

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 54-55 (1986-1987)
Heft: 14

Artikel: Tragluftschalungen für Rundhallen aus Spritzbeton
Autor: Meyer, B.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153705>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CEMENTBULLETIN

Februar 1987

Jahrgang 55

Nummer 14

Tragluftschalungen für Rundhallen aus Spritzbeton

Formen, Systeme und Anwendung von Rundhallen. Dünne Schalen aus Spritzbeton. Tragluftschalungen statt Gerüste.

Seit mehreren Jahren werden Tragluftschalungen benutzt, um preisgünstige Rundhallen aus Beton herzustellen. Dabei entstehen kuppelförmige, dünne Schalen mit kreisrunden Grundflächen von mehr als 60 m Durchmesser. Ihre Anwendungsmöglichkeiten sind sehr vielseitig. Mit derselben Technik können auch andersartige Bauten gemacht werden.

Technische Entwicklung von Rundhallen

Rundhallen sind symmetrische Überdachungen von kreisrunden Grundflächen. Ihre Seitenwände sind niedrig, sofern sie überhaupt vorhanden sind, und ihr Dach ist zurzeit meistens kegelförmig. Dieses Aussehen entspricht einem losen Haufen von Schüttgut und rührt daher, dass man infolge der Witterung gezwungen ist, ihn zu überdachen. Die Konstruktion wird dabei meistens in ebene Stabtragwerke aufgelöst. Man verwendet Stahlfachwerke, Holzbinder oder Betonträger, die radial angeordnet werden. Allenfalls sind an der Peripherie noch kürzere Sekundärträger notwendig, um dann die Dachhaut aus Platten oder aus Pfetten und Verkleidungselementen aufzunehmen. Tore, Fenster und kleinere Dachaufbauten können fast beliebig angeordnet werden und sind für die generelle Form nicht massgebend; man beeinflusst mit ihnen das spezifische Aussehen der Hallen.

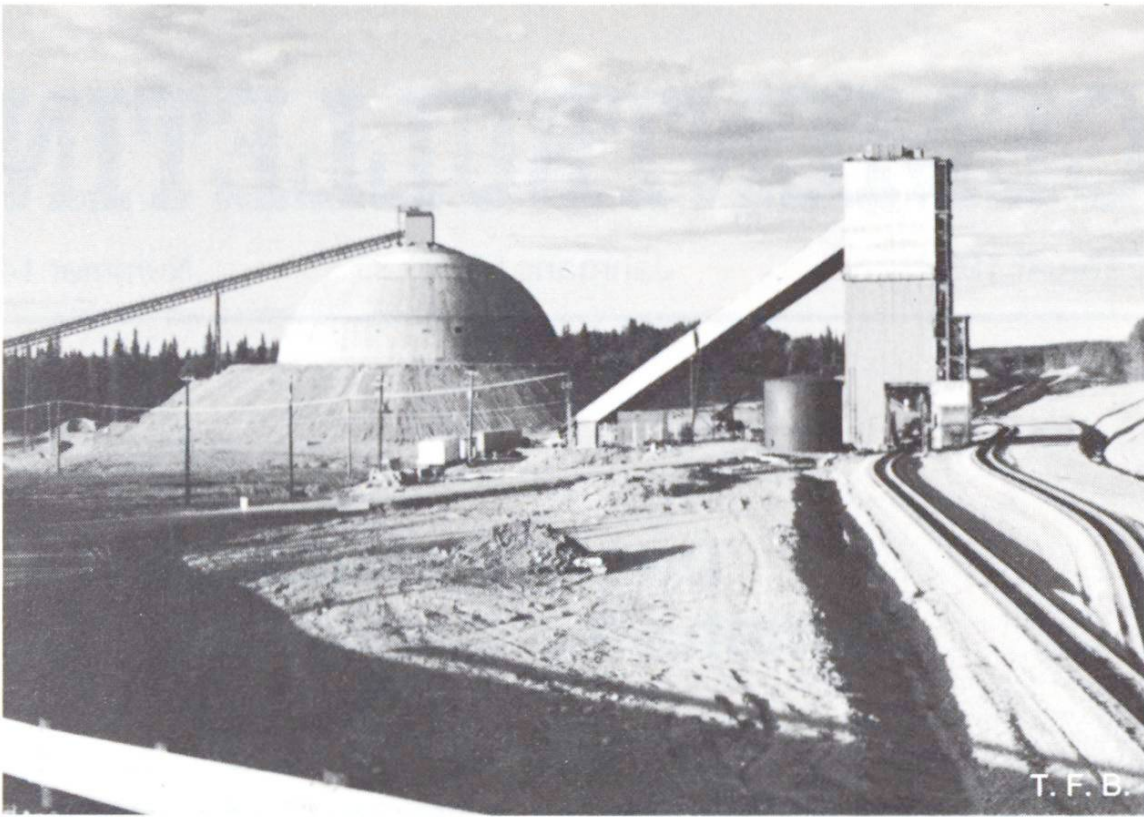


Abb. 1 Kohlelager in Hinton (Alberta, Kanada). Das Lager besteht aus einem Trichter, der teils in Bodenaushub und teils in der sichtbaren Schüttung aus «bewehrter Erde» liegt. Gegen Witterungseinfluss ist er mit einer Betonkuppel ($\varnothing = 57,3 \text{ m}$, $h = 24,4 \text{ m}$) überdacht. Entleert wird er unterirdisch über Bandförderung zum Bahnverlad (rechts).

Will man nun zwecks Materialeinsparung die räumliche Tragwirkung einer Rundhalle nutzen, wird man die Kegelform verlassen und das Dach als Teil einer Kugeloberfläche bauen. Aus Stäben entstehen Netzwerke oder Rippenkonstruktionen, die immer noch eine nachträglich aufgebrachte, nicht tragende Verkleidung brauchen. Für Rundhallen besonders geeignet ist deshalb die doppelt gekrümmte, geschlossene Schale. Sie ist zwar nicht einfach zu berechnen, hat aber eine hohe Stabilität und übernimmt gleichzeitig die Funktion der Dachhaut. Diese Eigenschaften hatten bereits die massiven Kuppeln von historischen Bauten. Wegen des hohen Eigengewichts ihrer Stein- oder Betongewölbe blieb ihre Anwendungsmöglichkeit damals beschränkt. Mit den technischen Neuerungen konnte dieser Nachteil behoben werden. Heutige Kuppeln – im englischen Sprachgebrauch werden sie «domes» genannt – sind wesentlich leichter, da man sie als dünne Betonschalen ausführen kann. Eine weitere Verbreitung dieser Bauweise hängt nun u. a. auch davon ab, ob es gelingt, die Kosten zu reduzieren. Charakteristisch für solche Schalen aus Ortbeton ist der hohe Anteil für Schalung und Gerüste an den Gesamtkosten. Rationalisierungen sind also in erster Linie hier zu erwarten. Das nachfolgend beschriebene System zeigt eine mögliche Lösung, wie sie mit Tragluftschalungen in den USA seit einiger Zeit erfolgreich ausgeführt worden ist.

3 Tabelle 1 Anwendungsmöglichkeiten von Rundhallen. Gliederung nach Zweck

Industrieanlagen	Städtebau
Lagerhallen Schüttgüter (Kohle, Klinker, Dünger, Salz, Weizen, Chemikalien) Streugüter (Tausalz, Splitt, Sand) Tankanlagen (Reservoire) Fabrikationshallen	Sporthallen, Auditorien Ausstellungshallen Kirchen Einkaufszentren, Bürogebäude Erdüberdeckte Bauten

Anwendungsmöglichkeiten und Ästhetik

Den praktischen Anwendungen von Rundhallen sind keine Grenzen gesetzt. Sie reichen von reinen Zweckbauten (Abb. 1) bis zu den Freizeitanlagen mit dekorativem Charakter (vgl. Tab. 1).

Je nach Verwendungszweck haben Rundhallen aus Spritzbeton folgende Vorteile: Ihr Innenraum ist stützenfrei und hat glatte Innenflächen ohne einspringende Träger und Pfetten. Ihr Tragverhalten erfordert keine komplizierten Foundationen. Verwendet man sie für Schüttgut, so ist der Füllungsgrad relativ hoch, da ihre Seitenflächen einen Innendruck aufnehmen können (vgl. Querschnitt in Abb. 2). Zuoberst kann trotz erheblichem Eigengewicht eine Antriebsstation für das Förderband aufgebaut werden.

Die Hallenkonstruktion selbst ist bereits staubdicht: bei den Öffnungen genügen einfache Schleusen oder staubdichte Tore. Ein Unterhalt des Gebäudes ist nötig, aber nicht kostspielig.

Oft werden Rundhallen nur für eine kurze Nutzungsdauer gebaut, oder man will sie demontieren und andernorts wieder aufbauen. Man scheut dabei die hohen Abbruchkosten von Ortbeton und verwendet deshalb eine andere Methode. Wenn man aber bedenkt, dass es sich bei Rundhallen aus Spritzbeton um dünne Schalen mit kleinen Betonkubaturen handelt, so kann diese Lösung unter Umständen trotzdem günstiger sein.

Kugelförmige Rundhallen haben eine eigene Schönheit, einen eigenen Reiz. Sie sind weder Dach noch Wand, sondern eine kontinuierliche Umhüllung des Raumes. Werden sie in einen Anlagenkomplex oder in eine Siedlung eingepasst, verleihen sie einem ganzen Gebiet das Gesicht. Andererseits können sie eine Landschaft dominieren, vor allem wenn sie isoliert dastehen. Ihre Eigenarten muss der Projektverfasser kennen, um mit ihnen arbeiten zu können. Dann lässt sich auch die Beziehung zwischen Benutzer und Betrachter herstellen. Nicht jede Umgebung ist darauf vorbereitet, ein solches Gebäude aufzunehmen – sei es wegen der Topographie oder wegen bestehender Bauten. Im Idealfall gelingt es aber, die ästhetischen Werte mit den praktischen Vorteilen zu kombinieren.

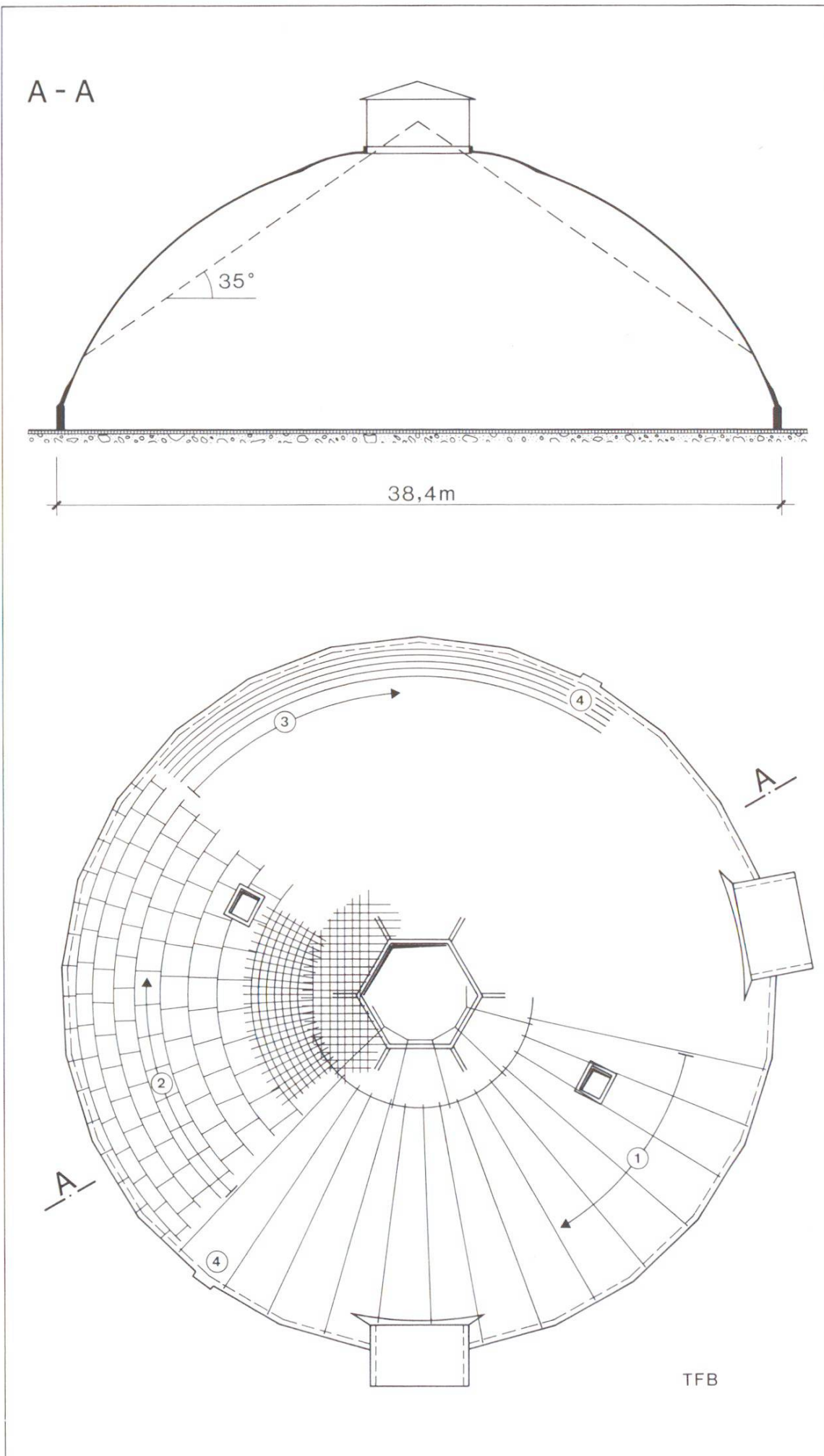


Abb. 2 Grundriss und Schnitt einer Rundhalle (Salzlager in St. Louis, USA). ① Hauptkabel in Meridianrichtung. ② Netzarmierung. ③ Horizontale Vorspannkabel. ④ Abspannstellen. Füllung bei einem Schüttwinkel von 35°.

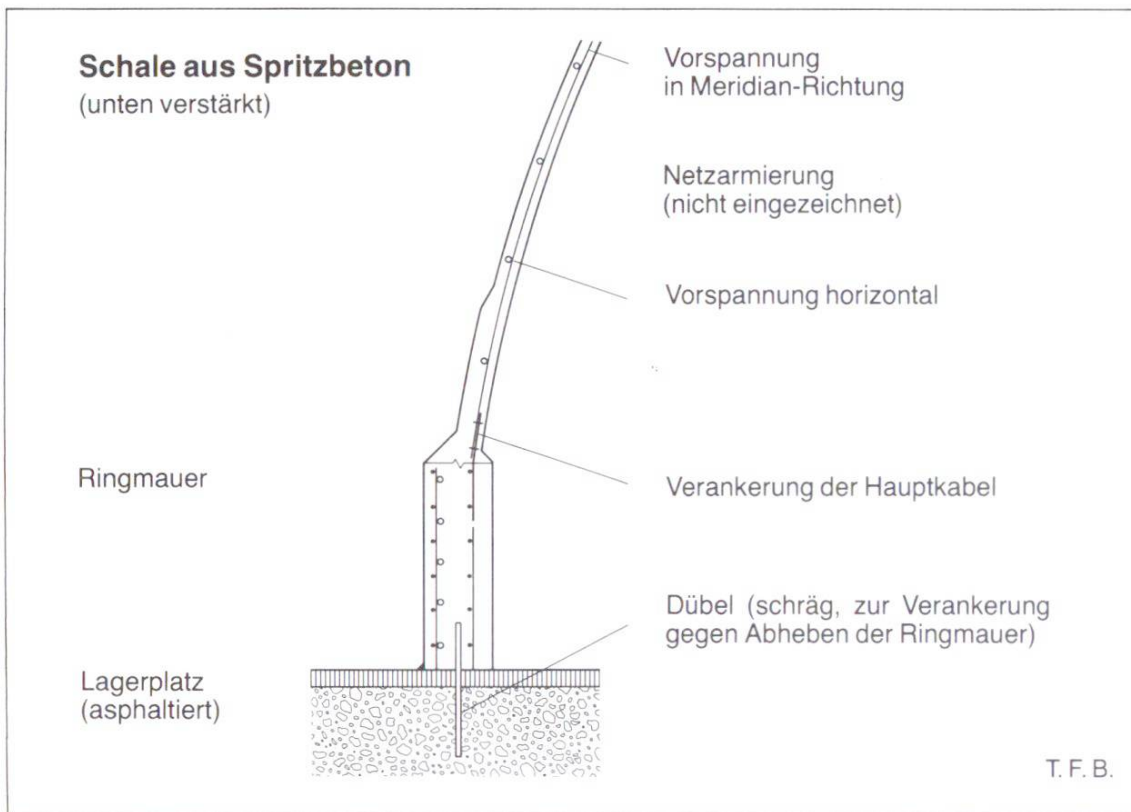


Abb. 3 Foundation, Ringmauer und unterster Teil der Spritzbetonschale.

Beispiel eines Systems

Zur Herstellung von Rundhallen gibt es verschiedene Systeme [1]. Als Beispiel seien die Arbeiten der *HP Domes*, Pittsburgh (USA), erläutert. Man hat damit Spannweiten zwischen 17 und 61 m erreicht. Bei Projekten spricht man bereits von 100 m. Im einfachsten Fall besteht das Fundament aus einem asphaltierten Lagerplatz, worauf eine polygonale Ringmauer von 1,20 m Höhe errichtet wird (Abb. 3). Im Bereich von Toren wird diese Ringmauer unterirdisch geführt. Daran befestigt wird ein massgeschneidertes Gewebe als Tragluftschalung. Nachdem es mit Turbogebläsen bis zu einem minimalen Innendruck aufgeblasen ist (Abb. 4), werden Kabel in Meridianrichtung verlegt. Zusammen mit dem inneren Luftdruck dienen sie dazu, die Tragluftschalung während der weiteren Arbeiten in der vorgesehenen Form zu halten. Gleichzeitig sind sie Distanzhalter der nachfolgenden Netzarmierung und haben eine Vorspannwirkung auf die fertige Schale. Das Aufrichten einer Scha-

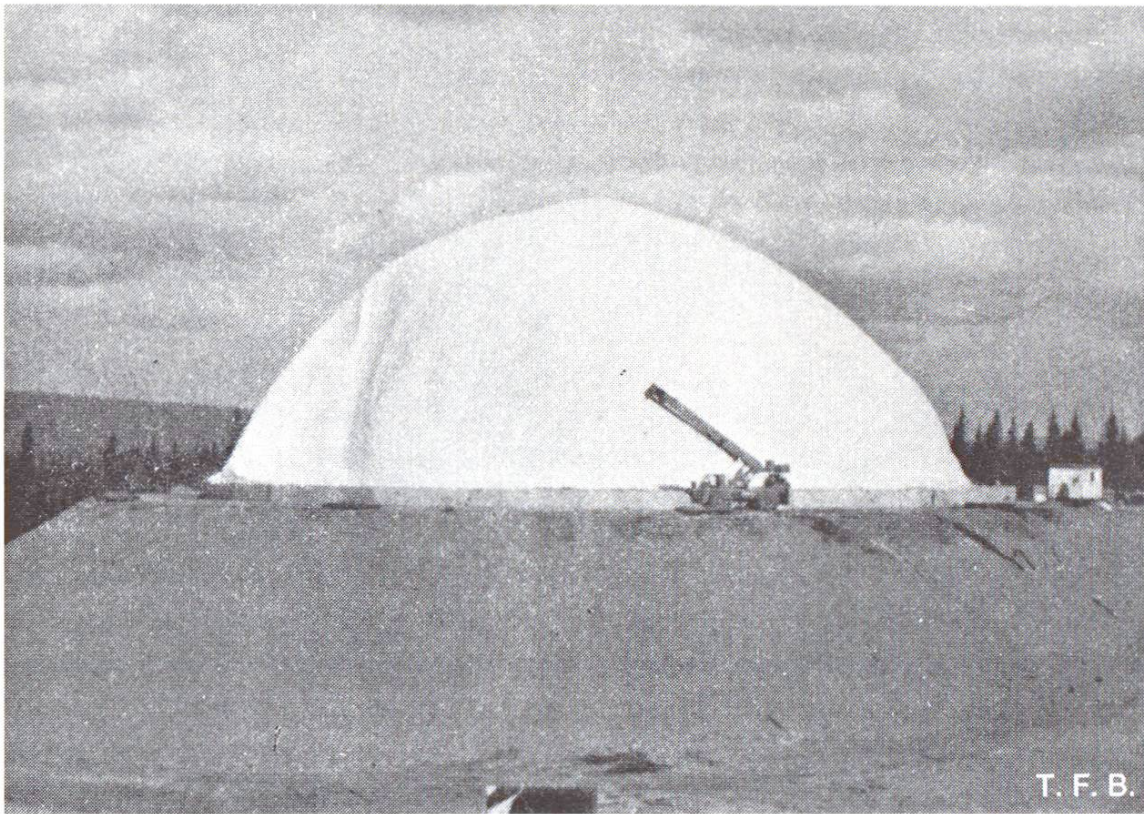


Abb. 4 Aufblasen einer Tragluftschalung (Kohlelager Hinton, Kanada).

lung von 30 m Durchmesser dauert zwei Tage und braucht etwa fünf Mann. Im unteren Bereich der Schale werden horizontale Vorspannkabel eingelegt, um die Ringzugkräfte aufzunehmen. Sie laufen je über den halben Umfang und sind an den beiden Abspannstellen beidseitig vorgespannt. Ihre Anzahl richtet sich nach der vorgesehenen Nutzung.

Nach Verlegen der Netzaarmierung und der Aussparungen für Tore, Fenster und evtl. Aufbauten ist die Rundhalle bereit zum Betonieren (Abb. 5, 6). Der Spritzbeton wird in zwei Schichten aufgetragen (Abb. 7, 8). Je nach Spannweite beträgt ihre Stärke total 7,5–10,5 cm. Bei Unstetigkeiten wird sie örtlich verstärkt. Die erste Schicht ist etwa 4,5 cm stark. Sie ist rau und dient der Stabilität, vor allem im oberen Teil der Kalotte; die zweite Schicht wird abgeglättet und nachbehandelt (Abb. 9).

Während des ganzen Vorgangs darf der Druck in der Tragluftschalung nie zusammenfallen. Die Gebläse sind deshalb mit einem Notstromaggregat ausgerüstet. Das Innere der Halle kann durch

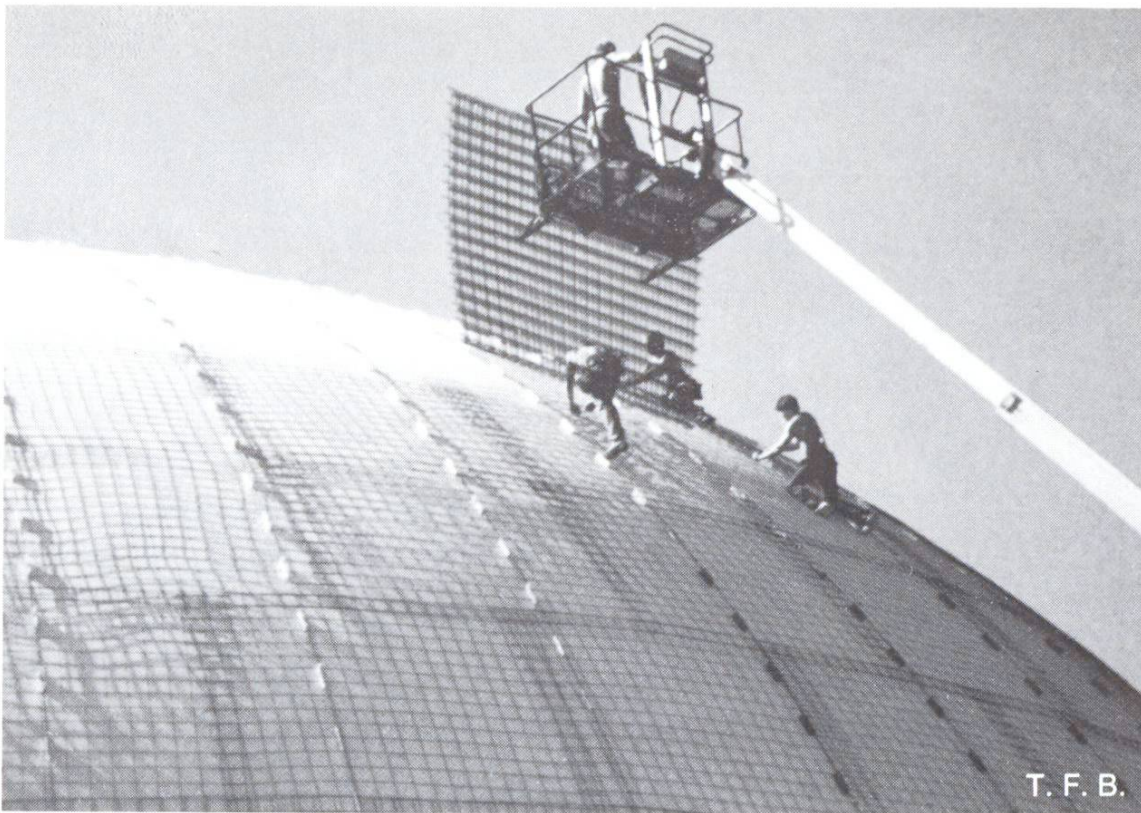


Abb. 5 Verlegen der Armierung. Kabel in Meridianrichtung sichern die Form der Tragluftschalung während der Ausführung. Sie dienen gleichzeitig als Distanzhalter für die Netzarmierung.

Abb. 6 Rundhalle ($\varnothing = 43,6$ m, $h = 20,4$ m) bereit zum Betonieren. Ringförmige Grundmauer, Tragluftschalung, Meridiankabel, Netzarmierung, Vorspannung des unteren Gewölbeteils, Aussparung eines Tores.

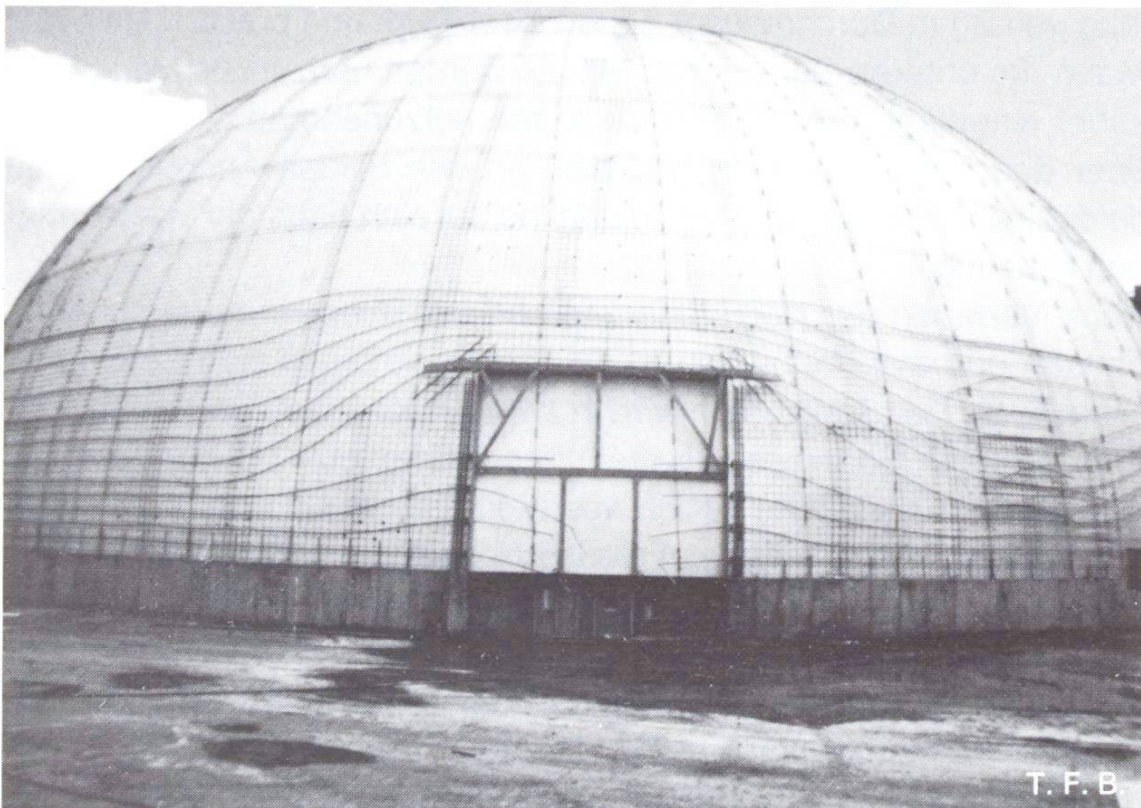




Abb. 7 Rundhalle ($\varnothing = 37,8$ m, $h = 15,3$ m) während der Spritzbetonarbeiten. Aufbringen der ersten Schicht. Die Tragluftschalung ist begehrbar.

eine Schleuse betreten werden. Das Eigengewicht der Armierung hat Durchbiegungen der Tragluftschalung zur Folge. Sie werden ausgeglichen, indem man den Druck sukzessive erhöht. Dasselbe gilt für das Aufbringen der ersten Spritzbetonschicht. Besonders heikel ist die letzte Phase der Kalotte, wo der Spritzbeton fast horizontal liegt. Während der Ausführung dieses Teils wird der Innendruck auf etwa ein Dreifaches seines anfänglichen Minimalwerts angehoben.

Nach den Betonierarbeiten wird der Druck abgelassen. Die Tragluftschalung wird entfernt und kann wiederum verwendet werden. Gemäss Angaben von *HP Domes* ist dies mehr als zehnmal möglich. Die Rundhalle selbst wird fertiggestellt, indem man sie vorspannt und aussen eine konventionelle Abdichtung (starr oder flexibel) aufbringt. Innen wird sie evtl. gestrichen und je nach Verwendungszweck dann ausgerüstet.

Als Beispiel für die Kosten sei eine Lagerhalle für 12 000 t Salz aus dem Jahre 1985 angeführt (Abb. 2). Sie besteht aus einer Betonschale mit 37,8 m Innendurchmesser und etwa 9000 m³ Nutzinhalt. Ihre Kosten beliefen sich auf 190 000 \$, was etwa 21 \$/m³ entspricht. Inbegriffen sind Betonkonstruktion, Abdichtung, Honorare und Versicherungen; nicht inbegriffen sind Bauzufahrt, Lagerplatz bis OK Schwarzbelag und die technische Ausrüstung. Für eine Umrechnung auf europäische Verhältnisse ist die Kostenstruktur mit Ein-



Abb. 8 Spritzbetonarbeiten, erste Schicht.

Abb. 9 Aufspritzen und Abtalschieren der zweiten Spritzbetonschicht. Anschliessend wird eine Abdichtung aufgebracht.



10 heitspreisen der USA zu berücksichtigen. Die Kosten anderer Lagerhallen, die nach demselben System gebaut wurden, variieren zwischen 17 \$ und 22 \$ je m³ Nutzinhalt (d. h. 26 bis 34 Fr./m³ bei 1.55 Fr./\$).

Während der letzten 15 Jahre sind etwa 100 Rundhallen auf diese Art gebaut worden. Schäden konnten inzwischen keine festgestellt werden. Hingegen ist auf eine erhöhte Unfallgefahr während der Ausführung hinzuweisen. Unfallursache ist das Zusammenfallen des Luftdrucks infolge Zerreißen der Schalung (scharfkantige Teile und unvorsichtiges Verlegen der Armierung) oder infolge schlechter Wartung der Gebläse [2].

Tragluftschalungen für andere Zwecke

Wie erwähnt ist die Idee von kuppelförmigen Rundhallen nicht jeder Umgebung angemessen. Deshalb besteht für den Hallenbau die Möglichkeit, mit demselben Vorgehen andere Formen zu wählen. Beispielsweise lassen sich drei kleinere Rundhallen zu einer einzigen Lagerhalle kombinieren.

Tragluftschalungen können auch für Gewölbeteile von kleineren Brücken und Unterführungen oder für tonnenförmige Dächer von verschiedensten Bauten verwendet werden. Voraussetzung ist die Möglichkeit eines mehrfachen Einsatzes, damit sich die Investition lohnt. Die Vorteile der Bauweise können besonders bei erdüberdeckten Häusern genutzt werden.

B. Meyer

Bildhinweis

HP Domes, Pittsburgh (*Horrall Harrington*): Abb. 1, 5, 6, 7 und 9. TFB: Abb. 2 und 3. SNC-Gruppe, Montreal (Hauszeitung «horizon»): Abb. 4 und 8.

Literatur

- [1] *Haber, R. et al.*: «Air-supported forms». Concrete International, V. 8, No. 1, 1986.
- [2] *Middelboe, S.*: «Blow up form takes first breath.» New civil engineer, 3, october, 1985.