

# Die Turbinen der Kraftübertragungswerke Rheinfelden

Autor(en): **Prášil, Franz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **33/34 (1899)**

Heft 14

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-21400>

## **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.

INHALT: Die Turbinen der Kraftübertragungswerke Rheinfelden. — Der Backsteinbau romanischer Zeit in Ober-Italien u. Norddeutschland. I. — XXXVIII. Jahresversammlung des Schweiz. Ing.- u. Arch.-Vereins am 23., 24. u. 25. Sept. 1899 in Winterthur. II. (Forts.) — Der Bau des Simplon-Tunnels. — Miscellanea: XXXVIII. Jahresversammlung des Schweiz. Ing.- u. Arch.-Vereins in Winterthur. (Forts. statt Schluss.) Der Neubau des Pergamenischen Museums in Berlin. Die neue Strassenbrücke über die Süderelbe

zwischen Hamburg u. Harburg. Die Frage der Dezimal-Teilung von Zeit und Kreisumfang. Der VII. internat. Geographen-Kongress. Einfluss der elektr. Leitungen auf die Gewitter. Monatsausweis über die Arbeiten im Simplon-Tunnel. Eine Fernsprechverbindung Paris-Berlin. — Nekrologie: † Eduard Dobbert. — Vereinsnachrichten: Technischer Verein Winterthur: Festalbum zur 38. Generalversammlung des Schweiz. Ing.- u. Arch.-Vereins in Winterthur. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

## Die Turbinen der Kraftübertragungswerke Rheinfelden.

Von Prof. F. Prásil in Zürich.

Die Entstehung, Baugeschichte und wirtschaftliche Bedeutung der nach jeder Richtung hin hochinteressanten Rheinfeldner Kraftanlage und ihre einzelnen Bauausführungen sind bekanntlich in einer von der „Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin“ im Jahre 1896 herausgegebenen Broschüre und im Jahrgang 1896 der Elektrotechnischen Zeitschrift Seite 402 durch einen Aufsatz des Generaldirektors *Rathenau* in vortrefflicher und übersichtlicher Weise geschildert<sup>1)</sup>. Ausserdem hat Prof. *Intze*, dem die Ueberwachung der vertragsmässigen Ausführung aller Arbeiten übertragen ist, in einer am 26. Januar 1897 in der Aula der technischen Hochschule in Aachen gehaltenen Festrede über die Anlage gesprochen<sup>2)</sup>. Die Schilderungen entsprechen hierbei den Anordnungen, wie sie bis zu jener Zeit geplant waren und auch teilweise zur Durchführung gelangt sind. Im weiteren Verlaufe sind indess, wie es bei einem so grossen Werke begreiflich erscheint, neue Gesichtspunkte zum Vorschein gekommen, die Einfluss auf die Konstruktion einzelner Bauausführungen, darunter auch der Turbinen, übten.

Nachdem uns die Firma *Escher, Wyss & Cie.* bereitwilligst die nötigen Zeichnungen und Unterlagen zur Verfügung gestellt hat, sind wir in der Lage, die zur Ausführung gelangten Turbinen eingehend zu beschreiben.

Wie aus den angeführten Veröffentlichungen zu entnehmen ist, wurde von den verschiedenen Turbinen-Entwürfen derjenige von *Escher, Wyss & Cie.* für die endgültige Ausführung am geeignetsten befunden. Dieser Entwurf gründet sich bei radialer äusserer Beaufschlagung auf eine Kombination zweier vierkränziger Reaktionsturbinen auf gemeinschaftlicher, senkrechter Welle, wobei der Wasserabfluss derart angeordnet ist, dass die beiden unteren Kränze nach unten, die beiden oberen nach oben ausgiessen;

durch eine an Stelle von Armen den Laufradkranz mit der Nabe verbindende Scheibe ist für die räumliche Trennung und durch entsprechende Formgebung dieser Scheibe für eine günstige Wasserabführung in dem angegebenen Sinne gesorgt. Für die Weiterführung des Wassers wurde hierbei die Anordnung dreier, sich schliesslich vereinigender Abflussräume nötig, deren Anordnung und Ausführung aus Fig. 1 ersichtlich ist.

Durch diese Verteilung des Aufschlagwassers auf mehrere über einander befindliche Kränze von im wesentlichen gleichen Abmessungen wurde es möglich, die Leistungsfähigkeit eines vollständigen Systems bei einem Gefälle von

### Kraftübertragungswerke Rheinfelden. — Doppel-Francis-Turbine von 840 P. S.

Gebaut von *Escher, Wyss & Cie.* in Zürich.

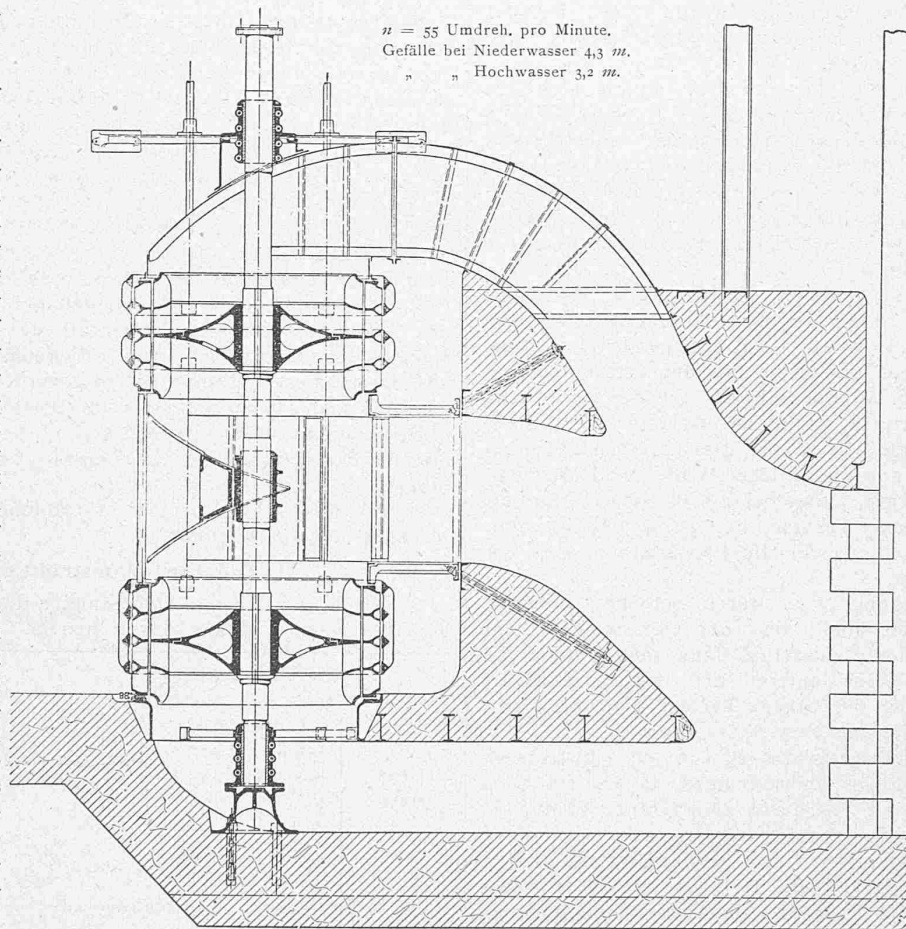


Fig. 1. Vertikalschnitt 1:75.

3,2 m und der für den direkten Generatorantrieb festgesetzten, geringsten Umlaufzahl von 55 in der Minute auf 840 P. S. festzulegen. Die Gesamteinrichtung umfasst 20 solcher Einheiten, wobei neben der für die Anlage in Aussicht genommenen gesamten Nutzleistung von 15000 P. S. noch genügende Kraft für etwaigen Erregerantrieb und für Reserve verbleibt.

Auf dieser Grundlage wurden denn auch im Aug. 1895 und März 1896 20 Turbinen an die Firma *Escher, Wyss & Cie.* vergeben und als Termin für die Betriebsbereitschaft der beiden ersten Turbinen das Frühjahr 1897 bestimmt.

Im Herbst 1896 führten verschiedene von Herrn *Zoelly*, dem technischen Direktor der Firma *Escher, Wyss & Cie.*, angestellte

Untersuchungen über die Möglichkeit, die Umlaufzahl solcher Turbinen weiter zu erhöhen, zu geeigneten Konstruktionen, und die Verfolgung der gewonnenen Ergebnisse zeigte auch bezüglich der Rheinfeldner Anlage die Möglichkeit, bei geeigneter Umformung, namentlich der Laufräder, die Umlaufzahl von 55 auf 68 in der Minute zu erhöhen, ohne den wirtschaftlichen Wirkungsgrad zu beeinträchtigen.

Diese für die Bemessung der Generatoren äusserst wesentliche Errungenschaft fand naturgemäss sofortige Beachtung; noch im Dezember 1896 wurde der Ausbau der letzten vier noch nicht in Arbeit genommenen Einheiten auf 68 Min.-Umdr. und etwas später der Umbau von weiteren sieben bereits in Arbeit befindlichen Einheiten auf dieselbe Umlaufzahl beschlossen und dementsprechend der Lieferungsvertrag geändert. Hiernach befinden sich nunmehr in

<sup>1)</sup> S. Schweiz. Bauztg. 1896, Bd. XXVIII, Nr. 1, 4 u. 5 (mit Lageplan).

<sup>2)</sup> Die Festrede ist seither im Druck erschienen.

der ausgeführten Anlage 9 Einheiten mit 55 und 11 Einheiten mit 68 Min.-Umdr.

Am 27. April 1897 standen die ersten beiden, und zwar für 55 Min.-Umdr. konstruierten Turbinen fertig montiert und betriebsbereit; sie konnten versuchsweise jedoch erst in den Sommermonaten desselben Jahres beaufschlagt werden.

Im nachfolgenden Bericht soll auf die weitere Baugeschichte und auf die Einordnung der Turbinen in den Betrieb nicht eingegangen werden; der Bericht soll sich vielmehr lediglich mit der Beschreibung und dem Vergleich der beiden Turbinenkonstruktionen und ihres Zubehöres befassen.

### I. Grösse, Konstruktion und Aufstellung der Turbinen.

Als massgebende Gefällsgrenzen für die Bestimmung der Querschnittsabmessungen der Turbinen wurden 4,5 und 3,2 m festgesetzt. Allerdings ergaben die für den Entwurf des Wasserbaues auf Grundlage eingehender Beobachtungen der Rheinwasserstände durchgeführten Berechnungen<sup>1)</sup>, dass diese Zahlen noch überschritten werden, jedoch jeweils auf so kurze Zeit, dass es nicht wirtschaftlich gewesen wäre, auf diese Ausnahmefälle bei der Querschnittsbestimmung Rücksicht zu nehmen; in welcher Weise ihnen bei der Aufstellung der Turbinen Rechnung getragen wurde, wird noch näher erörtert werden.

Weitere Grundlagen für die Bestimmung der Abmessungen boten die Leistung von 840 P.S., welche auch bei dem kleinsten Gefälle von 3,2 m nicht unterschritten werden darf, und die bei den verschiedenen Gefällen durch den Kanal gehenden Wassermengen, die unter dem Gesichtspunkt zu berücksichtigen waren, dass der effektive Wirkungsgrad bei der vollen Leistung für Gefälle über 4 m möglichst günstig sein soll.

Dementsprechend mussten die Turbinen für einen Wasserverbrauch von rd.  $28\frac{1}{2} m^3/Sek.$  bei kleinstem, und von rd.  $18\frac{1}{2} m^3/Sek.$  bei grösstem Gefälle eingerichtet werden.

Diese Grundlagen im Verein mit der verlangten Umlaufzahl von 55 i. d. Minute führten auf die Anordnung von zweimal vierkränzigen, radial beaufschlagten Reaktionsturbinen mit einem für alle Kränze gleichbleibenden Spaltdurchmesser von 2,35 m und solcher Weite der Durchflussquerschnitte der Kränze, dass bei 4,5 m Gefälle nur die vier Kränze der unteren Turbine, bei 3,2 m Gefälle sämtliche Kränze eines Systems für die Leistung von 840 P.S. zu beaufschlagen sind.

Die Beaufschlagung wird durch Schieber geregelt, welche so angeordnet sind, dass die vier Schieber der unteren Turbine immer gleichzeitig, dann nach Gefälle und Bedarf zuerst die beiden unteren und endlich auch die beiden oberen Schieber der oberen Turbine gleichzeitig mit denen der unteren Turbine verstellt werden.

Die Frage der Wasserabführung von den acht Kränzen führte zur Dreiteilung des Abflussraumes, da es unmöglich gewesen wäre, mehr als das durch zwei Kränze strömende Wasser aus dem Ausflussraume des Laufrades nach einer Richtung wegzubringen, ohne die Abflussgeschwindigkeit in diesem Raume gegenüber der absoluten Austrittgeschwindigkeit aus dem Laufrade zu erhöhen und dementsprechend einen Gefällsverlust zu erleiden. Mit der Anordnung dieser Abflussräume und mit der grossen Breite der Räder war allerdings eine bisher ungewohnte Entwicklung der Konstruktion der Höhe nach verbunden, welche ihren Einfluss auf die Formgebung der Wasserkammern und der Turbinenfundamente ausübte. Da jedoch die Beschaffenheit des Untergrundes an der Einbaustelle ohnehin zu Aussprengungen bis 6 m Tiefe führte, so bildete diese Höhenentwicklung kein Hindernis für die Anordnung der Konstruktion.

Man konnte die Turbine, ohne die Sohle des Dynamo-raumes mit Kote 274,1 höher als 1,5 m über den höchsten wahrscheinlichen Oberwasserspiegel legen zu müssen, in einen aus Beton hergestellten Wasserkasten einbauen, dessen tiefste Sohle auf Kote 260,6 unter sich noch ein Betonfundament von rd. 1 m Stärke hat.

<sup>1)</sup> Vergl. die ausführlichen Mitteilungen in der Broschüre der A. E.-G. Berlin.

Die Höhenlage und die Formen der einzelnen Turbinenteile und des Wasserkastens, der Anschluss der Turbine an das Betonfundament und die Abmessungen sind aus den Fig. 2 und 3 ersichtlich. Die tiefe Lage kommt der Wirkungsweise des Wassers insofern zu gute, als nur die beiden obersten Kränze jeweilig erheblich mit Druck- und Sauggefälle arbeiten; dafür bedingt aber die Zugänglichkeit zur unteren Turbine eine Absperrung und Leerpumpen der betreffenden Kammer, wofür einerseits Dammbalke zum Einlegen von Dammbalken, andererseits ein Saugrohr mit Saugkorb zum Anschluss einer Zentrifugalpumpe angeordnet ist. Das Höherlegen der ganzen Turbine hätte jedoch bei den vorliegenden Gelände-Verhältnissen nur zum Teil Abhilfe geboten, dafür aber grössere Untergrundbauten zur Folge gehabt.

Selbstverständlich wurde der Scheitel der Mündung des Abflussraumes in den Untergraben unter den tiefsten Unterwasserspiegel d. i. unter die Kote 264,62 gelegt. Die Wasserkammern werden gegen den Obergraben durch doppelte Drehthore in Eisenkonstruktion abgesperrt, die mittels eines Kniehebels vom Dynamosaal aus bewegt werden können.

In den gegen den Untergraben gekehrten Raum der Turbinenkammern sind herausnehmbare Fallen ebenfalls in Eisenkonstruktion angebracht, welche von dem den Dynamosaal bestreichenden Laufkran gehoben werden können, um bei sehr hohen Wasserständen das Wasser vom Obergraben unmittelbar in den Untergraben abzuführen. Die  $5\frac{1}{2} m$  breiten und 13,9 m langen Turbinenkammern sind nach oben bis auf eine die Turbinenwelle konzentrisch umgebende cylindrische Oeffnung von 3,5 m Dmr. und einen 1,11 m breiten Schlitz über der erwähnten Falle durch ein Betongewölbe geschlossen, dessen obere wagerecht abgelinechte Fläche den Fussboden des Dynamosaales bildet.

Der durch den Gewölbebogen gebildete obere Raum des Wasserkastens enthält oberhalb des mittleren Wasserspiegels im Obergraben einen Bedienungslaufsteg, von dem aus die in diesem Raume befindlichen Reguliergetriebe zugänglich sind. Jede Turbine ist mit einem eigenen Regulator mit Servomotor und mit einer Oelpumpe versehen, die das Oel für die Speisung des Servomotors und des Ringzapfenlagers der Turbinenwelle liefert.

In dieser allgemeinen Anordnung sind sämtliche 20 Turbinen durchgeführt.

### II. Die Einzelkonstruktionen.

Die wesentlichsten Abmessungen der beiden Turbinenkonstruktionen sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

	Min.Umdr.	55	68
Leitrad- kranz	Aeusserer Dmr. . . . . m	2,97	2,97
	Innerer » . . . . . »	2,35	2,35
	Aeussere Breite . . . . . »	0,145	0,145
	Innere » . . . . . »	0,275	0,275
	Schaufelzahl . . . . . »	36	36
	Lichte Austrittsfläche . . . m <sup>2</sup>	0,762	0,762
	Aeusserer Dmr. . . . . m	2,35	2,35
Laufrad- kranz	Innerer » des obersten und untersten Kranzes . . . »	1,92	1,85
	Desgl. der beiden mittl. Kränze »	1,92	1,42
	Aeussere Breite . . . . . »	0,275	0,275
			<i>a. d. Schaufel-</i>
			<i>achsen-</i>
			<i>gemessen</i>
			<i>gemessen</i>
Durch- flussfläche in den Abfluss- kanälen	Innere Breite des obersten und untersten Kranzes . . . »	0,335	0,310
	Desgl. der beiden mittl. Kränze »	0,335	0,350
	Schaufelzahl . . . . . »	36	36
	Austrittsfläche im obersten und untersten Kranz . . . m <sup>2</sup>	0,750	0,680
	Desgl. in d. beiden mittl. Kränzen »	0,750	0,780
Durch- flussfläche in den Abfluss- kanälen	Unterer Kanal . . . . . »	4,5	4,5
	Mittlerer » . . . . . »	8,35	8,35
	Oberer » . . . . . »	3,00	3,00
	An der Mündung in den Unter- graben . . . . . »	21,0	21,0

Die Turbinen der Kraftübertragungswerke Rheinfelden.

Gebaut von  
Escher, Wyss & Cie.  
in Zürich.

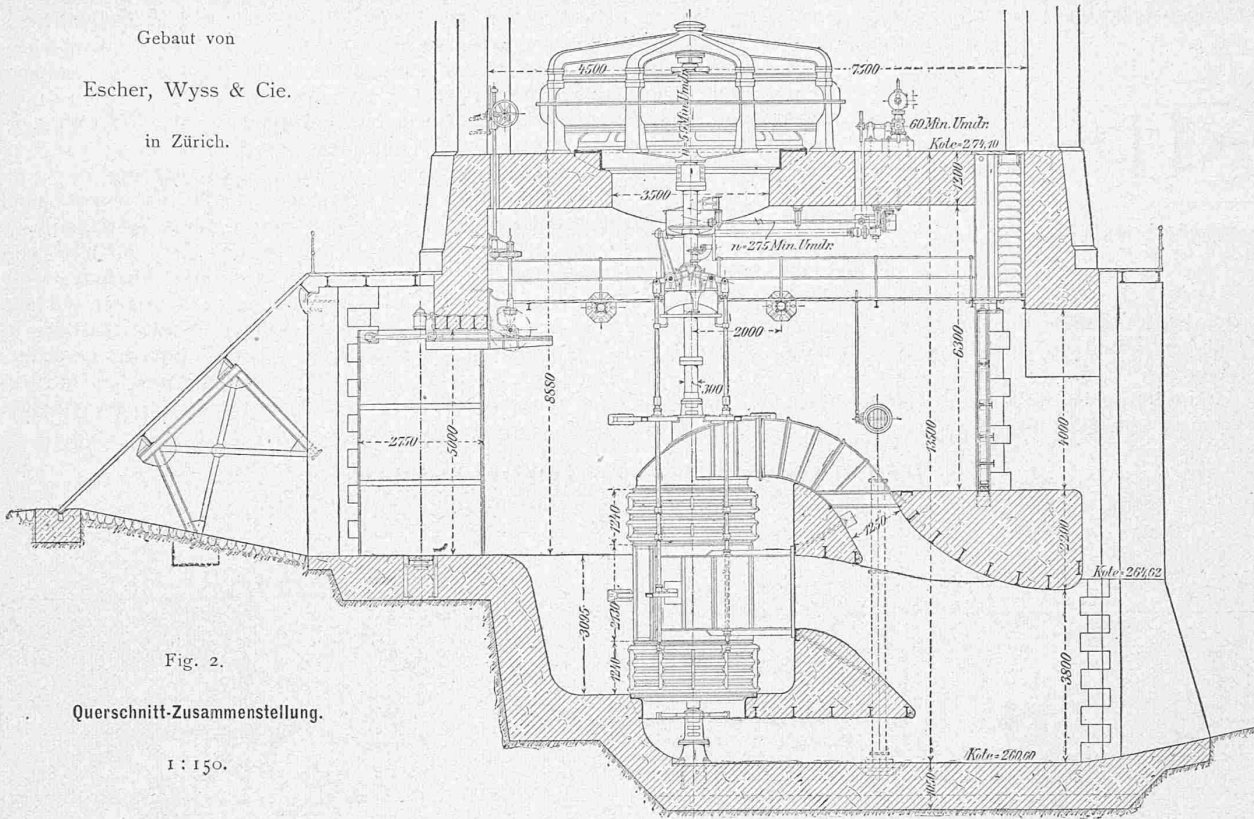


Fig. 2.  
Querschnitt-Zusammenstellung.  
1:150.

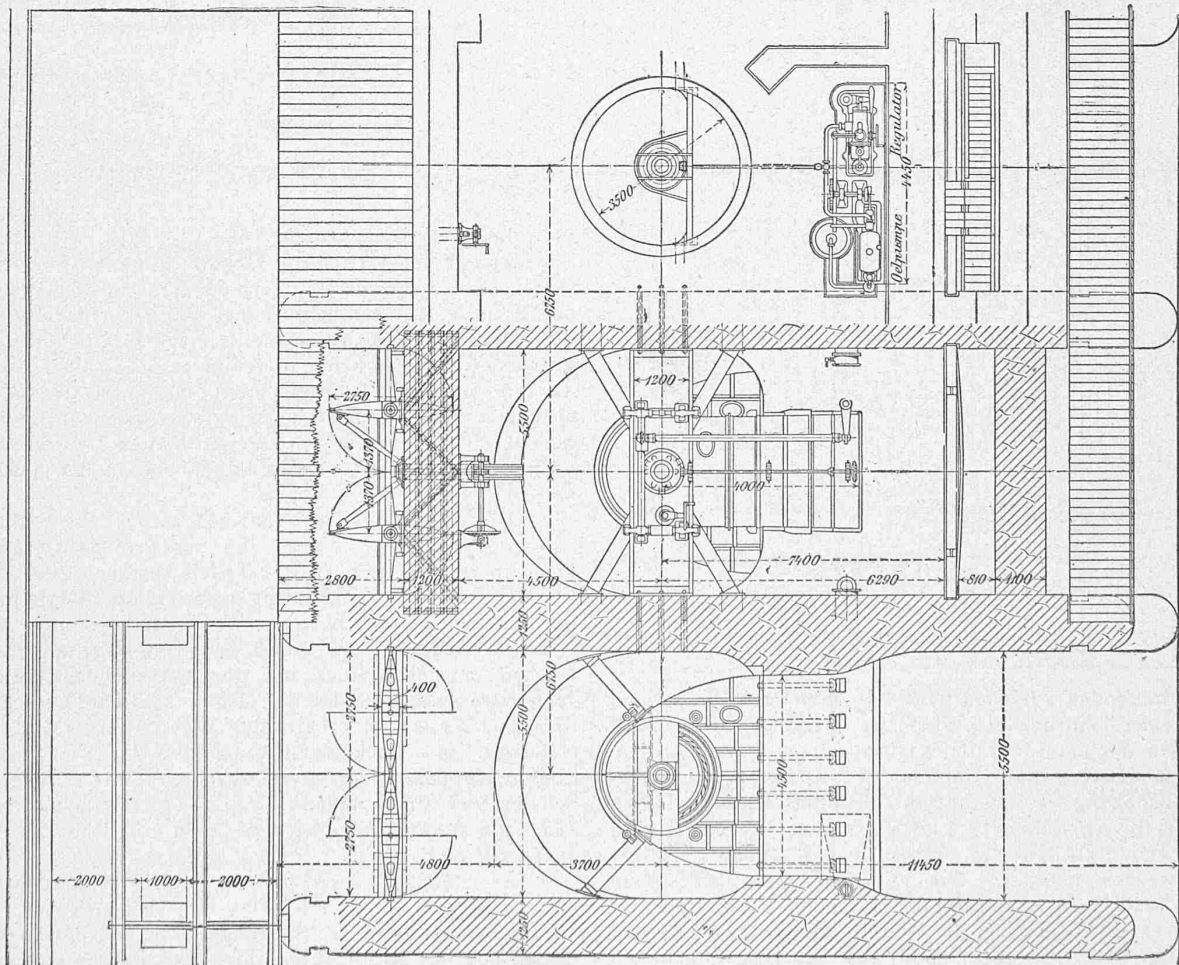
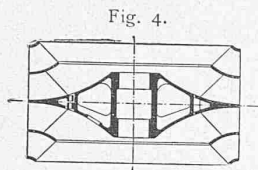


Fig. 3. Grundrisse 1:150.

Wie aus den Fig. 1 und 4 und aus der Tabelle zu entnehmen ist, unterscheiden sich die zur Anwendung gelangten Konstruktionen nur in den Laufrädern. Dem Wesen nach bestehen folgende Unterschiede:



Cylindrisch-konisches Laufrad.  
n = 68 Min.-Umdr.  
1 : 75.

Während bei den Turbinen für 55 Min.-Umdr. das Wasser innerhalb der Kanäle des Laufrades von der rein radialen Beaufschlagung in eine Abflussrichtung mit axialer Komponente nur insoweit abgelenkt wird, als dies die an und für sich nötige Verbreiterung der Kanäle bedingt,

sind die Laufradkanäle der Turbinen für 68 Umdrehungen für eine entschiedene absichtliche Ablenkung dieser Art konstruiert.

Bei sämtlichen Kränzen der ersten Turbine sind die Querschnitte und Halbmesser nahezu die gleichen; bei den

Richtungen für einen möglichst raschen und ungehinderten Abfluss zu schaffen, und dies besonders mit Rücksicht auf die bei dem grossen Gefällwechsel sehr veränderliche Richtung des absoluten Austritts aus den Laufradkanälen.

Letzterem Umstande ist in beiden Anordnungen in ausgiebigster Weise bei der Anlage und Bemessung der Ablaufkanäle Rechnung getragen, indem das Wasser aus dem Innern der Laufräder geradezu unmittelbar in diese Kanäle übertritt — der durch den Tragring des unteren Leitrades gebildete Uebergangscylinder ist von so geringer Höhe, dass er einen wesentlichen Einfluss wohl kaum üben wird — und indem der untere und der mittlere Abflussraum sich so rasch erweitern, dass ein Uebergang von der durch die schräge Austrittsrichtung verursachten wirbelnden Bewegung in ein ruhiges Abströmen ohne wesentliche Rückwirkungen zu erwarten ist. Nicht so günstig gestaltet sich dies im obersten, engsten Ablaufkanal, welcher im übrigen mit den beiden obersten Kränzen nur bei Hochwasserständen zur Verwendung kommen soll.

### Die Turbinen der Kraftübertragungswerke Rheinfelden.

Gebaut von *Escher, Wyss & Cie.* in Zürich.

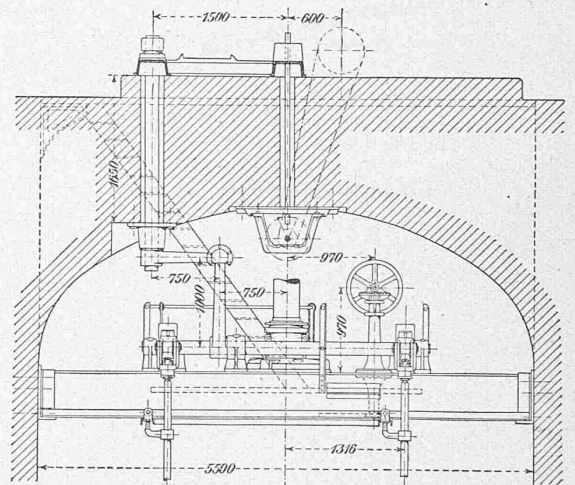
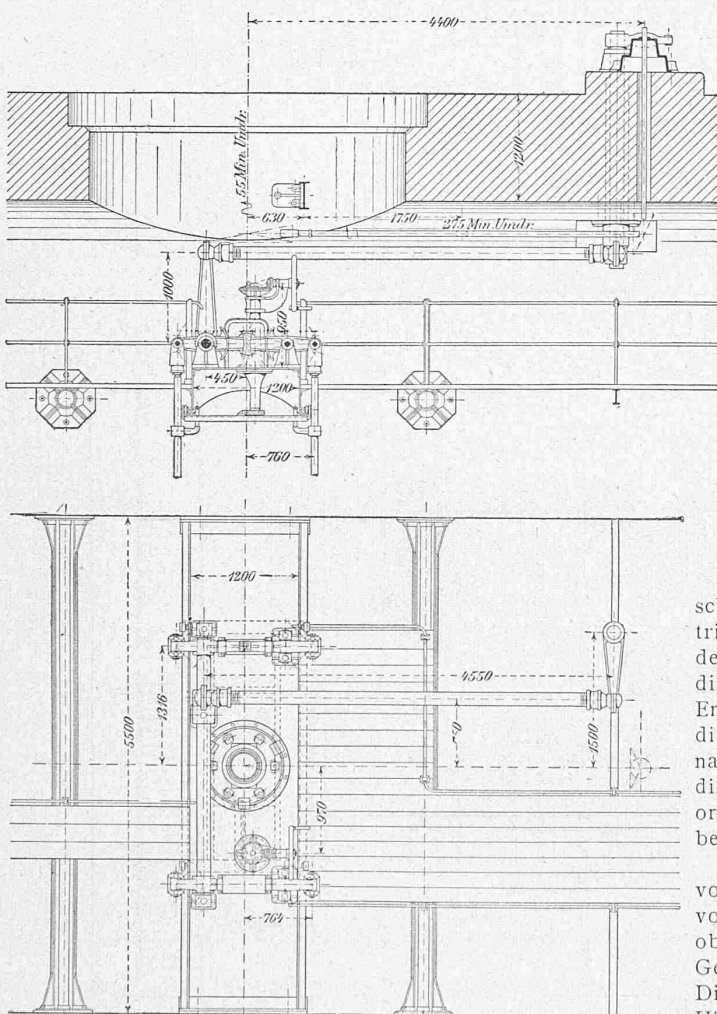


Fig. 5—7. Plan der Turbinen-Regulierung.  
1 : 75.

rascher laufenden Turbinen trifft dies immer nur für je zwei Kränze eines Laufrades zu, aber die sämtlichen Werte sind von denen der Laufräder für 55 Umdrehungen verschieden.

Der letzterwähnte Unterschied ist durch die angestrebte Erhöhung der Umlaufzahl mittelbar bedingt, indem dafür bei gleichbleibenden Leitradern die relativen Durchflussgeschwindigkeiten der Grösse und Richtung nach geändert werden mussten. Die Verschiedenheit der Kränze in den Laufrädern der rascher laufenden Turbinen untereinander entspricht hingegen im Verein mit der entschiedenen Ablenkung dem Bestreben, dem aus den Laufradkanälen austretenden Wasser einerseits die Räume, andererseits die

Bei den Kranzprofilen der Leiträder wird die Verschiedenheit der Breiten — kleinere Eintritt-, grössere Austrittsbreite — auffallen; sie ist ein durch die Anwendung der Ringschieber bedingtes konstruktives Erfordernis. Wie die ausführende Firma mitteilt, hat sie vor Eingabe des Entwurfes an geeigneten Modellen Versuche über die durch diese Formgebung verursachten Gefällsverluste angestellt; nachdem diese Versuche einen verschwindenden Einfluss auf die Durchflussverhältnisse ergeben hatten, wurde die Anordnung im Entwurf vorgeschlagen und in der Ausführung beibehalten.

Die Laufräder der Turbinen sitzen auf Stahlwellen von 300 mm Dmr., welche bei der grossen Gesamtlänge von rd. 15 1/2 m je aus drei Teilen bestehen, deren beide obersten mit den Ringzapfengarnituren als Bestandteile der Generatoren von den Erbauern der letztern geliefert wurden. Diese Wellenteile sind durch Scheibenkuppelungen, deren Hälften in einem Stück mit den betreffenden Wellen geschmiedet sind, verbunden. Gegen seitliche Verschiebung sind die Wellen innerhalb des Wasserraumes durch drei Halslager mit Packholzfütterung gesichert, unterhalb der oberen Kuppelung durch ein Halslager mit ausgegossenen Schalen und am Kopfende durch zwei Halslager, zwischen denen die rotierenden Teile der Generatoren auf den Wellen aufgekeilt sind.

Als Stützlagerungen dienen, wie schon erwähnt, Ringlager. Wegen der hohen Belastung, die zwischen 36 und 55 t schwankt, sind die Spurplatten für Oelzuführung unter Hochdruck (25 Atm.) ausgebildet und durchschnittlich für einen spezifischen Auflagerdruck von 23 Atm. bei einem

mittleren Durchmesser von rd. 570 mm bemessen, wobei teils Guss auf Stahl, teils Weissmetall auf Stahl arbeitet. Anordnung und Einbau der Lager in die Fundamente sind aus den Figuren deutlich ersichtlich.

Die Beaufschlagung wird, wie schon erwähnt, durch Ringschieber eingestellt, und zwar ist jeder Leitradkranz von einem gusseisernen Ring umschlossen, bei dessen senkrechter Verschiebung der Eintrittsquerschnitt in den Kranz am ganzen Umfang gleichzeitig verändert wird. Die vier Ringe der unteren Turbine und ebenso je zwei Ringe der oberen Turbine sind mit einander starr verbunden, sodass also jede Einheit drei Regulierschieber besitzt. Die Antriebsvorrichtung ist in sinnreicher Weise derart angeordnet, dass der Antrieb bei genauer Parallelführung der jeweils bewegten Schieber sowohl von Hand, als auch mittels eines Servomotors erfolgen kann, der unter dem Einfluss eines Tachometers steht, und dass ferner je nach dem Gefälle entweder nur der untere, oder der untere und der mittlere, oder endlich alle zwei Schieber eingeschaltet werden können.

Die Schieber werden mit Hilfe von vier senkrechten Stangen verschoben, die vollkommen gleichzeitig und gleichsinnig durch eine Hebelanordnung von der Welle des selbstthätigen Regulators aus bewegt werden. Damit die einzelnen Schieber je nach Bedarf eingeschaltet werden können, sind die senkrechten Stangen, welche durch Angüsse an den Schiebern geführt werden, um ihre Achsen drehbar gemacht und derart mit Ansätzen versehen, dass der untere Schieber stets mitgenommen wird, die oberen Schieber jedoch nur bei entsprechender Verdrehung, wenn nämlich die daumenartigen Ansätze nicht durch die Ausweitungen in den Angüssen gehen, sondern unter diese greifen.

Die Stangen werden von Hand mittels einer Vorrichtung verdreht, die ebenso wie jene für die Bewegungsübertragung von der Regulierwelle auf die Stangen im Deckengewölbe der Wasserkammern angeordnet und von dem dort eingebauten Laufstege aus bedienbar ist; vergl. Fig. 5 bis 7.

In demselben Raume befindet sich auch die von der Turbinenwelle durch Winkelräder angetriebene Hauptwelle für den Antrieb des Regulators und der Oelpumpe.

Die Regulatoren gleichen, abgesehen davon, dass von jedem derselben nur eine Regulierwelle zu bewegen ist, grundsätzlich denjenigen im Elektrizitätswerk von Chèvres bei Genf<sup>1)</sup>. Sie bestehen demgemäss je aus einem Zentrifugalpendel mit Federbelastung und Schneidenlagerung, einem Servomotor mit Differentialkolben, einem Regulierventil mit Vorsteuerung und Rückführung und einer Kulisse als Hubbegrenzung für den Servomotorkolben, welche durch Spindel und Handrad für die Regulierung von Hand ausgestaltet ist.

Die mittlere Umlaufzahl des Zentrifugalpendels beträgt 600 in der Minute, die gesamte Ungleichförmigkeit 6%.

Die Oelpumpen sind als Differentialkolbenpumpen konstruiert und liefern bei 60 Doppelhuben 60 l/Min. bei 28 Atm. Druck unter den zugehörigen Ringzapfen und zum Servomotor. Für die Reinigung des aus letzterem abfliessenden Oeles ist vor jede Pumpe eine Filtervorrichtung vorgeschaltet. Da Oelpumpe und Regulator von derselben Welle angetrieben werden, so ist mit Rücksicht auf den periodischen Gang der Pumpe für den Regulatorantrieb eine elastische Kuppelung eingeschaltet, die sich sehr gut bewährt hat.

Ebenso wie die Anlage in Chèvres kann auch diejenige in Rheinfeldern hinsichtlich der Ausnutzung grosser Wasserkräfte bei verhältnismässig kleinen und dabei stark schwankenden Gefällen als vorbildliche bezeichnet werden. Sie legt ein vollwertiges Zeugnis von der Leistungsfähigkeit der Firmen und Unternehmungen ab, denen ihre Herstellung anvertraut war.

<sup>1)</sup> Schweiz. Bauzeit. 1896, Bd. XXVIII, Nr. 26.

## Der Backsteinbau romanischer Zeit in Ober-Italien und Norddeutschland.

Eine technisch-kritische Untersuchung von O. Stiehl, Regierungs- und Stadtbaumeister in Berlin.<sup>1)</sup>

Besprochen von Prof. G. Lasius.

### I.

Die Denkmäler romanischer Baukunst sind vorwiegend in Hausteinmaterial ausgeführt, nur zwei Gebiete giebt es, in denen der Backsteinbau für diese Zeit Anwendung fand und zugleich künstlerische Durchbildung erhielt: Ober-Italien und Norddeutschland, einige Kirchenbauten Dänemarks eingeschlossen.

Die hohe Entwicklung, die der Backsteinbau in unsern letzten Jahrzehnten besonders in Norddeutschland wieder erfahren hat, fusst auf dem Studium der alten Denkmäler. v. Quast, war der erste, der die Aufmerksamkeit auf die alten preussischen Backsteinbauten lenkte. Essenwein gab durch seinen „Norddeutschen Backsteinbau“ eine weitere Anregung und Adler durch seine vorzügliche Darstellung der Backsteinbauten der Mark Brandenburg das bedeutendste Werk über diesen Gegenstand heraus. Vorher hatte schon Schinkel in Berlin in der Bauakademie, in der Werderschen Kirche und anderen Bauten hervorragende Werke geschaffen, an denen er den Backsteinbau ganz eigenartig entwickelte und zeigte, wie man diesem Stoffe künstlerisch gerecht werden könne. Vor allem die Bauakademie steht in Technik des Materiales und in der feinen Empfindung der dekorativen Durchbildung als ein ganz hervorragendes Werk dieser Zeit da, durchaus modern und doch monumental gross und bedeutend, trotz dem bisher missachteten Ziegelmaterial. In den 40er und 50er Jahren traten Männer auf wie Ungewitter in Kassel, Hase in Hannover und später Olzen in Berlin, die auf Grund ihrer sorgfältigen Studien an den mittelalterlichen Backsteinbauten, vor allem auch der gotischen Zeit, den modernen Backsteinbau in künstlerischer Hinsicht wieder auf eine solche Höhe führten, dass ihre Werke sich mit denen der alten Zeit messen lassen.

Dass man in Gegenden, die über schönes Hausteinmaterial verfügen, zu alten Zeiten ebenso wie heute, etwas mitleidig auf die Verwendung des Backsteines herabsah und noch herabsieht, ist erklärlich. Der Haustein bietet in seiner Behandlungsweise, sowohl in der Grösse der Werkstücke, wie in der Zulässigkeit der Bearbeitung eine ganz andere Mannigfaltigkeit und Freiheit für die Gestaltung der Formenwelt. Der Ziegelbau ist an ein kleines Format gebunden, seine künstlerische Durchbildung knüpft sich an die Wiederholung einfacher Formen, die in ihrem Ausdruck weit beschränkter, an die technische Herstellung weit gebundener sind als im Hausteinbau. Der Backsteinbau erscheint mit einem Wort ärmer, unvollkommener. Aber gerade diese Beschränkung durch die Eigenheit des Materiales hat an den romanischen Bauten und zum Teil an denen der frühgotischen Periode zu dem bedeutenden monumentalen Eindruck derselben geführt. Dieser Eindruck liegt wesentlich in dem Gegensatz, in welchem die grossen ruhigen Flächen zu den gegliederten Teilen, den Pfeilern, Fenstern, Portalen, Friesen etc. stehen. Schöpfungen, wie die Bauten S. Maria del Carmine in Pavia oder der Klosterkirche in Chorin, gehören, wenn man den monumentalen Eindruck im Verhältnis zum Aufwande der Mittel ins Auge fasst, zum Grossartigsten, was im Gebiete der Baukunst geleistet wurde. Heute sehen wir vielfach einen Mischbau, wie er allerdings auch in früheren Zeiten schon vorkam, und auch bedeutendes aufzuweisen hat. Die Flächen in Backstein, die Gliederung in Haustein durchgeführt, das ist einesteils bequem, weil die Vorteile beider Bauweisen sich vereinigen und auch farbig sich eigne Kontraste erreichen lassen, aber es ist auch gefährlich, weil leicht die monumentale Ruhe verloren geht.

<sup>1)</sup> Mit 27 Tafeln nach Original-Aufnahmen und 113 Textfiguren. Leipzig 1898. Baumgärtner's Buchhandlung. Preis 36 M.