

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

**Band:** 2 (1936)

**Artikel:** Anwendung der Vorspannungen auf Staumauern

**Autor:** Coyne, M.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-2863>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

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

## VI 7

### Anwendung der Vorspannungen auf Staumauern.

### Utilisation des précontraintes dans les barrages.

### The Application of Pre-Stressing in Dams.

M. Coyne,

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Paris.

Wir haben in dem 1. Band der Abhandlungen der I.V.B.H. auf verschiedene Konstruktionsmöglichkeiten für die Verstärkung alter Staumauern hingewiesen und über Arbeiten berichtet, die in Algerien auf unsere Anregung hin geplant waren. (Verstärkung der Staumauer von Cheurfas.) Waren es damals erst Vorversuche, so haben seitdem die Arbeiten zu einem vollen Erfolg geführt, so daß sie verdienen, vor dem Kongreß erwähnt zu werden.

Die am Oued Mékerra 20 km oberhalb von St. Denis am Sig (Département Oran, Algerien) gelegene Talsperre der Grands Cheurfas wurde in den Jahren



Fig. 1.

Cheurfas-Staumauer.

1880—1882 erbaut für die Bewässerung der fruchtbaren Ebene am Sig (so heißt der Mékerra im unteren Teil seines Laufes). Sie ist eine Schwerkriegtsmauer aus Bruchsteinmauerwerk und mißt an ihrer höchsten Stelle 30 m (Fig. 1).

Sie gehört zu denjenigen französischen Schwerkriegtsstaumauern, die im Laufe des vorigen Jahrhunderts erbaut worden sind, und deren Sicherheitsgrad zuweilen sehr klein ist. Mehrere von ihnen sind gebrochen, z. B. Bouzey, und ferner, näher bei uns, die Staumauer des Oued Fergoua und des Habra. Ver-

anlaßt durch diesen letzten Einsturz hat das Gouvernement Général d'Algérie die Verstärkung der Staumauer Cheurfas beschlossen.

Das angewandte Verfahren besteht darin, die Staumauer mittels Zuganker, die wie große Schrauben oder Zugbohrer wirken, im Untergrund zu verankern. Wenn man sich zwischen Punkt A des Untergrundes und Punkt B der Krone der Staumauer eine derartige in Spannung gesetzte Zuganker denkt (Fig. 2),

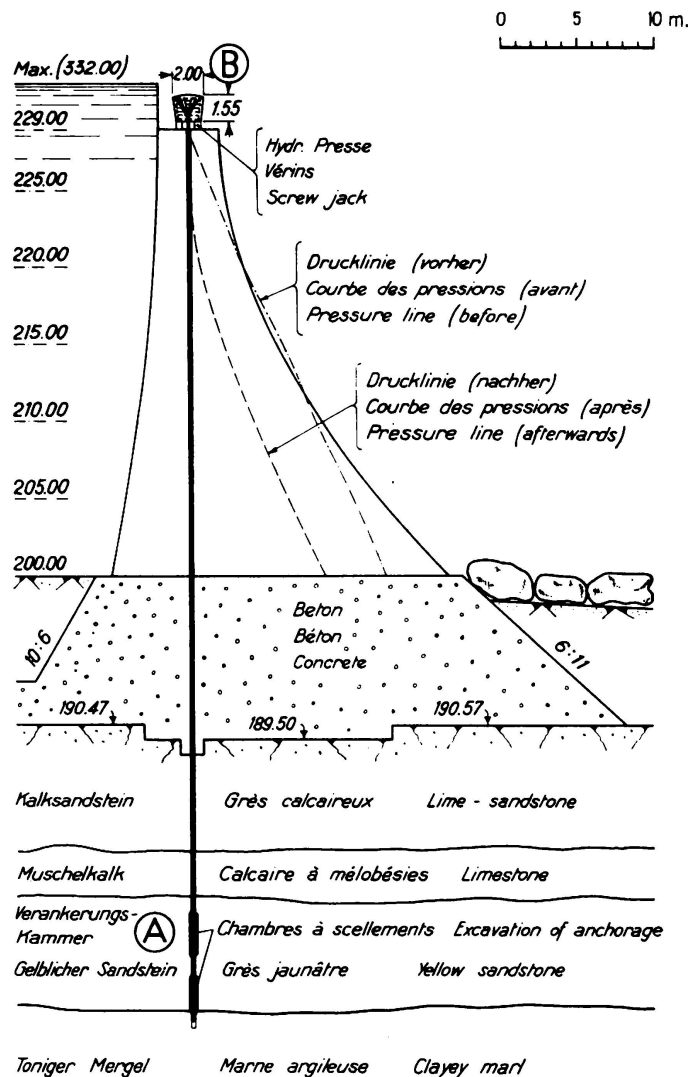


Fig. 2.

Wirkung der gespannten Zuganker. Änderung der Drucklinie.

kann man, indem man die Stärke und Anzahl der Zuganker verändert, die Lage der Resultierenden beliebig beeinflussen und dadurch den für die Staumauer erforderlichen Sicherheitsgrad wieder herstellen und sie gegebenenfalls erhöhen (die vorgesehene Erhöhung bei Cheurfas beträgt 3 m). Es handelt sich hier augenscheinlich nur um die Anwendung eines sehr einfachen, in der Praxis sehr gebräuchlichen Gedankens. Das Neue liegt hier in der Größenordnung der Kräfte. Jeder Zuganker übt auf die Krone der Staumauer eine Kraft von 1000 t aus und bei 37 Zuganker stellt man so für die Staumauer ein künstliches

Gegengewicht her, das einem Drittel des Gewichts der Konstruktion und der Hälfte des Wasserdruckes entspricht. Man vermag so die Resultierende nach Belieben zu verlagern und dadurch die Sicherheit wesentlich zu erhöhen.

Selbstverständlich ist die Durchführung der Arbeiten sehr langwierig und schwierig gewesen, umsomehr, als der Untergrund der Staumauer nicht besonders günstig war. Er besteht aus leichtem Sandstein, mit Kalk und Mergelinschlüssen und sogar aus Tribsand.

Vertikale Löcher von 25 cm Durchmesser und 50 m Tiefe sind durch die Staumauer bis zum Untergrund gebohrt worden. Im unteren Teil verbreitern sie

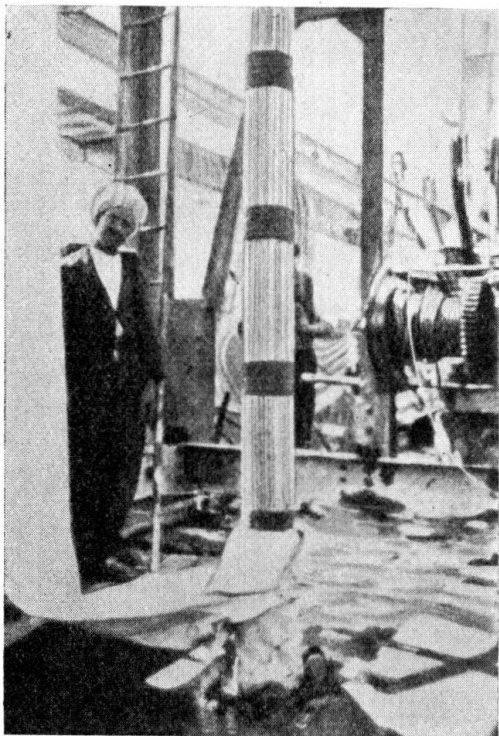


Fig. 3.

Versetzen der Zuganker von 1000 t.

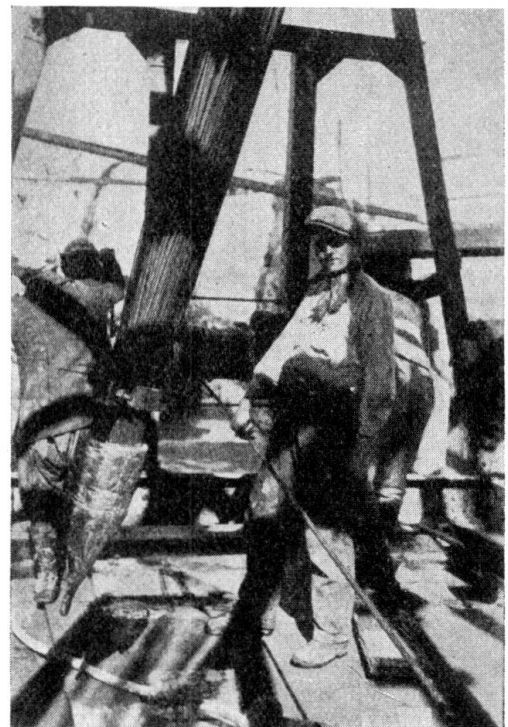


Fig. 4.

Zuganker von 1000 t.

sich in zwei übereinanderliegenden Verankerungskammern von 3 m Länge und 38 cm Durchmesser. In jedes Loch wird ein Kabel aus 630 parallelen Stahlstrahlen von 5 mm Durchmesser eingeführt (Fig. 3). Diese Drähte sind bis auf die untersten Meter in ihrer ganzen Länge zusammengebunden (Fig. 4). Sobald sie in die Verankerungskammern gelangt sind, verzweigen sie sich unter der Eigengewichtsbelastung des Kabels. Mit einem zur gleichen Zeit wie das Kabel heruntergelassenen Rohr werden die Verankerungskammern mit Zement ausgepreßt. Um zu vermeiden, daß das Kabel auf seiner ganzen Länge festhaftet, wird es über den Verankerungsräumen mit einer besonderen bituminösen Masse umgeben, die zwischen zwei Stoffumhüllungen eingeführt wird (Fig. 5). Es bleibt also, außer an der Stelle der Verankerung, gegenüber dem Mauerwerk vollkommen beweglich.

Auf der Staumauer verteilen sich die Drähte in einem Querhaupt aus Eisenbeton, das durch Schraubenwinden, die auf der Krone abgestützt sind, angehoben

werden kann. Hierdurch kann das Kabel gespannt werden (Fig. 6 und 7). Die Spannung des Stahls beträgt  $8000 \text{ kg/cm}^2$  und ist damit sechs- bis siebenmal so groß als die zugelassene Spannung im Eisenbeton.

Alle ausgeführten Verankerungen dieser Art sind sofort gelungen trotz der (ungünstigen) Beschaffenheit des Bodens. Sie haben im Laufe der Zeit nur einige Hundertstel ihrer Anfangsspannung verloren. Die leicht zu überwachende Spannung des Kabels kann übrigens durch Anziehen der Schraubenwinden wieder auf die ursprüngliche Höhe gebracht werden.

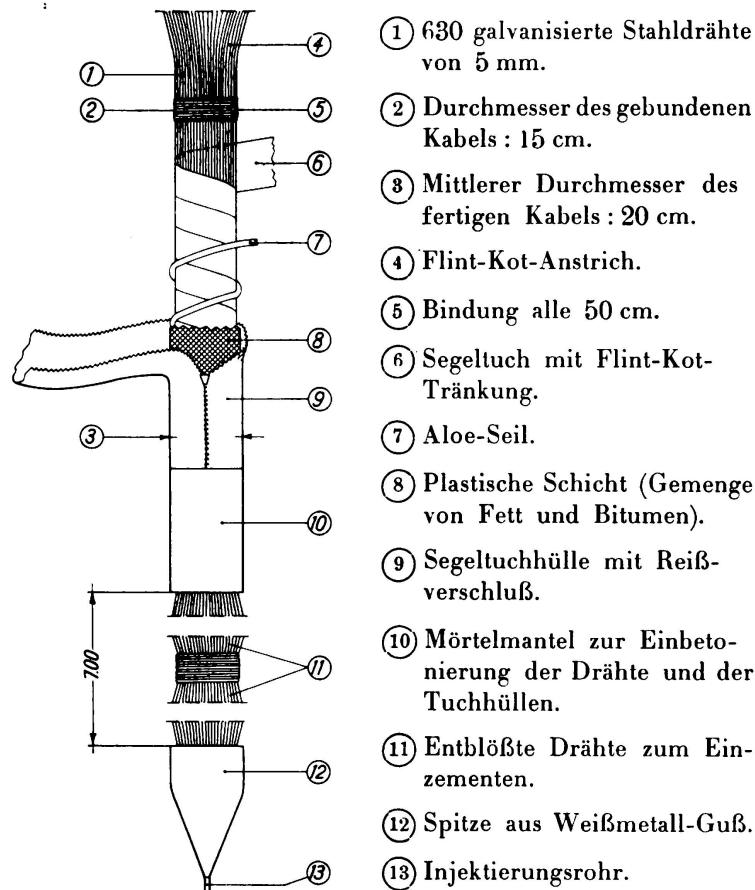


Fig. 5.

Schema der Herstellung eines Verankerungskabels.

Die Anwendung dieses Verfahrens hat eine Einsparung von 10 Millionen Francs gebracht (Fig. 8). Die Herren *Vergniaud*, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, und *Drouhin*, Ingénieur des Ponts et Chaussées, unter Zusammenarbeit mit der Fa. Rodio haben die Ausführung übernommen.

Das Verfahren besitzt zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Um den Leuchtturm von La Jument d'Ouessant zu verankern (Fig. 9), und um ihn gegen die großen Sturmfluten, die in dieser Gegend von ungewöhnlicher Heftigkeit sind, zu sichern, hat man ihn mittels eines halben Dutzend Zuganker von 1500 t Spannkraft im Boden verankert. Vor allem für Neuausführungen ist dieses Verfahren sehr wirksam und wirtschaftlich.

Der Schub von Bogenbrücken oder die Ankerkräfte der Kabel von Hänge-

brücken können auf diese Art und Weise sehr einfach aufgenommen werden, ohne daß es notwendig ist, große kostspielige und raumbehindernde Widerlager herzustellen.

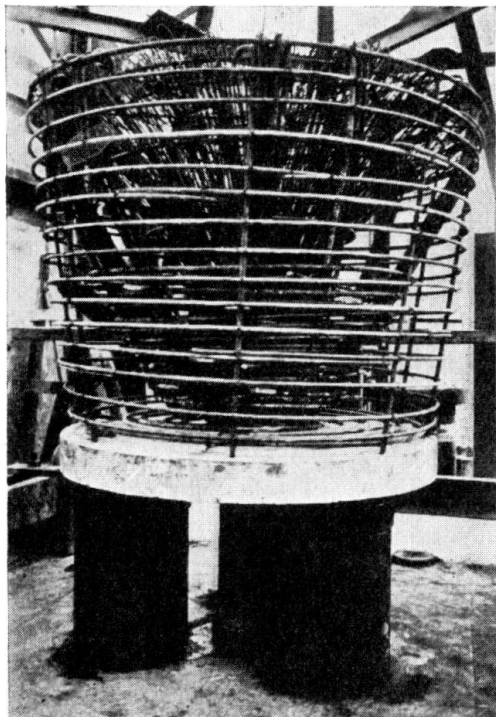


Fig. 6.

Armierung eines Zuganker-Kopfes.

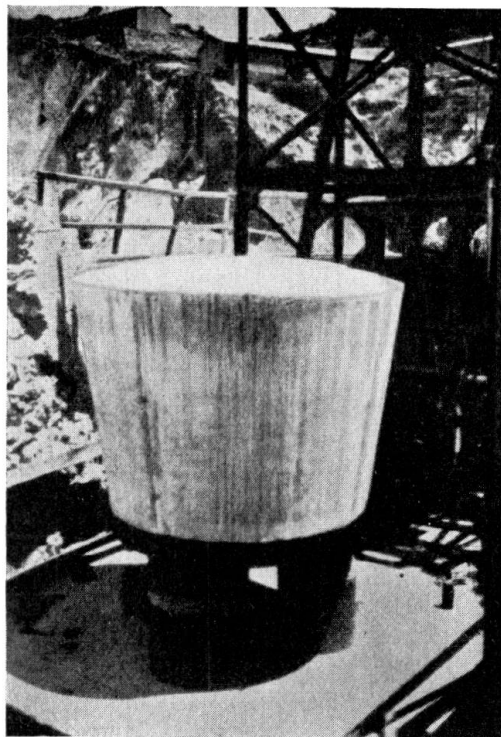


Fig. 7.

Betonierter Zuganker-Kopf auf drei hydraulischen Pressen ruhend.

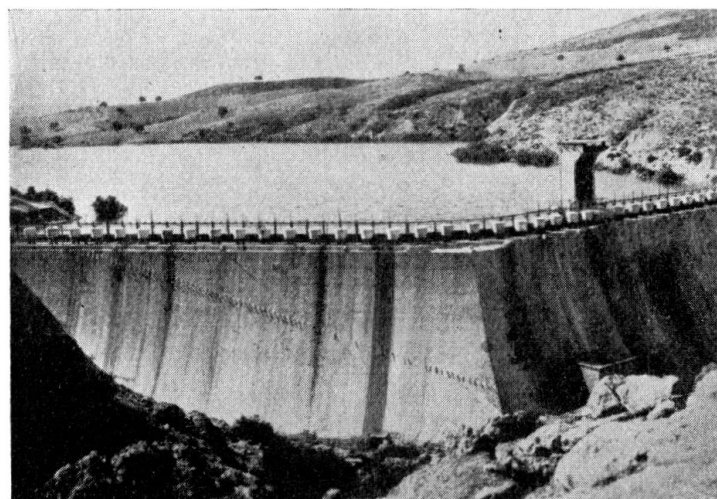


Fig. 8.

Cheurfas-Staumauer nach der Verstärkung. Auf der Mauerkrone sind die Köpfe der 37 Zuganker von 1000 t erkennbar.

Oft zwingt Raummangel zur Anwendung dieses Verfahrens, z. B. bei gewissen Widerlagern von Gewölbestaumauern oder für Wasserleitungen im beengten

Gelände, falls es möglich ist, die Verankerung im Boden sicher auszuführen. Ein solcher Fall liegt auch bei dem äußersten rechten Ufer des Widerlagers der Staumauer von Marèges vor, das auf einer schmalen Granitbank gegründet ist. Die Bodenbeschaffenheit wird es in den meisten Fällen erlauben, auf die Vorichtsmaßregeln zu verzichten, die man bei der ersten Anwendung in Cheurfas in dem schwierigen Boden für notwendig gehalten hat. Es ist unnötig, die Löcher am Grunde zu verbreitern und die Kabel mit einer Bitumenmasse zu umkleiden. Das Kabel wird ohne besondere Vorbereitung in ein nicht erweitertes Loch eingeführt, dessen unterer Teil wie bei einer gewöhnlichen Verankerung mit einer

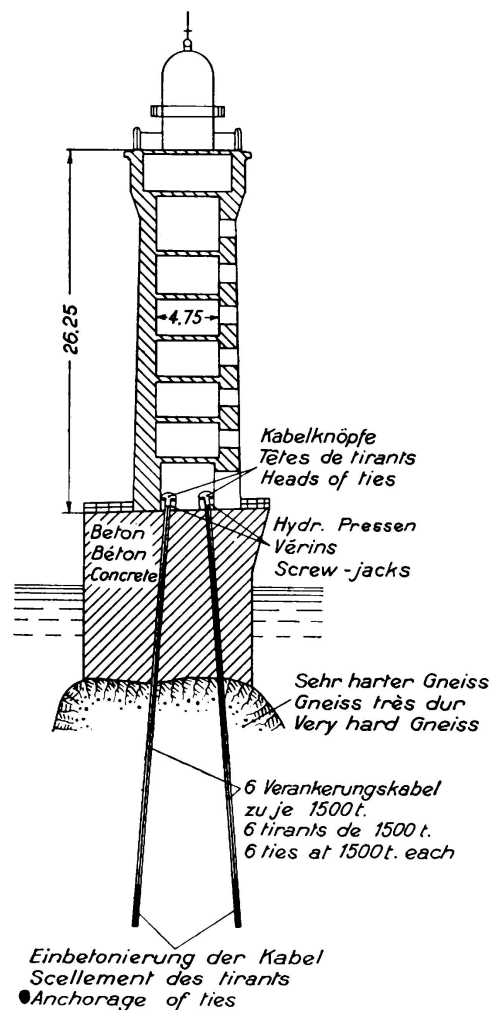


Fig. 9.

Schnitt durch den Leuchtturm von Jument d'Ouessant,  
mit den Zugankern.

genau bestimmten Menge Zementmilch ausgefüllt wird. Nach dem Anspannen des Kabels füllt man das Loch von oben bis unten mit Zement an. Schließlich vereinfacht die Anwendung von Kabeln, die schon vorher in der Fabrik hergestellt wurden, die Handhabung auf dem Bauplatz und führt zu einer beachtlichen Senkung des Selbstkostenpreises (Fig. 10—15).

Man verfügt so über ein wirksames, genaues und sparsames Verfahren, um





Fig. 10.

Marèges-Staumauer. Verankerung des Gewichtswiderlagers. Auflösen des unteren Ende des Zugankers.

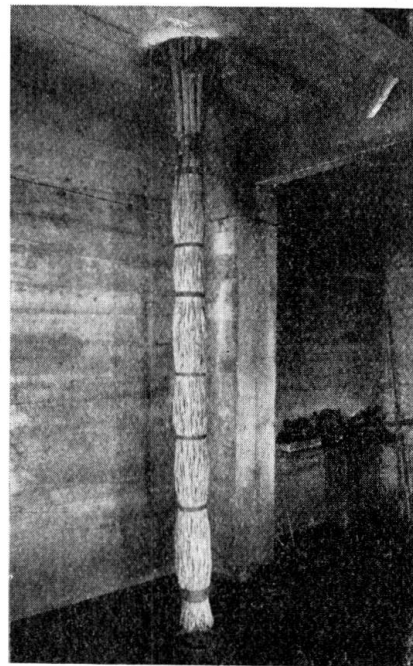


Fig. 11.

Marèges-Staumauer. Verankerung des Gewichtswiderlagers. Das untere Ende des Zugankers ist gebunden zwecks Einführung in die Bohrung. Einzig die unterste Bindung wird beibehalten.

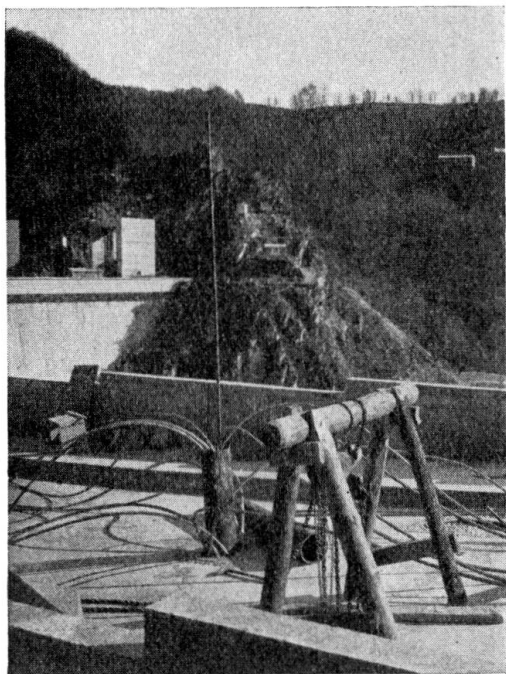


Fig. 12.

Marèges-Staumauer. Verankerung des Gewichtswiderlagers. Herstellung des Zugankers auf der Mauerkrone. Man sieht das Injektionsrohr zur Einzementierung des untersten Endes des Zugankers.

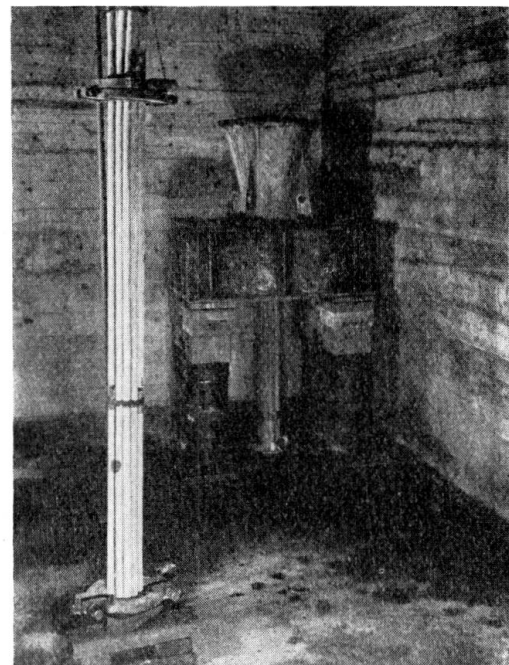


Fig. 13.

Marèges-Staumauer. Verankerung des Gewichtswiderlagers. Im Vordergrund erkennt man den Schaft eines Zugankers, gebildet aus 15 Kabeln, im Hintergrund einen Zuganker-Kopf nach dem Anziehen der Anker; er ruht noch auf den 6 hydraulischen Pressen.



in den Mauern gewisse künstliche elastische Spannungszustände zu erzeugen, oder sogar ihr statisches Gleichgewicht grundlegend zu verändern. Man kann dieses Verfahren also als eine grundlegende Umwälzung für die meisten gebräuchlichen Konstruktionsformen, die waagerechten Kräften widerstehen sollen, betrachten.

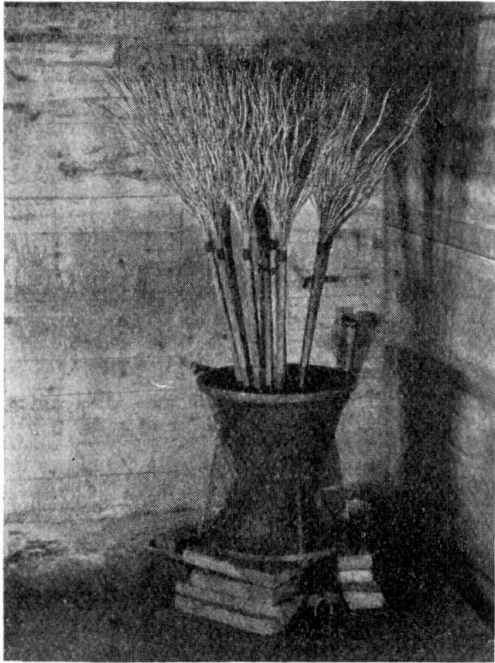


Fig. 14.

Marèges-Staumauer. Verankerung des Gewichtswiderlagers. Ankerkopf vor dem Vergießen.

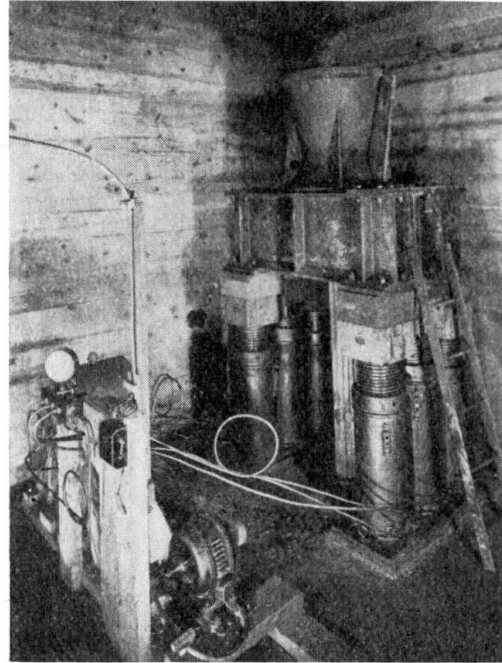


Fig. 15.

Marèges-Staumauer. Verankerung des Gewichtswiderlagers. Anziehen eines Zugankers mit Hilfe von 6 hydraulischen Pressen.