Betonierte Turbinenkammern

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **14-15 (1946-1947)**

Heft 24

PDF erstellt am: **02.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-153233

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

CEMENTBULLETIN

DEZEMBER 1947 JAHRGANG 15 NUMMER 24

Betonierte Turbinenkammern

Fortschritte in den letzten 50 Jahren. Anforderungen an die moderne Turbinenkammer. Ausführung. Schalung. Armierung. Betonherstellung.

Die Projektierung und Ausführung von **betonierten Turbinenkammern** gehören zu den schwierigsten, aber auch interessantesten Aufgaben des modernen **Kraftwerkbaues.** Die Entwicklung von den einfachen, offenen Wasserkammern zu den komplizierten, geschlossenen Turbinenkammern mit hydraulisch günstig geformten **Einlaufspiralen** und **Saugkrümmern** ging parallel zur Entwicklung von Wasserturbinen mit stets grösser werdenden Dimensionen und zunehmenden Wirkungsgraden. Folgende Zahlen mögen diese Fortschritte innerhalb der letzten 50 Jahre kurz illustrieren:

Kraftwerk	Baujahre	Inst. Leistung PS	Leistung pro Turbine	Anzahl der Turbinen	Laufraddurchm. m
Chèvres	1893/96	18 000	1 200	25	2.9
Rheinfelden	1895/98	16 800	840	20	2.35
Ryburg-Schwörstadt .	1927/30	154 800	38 700	4	7.0
Rupperswil-Auenstein	1942/45	46 000	23 000	2	5.3

Anforderungen an die moderne Turbinenkammer.

Die Anforderungen an die moderne Turbinenkammer sind folgende:

1. in statischer Beziehung:

a) Aufnahme des Wasserdruckes;
b) Übertragung der Last von Turbinen- und Generatorengruppe auf die Fundamentsohle durch Abstützen des Generatortragringes auf Querträger über den seitlichen Kammerwänden oder auf einen trogartigen Unterbau;
c) Gewährleistung der Stabilität der Maschinenhausfundation.

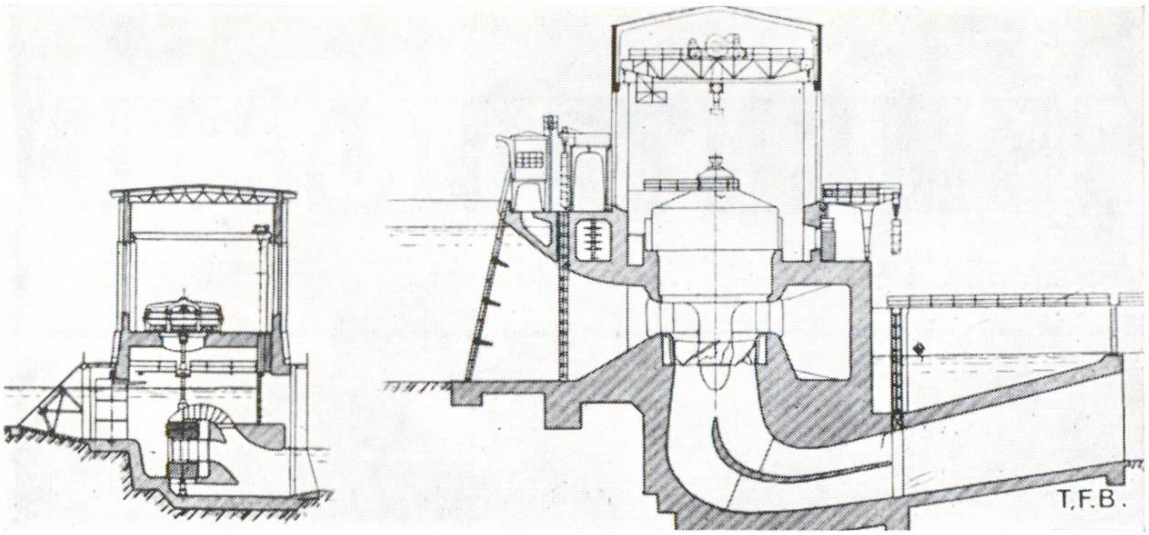

Abb. 1 Kraftwerk Rheinfelden 1898
20 Turbinen á 840 PS
Offene Wasserkammern

Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt 1930
4 Turbinen à 38 700 PS
Geschlossene Turbinenkammern

2. Aufnahme der dynamischen Beanspruchungen:

a) Wasserschläge in der Einlaufspirale;
b) Sogwirkungen im Saugkrümmer;
c) Stosswirkungen beim plötzlichen Abstellen der Maschinengruppe;
d) Schwingungen der rotierenden Maschinen.

3. Hydraulisch günstige Form der Turbinenkammer:

Die Einlaufspirale hat der Turbine das Wasser möglichst wirbelfrei zuzuführen (kleine Energieverluste).

Durch die **allmähliche Querschnittverkleinerung** wird die Erhöhung der Fliessgeschwindigkeit von ca. 1 m/sek. beim Einlaufwerk auf 4.5 m/sek. beim Leitapparat erreicht. Der Saugkrümmer leitet das

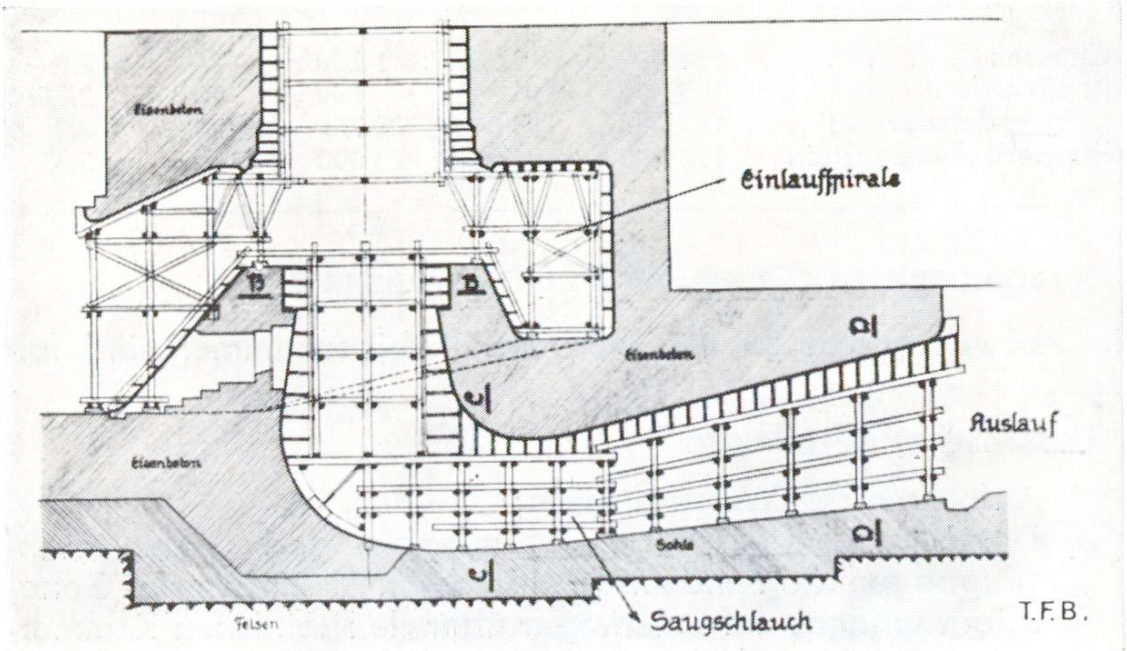

Abb. 2 Schalungsplan für Turbinenkammer

aus der Turbine austretende Wasser in den U.W.-Kanal, wobei durch **allmähliche Querschnittsvergrösserung** die Geschwindigkeit des Wassers von 8 bis 9 m/sek. beim Turbinenaustritt auf 1 bis 1.8 m/sek. am Saugrohrende reduziert wird.

Der **Beton** und **Eisenbeton** ist der geeignetste Baustoff für den Bau von modernen Turbinenkammern. Er ermöglicht die einwandfreie **Übertragung der Belastungen** auf die Fundamentsohle. Durch seine **Formwilligkeit** erfüllt er alle Anforderungen in bezug auf hydraulisch günstige Ausbildung von Einlaufspirale und Saugkrümmer und ermöglicht so die Erzielung eines **maximalen Wirkungsgrades.**

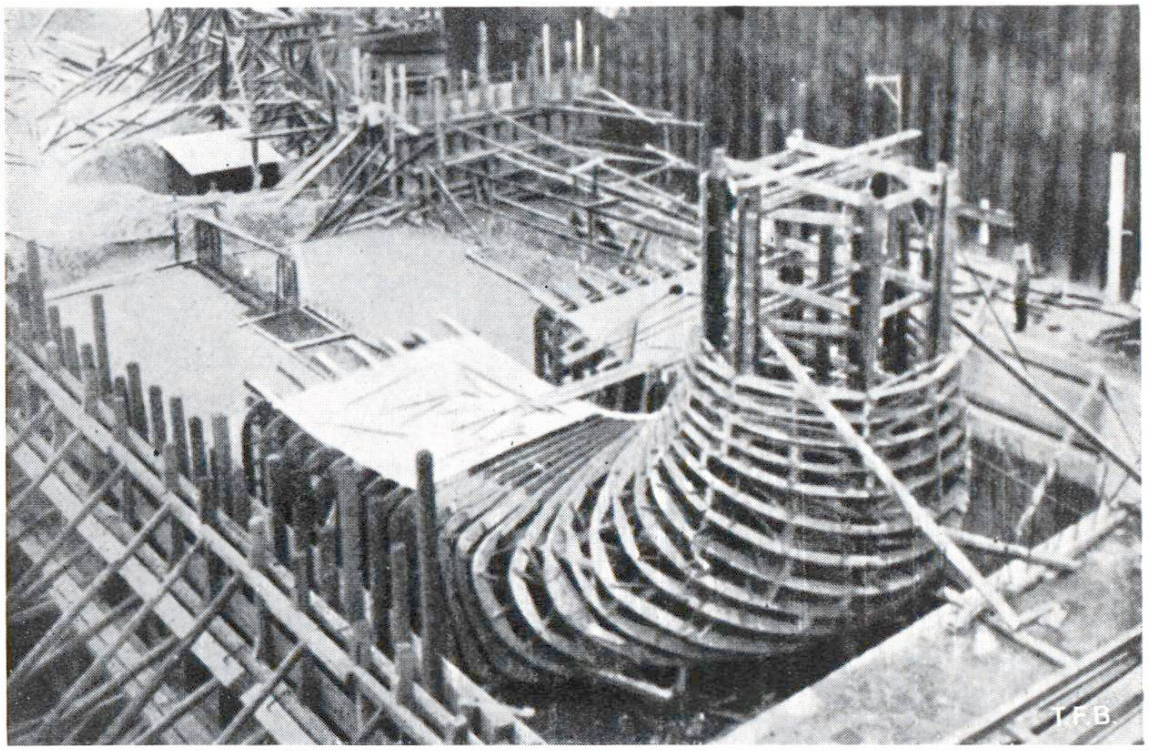

Abb. 3 Schalungsgerippe für einen Saugkrümmer

Ausführung.

In bezug auf die Ausführung von Turbinenkammern sind folgende Gesichtspunkte massgebend:

Einlaufspiralen und **Saugkrümmer** werden aus **Eisenbeton** erstellt. Bei Wasserdrücken über 25 m ist eine Verkleidung der Spirale mit Stahlblech notwendig. Das oberste gerade Teilstück des Saugkrümmers, durch welches das Wasser mit der sehr grossen Geschwindigkeit von ca. 9 m/sek. fliesst, wird ebenfalls mit Stahlblech gepanzert, um die Kammerwände vor dem Einfluss der Kavitation zu schützen.

Schalung.

Für die Schalung der Turbinenkammern kommen hauptsächlich 2 Schalmethoden zur Anwendung. Bei Turbinenkammern mit **kleinen** Abmessungen werden die einzelnen Schalbinder auf

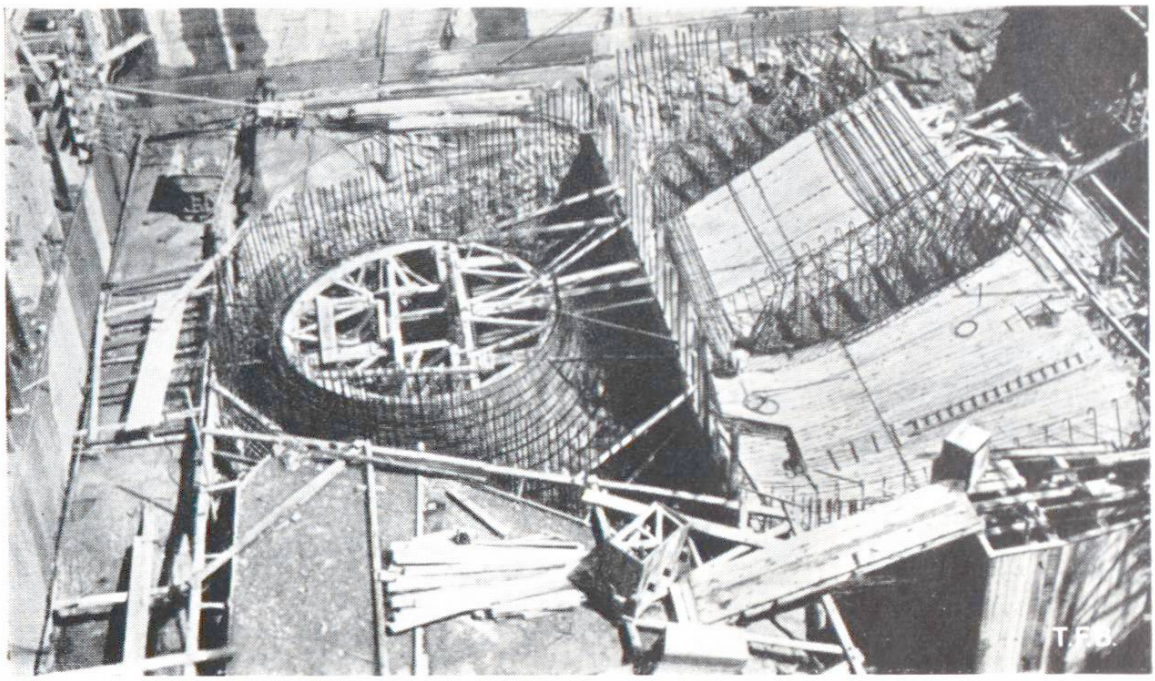

Abb. 4 Schalung und Armierung für einen Saugkrümmer

dem Reissboden abgebunden, an der Verwendungsstelle zusammengestellt und die Schalhaut auf dieses Schalgerippe montiert. Für die Turbinenkammern mit **grossen** Abmessungen werden ganze Schalkörper, bestehend aus Nagelbindern und Schalhaut, auf dem Reissboden abgebunden und als komplettes Teilstück in der Maschinenhausbaugrube montiert. Die **Schalhaut** besteht aus 30 mm-Brettern, stark abgerundete Stellen werden aus Leisten von 8—15 mm Stärke hergestellt. Bei den meisten bisher ausgeführten Kraftwerkbauten war es üblich, ungehobelte Schalungen zu verwenden.

Zur Erreichung von möglichst **kleinen Reibungsverlusten** wurde nach erfolgtem Ausschalen ein wasserdichter, geglätteter **Cementverputz** (P. 600, Quarzsand) auf die Kammerwände aufgetragen.

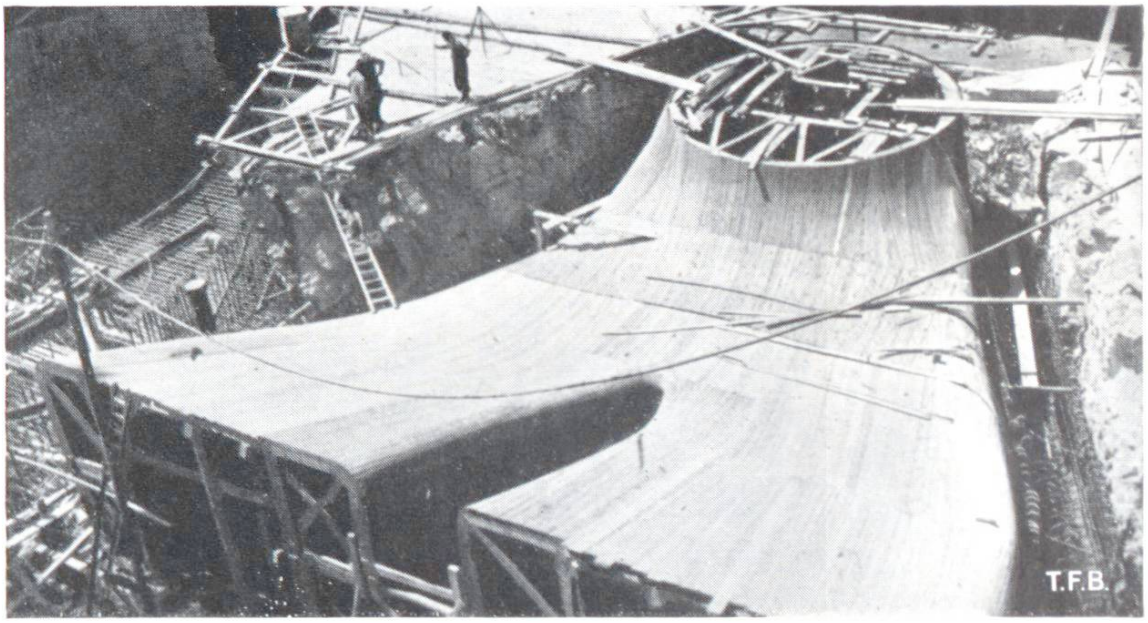

Abb. 5 Fertig montierte Schalung für einen Saugkrümmer

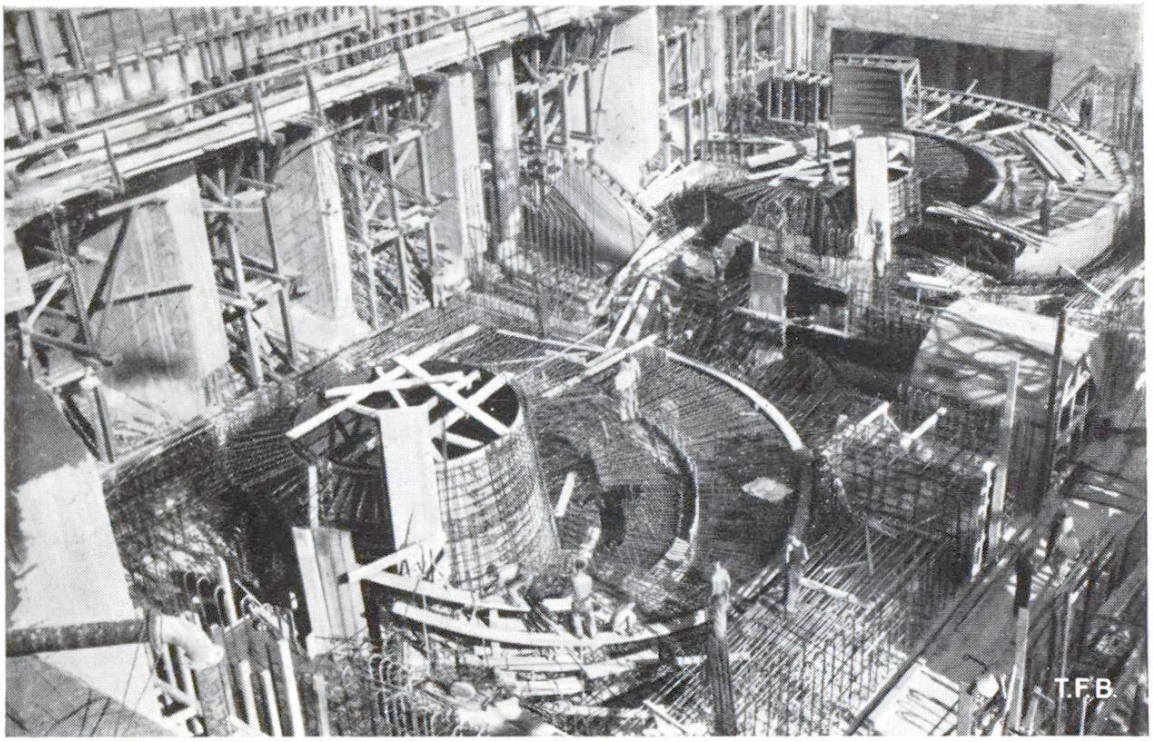

Abb. 6 Im Vordergrund: Armierung der Sohle einer Einlaufspirale
Im Hintergrund: Schalung und Armierung einer Einlaufspirale

Bei neueren Kraftwerkbauten konnte durch die Verwendung von **gehobelten** Schalungen oder durch Aufbringen einer dünnen Gipsschicht auf die Schalhaut eine solch **glatte Betonoberfläche** erzielt werden, dass das Aufrauhen des Betons und der Cementglattstrich überflüssig wurde. Die Schalungen sind genügend stark zu bemessen, damit die Auflast, bestehend aus dem Gewicht des frisch eingebrachten Betons, dem Gewicht der Armierungseisen und der Last des Arbeitsbetriebes, einwandfrei aufgenommen werden können. Eventuell ist eine genügend grosse Überhöhung der Schalkörper vorzusehen, damit Setzungen kompensiert werden.

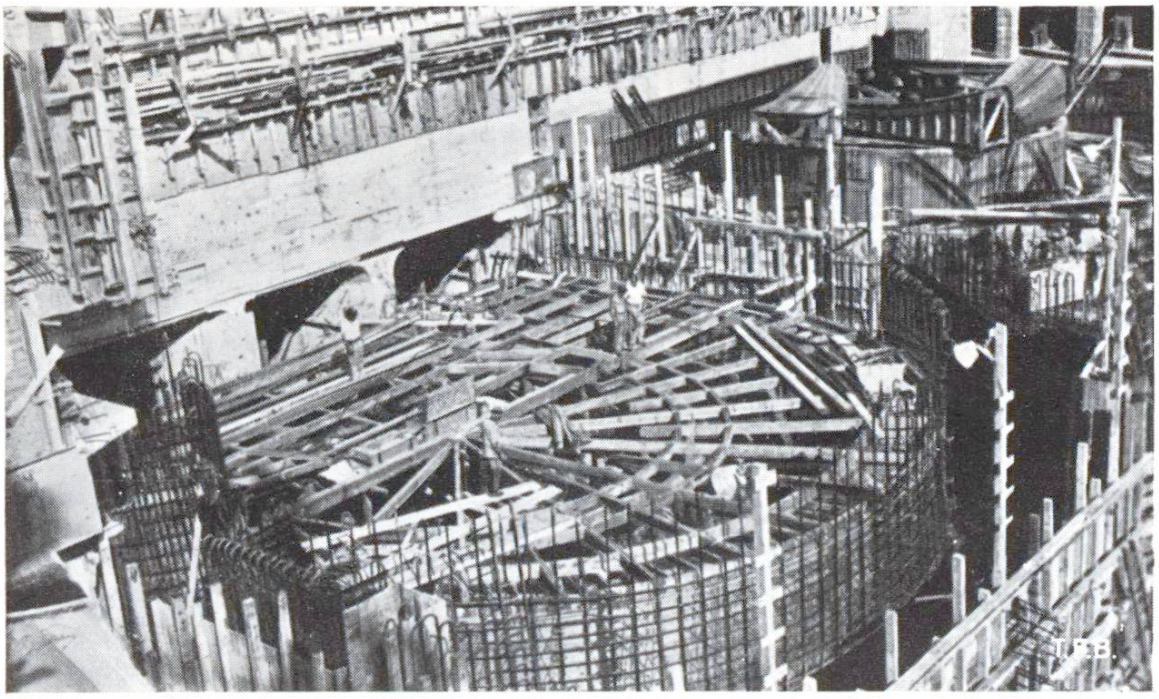

Abb. 7 Einlaufspirale: Armierung und Schalung der Kammerwände

Armierung.

Zur Übertragung der enormen Belastungen (allein die rotierende Last beträgt bei neuen Turbinengruppen bis zu 600 Tonnen) auf die Fundamentsohle ist eine **starke Rundeisenbewehrung** der Turbinenfundamente erforderlich. Eine sehr starke Sohlenarmierung (Eisendurchmesser 30—40 mm) des Turbinentroges gewährleistet eine gleichmässige Belastung der Fundamentsohle. Die **Dimensionierung** der Armierung von Einlaufspirale und Saugkrümmer erfolgt unter der Annahme, dass es sich um Rahmenkonstruktionen handelt. Dem Einfluss der gekrümmten Grundrissform der Einlaufspirale wird dadurch Rechnung getragen, dass ein Sektor der Spirale als ein Teil eines Zylinderbehälters aufgefasst wird und die Ringkräfte hiefür bestimmt werden. Die Wände und die Decke sind mit einer sehr dichten Netzarmierung bewehrt (Rundeisen ∅ 20—40 mm).

Der **mittlere Armierungsgehalt** pro m^3 Beton für Maschinenhausfundationen beträgt bei Niederdruckanlagen 45 bis 60 kg/m^3 (Einlaufbauwerk, Spirale und Saugkrümmer), bei Hochdruckanlagen 70 bis 95 kg/m^3. Bei einzelnen stark beanspruchten Konstruktionsteilen steigt der Armierungsgehalt bis auf 200—300 kg/m^3.

Beton.

Für die Herstellung eines luft- und wasserdichten, sowie frostbeständigen Betons bei Maschinenhausfundationen sind folgende Gesichtspunkte massgebend:

Das **Kies-Sandgemisch** wird nach einer der bekannten Siebkurven festgelegt, wobei folgende Kornzusammensetzungen gewählt werden können: Für normal armierte Konstruktionsteile 0—8, 8—15, 15—30, 30—60 mm. Für stark armierte Teile 0—8, 8—15, 15—30 mm.

Die **Cementdosierung** bei Konstruktionen mit grossen Betonabmessungen beträgt 250 kg/m^3, bei dünnwandigen Teilen 300 bis 350 kg/m^3. Bei sämtlichen neueren Kraftwerkbauten wurde der Beton in plastischer Konsistenz eingebracht und mit Pervibratoren **vibriert.** Der Gussbeton gelangt nicht mehr zur Verwendung. Eine ständige **Kontrolle** des Betons durch die Erstellung von Würfelproben ermöglicht die Beurteilung seiner Qualität.

Die zahlreichen, sich in Betrieb befindlichen Kraftwerkanlagen zeigen, dass die betonierten Turbinenkammern die Anforderungen, die sich aus dem modernen Turbinenbau mit den stets steigenden Leistungen der Turbinen ergeben, vollauf erfüllen. A. Sp.

Zu jeder weitern Auskunft steht zur Verfügung die
TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE DER E. G. PORTLAND
WILDEGG, Telephon (064) 8 43 71

607 / 1586 s / 47