

Zeitschrift:	Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt
Herausgeber:	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band:	17 (1925)
Heft:	4
Artikel:	Die Propellerturbine des E. W. Wynau
Autor:	Marti
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-920392

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: 30.12.2025

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

meinen schwankend, besonders im Frühjahr wegen des niedern Wasserstandes und dann infolge grossen Kahnraumbedarfs für Reparationskohlen-Transporte. Die sich sonst gewöhnlich auf ca. 2—3 holl. Cents pro Schiffstone/Tag beliefenden Kahnmieten stiegen bis auf 6 holl. Cents; die Schlepplöhne bewegten sich in normalem Rahmen.

Für die Strecke Strassburg—Basel sind die Wasserfrachten im Vergleich zu den für unterhalb Strassburg zur Erhebung kommenden Ansätzen naturgemäß immer noch sehr hoch. Normale Frachtverhältnisse auch für die Strecke Strassburg—Basel wird erst die Stomregulierung bringen. Während in den Vorjahren namentlich auch die schwankenden deutschen Valutaverhältnisse im Bahnverkehr bedeutenden Einfluss auf die Rheinschiffahrt ausübten, wird jetzt von den Reedereien als Hauptgrund der relativ geringen Verdienstmöglichkeit die der Schiffahrt feindliche Staffel-Tarifpolitik der Reichsbahn bezeichnet. Bei gewissen Güterarten konkurrenzieren auch französische Ausnahmetarife die Wasserfrachten, besonders die der Strecke Strassburg—Basel. Beispieleweise notierte die Rheinschiffahrt im Frühjahr pro Tonne folgende Wasserfrachten in Schweizerfranken, dabei sollen aber auch Abschlüsse unter diesen Sätzen getätigten worden sein.

	Getreide	Kohlen	Div. Stückgüter (Kaffee, Fette etc.)
Anvers—Strassburg	8.50	8.70	12.—
" Basel	14.—	14.—	18.—
Duisburg—Mannheim		5.50	
" Kehl		8.—	
" Basel		13.—	
Mannheim—Basel	7.50	7.—	
Kehl/Strassburg—Basel	5.25	5.—	

Demgegenüber betragen die Bahnfrachten (je nach km differierend) rund Schw.-Fr.:	
Anvers—Strassburg	20.—
" Basel A. L.	23.—
Duisburg—Mannheim	
" Kehl	15.—
" Basel B. B.	17.—
Mannheim—Basel B. B.	23.—
Kehl	20.—

Ab 4. Oktober setzte die Reichsbahn die Frachten herab, sie betragen für Kohle (je nach Kurs):	
Duisburg—Mannheim	1.36 Fr. pro 100 kg
" Kehl	1.57 " " "
" Basel B. B.	1.63 " " "
Mannheim	" " " .76 " " "
Kehl	" " " .47 " " "
" " mit Bestimmung Italien bei Beförderung von 50,000 t	.37 " " "

Die Getreidefrachten stellten sich bei 10 bzw. 15 t Wagen plus 5% ged. Wagen am 10. Juni Mannheim—Basel B. B. auf 2.57 bzw. 2.23 Fr. und am 4. Oktober 1.80 bzw. 1.56 Fr.; ferner am 4. Oktober Kehl—Basel B. B. 1.16 bzw. 1.—Fr. und am 14. Nov. —.71 bzw. —.68 Fr.

Im Talverkehr sind naturgemäß die Wasserfrachten bedeutend niedriger als die Bahnfrachten. Für Zement von Basel—Rotterdam zahlte man durchschnittlich Fr. 6.—, für Karbid ca. Fr. 8.— pro Tonne für die Wasserfracht, gegenüber einer Bahnfracht von rund Fr. 23.— bzw. Fr. 48.— pro Tonne. Günstige Wasserfrachten kamen speziell den Gonzerer Erz-Transporten zustatten. Die Schiffsfracht für dieses Erz Basel—Duisburg belief sich auf ca. Fr. 40.— pro 10 Tonnen, sodass zuzüglich der schweizerischen Exportfracht (64 Cts. pro 100 kg Sargans—Basel) und der Umschlagsgebühren die Transportkosten Sargans-Hafen Duisburg sich auf nur wenig über Fr. 100.— pro 10 Tonnen-Wagen beliefen. Die Bahnfracht für Erz betrug im Sommer 1924 für Basel—Mannheim (257 km) 84 Pfg. pro 100 kg bei 15 T-Wagen (ab 1. Okt. 1924 74 Pfg.) und Basel—Duisburg (568 km) ab 1. Okt. 1924 1.28 Mk. pro 100 kg bei 15 T-Wagen.

Der Lagerverkehr verlief normal. Die Werfthalle war die meiste Zeit ordentlich belegt. Während der Schiffahrts-Saison konnten viele Einlagerungsbegehren von

Wassergut (speziell Getreide) wegen Platzmangel nicht berücksichtigt werden.

In der Hafenanlage St. Johann ist im Berichtsjahre der Böschungskran Nr. 1 in Betrieb genommen werden. Ferner wurde der im Jahre 1923 durch Sturm in den Rhein gestürzte Kran durch einen neuen Hochbahnkran ersetzt. Im Sommer wurde sodann die pneumatische Getreidelöscheinrichtung dem Betrieb übergeben.

Die Hafendampfer-Angelegenheit ist noch nicht völlig spruchreif, voraussichtlich wird ein Dieselschiff zur Verwendung kommen.

Unter Mitwirkung der Basler Reederei „Neptun“ hat sich eine weitere schweizerische Schiffahrtsgesellschaft, die „A.-G. für Schiffahrt in Basel“ gebildet, die sich hauptsächlich im Basler Verkehr zu betätigen beabsichtigt. Das Basler Schiffsregisteramt weist bis Jahreschluss folgende Notierungen auf: 1. Schweizer. Schleppschiffahrtsgesellschaft, 5 Dampfer, 1 Kranschiff und 13 Kähne, 2. A.-G. für Schiffahrt in Basel, 13 Kähne, 3. Société franco-suisse de Navigation in Strassburg, 12 Kanalkähne.

Die steigende Bedeutung der Schweizer Schiffahrt führte zum Erlass einer bundesrätlichen Verordnung über Ausstellung von Rheinschiffahrtspatenten unter Bezeichnung des Schiffahrtsamtes Basel als zuständige Stelle. So dann wurde auf bundesrätliche Verordnung vom Kanton Basel-Stadt und gestützt auf die Mannheimer Rheinschiffahrtssakte über Regelung der Gerichtsbarkeit auf dem Rhein das „Gesetz über die Rheinschiffahrtgerichte vom 13. März 1924“ erlassen. Die Frage über die Führung der schweizerischen Landesflagge kam im Berichtsjahre nicht zur Erledigung, die Schiffe schweizerischer Reedereien führen daher nur ihre Kontorflagge. Die Hafenfirmen haben sich zur gemeinsamen Wahrung ihrer Interessen zu einem „Verband der Interessenten an der Schweizer Rheinschiffahrt“ zusammengeschlossen.

In diesem Zusammenhang machen wir Interessenten auch auf den Bericht der Basler Rheinschiffahrtsdirektion über das gleiche Thema aufmerksam.

Die Propellerturbine des E. W. Wynau.

Vortrag, gehalten von Direktor Marti im Ausschusse des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, Freitag, den 6. März 1925 in Langenthal.

Die besonderen Verhältnisse der Niederdruckwerke sind bekannt. Nachdem anfänglich (Redner nennt als Beispiel neben Wynau die Werke Rheinfelden und Chèvres bei Genf) der Bau größerer derartiger Werke, teils direkt in den Flusslauf eingebaut, oder aber mit kurzem Einlaufkanal versehen, durchgeführt war, wurde bald den höheren Gefällsstufen der Vorzug gegeben, indem, nach dem damaligen Stand der Technik, bei diesen eine Reihe von Schwierigkeiten für Bau und Betrieb vermieden werden konnten, die den Niederdruckflusskraftwerken anhafteten.

Vor allem ist es ja die Veränderlichkeit der Wassermenge unserer Flussläufe, die Bau und Betrieb sogenannter Flusswerke stark beeinflusst.

Zwischen Solothurn und Olten schwankt z. B. die Aare von minimal ca. 65 m³/sek., konstatiert beim niedrigsten Stande, bis maximal ca. 1200 m³/sek., konstatiert beim höchsten Stande.

Dementsprechend verändert sich auch bei direkt eingebauten Flusskraftwerken das Nutzgefälle.

Dasselbe beträgt z. B. in Wynau maximal 5,2 m, minimal 2,2 m.

Zugunsten vieler Niederdruckwerke ist der Umstand zu erwähnen, daß diese sich meistens in der Nähe größerer Ansiedelungen, im Zentrum des Energieabsatzes befinden, während umgekehrt die hohen Gefälle naturgemäß in den Gebirgsgegenden zu suchen sind. Die vor 1893 noch fehlende Möglichkeit der elektrischen Kraftübertragung auf größere Distanzen erschwert die Ausnützung örtlich abgelegener Kraftquellen.

Durch die Schifffahrtsbestrebungen erhalten aber die Flußkraftwerke wieder erhöhte Bedeutung, denn ohne die Nutzbarmachung der zu schaffenden Staustufen ist die Durchführung der Binnenschiffahrt finanziell undenkbar.

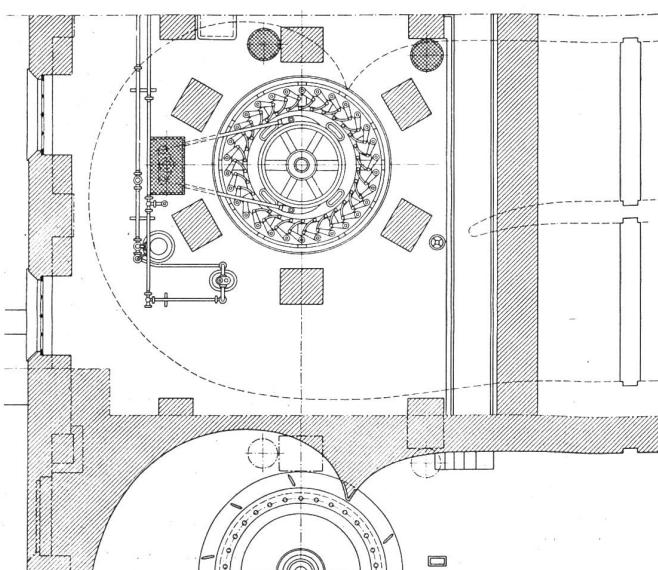
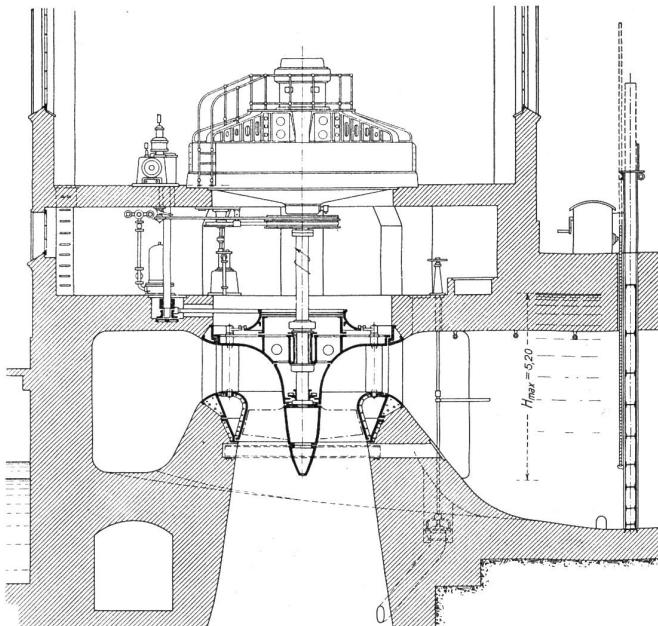


Abb. 1. Schnitt und Grundriss der Propeller-Turbine von 2700 PS bei 2,5 bis 5,2 m Gefälle und 107 Uml/min. Maßstab 1 : 200.

Wie allgemein bekannt, besteht bei Niederdruckkraftwerken unter anderem eine Schwierigkeit darin, eine für den Strom erzeugenden Elektrogenerator günstige Umdrehungszahl zu erreichen. Wie wichtig dies ist, erhellt aus der Tatsache, daß bei den elektrischen Maschinen die Leistung praktisch proportional der Umdrehungszahl steigt. Dazu muß natürlich die elektrische Maschine bei allen Gefällen mit der nämlichen Umdrehungszahl laufen.

Um nun bei niederen und kleinen Umdrehungszahlen der betreffenden Turbinen trotzdem passende höhere Umdrehungszahlen der elektrischen Generatoren zu erhalten, behalf man sich anfänglich mit mechanischen Touren erhöhungseinrichtungen (Riemenantriebe, Räderantriebe, mehrstufige Turbinen usw.).

Als im Jahre 1893 die Firma Siemens & Halske in Berlin sich zum Bau des linksufrigen Kraftwerkes Wynau entschloß, mußte dem damaligen Stand der Turbinentechnik entsprechend zu einem dieser Hilfsmittel gegriffen werden, und zwar wurden vertikalachsige Jonvalturbinen, mittelst Kegelradübersetzung auf horizontalachsige Drehstromgeneratoren arbeitend, gewählt.

Die technischen Daten dieser Jonvalturbinen sind: Leistung = 750 PS bei 4,7 m Gefälle; $n = 42$.— Tourenzahl des Generators = 150.— Die spezifische Drehzahl dieser Turbine beträgt = 165 bei 4,7 m.

Unter spezifischer Drehzahl, besser wäre der Ausdruck „Systemszahl“, versteht man diejenige Umdrehungszahl per Minute einer systemgleichen Turbine, jedoch so proportional in ihren Abmessungen verändert, daß sie bei 1 Meter Gefälle gerade 1 PS leistet.

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{VH}}$$

n_s = spez. Drehzahl

N = Leistung in PS bei

H = Gefälle

n = Umdrehungszahl pro Minute:

Auf das alte linksufrige Werk Wynau wieder zurückkommend, ist zu erwähnen, daß fünf solcher Jonvalturbinen zum Einbau und anfangs 1896 in Betrieb kamen. Starke Korrosionen in den Laufrädern und Defekte derselben nötigten in den Jahren 1906—1910 zur Auswechselung der Turbinen durch einstufige Francisturbinen etwas vermehrter Leistung (800 PS) und gleicher Umdrehungszahl, wobei die Räderantriebe und die Generatoren beibehalten blieben. Spezifische Drehzahl dieser Räder = 205.

Untersuchen wir andere Niederdruckwerke der damaligen Zeit (1895—1900), so finden wir überall ähnliche spezifische Drehzahlen, z. B. Anlage Beznau; ausgerüstet mit dreistufigen Francisturbinen:

$$n_s = \text{der Niederwasserturbinen} \quad 220$$

$$n_s = \text{der Hochwasserturbinen} \quad 280$$

Die Francisturbine war nun lange Zeit auch für niedere Gefälle die zweckmäßigste Turbinentype. Dabei wurde aus den schon erwähnten Gründen deren Schnellläufigkeit möglichst zu erhöhen versucht. So finden wir z. B. im Kraftwerk Wyhlen am Rhein horizontale vierrädrige Francisturbinen von Voit mit einer spezifischen Drehzahl von $n_s = \text{ca. } 200$ (auf 1 Rad bezogen), Inbetriebsetzung im Jahre 1912. Im Bestreben, die für Bau und Unterhalt unvorteilhaften mehrstufigen Turbinen durch einstufige zu ersetzen, wurden sogenannte Schnellläufer-Francisturbinen, d. h. solche mit möglichst gesteigerter, spezifischer Drehzahl konstruiert, z. B. Eglisau (1918 in Betrieb), spezifische Drehzahl $n_s = \text{ca. } 320$, und neuestens das Kraftwerk Pougny-Chancy an der Rhone bei Genf $n_s = 505$, einradige Francisturbinen mit 92 m³/sek. Schluckfähigkeit. Laufraddurchmesser 5,5 m, so daß eine Zweiteilung des Laufrades vorgenommen werden mußte.

Als ich im Jahre 1919 mit den Vorstudien für das neue linksufrige Werk in Wynau begann, war mir klar, daß auf keinen Fall indirekter Antrieb der Generatoren in Frage kommen könne. Die beim rechtsufrigen Werk persönlich gemachten Betriebserfahrungen schlossen dies zum vorneherein aus. Auch mehrstufige Turbinen sollten wenn möglich vermieden werden, da auch diese für Unterhalt und Reparaturen Nachteile aufweisen.

Für eine einstufige Francisturbine von ca. 2200 PS, Gefälle ca. 4,7 m, kam die Firma Bell im ersten Vorprojekte auf 65 Touren per Minute, entsprechend $n_s = 430$.

Dabei wurden folgende Wirkungsgrade als Garantiezahlen aufgestellt:

bei 4,7 m Gefälle Oeffnung	$\frac{8}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{4}{8}$
	80,5	81,5	80,5	77	69

Im Verlaufe der Studien schlug Escher Wyß vor, je zwei einstufige Francisturbinen mit bloß 44 Umdrehungen pro Minute ($n_s = 297$) mittelst Pfeilradgetriebe auf einen Generator à 4400 PS laufen zu lassen. Generatortourenzahl 300 p. M.

Im Januar 1920 hielt im Schoße des Schweiz. Ingenieur- und Architektenvereins in Aarau Herr Pfau, ursprünglich Schweizer und in Aarau aufgewachsen, jetzt Consulting-Ingenieur der Turbinenabteilung der Firma Allis Chalmers in Milwaukee, einen bemerkenswerten Vortrag über Neuerungen im Turbinenbau. Der Referent hatte Gelegenheit, diesen Vortrag anzuhören und verfolgte von da ab stets die von Herrn Pfau dort gemachten Mitteilungen, die ihm von größter Bedeutung erschienen. In Turbinenfabrikantenkrei-

sen der Schweiz wurden sie bezweifelt, doch entschloß sich in anerkennender Weise die Firma Bell in Kriens, Versuche darüber anzustellen; diese ergaben die Richtigkeit der Angaben des Herrn Pfau. Dementsprechend stellte uns diese Firma anderthalb Jahre später eine Offerte für solche Schnellläuferturbinen zu. Während die ersten Offerten eine Tourenzahl von 65 Touren per Minute für die Turbinen unseres neuen Werkes vorsah, kam die erwähnte zweite Offerte bei gleicher Leistung auf 107 Touren per Minute. Für die von uns gewählte Größenordnung der Maschinensätze von 2200 PS beträgt das Gewicht der Dynamomaschine bei 65 Touren 98 Tonnen, bei 107 Touren nur 67 Tonnen; im Verhältnis dazu reduziert sich selbstredend auch der Preis. Als dann im Herbst 1921 der Bau des neuen linksufrigen Werkes Wynau beschlossen und finanziert war, entsandte der Verwaltungsrat den Sprechenden auf eine Studienreise nach Nordamerika, um die dort bereits damals in 12 Anlagen mit 22 Turbinen und rund 11,000 PS aufweisenden Propellerturbinen, System Nagler-Allis Chalmers zu besuchen und sich über diese neue Turbinentype und über den Kraftwerkbau im Allgemeinen genau zu orientieren. Mit einer kompletten Offerte von All. Chalmers von Amerika zurückgekehrt, bewarben sich auch die Ateliers de constructions mécaniques in Vevey und offerierten eine Propellerturbine, die schließlich zum Einbau in das neue Werk gewählt wurde.

Die Turbinenanlage des neuen Werkes Wynau wurde wie folgt festgelegt: 4 Einheiten zu je 2200 PS bei 4,7 m Gefälle. 107 Touren per Minute. $n_s = 730$. Leistung 1200 PS bei 3,1 m. Der Referent verweist an Hand von Bauplänen auf die spezielle Ausgestaltung des sogenannten Aspirators zur Ausnutzung der unterhalb der Turbine noch vorhandenen Energie im Wasserstrahl, die noch ca. 30 % der Totalenergie ausmacht. Siehe Abbildung 1, 2 und 6.

Die Inbetriebsetzung der zwei bestellten Gruppen (der Einbau der weiteren zwei Gruppen wurde absichtlich verschoben, bis Resultate über die Turbinen vorlagen) erfolgte im Oktober 1923 und verlief vom Anfang an ohne die geringste Störung oder Schwierigkeit. Es zeigte sich an Hand des Betriebes sofort, daß die Erwartungen bezüglich der Turbinen voll eingetroffen sind.

A b n a h m e v e r s u c h e. Im Lieferungsvertrag mit Vevey haben wir uns sehr strenge Qualitätsgarantien geben lassen, für jedes fehlende Prozent unter den garantierten mittleren Wirkungsgrad von 14 Garantiepunkten bei Gefällen von 3,7—5,2 m Konventionalstrafe festgesetzt und bei Fehlern unter 5 % (am mittleren Wirkungsgrad verstanden) Rückweisungsrecht vorbehalten.

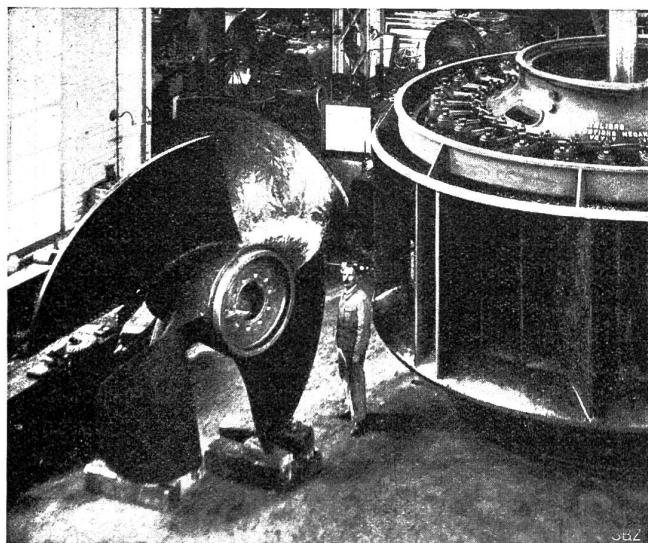


Abb. 2. Ansicht des Laufrades und des Leitapparates der Turbine, gebaut von den Ateliers de Constructions mécaniques de Vevey.

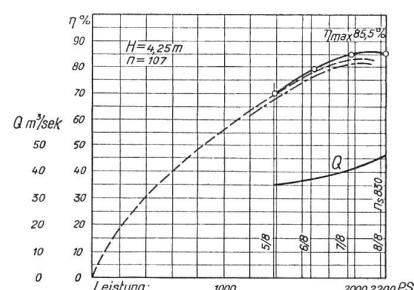
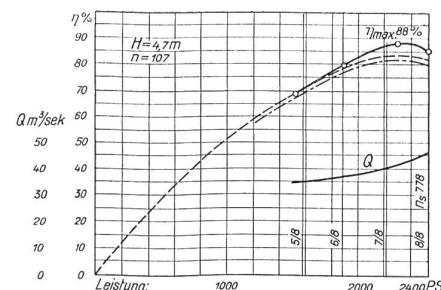
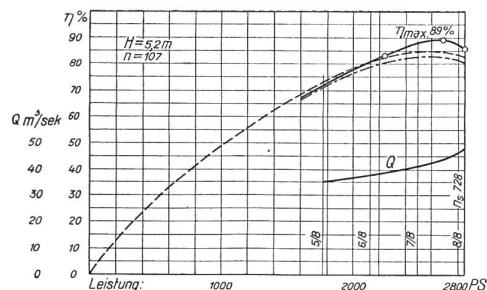


Abb. 4. Ergebnisse der Abnahmevereekte bei Gefällen von 5,2 m, 4,7 m und 4,25 m und je 107 Uml/min.

Erreichte Wirkungsgrade; —— Mit 2% Toleranz garantierter Wirkungsgrade; - - - - Ohne Toleranz garantierter Wirkungsgrade.

Dabei wurde schon im Lieferungsvertrag selbst vereinbart, daß eingehende Versuche vorzunehmen seien, und daß das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft mit den Wassermessungen zu betrauen sei. In der Folge hat dann das genannte Amt überhaupt die Oberleitung dieser Abnahmevereekte übernommen und Herr Dr. Strickler wurde hiermit betraut. Die erforderlichen elektrischen Messungen wurden den technischen Prüfanstalten des S. E. V. übertragen und die Flügelmessungen zur Wassermengenbestimmung wurden von den Herren Ing. Ghezzi und Ing. Bitterli in Rheinfelden im Auftrage des Amtes durchgeführt.

Die Abnahmevereekte wurden am 4. Januar 1924 begonnen und dauerten bis 25. Januar.

Schon beim Bau des Werkes wurde auf die vorzunehmenden Wassermengenmessungen weitgehend und rechtzeitig Rücksicht genommen, indem hinter den Einlaufschleusen im Oberwasser ein ca. 2 m langer Meßkanal von genau ermitteltem Profile errichtet wurde.

Die nicht vorhandenen Gefälle wurden durch Umstellung der Umdrehungszahl dargestellt, um die betreffenden Garantiepunkte prüfen zu können.

Die 2700 PS Propeller-Turbine von Wynau.

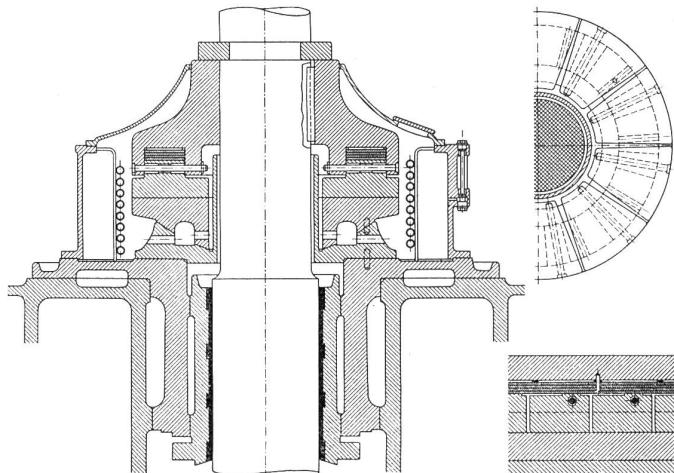


Abb. 3. Axialschnitt durch das Ringspurlager und Untersicht der Segmente. Rechts unten abgewickelter zylindrischer Schnitt durch die Ringspur.

Jede Turbineneinlaufkammer besteht im Prüfbereich aus zwei rechteckigen Öffnungen à ca. 5,6 m Höhe und 4,5 m Breite, macht ca. 24,8 m² Durchflußfläche pro Öffnung. Diese Durchflußfläche wurde für die Flügelmessungen in 56 Punkte pro Teilkammer eingeteilt. Jede Meßreihe benötigte ca. 70 Minuten.

Total wurden 33 komplette Messungen durchgeführt, für die meisten Garantiepunkte zwei, für einige sogar drei.

Die Resultate sind zusammenfassend kurz folgende (siehe Abbildungen 4 und 5):

Das arithmetische Mittel aus den 14 garantierten Wirkungsgradpunkten nach Abzug von 2% Toleranz beträgt 76,8 %. Das ermessene Resultat ist 80,8 %. Der höchste Garantiepunkt 85 % bei 5,2 m Gefälle und 7/8 Beaufschlagung wurde überschritten, und zwar in einer Messung 87,3 %, in einer andern sogar 89 %.

Dagegen wurden die Garantiewerte bei kleiner Beaufschlagung (6/8 und 5/8) in einigen Punkten nur knapp erreicht oder leicht unterschritten. Immerhin übersteigt die Differenz nach unten nirgends den Wert der Toleranz.

Bezüglich der effektiven Leistung „N“ der Turbinen kann folgendes mitgeteilt werden:

Gefälle m	effektive Turbinenleistung PS	garantierte Turbinenleistung in PS
3,573	1760	1580
3,98	2055	1750
4,7	2680	2200
5,2	3050	2850

Hieraus erhellt, daß die Turbinen tatsächlich etwas größer ausgefallen sind, indem sie statt 2200 PS bei 4,7 m 2680 PS leisten. Daraus berechnet sich die spezifische Drehzahl der Ausführungstype zu 785 bei 4,7 m Gefälle.

Vergleichen wir nun die gefundenen Resultate der eingebauten Propellerturbinen mit den offenen Francisturbinen, so erhalten wir folgendes Bild:

Bezüglich Wirkungsgrad.

a) bei 4,7 m Gefälle.

Beaufschlagung	eff. Wirkungsgrad d. Turbinen Wynau II	Offerte Francisturbine 65 T.	Offerte Francisturbine 44 T.
8/8	85,6	80,5	83
7/8	87,3	81,5	86
6/8	79,6	80,5	84,5
5/8	71,4	77	81

b) bei 3,0—3,1 m Gefälle und voller Beaufschlagung:

eingebaute Propellerturbine garantiert 77 % gemessen wurde er nicht, scheint aber praktisch erreicht.

Offerte Francisturbine, 44 Touren 82 %

c) Bezüglich absoluter Leistung N in PS ergibt sich bei 3,0—3,1 m Gefälle:

Ausführungsturbine Propeller	Offerten für Francisturbinen
$n = 107$	$n = 65$
1410	1200

$n = 44$

Begreiflicherweise kommt es aber bei den reduzierten Gefällen, bei Hochwasser auftretend, nicht auf den Wirkungsgrad an, sondern es wird eine möglichst große effektive Leistung in PS gewünscht und diesem Postulat entspricht die neue Turbine besser als die Francisturbine, mit andern Worten: Propellerturbinen weisen bei stark verminderten Gefällen und partieller Beaufschlagung etwas geringere Wirkungsgrade auf als Francisturbinen, da aber die Schluckfähigkeit weniger abnimmt als bei Francisturbinen, ist die effektive Leistung bei diesen Gefällen bei Propellerturbinen verhältnismäßig größer. Siehe die Abhandlung von Ingenieur Zuppinger in der Schweizer. Bauzeitung, Bd. 85 Nr. 5 und 6, Jahrgang 1925.

Zusammenfassend bieten die neuen Turbinen folgende hauptsächlichsten Vorteile:

Bei guten Wirkungsgraden bei den höheren Beaufschlagungen erlauben sie den direkten An-

trieb rasch laufender Generatoren, wodurch sich beim elektrischen Teil höhere Wirkungsgrade und billigere Anschaffungskosten ergeben. Der Raumbedarf der Generatoren wird kleiner, wodurch weitere Ersparnisse an Gebäuden, Kranen etc. erzielt werden können.

Die in Stahlguß ausgeführten Propellerturbinenlaufräder sind sehr widerstandsfähig. Wegen der geringen Schaufelzahl und dem großen Durchflußprofil ist ein Verstopfen des Laufrades so gut wie ausgeschlossen. Die Einlauffrechen können größere Durchflußabmessungen erhalten. (Im neuen Werk Wynau 6 c/m zwischen Rechenstäben.)

Die Propellerturbinen eignen sich speziell auch für veränderliche Gefälle, wie solche eben bei Flusskraftwerken unvermeidlich sind.

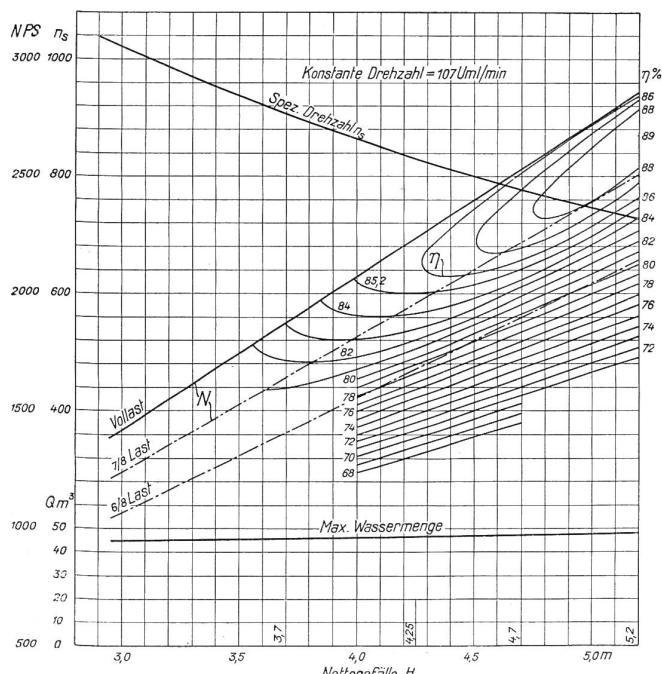


Abb. 5. Hauptcharakteristik der Propeller-Turbine Wynau, nach den Ergebnissen der Abnahmeversuche zusammengestellt.

Die neue Turbinentype ist somit berufen, die Ausnutzung selbst kleiner Gefälle noch wirtschaftlich zu gestalten.

Die Propellerturbinen von Wynau stellten zur Zeit ihrer Inbetriebsetzung im Jahre 1923 die größten Ausführungen dieser Type in Europa dar und machen der liefernden Firma, den Ateliers de Constructions mécaniques in Vevey, alle Ehre.

Auch die Resultate der Abnahmeversuche der Drehstromgeneratoren, geliefert von der Firma Brown, Boveri & Cie. in Baden, ergaben, daß bei diesen Maschinen die Garantiewerte auf der ganzen Linie überschritten sind.

Diese Generatoren sind für folgende Daten gebaut:

Dauerleistung 2200 KVA.

oder bei $\cos \varphi 0,7 = 1540 \text{ KW}$.

entsprechend einer Kraftaufnahme von 2260 PS bei $\cos \varphi = 0,7$
 Verkettete Spannung 9500 Volt (direkte Fernleitungsspannung).
 Drehzahl 107
 Schwungmoment $G \cdot D^2 = T/m^2$.
 Frequenz 50.

Wirkungsgrade:

Last	Garantien bei $\cos \varphi = 1$	Ergebnisse der Versuche
4/4	94,5 %	95,5 %
3/4	93,5	95,2
1/2	92,0	83,8
1/4	84,0	89,8
bei $\cos \varphi = 0,7$		
4/4	92,5	92,5
3/4	91,0	92,2
1/2	89,0	91,2
1/4	80,0	87,8

Der Referent erwähnt auch die von der Firma Th. Bell & Cie. in Kriens für die Stadt Bern gelieferte neuartige Schnellaufturbinen, die ebenfalls sehr bemerkenswerte Resultate lieferte (vide Schweiz. Bauzeitung Bd. 1924, Nr. 1 u. ff.).

Jetzt, nachdem die Güte und Wirtschaftlichkeit solcher Schnellaufturbinen für Niederdruckanlagen praktisch bewiesen ist, macht ihre Anwendung rasche Fortschritte. Der Referent zeigt an Hand von Abbildungen eine Anzahl verschiedenartige Laufradtypen europäischer Turbinenkonstruktionsfirmen und erwähnt auch die von den Ateliers des Charmilles für Ruppoldingen gelieferten Ersatzturbinen nach der Propellertype.

Als Pionier im Bau dieser Turbinen dürfte wohl der Amerikaner Truax in Betracht kommen, der schon im Jahre 1860 das Patent Nr. 29333 auf eine Turbine mit vierflügeligem Propellerrad ohne Aus-

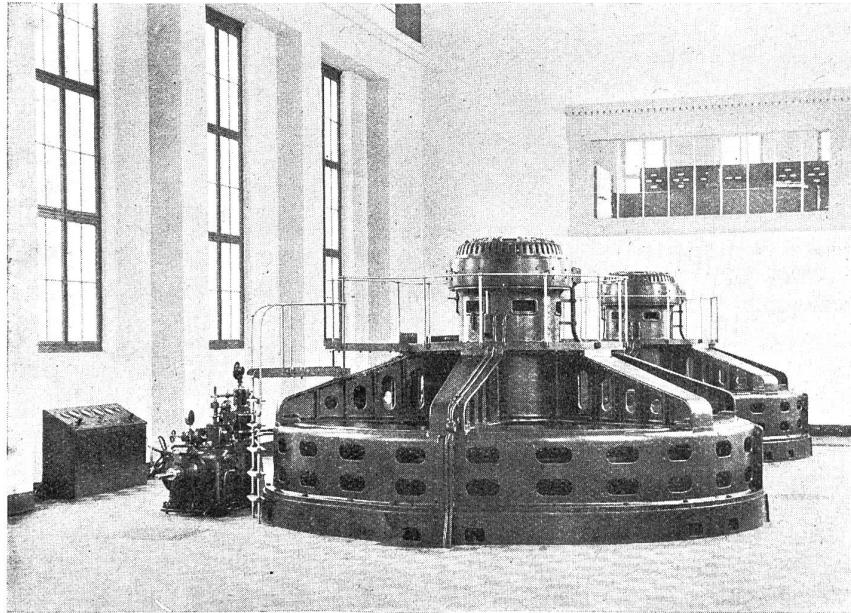


Abb. 6. Innenansicht des Maschinensaales mit den 2200 kVA-Generatoren von Brown, Boveri & Cie

Garantiewerte mit üblicher Toleranz.

Die Motoren der gelieferten Generatoren wurden im fertigen Zustand in den Werkstätten von Brown, Boveri & Cie. in Baden mit der 2,65fachen Tourenzahl, also mit 285 Touren pro Minute, entsprechend der voraussichtlichen Durchbrenntourenzahl der Turbine beim höchsten Gefälle, praktisch ausgeschwungen.

Temperaturerhöhung:

Nach fünfstündigem Betrieb bei Vollast und $\cos \varphi = 0,7$ entsprechend 2080 kVA betrugen die Temperaturen über die Raumtemperatur:

Eisen	23 ° C
Feldspulen	16 ° C
Garantiert zulässig	50 ° C

nach Erreichung des stationären Wärmezustandes.

senkranz erhalten hat, bei der das Wasser dem Rade ebenfalls durch eine Spirale zugeführt wird. Allerdings ist dieser Turbinentyp dann von den Francisturbinen verdrängt und selbst in Amerika erst vor ca. zehn Jahren wieder aufgenommen worden. Ein großer Verdienst in der Vervollkommenung der Propellerturbinen haben sich Ingenieur Nagler in Milwaukee und Prof. Kaplan in Brünn erworben.

Dem Referent ist bekannt geworden, daß für das Kraftwerk Liller Edet in Schweden Schnellaufturbinen der sog. Lawatzek-Type für 10,000 PS, 150 m³/sek. Schluckfähigkeit bei 3,5 m Gefälle, $n = 62,5$ per Minute, $n_s = 600$ im Bau sind, ferner im gleichen Werke eine Kaplanturbine mit beweglichen Laufradschaufeln für 11,500 PS $n_s = 640$.

Zur Zeit wird der Umbau des alten Werkes Wynau studiert. Dank der Eigenschaften der neuen Turbinen wird es möglich sein, für die Gruppen des alten Werkes bei direktem Antriebe des elektrischen Generators auf ca. 125—150 Touren per Minute zu kommen, also auf die nämliche Tourenzahl, die 1895 von Siemens für die elektrischen Dynamo gewählt wurde, aber erst mittelst Zahnräderübersetzung zwischen Turbine und Dynamo erreicht werden konnte. Dabei wird sich ohne große Abänderung der Turbinenkammern eine wesentliche Steigerung der Leistung und des Wirkungsgrades erzielen lassen. Hieraus zeigt sich am besten die Bedeutung des Fortschrittes der Turbinentechnik zwischen einst und jetzt!

Die Verwaltungsbehörden von Wynau haben den Wagemut gehabt, im Frühjahr 1922 für das neue Werk Wynau eine moderne Turbinentype zu wählen. Der Versuch ist vollaus geglückt, und heute darf dieses Werk als modernes Niederdruckwerk bezeichnet werden. Der Entwicklung einer rationellen Kraftausnutzung der Gefällsstufen von unseren schiffbaren Binnenflußläufen wird damit ein mächtiger Impuls gegeben.



Pumpanlagen zu Entwässerungszwecken in Bayern.

Die folgenden Ausführungen verdanken wir den Mitteilungen des Herrn Dr. Ing. Dreyer im bayrischen Ministerium des Innern.

Ausgeführt wurden in Bayern bisher zwei größere Anlagen:

1. Im rechtsrheinischen Bayern die Anlage Steinkirchen-Fischeldorf bei Degendorf.

Von der hier zwischen Dämmen eingefassten Donau gelangt bei Hochwasser viel Druckwasser in eine Niederung am rechten Donauufer oberhalb der Isarmündung; Größe des Entwässerungsgebietes 690 ha, Länge neben dem Flußbett 3 km. Ein Grabensystem sammelt das Wasser, das mittels Pumpwerk in die Donau gefördert wird. Das I. Aggregat ist bereits aufgestellt.

	I. Aggregat	II. Aggregat
Fördermenge	1300	400 lit/sec.
Förderhöhe	4—2	4 m
Kraftbedarf	74	30,5 PS
Maschinenleistung	80	40 PS

Gepumpt wird bei Eintreten der Donauhochwasser, d. h. insbesondere in den Sommermonaten.

Das entwässerte Gebiet besteht neben einigen Aeckern in der Mehrzahl aus Wiesen.

Die Anlage begegnete zuerst großem Widerstand der Beteiligten, die jetzt jedoch die Entwässerung begrüßen. Das Unternehmen wurde in der Inflationszeit unter erheblichen Schwierigkeiten mit Staatszuschüssen gebaut; auf die Beteiligten entfielen etwa 40% der Baukosten. Ein Modell der Anlage befindet sich in der Technischen Hochschule München; es kann nach vorheriger Benachrichtigung besichtigt werden.

2. In der Pfalz: Entwässerung der Rheinniederung von der elsässischen Grenze bis gegen Germersheim, 28 km lang; zu entwässerndes Gebiet 7580 ha, davon etwa $\frac{1}{3}$ Staatswald. Der Rhein ist hier zwischen 5 m hohen Dämmen gefaßt. Es tritt daher Druckwasser auf. Dieses sowie das Tagwasser und die kleineren Zuflüsse werden durch 7 Pumpwerke in den Rhein gefördert. Man hat davon abgesehen, die kleineren Zuflüsse, die allerdings nur geringe Hochwässer füh-

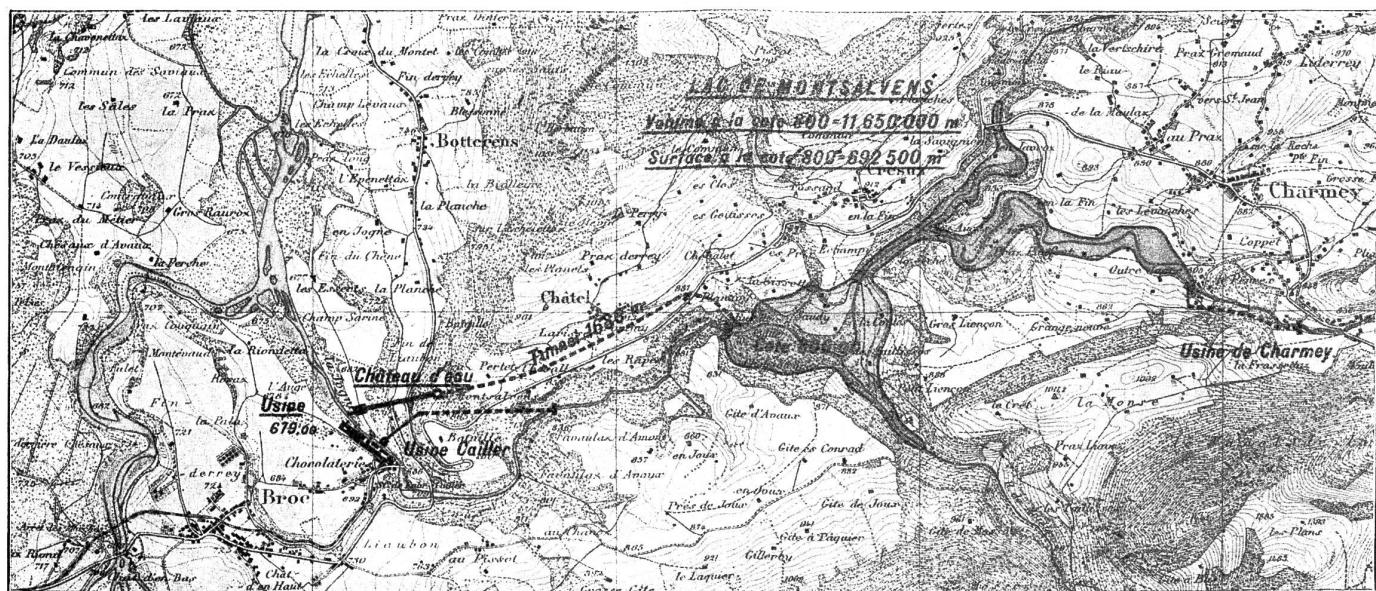


Abb. 1. Broc. Uebersichtskarte 1 : 35,000 (mit Bewilligung der Schweizer. Landestopographie vom 21. Juni 1910).