

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 49/50 (1907)
Heft: 12

Artikel: Zweistufige Verbund-Turbine und Drehstromgenerator von 2000 P.S.
Leistung im Trisanna-Elektrizitätswerk zu Wiesberg bei Landeck in Tirol
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-26779>

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: 21.12.2024

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

INHALT: Zweistufige Verbund-Turbine und Drehstromgenerator von 2000 P. S. Leistung. — Bau- und Gartenkunst auf der Mannheimer Jubiläums-Ausstellung. — Ueber die charakteristischen Kurven von Drehstrommotoren mit Stufenregelung der Umdrehungszahl für die Bedürfnisse der elektrischen Traktion. — Miscellanea: Selbsttätig regulierende Wehrklappe. Sammelschulhaus an der Heusteigstrasse in Stuttgart. Wasserkraft-

anlage Augst der Stadt Basel. Erweiterung des Nordostsee Kanals. Restaurationsarbeiten an der Lorenzkerche in Nürnberg. XX. Generalversammlung des Schweiz. Elektrotechn. Vereins in Luzern. Schulhausbau Romanshorn. — Konkurrenzen: Wasserwerk der Stadt Genf. Bezirksschulgebäude in Aarau. — Literatur. — Vereinsnachrichten: G. e. P.: Stellenvermittlung. Tafel VI: Neue städtische Kunsthalle auf der Mannheimer Ausstellung.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet.

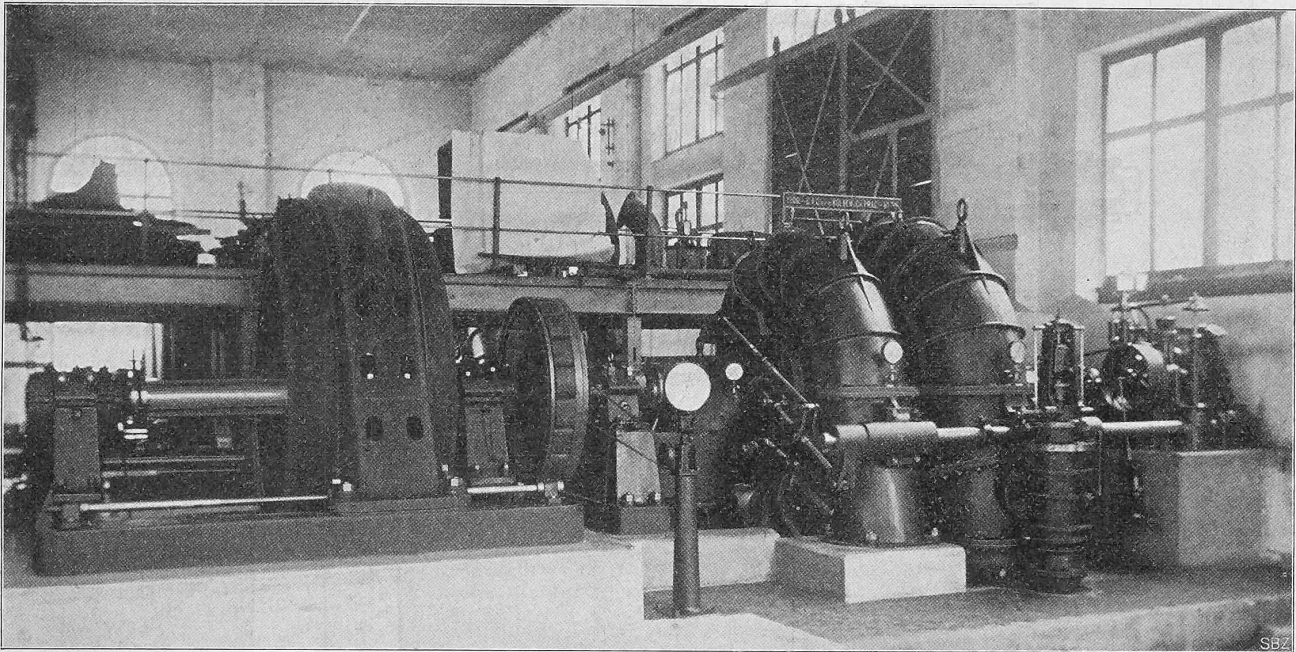


Abb. 2. Ansicht der zweistufigen Verbundturbine mit Drehstromgenerator von 2000 P. S. Leistung im Trisanna-Elektrizitätswerk.

Zweistufige Verbund-Turbine und Drehstrom-generator von 2000 P.S. Leistung

im Trisanna-Elektrizitätswerk zu Wiesberg bei Landeck in Tirol.

In der letzten Nummer u. Z. wurde über Bremsversuche der Landecker Verbundturbine berichtet. Ergänzend seien nachstehend noch einige Angaben über das Trisanna-Elektrizitätswerk und über die Anlage der Verbundturbinen-Gruppe gemacht, die von der *Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vorm. Kolben & Co., Prag-Vysočan*, gebaut und ge-

reich; nach vollem Ausbaue desselben soll es eine Leistung von insgesamt 13000 effektiven Pferdestärken besitzen, wozu notwendig ist, sowohl die Wasserkraft der Trisanna als auch diejenige der Rosanna nutzbar zu machen. Die gewonnene Energie dient hauptsächlich zum Betriebe der elektrotechnischen Werke der Gesellschaft in Landeck, ferner der Baumwollspinnerei der Textil-A.-G. vorm. J. Paravicini, und versorgt schliesslich die Stadt Landeck und die angrenzenden Gemeinden mit Kraft und Licht.

Das ganze Werk ist nach den Plänen des Direktors der Kontinentalen Gesellschaft für angewandte Elektrizität, Herrn Ingenieur *E. Lanthoffer*, ausgeführt. Der erste Aus-

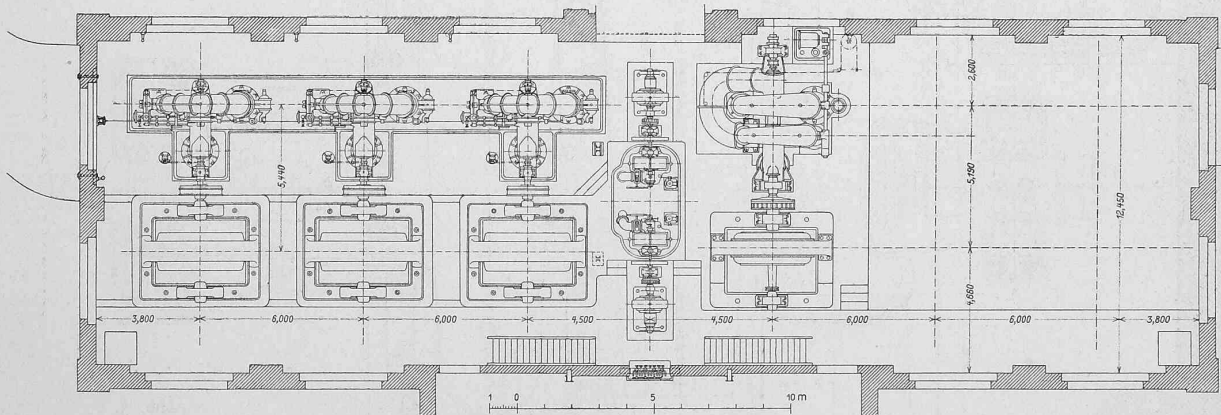


Abb. 1. Grundriss der Zentrale des Trisanna-Elektrizitätswerkes zu Wiesberg. — Masstab 1:250.

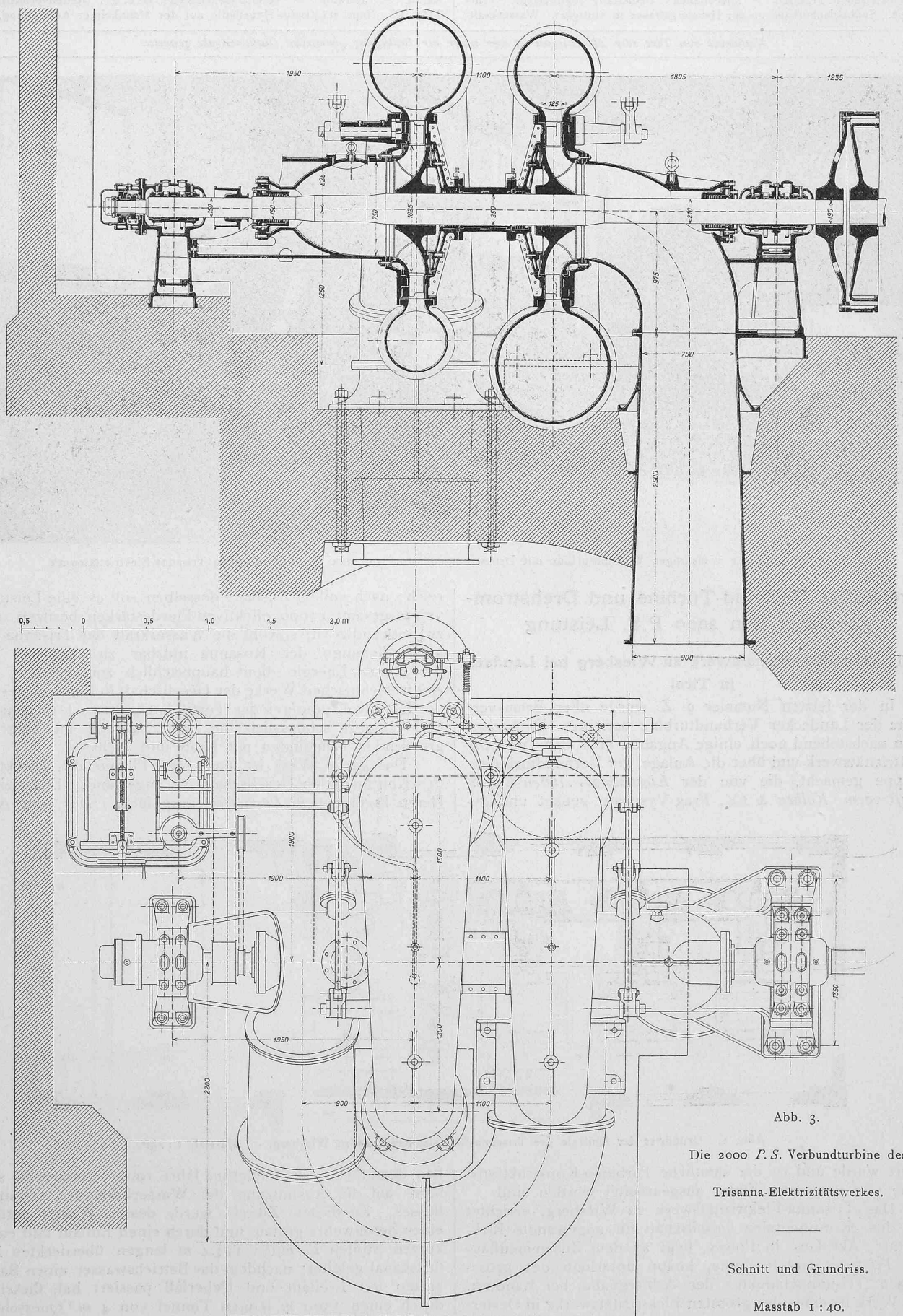
liefert wurde und zu der sämtliche Turbinen-Konstruktionspläne von genannter Firma ausgearbeitet worden sind.

Das Trisanna-Elektrizitätswerk zu Wiesberg, errichtet von der „Kontinentalen Gesellschaft für angewandte Elektrizität“, Akt.-Ges. in Poissy, liegt an dem Zusammenfluss von Trisanna und Rosanna, knapp unterhalb des grossartigen Trisannaviaduktes der Arlbergbahn bei Landeck. Das Werk ist eines der grössten Elektrizitätswerke in Oester-

bau desselben — vollendet im Jahre 1902 — erstreckte sich bloss auf die Ausnützung der Wasserkraft des Trisannaflusses. Zu diesem Zwecke wurde dessen Wasser mittelst eines Betonwehres gestaut und durch einen Einlauf und einen kurzen Stollen in einen 114,4 m langen überdeckten Zuflusskanal geleitet; nachdem das Betriebswasser einen Sandkasten mit Freilauf und Ueberfall passiert hat, fliesst es durch einen 1500 m langen Tunnel von 4 m² Querschnitt

Zweistufige Verbundturbine und Drehstromgenerator von 2000 P. S. Leistung.

Gebaut von der *Elektr.-Akt.-Ges. vormals Kolben & Cie.* in Prag-Vysočan.



in das Wasserschloss, das ebenfalls mit Freilauf und Ueberfall versehen ist. Von dem Wasserschloss führt eine schmiedeeiserne Rohrleitung von 2100 mm lichtigem Durchmesser und

900 Ampères und 450 minutlichen Umdrehungen leistet. Ausserdem ist jede Erregerturbine mit einem Schwungrade von 1350 mm äusserem Durchmesser versehen.

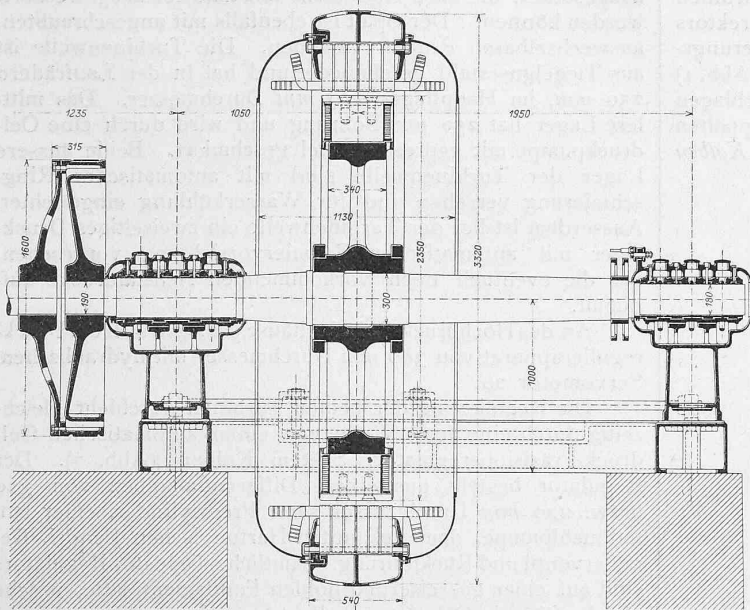


Abb. 5. Drehstromgenerator für 1600 K. V. A., gebaut von Kolben & Cie.
Schnitt. — Masstab 1 : 40.

rund 180 m Gesamtlänge das Betriebswasser den Turbinen zu.

Die Rohrleitung fällt zuerst steil ab und führt dann durch einen Betontunnel unter der Trisanna horizontal weiter; ihre Blechstärke beträgt oben 6 mm, unten 18 mm. Das Maschinenhaus selbst ist in einer lichten Breite von 11,83 m und einer lichten Länge von 40,4 m erbaut; in demselben sind Fundamente vorbereitet für sechs Turbinengeneratoren von je 1000 kw Leistung und für zwei Erregerturbinen.

Bei dem obenerwähnten ersten Ausbau des Werkes gelangten bloss drei Hauptturbinen zu 1000 kw mit direkt gekoppelten Generatoren sowie die zwei Erregerturbinen zur Aufstellung. Die Erregerturbinen, von welchen eine als Reserve dient, sind als Girardturbinen mit horizontaler Welle und innerer Beaufschlagung ausgeführt und besitzen einen innern Laufraddurchmesser von 900 mm. Jede der Erregerturbinen leistet bei einem Nutzgefälle von 80 m 100 Pferdestärken bei einem Wasserverbrauche von 122 Litern in der Sekunde. Die Regulierung der Erregerturbinen erfolgt durch einen entlasteten Kolbenschieber, auf welchen der Servomotor des hydraulischen Regulators direkt mittelst Zahnradübersetzung arbeitet. Jede Erregerturbine ist mittelst einer elastischen Bandkupplung mit einer Gleichstrommaschine direkt gekuppelt, die 100 eff. P.S. bei 75 Volt Spannung,

und dichte Schaufelung und das damit verbundene zu grosse Einziehen und rasche Ablenken des Wasserstrahles derartig starke Wirbel, dass sowohl die Leitradflächen und Leitrad-schaufeln als auch die Laufräder stark angegriffen wurden; schon nach einjährigem Betriebe waren dieselben

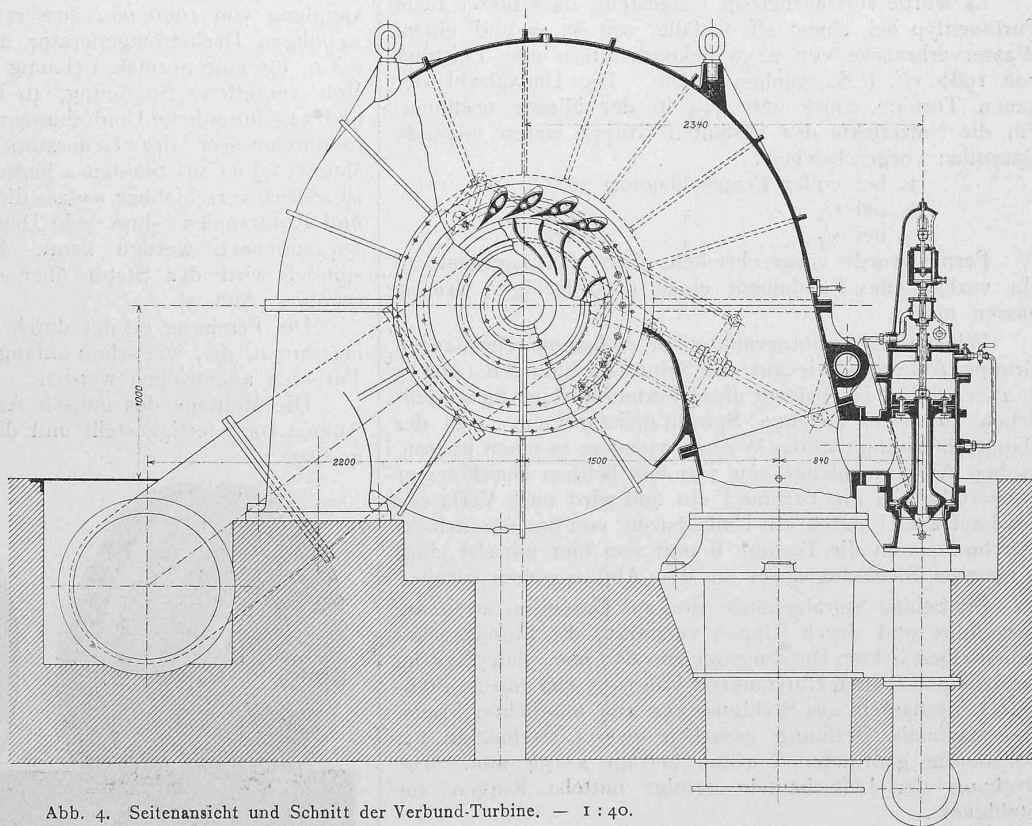


Abb. 4. Seitenansicht und Schnitt der Verbund-Turbine. — 1 : 40.

derartig abgenutzt, dass der Betrieb ein höchst unökonomischer wurde und diese Turbinenteile ausgewechselt werden mussten. Diesem Umstande musste bei dem weiteren Ausbau des Werkes Rechnung getragen und getrachtet werden,

eine möglichst weite Schaufelung bei kleiner Wassergeschwindigkeit zu erzielen, und der raschen Abnützung der Turbinen auf diese Weise vorzubeugen.

Auf Grund der beim Betriebe mit den alten Turbinen gemachten Erfahrungen wurde seitens des Herrn Direktors E. Lanthoffer, gemeinschaftlich mit Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Pfarr in Darmstadt für das vierte Aggregat (Abb. 1) die Aufstellung einer *Verbund-Francisturbine* vorgeschlagen und die Lieferung derselben samt dem direkt gekuppelten Generator der *Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Kolben & Co. in Prag* übertragen.

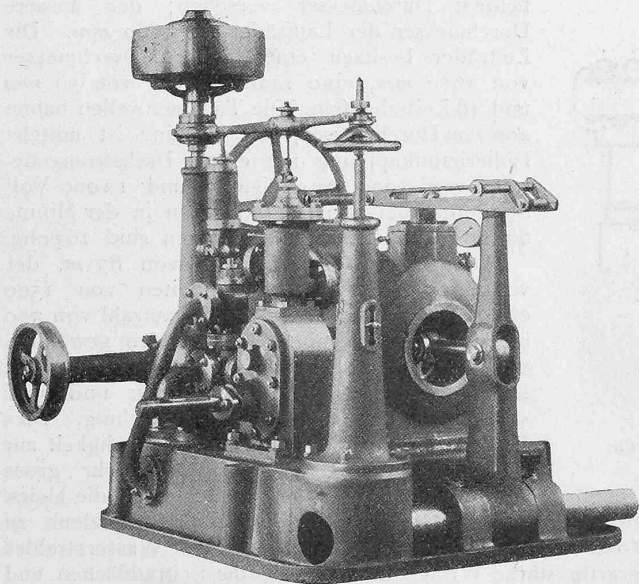


Abb. 7. Oeldruck-Präzisionsregulator, System Kolben.

Es wurde vertragsmässig festgestellt, dass dieser neue Turbinentyp bei einem eff. Gefälle von 85 m und einem Wasserverbrauche von 2250 Sekundenlitern eine Leistung von 1980 eff. P.S. ergeben müsse. Die Umlaufzahl der neuen Turbine wurde mit 343 in der Minute bestimmt. Für die Nutzeffekte der gesamten Gruppe waren folgende Garantien vorgeschrieben:

- | | |
|------------------------------|---------|
| 1. bei voller Beaufschlagung | 76 0/0, |
| 2. bei $\frac{3}{4}$ „ | 77 0/0, |
| 3. bei $\frac{1}{2}$ „ | 72 0/0. |

Ferner wurde vorgeschrieben, dass das Aggregat auf ein vorhandenes Fundament einer 1500pferdigen Gruppe passen müsse.

Wie aus der photographischen Aufnahme der ganzen Gruppe (Abb. 2) sowie aus den Schnittzeichnungen (Abb. 3 u. 4) ersichtlich ist, besteht diese Verbundturbine im wesentlichen aus zwei gleichen Spiralfancisturbinen. Aus der Hauptrohrleitung tritt das Wasser, nachdem es einen hydraulischen Absperrschieber von 750 mm lichtigem Durchmesser passiert hat, in die Turbine I ein und wird nach Verlassen des Laufrades I durch ein Umlaufrohr von 850 mm lichtigem Durchmesser in die Turbine II und von hier mittelst eines genieteten Blehsaugrohres in den Abflussgraben geleitet.

Die beiden Spiralgehäuse sind aus Gusseisen zweiteilig ausgeführt und durch Rippen verstärkt; die Eintrittsrohre haben einen lichten Durchmesser von 850 mm. Jedes Leitrad besitzt einen lichten Durchmesser von 1055 mm und 20 drehbare Leitschaufeln aus Stahlguss von 124 mm lichter Breite. Die maximale Oeffnung zwischen zwei Leitschaufeln bei vollständig geöffneter Turbine beträgt $s=54$ mm. Die Drehung der Leitschaufeln erfolgt mittelst Ringen aus Stahlguss.

Beide Laufräder (Abb. 6) sind ebenfalls aus Stahlguss gegossen und besitzen je 19 Stück Schaufeln, einen äusseren Durchmesser von 1050 mm und eine radiale Eintrittsbreite von 130 mm. Die Nabenscheiben der beiden Laufräder sind vollgegossen, wodurch der Achsialdruck ausgeglichen

wird. Alle Deckel sind zwecks leichter Montage und Demontage zweiteilig ausgeführt. Die Leiträder sind mit eingelegten und abnehmbaren Platten aus Spezialbronze ausgestattet, die nach Abnützung anstandslos ausgewechselt werden können. Der Spalt ist ebenfalls mit angeschraubten, auswechselbaren Ringen versehen. Die Turbinenwelle ist aus Tiegelsstahl geschmiedet und hat in den Laufrädern 250 mm, im Hauptlager 210 mm Durchmesser. Das mittlere Lager hat 250 mm Bohrung und wird durch eine Oeldruckpumpe mit gepresstem Oel geschmiert. Beide äussere Lager der Turbinenwelle sind mit automatischer Ringschmierung versehen und für Wasserkühlung eingerichtet. Ausserdem ist bei der Turbinenwelle ein zweiseitiges Drucklager mit automatischer Schmiervorrichtung vorgesehen, das die eventuell noch vorkommenden Achsialdrucke aufnimmt.

An das Hochdruck-Spiralgehäuse schliesst sich ein Druckregulierapparat von 300 mm Durchmesser mit hydraulischem Servomotor an.

Die Regulierung der beiden Turbinen geschieht gleichzeitig durch eine feste Welle von einem automatischen Oeldruck-Präzisionsregulator, System Kolben (Abb. 7). Der Regulator besteht aus einem Differentialkolben von 320 bzw. 220 mm Durchmesser samt Presszylinder, einer Rotationsölpumpe, dem bekannten Hartung'schen Pendel, Regulierventil und Rückführung. Sämtliche Teile des Regulators sind auf einer gusseisernen hohlen Fundamentplatte, welche gleichzeitig als Oelreservoir dient, montiert. Ausserdem ist an dem Regulator eine Vorrichtung angebracht, die es ermöglicht, die Turbine auch von Hand zu regulieren. Der Antrieb des Pendels und der Ölpumpe erfolgt mittelst Riemen von der Turbinenwelle. Auf die Durchbildung der Stopfbüchsen musste ganz besondere Sorgfalt verwendet werden, da namentlich die Stopfbüchse in der Austrittsseite der ersten Stufe unter einem Drucke von 4,25 Atm. zu arbeiten hat.

Die Turbinenwelle ist mittelst einer elastischen Bandkupplung von 1600 mm äusserem Durchmesser mit einem 14poligen Drehstromgenerator der E. A. G. vorm. Kolben & Co. für eine normale Leistung von 1600 KVA bei 12000 Volt verketteter Spannung, 40 Perioden in der Sekunde und 343 minutliche Umdrehungen gekuppelt. Der Magnetrad Durchmesser des Generators beträgt 2400 mm; das Magnetrad ist aus Stahlguss hergestellt. Das Statorgehäuse ist seitlich verschiebbar, sodass die Auswechslung von Stator- und Rotorpulen ohne jede Demontage in kürzester Zeit vorgenommen werden kann. Mittelst einer Schraubenspindel wird der Stator über das Magnetrad hinübergeschoben (Abb. 5).

Die Erregung erfolgt durch die bestehenden Erregermaschinen, die, wie schon anfangs erwähnt, von besondern Turbinen angetrieben werden.

Die Montage des ganzen Aggregates wurde bis Ende August 1906 fertiggestellt und die Anlage sofort in Betrieb gesetzt.

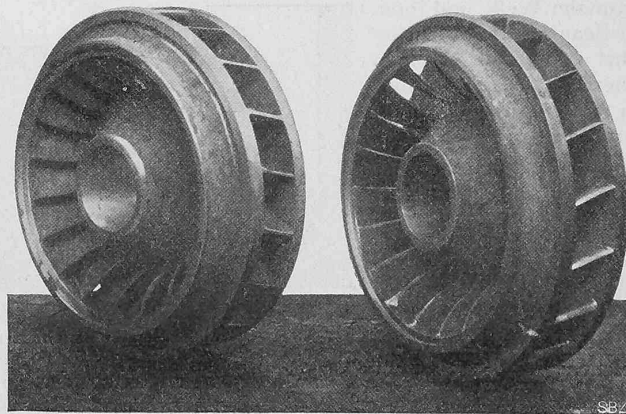


Abb. 6. Laufräder aus Stahlguss zur 2000 P.S. Verbund-Turbine von Kolben & Cie.

Bau- und Gartenkunst auf der Mannheimer Jubiläums-Ausstellung 1907.

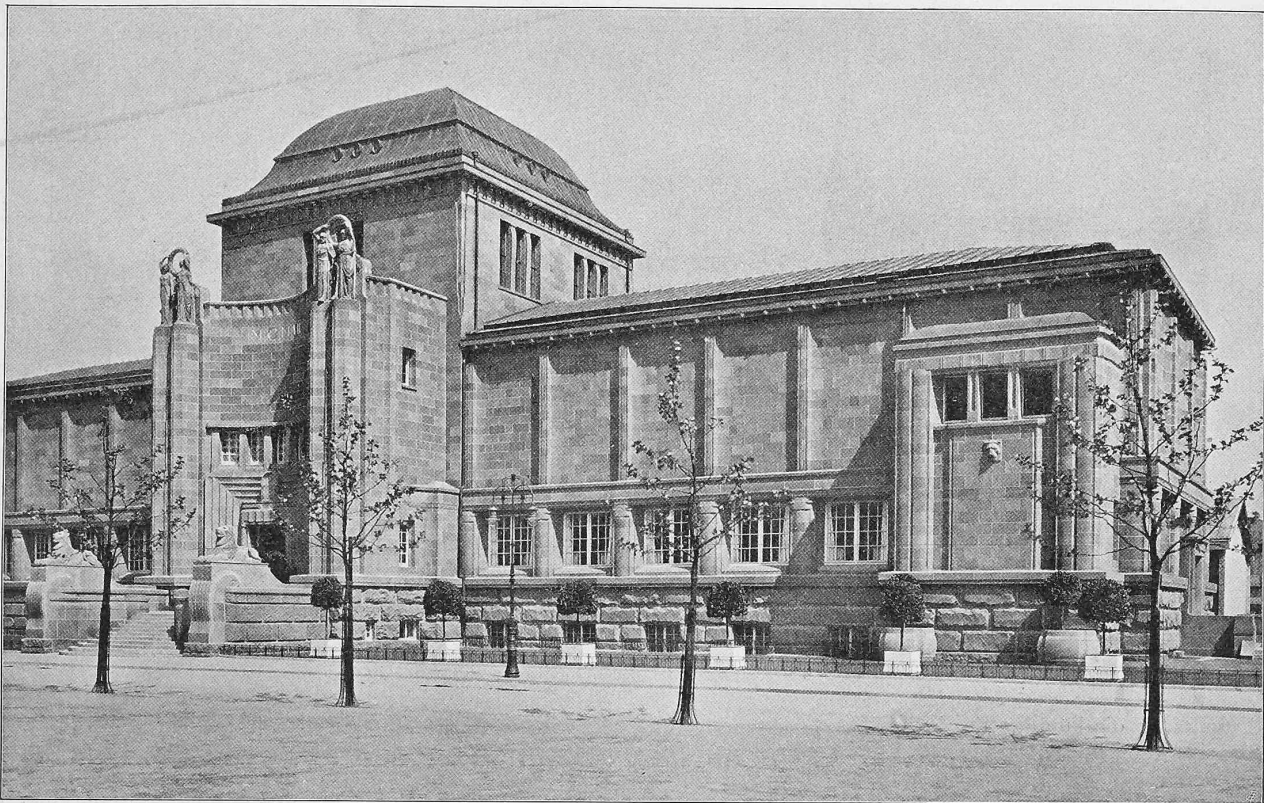


Abb. 21. Vorderfassade der neuen städtischen Kunsthalle in Mannheim. — Architekt Professor Hermann Billing in Karlsruhe.

Die Querschnitte der beiden Leiträder wurden in den Werkstätten auf das genaueste eingestellt, sodass sich sofort nach Oeffnen des hydraulischen Absperschiebers der gesamte Wasserdruck auf beide Turbinenhälften ganz genau gleich verteilte. Dabei lief die Turbine durchaus ruhig, ohne dass in der Regulierung etwas geändert oder verstellt werden musste. Die Druckverteilung blieb auch bei verschiedenen Belastungen konstant, sodass jede Turbinenhälfte mit einem Gefälle von 42,5 m arbeitet.

Bei voller Beaufschlagung und dem Nutzgefälle von 85 m beträgt die Nutzleistung der Gruppe 1660 kw, bezw. 2260 eff. P.S., am Schaltbrett gemessen, entsprechend einer effektiven Turbinenleistung von 2380 P.S., unter Zugrundelegung des Wirkungsgrades von 95% des Generators.

Der Totalquerschnitt des Laufrades beträgt:

$$F_t = 2 \cdot b \cdot s = 20 \cdot 0,125 \cdot 0,054 = 0,135 \text{ m}^2,$$

der effektive Ausflussquerschnitt:

$$F_e = 0,91 \cdot F_t = 0,91 \cdot 0,135 \text{ m}^2 = 0,1228 \text{ m}^2 \approx 0,123 \text{ m}^2.$$

Die Schaufelung ist normal, der Eintrittswinkel der Laufradschaufeln mit 90° gewählt; es ist die absolute Austrittsgeschwindigkeit des Wassers aus dem Leitrade, dessen Austrittswinkel $\alpha = 23^\circ$ beträgt:

$$C_\alpha = 0,92 \sqrt{9,81 \cdot 42,5} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} = 0,92 \sqrt{9,81 \cdot 42,5} \cdot \frac{1}{0,92} = 20,41 \approx 20,4 \text{ m}$$

Es kann daher von der Turbine bei dem Nutzgefälle von 85 m maximal eine Wassermenge von

$Q = 20,4 \cdot 0,123 = 2,488 \text{ m}^3$ oder 2488 l in der Sekunde aufgenommen werden.

Die Brutto-Wasserkraft beträgt daher:

$$N_a = \frac{1000 \cdot 2,488 \cdot 85}{75} = 2820 \text{ Pferdestärken.}$$

Die dabei vom Generator am Schaltbrett abgegebene Arbeit ist 2260 eff. P.S., es ist somit der Gesamtwirkungsgrad der ganze Gruppe $\frac{2260}{2820} = 0,8 = 80\%$ was ungefähr den Ergebnissen der mitgeteilten Bremsversuche entspricht.

Die Umfangsgeschwindigkeit der beiden Laufräder beträgt $V_e = 18,8 \text{ m} = 0,65 \sqrt{2gH}$. Die Saughöhe ist 7,2 m.

Auch die automatische Regulierung, die mit dem Druckregulierapparat kombiniert ist, erwies sich als vollkommen zweckentsprechend, sodass bei plötzlicher Belastungsänderung der Gesamtleistung der Turbine von 1660 kw die Geschwindigkeit der Turbine vollständig in den Garantiegrenzen geblieben ist. Im ersten Spiralgehäuse war eine Drucksteigerung von bloss 0,5 Atm. zu konstatieren, während in dem Uebergang zwischen den beiden Turbinen überhaupt keine Drucksteigerungen auftraten.

In Anbetracht des Umstandes, dass die ausgeführte Verbundturbine als die erste ihrer Art, und zwar gleich anfangs in grossem Masstabe zur Ausführung kam, sind die erzielten Resultate als in hohem Masse befriedigend zu bezeichnen.

Die Turbinenanlage befindet sich nunmehr seit einem Jahre in dauerndem Betrieb, ohne dass sich während desselben ein nennenswerter Anstand ergeben hätte. Die ausführende Firma ist der Ansicht, dass sich diese Turbinenart für mittlere Gefälle, bei welchen die Verwendung von Aktionsturbinen nach Art der Peltonräder noch nicht zweckmässig erscheint, in vielen praktischen Fällen zur Ausführung empfehlen dürfte.

Bau- und Gartenkunst auf der Mannheimer Jubiläums-Ausstellung 1907.

III. Die neue städtische Kunsthalle.

(Mit Tafel VI)

Für den zweiten Teil der Mannheimer Veranstaltungen, für die *internationale Kunstausstellung*, bot die zum Feste vollendete neue städtische Kunsthalle einen überaus wirkungsvollen Rahmen. In ihr konnte das besondere Programm der Vorführung „Das Kunstwerk im Raum“, das auch an Aufstellung und Anordnung die höchsten Ansprüche stellt, deswegen besonders glücklich verwirklicht werden,