

Zeitschrift: Cementbulletin
Band: 16-17 (1948-1949)
Heft: 13

Artikel: Vorgespannte Eisenbetonbehälter und Kuppelbauten in USA
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153246>

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: 09.11.2024

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

CEMENTBULLETIN

JANUAR 1949

JAHRGANG 17

NUMMER 13

Vorgespannte Eisenbetonbehälter und Kuppelbauten in USA

Beschreibung einer in zahlreichen Ausführungen bewährten, neuartigen Bauweise. Gunitierte Schalen von grosser Spannweite. Anordnung der Armierungen.

In den U.S.A. war der Bedarf an grossen, zylindrischen Behältern für die Speicherung von Wasser, Ölen, Benzin usw. immer gross. Die Nachteile der konventionellen Bauweise sind daher schon früh erkannt worden. Vor ca. 20 Jahren sind hier die ersten zylindrischen Betontanks vorgespannt worden, ungefähr in der Weise, wie man Reifen um ein Fass legt, nur mit dem Unterschied, dass anstelle der Reifen Rundeisenbänder von 20—25 mm Durchmesser verwendet wurden. Die Spannung wurde mit Spannschlössern eingeführt. Da es sich um die übliche Qualität Baustahl handelte, dessen Streckgrenze bei ca. 3400 kg/cm² liegt, konnte die Vorspannung nicht über 3000 kg/cm² getrieben werden. Während des Vorspannens musste jedes Rundeisenband ringsum geklopft werden, um eine gleichmässige Spannungsverteilung zu erzielen. Die Spannungsmessung war umständlich, zeitraubend und ungenau. Infolge Schwinden und Kriechen traten nach einiger Zeit Spannungsverluste auf, die die ursprüngliche Vorspannung

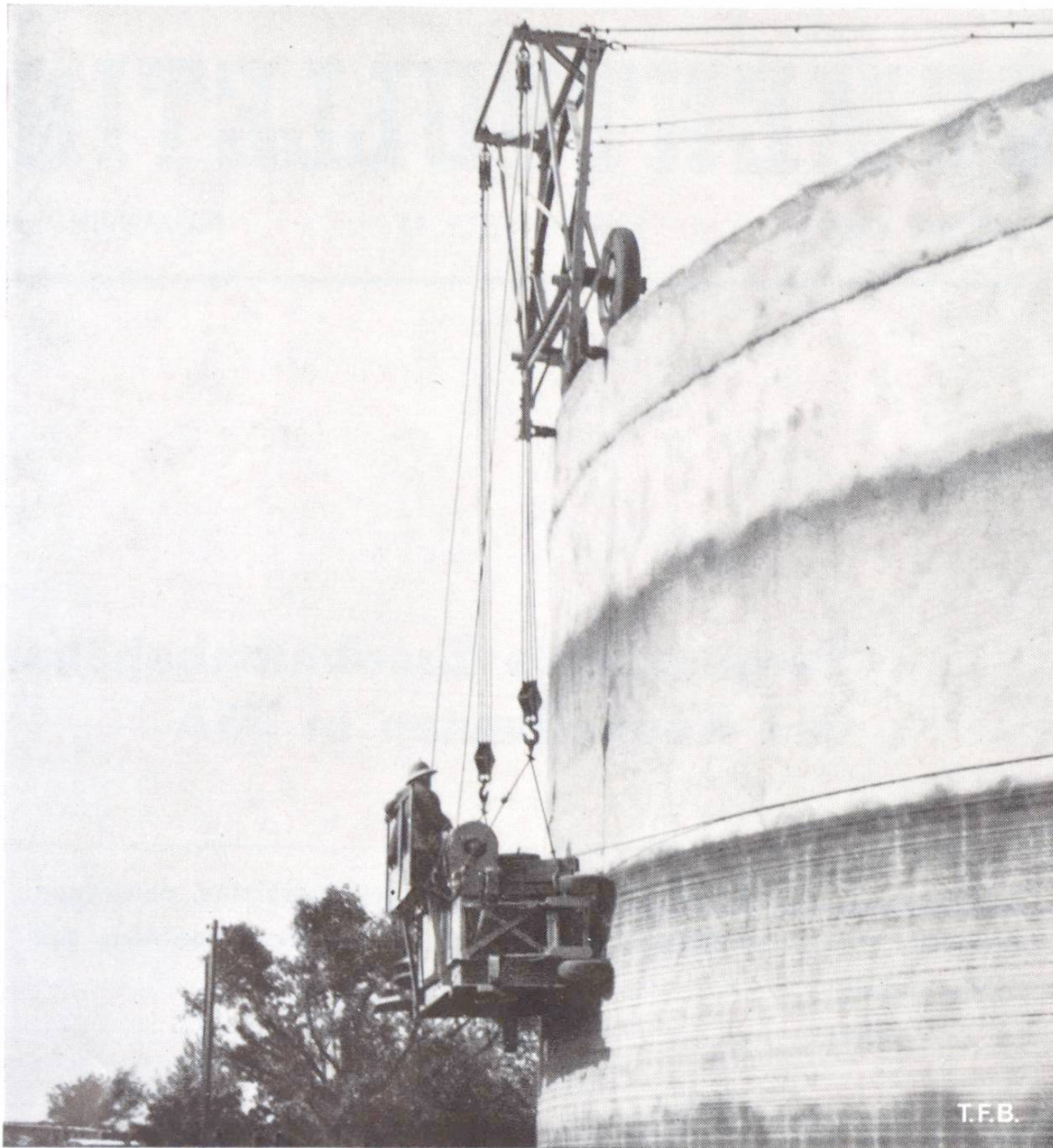


Abb. 1 Wicklungsapparatur für das Spannen des Stahldrahtes beim Bau vorgespannter Eisenbetonbehälter

praktisch zum Verschwinden brachte. Unter dem Wasserdruck erlitt der Beton Risse und wurde undicht. Diese Bauweise ist vollkommen aufgegeben worden.

Die Idee des Vorspannens ist jedoch in einem weiteren Verfahren auferstanden und zwar hat die Preload Corporation in New York dieses Verfahren seit 1935 zu höchster Vollkommenheit entwickelt. Es zeichnet sich dadurch aus, dass anstelle der dicken Rundeisenbänder ein ununterbrochener, unter konstantem Zug gehaltener, hochwertiger Stahldraht spiralförmig um den Tank gewickelt wird. Hierfür ist eine spezielle Wicklungsapparatur nötig, die in den U.S.A. den treffenden Beinamen «merry-go-round» (= Rössli-spiel) erhielt.

3 Die Laufbühne, auf welcher sich die Spannvorrichtung, die Stahldrahtrolle, der Motor und weitere unentbehrliche Zubehörteile befinden, zieht sich an einer um den Tank gelegten, endlosen Kette im niederen Schritt-Tempo vorwärts. Gleichzeitig wird die Laufbühne mit jeder Umwicklung um die Höhe des erforderlichen Drahtabstandes gleichmässig gehoben, so dass eine flache Spiralbewegung entsteht. Das Umwickeln eines Tankes kann, je nach Durchmesser und Höhe, in 2—3 Tagen vollendet werden. Der Stahldraht wird unter konstanter Zugspannung gehalten, die ca. $10\,000\text{ kg/cm}^2$ beträgt. Nach einiger Zeit gehen infolge Schwinden und Kriechen ca. 30 % dieser Spannung verloren. Die bleibende Vorspannung beträgt aber immer noch ca. 7000 kg/cm^2 .

Die in den Beton übertragene Druckspannung beträgt im Anfang $70\text{—}85\text{ kg/cm}^2$. Nach erfolgtem Spannungsverlust in der Drahtwicklung sinkt die bleibende Druckspannung in der Tankwand auf ca. $50\text{—}60\text{ kg/cm}^2$. Die Wandstärke und die Armierungen werden so bemessen, dass bei gefülltem Tank keine Zugspannungen im Beton auftreten. In gewissen Fällen ist es sogar ratsam, wenn die Tankwand bei voller Belastung noch eine Druckspannung aufweist. Dass unter solchen Bedingungen keine Risse entstehen können, dürfte einleuchten.

In den meisten Fällen werden mehrere Lagen solcher Drahtspiralen aufgewickelt. Jede Lage erhält einen Gunitüberzug. Die letzte Lage erhält 20 mm Gunit, der zur sicheren Verankerung der Drähte und als Rostschutz dient.

Infolge der in die Behälterwand eingeführten Druckspannung zeigt sich ein Einbeulungseffekt, da der Tankfuss, auch wenn als Gleitlager ausgebildet, die Einwärtsbewegung nicht vollständig mitmachen kann. Die dadurch entstehenden vertikalen Biegespannungen müssen durch eine Vorspannung in vertikaler Richtung unschädlich gemacht werden. Diese Vorspannung wird neuestens mit einer Gruppe von vorgespannten Stahldrähten, die in Abständen von ca. 70 cm an der Tankinnenwand angeordnet werden, erreicht. Die Drahtenden werden an Ankereisen verankert.

4 Kleinere Tanks erfordern in der Regel keine gleitenden Tankwände. Wand und Fundament werden monolithisch erstellt. Der Tankboden wird aber erst nach erfolgter Vorspannung betoniert. Dadurch wird die Einwärtsbewegung der Tankwand während des Vorspannens kaum gehindert, indem die Gleitbewegung auf dem Terrain erfolgt.

Sofern die Wandstärke am Fuss nicht mehr als ca. 15 cm beträgt, werden Wand und Fundament, meistens auch noch der Tankboden in Gunit erstellt. Hierzu genügt eine einseitige Wand-schalung. Bei grösseren Wandstärken ist die gewöhnliche Ausführung in Beton wirtschaftlicher, obschon 2 Schalungswände erstellt werden müssen. Die Wand wird in Segmente eingeteilt und als solche zeitlich verschieden betoniert. Dadurch wird die

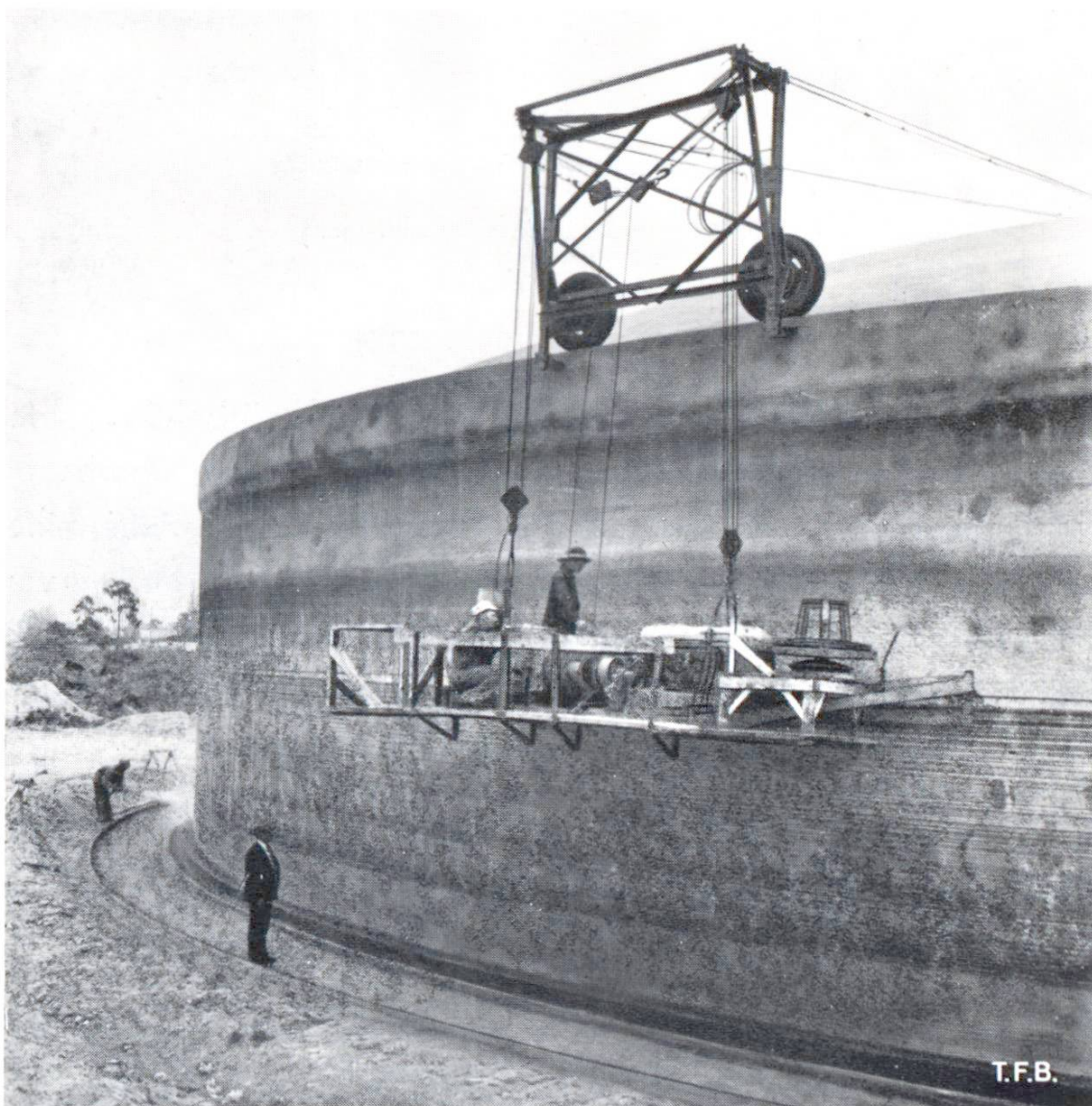


Abb. 2 Stahldrahtumwicklung eines Eisenbetonbehälters während der Ausführung

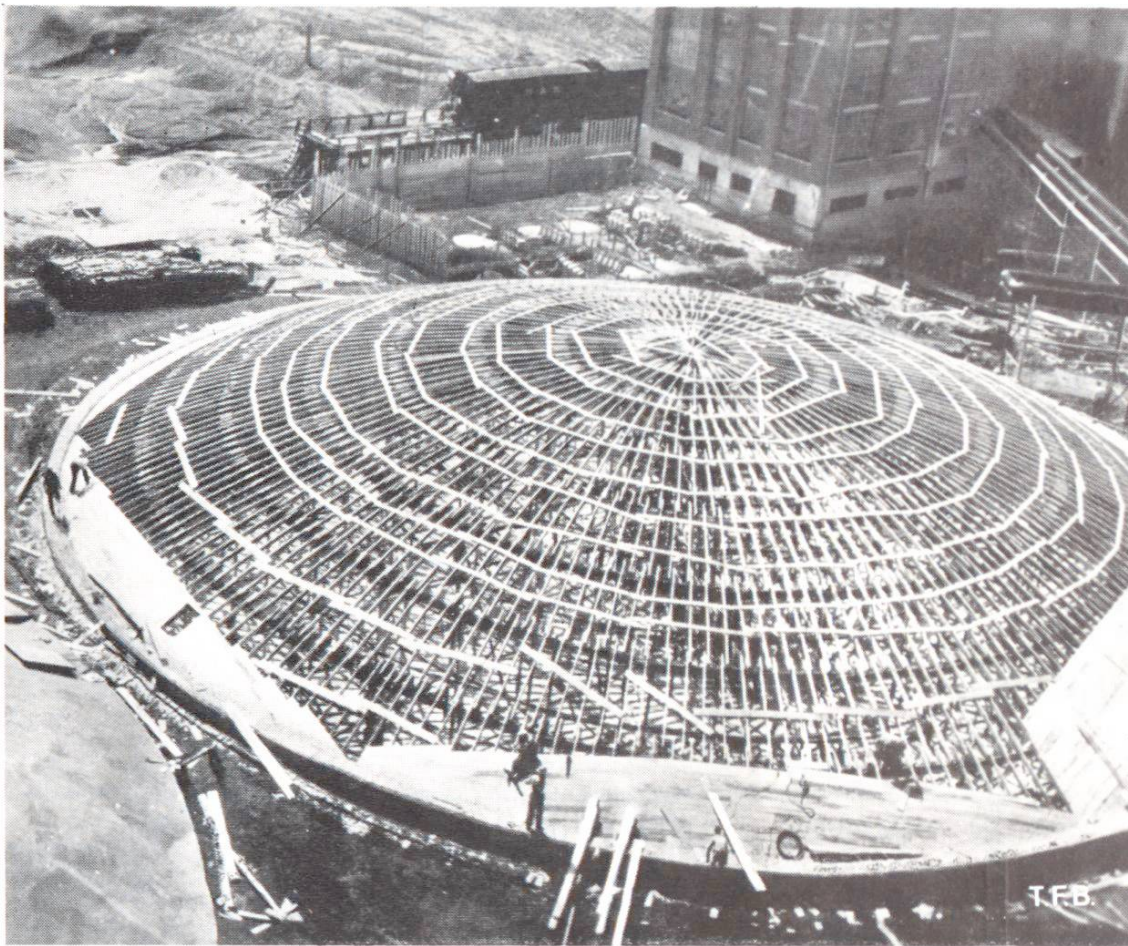


Abb. 3 Schalung für die dünnwandige Kuppel eines grossen, vorgespannten Eisenbetonbehälters

Schwindwirkung zum Teil aufgehoben. Es ist ausserordentlich wichtig, dass der Tank genau kreisrund ausgeführt wird.

Dieses Vorspannungsverfahren von kreisrunden Tanks ist technisch und wirtschaftlich allen andern Bauweisen überlegen. Die Baustoffe können restlos bis zum äussersten ausgenutzt werden. Die quantitative Einsparung gegenüber der konventionellen Bauweise beträgt beim Beton ca. 50—70 %, beim Stahl bis 85 %. Seit 1935 sind über 500 solcher Tanks erstellt worden, die sich alle restlos bewährt haben.

Die Tanks werden offen und gedeckt ausgeführt. Die Abdeckung erfolgt am wirtschaftlichsten mit einem Kuppelbau von $\frac{1}{8}$ Pfeilhöhe. Als Armierung wird Stahldrahtgewebe verwendet. Kuppeln bis 30 m Durchmesser werden meistens mit 5 cm Gunit ausgeführt, grössere werden betoniert. Bei 80 m Durchmesser erhalten sie eine Stärke von 8—10 cm. Die Druckspannung in der Kuppelschale soll nirgends 30 kg/cm^2 überschreiten. Biegemomente können praktisch nur am Rand auftreten, wo eine besondere Armierung an-

6 geordnet wird. Es wird eine gleichmässig verteilte Schneelast von 150 kg/cm^2 in Rechnung gesetzt. Wenn andere Nutzlasten oder einseitige Lasten aufgenommen werden müssen, sind Kuppelstärke und Armierung entsprechend zu verstärken.

Der radial nach aussen gerichtete Seitenschub am Rand wird durch einen vorgespannten Ring aufgenommen. Dieser Ring wird monolithisch mit der Tankwand erstellt und gleich wie die Wand vorgespannt. Solche Kuppelringe erhalten meistens mehrere über-

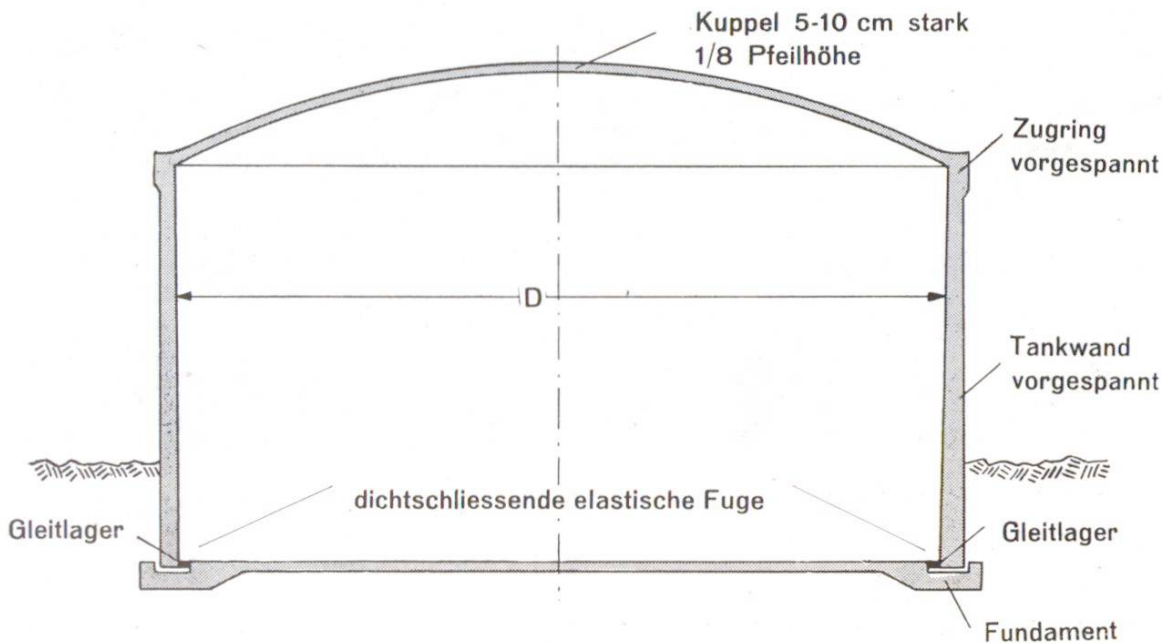


Abb. 4 Normaltyp eines gedeckten Tanks für $D = 30 \text{ m}$ und mehr Ausführung in Beton

einanderliegende Lagen von gespannten Drähten. Die Spannungsverhältnisse im Stahldraht wie im Beton sind dieselben wie bei der Wand.

Beim Bau der Kuppel muss auf die wahrscheinliche Durchbiegung des Lehrgerüsts Rücksicht genommen werden. Sämtliche auf Biegung beanspruchten Hölzer werden entsprechend überhöht. Da das Vorspannen des Kuppelringes erst nach vollendetem Betonieren erfolgt, entsteht infolge der Einwärtsbewegung des Ringes eine leichte Aufwärtsbewegung, wodurch sich in der Regel der Beton von der Schalung löst. Dies gestattet ein müheloses Ausschalen, wobei fast alle Schalbretter zurückgewonnen werden können. Wird der Tank versenkt, was oft der Fall ist, muss der äussere Erddruck bei der Dimensionierung der Wand berücksichtigt werden. Bei allfälligen Öffnungen in der Tankwand werden

7 beim Vorspannen die Drähte über und unter der Öffnung geleitet. Die Haftung des Drahtes im Gunit ist sehr gut und verhindert dessen Gleiten.

Bis heute wurde speziell vergüteter Stahldraht von $3\frac{1}{2}$ mm Durchmesser verwendet, dessen Zerreissfestigkeit bei $15\,500\text{ kg/cm}^2$ und dessen Streckgrenze bei $13\,000\text{ kg/cm}^2$ liegt.

Bei Behältern für heiße Flüssigkeiten richtet sich der Tankentwurf oft nach der kleinsten Tankinnenfläche, bzw. der Tank wird so dimensioniert werden, dass ein Minimum von Baustoffen und Baukosten resultiert.

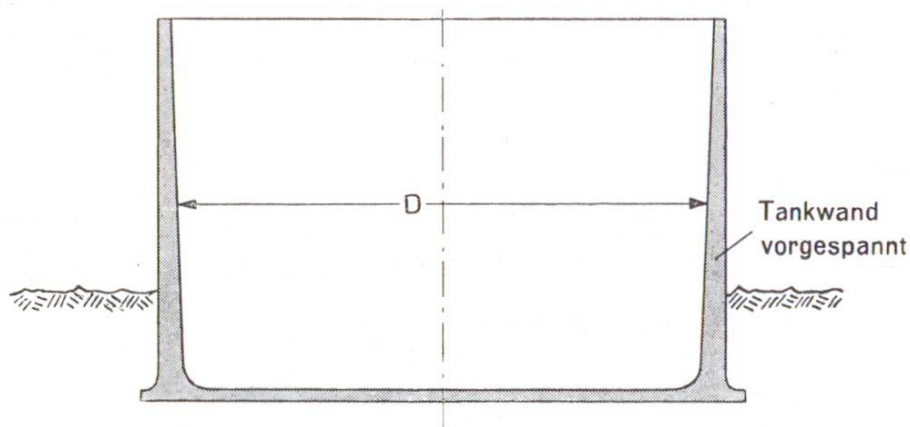


Abb. 5 Normaltyp eines offenen Tanks für D unter 30 m Ausführung in Gunit

Diese Bauweise eignet sich nicht nur für Flüssigkeitsbehälter unter und über dem Erdboden, sondern als Speicherraum überhaupt, sei es nun für Kohle, Erze, Kunstdünger, Cerealien, Futtermittel usw. In der Abwassertechnik setzt sich diese Bauweise im Bau von Klär- und Absetzbecken, Faulraum- und Schlammbehältern durch. Ferner sind Projekte für Konferenz- und Ausstellungshallen, Markthallen, Stadien, Bade- und Schwimmhallen hängig.

In erdbebengefährdeten Gebieten haben sich diese Tanks vorzüglich bewährt, ein Beweis dafür, dass die Vorspannung des Betons die Sicherheit der Konstruktion erhöht.

Obschon reine Zweckbaute, lässt sich jeder Tank, jede Hallenbaute architektonisch einwandfrei gestalten, wenn es die Umgebung erfordert.

- 8 Die vollkommene Ausnützung der Baustoffe, die enorme Einsparung von Baustoffen und Arbeitslöhnen, die kurze Bauzeit, vor allem aber die absolute Wasserdichtigkeit dieser vorgespannten Tanks prädestiniert dieses Herstellungsverfahren zur universellen Verbreitung.