kombinationen von Kuppeln

Bild 10. Standardisierung ermöglicht vielfältige Kombinationen

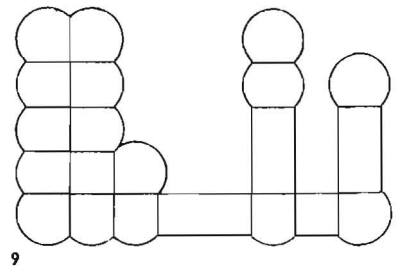
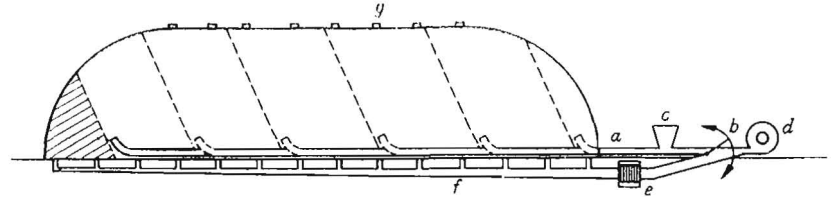
Bild 11. Heulagerhalle. a Förderleitung, b Rohrweiche, c Eingabetrichter, d Gebläse, e Heizregister, f Warmluftleitung, g Entlüftung

8

10



11



9

#### 4.3 Zylinder- und halbzylinderförmige Bauten

Zylindrische pneumatische Konstruktionen sind bekannt als Schläuche (Garten-, Feuerwehr- und Filterschläuche), Autoreifen, Behälter, Stützschläuche und in Abwandlungen als Schlauchboote, Druckzylinder u. ä. Dabei bildet die zylindrische Form aber grundsätzlich unterschiedliche Spannungen in Richtung der Längsachse und in Richtung des Umfangs (Ringrichtung) nach den Beziehungen

$$n_1 = \frac{p \cdot r}{2} \text{ und } n_2 = p \cdot r$$

$n_1$  = Membranspannung in Richtung Zylinderachse

$n_2$  = Membranspannung in Ringrichtung

$p$  = Luftdruck im Zylinder

$r$  = Radius des Zylinders

Das bedeutet, daß in Richtung der Längsachse die Membranspannungen halb so groß sind wie in Ringrichtung. Aus diesem Grunde platzt zum Beispiel ein Leitungsrohr immer in Längsrichtung. Die festere Richtung des Materials muß also immer in Ringrichtung weisen, so z. B. im Gewebe die Kettfäden in Richtung der Ringe.

Halbzylindrische Bauten stellen wieder eine besondere Art dar, sie weisen eine ebene Grundfläche auf, folgen aber den Gesetzmäßigkeiten von zylindrischen Bauten. Fügt man an den unteren Rand dieser Bauten einen Wasserschlauch an, so kann ein solches Gebäude auf unvorbereitetem Boden stehen, denn der Wasserschlauch paßt sich gut den Unebenheiten an und hält mit seinem Eigengewicht den Bau fest. Eine entsprechende Dimensionierung dieser Wasserlast muß natürlich zugrunde liegen. Diese Art von äußerst schnell aufstellbaren Bauten eignet sich für mannigfaltige Aufgaben des Hochbaues. So können unter ihrer Überdachung ganze Häuser im Winterbau entstehen, ferner können Aufgaben des Tiefbaues ausgeführt werden.

In der Landwirtschaft können diese Häuser als Speicher schnellstens über Lagerplätze von Stroh, Heu, Getreide, Kartoffeln oder über zeitweilige Arbeitsplätze im Freien (Kartoffelsortierplatz) gestellt werden. Weiterhin wären diese Bauten über Landstraßen, ungenutzten Autobahnen, Rollbahnen usw. schnell aufzustellen, um zusätzliche Lagerkapazitäten in kürzester Frist zu schaffen. Die Bauten könnten durch Aneinanderreihung von mehreren Teilstücken mit entsprechenden Zwischenwänden kilometerweit ausgelegt werden. Ferner ließen sich Gewächshäuser bauen. Sinnvolle Standardisierung einzelner Bauelemente läßt eine große Kombinationsmöglichkeit zu (Bild 10).

Die United States Rubber Co. unterhält ein Lagerhaus [9] in den Abmessungen  $24 \times 12 \times 6$  m und 182 kg Masse, das in einem Paket von  $1 \times 1,5$  m zusammengepackt und von

3 Ak in 1 h aufgebaut werden kann. Die Membran wird von einem Wasserschlauch am Boden gehalten. Der Schlauch faßt 10 000 l. Für das Lagerhaus wird eine Nutzungsdauer von 10 bis 15 Jahren angegeben. Bei größerer Lagerzeit kann die Luft aus dem Inneren abgelassen werden, dann überdacht die Membran die Lagergüter wie eine Plane. Für eine derartige Lagerhalle werden folgende Angaben veröffentlicht [10]: Umschlossener Raum 1800 m<sup>3</sup>, Aufnahme von 900 t Ware. Kosten der Lagerhalle 8000 VM.

Neben diesen für bestimmte Einsatzgebiete typischen Beispielen sind solche auch für den Einsatz in der Landwirtschaft aus der Sowjetunion bekannt geworden [11]. Die Hallen finden als Getreidespeicher Verwendung und fassen 1800 bis 4000 t Getreide. Neben den bereits erwähnten Scheldomes, die eine Spezialkonstruktion darstellen, sind einfache halbzylindrische Traglufthallen am häufigsten verwendet. Sie werden durch entsprechende technische Ausrüstungen ihrem Verwendungszweck angepaßt. Mit ihnen ist es möglich, Traglufthallen als Stallungen zur Aufzucht von Jungrindern, zur Unterbringung von Mischfutteranlagen, zur Heutrocknung usw. einzusetzen. Ihr Einsatz als Düngerlager gewinnt eine besondere Beachtung. Feste Dünger neigen besonders zur Wasseraufnahme aus der Luft. Daraus ergeben sich ein Hartwerden des Düngers und auch eine starke Korrosion von Metallteilen. Letztere hat bei der Verwendung von Textilien für Traglufthallen keine Bedeutung. Die Hallen schützen den Dünger vor Witterungseinflüssen und ermöglichen durch den zwangsweise über die Gebläse erzeugten Luftwechsel in der Halle eine gewisse Klimatisierung.

In Bild 11 ist eine halbzylindrische Halle zur Lagerung von Heu schematisch dargestellt. Die Halle wird pneumatisch beschickt. Dazu kann das in die Halle geführte Blasrohr laufend verkürzt werden, um das gesamte Halleninnere mit Heu füllen zu können. Nach der Füllung kann man sogar den Überdruck aus der Halle ablassen. Eine weitere Zuleitung zur Halle wäre für die Trocknung verwendbar. In diese Leitung ist ein Heizregister eingeschaltet. Die feuchte Luft kann durch Klappen im First der Halle entweichen.

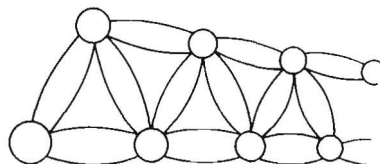
#### 5. Stützschlauchgetragene Gebäude

Da die vorher beschriebenen pneumatischen Konstruktionen alle mit Innendruck arbeiten, müssen die Bauten allseitig geschlossen sein. Schleusen ermöglichen den Zugang oder auch normale Türen, wenn die Belüftungsaggregate groß genug bemessen sind. Will man nun pneumatische Bauten für Zwecke einsetzen, bei denen diese Schleusen hinderlich sind, kann man aus zylinder- oder spindelförmig gespannten Membranen pneumatische Stützen, Stützbögen und ganze Stabwerkskonstruktionen schaffen, über die dann eine spannungs-



Bild 12. Stützschlauchkonstruktion

Bild 13. Stabwerkskonstruktion



lose Dachhaut gedeckt wird. Für die zylindrischen Bauelemente, die Stützschläuche, sind schon einige Grundlagen unter 4.3 genannt. Da die Stabilität eines Zylinders von seinem Durchmesser, dem Innendruck und der Membransteifigkeit abhängt, kann man einen Zylinder, bei dem Innendruck und Membransteifigkeit gegeben sind, weiter verfestigen, wenn man ihn spindelförmig baut, also den Durchmesser zur Mitte des Zylinders vergrößert.

Eine andere Möglichkeit, die Stützschläuche weiter zu stabilisieren, besteht darin, daß die Zylindermembran versteift wird, indem die Gummierung der Membran rippenartige Verdickungen erhält sowie biegesteife Folie in die Membran eingearbeitet bzw. gar Drähte oder Rundisen eingebettet werden. Im Bild 12 ist eine Stützschlauchkonstruktion skizziert. Stabwerkskonstruktionen können auch als größere zusam-

menhängende Einheiten gefertigt werden (Bild 13). Besondere Bedeutung erlangen derartige Bauten, wenn man die Stützschläuche nicht mit Luft aufbläst, sondern beispielsweise mit Flüssigkeiten füllt, mit Schäumen oder schnell abbindendem Schaum- oder Festbeton. Die Kidde Company Ltd. [12] baute ein stützschlauchgetragenes Haus; die Stützschläuche sind mit festen Kunststoffschalen überdeckt, die vormontiert in die Schläuche eingehangen sind.

Stützschlauchgetragene Gebäude weisen den Vorteil auf, ohne Innendruck auszukommen. Sie erlangen daher Bedeutung als Auto- und Flugzeuggaragen. Denkbar ist ihr Einsatz als Wetterschutz für Flugzeuge des aviochemischen Dienstes oder andere hochwertige landwirtschaftliche Geräte.

#### Literatur

- [1] Aufblasbare Hallen und Bungalows. Kunststoff-Berater 5 (1960) 10, S. 506 bis 509
- [2] Igloo aus Polyurethanschaum. Kunststoff-Berater 5 (1960) II. 6, S. 270
- [3] SCHNEIDER, A.: Betonstrukturen nach dem Airform-Verfahren. Kunststoff-Rundschau 9 (1962) II. 1, S. 7 und 8
- [4] ...: The radom goes civilian. Du Pont Mag. 51 (1957) II. 4, S. 18 bis 20
- [5] Ebenda (1), S. 42
- [6] ABBENHEIM, P.: The coming of coateds. Skinners's Silk Rayon Rec. 31 (1957) II. 5, S. 517 bis 522
- [7] Transportables Lagerhaus. Kunststoff-Berater 2 (1957) II. 5, S. 150
- [8] GUBENKO, A. B. / G. N. ZUBAREV: Pneumatische Baukonstruktionen. Moskau 1963, Akademie für Bauwesen und Architektur der UdSSR
- [9] Schlauchkonstruktion trägt Haus. VDI-Nachr. 15 (1961) II. 49, S. 1 (Teil III folgt im nächsten Heft) A 7407/II

## Soeben erschienen!

### Wichtig für

Studierende landwirtschaftlicher Hoch- und Fachschulen, der Ingenieurschulen für Landtechnik und der LPG-Hochschule Meißen. Ferner für Agronomen, Technische Leiter, Agrarökonom, LPG-Disponenten, Fahrberichtsleiter, Ingenieure der Komitees für Landtechnik

Prof. Dr. agr. habil. **K. Mührel**,  
Direktor des Institutes für Landtechnik der LPG-Hochschule Meißen, u. a.

## Landwirtschaftliche Transporte und Fördertechnik

Format 16,7 cm x 24,0 cm, 384 Seiten, 290 Abbildungen, 107 Tafeln, Halbgewebeband, Preis 19,80 M

### Auszugsweise Inhaltsübersicht:

#### Grundlagen und Probleme des Transports in der Landwirtschaft

#### Charakteristik der Transporte

#### Transportfahrzeuge

Fahrmechanische Grundlagen der Transportfahrzeuge, Zugmittel und selbstfahrende Transportmittel, Anhänger

#### Fördermittel

Grundlagen  
Mechanische Stetigförderer  
Hydraulische und pneumatische Förderer  
Unstetigförderer  
Be- und Entladevorrichtungen

#### Behälter als Transportmittel

#### Transportverfahren in den Produktionszweigen der Pflanzen- und Tierproduktion

Grundsätze für die Kalkulation von Transportverfahren  
Leistung, Aufwand und Kosten der einzelnen Transport- und Fördermittel  
Transportketten

#### Organisation der Transporte in der Landwirtschaft der DDR

#### Grundsätze

Organisation der innerbetrieblichen Transporte  
Organisation der zwischenbetrieblichen Transporte

#### Planung der Transportmittel und Projektierung von Förder- und Lageranlagen

Ausrüstung der Landwirtschaft mit Transportmitteln  
Projektierung landwirtschaftlicher Förder- und Lageranlagen

#### Wirtschaftswege

Einfluß der Wirtschaftswege und Straßen auf das Transportgeschehen in der Landwirtschaft  
Planung, Klassifizierung und Projektierung der Wirtschaftswege  
Bauweisen im Wirtschaftswegebau

#### Arbeits- und Brandschutz sowie technische Überwachung beim Transportieren und Lagern in der Landwirtschaft



**VEB**  
**VERLAG TECHNIK**  
**BERLIN**  
Deutsche Demokratische Republik

In jeder Buchhandlung erhältlich bzw. bestellbar