

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 7 (1964)

**Artikel:** Neueste Ergebnisse der Vorfertigung von Stahlbetonkonstruktionen in  
Ungarn

**Autor:** Palotás, L. / Makk, L.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-7924>

### **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:** 20.11.2024

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

## **Neueste Ergebnisse der Vorfertigung von Stahlbeton- konstruktionen in Ungarn <sup>1)</sup>**

*Résultats récents dans le domaine de la préfabrication des ouvrages en  
béton armé en Hongrie*

*Recent Results in Prefabricated Reinforced Concrete Structures in Hungary*

### **I - Tiefbaukonstruktionen**

#### *1 - Wasserbehälter*

Sämtliche Wasserbehälter aus Fertigteilen wurden in Ungarn nach dem Spannverfahren von Gnädig-Thoma gebaut. Als Beispiel soll hier einer, der auf einem Lössboden in Pécs erstellten Wasserbehälter mit einem Fassungsvermögen von 10,000 m<sup>3</sup> behandelt werden (Bild 1). Entwurf: B. Gnädig und D. Szöcsik, Mélyépterv.

Die im Plan gezeigte Grundplattenlösung wurde wegen des Lössbodens gewählt. Die Ausführung lief folgendermassen ab. Nach Beendigung der Erdarbeiten wurden zunächst die kreisförmigen Bodenbalken gebaut, danach stellte man wegen der Durchnässung — mit Ausnahme der zum Abgang des Kranes benötigte Stelle — den Unterbeton fertig.

Die Montage des Behälters verlief von innen nach aussen. Vorerst wurden die zwei mittleren Stützenreihen und die Dachelemente, danach die äussere Stützenreihe und die Dachelemente versetzt (Bild 2). Darauf folgend betonierte man die konische Grundplatte und den Rundbalken, der die Seitenplatte abstützt. Um die Kriechspannung auf ein Mindestmass zu verringern, liess man beim Betonieren des Rundbalkens Arbeitsfugen aus.

Nach beendetem Betonieren des Rundbalkens wurden die 94, unten 25 cm oben 20 cm dicken Bogenwandplatten montiert. Die Seitenwandplatten wurden gegen den bereits fertiggestellten inneren Rundbalken abgestützt. Um das Biegemoment, welches in den Seitenwänden aufritt, so niedrig als irgend möglich zu halten, wurde während des Bauens dafür gesorgt, dass die Wandplatten nicht mehr als um 1,0 cm vom theoretischen Kreis abweichen (Bild 3).

---

<sup>1)</sup> Von Prof. Dr. Ing. Dr. Techn L. Palotás und Dipl. Ing. L. Makk - Budapest.

Nun wurden die Fugen zwischen Seitenwand und Dachelementen einbetoniert und nach Abdichtung der Decke wurde die Dachbelastung aufgebracht. Die Arbeitsfugen der Grundplatte hatte man erst betoniert nach dem die Bodensetzung beinahe beendet war.

Nun wurden die mit dem Wasser in Berührung kommenden Innenflächen

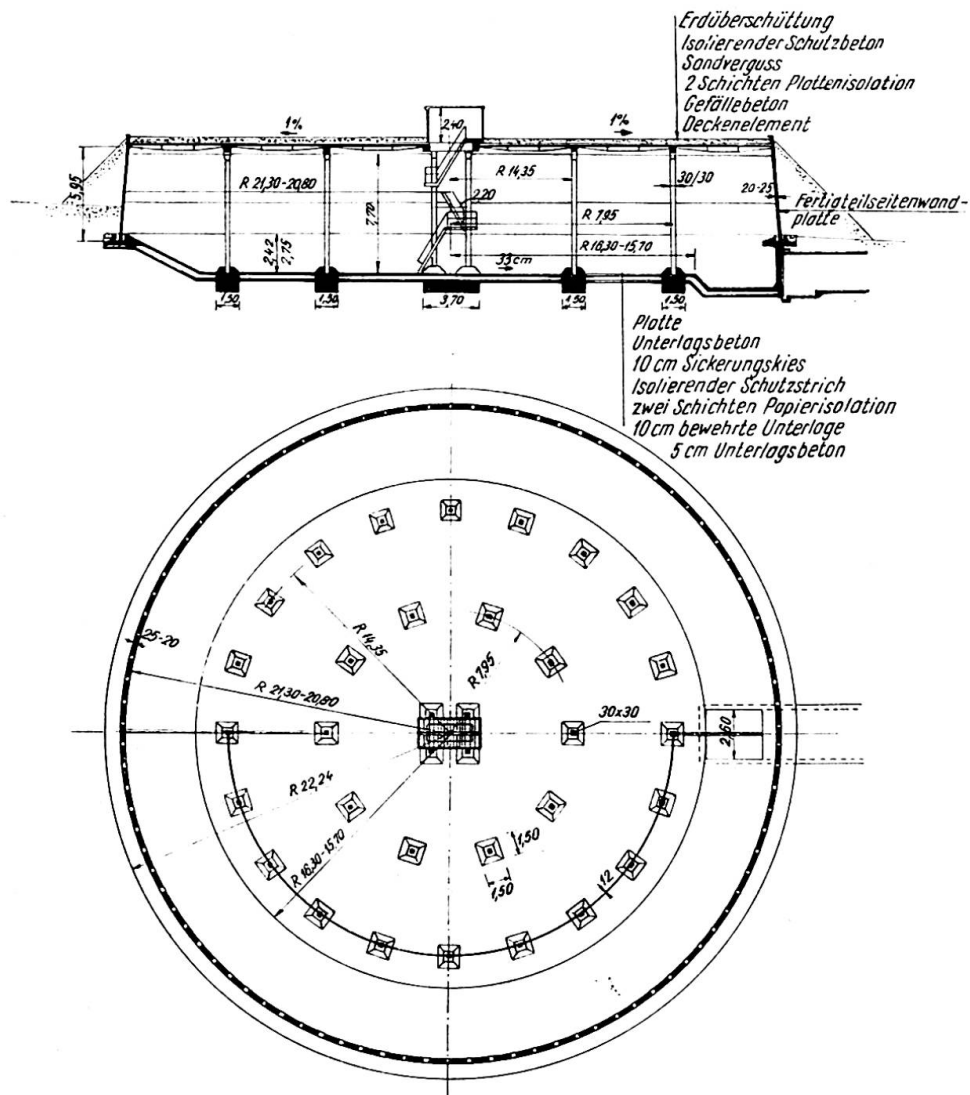


Bild 1 - Pläne der 10,000 m<sup>3</sup> Wasserspeicher von Pécs.

mit drei, 5 cm starken, wasserundurchlässigen Torkretmörtelschichten verputzt. Zwischen dem Aufbringen der einzelnen Schichten liess man etwa 24 Stunden verstreichen. Die Putzschichten vom Wandinneren auswärts wurden der Reihe nach aus Zementen 440,510 bzw. 690 kg/m<sup>3</sup> bereitet, die etwa der Güteklasse Z 275 entsprachen.

Nach Beendigung dieser Arbeiten wurde die Wand spannungsfrei mit 5 Ø Spanndrähten der Güteklasse 150.15 KB bewickelt. Nach jedem vierten Kreis wurden die Drähte durch Magnel'sche Sandwichplatten verlängert.

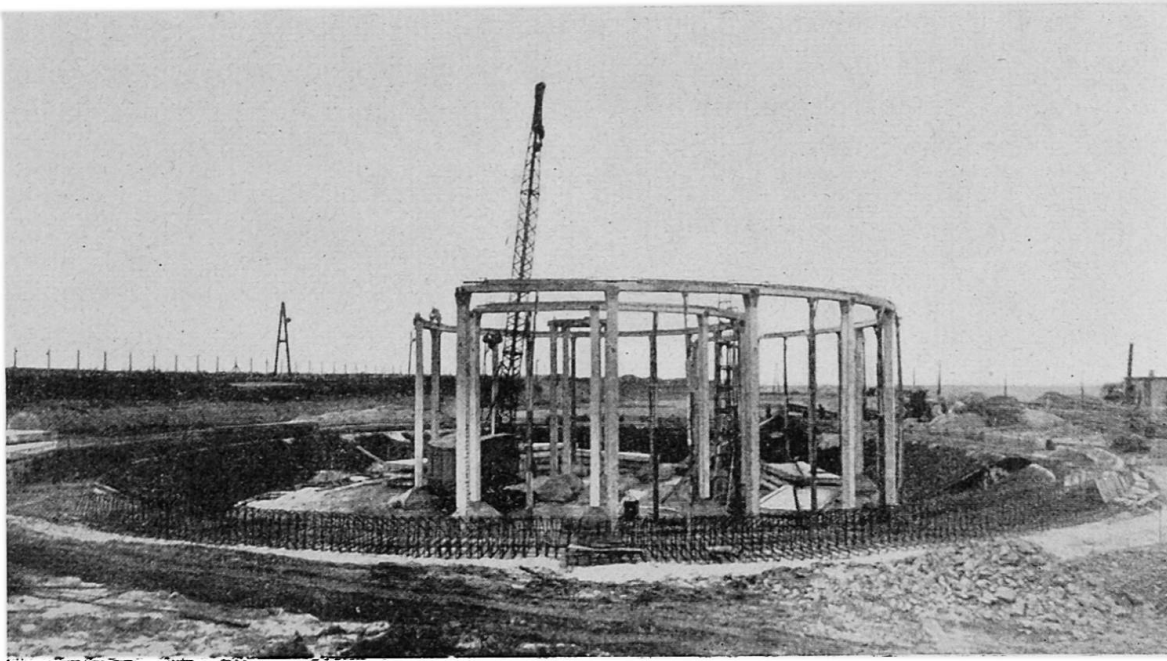


Bild 2 - Montage der dazwischenliegenden Stützen und Dachelemente.

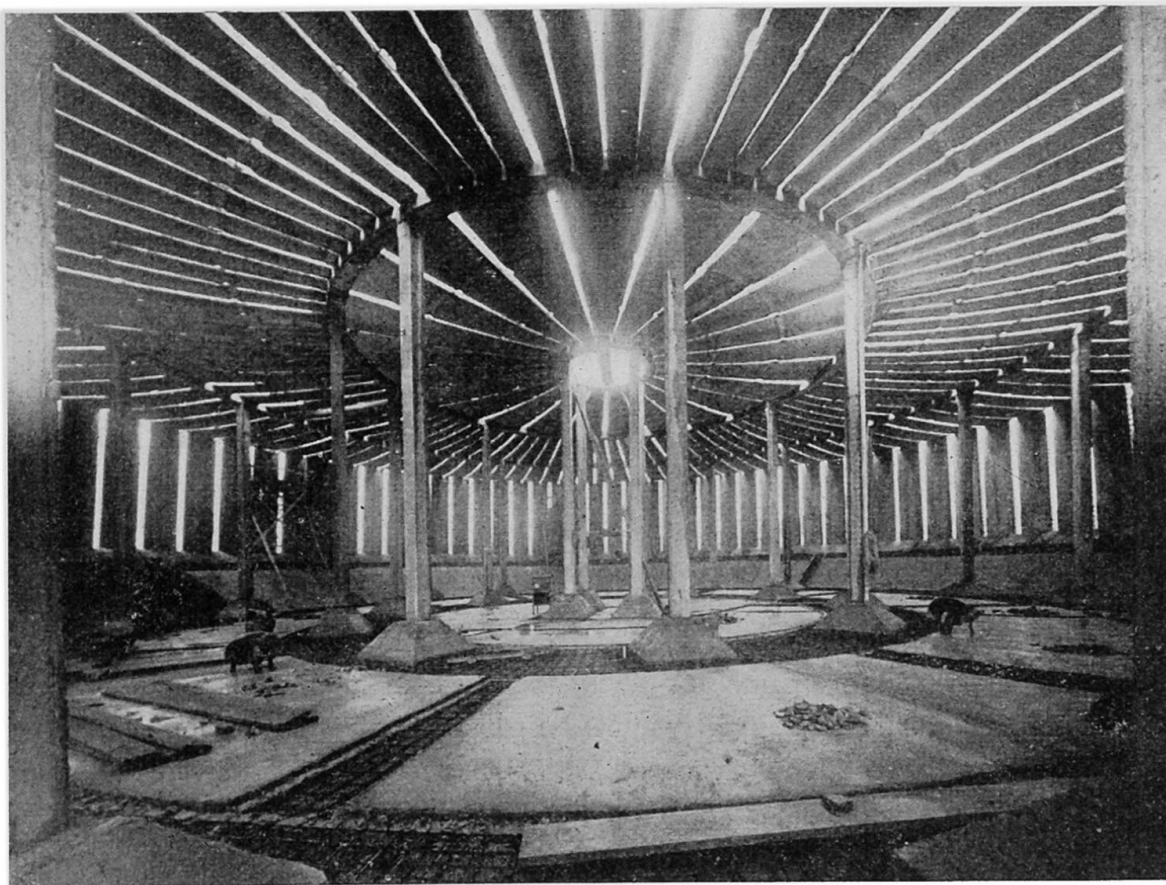


Bild 3 - Der Behälter von dem Betonieren der Fugen.

Auf der Seitenwand befinden sich  $36 \times 4$  Stück Spanndrähte, und diese muss man an der konischen Seitenwand von der spannungsfreien Lage um  $h$  cm am Kegel mit Neigungswinkel  $\text{tg}\alpha$  nach unten schlagen, damit in den Drähten oben die Grenzspannung eintritt.

Der Spannungsmethode Gnädig-Thoma hafteten anfangs Schwierigkeiten an, die auf folgende Ursachen zurückgeführt werden können:

- a) Betongüte, Betonierung der Fugen und Bereitung des wasserabdichtenden Verputzes liessen zu wünschen übrig.
- b) Die Güte des Stahldrahtes war nicht gleichbleibend, seine Grenzspannung lag hoch.
- c) Die Spannungsmessung war unsicher.
- d) Stoffgüte und Bearbeitung der Verankerungs- und Ansatzglieder waren nicht zufriedenstellend, was ein Gleiten der Kabel verursachte.

Die ecksteife Verbindung der Seitenwände mit der Bodenplatte erwies sich als nicht unter allen Umständen zweckmässig.

Diese Schwierigkeiten sind aber bereits überwunden.

## 2 - Wassertürme

Auf dem Gebiet der kreissymmetrischen Turmkonstruktionen hat in den letzten Jahren die patentierte, neue, ungarische Gleitschalungsbauweise von J. Thoma — Mélyépterv — alle anderen Baumethoden in den Hintergrund gestellt. Dies lässt sich auf wirtschaftliche und ästhetische Gründe zurückführen. Es kam aber auch vor, dass diese Bauart mit der Vorfertigung kombiniert wurde.

Ein schönes Beispiel hierfür bietet der  $100 \text{ m}^3$  Wasserturm von Aszód. Bei der Planbearbeitung hat sich der Gestalter, Gy Mårkus — Mélyépterv — das Ziel gesetzt, soweit als möglich an Baustoff zu sparen und eine schnell ausführbare und in ästhetischer Hinsicht befriedigende konstruktive Lösung zu finden. Die Konstruktion hat 3 Hauptteile (Bild 4):

- a) eine monolithische  $6,0 \text{ m } \varnothing$  Grundplatte,
- b) eine mit Gleitschalung erbaute  $2 \text{ m } \varnothing$  Stahlbeton-Spindelmauer,
- c) aus Fertigteilen zusammengestellte Träger.

Von der ganzen Konstruktion wurde nur der Behälter in der Montagebauweise ausgeführt; das Gewicht desselben wird von einer Spindelmauer getragen und an die Grundplatte übergeben. Der innere Durchmesser der Spindelmauer beträgt  $2 \text{ m}$ , seine Wanddicke  $14 \text{ cm}$ . Der Behälter besteht aus zwei kegelförmigen Fertigteilchalen. Der umgekehrte, abgestumpfte Kegel, der den Wasserspeicherraum bildet, stützt sich mit seinem Kreis kleineres Durchmessers auf die Spindelmauer. Durch diese äusserst günstige Durchbildung

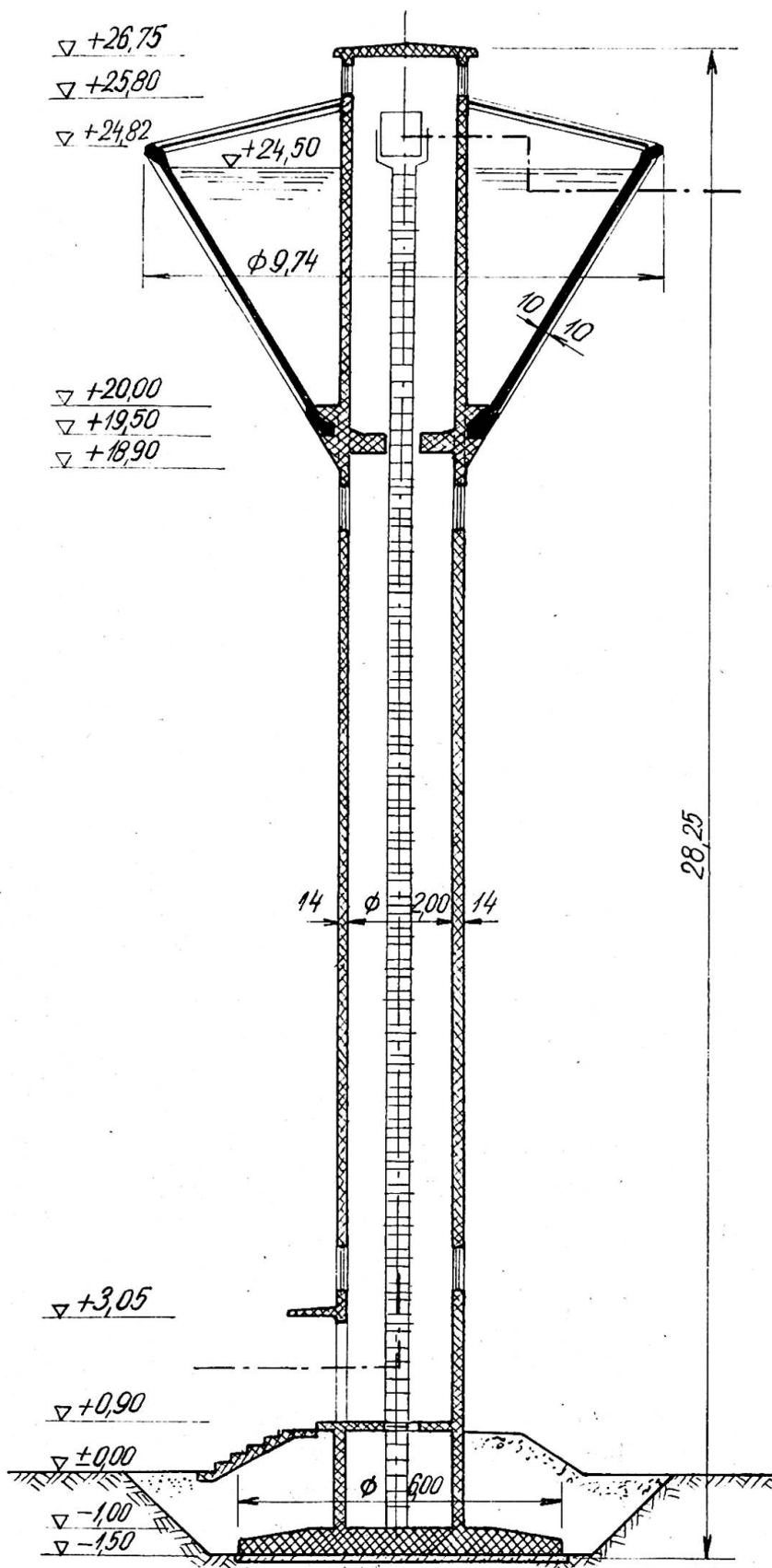


Bild 4 - Längsschnitt des 100 m<sup>3</sup> Wasserturms von Aszód.

liess es sich erreichen, dass die Ringkräfte entlang der Erzeugenden praktisch gleich wurden und der Raum konstanter Dicke überall gleich gut ausgenutzt ist.

Der Behälter wurde aus 12 trapezförmigen, je 3 Mp schweren Bogenplatten und aus einer gleichen Zahl je 600 kp schwerer Betonrippenplatten montiert. Das Interessante bei dieser Lösung war, dass der Behälter, dessen Gewicht etwa 600 Mp beträgt, auf der Erde gebaut und nach Erhärten des Fugenbetons (Bild 5) unter Einsatz von 25 Mp Flaschenzügen, die sich auf die Spindelmauer aufstützen, mit Hilfe von drei 5 Mp Handwinden in die Einbauhöhe gehoben wurde. Ein jedes Teil wurde einzeln angefasst, das Gewicht von vier Elementen wurde unter Zwischenschaltung einer Doppelwippe auf einen Flaschenzug übertragen. Das untere Glied des Flaschenzugs

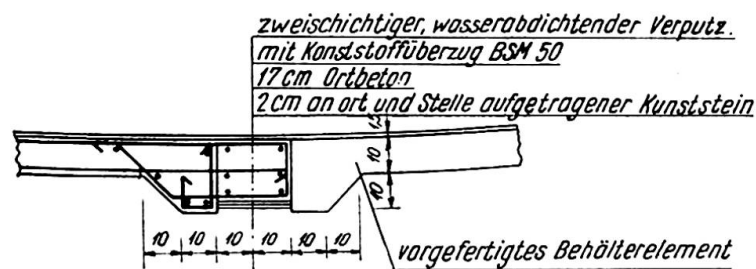


Bild 5 - Verbindung der Fertigteile.

befindet sich in der Höhe der Dachdecke, während das obere Glied in eine, den Flaschenzug tragende, drillierte Konsole eingebaut wurde, die an der Dachdecke des Spindels angebracht ist (Bild 6, Bild 7).

Die Wasserundurchlässigkeit des Behälterbetons besorgte ein Kunststoffüberzug BSM 50, welcher auf einen zweischichtigen, wasserdichten Portlandzementmörtelverputz aufgetragen worden war. Auf die Dachelemente hatte man einen 4 cm starken Schwammziegelüberzug aufgetragen und deckte diesen mit einer verzinkten Stahlplattenhaut ab. Der Wasserturm hat die Form eines Kelches und lässt auf der Aussenseite der Fassade den Strukturaufbau und die Verbindung der Fertigteile hervortreten.

### 3 - Fertigteilbrücken

Von unseren Fertigteilbrücken möchte ich die neue Brücke im Überschwemmungsgebiet der Theiss in Szolnok beschreiben.

Diese Brücke wurde anhand des Umbauens der alten Theiss-Brücke und der, das Überschwemmungsgebiet überquerenden Strasse erstellt.

Sie besteht aus 15 gleichförmigen Feldern, deren Spannweite je 15,70 m beträgt, und aus über den Böschungen sich an diese anschliessenden Konstruktionen mit der Spannweite von je 10 m. Die einzelnen Felder sind durch an

Bild 6 - Montierter Behälter  
vor dem Heben.

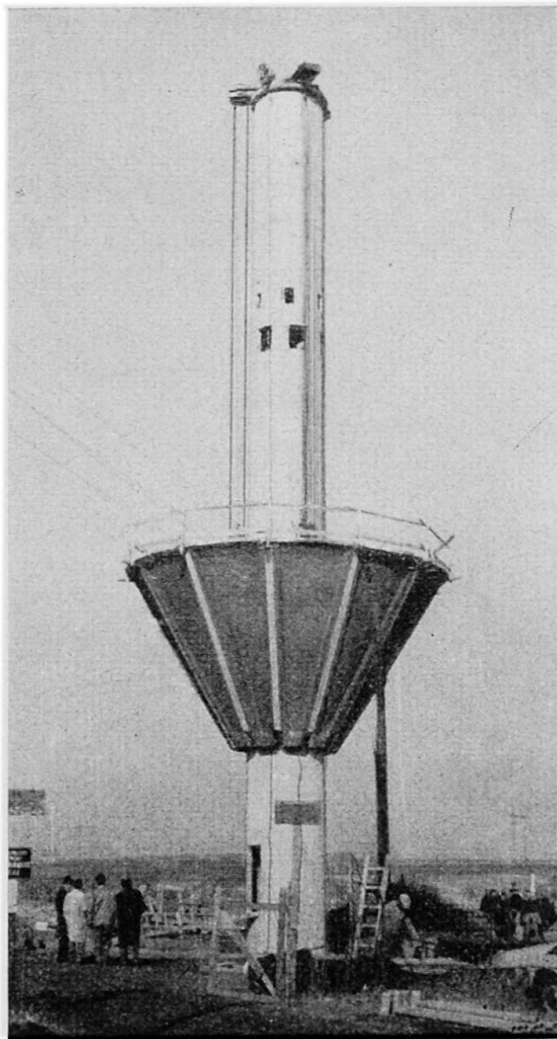
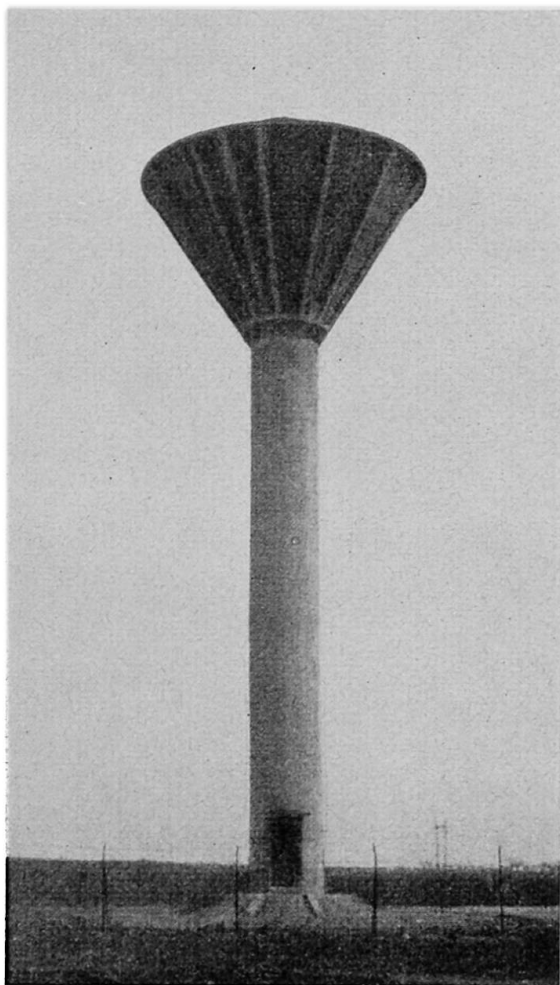


Bild 7 - Ansicht des fertiggestellten  
Wasserturms.

zwei Stützen gelagerte Konstruktionen überspannt, die beiden äusseren derselben sind monolithische Stahlbetonplatten mit Kapelle, während in den Feldern, deren Spannweite 15,7 m beträgt, je 8 nachgespannte, vorgefabrizierte Hauptkastenträger versetzt wurden (Bild 8).

Die einzelnen Hauptträger bestehen aus zwei Endelementen und drei dazwischenliegenden Teilen (Bild 9). Die 4. bzw. 6 Mp wiegenden Teile wurden in einem, auf der anschliessenden Teilstrecke installierten Werk auf Rütteltischen hergestellt. Die fünf Elemente eines Hauptträgers konnten gleichzeitig fabriziert werden, die Zeitdauer eines Herstellungszyklus betrug



24 Stunden. Nach dem Betonieren erhielten die Elemente eine Dampfbehandlung die sie instand setzte, den Transport zur Lagerungstätte ohne Schaden zu ertragen.

Die Teile wurden mittels einer 3,5 cm starken Mörtelschicht miteinander verbunden, Montage und Vorspannen erfolgten an einer Stelle nahe dem Brückenkopf. Zu diesem Zweck wurden 4 Spannbetten errichtet. Zusammenstellung, Spannen und Injektieren nahmen im Mittelwert eine Woche in

*Querschnitt in den dazwischenliegenden Feldern.*

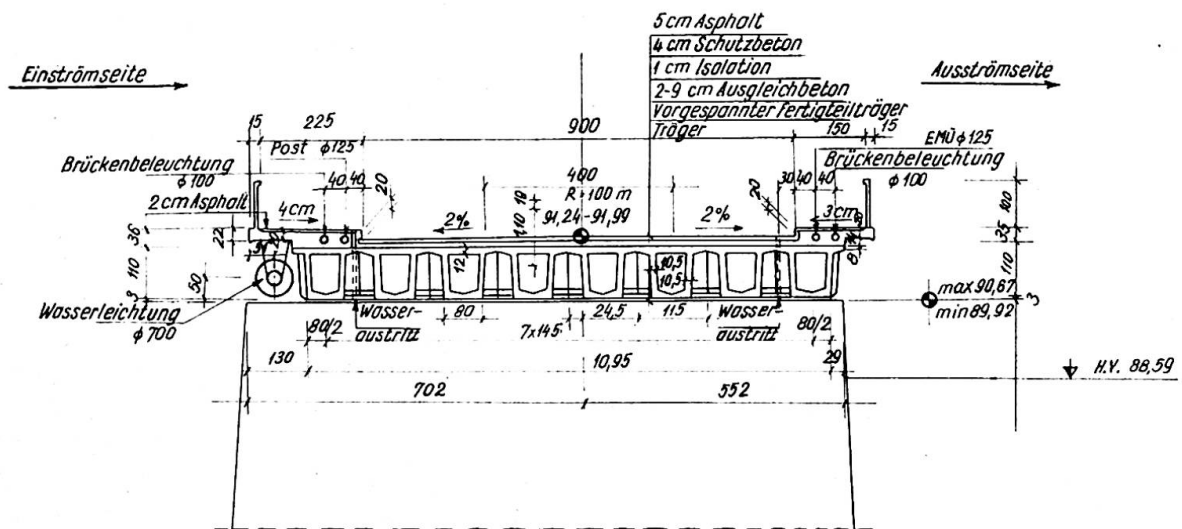


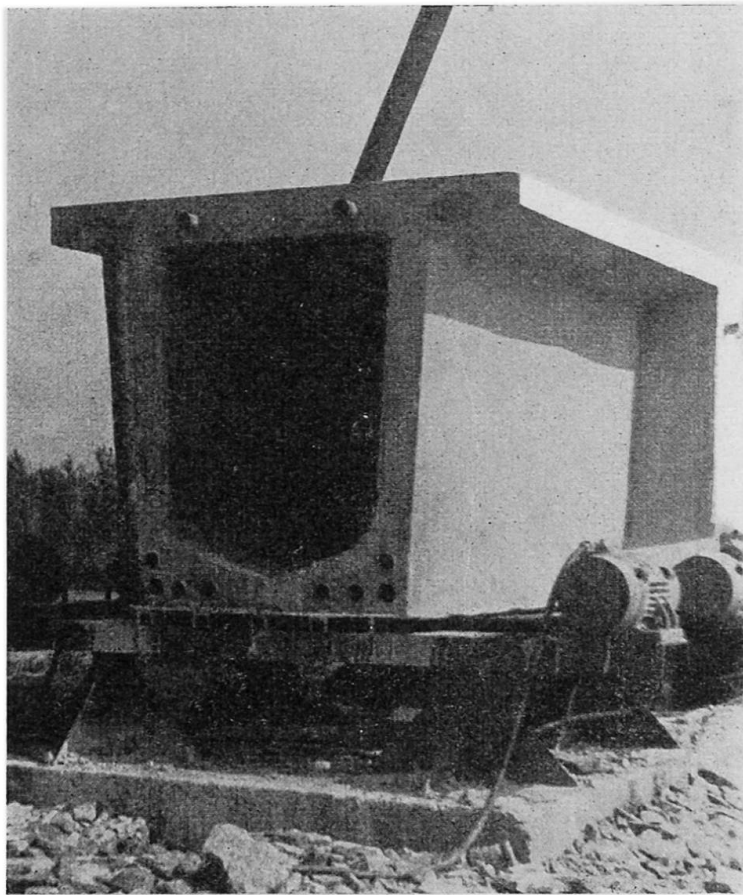
Bild 8 - Querschnitt der Fertigteilbrücke.

Anspruch. In einem jeden Träger befinden sich 8 untere, gerade, bzw. aufwärts gebogene, aus je 18 5 mm  $\varnothing$  Drähten und zwei obere, aus je 6 Drähten bestehende Kabel.

Das Versetzen der 26 Mp wiegenden Hauptträger wurde mit einer im Bild 10 gezeigten Hebevorrichtung durchgeführt. Die Träger wurden auf einer schmalspurigen Bahn von hinten an die Hebevorrichtung herangefahren, einige cm hoch gehoben und auf zwei Laufkatzen aufgehängt nach vorn transportiert und dann herabgelassen, bis die endgültige Einbauhöhe erreicht war. Zum senken auf etwa 1,5 m zog man Zerstörungshaspeln heran, als Reserve waren je eine Kettenaufzugsrolle eingesetzt. Die quergerichtete Bewegung der Träger auf den als Gleitschuh fungierenden Schienen wurde ebenfalls mit Hilfe von Zerstörungshaspeln bewerkstelligt. Die Umstellung der auf drei Stützen gelagerten Hebevorrichtung in ein neues Montagefeld erfolgte in der Weise, dass man die vordere Abstützung beseitigte und die zwei hinteren Abstützungen auf Roliwagen aufgesetzt die Hebevorrichtung vorwärts schob.

Die Hauptträger wurden, beim End- und den dazwischenliegenden

Bild 9 - Fertigteile.



Querbalken mit je 4, aus 18 Stück 5 mm  $\varnothing$  Drähten bestehenden Kabeln in Querrichtung zusammengespant.

Das Seitengefälle der Fahrbahn kam durch den, auf den Hauptträgern aufgebrauchten Ausgleichbeton veränderlicher Stärke zustande. Auf diesen wurde dann die dreischichtige bituminöse Blankplatten-Isolation, der Schutz-

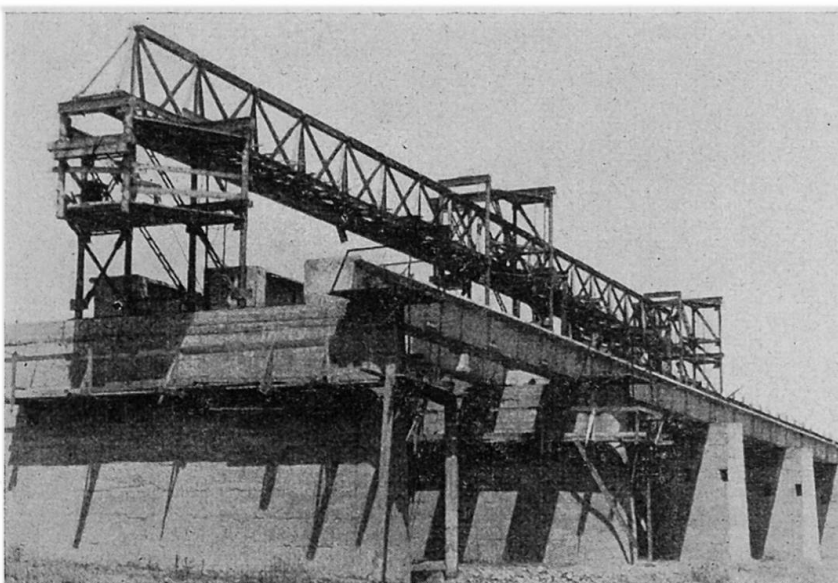


Bild 10 - Montage der Brückenträger.

beton und der 5 cm dicke Gussasphalt-Belag aufgetragen. Die Bürgersteige sind an Ort und Stelle hergestellte Stahlbetonplatten mit Konsolen.

#### 4 - Fertigteilstützwand

Abschliessend soll noch der Plan einer Fertigteilstützwand (Bild 11) besprochen werden (Entwurf: Vero - Sasvári - UVATERV). Der Grund der Stützwand ist ein Strassentunnel, die Fertigteile wurden auf diesen versetzt. Der Hauptteil ist ein nach beiden Seiten hin offener Kasten, aus dem die Wand zusammengesetzt wird. Die Länge eines Fertigteilblocks beträgt etwa 1,40 m. Zwischen solchen Blöcken bildet sich ein 10 cm breiter senkrechter Kanal, der mit minimaler Bewehrung versehen und mit Beton der Güteklasse

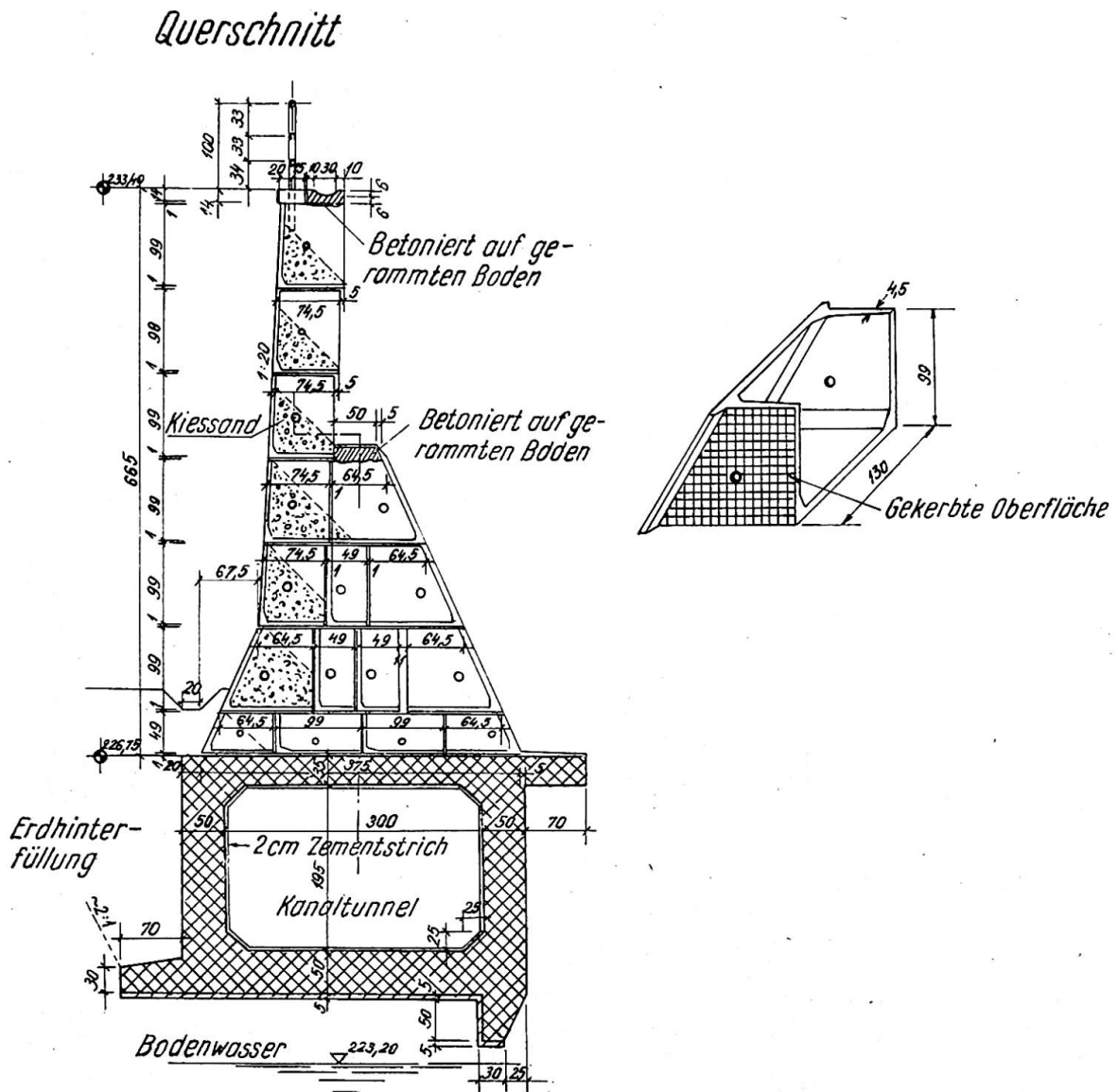


Bild 11 - Querschnitt der Fertigteilstützwand.

B 140 vergossen wird. Dadurch ist für Verbundwirkung und Aufnahme der Zugkräfte gesorgt. Die Kästen werden abschnittsweise mit Sand aufgefüllt, wodurch die Gewichtsstützwand-Wirkung gewährleistet ist. Ein Fertigteil wiegt 540 kp, die Güte des zur Herstellung verwendeten Betons war B 280. Die Eisen der dazwischenliegenden, monolithischen Stahlbetonrippen schliessen sich durch Dorne dem Grund an.

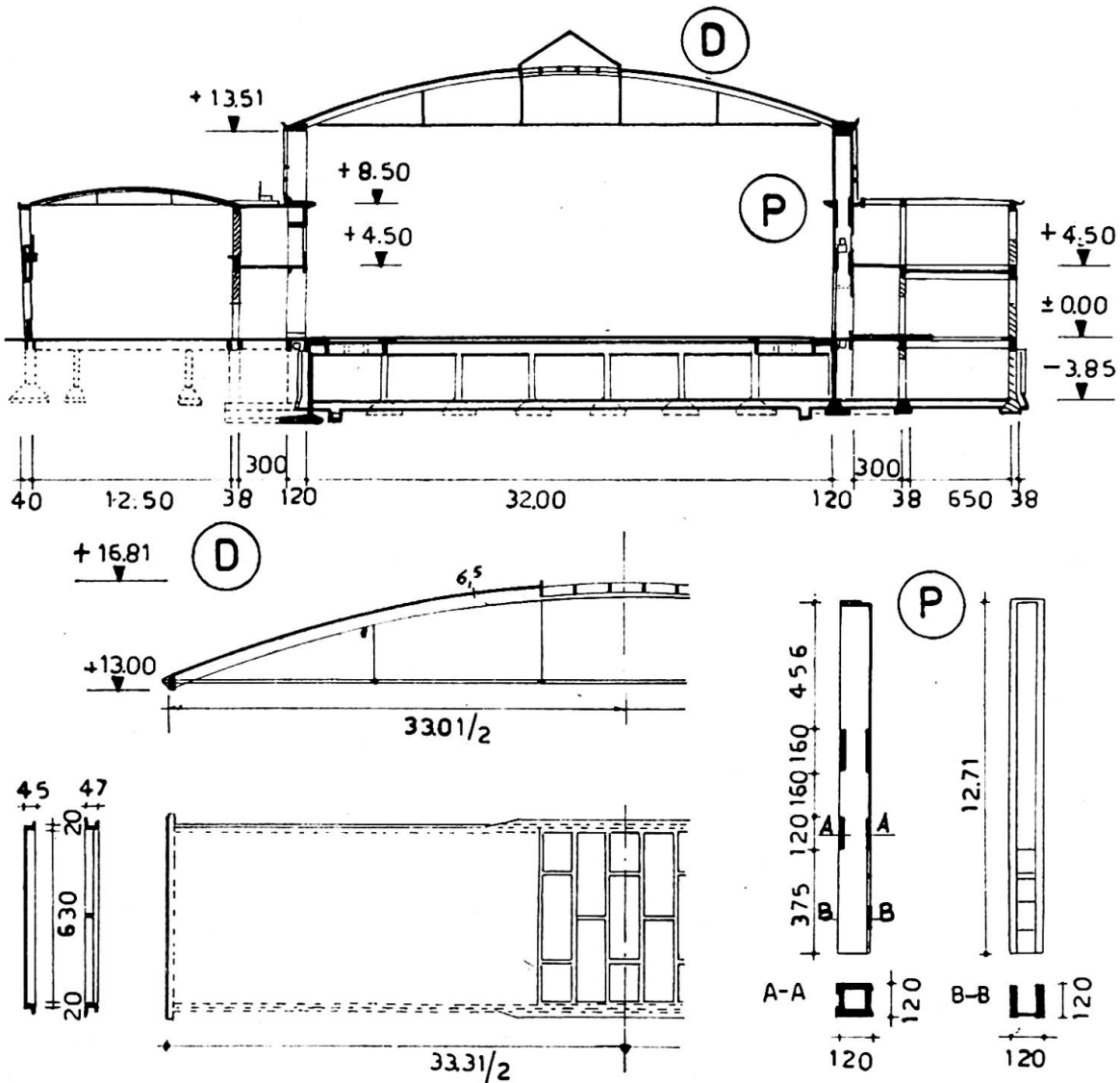


Bild 12 - Querschnitt der Kabelfabrik. Details der Tonne und der Stütze.

## II - Konstruktionen von Industriebauten

Die Fertigteilkonstruktionen von Industriebauten sind in Ungarn im allgemeinen durch die grossen Abmessungen der verwendeten, auf der Baustelle vorgefertigten Elemente gekennzeichnet. Bereits 1950 wurden 60

Mp-Teile montiert, wo doch damals anderswo die Gewichtsgrenze noch bei 10 bis 15 Mp lag.

In jüngster Zeit macht sich die Tendenz bemerkbar, die Elemente vorwiegend in zentralen Werken herzustellen und nur die Bauteile, die mehr als 10 Mp wiegen, werden auf Baustelle vorgefertigt.

Im folgenden soll von den Fertigteilkonstruktionen, die in den letzten Jahren ausgeführt worden sind,

- 1 - eine Werkhalle, montiert aus an Ort hergestellten Grosselementen,
- 2 - der Bau einer grossen Industrieanlage, für welche die Bauteile in einem auf der Baustelle installierten, zentralen Herstellungswerk vorgefertigt wurden,
- 3 - und ein neuartiges Spannverfahren, bei dem das Spannen in Ringsrichtung erfolgt, beschrieben werden.

### *1 - Werkhalle einer Kabelfabrik*

Die Dachkonstruktion der Halle wurde aus grossformatigen, auf der Baustelle vorgefertigten Tonnenschalenelementen mit Zugband montiert (Entwurf: Gy. Mátrai und K. Pászti). Die Halle wurde für die Budapester Kabelfabrik erstellt; Querschnitt, sowie, Einzelheiten der Tonnen und Stützen werden im Bild 12 gezeigt.

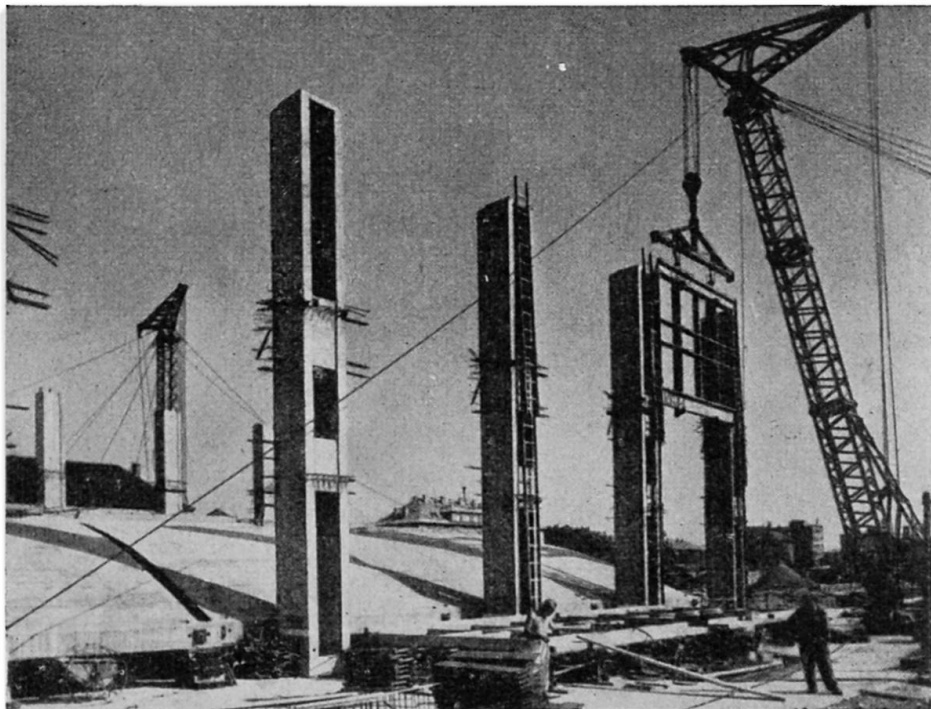


Bild 13 - Heben der Seitenwandplatten mit Fenster.

Die Stützen haben Hohlräume, die zur Aufnahme der Versorgungsleitungen dienen. Grundrissabmessungen: 120/120 cm, die Stützen bestehen aus zwei Gurten und Laschen, die letzteren miteinander verbunden. Das Gewicht einer Stütze beträgt 22,7 Mp.

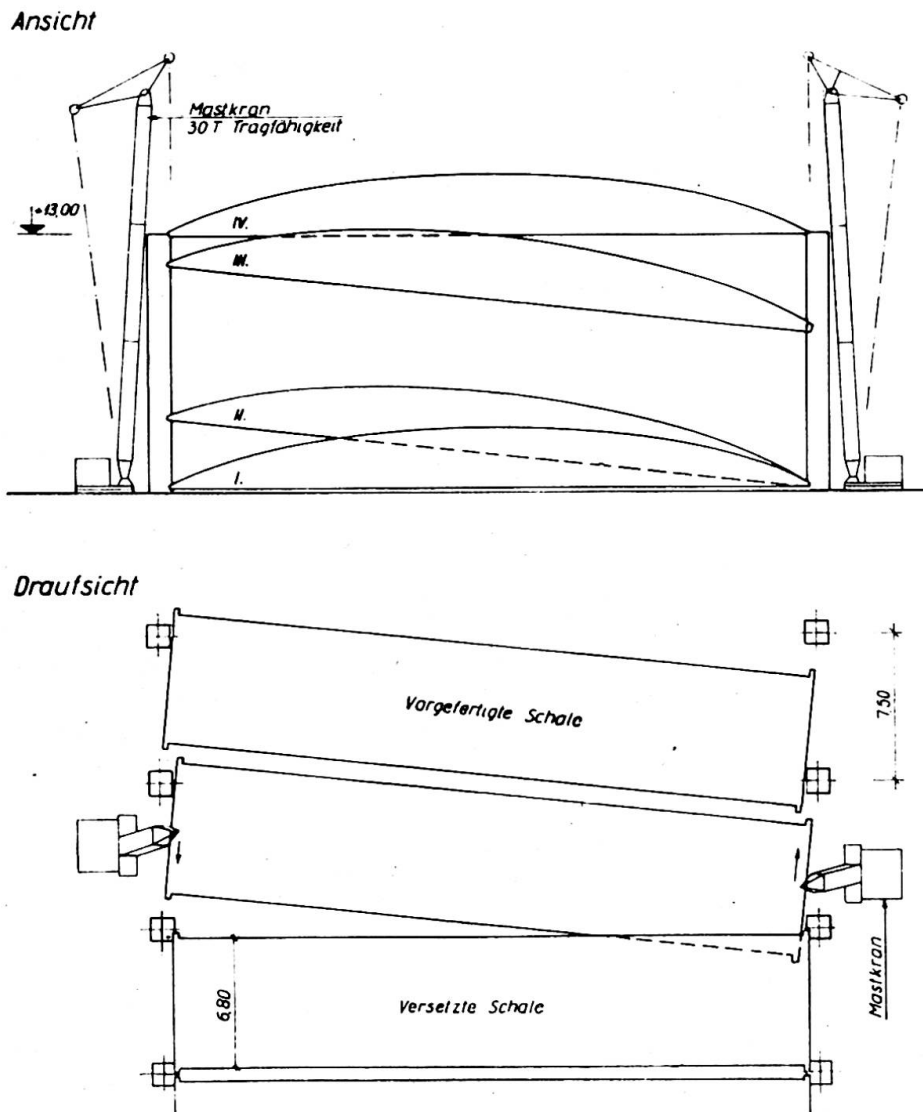


Bild 14 - Fertigung der Tonnenschalen. Skizze des Hebens.

Ein Tonnenschalenelement wiegt 57 Mp. Die Plattendicke ist 6,5 cm. Der Baustoffbedarf macht an

Beton	0,092 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Betonstahl	0,135 q/m <sup>2</sup>
Schalungsmaterial	1,190 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> aus.

Die Verschalung einer Tonnenschale besteht aus 9, in Stahlwerk ausgeführten mit 38 mm Dielen belegten Tafeln. Die Tafeln werden bei der

Ausschalung auf niedrige, mit zwei Rädern ausgestattete Rollwagen herniedergelassen und mit diesen zur nächsten Tonnenschalung gefahren.

Die bereits aufgestellten Stützen, die angefertigten Tonnenschalen und die Montage der mit Fenstern versehenen Seitenwandplatten sind im Bild 13 zu sehen.

Die Tonnenschalen werden unter ihren endgültigen Einbaustellen, in einer etwas verdrehten Lage hergestellt (Bild 14), da sie sonst wegen den bereits früher errichteten Stützen nicht hätten angefertigt werden können.

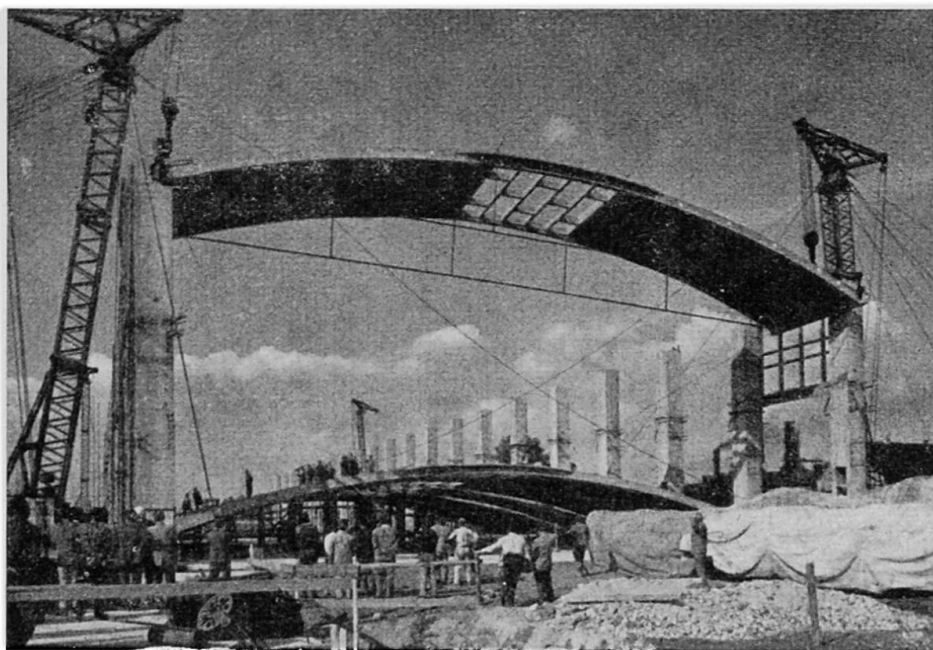


Bild 15 - Heben der Tonnenschale.

Die Tonnenschalen haben — wie dies aus dem Bild hervorgeht — in schräger Lage im Fall Platz nebeneinander, dass ihre Breite bei einem Achsabstand von 7,50 nur 6,80 m beträgt. Der Zwischenraum von 70 cm bei den Tonnenschalen wird mit kleinformatischen Fertigplatten abgedeckt.

Das Heben der Tonnenschalen erfolgte mittels zweier Mastkrane, deren Tragfähigkeit je 30 Mp betrug. Während des Hebens war die Tonnenschale durch zwei Wippen an vier Punkten angefasst. Täglich versetzte man je eine Tonnenschale. Der Hebevorgang selbst nahm eine Stunde in Anspruch (Bild 15).

Bild 16 zeigt die Innenansicht der Halle.

## 2 - Halle einer Kunstdüngerfabrik

In Ungarn ist zur Zeit eine grosse Kunstdüngerfabrik im Bau begriffen, die in der zweiten Ausbaustufe mit weiteren, sich der Anlage anschliessenden

chemischen Betrieben ergänzt werden soll. Die Werkhallen der Kunstdüngerfabrik, 20 an der Zahl, wurden alle in Fertigteilkonstruktion ausgeführt.

Die Vorfertigung der Teile erfolgte in einem, auf der Baustelle installierten, weitgehend mechanisierten und gut ausgerüsteten Herstellwerk, mit einem Jahresausstoss von etwa 8000 m<sup>3</sup>. Ursprünglich sollte das Werk nur dieses Bauvorhaben mit Teilen versorgen, doch hält es die Produktion als permanente Fertigteilfabrik auch weiterhin aufrecht. Ungefähr 85% der

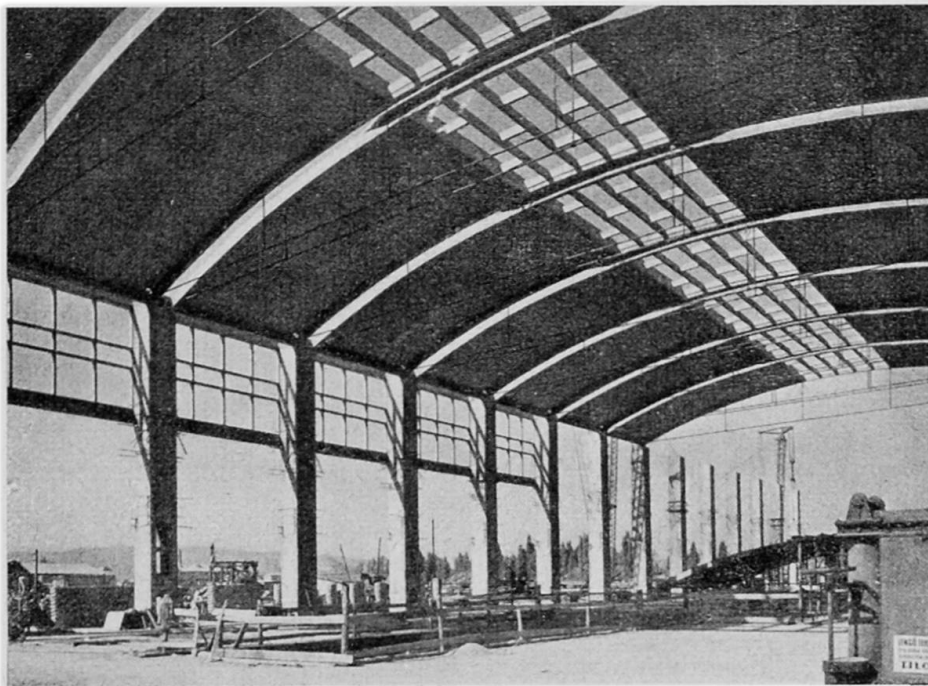


Bild 16 - Innenansicht der Halle.

Konstruktion wurde in diesem Werk vorgefertigt und nur etwa 15% der Elemente, deren Gewicht mehr als 10 Mp betrug, hat man am Ort unter der Einbaustelle hergestellt.

Die Gestalter der Fabrik (L. Rajnai und M. Gnädig und Mitarbeiter vom IPARTERV) Projektierungsbüro für Industrieanlagen waren bestrebt, die einzelnen Bauten nach einheitlichen Grundsätzen, in der Weise zu entwerfen, dass diese unter Verwendung einer größtmöglichen Zahl gleichartiger Bauelemente montiert werden können. Für sämtliche Konstruktionen sah man den gleichen Rahmenstand von 6,00 m vor und das Modulmaß wurde in vertikaler Richtung zu 60 cm festgelegt. Für die verschiedenen Stützweiten wurden Typen-Trägerkonstruktionen entwickelt (Bild 17).

Es gelang die 20 Hallen der erwähnten Kunstdüngerfabrik aus insgesamt 4 dieser Typenkonstruktionen zu erbauen.

Der Hauptträger der Halle, deren Stützweite 30 m betrug, wurde aus 5,



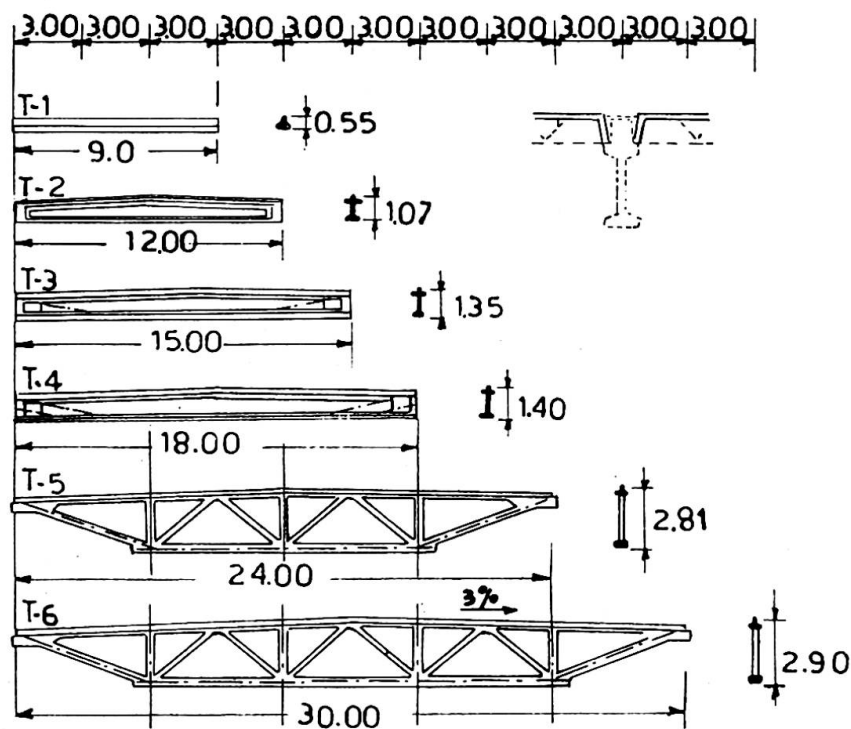


Bild 17 - Typen-Trägerkonstruktionen.

je 6 m langen Fachwerkträger Elementen die nachträglich zusammengespant wurden, montiert.

Den 18 m Träger spannte man aus je 3 m langen, Elementen mit I-Querschnitt zusammen.

Der Träger, dessen Spannweite 12 m beträgt, wurde aus einem Stück hergestellt, hat Weichstahleinlagen und einen I-Querschnitt.

Der Träger mit der Spannweite von 9 m hat einen Rechteckquerschnitt.

Sämtliche Dachelemente sind gleichförmig, sie haben die Abmessung:  $5,72 \times 1,19$ . Insgesamt wurden 3400 solche Dachteile angefertigt. Die Seitenwandfertigplatten sind ebenfalls alle gleich mit den Abmessungen  $5,98 \times 0,59$  und  $5,98 \times 0,59$  m. Es wurden 1300 solcher Wandplatten

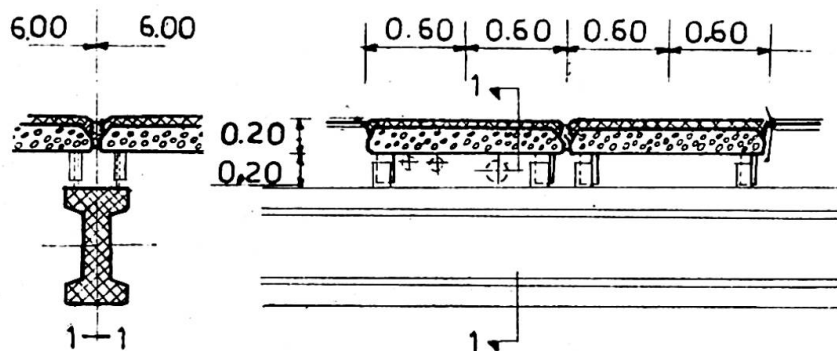


Bild 18 - Wandplatte.

fabriziert. Ihre Dicke beträgt 20 cm und sie wurden aus armiertem B 70 Hüttenschlackschlackenbeton hergestellt und sind auf der äusseren Fläche mit einer 2,5 cm dicken Betonschicht versehen, in welche kurz nach dem Auftragen Kalksteinsplitt eingewalzt wurde (Bild 18).

Die Wandfertigplatten wurden an die Stützen 20 cm von ihrer Aussenfläche entfernt auf eine Weise befestigt, dass die aus der Platte herausragenden Winkeleisen an die aus den Fertigteilplatten herausstehenden Winkeleisen angelehnt und diese dann verschweisst wurden. Diese Art der Verbindung hat den zusätzlichen Vorteil, dass entlang der inneren Fläche der

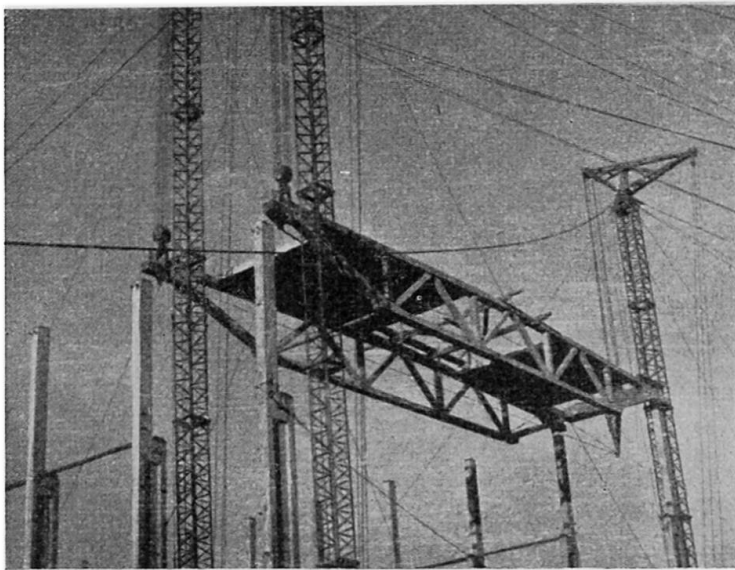


Bild 19 - Heben zweier, mit Dachteilen zusammengebauter Fachwerkträger.

Platten ungeachtet der Stützen, welche Leitungen auch immer angebracht werden können, ohne dass diese um die Stützen herumgeführt zu werden brauchten.

Der Fachwerkträger, dessen Spannweite 30 m betrug, wurde um der Ausbiegungsgefahr des oberen schmalen Druckgurts zu begegnen paarweise und mit den auf sie zu verlegenden Dachelementen zusammengebaut montiert (Bild 19). Eine solche zusammengebaute Konstruktion wiegt 54 Mp. Das Bild zeigt das Heben der Teile mit drei Mastkranen.

Bild 20 zeigt die Konstruktion der Halle. Die Stahlfenster, die zwischen die Seitenwandplatten verlegt werden sollen, sind im Bild noch nicht montiert.

Die Halle, deren Spannweite 18 m beträgt ist im Bild 21 zu sehen.

### 3 - Vorgefertigte oder monolythische Zylinderwände

Silos, Wasserbehälter und andere Stahlbetonkonstruktionen werden in Ungarn immerbreiteter nach dem Mo-Ta-La Verfahren in Ringrichtung

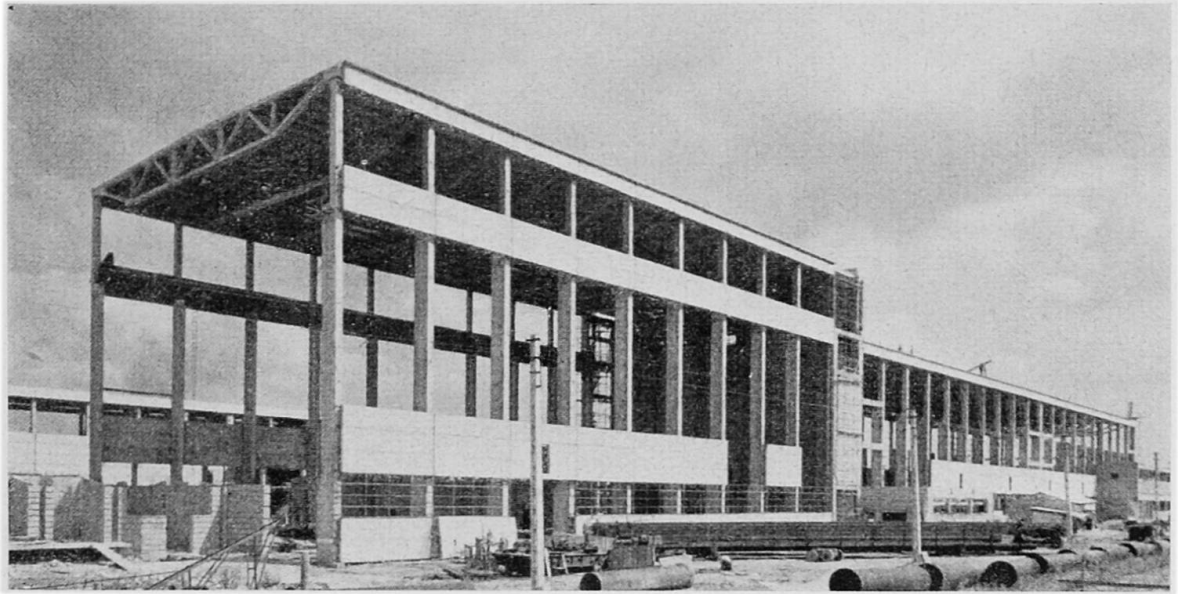


Bild 20 - Fertigmontierte Halle.

vorgespannt, diese Vorspann ermöglicht ein weitgehendes Herabsetzen der Reibung. Nach dieser Methode erfolgt das Spannen mittels eines aus mehreren (beispielsweise aus 6  $\varnothing$  7 mm) Spanndrähten bestehenden Bündels, das den ganzen Umfang umfaßt. Das Spannen der Bündelenden wird mit in entgegengesetzter Richtung wirkenden Spannpressen, durchgeführt, die sich auf eine mit konischen Bohrungen versehene entlang einer Erzeugenden der

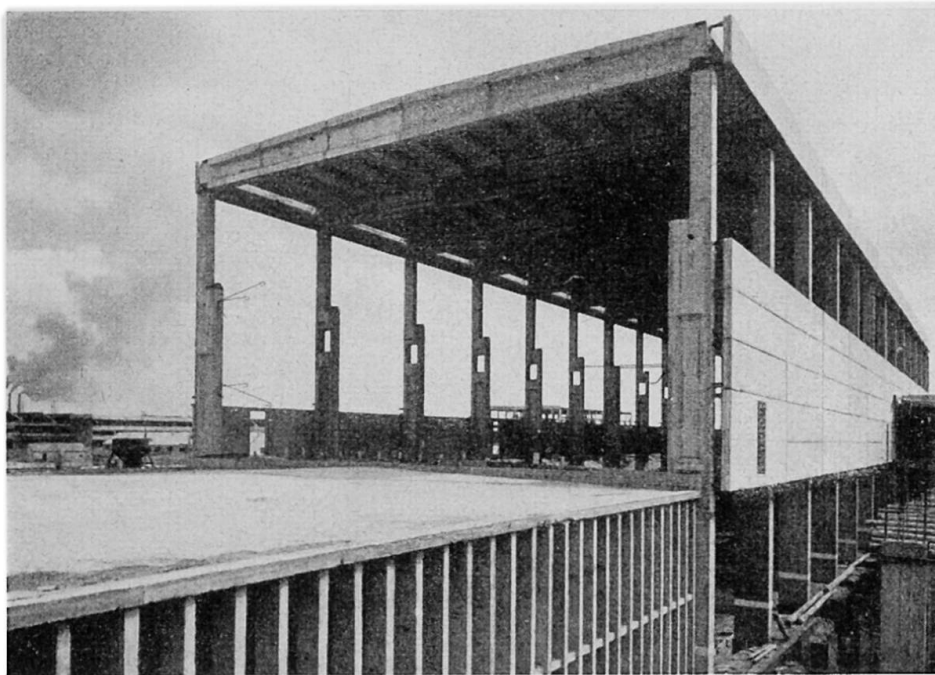


Bild 21 - Halle mit der Spannweite von 18 m.

Zylinderwand angeordnete Verankerungsstange aus Stahl (mit beispielsweise  $\varnothing 70$  mm) aufstützen (Bild 22).

Wenn man das sich an die Betonfläche anschmiegende Bündel unmittelbar anspannte, würde die Reibung zwischen dem Spannkabeln und dem Beton einen wesentlichen Teil der Spannkraft aufbrauchen. Zur Beseitigung der Reibung werden beim Anspannen eines jeden Bündels die im Bild 23 gezeigten Pendel (30 bis 36 Stück) entlang des Bündels am Umfang angeordnet. Die Pendestiele sind in mittlerer Lage radialgerichtet.

Die Drähte der Bündel werden in das, am freien Ende der Pendel befindliche, kammartig ausgebildete Einspannteil auf Stützstäbchen aufgelegt.

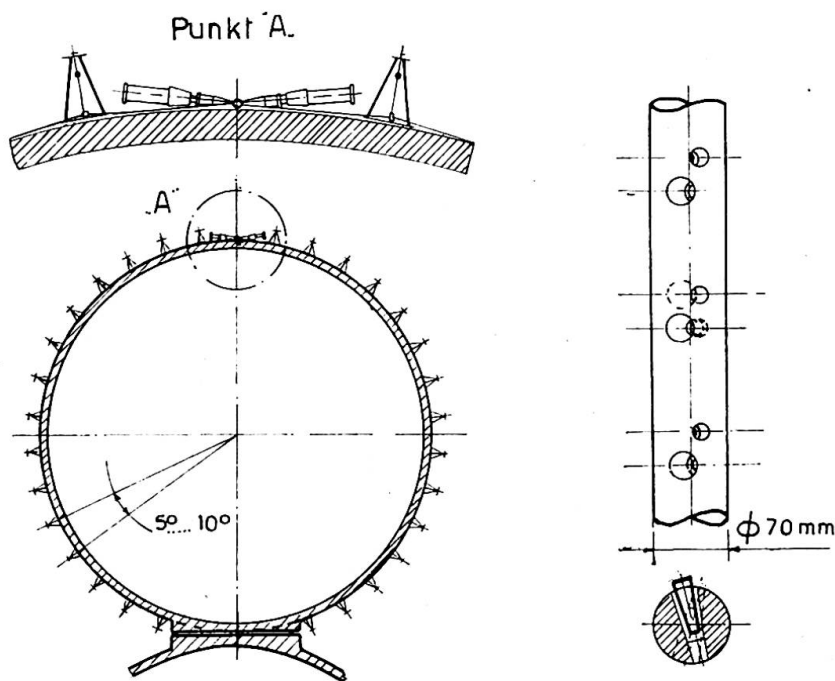


Bild 22 - Reibungvermindertes Spannen einer Zylinderwand.

Mit Hilfe zweier z.B. Freyssinet-Spannpresen werden die Drähte solange angespannt, bis sich diese an die Wand anschmiegen. Danach wird das Bündel mit den Pendeln von der Betonfläche weggezogen, so dass das zustandegekommene Polygon den Zylindermantel nirgends mehr berührt. Dadurch ist eine gewisse Spannkraft bereits aufgetragen. Danach wird mit Hilfe der Spannpresen die erforderliche Spannkraft ausgeübt. Die an Bolzen der Pendeln auftretende Reibung ist so geringfügig, dass die Spannkraft entlang des Umfanges rundherum gleichmässig wird. Das auf diese Weise angespannte Drahtbündel ist nun ohne Draht spannungseinbusse auf die Zylinderwand herniederzulassen. Aus diesem Grund ist die Herablassung der Pendel auf der, der Spannpresen gegenüberliegenden Seite paarweise anzufangen wobei durch Betätigung der Pressepumpen stets, dafür zu sorgen

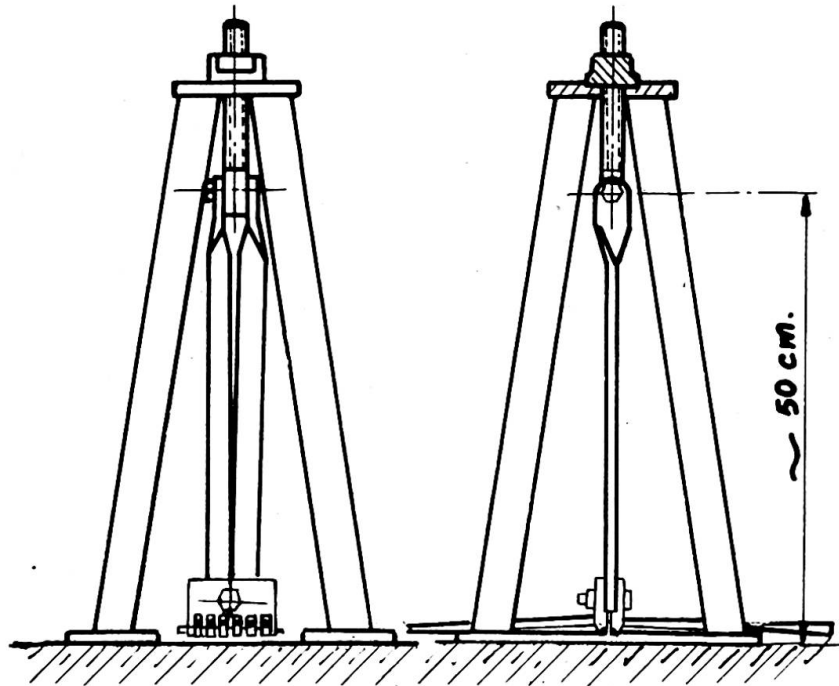


Bild 23 - Pendel zur Verminderung der Reibung.

ist, dass keine Verminderung der in den Drahtbündeln wirkenden Spannkraft eintrete. Nach beendeter Herablassung sämtlicher Pendel werden die Kabel durch Eindrücken der Verankerungskegel an die Verankerungstange befestigt, nun entfernt man die Pendel und montiert sie an die Stelle des nächsten Bündels.

Bild 24 zeigt die Pendel.

Das Verfahren wurde bei den verschiedensten Konstruktionen mit Erfolg angewendet.

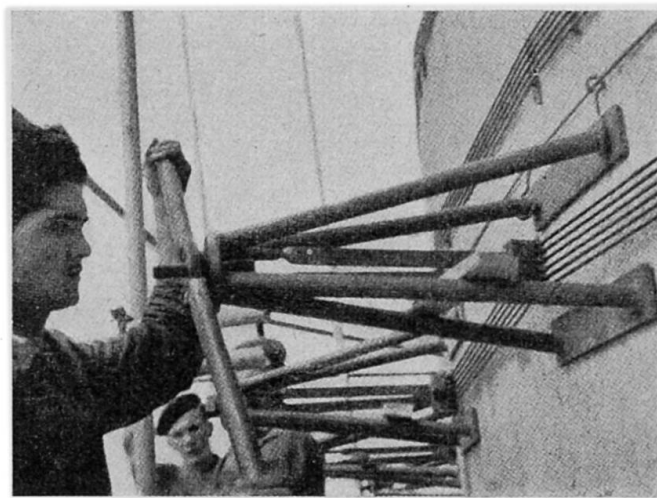


Bild 24 - Durchführung des Spannens.