

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 57/58 (1911)
Heft: 25

Artikel: Versuche und Erfahrungen aus dem Wasserturbinenbau
Autor: Zuppinger, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82627>

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: 18.02.2026

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

INHALT: Versuche und Erfahrungen aus dem Wasserturbinenbau. — Landhaus Dr. C. G. Jung in Küsnacht. — Wettbewerb für eine Lorrainbrücke in Bern in Eisenbeton oder Stein. — Die schweizerischen Eisenbahnen im Jahre 1910. — Miscellanea: Elektrizitätswerk Kandergrund. Einführung der linksufrigen Zürichseebahn in den Hauptbahnhof Zürich. The Institution of Mechanical Engineers, Zürich Meeting 1911. Eidgenössische Polytechnikum. — Konkurrenzen: Schul- und Gemeindehaus Offingen.

Ueberbauung des Waid-Areals in Zürich. — Nekrologie: H. Jacottet. — Literatur: Die Wechselstromtechnik. — Korrespondenz betreffend Wettbewerb Lorraine-Brücke. — Verenschaftungen: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung. — Submissions-Anzeiger. — Abonnements-Einladung.

Tafeln 67 bis 70: Landhaus Dr. C. G. Jung in Küsnacht.

Band 57. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 25.**

Versuche und Erfahrungen aus dem Wasserturbinenbau.

Von *W. Zuppinger*, konsult. Ingenieur in Zürich.

VI.

Versuchs-Beispiele und Ratschläge für Neuanlagen.¹⁾

(Schluss.)

Abbildung 38 zeigt eine Einrichtung für gleichzeitige Wassermessung mittelst Uebersall und Flügel, angewandt bei einer Anlage mit zwei nebeneinander liegenden identischen sogen. *Herkules-Turbinen*, mit der bekannten zylindrischen, axial verschiebbaren Regulierschütze zwischen Leit- und Lauftrad. Ich wähle dieses Beispiel deshalb, weil die Verhältnisse erlaubten, bezüglich der Wassermessung die Versuche nicht nur gründlich vorzubereiten und sorgfältig durchzuführen, sondern vergleichshalber auch verschiedene Methoden dafür anzuwenden. Anderseits mögen diese Versuche deshalb interessieren, weil auch dieses Turbinensystem grosse Verbreitung gefunden hat.

Jede der beiden nach Serien gebauten Turbinen war bestimmt für $H = 4,00 \text{ m}$, $Q = 1200 \text{ l/sec.}$, $N_e = 51 \text{ PS}$, $n = 155 \text{ Uml./Min.}$, mit garantiertem Nutzeffekt $\eta = 80\%$ von ganzer bis zu $\frac{3}{4}$ Öffnung des Schiebers. Der Eintrittsdurchmesser des Laufrades war $D_1 = 740 \text{ mm}$, daher nach Früherem die Einheitsswassermenge

$$Q_1^1 = \frac{Q}{D_1^2 \sqrt{H}} = 1100 \text{ l/sek.}$$

und die Einheitsdrehzahl $n'_1 = \frac{n \cdot D_1}{VH} = 58$, alles bezogen auf ein Gefälle $H_1 = 1,00 \text{ m}$ und Durchmesser $D_1 = 1000 \text{ mm}$. Daraus die spezifische Drehzahl $n_s = n'_1 \sqrt{Q'_1} = 58 \cdot 1,05 = 61$, was einem mässigen Schnellläufer entspricht.

Erst nachdem diese Turbinen bestellt waren, ergab es sich, dass wegen besonderer Wasserrechtsverhältnisse nicht das ganze projektierte Gefälle von 4 m ausgenützt werden konnte, sondern bloss 2,750 m. Selbstverständlich erhob deshalb die ausführende Firma keine Schwierigkeit, sondern hielt die gegebene Garantie für den Wirkungsgrad aufrecht; es wurden einfach Q und n im Verhältnis zu $\sqrt{\frac{2,75}{4,00}}$ reduziert. Die nachherigen Versuche wurden deshalb

¹⁾ Aus Verschen der Druckerei sind auf S. 334 letzter Nummer die Bildstöcke der beiden Abb. 35 und 36 verwechselt worden, was der Leser wohl schon erkannt haben wird. Red.

auch mit im Mittel $H = 2,75 \text{ m}$ durchgeführt, und zwar mit nur einer der beiden Turbinen.

Um nicht schon Gesagtes zu wiederholen, hat es keinen Zweck, auf die Einzelheiten dieser Bremversuche hier näher einzutreten; ich verweise deshalb gleich auf das in Abb. 39 dargestellte Endresultat. Man sieht daraus, dass die Regulierung mittelst Perspektivschütze bei kleiner Beaufschlagung sehr mangelhaft ist, wie übrigens nicht anders erwartet werden kann. Dieses Turbinensystem findet deshalb heute nur noch Anwendung bei stark sandhaltigem Wasser, wo drehbare Schaufeln sich zu schnell abnutzen würden, oder in Fällen, wo der Wasserzufluss keinen grossen Schwankungen ausgesetzt ist.

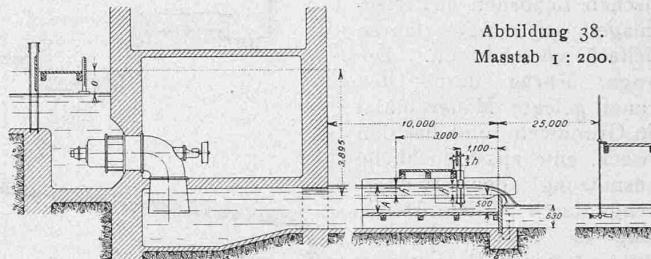


Abbildung 38.
Masstab 1 : 200.

Für die Wassermessung wurde hier ein Ueberfall eingebaut im Unterwasserkanal, und zwar so, dass man sowohl die Koeffizienten von Hansen als diejenigen von Bazin und Frese benützen konnte. Da ich jedoch hierbei den in Abbildung 17 (S. 283) dargestellten Apparat anwenden wollte, wurde während den Bremsproben nur an diesem die Ueberfallhöhe h abgelesen. Nach Beendigung der eigentlichen Turbinenproben wurde jedoch eine Kontrolle der gemachten Hansen'schen Ueberfallmessung vorgenommen, einerseits durch Vergleich mit den Formeln von Bazin und Frese, anderseits mit einem Amsler-Flügel.

Diese Versuche (siehe Abbildung 38) wurden gemacht mit einer vollständig geöffneten, leerlaufenden Turbine, bei $H = 2,676 \text{ m}$. Die Ueberfallhöhe h wurde gemessen sowohl im Abstande $1,10 \text{ m}$ nach Hansen, als im $3,00 \text{ m}$ Abstand nach den anderen Autoren. Es war jedoch keiner der Anwesenden im Stande, eine merkliche Differenz zwischen den beiden Messungen zu konstatieren, sodass für alle $h = 0,219 \text{ m}$ konstant angenommen wurde. Die Wassерhöhe hinter dem Wehre war $A = 0,719 \text{ m}$ und die Ueberfallbreite $b = 4,385 \text{ m}$, woraus nach früheren Angaben sich die Koeffizienten m und die Wassermenge $Q = m \cdot b \cdot h \sqrt{2gh}$ bestimmen lassen wie folgt:

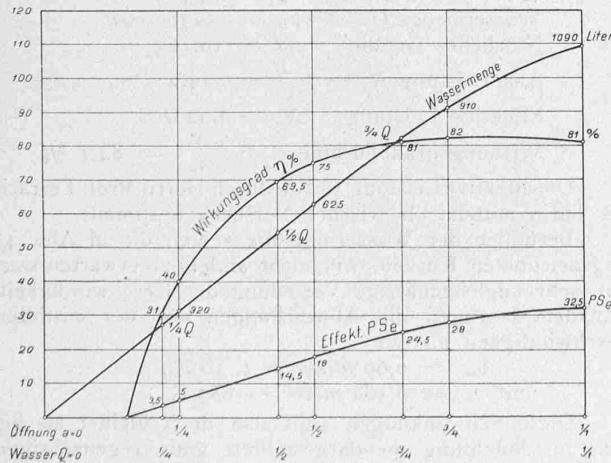


Abbildung 39. Bremsergebnis.

	Koeffizient m	Q in $l/sec.$	Verhältnis
nach Hansen	0,427	850	1,00
„ Bazin	0,436	867	1,02
„ Frese	0,437	870	1,02

Mittel | 0,433 | 862 | —
Schliesslich wurde auch noch eine Flügelmessung vorgenommen. Die mittlere Geschwindigkeit aus den 40 Feldern bei einem Kanalquerschnitt von $4,865 \cdot 0,631 = 3,070 \text{ m}^2$ ergab sich zu $v_m = 0,274 \text{ m}$, woraus die Wassermenge $Q = F \cdot v_m = 841 \text{ l/sek.}$

841 2.282 Verhältnis zu Hansen

$\frac{1}{850} = 0,989$ == Verhältnis zu Hansen

$$\frac{841}{862} = 0,976 = \quad \quad \quad \text{Ueberfall im Mittel.}$$

862 157 " "
Diese Zahlen beweisen, wie sehr begründet meine früher gemachte Bemerkung war, dass auch mit den als best anerkannten Messmethoden Niemand im Stande ist, eine absolute

Genauigkeit garantieren zu können, und dass deshalb bei Abnahmeversuchen von Turbinen eine gewisse Toleranz angezeigt und gerechtfertigt ist. Hier ist übrigens das Resultat der Flügelmessung ohne Zweifel beeinflusst worden durch den früher hervorgehobenen Umstand kleiner Wassergeschwindigkeit. Da nämlich zur Zeit der Proben kaum genug Wasser für eine Turbine vorhanden war, musste man sich auch für die Flügelmessung damit begnügen. Infolgedessen war die Wassergeschwindigkeit im Kanal bloss $v_m = 0,274 \text{ m}$, während $v_{max} = 0,392 \text{ m} = 1,43 v_m$ und $v_{min} = 0,050 \text{ m} = 0,183 v_m$. Die Flügelkonstante war $v = 0,03 + \frac{10,56}{t}$, wo t die Anzahl Sekunden für 50 Umdrehungen des Flügels bedeutet. Es ist deshalb ziemlich sicher, dass die Differenz zwischen Ueberfall- und Flügelmessung kleiner geworden wäre, wenn man für diese Vergleichsproben beide Turbinen hätte voll laufen lassen können.

Abbildung 40 zeigt eine hydroelektrische Zentrale mit charakteristischem Zulaufkanal, wie ihn die italienischen Behörden bei Neu-anlagen seit einigen Jahren vielfach vorschreiben. Die lange, schräg durch den Kanal gelegte Mauer bildet ein Grundwehr und hat den Zweck, eine missbräuchliche Ausnutzung der Wassermenge durch zu tiefe Absenkung des Oberwassers zu verhindern. Bei grossem Wassermangel kommt es nämlich sonst öfters vor, dass bei langen Kanälen von grossem Querschnitte ein Wasserwerksbesitzer es vorzieht, periodenweise zu arbeiten, d. h. den Kanal jeweils füllen und hernach sich ganz entleeren zu lassen, um mit nahezu voller Geschwindigkeit seiner Turbinen also gutem Nutzeffekt arbeiten zu können, wenn auch nur für kurze Zeit, anstatt eben einen Teil der Maschinen abzustellen. Dadurch werden alle unterhalb liegenden Werke schwer geschädigt, bzw. gezwungen, dasselbe zu tun. Um nun diesen gesetzlich verbotenen, aber schwierig zu verhindern Unfug zu verhindern, wurde dieses unglückliche, die Absenkung des Oberwassers begrenzende Grundwehr erfunden und sein Einbau vorgeschrieben.

In vorliegendem Beispiel beträgt seine Länge 45 m, und die Ueberfallhöhe 0,270 m für 11 m^3/sek , was bei 10,40 m Gefälle einem Gefällsverlust von 2,6% entspricht. Ich kenne aber andere derartige Anlagen mit kleineren Gefällen, wo dieser Verlust volle 10% beträgt; es bedeutet also diese obrigkeitliche Verfügung eine schwere Schädigung

des Wasserrechtsbesitzers. Diese Grundwehre bilden ferner für die Wassermessung einige Schwierigkeiten, denn sie verunmöglichen geradezu die in Abbildung 32 dargestellte günstigste Anordnung.

Im Unterwasser war für obigen Fall die Wassermessung ganz ausgeschlossen, weil die Nähe des seitlich eingeführten Leerlaufes beim Ausfluss aus den Turbinen tote Stellen und Rückströmungen erzeugte (siehe Abb. 40). Gegen eine Wassermessung zwischen Rechen und Turbinen sträubte ich mich anfänglich, weil durch das Ueberstürzen der gewaltigen Wassermenge über das Grundwehr das Wasser in heftige Wallungen und Wirbelungen geriet, die für die Messung ungünstig erschienen. Schliesslich blieb doch nichts anderes übrig als diese dort, d. h. hinter dem Rechen vorzunehmen. Abbildung 41 zeigt das Kanalprofil an dieser Stelle, die Einteilung der Felder und die im Mittelpunkt eines jeden Feldes gemessene Wassergeschwindig-

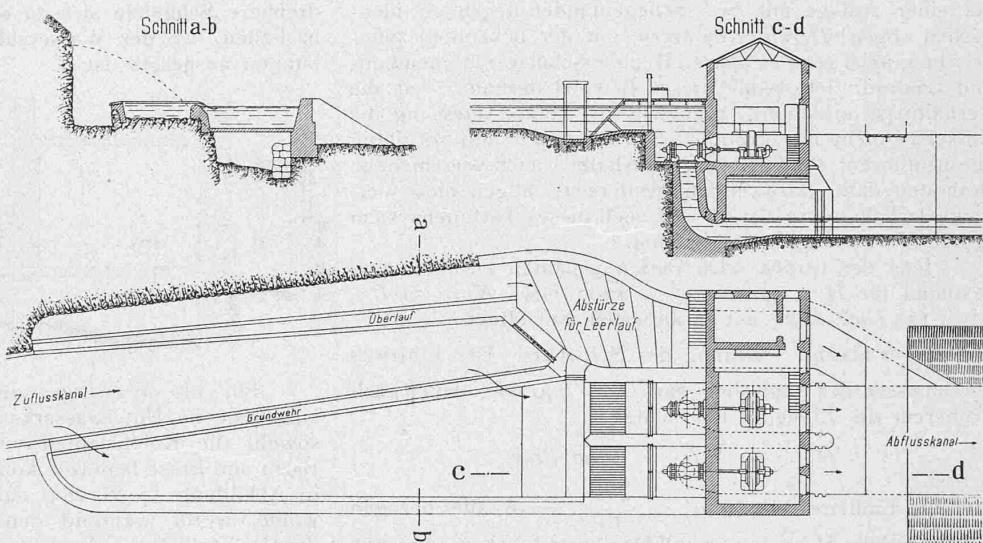


Abb. 40. Turbinenanlage mit Grundwehr zur Verhinderung der Ausnutzung des Kanalinhaltes. — 1:600.

keit. Letztere ist angegeben durch die obere der beiden eingeschriebenen Zahlen, während die untere das Verhältnis dieser jeweiligen Geschwindigkeit zu der mittleren v_m des ganzen Querschnittes ausdrückt. Diese Abweichungen von v_m in Prozenten sind auch graphisch dargestellt durch die in Abbildung 41 eingezeichneten Horizontal- und Vertikalkurven. Folgendes waren die Resultate dieser, nur für eine der beiden Turbinen bei voller Beaufschlagung durchgeführten Versuche:

Wassertiefe	$A = 2,143 \text{ m}$
Kanalbreite	$B = 4,506 \text{ m}$
Wasserprofil $F = A \cdot B = 9,656 \text{ m}^2$	
Mittl. Wassergeschw. $v_m = 0,546 \text{ m/sec}$	
Wassermenge $Q = F \cdot v_m = 5276 \text{ l/sec}$	
Nützliches Gefälle $H = 10,163 \text{ m}$	
Abs. Leistung $N_a = \frac{Q \cdot H}{75} = 714,2 \text{ PS}_a$	
Effektive Leistung $N_e = 602 \text{ PS}_e$	
Wirkungsgrad Turbine $\eta = \frac{N_e}{N_a} = 84,4 \%$	

Die effektive Leistung wurde durch Herrn Prof. Ferraris aus Turin mittelst elektrischer Versuche bestimmt.

Bezüglich der Wassermessung zeigen die in Abb. 41 eingezeichneten Kurven, wie nicht anders zu erwarten war, eine sehr ungleichmässige Verteilung der Geschwindigkeit. Trotzdem betragen die Abweichungen von der mittleren Geschwindigkeit v_m nur:

$$v_{max} = 0,60 \text{ m/sec} = 1,10 v_m, \\ \text{und } v_{min} = 0,484 \text{ m/sec} = 0,89 v_m.$$

Diese Schwankungen sind also noch kleiner als bei dem in Abbildung 30 dargestellten ganz regelmässigen Kanale. Offenbar wirkten das grosse Bassin und der

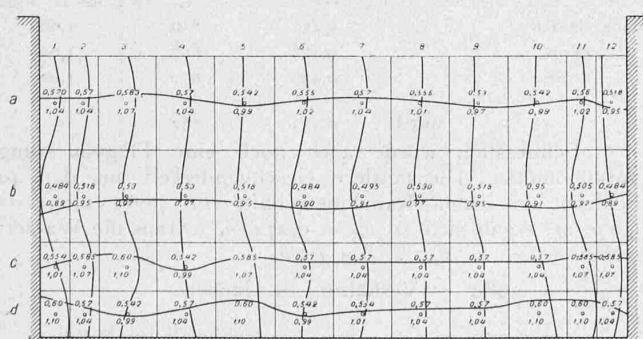


Abb. 41. Geschwindigkeitsdiagramm bei besonders unruhigem Wasser.

Rechen beruhigend auf das Wasser, und ist damit neuerdings die vielfach verbreitete Ansicht widerlegt, dass man nicht in der Nähe der Rechen messen sollte. Uebrigens ist noch zu bemerken, dass die an der Oberfläche beobachteten Wellen nach dem Grundwehre periodisch alle ein bis zwei Sekunden wiederkehrten, während die Wassermessung in jedem einzelnen Punkte der Profile etwa 40 bis 60 Sekunden in Anspruch nahm, der Einfluss jener Wellen somit ausgeglichen wurde.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch einige für *Neuanlagen* zu berücksichtigende Punkte zu erläutern.

Die Verhältnisse bezüglich Gefälle, Wassermenge, bauliche Anlagen, Betrieb usw. sind so verschieden, dass man keine allgemeinen Regeln aufstellen kann. Auch beschränke ich mich auf Turbinen mit offener Wasserkammer. Während man früher bei Freistrahl turbinen mit vertikaler Welle solche (um mit dem obern Lager aus dem Wasser herauszukommen) bis höchstens 5 m Gefälle in offener Wasserkammer einbaute, erlauben die heutigen Reaktionsturbinen mit Saugrohr und horizontaler Welle jene Aufstellungsart bis zu 15 m und mehr Gefälle. Bei Francisturbinen kann man Sauggefälle bis zu 8 m anwenden, und für das Druckgefälle baut man heute Wasserkammern in armiertem Beton bis auf 12 m Höhe und mehr. Infolgedessen ist das Anwendungsgebiet offener Wasserkammern bedeutend gestiegen; doch ist es üblich, das Turbinenmittel womöglich ungefähr auf halbes Gefälle zu setzen, sodass wohl selten solche maximalen Höhen angewendet werden.

Bei offener Wasserkammer mit darin liegender Turbine wird die Anlage im allgemeinen billiger, das Leitrad liegt frei und ist daher für die periodischen Besichtigungen zugänglicher und bequemer, während auch das Wasser ohne Reibungsverluste oder andere Störungen in die Turbine eintritt. Dagegen gibt es andere Gründe, auch ästhetischer Art, die namentlich bei elektrischen Zentralen oft für eine geschlossene Turbine sprechen. Man schliesst dann die Turbine entweder mittelst kurzem Rohrstücke an die seitliche offene Wasserkammer an, oder mittelst längerer Rohrleitung an das sogen. Wasserschloss.

Für kleine Gefälle und verhältnismässig grosse Wassermengen wählt man auch heute noch gewöhnlich Turbinen mit vertikaler Achse und Räderantrieb, weil sonst die Wasserbauten in der Regel zu teuer würden und bei Hochwasser das Getriebe ins Wasser käme. Für höhere Gefälle dagegen zieht man wo immer möglich Turbinen mit hori-

zontaler Welle vor. Der Antrieb der Transmissionen oder Generatoren erfolgt dann mittelst Hanfseilen oder Riemens oder durch direkte Kupplung, je nach den Verhältnissen; bestimmte Regeln lassen sich auch hier nicht aufstellen.

Hingegen soll an einem *Beispiele für eine Neuanlage* gezeigt werden, wie ganz anders gegenüber früher eine solche heute behandelt und berechnet wird, nicht nur bezüglich der eigentlichen Turbinen, sondern auch hinsichtlich des wasserbaulichen Teils. Zum besseren Vergleiche mit der in Abb. 30 dargestellten älteren Anlage wählen wir ein ähnliches Beispiel, nämlich: Gefälle $H = 6,00 \text{ m}$, Wassermenge $Q_{\max} = 8400 \text{ l/sec}$, $Q_{\min} = 1400 \text{ l/sec} = \frac{1}{6} Q_{\max}$ während 1 bis 2 Monaten im Winter. Ferner geschehe hier die Kraftübertragung elektrisch, in der Annahme, dass die Fabrik nicht in unmittelbarer Nähe sei.

Der Zulaufkanal sei soweit als möglich nach den vorzüglichen Regeln von Prof. Pfarr¹⁾ ausgeführt, auf die hier verwiesen sei. Anstatt aber das überschüssige Wasser wie bisher über eine Seitenwand des Zulaufkanals überstürzen zu lassen, wendet man heute (wenigstens in Italien) meistens sogen. *Saugüberfälle* (Sifoni Autolivellatori) nach System Gregotti²⁾ an. Da diese bereits eine grosse Verbreitung gefunden haben, darf ich deren Wirkungsweise wohl als bekannt voraussetzen. Man erreicht damit durch blass 2 bis 7 cm Ueberfallhöhe eine automatische Regulierung des Oberwasserspiegels, also mit beinahe vollständiger Ausnutzung des Gefälles und mit meist sehr geringer Ueberfallbreite. Bei dem alten Ueberlaufsystem dagegen ist die maximale Wasserstrahlhöhe des Ueberfalles gewöhnlich viel grösser, wenn man letzteren nicht übermässig lang machen will, um dadurch den Verlust in bescheidenen Grenzen zu halten. In Abb. 42 ist ein solcher Saugüberfall S_1, S_2 dargestellt, angewendet auf unser Beispiel; für die völlige Entleerung der Sandgrube dient die dazwischenliegende Leerlaufschütze E .

So vorzüglich diese Saugüberfälle funktionieren, wenn sie richtig konstruiert sind, so ist doch deren Anordnung bei Turbinen nicht immer eine glückliche. Ich kenne mehrere solcher Anlagen, wo der Saugüberfall eine richtige Wassermessung geradezu verunmöglicht, während dies in Anordnung nach Abb. 42 durchaus nicht der Fall ist, sowohl wenn man bei der einfachen Turbine zwischen Rechen und Schütze messen will, als auch im Unterwasser beim Auslauf des Saugkrümmers, der in diesem Falle eine zur Beruhigung des Wassers günstige Länge hat.

Bei der Zwillingssturbinen ist die Wassermessung nur hier möglich, weil ihr Zuflusskanal konisch verbreitert ist, damit die Wassergeschwindigkeit am Rechen nicht grösser wird als etwa $0,50 \text{ m/sec}$. Dann geht dort kein Gefälle verloren und ist der Rechen viel leichter rein zu halten, umso mehr als die heutigen

Francisturbinen Stababstände von 20 und mehr Millimeter erlauben. Der zentrale Leerlauf im Unterwasser hat übrigens noch den Vorteil, dass er durch Ejektorwirkung etliche Erniedrigung des Wasserniveaus bewirkt, also das Gefälle vermehrt, während bei der meist üblichen seitlichen Einführung des Leerlaufs das Umgekehrte der Fall ist.

Für diese Anlage sind eine *Zwillings*- und eine *einfache* Turbine gewählt, mit

¹⁾ s. Z. d. V. d. I. 1897, S. 793.

²⁾ s. L'Industria 1909, Nr. 48 u. 49.

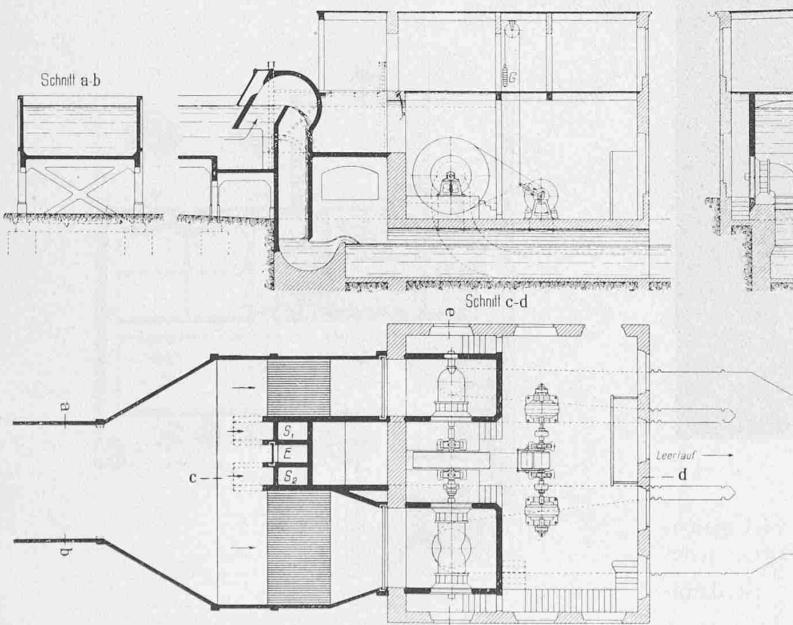


Abb. 42. Moderne Turbinenanlage für mittlere Gefälle und stark veränderliche Wassermenge, mit Saugüberfällen (S_1 und S_2) und Lenix-Riemenantrieb. — 1:300.

Schluckfähigkeiten von $\frac{2}{3} Q$ und $\frac{1}{3} Q$, also mit drei ganz identischen Leit- und Laufrädern. Wenn man nämlich bei einer derartigen Anlage das Wasser in zweckmässiger Weise auf die beiden Turbinen verteilt, erhält man auch mit wenig Wasser noch einen hohen Nutzeffekt. Erlauben es die Verhältnisse, so kann man anstatt der Zwillingsturbine auch eine einfache mit doppelter Kranzbreite, bzw. doppelter Schluckfähigkeit anwenden. Für vorliegenden Fall ist dies nicht möglich, hier müssen wir zu einem Schnellläufer greifen; es genügt uns aber eine Charakteristik von $Q'_t = \frac{Q_1}{D_1^2} = 1200$, und $n'_t = n_1 D_1 = 63$, also spezifische Drehzahl $n_s = n'_t \sqrt{Q'_t} = 69,5$. Wir kommen dann mit einem Durchmesser $D_1 = 1,000 \text{ m}$ aus und erhalten damit $n = 63 \sqrt{H} = 155 \text{ Uml./Min.}$. Mit einem solchen Typus dürfen wir Nutzeffekte von $\eta = \text{rd. } 77, 81, 75 \%$ für Beaufschlagungen $Q = \frac{1}{1}, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}$ erwarten.

Für $Q_{max} = 8400 \text{ l/sec}$ mit $H = 6,00 \text{ m}$ Gefälle verteilt sich dann das Wasser mit $5600 + 2800 \text{ l/sec}$ auf die beiden Turbinen und entwickelt dabei $344 + 172 = 516 \text{ PS}_e$. Von voll bis zu $\frac{2}{3} Q = 5600 \text{ l/sec}$ bleiben beide Turbinen im Betrieb, jedoch in der Weise, dass keine derselben unter 70% beaufschlagt wird, sodass eine jede stets mit dem bestmöglichen Nutzeffekt arbeitet. Von $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{3} Q$, d. i. zwischen 5600 und 2800 l/sec , funktioniert nur die Doppel-turbine von voll bis halb, während die einfache leer mitläuft. Bei Q unter $\frac{1}{3}$, also unter 2800 l/sec läuft nur noch die kleine Turbine, bleibt aber bei $\frac{Q}{6} = 1400 \text{ l/sec}$ immer noch halb beaufschlagt, so dass auch dann der Wirkungsgrad immer noch 75% beträgt. Es empfiehlt sich dann, die grössere Turbine auszukuppeln.

Würde es sich um normale Francisturbinen handeln, so wäre der Wirkungsgrad für $\frac{Q}{6}$ sogar noch einige Prozent grösser.

Landhaus Dr. Jung in Küschnacht bei Zürich.



Abb. 6. Ansicht von Süden.

Auch für die Drehstrom-Generatoren sind hier gleich grosse Einheiten gewählt, aber natürlich nur zwei, jede zu 250 PS . Bei einer Wassermenge von nur $\frac{Q}{6}$ ist dann allerdings der eine Generator schwach belastet, aber dann ist ja so wie so die Dampfreserve in Betrieb. Gewöhnlich arbeitet jeder der beiden Generatoren zwischen voller und

halber Belastung, also mit Wirkungsgraden zwischen etwa 93 und 90 %.

Der Antrieb dieser Generatoren ist mittelst *Lenixgetriebe* vorgesehen; ohne solches wäre überhaupt diese ganze einfache und für 500 PS vorbildliche raumsparende Turbinenanlage nicht möglich. Diese Spannrollen-Antriebe haben bekanntlich in den letzten Jahren grosse Verbreitung gefunden, seitdem ausser der Compagnie Lenix auch die bekannten Firmen der L. von Rollschén Eisenwerke Clus, der BAMAG, Wülfel u. a. m. deren Konstruktion an die Hand genommen und verbessert haben. Ich hatte des öfteren Gelegenheit, zur Bekanntmachung dieser nützlichen, von dem französischen Ingenieur Leveneu erfundenen Apparate auch einigermassen beizutragen, teils durch ziemlich zahlreiche Anwendungen, anderseits durch einige Publikationen, auf die hier verwiesen sei¹⁾. Ferner hat Herr Prof. Hundhausen in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1907. S. 636 die Vorteile der Spannrollengetriebe Lenix trefflich gekennzeichnet.

In vorliegendem Falle erlaubt ein Lenix, Generatoren von 750 Uml./Min. für 50 Perioden, mit einer Uebersetzung von $\frac{750}{155} = 4,85$ zu verwenden. Mit Riemenscheiben von $3,400 \text{ m}$ Durchmesser erhalten wir eine Umfangsgeschwindigkeit $v = \frac{Dn}{19,1} = 27,50$ und eine Umfangskraft $P = \frac{75 \text{ N}}{v} = 1360 \text{ kg}$. Die grösste Riemenspannung beträgt dann nur $T = 1,1 P = \text{rund } 1500 \text{ kg}$, und die spezifische Beanspruchung der Lenixriemen kann man zu $p = \frac{75}{T} \text{ kg p. cm}^2$ setzen, erhält daher Riemenquerschnitt $F = \frac{T}{p} = 55 \text{ cm}^2$. Das entspricht einer Riemenbreite von 700 mm bei 8 mm Dicke. Ohne Lenix würden obige Verhältnisse einen Doppelriemen von $1,00 \text{ m}$ Breite erfordern und müsste man den Wellenabstand sehr gross nehmen, damit bei dem Uebersetzungsverhältnis von 4,85 und der verhältnismässig kleinen Scheibe von $0,700 \text{ m}$ für 500 PS der Riemen nicht rutschen würde. Dann müsste man aber auch das Gebäude ganz unnötigerweise vergrössern, oder aber langsamer laufende Generatoren von 600 oder 500 Uml./Min. verwenden, obwohl diese bedeutend teurer wären.

Einen andern ebenso wichtigen Vorteil bietet der Lenixantrieb für den Kraftverlust des Riemens. Ein Jeder, der weiss, wie mühsam im praktischen Betriebe das Aufziehen so grosser Riemen mittelst Riemenspanner ist,

¹⁾ «Schweiz. Bauzeitung» Bd. XLV S. 184, sowie «L'Industria» 1908, Nr. 28 bis 30.

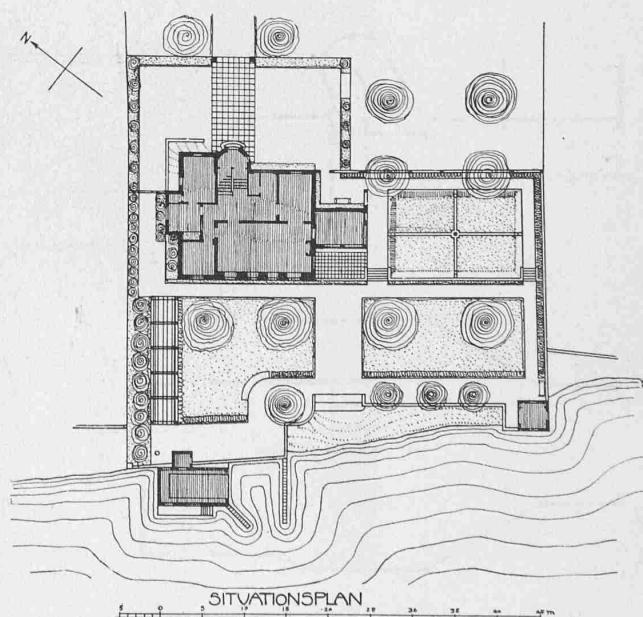


Abb. 1. Lageplan vom Landhaus und Garten Dr. Jung in Küschnacht.



LANDHAUS DR. JUNG IN KÜSNACHT AM ZÜRICHSEE

Erbaut von Dr.-Ing. E. FIECHTER, Architekt in München



LANDHAUS DR. JUNG IN KÜSNACHT

Oben: Speisezimmer

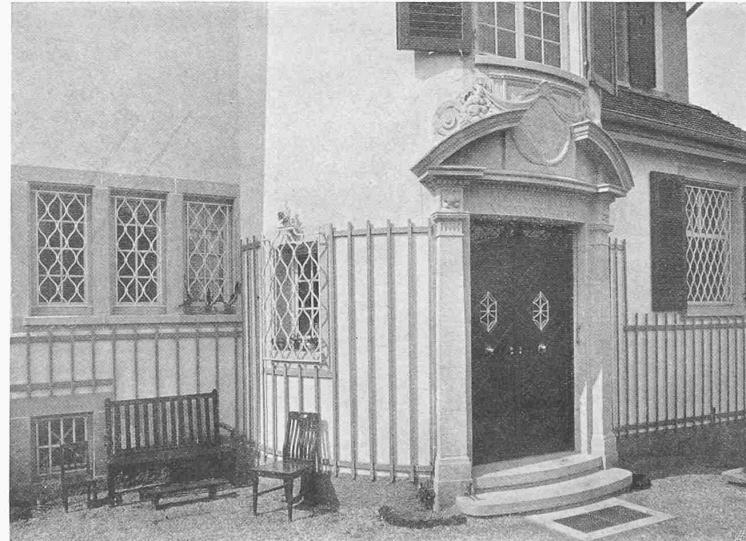
Unten: Arbeitszimmer



ARCHITEKT DR.-JNG. E. FIECHTER IN MÜNCHEN

Oben: Speisezimmer

Unten: Bibliothek



Ansicht von der Landseite mit Haustüre

LANDHAUS DR. JUNG IN KÜSNACHT AM ZÜRICHSEE

Erbaut von Dr.-Ing. E. FIECHTER, Architekt in München

kabinett ist ganz getäfert und altseegrün gestrichen. Im ganzen Charakter erinnert die Ausstattung an Räume aus dem Ende des XVIII. Jahrhunderts, wie sie heute noch in vielen ältern Bürgerhäusern vorhanden sind. Auch das Aeussere erscheint schlüssig wie ein altes Zürcherhaus. Die Fenstergewände, Ecklisenen und das Portal wurden in St. Margretherstein ausgeführt, die Putzflächen weiss getüncht. Am Treppentürmchen soll noch eine Uhr eingefügt werden.

Das Haus steht harmonisch in der landschaftlichen und baulichen Umgebung. Davor gelagert sind an den Flanken des architektonisch gestalteten, terrassierten Gartens ein kleines Gartenhaus und ein Bootshaus, beide im landesüblichen Riegelwerk mit Ziegeldach.

Wettbewerb für eine Lorrainebrücke in Bern in Eisenbeton oder Stein.

II.

Im Anschluss an den in letzter Nummer veröffentlichten Bericht des Preisgerichts vervollständigen wir in folgendem unsere übliche Darstellung der preisgekrönten Entwürfe durch Wiedergabe der Projekte Nr. 3 „Schwer“, Nr. 8 „Bernermutz“ und Nr. 16 „Wo Berge sich erheben“. Den prämierten, aber aus formellen Gründen nachträglich zurückgestellten Entwurf Nr. 14 „Altes und Neues“ werden wir in einer der nächsten Nummern zeigen.

Aus der auffallenden Ähnlichkeit aller prämierten Entwürfe der Nr. 12, 3, 8, 14, 17 und des an Stelle von Nr. 14 durch Mehrheitsbeschluss nachrückenden Nr. 16, mit dem im ersten Wettbewerb im Jahre 1897 von 16 eingereichten Entwürfen allein prämierten Projekt „Ehre dem Stein“ von Oberingenieur R. Moser¹⁾ muss wohl der Fernerstehende

handen. Damit nun von diesen Arbeiten wenigstens etwas den Fachkollegen zu Gute kommt, die mit Spannung die Ergebnisse eines so interessanten Wettbewerbs zwischen Stein und Eisenbeton erwartet hatten, werden wir in einer der folgenden Nummern unseres Blattes auch den Entwurf Nr. 11 „Alte Form, neues Gefüge“ veröffentlichen, eine Lösung, die ohne weitgehende Verwendung von Eisenbeton unmöglich wäre und die eine Minderheit des Preisgerichts einer siebenten Wiederholung der nämlichen Idee vorziehen wollte. Es wird uns dies Veranlassung geben, auf verschiedene Einzelheiten dieses Wettbewerbs zurückzukommen, deren grundsätzliche Erörterung uns im Interesse einer gesunden Fortentwicklung unseres Wettbewerbewesens zu liegen scheint. Wir verweisen übrigens auf die uns nachträglich zugekommenen Korrespondenzen auf Seite 351 dieses Heftes.

Die schweizerischen Eisenbahnen im Jahre 1910.

(Schluss von Seite 317.)

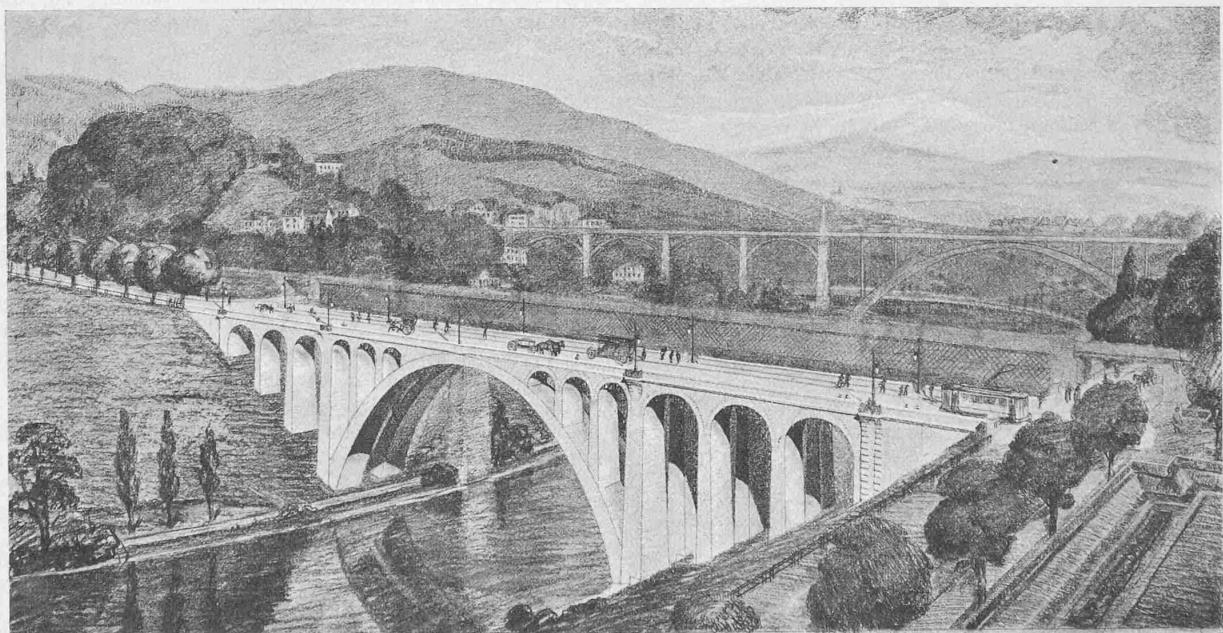
Einführung des elektrischen Betriebes. Die Schweizer. Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb hat in ihrem 22 Behörden, Firmen und Verbände umfassenden Mitgliederbestand im Berichtsjahr keine Aenderung erlitten.

Die Umarbeitung der Projekte für die Kreise II und V der S. B. B. auf Grund der im letzjährigen Berichte erörterten neuen Annahmen beanspruchte mehr Zeit, als dafür vorgesehen worden war. Immerhin hat auf Ende 1910 die Subkommission III das Wasserkraftprojekt für die Gotthardbahn (S. B. B. Kreis V) in eingehender Weise durchgearbeitet. Es bleibt ihr nun noch übrig, das generelle Projekt für S. B. B. Kreis II abzuliefern.

Die Subkommission IV hat auf Grund der von III ermittelten Zahlen die Projekte G. B. 1904 und Zukunftsverkehr weiter behandelt und ist damit nahe zum Ende gekommen.

Wettbewerb für eine Lorrainebrücke in Bern in Eisenbeton oder Stein.

II. Preis ex aequo. „Schwer“. — Verfasser: Ingenieure Müller, Zeerleder & Gobat in Zürich und Bern und Architekten Zeerleder & Bösiger in Bern.



den Schluss ziehen, es sei eine andere Lösung der Aufgabe schlechterdings ausgeschlossen und der sowohl im Programm als auch mündlich ausgesprochene Wunsch der Berner Baubehörde, neben jenem Moserschen Projekt noch einen brauchbaren Vorschlag für eine Eisenbetonbaute zu gewinnen, habe sich als unerfüllbar erwiesen. Wer die Ausstellung der sämtlichen Entwürfe gesehen hat, wird allerdings nicht dieser Meinung sein, denn es waren in der Tat auch sehr ernsthafte Lösungen in Eisenbeton vor-

Die abschliessenden Vergleichsrechnungen werden mit Bezug auf die elektrische Traktion nur noch für das Einphasen-Wechselstromsystem durchgeführt.

Der Umbau für elektrischen Betrieb ist im Berichtsjahr auf der Schweizerischen Seetalbahn zu Ende geführt worden. Nachdem der elektrische Betrieb auf der Strecke Münster-Beinwil am 1. Dezember 1909 eingestellt worden war, konnte er im Mai 1910 auf der Strecke Münster-Beinwil-Willegg wieder aufgenommen werden; im Juli folgte die Strecke Beinwil-Hochdorf und im Oktober das Schlussstück Hochdorf-Emmenbrücke. Für die Strecke Emmenbrücke-Luzern

¹⁾ Vergl. Bd. XXX, S. 27, 50, 58 und 67 mit Darstellung des Entwurfes.