

# Die Wasserkraftanlage "Gösgen" an der Aare der A.-G. "Elektrizitätswerk Olten-Aarburg"

Autor(en): **AG Motor**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **75/76 (1920)**

Heft 17

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-36449>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

sitzenden Gabel aufnimmt, steht deswegen senkrecht auf dem in dieser Gabel gelagerten Arm; die Axe des nach Grösse und Richtung gleichen Moments, welches das Kreuz an die auf der Welle II sitzende Gabel und damit an Welle II selbst weitergibt, steht umgekehrt senkrecht auf dem in in dieser Gabel gelagerten Arm des Kreuzes. Somit ist die Axe des von der Kupplung übertragenen Momentes bestimmt als die Normale auf beiden Kreuzarmen oder, wie man anschaulicher sagen kann, als Normale auf der durch beide Arme gelegten Ebene. In der Hauptlage B (Abbildung 3) fällt diese Normale mit der Axe der Welle II zusammen, und die Kreuzgelenk-Kupplung überträgt auf die Welle II ein reines Torsionsmoment. In der Hauptlage A (Abbildung 1) weicht die Normale am stärksten von der Wellenaxe II ab, nämlich um den Winkel  $\alpha$ . Neben dem Torsionsmoment  $M_t$  wird in dieser Stellung der Kupplung noch das Biegemoment  $M_b = M_t \operatorname{tg} \alpha$  auf die Welle II übertragen. Die Beanspruchung der Welle I in den beiden Hauptlagen ist gerade umgekehrt.

Um die in den Zwischenlagen auftretenden Momente zahlenmässig zu bestimmen, bezeichnen wir die Winkel, die die Normale auf den Kreuzarmen mit den Koordinaten-Axen bildet, mit  $\lambda$ ,  $\mu$  und  $\nu$ . Bezeichnet man ferner das gesamte auf die Welle II übertragene Moment mit  $M$ , die in die  $x$ -Richtung fallende Komponente von  $M$  mit  $M_x$  (= Biegemoment um die  $x$ -Axe) und die (in den Zwischenlagen auftretende) Komponente in der  $z$ -Richtung mit  $M_z$  (= Biegemoment um die  $z$ -Axe), so ist offenbar

$$M_t = M \cos \mu, \quad M_x = M \cos \lambda, \\ M_z = M \cos \nu.$$

Ausser dem Torsionsmoment  $M_t$ , dessen Uebertragung Zweck der Kupplung ist und das als bekannt angesehen werden kann, werden somit auf die Welle II noch die Biegemomente

$$\text{und } \left. \begin{aligned} M_x &= \frac{\cos \lambda}{\cos \mu} M_t \\ M_z &= \frac{\cos \nu}{\cos \mu} M_t \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

übertragen.

Es handelt sich nun darum, die Werte  $\cos \lambda$ ,  $\cos \mu$  und  $\cos \nu$  zu berechnen.  $\lambda$ ,  $\mu$  und  $\nu$  sind die Winkel, die die Normale auf den Kreuzarmen ( $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$  und  $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$ ) mit den Koordinatenachsen einschliesst; sie sind somit bestimmt durch die bekannten Gleichungen der analytischen Geometrie:  $\cos \lambda = \cos \beta_1 \cos \gamma_2 - \cos \beta_2 \cos \gamma_1$  und entsprechend für  $\mu$  und  $\nu$ , wobei schon berücksichtigt ist, dass die beiden durch  $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$  und  $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$  gegebenen Richtungen selbst senkrecht aufeinander stehen. Setzt man in diese Gleichungen die Werte aus den Gl. (1) und (2) ein, so erhält man

$$\cos \lambda = -\cos \varphi \cos \psi \sin \alpha \\ \cos \mu = -\sin \varphi \sin \psi - \cos \varphi \cos \psi \cos \alpha \\ \cos \nu = -\cos \varphi \sin \psi \sin \alpha$$

wobei zwischen  $\varphi$  und  $\psi$  noch die Beziehung Gl. (4) besteht. Durch Einsetzen dieser Werte in die Gleichungen (5) ergeben sich die verhältnismässig einfachen Formeln

$$M_x = \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \varphi} M_t \quad (6)$$

$$M_z = \frac{\sin \alpha \operatorname{tg} \varphi}{\cos^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \varphi} M_t \quad (7)$$

*Beispiel.*

Als Beispiel möge das in Abbildung 4 gezeichnete System untersucht werden, das besonderes Interesse bietet wegen der Beobachtungen, die O. Föppl angestellt und in der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“ 1919, S. 867 veröffentlicht hat. Das Trägheitsmoment der Antriebs-Riemenscheibe soll gegenüber dem Trägheitsmoment  $\Theta$

der kleinen Schwungscheibe so gross sein, dass die Winkelgeschwindigkeit der Welle I,  $\omega_1$ , als unveränderlich angesehen werden kann. Die Winkelgeschwindigkeit der Welle II ist  $\omega_2 = \omega_1 \frac{d\psi}{d\varphi}$  und ihre Winkelbeschleunigung

$$\frac{d\omega_2}{dt} = \omega_1 \frac{d}{dt} \left( \frac{d\psi}{d\varphi} \right) = \omega_1 \frac{d}{d\varphi} \left( \frac{d\psi}{d\varphi} \right) \frac{d\varphi}{dt}$$

und wegen  $\frac{d\varphi}{dt} = \omega_1$

$$\frac{d\omega_2}{dt} = \omega_1^2 \frac{d^2 \psi}{d\varphi^2}$$

Das Torsionsmoment, das von der Kupplung auf die Welle II übertragen werden muss, um die Bewegung zu erzwingen, ist dementsprechend

$$M_t = \Theta \frac{d\omega_2}{dt} = \Theta \omega_1^2 \frac{d^2 \psi}{d\varphi^2} \quad (3)$$

Die Biegemomente  $M_x$  und  $M_z$  ergeben sich dann aus den Gl. (6) und (7). Um die Rechnung auszuführen, muss man zunächst  $\frac{d^2 \psi}{d\varphi^2}$  durch zweimalige Differentiation von Gl. (3) oder (4) bestimmen. Durch Einsetzen dieses Wertes in Gl. (8) und durch Einsetzen des damit erhaltenen Wertes von  $M_t$  in Gl. (6) und (7) erhält man zunächst für  $M_t$ ,  $M_x$  und  $M_z$  ziemlich verwickelte Ausdrücke, die sich aber bedeutend vereinfachen lassen, wenn der Winkel  $\alpha$  nicht gross ist, sodass man  $(1 - \cos \alpha)^2$  vernachlässigen darf. Dies ist übrigens noch bei ziemlich grossen Winkeln zulässig; so ist z. B.  $(1 - \cos 8,5^\circ)^2 = 0,00012$ . Man erhält dann

$$M_t = -2 \Theta \omega_1^2 (1 - \cos \alpha) \sin 2 \varphi \\ M_x = -\Theta \omega_1^2 \sin \alpha (1 - \cos \alpha) (\sin 2 \varphi + \frac{1}{2} \sin 4 \varphi) \\ M_z = -\frac{1}{2} \Theta \omega_1^2 \sin \alpha (1 - \cos \alpha) (1 - \cos 4 \varphi)$$

Aus den beiden letzten Gleichungen geht hervor, dass die Welle II durch die Kreuzgelenk-Kupplung kräftige auf Biegung wirkende Impulse mit der doppelten und mit der vierfachen Frequenz der Drehzahl erhält, die Veranlassung zu neuen kritischen Drehzahlen sein und andere Wirkungen, die man beobachten will, leicht ganz überdecken können.

*Zusammenfassung.*

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass eine Kreuzgelenk-Kupplung auf die Wellen neben dem Torsionsmoment notwendigerweise auch periodisch wechselnde Biegemomente überträgt, sobald die Richtungen der beiden Wellen von einander abweichen. Der durch die Kupplung gegebene kinematische Zusammenhang und die Grösse der Biegemomente werden allgemein ermittelt. Als Beispiel wird eine Anordnung betrachtet, die bei Versuchen über kritische Drehzahlen rasch umlaufender Wellen verwendet worden ist.

**Die Wasserkraftanlage „Gösgen“ an der Aare der A.-G. „Elektrizitätswerk Olten-Aarburg“.**

Mitgeteilt von der A.-G. «Motor» in Baden.

(Fortsetzung von Seite 181.)

Allgemein wurde danach getrachtet, nebst einer guten Wasserführung die Kosten des baulichen Teiles auf ein Minimum herabzusetzen durch Anpassung des Querschnittes für den Unterbau an den Felsuntergrund, um den Fels-Aushub möglichst gering zu halten und damit auch an Beton zu sparen. Bei dem vorhandenen Wasserüberdruck bis 17,0 m musste für einen soliden Anschluss des Fundament-Betons an den Felsen gesorgt werden. Es wurden daher in den Felsen einbindende Rippen erstellt und daneben nur die Pfeiler zwischen den Turbinenkammern in den Felsen eingelassen (Abbildungen 85 und 86, S. 190), während im übrigen der Felsen unter der Einlaufspirale und dem Saugkrümmer mit einer minimal 70 cm starken Betonschicht verkleidet wurde (Abbildung 87, S. 189).

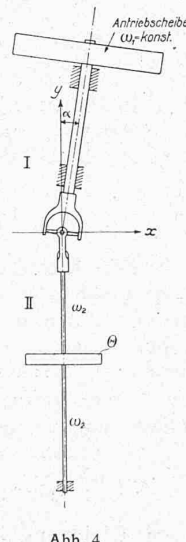


Abb. 4.

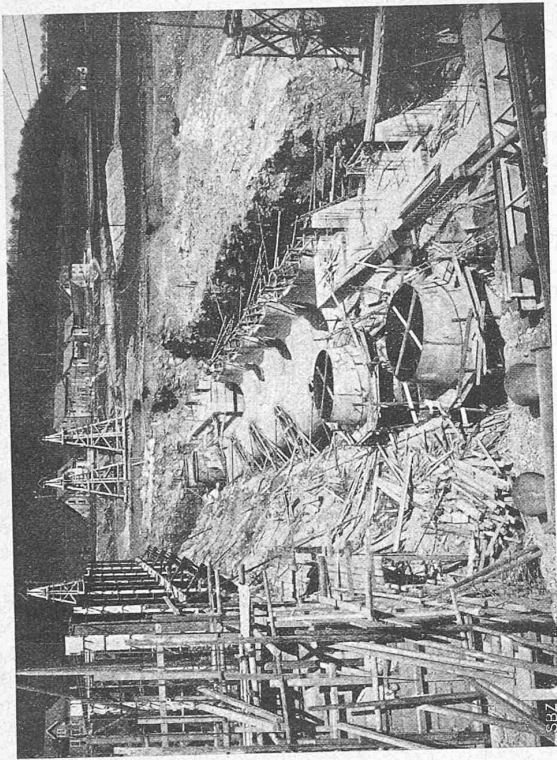


Abb. 89. Saugrohrpanzerungen für die Turbinen 1, 2, 7 und 8, Verschaltungen der Saugkrümmer für die Turbinen 3 bis 6. — 28. III. 1916.

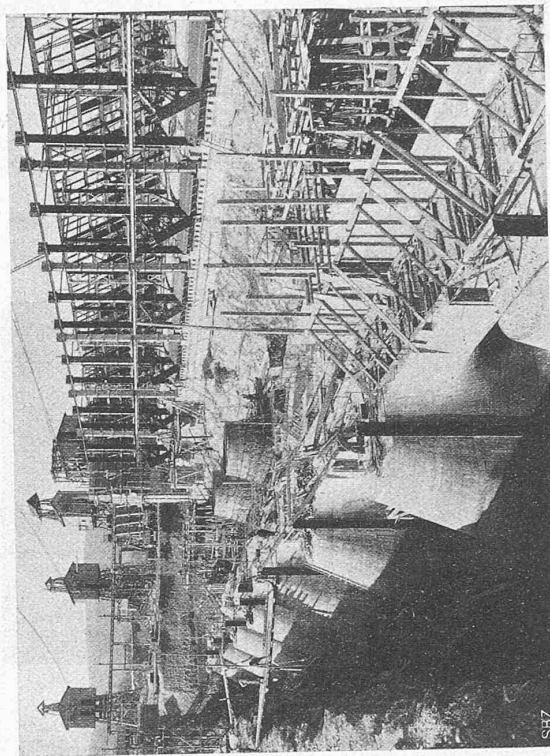


Abb. 90. Unterbau betont bis auf Höhe Unterkant Saugrohrpanzerung. Rechts Rechenunterbau und Führungen der Einlaufschützen. 29. IV. 1916.

Bei der Berechnung der statischen Verhältnisse des Maschinenhauses wurden ausser dem maximalen Stau auf Kote 391,30 für den Fall eines Kurzschlusses eine Wellenbildung von 1,15 m und ausserdem in der eigentlichen Turbinenkammer ein Stosszuschlag berücksichtigt. Zur Erhöhung der Standsicherheit des Objectes sind noch unter jedem Einlaufpfeiler Rundisen bis 1,50 m in den Felsen eingelassen worden. Die Stabilitätsbedingungen sind aber ohne diese Verankerung erfüllt.

Der Maschinenhaus-Unterbau, sowie sämtliche Tragkonstruktionen, wie Kranbalken, Zwischenböden im Turm

und die Dachkonstruktion, sind in armiertem Beton ausgeführt. Wegen seiner Länge ist der ganze Bau vom Fundament bis zur Dachhaut durch zwei Dehnungsfugen in drei unabhängige Abschnitte geteilt. Diese Fugen sind auch im Vorbau durchgeführt und trennen die Pfeiler zwischen den Turbinenkammern 2 und 3 bzw. 6 und 7. Um Durchsickerungen zu vermeiden, durften die Fugen im horizontalen Sinne nicht geradlinig durchgeführt werden (siehe Abbildung 82 in letzter Nummer). Die Nuten und Falze der Fugen sind durch Einlagen von Asphaltfilz in den rechtwinklig zur Fugenrichtung stehenden Flächen

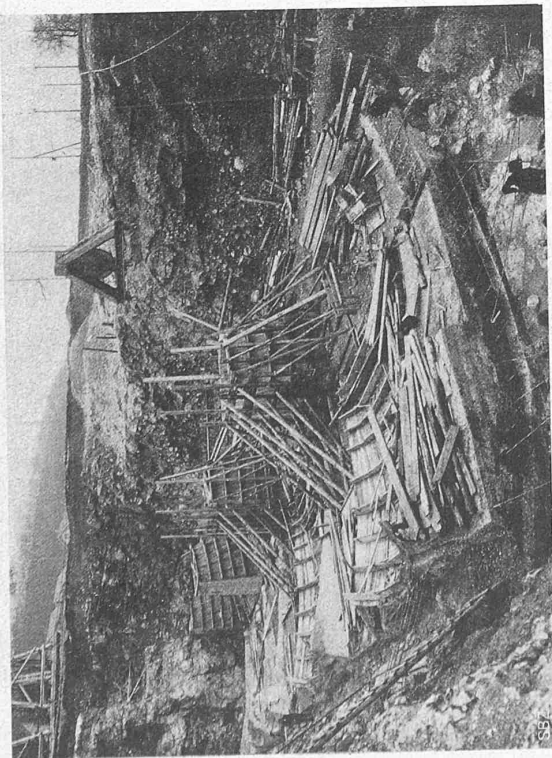


Abb. 87. Verschaltungen für die Pfeilerköpfe der Turbinenausläufe 1 bis 3, sowie betonierte Sohle der Saugkrümmer. — 27. XII. 1915.



Abb. 88. Verschaltungen für die Saugkrümmer der linksseitigen Turbinen 1 und 2 mit den Führungen für die Dammbalken-Abschlüsse. — 28. I. 1916.



gegen Wasserdurchtritt gesichert. Durch das bisher beobachtete Arbeiten ist die Notwendigkeit der Fugen nachgewiesen. Die Fugen bieten aber auch für die Ausführung der Betonierung grosse Vorteile, indem sie die Abgrenzung der Baustadien sehr vereinfachen.

Der Unterbau bis unter den Spiralboden erhielt nur vereinzelte Verstärkungen durch Eiseneinlagen, während die Spiralwände und der Maschinenhausboden als eigent-

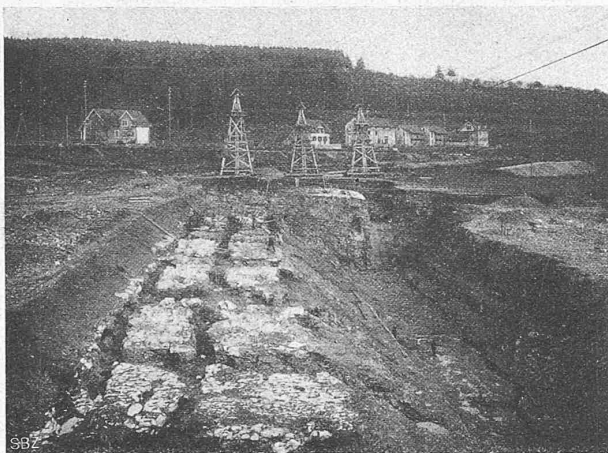


Abb. 85. Fertiger Fundamentaushub für das Maschinenhaus Gösgen mit ausgesprengten Verzahnungen im Fels. 13. XI. 1915.

liche armierte Betonkonstruktion berechnet und ausgeführt wurden. Die Abbildungen 87 bis 90 zeigen den Unterbau mit den Saugkrümmern in verschiedenen Baustadien. Aus den Abbildungen 89 bis 91 sind insbesondere die schon früher erwähnten Panzerungen des obren Teiles der Saugrohre ersichtlich. Ferner lassen die Abbildungen 92 bis 94 verschiedene Baustadien der Einlaufspiralen erkennen. Um die Ausführung von Aussparungen im Betonkörper und nachträgliches Eingiessen von Eisenkonstruktionsteilen zu vermeiden, wurde, wie aus den Abbildungen 88 und 93 ersichtlich ist, die Aufstellung der Schützen und Damm-balkenführungen, sowie der Rechentragekonstruktion vor der Betonierung der anschliessenden Betonkonstruktion vorgenommen. (Forts. folgt.)

## Ideen-Wettbewerb für die Bebauung des Elfenu- und Mettlen-Gebiets in Bern und Muri.

(Fortsetzung von Seite 174.)

### Aus dem Bericht des Preisgerichtes.

Die Jury versammelte sich Donnerstag, Freitag und Samstag, den 19., 20. und 21. Februar 1920 vollzählig in der Turnhalle des Primarschulhauses Spitalackerstrasse zur Prüfung und Beurteilung der eingelangten und daselbst ausgestellten Wettbewerbsprojekte. Die gemeinsame Begehung des Gebietes durch Jury und Wettbewerber fand programmgemäss am 31. Oktober 1919 statt.

Es sind folgende 28 Projekte eingegangen:

1. „Elfere“, 2. „Aarethal“, 3. „Stadion“, 4. „Ein Vorschlag“, 5. „Luft und Licht“ I, 6. „Alles fliesst“, 7. „Chrützwäg“, 8. „Bern-Ost“, 9. „Zukunft“, 10. „Elme“, 11. „Neustadt“, 12. „Stadtspark“, 13. „Luft und Licht“ II, 14. „Alpenblick“, 15. „Lass uns mit den Händen tasten, ob nicht in dir, Natur, die Baukunst lebt und atmet“, 16. „Lichtmäss“, 17. „In der Au der Elfen“, 18. „Idee und Materie“, 19. „Riedackerplatz“, 20. „Jedem das Seine“, 21. „Reihenbau ist Trumpf“, 22. „Dem Volk zum Wohl, der Stadt zur Ehr“, 23. „Erlkönig“, 24. „Dr Aare no“, 25. „Lichtmäss 1920“, 26. „Sonnenland“, 27. „Burger“, 28. „Rhythmus und Kontrast“.

Die Vorprüfung der Projekte wurde im Auftrag der Jury durch das Jurymitglied Herrn Stadtgenieur Steiner vorgenommen, der folgendes feststellt:

Die Vorprüfung erstreckte sich in erster Linie auf die Einhaltung der Bedingungen und den Umfang der eingegangenen Arbeiten. Bei sämtlichen 28 Projekten ist der Eingabetermin ein-

gehalten worden. Alle Projekte enthielten: Situation 1:5000 mit den Strassenzügen, Situation 1:1000 mit Strassen, Baulinien und Angabe der Bebauung, Längenprofile 1:1000/200, Querprofile 1:200, und Erläuterungsbericht. Einzig bei Projekt Nr. 10 wurde noch eine Situation 1:25000 eingeliefert, die aber für die Beurteilung ausser Betracht fällt. Das Farbenschema ist nicht überall eingehalten worden, ebenso sind nicht bei allen Projekten die Höhenkurven deutlich sichtbar geblieben. Diese Programmverstösse können aber auf die Beurteilung der Projekte keinen Einfluss haben. Sodann wurde bei jedem einzelnen Projekte eine Prüfung in Bezug auf die Einhaltung der allgemeinen Bestimmungen vorgenommen. Deren Resultat wurde den Mitgliedern des Preisgerichtes schriftlich ausgehändigt und an Hand der einzelnen Projekte erläutert.

Nach dieser Orientierung findet eine allgemeine Besprechung über folgende vier Hauptpunkte statt: a) Lage der Brückenstellen, b) Tracé der Strassenbahn, c) Situierung des Stadions, d) Ausgestaltung der Giessen.

Um eine endgültige Abklärung dieser offenen Fragen zu erhalten, wird am Nachmittag des ersten Verhandlungstages eine zweite Begehung des ganzen Wettbewerb-Gebietes vorgenommen, die für die Beurteilung der Entwürfe völlige Klarheit schafft.

Wegen allgemein unbefriedigender Lösung der gestellten Aufgabe gelangen in einem ersten Rundgange folgende acht Projekte zur Ausscheidung: Nr. 1, 2, 8, 9, 12, 14, 16 und 25.

In einem zweiten Rundgange werden teils wegen unrichtiger Disposition des Hauptstrassennetzes oder wegen ernstlicher Verstösse gegen Programmbestimmungen, teils wegen undurchführbaren oder unangebrachten Vorschlägen und wegen schlechter Aufteilung des Baugebietes weitere zehn Projekte von der Jury nach eingehender Prüfung und Besprechung als für die engere Wahl nicht in Betracht fallend ausgeschieden, und zwar die Nr. 7, 10, 13, 15, 17, 18, 23, 24, 26 und 27.

Nach diesen zwei Rundgängen bleiben noch folgende zehn Projekte in der engern Wahl: Nr. 3, 4, 5, 6, 11, 19, 20, 21, 22, 28

Die Jury schreitet hierauf zur letzten Prüfung dieser Projekte, die folgendes Resultat ergibt: (Wir beschränken uns hier auf die Wiedergabe der Kritik der fünf prämierten Entwürfe. Die Beurteilung des erstprämierten Entwurfs Nr. 22 wurde bereits in vorletzter Nummer, vom 10. April, veröffentlicht. Red.)

**Projekt Nr. 3, Motto „Stadion“.** Das Projekt charakterisiert sich durch Anlage eines grossen Platzes an der Kreuzung der Radial- und Ringstrasse. Diese für den Verkehr vorteilhafte Anordnung ist dadurch im Nachteil, dass der grosse Platz in eine Mulde zu liegen kommt und grosse Auffüllungen bedingt und ausserdem im Widerspruch steht mit dem vom Egghölzli sich herziehenden Höhenzug. Die Hauptradiale nach Muri würde besser mit einer Umgehung des Dorfkernes in die Strasse nach Belp eingeführt werden. Ihre Breite ist ungenügend bemessen. Die Kehrsatzbrücke befindet sich ungefähr an richtiger Stelle, doch würde ihr Zugang besser auf der Westseite des Kopfes liegen. Die Ringstrasse Egghölzli-Grünau, bezw. deren Verbindung mit der Elfenubrücke bedingt eine starke Durchschneidung des Elfenaugutes. Die westliche Zufahrt zur Elfenubrücke als Verlängerung des Elfenu-

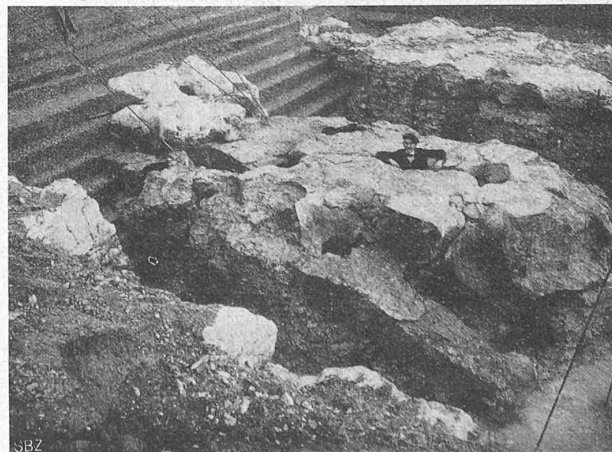


Abb. 86. Vortertiäre Erosionsfläche mit 1,0 bis 1,4 m tiefen Löchern und Fundament-Verzahnungen nach Abb. 85.



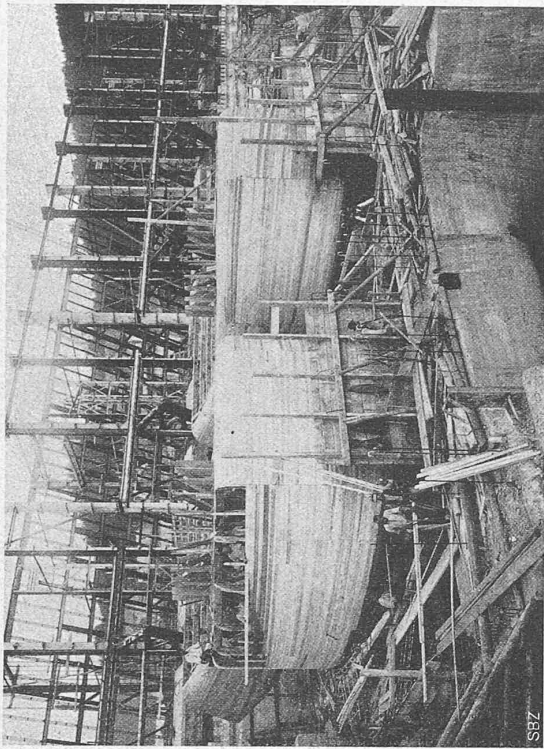


Abb. 93. Fertigstellung der Verschaltungen für die Einlaufspiralen der rechtsseitigen Turbinen 7 und 8. 25. V. 1916.

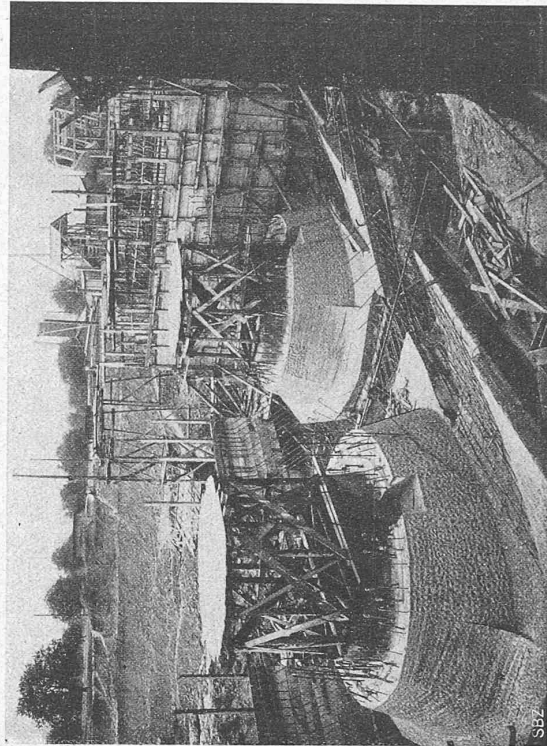


Abb. 94. Fertig betonierte innere Wandung der Einlaufspiralen 1 und 2 mit Verankerungsseisen für das Ansetzen der Spannschleisser. 9. VI. 1916.

weges zwischen zwei bereits bestehenden Strassen ist unnötig. Die Verbindung Muri-Mannried über Mettlen ist unverständlicherweise abgeschnürt worden. Das Strassenetz zwischen den Hauptverkehrslinien ist so angelegt, dass von der Muristrasse her das ganze Baugelände in nordsüdlicher Richtung gleichmässig zugänglich gemacht wird. Die Lage der Strassen ist bis auf wenige Punkte einer normalen Blockbildung günstig. Die Strassenabstände sind etwas reichlich bemessen. Die im Bogen geführte Verlängerung der Manuelstrasse ist ungünstig und irreführend. Der landschaftlichen Lage ist durch sorgfältige Betonung der Aussichtspunkte und der bestehenden alten Landsitze, sowie durch Anlage eines

durchlaufenden Spazierweges auf der Abhangkante in sorgfältiger Weise Rechnung getragen. Die Abholzung des Mettlenhölzli hätte unterbleiben sollen. Das Freihalten der Giessen und der übrigen niedrigen Uferpartien und der Hänge des Elfenaugutes ist lobend hervorzuheben. Die in halber Höhe gehaltene Brücke schmiegt sich in das landschaftliche Bild gut ein. Entsprechend dem System der Nebenstrassen hat die Bebauung etwas Geordnetes. Die Anlage der Strassen von Norden nach Süden gibt im allgemeinen eine gute Besonnung der Gärten und wahrt einer grösseren Anzahl von Gärten einen freien Blick nach Süden. Die rückwärtigen Baulinien garantieren die Freihaltung der grossen Gartenflächen. Die

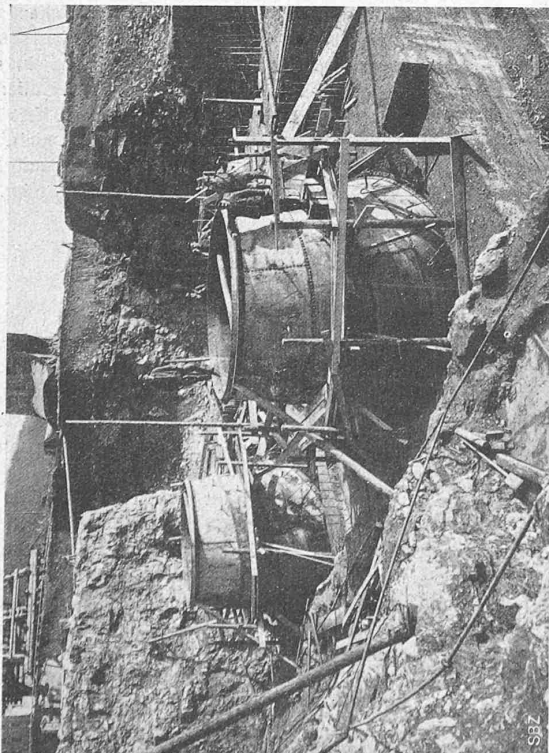


Abb. 91. Panzerungen am obern Ende der Saugkrümmer der linksseitigen Turbinen 1 und 2 (Teilansicht zu Abb. 89). 10. III. 1916.

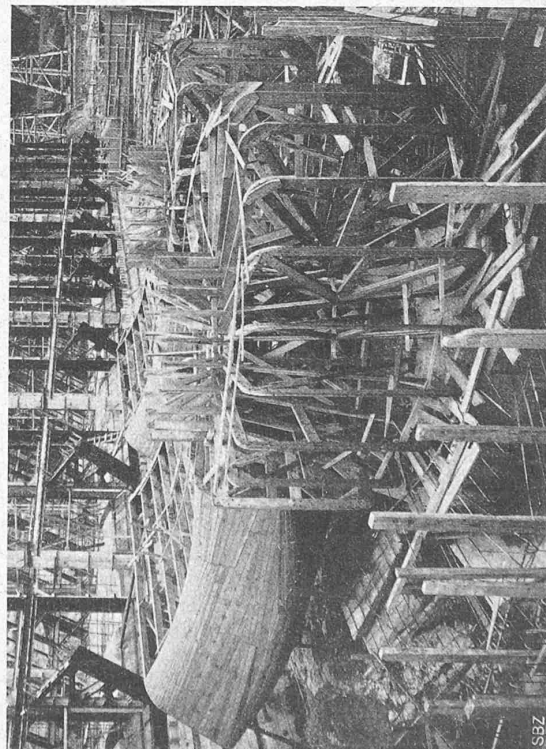


Abb. 92. Gerippe für die Verschaltungen der Einlaufspiralen der rechtsseitigen Turbinen 7 und 8. 22. V. 1916.