Zeitschrift: Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 15 (1922-1923)

Heft: 15

Artikel: Neueres über Fundationsarbeiten

Autor: Läucher, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920371

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: 16.07.2025

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

Bei der Elektrifizierung weiterer Dampflinien suchte man nun von solchen des grössten Kohlenbedarfs auszugehen und wählte hiezu die Strecken Stockholm-Göteborg, Järna-Malmö und Stockholm-Bräcke. Wasserkraft würde für die erstere in den Trollhättan-Fällen genügend vorhanden sein. Bei diesen Linien hat man sich ebenfalls für Einphasenwechselstrom entschlossen. Die Bewilligung der Gelder für die Elektrifizierung der zuerst in Angriff zu nehmenden Strecke Stockholm-Göteborg machte der Reichstag indessen von den Bedingungen abhängig, dass der Strom zu einem niedrigen Preise abgegeben werde, und dass die Telegraphen- und Telephonanlagen durch den Bahnstrom nicht gestört würden. Für diese Untersuchung sind zwei Königliche Kommissionen eingesetzt worden; sie haben einen Bericht über die Schwachstromstörungen schon geliefert und sind jetzt damit beschäftigt, auf Grund verschiedener Besichtigungen auswärtiger Bahnen einen zweiten zu bearbeiten. Da im Berichtsjahr (1921) der Preis der Kohle unerwarteterweise gefallen ist und das nötige Kapital schwer aufzubringen war, habe man die weiteren Elektrifizierungen einstweilen aufgeschoben, um sich vor der Hand mit den erforderlichen Berechnungen und Veranschlagungen zu beschäftigen.

Die Tätigkeit der schwedischen Privatbahnen auf dem Gebiete der Elektrifizierung war nicht unerheblich. Es wurden für den elektrischen Betrieb gebaut bezw. eingerichtet die Linien:

1893: Stockholm-Djursholm,
1906: Hälsingborg-Raa-Ramlösa,
1908: Borensberg-Klockrike,
1913: Stockholm-Saltsjöbaden,
1915: Linköping-Fagelsta und Fornasa-Motala,
1916: Lund-Bjärred,
1921: Karlstad-Munkfors und Hagfors-Filipstad sowie Deje-Filipstad.

Alle diese Linien sind verhältnismässig kurz; sie arbeiten mit Einphasen-Wechselstrom bezw. Gleichstrom.

In Norwegen wurden 1908 die Privatbahnen Thamshavn-Lökken im Trandjemer Bezirk (Erzförderung) und 1911/12 die Rjukanbahn elektrifiziert, von welcher letzteren die Strecke Notodden-Tinneset von den Norwegischen Staatsbahnen übernommen worden ist. Die Staatsbahn selbst war im Berichtsjahr damit beschäftigt, die Linie Kristiania-Drammen und Riksgränsen-Narvik zu elektrifizieren. Alle diese Linien werden mit Einphasenwechselstrom betrieben. Die Thamshavnbahn und Rjukanbahn empfangen Drehstrom, der mit Frequenzformern (Motorgeneratoren) in Einphasenstrom von 6000 V bezw. 10,000 V umgewandelt wird. Die Kristiania-Drammen-Bahn hat nicht nur bedeutenden Vorortsverkehr, sondern auch starken Güterbetrieb. Es sind 24 Lokomotiven B + B und 1 — B + B — 1 im Betrieb, und es werden auch die Vorortzüge mit Lokomotiven gefahren.

Für weitere Elektrifizierungen hat der norwegische Staat eine Anzahl von Wasserkräften erworben.

(Schluss folgt.)

Neueres über Fundationsarbeiten.

Von Dr. **G. Lüscher**, Ing., Aarau.

Bei der Rekonstruktion unterkolkter Turbinenfundamente beim Elektrizitätswerk der Stadt Aarau haben verschiedene ungünstige Umstände zur Anwendung eines neueren Verfahrens geführt, das ein weiteres Interesse beanspruchen dürfte.

Die Zentrale dieses Elektrizitätswerkes nützt das Aaregefälle zwischen dem Unterwasserkanal des Werkes Olten-Gösgen und der Kettenbrücke in Aarau aus mit 5 bis 6,5 m bei Hoch- bezw. Niederwasserstand. Sie umfaßt eine alte Anlage I und eine neue II. Die Turbinenanlage I wurde in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts von einer englischen Textilgesellschaft erbaut, aber von dieser nie benützt, sondern an die Zement-Kalk-Fabrik Fleiner & Cie. übertragen, die damit bis Ende der neunziger Jahre mit etwa 100 PS ihre Mühlen betrieb. Dann installierte die Stadt Aarau neben dieser sog. Fleinerschen Turbine eine weitere für ihr Elektrizitätswerk; durch spätere Erweiterungen stieg die Anzahl auf vier mit einer Leistung von 5000 PS. An diese alte Zentrale I wurde in den Jahren

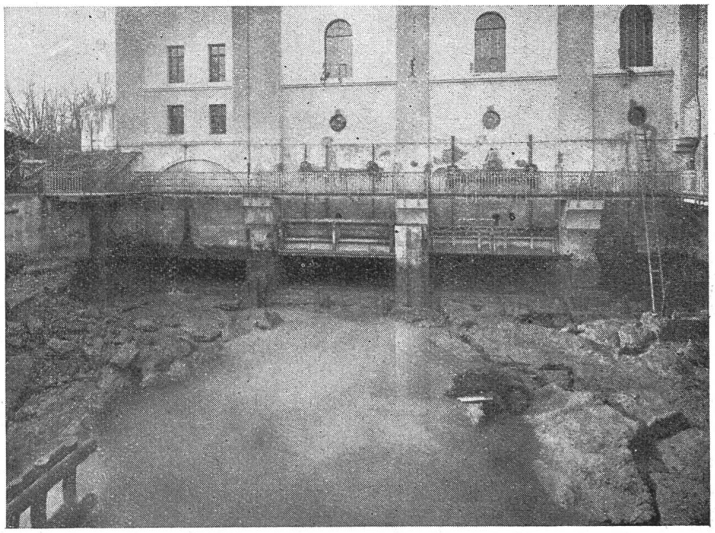

Abb. 1. **Trocken gelegter Unterwasserkanal.**

1910/12 eine neue Turbinenanlage II mit ca. 10,000 PS. angebaut, ausgeführt durch die Unternehmung Dr. G. Lüscher in Aarau. Ihre Fundamente sind zwischen pneumatisch fundiertem Umfassungsrahmen erstellt worden. Beide Anlagen besitzen durch einen Mitteldamm getrennte Oberwasserkanäle von ca. 2 km Länge mit gemeinsamem Wehr. Der gemeinsame, ca. 200 m lange Unterwasserkanal ist auf eine Länge von 30 m durch einen Inselvorkopf, der der Scheidelinie beider Anlagen vorgelagert ist und das Schalthaus trägt, in zwei Arme getrennt, den 40 m breiten alten und den ca. 100 m breiten neuen Unterwasserkanal.

Die alte Anlage I.

Während die alte Anlage I alle Merkmale der geschichtlichen Entwicklung der Elektrizitätsfortschritte seit der frühesten Zeit an sich trägt, konnte sich die neue Anlage II die Erfahrungen bei Anlage I und den übrigen Werken (bis inkl. Beznau) zu Nutzen machen. An der alten Anlage I wurde bei den sich folgenden Erweiterungen, die mit einer Gefällsvermehrung von 4 auf max. 6,5 m verbunden wurden, immer auf der in den siebziger Jahren mit den damaligen unvollkommenen Fundationsmitteln erstellten Beton- und Sohlenplatte aufgebaut. Diese war durch Wasserhaltung mit Pumpen 3 m unter Wasserspiegel fundiert worden. Da diese Betonsohlenplatte in ihren unteren Schichten mit dem vorhandenen Schlemmsandbaugrund vermengt war, bildete sie für ein so großes Bauwerk eine ungenügende Basis. Es konnte denn auch durch späteres Einbringen einer umfangreicheren Rechensohle und Verlängerung der Unterwasserkanalsohle nicht verhindert werden, daß im Laufe der Jahre das Oberwasser sich unter der Fundamentplatte hindurch Luft verschaffte, was namentlich in den letzten Jahren zu Bedenken Anlaß gab. Im Jahre 1921 machten die stärker auftretenden Kolkungen an den Aspiratoren-Ausläufen Sondierungspeilungen nötig, im Winter 1921 1922 wurde der Unterwasserkanal I mittelst Pumpen hinter einem am Inselkopfende erstellten Fangdamm trocken gelegt. Der dabei zutage getretene Zustand ist aus Abbildung 1 ersichtlich: Die in wirren Blöcken zerrissene Unterwasser-Kanalbetonsohle zeigt die Arbeit des unter dem Fundament namentlich der mittleren beiden Maschinengruppen herausströmenden Wassers. Die Turbinenanlage ruhte in der Hauptsache nur noch auf den beiden seitlichen Kammern auf der Oberwasserseite auf und überspannte im übrigen gewölbeförmig die Auskolkung in der Mitte der aus Schlemmsand bestehenden Kanalsohle. Ueber den Zustand wurde ein Gutachten bei Herrn Oberingenieur Hunziker in Rheinfelden eingeholt. Zur Re-

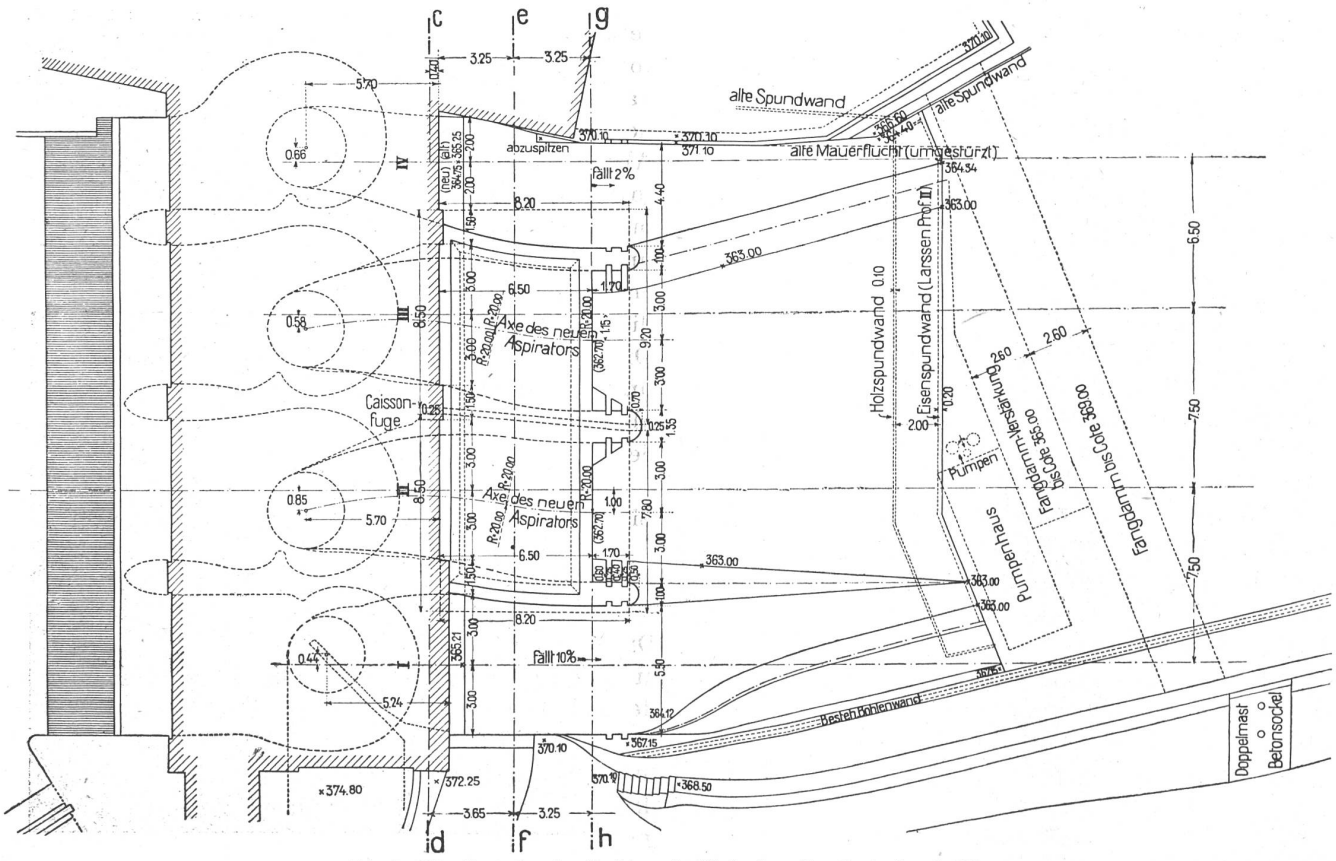

Abb. 2. **Situationsplan der Turbinen-Ausläufe der alten Zentrale. 1 : 300.**

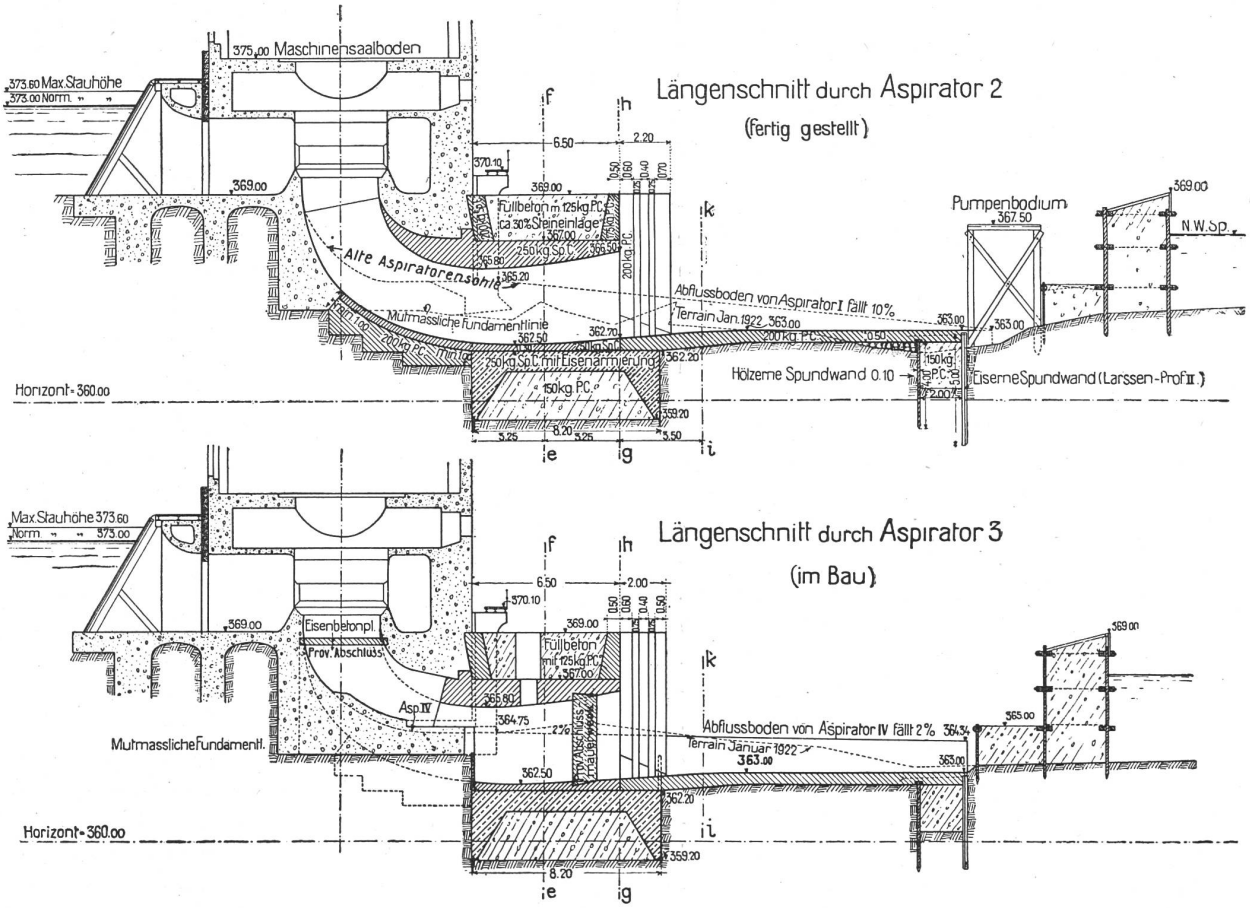

Abb. 3. **Längenschnitte der Turbinen-Ausläufe der alten Zentrale. 1 : 300.**

konstruktion lag die Erstellung einer als Betonblöcke pneumatisch versenkten Sohlenabschlußschwelle, mit Unterbetonierung und Injizierung der alten Sohlenplatte, nahe. Die Betriebsleitung, unter Herrn Grossen, wollte aber mit der Rekonstruktion zugleich den Schaden beseitigen, der darin bestand, dass bei Niederwasserstand unter dem Einfluß der jährlich sich um 3 cm absenkenden Aaresohle, die Aspiratorengewölbe vom Wasser abgedeckt wurden und an die freie Luft gelangten. Hierüber ließ sie ein Projekt der Firma Th. Bell in Kriens anfertigen, die eine neue, in ihrer Versuchsanstalt bearbeitete Aspiratorenform mit einem um 12 bis 15 % vergrößerten Nutzeffekt zur Ausführung vorschlug. Diese griff aber ca. 3 m tiefer als die alte Sohle der Anlage, nämlich auf Kote 362,50 Sohlenoberkante, gegenüber Kote 365,20 alte Sohle, so daß ihr Bau eine wesentliche Vertiefung aller Fundamente erforderte.

Unter Berücksichtigung dieser Umstände arbeitete die Unternehmung Dr. G. Lüscher ein Rekonstruktionsprojekt aus, das mit geringen Abänderungen zur Ausführung gelangte. Es sah vor, als Abschlußriegel unterwasserseits zwei Arbeitskammern aus Eisenbeton, vor den beiden mittleren Kammern I und II mit darauf aufgesetzten Aspiratorenröhren, abzusenken. Nach erfolgter Ausbetonierung der versenkten Arbeitskammercaissons und nach Fertigstellung der neuen Aspiratoren sollte in die mit provisorischen Abschlüssen versehene Aspiratorenröhre Druckluft eingelassen werden. Aus dieser Arbeitskammer der zweiten Etage vorbrechend, wollte man unter die alte Turbinensohle gelangen, um diese entsprechend nach abwärts zu untermauern, also die Fundation nach der Tiefe zu verlängern. Die beiden seitlich anschließenden Kammern I und IV sollten die alten Aspiratoren beibehalten, aber derart vertieft werden, daß sie auch bei Niederwasser das Sauggefälle ausnützen konnten.

Dieses Projekt ist in den Figuren 2, 3 und 4 in Situation, Längen- und Querschnitten dargestellt.

Die Bauausführung.

Die Arbeiten wurden durch die Unternehmung Dr. G. Lüscher nach Einheitspreisen im Akkord ausgeführt. Es mußten naturgemäß alle Setzungen der Anlage mit ihren vollständig montierten Maschinen durchaus vermieden und dafür von der Unternehmung Garantie geleistet werden. Es waren daher die erforderlichen Vorsichtsmaßregeln zu ergreifen, damit in dem feinsandigen Untergrund Störungen des Baugrundes unter den alten, noch auf-

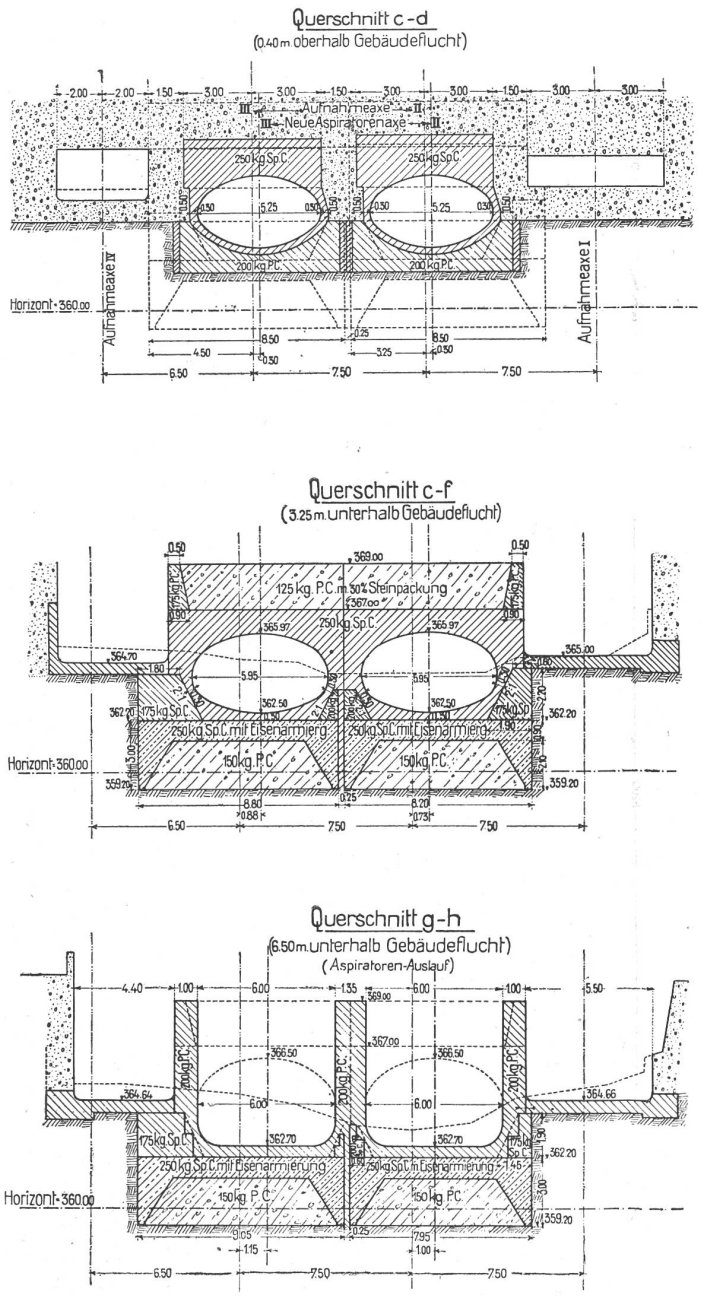

Abb. 4. **Querschnitt durch die Caissons.**

lagernden Fundamenten vermieden wurden. Durch das Werk wurden vorerst die Aspiratorenräume teils mit Backsteinmauerwerk, teils mit starken Holzständerböcken auf die Sohlenplatte allseitig gut abgestützt und diese mit Zementinjektionen wieder auf den Untergrund so gut als möglich aufgelagert, d. h. unterfüllt. Damit beim Versenken der Caissons hart neben der Façade der Anlage die üblichen Terraintrichter außerhalb der Caissonswände nicht auftraten, wurde eine besondere Messerschneidenkonstruktion der Caissons konstruiert, die nach Art der Abtriebzimmerung durch Vorschneiden des Terrains jeden Sandeinbruch in die Baugrube, bezw. Arbeitskammer nach der Seite der alten Anlage hin sorgfältig vermied. Zu diesem Behufe wurde das Schneidenmesser auf der der Turbinenanlage zugekehrten Seite, sowie auch auf der halben Länge der anschließenden Längsseiten der Caissons, mit einer starken Eisenplatte etwas tiefer geführt als im übrigen Teile der Arbeitskammer. Die Arbeitskammern sind durch Abb. 5 dargestellt, die spezielle Messerkonstruktion durch Abb. 6, wo im Detail „Schneide von A über B nach C" das so verlängerte Messer dargestellt ist, während im Detail „Schneide von C über D. E. nach A, das normale Messer aus einem T. NP 26 mit abgeschnittenem Flansch ersichtlich ist. Um eine Kippung dieser speziellen Messerkonstruktion zu vermeiden, war sie mit den beigezeichneten Haltern aus Profileisen, die in den Beton der Arbeitskammerwände eingreifen, versehen.

Auf diese Weise wurde der Einbruch des Schlemmsandbaugrundes auf den der Anlage zugekehrten Seiten vermieden, während er im übrigen Teile ausdrücklich zugelassen wurde, weil bei einer Schneidenverlängerung auf dem ganzen Umfang beim Ansaugen des Caissons am Sandgrund und Ablassen der Druckluft zur Versenkung, der Ort der Einbrüche unbestimmt und dem Zufall überlassen gewesen wäre. Diese Vorkehr erfüllte ihren Zweck; die üblichen Terraintrichter außerhalb der Arbeitskammerwände traten über C. D. E. nach A auf, wo sie unschädlich waren; nicht gegen von A über B nach C, wo das Schlemmsandterrain glatt geschnitten wurde. Kleine trichterförmige Einsenkungen auf der Seite der alten Fundamentplatte wurden alsbald mit Kies ausgestopft und unschädlich gemacht, so daß Setzungen vermieden wurden.

Figur 7 stellt das Schalgerüst der Arbeitskammern dar, das nach Verwendung für Caisson II, unter Einschaltung eines Mittelstückes, auch für den größern Caisson III verwendbar war. Die außergewöhnlich große Lichthöhe der Arbeitskammern von 2,35 m wurde gewählt, um Platz für das Aushubmaterial im Innern zu erhalten, indem die Absenkung nur tagsüber vor sich ging; nachts dagegen wegen ungenügender Uebersicht eingestellt blieb, aber das tags zuvor ausgehobene Material in der Nachtschicht ausgeschleust wurde.

In der obern Gewölbeleibung des Aspiratorenkanalgewölbes wurde ein Anschlußstutzen für die Caissonssteigröhre einbetoniert. Dieses Gewölbe wurde gegen die Unterwasserseite mit einer provisorischen Mauer luftdicht abgeschlossen, ferner die Caissonfuge gegen das alte Mauerwerk der Turbinenanlage sorgfältig angeschlossen und mit Zementmörtel verstrichen.

Nachdem dann auch noch der oberste Teil des alten Aspirators mit einem provisorischen Zwischenboden, hart unter der Turbine, luftdicht verschlossen war, konnte nach Hochnehmen der

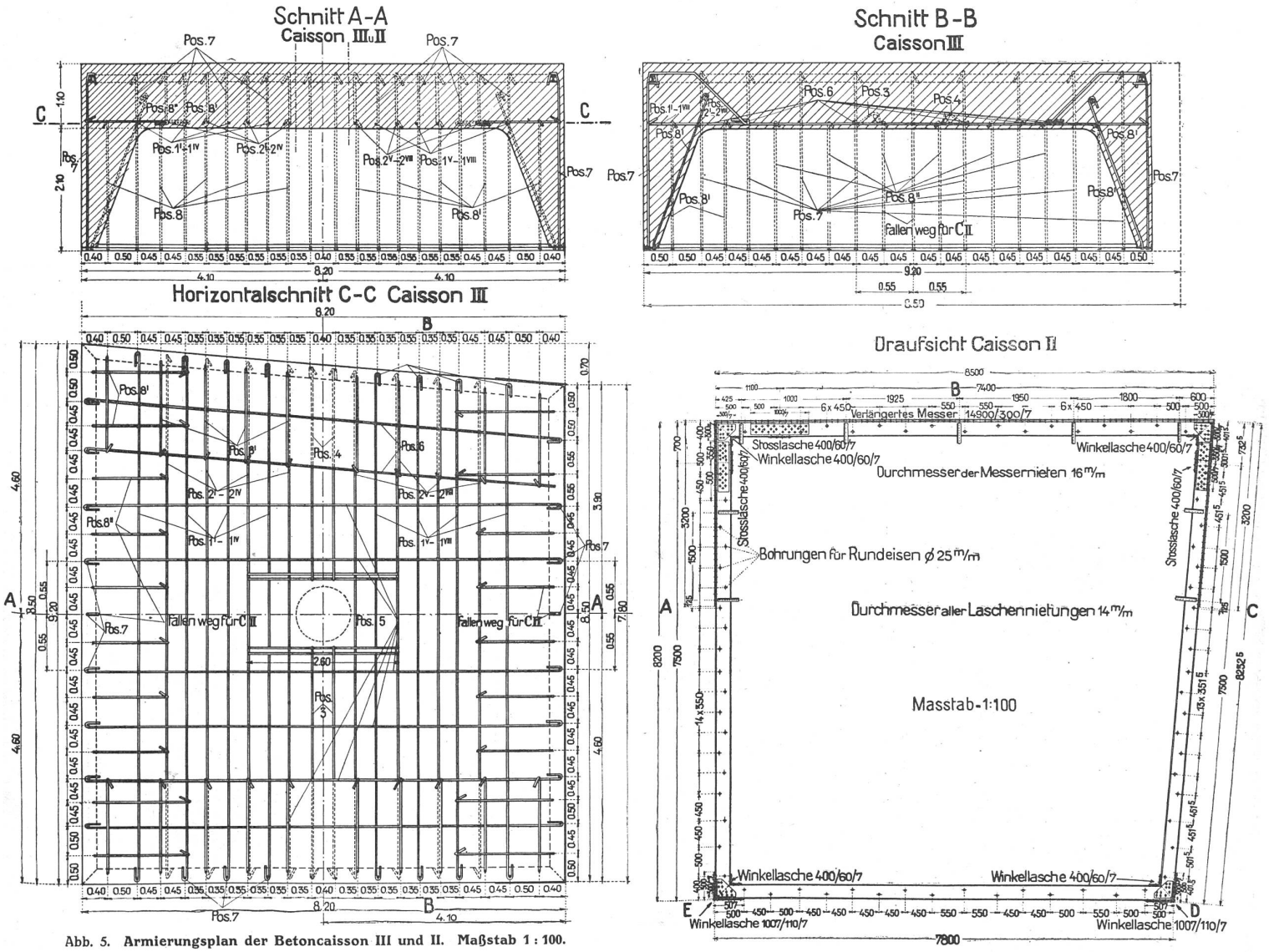

Abb. 5. **Armierungsplan der Betoncaisson III und II. Maßstab 1 : 100.**

Schleuse in der zweiten Etage, dem Aspiratorentunnel, in Druckluft eingestiegen und mit seiner Benützung als neue Arbeitskammer, unter die alte Fundation vorgebrochen und diese schichtweise nach abwärts mauernd verlängert werden. Es geschah dies mit vorbereiteten Zementbeton-Kunststeinen, die in ihrer Größe dem jeweils vorhandenen Terraindrucke angepaßt wurden. Zuerst konnten in den oberen Schichten Blöcke von 30/30/60 cm Verwendung finden, im mittleren Teile nur noch Steine der halben Größe, und im tieferen Teil teilweise nur die sog. Hunziker-Hartsandsteine. Bis in die größte Tiefe wurde der Schlemmsanddruck auf die Fundamente so bedeutend, daß die einzelnen Steine mit Winden eingepreßt werden mußten, weil der Boden bei der Oeffnung eines Loches wie aus einer Wurstmaschine eingepreßt wurde. In den einzelnen Mauerschichten unter den Pfeilern wurden Röh-

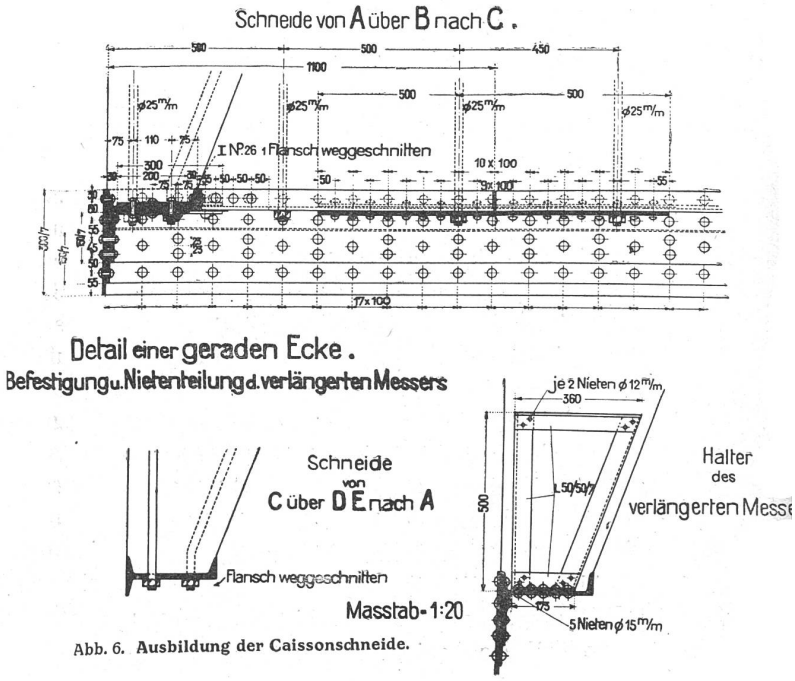

Abb. 6. **Ausbildung der Caissonschneide.**

ren miteingemauert und provisorisch verschlossen, in die später Zementmilch injiziert wurde, wenn bei Einbringen der folgenden unteren Schichten Bodeneinpressungen und Lockerungen nicht ganz vermieden werden konnten. Hierdurch gelang es, Setzungen ganz zu vermeiden. Mit dieser schichtweisen Untermauerung endlich auf der Tiefe angelangt, wurde zuerst eine Betonsohle (z. T. armiert) eingebracht, dann die Verschalung der neuen Aspiratoren in der Verlängerung der nunmehrigen Arbeitskammer verlegt, von Th. Bell & Cie. geprüft und dann umbetoniert und zuletzt verputzt, alles in der Druckluft der oberen Etage.

Diese wichtigeren Arbeiten, bei denen es auf rasche Durchführung sehr ankam, oder die binnen kurzer Zeit eine grössere Betonfestigkeit verlangten, wurden mit einem, von den Jurazementfabriken A.-G. Aarau auf Bestellung gelieferten Spezialzement, dem sog. „Granitzement", ausgeführt, der die Abbindezeit des gewöhnlichen Portlandzements hat, aber in 24 Stunden bereits die gleiche Festigkeit von 220 kg aufweist, wie Portlandzement in 28 Tagen, nach vier Tagen erreicht er mehr als die doppelte Festigkeit von Portlandzement, nämlich 524 kg, nach sieben Tagen 612 kg.

Die Arbeitskammern konnten 24 Stunden nach ihrer Betonierung ausgeschalt und in Versenkung genommen werden. Es wurde von dieser Eigenschaft des Zementes auch zum Tragen der zu erstellenden Gewölbe Gebrauch gemacht, indem ihre Verschalung zuerst mit einer 20 cm hohen Schicht überdeckt und dann auf diese Tragschicht sofort die ganze Last aufgebracht wurde.

Abb. 8 stellt die Arbeitskammer II dar, im Momente, als sie versenkt war und der obere Teil des Aspiratorengewölbes mit dün-

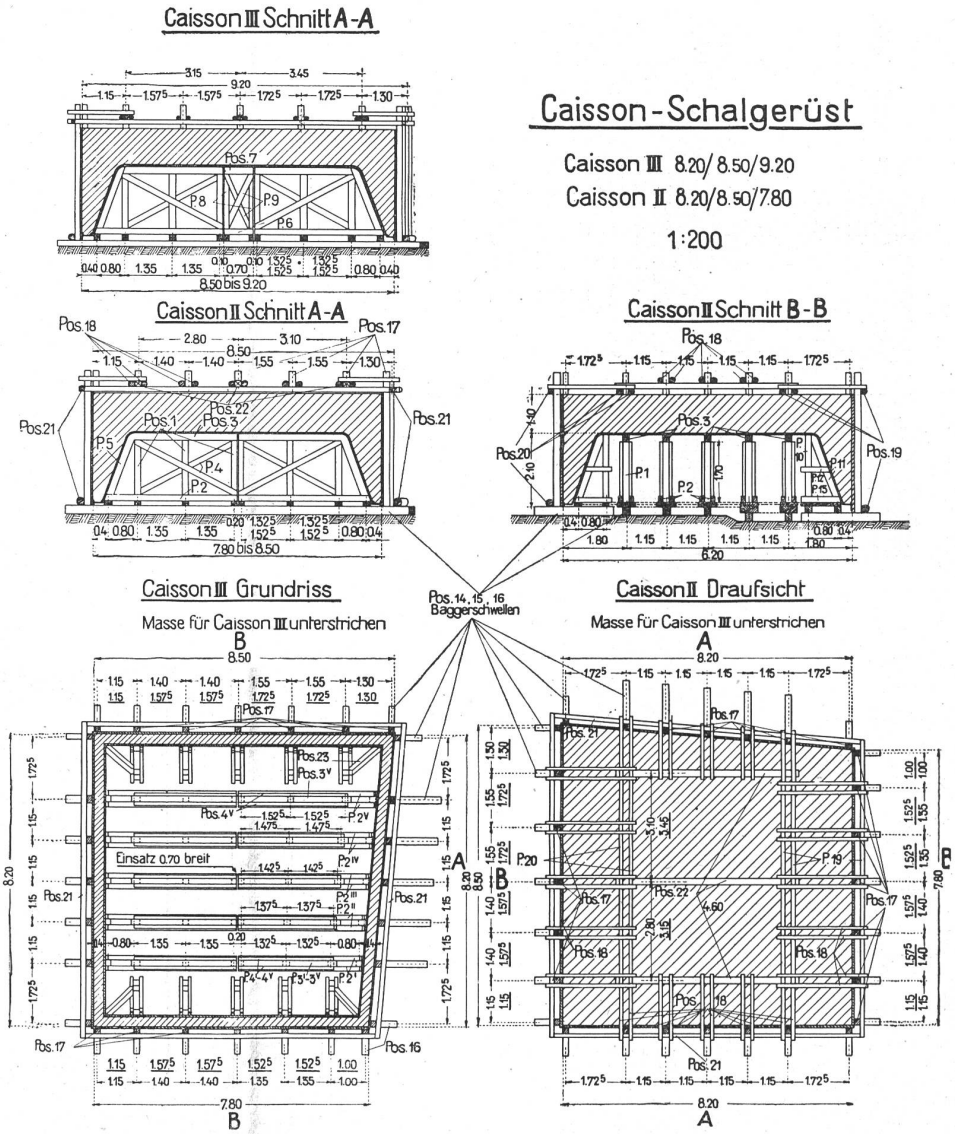

Abb. 7. **Caisson-Schalgerüst.**

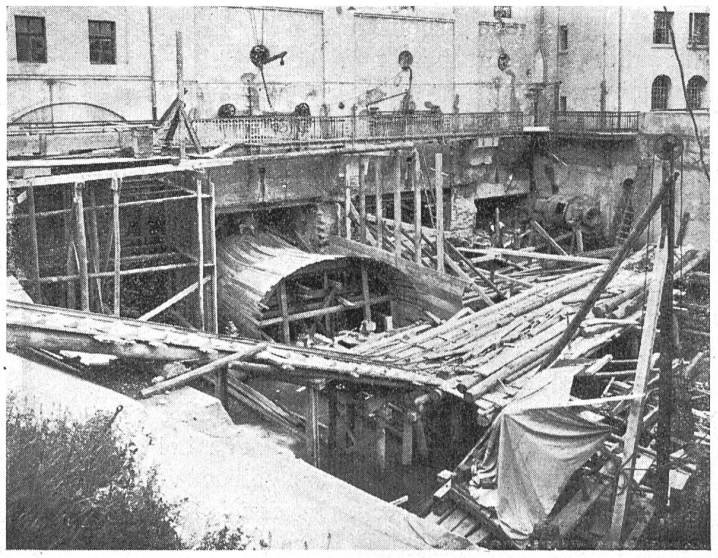

Abb. 8. **Arbeitskammer II.**

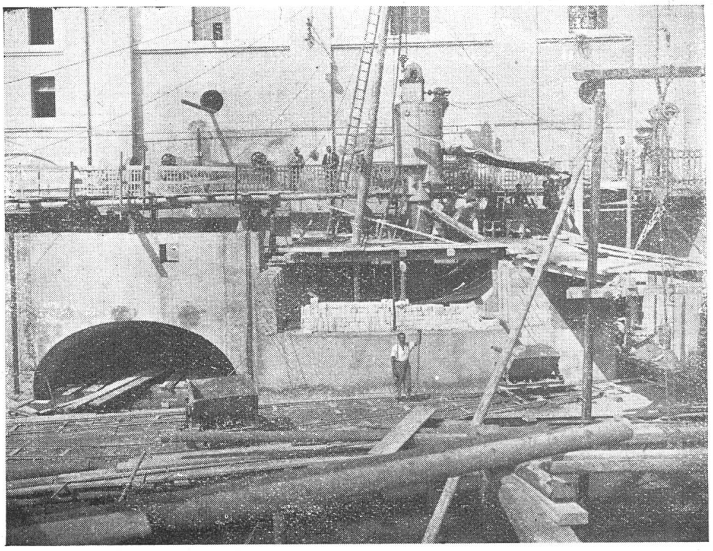

Abb. 9. Fertiger Aspirator II und in Absenkung begriffene Caisson der Kammer III.

nen Brettchen verschalt ist. Man beachte, dass dieses Gewölbe konsolartig unter die Façadenmauer untergreift, wo es als stark armierter Balken während der folgenden Arbeitsperiode zur Vermeidung von Setzungen mittragen helfen soll.

Figur 9 zeigt den fertigen Aspirator II und den in Absenkung begriffenen Caisson der Kammer III mit den beiden seitlichen Schutzmauern zur nachherigen Einbringung des untersten Teiles des Aspirators, weil die Arbeitskammerdecke unter Terrainsohle verschwindet. Ferner ist hier der Wasserstand ersichtlich, der mit Pumpen auf dieser Höhe gehalten und nicht tiefer gesenkt wurde, um Spülungen des leicht fliessenden schlemmsandigen Baugrundes zu verhüten.

Figur 10 zeigt die Arbeit in der oberen Etage der Kammer III, wo unten zur soliden Untermauerung schlechter Beton weggespitzt wird. Figur 11 zeigt die betriebsfertigen Aspiratoren.

Die örtliche Bauaufsicht führte unter Leitung des Betriebsdirektors zuerst: A. Baumann in Niedergösgen, und dann nach dessen Erkrankung: Ingenieur Tuchschmid in Aarau. Die örtliche Arbeitsführung für die Unternehmung Dr. Lüscher besorgte Ingenieur Schneebeli.

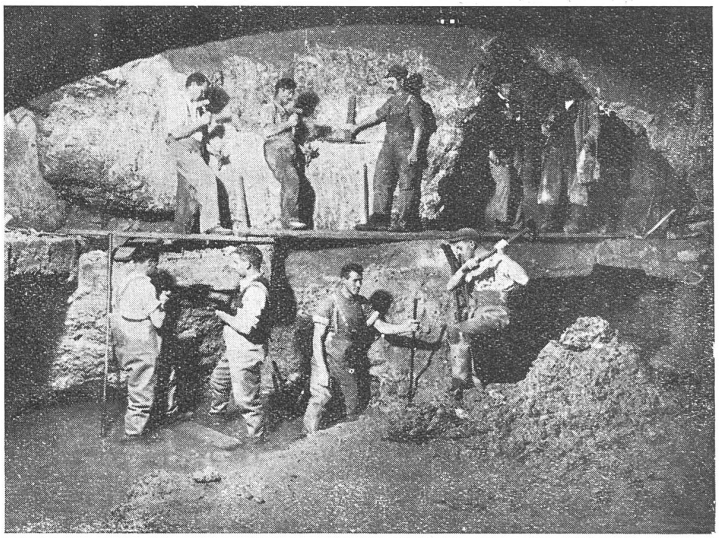

Abb. 10. Arbeit in der oberen Etage der Kammer III.

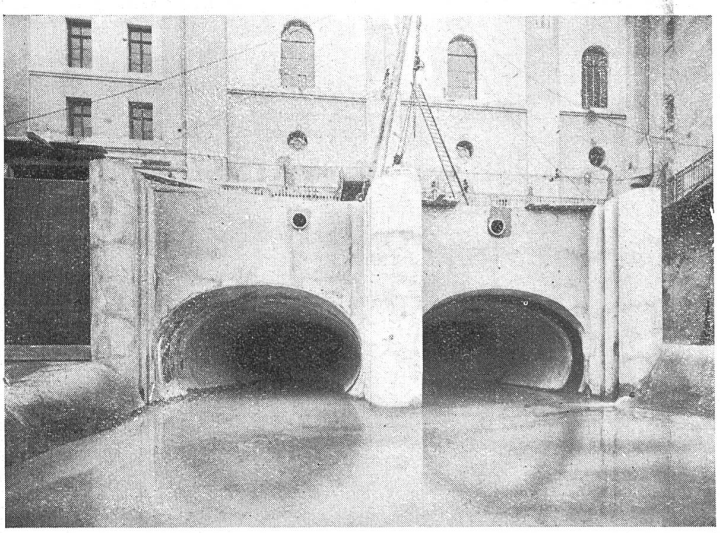

Abb. 11. Elektrizitätswerk der Stadt Aarau. Betriebsfertige Aspiratoren.

Der Bruch der Gleno-Staumauer in Oberitalien.

Am 1. Dezember dieses Jahres ist über das blühende Valle di Scalve, ein Seitental des Val Camonica, Provinz Bergamo, durch Bruch der Gleno-Staumauer ein schreckliches Unglück hereingebrochen, dem ca. 500 Menschen zum Opfer fielen, abgesehen von weiteren Sachschäden in der Höhe von ca. 130—150 Millionen Lire. Mit der Aufklärung der Ursachen dieser Katastrophe sind zurzeit hervorragende italienische Fachmänner beschäftigt; dem Ergebnis ihrer Untersuchungen sieht die gesamte Technikerschaft und die Oeffentlichkeit mit grösstem Interesse entgegen. Zur vorläufigen Orientierung geben wir einige nähere Angaben über das Glenowerk.

Die italienischen Ingenieure befassen sich schon seit Jahren mit dem Problem der Talsperren. Eine aus prominenten Fachmännern gebildete Kommission hat die verschiedenen Fragen eingehend behandelt, darüber eine Reihe Spezialstudien veröffentlicht und schliesslich in einem Reglement die Normen für die Errichtung von Stau-