

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Band: 65/66 (1915)

Heft: 26

Artikel: Bremsversuche an einer neuen schnellaufenden Wasserturbine von Escher Wyss & Cie

Autor: Prášil, Franz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-32335>

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: 19.11.2024

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

INHALT: Bremsversuche an einer neuen schnelllaufenden Wasserturbine von Escher Wyss & Cie. — Der Umbau der Welschen Kirche in Bern. — Architektur und Musik. — Hilfswerk der schweizerischen Hochschulen zu Gunsten kriegsgefangener Studenten. — Miscellanea: Die Ausgangstüren in Fabriken. Die neue Bahnlinie von Miramas nach Marseille. Sherardisieren von Eisen und Stahl. Die Hell Gate-Brücke in New York. Schweizerischer Bundesrat. — Konkurrenzen: Städtisches Schulhaus in

Liestal. Bürgerspital Solothurn. Die neue Kirche in Lyss. — Literatur: Alte Wirtshaus-Schilder aus Freiburg. — Berichtigung. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. St. Gallischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Protokoll und Stellenvermittlung.

Tafeln 40 bis 43: Der Umbau der Welschen Kirche in Bern.

Dieser Nr. ist das Inhalts-Verzeichnis dieses Bandes (LXVI) beigelegt.

Band 66.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 26.

Bremsversuche an einer neuen schnelllaufenden Wasserturbine von Escher Wyss & Cie.

Von Prof. Dr. F. Präsil, Zürich.

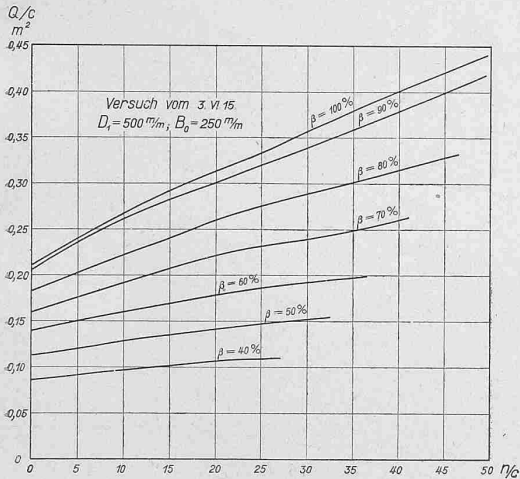
(Schluss von Seite 290.)

V. Bestimmung der Charakteristiken.

Die Grundlage für die Beurteilung, ob die Resultate der drei Versuchsgruppen in genügender Uebereinstimmung

stehen, sodass die Stabilität des Systems als technisch genügend gesichert zu betrachten ist, erhält man durch die Aufzeichnung der Hauptcharakteristiken¹⁾, d. h. derjenigen Kurven, die für je eine Leitradöffnung durch Auftragung der Werte $y = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{V_{2gH}}$ und $z = \eta$ als Ordina-

¹⁾ Siehe hierüber: „Vergleichende Untersuchungen an Reaktions-Niederdruckturbinen von Prof. Dr. F. Präsil“ in der «Schweiz. Bauzeitung» Bd. XLV, Nr. 7, 8, 10, 12 und 13 (Febr.-März 1905).



Haupt-Charakteristiken

für $y = \frac{Q}{C}$ und $z = \eta$.

Abb. 9.

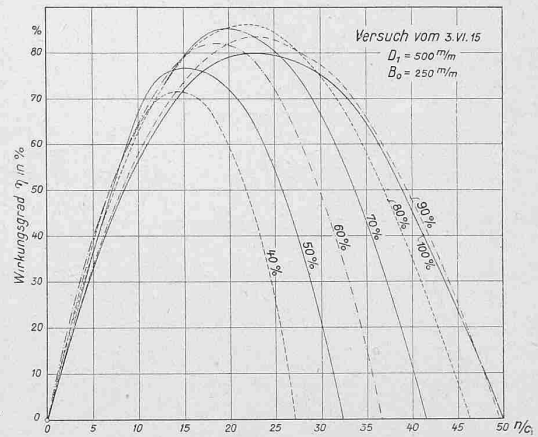


Abb. 12.

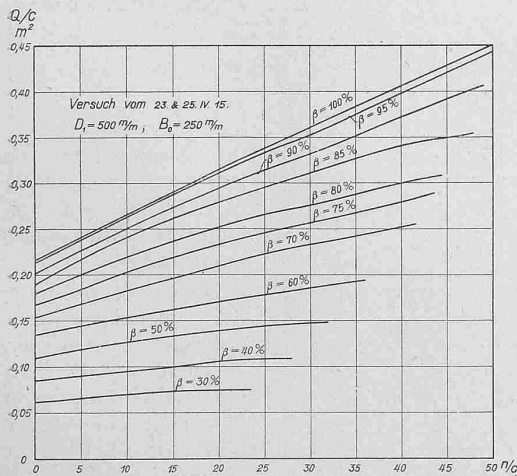


Abb. 10.

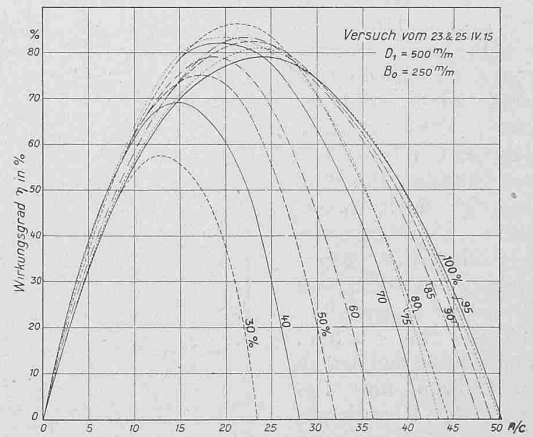


Abb. 13.

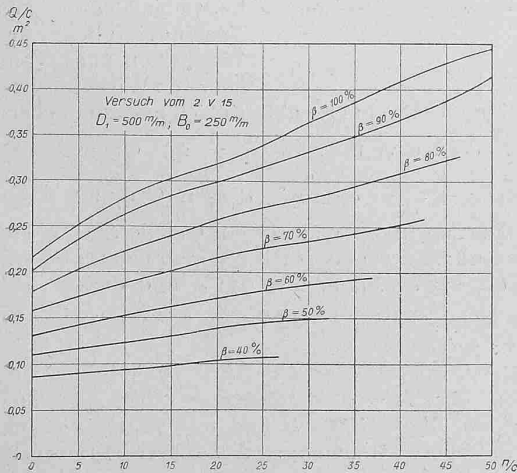


Abb. 11.

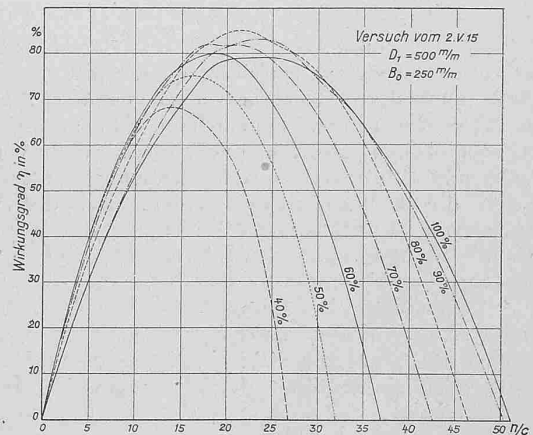


Abb. 14.

naten über den Abszissen $x = \frac{n}{C} = \frac{n}{\sqrt{2gH}}$ erhalten werden, wobei n , H , Q und η gleichzeitige Werte sind.

In den Abbildungen 9, 10, 11 sind die Kurven von $y = \frac{Q}{C}$, in den Abbildungen 12, 13, 14 die Kurven $z = \eta$ aufgetragen. Der Vergleich des Verlaufes der aufeinanderfolgenden y -Kurven und der aufeinanderfolgenden z -Kurven lässt deutlich ihre qualitative Uebereinstimmung und hierdurch die Tatsache erkennen, dass die Wirkungsweise des Wassers bei seiner Strömung durch das Laufrad und der damit verbundenen Kraftabgabe innerhalb der bei den Versuchen eingetretenen Gefällsgrenzen nicht wesentlich geändert wird. Würden die einzelnen y - bzw. z -Kurven,

gestützt auf diese Voraussetzung erscheint nun auch für die Aufstellung praktischer Charakteristiken eine Ausgleichung der Kurven zulässig, wofür folgendes Verfahren angewendet wurde:

Für eine Reihe von $x = \frac{n}{C}$ Werte wurden zusammengehörige $y = \frac{Q}{C}$ Werte und $z = \eta$ Werte in Kurven zusammengefasst, indem die einem x -Wert zukommenden y -Werte als Abszissen, die zugehörigen z -Werte als Ordinaten aufgetragen wurden; dadurch entstanden je drei den Versuchsgruppen für 1,6 m, 2,0 m und 2,3 m Gefälle zukommende Kurven, zwischen denen eine Ausgleichskurve als mittlere Wirkungsgradkurve eingezeichnet werden kann.

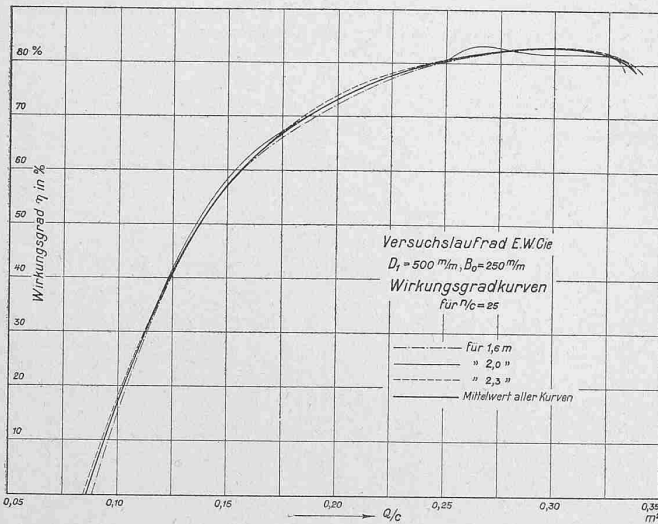


Abb. 15.

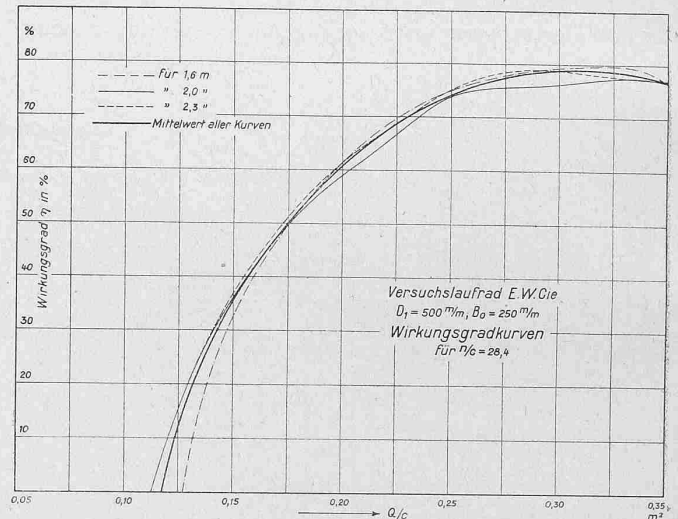


Abb. 16.

die gleicher Zeigerstellung entsprechen, für alle drei Gefällsstufen je kongruent sein, so wäre die Uebereinstimmung eine vollkommene. Dies ist nun nicht der Fall. Eine äussere Ursache, die eine derartige auch quantitativ vollkommene Uebereinstimmung verhindert, ist in dem, von der Firma mitgeteilten Umstand zu suchen, dass infolge Spieles in den Bolzen und Laschen des Reguliergetriebes bei gleicher Zeigerstellung sich am Indikator nicht immer die gleiche Leitschaufelstellung und deshalb auch nicht der gleiche Durchflussquerschnitt einstellt. Man findet aber durch Uebereinanderlegen der Blätter, dass die Abweichungen im allgemeinen sehr gering sind; die unvermeidlichen Messfehler einerseits und von aussen kommende Störungen in der Strömung andererseits erklären die weitem Abweichungen. Bei den Wirkungsgradkurven ist noch zu berücksichtigen, dass sie überhaupt nur für die hydraulischen Wirkungsgrade quantitativ genau übereinstimmen könnten.

Unter diesen Erwägungen erscheint es zulässig, diese Abweichungen nicht als einen Mangel am System zu taxieren, sondern die gute generelle Uebereinstimmung als Beweis für die richtige Stabilität der Wirkungsweise des Systems anzuerkennen.

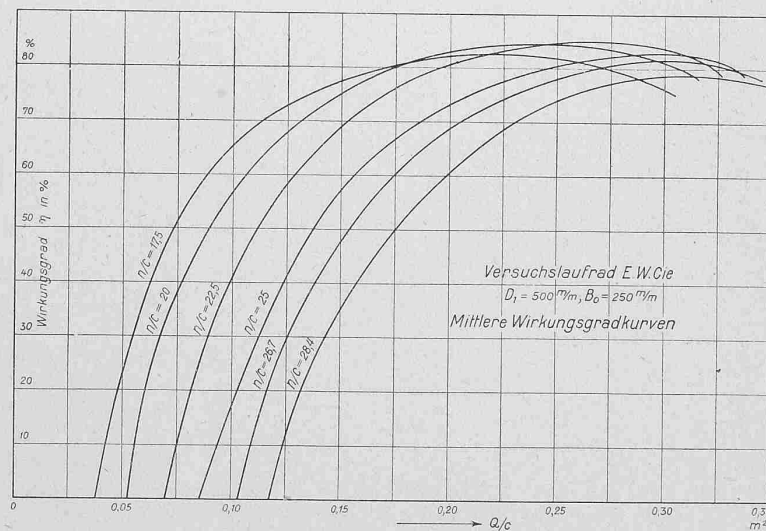


Abb. 17.

Dieses Verfahren wurde durchgeführt für die Werte $x = \frac{n}{C} = 17,5, 20, 22,5, 25, 26,7$ und $28,4$; in Abb. 15 sind die Ausgleichung der Kurven mit grösster, in Abb. 16 jene mit kleinster Abweichung aufgetragen.

Durch Vereinigung der auf diese Weise gefundenen mittleren Wirkungsgradkurven nach Abbildung 17 erhält man ein Kurvenblatt, das bereits geeignet ist, über die Leistungsfähigkeit der Turbine, über den Wasserkonsum und über den Wirkungsgrad

bei irgend einer Umdrehungszahl Aufschluss zu geben; so enthält z. B. die Kurve für $x = \frac{n}{C} = 25$ einen Punkt, dessen Abszisse $y = \frac{Q}{C} = 0,22 m^2$, dessen Ordinate $z = \eta = 77\%$ ist. Daraus findet man für ein Gefälle $H = 2,0 m$, $C = \sqrt{2gH} = 6,28 m/sek$ und somit $Q = 0,22 C = 1,3 m^3/sek$, ferner $n = 25 C = 157 Uml/min$, $\eta = 77\%$, und daraus:

$$N_e = \frac{\gamma Q H}{75} \eta = \frac{1000 \cdot 1,38 \cdot 2,0}{75} \cdot 0,77 = 28,2 PS$$

Im Bremsprotokoll vom 25. April 1915 findet man bei $\beta = 70\%$ für $H = 2 m$ und $n = 158,2 Uml/min$: $Q = 1,393 m^3/sek$, $N_e = 28,6 PS$ und $\eta = 76,9\%$; es besteht also gute Uebereinstimmung. Aus diesen Mittelwerts-

kurven wurden jedoch andere Charakteristiken abgeleitet, die noch besser geeignet sind, über die Wirkungsfähigkeit der Turbine die für die praktische Verwendung nötigen Aufschlüsse zu geben. Diese Charakteristiken bestehen in Schichtkurven, deren Punkten je konstante Wirkungsgradwerte zukommen, wobei die Längen der Koordinaten der Punkte bestimmten Grössen entsprechen.

a) Die Qualitäts-Charakteristik, Abbildung 18. Es entsprechen die Abszissen dem Wasserkonsum, die Ordinaten dem Gefälle bei einer bestimmten Umdrehungszahl, mithin ist aus dieser Charakteristik zu entnehmen, mit welchem Wirkungsgrad eine Wassermenge ausgenutzt wird, wenn die Turbine unter einem bestimmten Gefälle steht und mit der Umdrehungszahl läuft, für die die Kurven berechnet sind.

Bremsversuche an einer neuen schnelllaufenden Wasserturbine von Escher Wyss & Cie., Zürich.

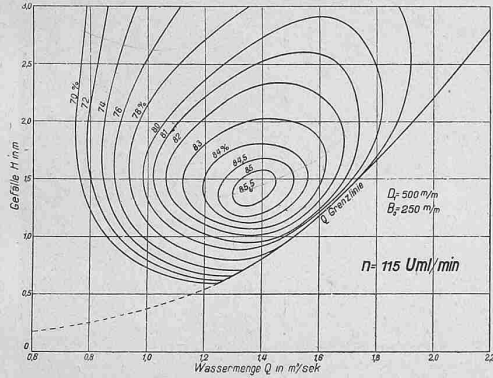


Abb. 18. Qualitäts-Charakteristik.

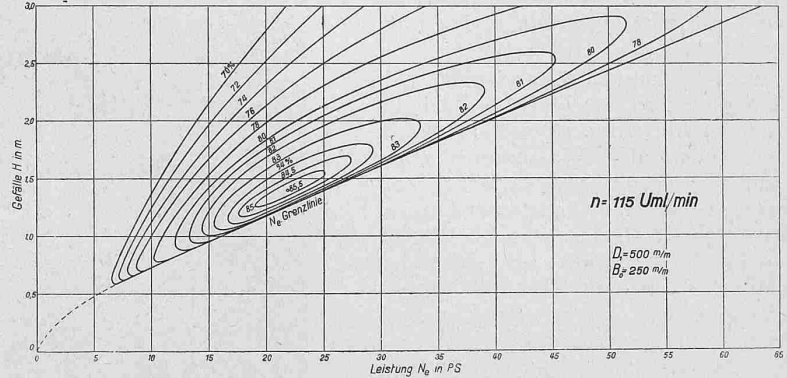


Abb. 19. Betriebs-Charakteristik.

Die Bestimmung der Koordinaten der einzelnen Punkte je einer dieser Kurven ist einfach. In der allgemeinen Charakteristik (Abbildung 17) entsprechen jedem Wirkungsgrad bestimmte Punkte auf den, den Werten $x = \frac{n}{C}$ zu kommenden Linien und dementsprechend bestimmte Werte von $y = \frac{Q}{C}$ für diese Punkte; bei angenommenem n (z. B. 115 wie in Abbildung 18) bestimmt sich zu jedem x das zugehörige C , bzw. $H = \frac{C^2}{2g}$,

ferner aus dem zugehörigen y der Wert von $Q = y \cdot C$, sodass also eine Reihe von Werten H und Q für die Aufzeichnung der Punkte konstanten Wertes η gefunden werden können.

Die Punkte der Grenzlinie bestimmen zusammengehörige Werte von Gefälle, Wasserkonsum und Wirkungsgrad bei $\beta = 100$ und konstanter Umdrehungszahl ($n = 115$).

b) Die Betriebs-Charakteristik, Abbildung 19. Hier entsprechen die Abszissen der Leistung, die Ordinaten dem Gefälle bei einer bestimmten Umdrehungszahl; mithin ist aus dieser Charakteristik zu entnehmen, mit welchem Wirkungsgrad eine bestimmte Leistung von der Turbine abgegeben wird, wenn diese unter einem bestimmten Gefälle arbeitet und mit einer bestimmten Umdrehungszahl läuft. Die Punkte der Grenzlinie bestimmen zusammengehörige Werte von Gefälle, Leistung und Wirkungsgrad bei $\beta = 100\%$ und konstanter Umdrehungszahl ($n = 115$).

Rechnet man wie unter a) die zu je einer Kurve η gehörenden Wertpaare Q und H , so folgt $N_e = \gamma \frac{QH}{75} \cdot \eta$,

und es ist die Umzeichnung auf die Koordinaten N_e und H durchführbar.

c) Die Kennziffer-Charakteristik, Abbildung 20. Die Abszissen der Grenzlinie entsprechen den Kennziffern, deren Ordinaten dem Wasserkonsum bei $H = 1 m$ und $\beta = 100\%$; der Abszissenwert des Punktes P gibt die Haupt-Kennziffer. Punkte ausserhalb der Grenzlinie sind nach folgendem Beispiel zu interpretieren:

Der Abszisse 450 kommt in der Grenzkurve die Ordinate 1500, in der Schichtlinie 82 die Ordinate 1412 und 1245, in der Schichtlinie 76 die Ordinate 953 zu, das heisst: der Kennziffer 450 entspricht ein Wasserkonsum der vollbeaufschlagten Turbine von 1500 l/sek, hierbei arbeitet sie mit einem Wirkungsgrad von 79%, dies gibt die Leistung

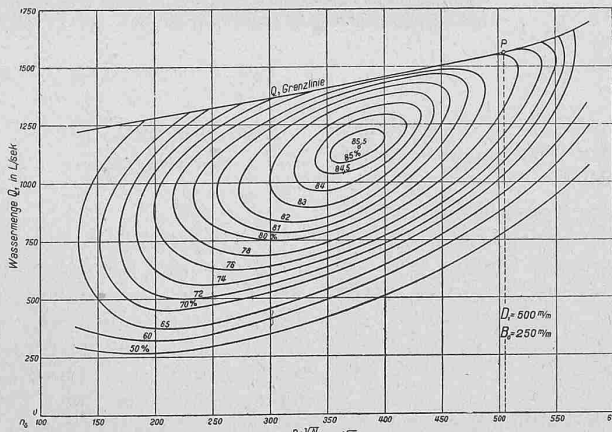


Abb. 20. Kennziffer-Charakteristik.

$$N_1 = \frac{1500 \cdot 1}{75} \cdot 0,79 = 15,8 PS$$

und die Geschwindigkeit

$$n_1 = \frac{n_s}{\sqrt{N_1}} = \frac{450}{3,98} = 113$$

Uml/min. Bei derselben Umdrehungszahl und $H = 1 m$ wird die Turbine bei einer Beaufschlagung auf 1412 oder auf 1245 l/sek mit 82% oder bei einer Beaufschlagung auf 953 l/sek mit 76% Wirkungsgrad arbeiten. Der Abszissenwert bedeutet also die Kennziffer der unter diesen Verhältnissen arbeitenden Turbine. Der Punkt P entspricht dem Zustand der gössten Leistung bei Vollbeaufschlagung, seine Abszisse gibt als

Hauptkennziffer $n_s = 505$; hiernach wird die Turbine bei 1 m Gefälle, vollbeaufschlagt 1560 l/sek verbrauchen, mit 77% Wirkungsgrad arbeiten und demzufolge $N_e = 16 PS$ leisten, wenn die minutliche Umlaufzahl

$$n = \frac{n_s}{\sqrt{N_e}} = \frac{505}{\sqrt{16}} = 126 \frac{1}{4}$$

beträgt; bei derselben Umlaufzahl, demselben Gefälle und einer Beaufschlagung entsprechend 1500 Liter in der Sekunde arbeitet die Turbine mit 79% Wirkungsgrad und leistet somit 15,8 PS. Die Bestimmung der Koordinaten der Schichtkurven erfolgte ebenfalls mittels der ausgeglichenen Hauptcharakteristiken.

Die Aufzeichnung dieser Kennziffer-Charakteristik erfolgte auf Vorschlag von Herrn Ober-Ingenieur Dubs; sie ist geeignet, in hübscher Weise den jeweiligen Fortschritt an Schnellläufigkeit zu kennzeichnen, der durch eine der Charakteristik entsprechende Konstruktion erreicht ist.

VI. Schlussfolgerungen.

Auf Grund der geschilderten, sehr eingehend durchgeführten experimentellen Untersuchung der neuen Rad-Konstruktion und der in den Tabellen und Charakteristiken dargestellten Resultate ergeben sich folgende Eigenschaften der Konstruktion:

1. Ein hoher Grad von Schnellläufigkeit, bei hohem Wirkungsgrad. Die Kennziffer-Charakteristik (Abbildung 20) lässt erkennen, dass die Turbine bei der Kennziffer $n_s = 378$ mit Wirkungsgraden bis zu $85\frac{1}{2}\%$, bei der Kennziffer $n_s = 538$ noch mit Wirkungsgraden bis zu 76% arbeiten kann, dass bei Vollbeaufschlagung entsprechend der Grenzlinie noch Wirkungsgrade bis zu 79% erreicht werden.

2. Die Haupt-Charakteristiken (Abbildungen 9, 10, 11) und die Qualitäts-Charakteristik (Abb. 18) zeigen, dass in allen Fällen der Wasserkonsum mit wachsender Umdrehungszahl bei konstantem Gefälle und konstanter Leitradöffnung zunimmt, dass also der Wasserkonsum der Turbine bei sinkendem Gefälle und konstanter Umdrehungszahl gegenüber den zentripetalen Konstruktionen weniger vermindert wird.

3. Die Betriebs-Charakteristik (Abbildung 19) lässt erkennen, dass die Turbine bei gleichbleibender Umdrehungszahl in weitem Leistungsbereich mit hohem Wirkungsgrad arbeitet: mit 80 und mehr bis zu $85\frac{1}{2}\%$ innerhalb der Leistungen 12 bis $51\frac{1}{2}$ PS.

4. Aus den Haupt-Charakteristiken ist die praktisch vollkommen genügende Stabilität der Wirkungsweise innerhalb weiter Gefälls-Grenzen ersichtlich.

5. Hierdurch erscheint die neue Konstruktion hydraulisch insbesondere vorteilhaft für die Anwendung in Niederdruckanlagen mit stark veränderlichem Gefälle und geeignet, die mehrkränzige Anordnung mit liegender Welle durch die einkränzige Anordnung mit stehender Welle zu ersetzen; aber auch in Mitteldruckanlagen werden durch Verwendung solcher Räder ökonomische Vorteile erzielt werden können.

6. Die bei den Versuchen der Firma erhaltenen Resultate über das elastische Verhalten solcher Räder weisen darauf hin, dass auch dem materiellen Ausbau solcher Räder auf genügende Festigkeit und elastische Stabilität keine Schwierigkeiten entgegenstehen.

Zürich, im November 1915.



Abb. 5. Umgebautes Chor, von Südosten gesehen.

Der Umbau der Welschen Kirche in Bern.

Von Architekt *Karl Indermühle*, Münsterbaumeister, Bern.

(Mit Tafeln 40 bis 43.)

Ursprünglich die Kirche eines um 1280 gegründeten Prediger- oder Dominikanerklosters, wurde der Bau zur Zeit der Reformation profaniert und als Heu- und Getreidemagazin verwendet. Seit 1600 dient das Schiff als Welsche Kirche, während das Chor bis zu unserm Umbau weiter als Magazin Verwendung fand. Naturgemäss erlitt ein Gebäude von diesem Alter und bei so verschiedener Verwendung erhebliche Veränderungen, die zum Teil Details und Kunstwerke zerstörten, die grosse Anlage jedoch nicht wesentlich zu beeinflussen vermochten. Nachdem um 1500 das Schiff umgebaut wurde, erhielt es 1600 die heutige, nun restaurierte Ausmalung (Abbildung auf Tafel 41). Die Malereien am Lettner, von vorzüglicher Qualität, stammen von Heinrich

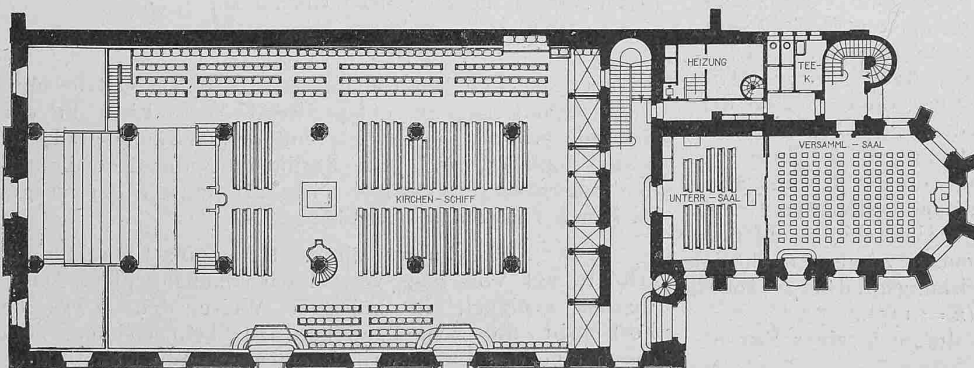


Abb. 1. Grundriss der Welschen Kirche in Bern.

Masstab 1:500.

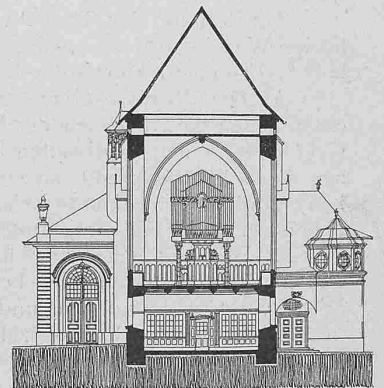


Abb. 2. Querschnitt durch das Chor.