

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 75/76 (1920)
Heft: 16

Artikel: Unterfangung eines Turmpfeiler-Fundaments am Strassburger Münster
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-36536>

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: 15.05.2025

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

Einbauten von 24 m Länge eingeeignet wird und nicht auf die ganze Breite frei bleibt. Vom ästhetischen Standpunkt aus hat der Fachwerkbogen von 144 m Stützweite mit 34,7 m einen zu grossen Pfeil, er wirkt daher bucklig. Der Anschluss der 73 m langen Auslegerarme ist hart, der Knick des Untergurtes über den Pfeilern zu ausgesprochen, was auch in der konstruktiven Ausbildung dieser Fachwerkstäbe deutlich zum Ausdruck kommt. Die Stab-Querschnitte werden, zufolge der sehr grossen Kräfte, sehr gross. In angenehmem Gegensatz zu „Simplicitas“ Vorschlag I stand der Entwurf „Ferrum“ der Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Wayss & Freytag A. G., Niederlassung in Düsseldorf und Architekt Brantzky in Köln, welcher bei Verwendung von nur Eisen für die Ueberbauten, in seiner äusseren Erscheinung einheitlicher, gefälliger und ruhiger wirkt als das Projekt „Simplicitas“, Vorschlag 1.)

Bei dem mit dem II. Preise bedachten Entwurf „Ueber Land und Wasser“, der zu Verfassern hat: das Brückenbaukonstruktionsbureau Nilson & Co., Ernst Nilson, Nila Bolinder, Gustav Cervin, S. Kasarnowsky und Architekt K. M. Westenberg in Stockholm, wirken die Anschlussstellen der beiden Bogenträger an die Eisenbetonbögen des Viaduktes nachteilig. Dem Entwurf fehlt der organische Zusammenhang zwischen den verschiedenen Bogenträgern in Eisen und Stein. Die Eisenbetonbögen sind sehr sorgfältig studiert, dagegen weist die Ausbildung des grossen eisernen Sichelbogens von 200 m Stützweite grundlegende konstruktive Mängel auf, die für die Ausführung einer weitgehenden Umarbeitung bedürften.

Der angekaufte Vorschlag „Völund“ I der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G., Werk Gustavsburg bei Mainz, ist als eine kaum gut gelungene Lösung bei ausschliesslicher Verwendung von Eisen, zu bezeichnen. Die fachwerkartige Ueberbrückung der Hauptöffnung der südlichen Fahrrinne ein Zweigelenkbogen mit Zugband von 130 m Stützweite wirkt einsam und verlassen; die Montage durch Ausschwimmen hat hier beredten Ausdruck gefunden. Seine hart wirkenden lotrechten Abschlüsse über den Pfeilern finden den Anschluss an die Ufer über die 3,5 m hohen und bis zu 44,8 m weit gespannten vollwandigen Balkenträger nicht (siehe Abb. 5).

Am einheitlichsten von dieser Gruppe der Projekte mit der Dreiteilung wirkt der angekaufte Vorschlag „Platbake“ von Baurat Friedr. Voss & dipl. Ing. Schwyzer in Kiel (Abbildung 9). Der Entwurf zeichnet sich durch Einfachheit und Geschlossenheit der Formen, durch wohl überlegte konstruktive Durchbildung und einen interessanten gut studierten Freivorbau aus. Die 200 m breite Wasserstrasse der Arsta Bucht wird durch einen vollwandigen Blechbogen von 196 m Stützweite und 40 m Pfeilhöhe überspannt; die mittlere Partie über der Arsta-Insel weist Betongewölbe von 19,40 m lichter Weite auf, an die sich über der nördlichen Fahrrinne vollwandige Blechbalken von 28,6 und 33,45 m Stützweite anschliessen. Einer dieser Blechbalken ist als Klappbrücke in origineller Weise nach dem Rollprinzip mit lenkerartiger Wirkung des anschliessenden eisernen Ueberbaues ausgebildet. Der Ort der Klappbrücke ist indessen nicht zweckmässig gewählt worden; würde aber die Klappbrücke an den richtigen Ort, d. i. die engste Stelle der Arsta Insel verlegt, so würde das Gesamtbild ein ganz anderes und weniger günstiges werden.

Die Gewichte des grossen zweigeleisigen eisernen Ueberbaues über der südlichen Fahrrinne betragen für die Entwürfe:

„Simplicitas“	5,45 t/m ¹	Geleise
„Platbake“	5,68 „	„
„Arsta Holmar“	5,95 „	„
„Ueber Land und Wasser“	6,35 „	„
„Hammarbyleden“	6,40 „	„

¹⁾ Siehe „Bauingenieur“ I. Jahrgang 1920. Heft 1, Tafel I und Heft 2, Seite 38.

Das Gewicht der eisernen Balkenträger des Zufahrt-Viaduktes schwankt zwischen 2,6 bis 2,8 t/m¹ Geleise, während der 110 m weit gespannte vollwandige Blechbogen des Entwurfes „Simplicitas“ 4 t/m¹ Geleise wiegt.
(Schluss folgt.)

Unterfangung eines Turmpfeiler-Fundaments am Strassburger Münster.

Ueber die umfassenden Arbeiten, die zur Sicherung des Turmes des Strassburger Münsters vorgenommen werden müssen, haben wir seinerzeit schon in Band LXV, S. 194 (24. April 1915) kurz berichtet. Es handelt sich dabei um die Erstellung eines neuen Fundaments unter einem innern Turmpfeiler, der sich infolge schlechter Gründungsverhältnisse gesenkt hat, wodurch auch Beschädigungen am ersten Schiffpfeiler entstanden sind. Wie K. Bernhard im „Zentralblatt der Bauverwaltung“¹⁾ vom 8. Mai 1920 berichtet, haben die im Jahre 1909 von Münsterbaumeister Knauth veranlassten Untersuchungen ergeben, dass der Kern der betreffenden Fundamente durch ein Mauerkreuz gebildet wird (siehe Abbildung 1), das anscheinend ursprünglich einem Bau von geringeren Abmessungen diente und das, da die rings um dieses angebrachten Fundamentverstärkungen sich gesetzt hatten, fast die ganze Last zu tragen hat. Dabei beträgt die Baugrundpressung 13 kg/m², eine Beanspruchung, die das Zulässige, wie eine Probebelastung ergeben hat, um mindestens das Neunfache übersteigt.

Der Ausführungsplan für die Wiederherstellungsarbeiten wurde vom Münsterbaumeister unter Mitwirkung der Ingenieure Th. Wagner der Firma Th. und E. Wagner und Ed. Züblin der Firma Ed. Züblin & Cie. aufgestellt. Er stützt sich auf folgende Grundgedanken (vergl. Abb. 3):

1. Der schwach fundierte Turmpfeiler *a* wird vorläufig gegen ein neues, einen Teil des endgültigen Fundaments bildendes, biegungssteifes Ringfundament abgefangen.

2. Die Abfangung geschieht durch einen um den ganzen Turmpfeiler über Kirchenfussboden gelegten Eisenbetongürtel, aus dem vier Eisenbetonstreben die Turmlasten mittels hydraulischer Pressen vorläufig nach dem Ringfundament übertragen.

3. Die endgültige Uebertragung der Lasten des Turmpfeilers erfolgt durch einen unter Kirchenfussboden erstellten Eisenbetonschemel, dessen vier Füsse mittels Zähnen in die vier Abfangstreben greifen und der durch die genannte Pressvorrichtung unter den Streben zur Lastaufnahme durch den Schemelrücken unter den Mauerkerne des Turmpfeilers genau nach Bedarf gehoben wird. Dies ermöglicht die Nachbarpfeiler völlig zu entlasten.

4. Nach Ausschachtung des Raumes unter dem Schemel wird das Kernstück innerhalb und oberhalb des Ringfundamentes ausgeführt.

5. Die Schemelfüsse werden endgültig mit der Fundamentplatte verbunden und die Pressvorrichtungen abgelassen, beseitigt, ebenso der Gürtel mit den Streben oberhalb des Kirchenfussbodens; das obere Mauerwerk wird ausgebessert und der geborstene Schiffpfeiler (rechts in Abb. 1 und 2) wird neu hergestellt.

Dieser grosszügige Arbeitsplan erforderte selbstverständlich vorerst umfassende, mit äusserster Sorgfalt ausgeführte Vorarbeiten zur Sicherung des Baues. So wurden nach Umschnüren des beschädigten Schiffpfeilers unter alle Bogen, die vom gesunkenen Turmpfeiler und dem genannten Schiffpfeiler ausgehen, kräftige Holzunterbauten von ganz ungewöhnlichen Abmessungen gestellt. Deren Stützen standen auf Schraubenböcken und Keilen, um beim Schwinden des Holzes eine feste Anpressung gegen die Bogen zu sichern. Dadurch war eine vorläufige Entlastung der gefährdeten Pfeiler herbeigeführt. Sodann wurden die gefährdeten Grundmauern bis zur Sohle freigelegt und instand gestellt. Schliesslich wurde zur Sicherung gegen

¹⁾ Dem wir auch die Abbildungen 1 bis 3 entnehmen.

Ausweichen des Bodens unter den Nachbarfundamenten bei späterer Tieferführung der neuen Fundamente eine die ganze Baugrube umschliessende, mit dem alten Grundmauerwerk in Verbindung gebrachte Wand aus 42 cm starken Eisenbetonpfählen erstellt, die 3 m unter die neue Sohle reichen und durch Ringträger am Kopf und auf einer Zwischenhöhe unter sich und mit den Mauern ver-

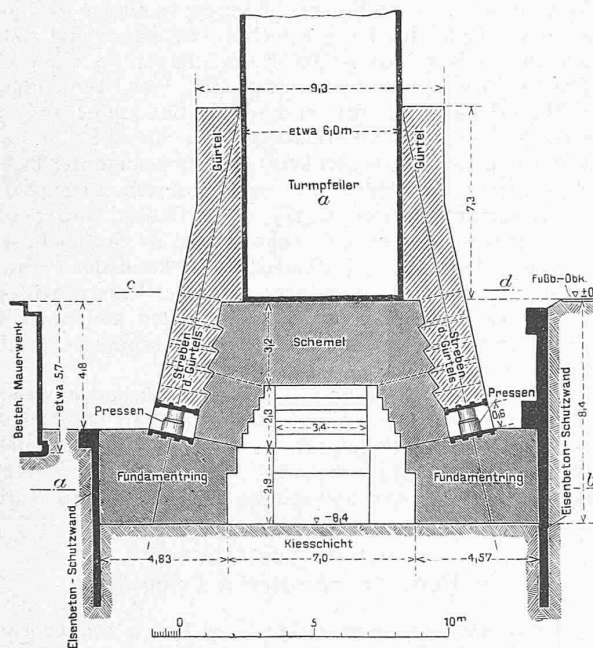


Abb. 3. Diagonal-Schnitt A-B. — Masstab 1:250.

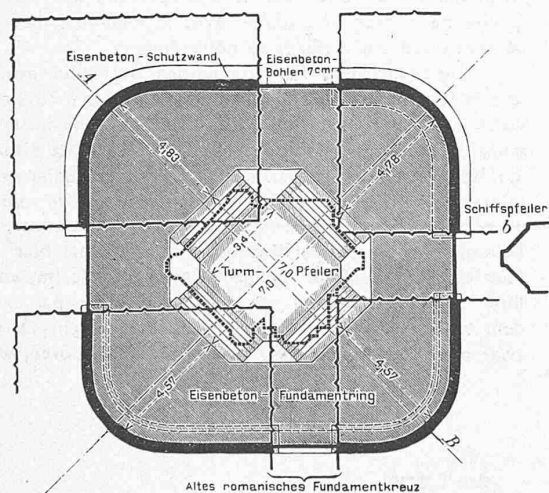
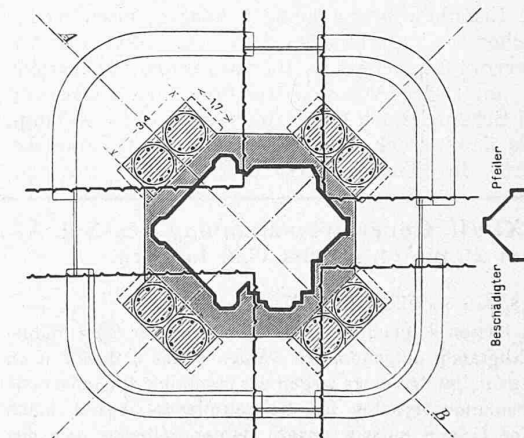


Abb. 1. Horizontalschnitt a-b. — Masstab 1:250. — Abb. 2. Horizontalschnitt c-d.



bunden sind (Abbildungen 1 und 3). Zwecks genauester Beobachtung (bis auf $\frac{1}{100}$ mm) der Höhenbewegungen während der Arbeiten wurden in drei verschiedenen Höhen Einrichtungen nach Art der Seismographen angebracht, die oberste in Höhe des Pfeilerschwerpunktes, die mittlere etwa in Höhe der Kapitelle der Mittelwand, die untere unmittelbar über der Abfangvorrichtung. Im Frühling 1915 waren alle diese Vorarbeiten fertiggestellt, sodass mit den Fundierungsarbeiten begonnen werden konnte. Darüber ist an genannter Stelle folgendes berichtet.

Für die Erstellung des Ringfundamentes wurden zunächst die freien Ecken des alten romanischen Mauerkreuzes (Abbildung 1), ohne die bestehende Pfeilergründung zu berühren, bis auf 8,4 m unter Fussboden-Oberkante ausgeschachtet und unter den bestehenden Fundamentmauern des Kreuzes in der Breite des äussern Drittels des Ringes

Schlitze ausgegraben, die wie die übrigen Baugruben eingeschalt und ausgesteift wurden. Die freiliegende Kiesschicht wurde mit Hilfe von Pressluftschlämmern bearbeitet und ihre Löcher und Hohlräume mit Zementmilch bei 6 bis 8 at Druck ausgepresst, um eine Versteinerung des Kiesbodens und eine untere Versteifung der Baugrubenwand zu erreichen. Darauf erfolgte die Erstellung des äusseren Drittels des 3 m hohen Fundamentringes, zuerst unter den Mauern, dann in den freien Ecken. Alle Eisenanlagen wurden dabei den engen Baugrundverhältnissen auf das schärfste angepasst, unter sich verbunden und mit dem Beton eingebaut. Durch Zementeinpressung unter Druck zwischen alter Mauerunterkante des unterfahrenen Kreuzes und Betonringteil war dafür gesorgt, dass die Mauern satt zur Auflage kommen. In gleicher Weise wurde sodann das mittlere und schliesslich das innere Drittel des Ringes hergestellt. Der gesamte Ring ist so bemessen, dass er die vier Einzelkräfte aus den Streben mit der Turmlast gleichmässig auf den Baugrund überträgt. Um eine möglichst grosse Grundfläche zu erhalten, ist die Form des Vierecks mit abgerundeten Ecken ausgeführt, wodurch die ganze Ring-Grundfläche 125 m² beträgt und bei einer Höchstbelastung von 10 550 t durch das Turmgewicht eine zeitweilige Pressung von 8,5 kg/cm² auf dem guten Kiesboden erzeugt, was mit Rücksicht auf die umschliessende Eisenbetonwand und die Versteinerung der oberen Kiesschicht vollkommene Sicherheit gegen ein weiteres Setzen während der Ausbesserungsarbeiten bietet. Da der Turmpfeiler selbst und sein Fundament nicht im geringsten geschwächt werden durften, war hier die äusserste Sorgfalt erforderlich. Soweit waren die Arbeiten zur Zeit der Berichterstattung gediehen.

Die zur Zeit im Bau begriffene Abfangvorrichtung (Abbildung 3), bestehend aus Gürtel und Streben, ist ein einheitlicher Eisenbetonbauteil. Der Gürtel soll die ganze

Höchstlast von 7500 t tragen können, das ist die Turmpfeilerlast bis zum Kirchenfussboden. Bis 7,3 m über Fussboden reichend, legt er sich mit einer Gesamtfläche von 180 m² um den Turmpfeiler (siehe Abbildung 2). Zur Uebertragung der Last muss eine Haftspannung von 4,2 kg/cm² vorhanden sein. Das Münsterbauamt hat durch Versuche im Kleinen die Haftfestigkeit, d. h. den Grenzwert der Reibung zwischen Beton und Sandstein bei glatten Flächen infolge der Querdehnung des belasteten Steins im Mittel zu 21,3 kg/cm² festgestellt, erhofft also eine fünffache Sicherheit für die Uebertragung der Last von Pfeiler auf Gürtel. Es ist natürlich nicht zu erwarten, dass dieses Mass von Sicherheit wirklich und gleichmässig vorhanden ist. Es fehlen auch die Versuche im grossen. Aber durch die Gliederung und konsolartige Eingriffe in die Pfeiler wird die Lastübertragungsfähigkeit stellenweise gesteigert. Die

Reibung zwischen Pfeiler und Gürtel wird durch die Querdehnung des Steines infolge der senkrechten Druckspannung des belasteten Pfeilers sowie durch das Schwinden des Betons erzeugt. Dadurch entstehen im Gürtel Ringspannungen, denen die Zugspannungen in der Ringbewehrung entgegenwirken. Die stärksten Ringbewehrungen hat der Gürtel im obersten Teil; über diese erstrecken und verteilen sich die Längsbewehrungen der Streben, wodurch Gürtel und Streben zu einem einheitlichen Eisenbetonkörper ausgebildet sind und der Kräftwirkung für die ganze Pfeilerlast-Abfangung entsprechend gestaltet werden können. Die Mittelaxe des Abfangkörpers liegt genau in der Schweraxe des Turmpfeilers, die auch den Mittelpunkt des Fundamentkörpers trifft. Infolgedessen erhalten die Streben genau gleiche Lasten. Zwischen den ebenen Sohlen der Streben und den parallel dazu geneigten Auflagerebenen des biegungstiefen Fundamentringes sind zwischen Stahlrippenplatten hydraulische Presstöpfe angeordnet, die zu je vieren unter den Strebenfüßen aufgestellt und unter sich hydraulisch gekuppelt sind, wodurch mit Sicherheit in allen Stützen gleicher Druck hergestellt wird. Durch Verwendung von Presstöpfen mit Feststellvorrichtung kann der längere Zeit auf der Presse ruhende Druck ein Nachgeben des Kolbens nicht erzeugen. Mit dieser Vorrichtung sollen vorerst nicht mehr als 2500 t, d. h. $\frac{1}{3}$ der Pfeilerlast gleich dem vom bisherigen schwachen Fundament getragenen Lastteil abgefangen werden.

Der Eisenbetonschemel (Abb. 1 und 3) soll die Last vom Pfeilerkern auf das neue Ringfundament übertragen und die Möglichkeit geben, den Fundamentkern im Innern des Ringes auszuführen. Da er im Baukörper bleibt, ist er ganz unter dem Kirchenfussboden angeordnet. Er besteht aus einer mittlern Platte von 3,20 m Höhe mit daran befindlichen kurzen schrägen Beinen, die auf die Eckfundamente hinuntergeführt sind und durch Verzahnung mit den Streben des Abfanggürtels in Verbindung stehen. Bei seiner grossen Höhe und den kurzen Füßen bietet die erforderliche Eisenbewehrung keine Schwierigkeiten weder in rechnerischer noch praktischer Hinsicht. Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, bedarf es nur des erneuten Antriebs der Pressen unter der Abfangvorrichtung, um diese und zugleich den Schemel nach oben zu pressen, was so lange geschieht, als damit noch keine Verschiebung in Höhe des Schwerpunktes des Turmpfeilers, d. h. in der obersten,

36 m über Kirchenfussboden liegenden Beobachtungshöhe erzeugt wird. Eine Erhebung des Pfeilers soll unter keinen Umständen stattfinden (zur bezüglichen Kontrolle dienen die Seismographen), sondern nur die Gesamtlast des Turmpfeilers von 7500 t von den 16 Presstöpfen getragen werden. Dann erst ist der beschädigte erste Schiffspfeiler mit Sicherheit ganz entlastet.

Der Ausbruch des Pfeilermauerwerks und die Ausschachtung unter dem Schemel können nunmehr erfolgen. Die innern Teile des Ringes werden betoniert und durch entsprechende Verbindung der Eiseneinlagen zu einer einheitlichen Grundplatte vereinigt, die eine Bodenfläche von 180 m² hat und die endgültige Bodenpressung auf 10050:180 = 5,9 kg/cm² ermässigt. Die obere Schlussfuge zwischen neuem Fundamentkern und Schemelunterflächen wird wiederum mit Hilfe von einbetonierten Eisenröhren mit Zementmörtel unter 8 bis 10 at Druck ausgepresst. Nach Auspressen auch der Fuge zwischen Schemelfüssen und Ringfundamenten mit Zementmörtel kann der Pressendruck nach und nach abgelassen und die Pressen entfernt werden. Nach Vollendung dieser Arbeiten soll noch das Pfeilermauerwerk ausgebessert und der beschädigte Schiffspfeiler neuerstellt werden.

Die beschriebenen Wiederherstellungsarbeiten werden gegenwärtig unter der Leitung des deutschen Münsterbaumeisters Knauth weitergeführt, der, was wir als erfreuliche Tatsache hier hervorheben, von der französischen Regierung vernünftigerweise auf seinem Posten belassen wurde.

Les débuts des travaux du Pont de Pérolles à Fribourg.

Le samedi, 11 septembre 1920, a eu lieu la bénédiction de la „première pierre“ du pont de Pérolles. Nous nous sommes volontiers rendus à cette cérémonie, quoique avec un peu de scepticisme peut-être, car à première vue on pouvait craindre qu'elle ne cadrât plus guère avec la mentalité d'évolution sinon de révolution qui caractérise notre époque.

De tous temps les populations ont suivi avec un très vif intérêt les études et travaux de ponts, destinés à ouvrir de nouvelles voies aux échanges, à donner un essor nouveau au développement d'une cité. Aussi avait-on coutume d'appeler la protection divine sur les débuts des travaux de ces artères si indispensables et d'y intéresser l'ensemble de la population. Dès le milieu du siècle

Von der XLVII. Generalversammlung des S. I. A. vom 21. bis 24. August 1920 in Bern.

(Schluss des FESTBERICHTES von Seite 175.)

Erst im letzten Augenblick hatte die Exkursion nach Mühleberg in das Programm aufgenommen werden können, da sie noch wenige Tage zuvor, infolge eines wegen der Maul- und Klauenseuche erlassenen Zirkulationsverbotes für die betreffende Gegend (nach Kohlenkrise und Grippe musste unsern Berner Kollegen auch das noch in den Weg kommen!), nicht durchführbar gewesen wäre. Zwar hatte der Wettergott das Sprichwort vom Niesen seinem Hut erst recht Lügen gestraft, indem er unbarmherzig sein Hygrometer auf Regen einstellte; die Fahrt nach Mühleberg, die teils von der Landseite her mittels Lastautomobils, teils von der Seeseite her mittels des Dampfschiffes der B. K. W. erfolgte, verlief nichtsdestoweniger in sehr heiterer Stimmung.

Die Führung der Teilnehmer, 50 an der Zahl, hatten in liebenswürdiger Weise die Ingenieure Prof. H. Studer, Direktor der Bernischen Kraftwerke, und E. Meyer, bauleitender Ingenieur des Elektrizitätswerkes Mühleberg übernommen. Von allem zu erzählen, was man dort zu sehen bekam, von der bestunterhaltenen Strasse des Kantons Bern¹⁾ über die Kiessortier-Anlage und den Extrazug der elektrischen Dienstbahn, den ausgedehnten Pumpen-, Kabel- und Leitungskanälen, den mysteriösen Gruften unter den Turbinen-Einläufen und dem schikanierten Wasserüberfall bis zum grandiosen Maschinensaal, würde den Rahmen unserer Festberichterstattung weit überschreiten. Es sei nur hervorgehoben, dass die Besichtigung bei allen Teilnehmern den Eindruck hinterliess, dass die

¹⁾ Vergl. die Karte auf Seite 66 von Band LXXII, 24. August 1918.

Leitung der Bernischen Kraftwerke bemüht ist, hier eine in jeder Hinsicht mustergültige Anlage zu schaffen, die imstande sein soll, ihrer Zweckbestimmung als Spitzenkraftwerk par excellence mit dem höchsten Grad der Zuverlässigkeit gerecht zu werden (und zwar nicht mit Verwendung von Valuta-Generatoren, wie bei einem

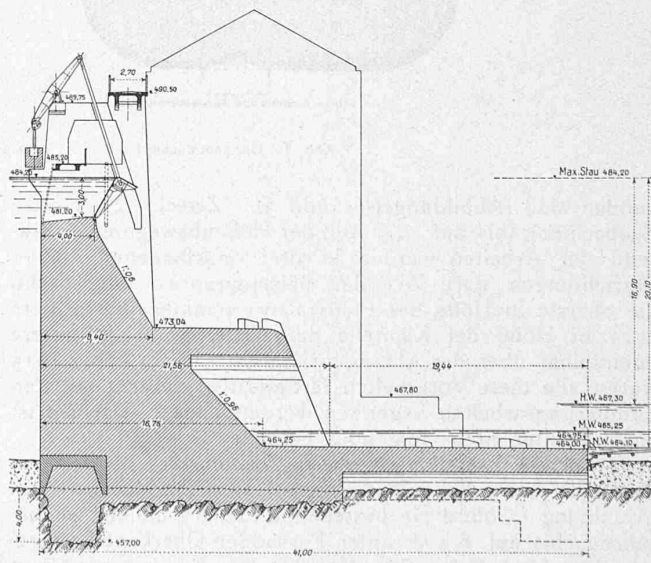


Abb. 6. Schnitt durch die Regulierklappen des Stauwehrs. — 1:500.