

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87/88 (1926)
Heft: 9

Artikel: Die Turbinen-Versuchsanlage der A.-G. der Maschinenfabrik von Theodor Bell & Cie., Kriens
Autor: Walter, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-40852>

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: 01.02.2026

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

INHALT: Die Turbinen-Versuchs-Anlage der A.-G. der Maschinenfabrik von Theodor Bell & Cie., Kriens. — Zürcher Hallenschwimmbad. — Eisenbeton-Rohrbogen am Rio Guadalete. — Zur Frage der einheitlichen Güterzug-Bremse. — Nekrologie: Emile Rod. Emanuel Walcher-Gaudy. — Miscellanea: Vom Bau der Lidingöbrücke bei Stockholm. Eine Strassenabnützungsformel und ihre praktische Anwendung. Rascher Bau-

fortschritt bei Verwendung beweglicher Schalungen. Strassenbau-Tagung in Leipzig. — Konkurrenzen: Ausgestaltung der Seeufer der Stadt Zürich und ihrer Vororte. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Sektion Bern des S. I. A. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Basler Ingenieur- und Architekten-Verein. S. T. S.

Band 87. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 9

Die Turbinen-Versuchsanlage der A.-G. der Maschinenfabrik von Theodor Bell & Cie., Kriens.

Von Ing. O. WALTER, ehem. Assistent für Turbinenbau an der E. T. H., Zürich.

In den 1870er Jahren hatte die Firma Bell eine Wasserkraftanlage für Eigenbedarf mit einer Schwammkrugturbine von 20 PS Leistung bei 75 m Gefälle gebaut. Nach einem ersten Umbau auf eine Löffelturbine mit rechteckigem Zungeneinlauf wurde diese im Jahre 1904 zu einer Pelton-turbine mit Ellipsoidschaufeln und rundem Strahl umkonstruiert und in der Folge als Betriebs- und Versuchsturbine verwendet. Die guten, damit erzielten Ergebnisse zeigten die hohe Bedeutung solcher Modellversuche, und es wurde beschlossen, auch für Francisturbinen einen kleinen Versuchstand, an die gleiche Kraftquelle angeschlossen, einzurichten. Im Jahre 1909 wurden mit dieser Einrichtung die ersten Versuche mit verschiedenen Laufrädern von 150 mm Durchmesser bei einem Gefälle von angenähert 2 m durchgeführt. Aus den Ergebnissen konnten wegen der geringen Abmessungen der Versuchsräder keine Schlüsse auf praktische Ausführungen gezogen werden, jedoch gaben diese dem

Ingenieur sehr gute, Erkenntnis fördernde Anhaltspunkte für die Konstruktion. Vor allem jedoch zeigten diese Versuche den einzuschlagenden Weg, um für den Francisturbinenbau Modellversuche mit praktischen Abmessungen zu ermöglichen. Die Firma war sich darüber klar, dass die primitive Versuchseinrichtung den Anforderungen des modernen Turbinenbaues nicht genüge und grosszügige Untersuchungen nur in einer eigens zu erstellenden Versuchsanlage gemacht werden können, namentlich wenn diese nicht nur fachtechnischen, sondern auch fachwissenschaftlichen Zwecken dienen sollten¹⁾. Leitend bei der Projektierung der neuen Versuchsanlage war das Bestreben, derartige Einrichtungen zu schaffen, dass damit möglichst vielfältige Versuche mit den hydrotechnischen Erzeugnissen aller Art durchgeführt werden können.

Der anfängliche Plan, eine in der Nähe von Kriens befindliche, bereits ausgebaute Wasserkraft mit 15 m Gefälle und 4 m³/sek zu benutzen, wurde bald wieder fallen gelassen und der Beschluss gefasst, auf dem Fabrikareal eine mit Zentrifugalpumpen ausgestattete Versuchsanlage zu erstellen, die im steten Kontakt mit Bureau und Werkstätte in der Lage sein würde, viel rascher und intensiver zu arbeiten. Das ständig wachsende Bedürfnis nach praktischer Erprobung schwieriger, auf rein theoretischem Wege nicht lösbarer hydraulischer Probleme liess den 1915 gereiften und ausgearbeiteten Plan rasch zur Ausführung gelangen, sodass anfangs August 1917 der Betrieb in der neuen Versuchsanlage aufgenommen werden konnte. Es wurden beim Neubau alle Vorkehrungen getroffen, um die ursprüngliche Kraftquelle von 75 m Gefälle bei den Hochdruckversuchen mitverwenden zu können.

¹⁾ Siehe die Ausführungen von Herrn Prof. Dr. F. Prašil in dem Referat über den Bell-Extra-Schnelläufer, Bd. 83, S. 22, 12. Januar 1924.

I. Gesamtdisposition der Anlage.

Die Firma nahm bei der Projektierung der Versuchsanlage (Abbildungen 1 bis 10) in weitgehendem Masse Rücksicht auf die voraussichtliche Entwicklung des Wasserturbinenbaues, d. h. auf den Schnelläuferbau sowohl auf dem Gebiete der Reaktions-Turbinen, als auch auf dem Gebiete der Freistrahlturbinen. Infolgedessen wurde die Versuchsanstalt, die als Zirkulationsanlage mit Zentrifugalpumpen ausgerüstet ist, für die Durchführung von Versuchen mit Reaktionsturbinen für eine weitgehende Veränderlichkeit des Gefälles und der Wassermenge und für die Möglichkeit des Einbaues der verschiedensten Saugrohrformen und -Abmessungen, bei guter Zugänglichkeit dieser letzten, entworfen, während die Versuchseinrichtung für Freistrahlturbinen Messungen bei grosser Veränderlichkeit des Gefälles, besonders bei verhältnismässig kleinem Gefälle und entsprechend grosser Wassermenge, Versuche mit relativ zum Laufrad-

durchmesser dicken Strahlen mit einer oder zwei Düsen gestattet.

Wegen der sandigen Beschaffenheit des Baugrundes ruht das Gebäude auf einer starken Eisenbetonplatte; die Fundamentmauern und der gesamte wasserbauliche Teil sind in Beton, das übrige in Backsteinmauerwerk erstellt, mit Ausnahme des Turmes, der als eisernes Fachwerk mit ausbetonierten Zwischenräumen ausgeführt ist (Eisenkonstruktion der Brückenbauabteilung der Firma).

Ueber dem Sammelreservoir von 140 m³ Inhalt sind drei Sulzer-Zentrifugalpumpen, eine Niederdruckpumpe (24 in den Abbildungen), eine Mitteldruckpumpe (25) und eine Hochdruckpumpe (26) aufgestellt, die wechselweise jede allein oder die beiden ersten zusammen von einem 300 PS Asynchronmotor (38) angetrieben werden. Eine Serie von auswechselbaren Riemenscheiben verschiedener Durchmesser ermöglicht den wechselweisen Antrieb der Pumpen mit verschiedenen Drehzahlen. Die Niederdruck-Doppelpumpe (24) liefert bei 5 m Förderhöhe 2470 l/sek; die Mitteldruckpumpe ist eine einfach wirkende für 1140 l/sek bei 6 m Förderhöhe, bzw. 775 l/sek bei 13 m. Die Hochdruckpumpe (26) ist eine einstufige Hochdruckpumpe, die bei 106 m Förderhöhe 140 l/sek liefert, bzw. 250 l/sek bei 55 m. Sind die Pumpen 24 und 25 zusammengekuppelt, dann können bei 3 m Förderhöhe 3025 l/sek gefördert werden.

Die Saugrohre der Pumpen saugen direkt aus dem Sammelreservoir und besitzen keine Rückschlagklappen, da das Anfüllen der drei Pumpen durch Evakuierung vermittelst einer Vakuumpumpe (27) erfolgt.

Für die Versuche mit Nieder- oder Mitteldruckturbinen kommen die entsprechenden Pumpen einzeln oder zusammen in Verwendung; das Pumpwasser gelangt durch



Abb. 1. Aussenansicht der Turbinen-Versuchsanlage in Kriens.

LEGENDE zu den Abbildungen 5 bis 10:

1 Saugleitung der Niederdruckpumpe 24, 2 Saugleitung der Mitteldruckpumpe 25, 3 Pumpensaugraum, 4 Niederdruck-Nebenauslass, 5 Teleskoprohre, 6 Hochdruck-Nebenauslass, 7 Saugrohr der Hochdruckpumpe 26, 9 Schnellschlussklappe für Eichversuche, 10 Schwimmer für Eichungen, 11 Sammler, Ablauf in Kanalisation, 12 Eichreservoir, 13 Untergraben, 14 Gebogener Aspirator (Konstruktion für kleine Bauhöhe) zur Niederdruck-Turbine, 15 Schwimmer Unterwasserspiegel, 16 Ueberfallschwimmer, 17 Saugleitung zum Wasserstrahlheber, 18 Zuleitung vom natürlichen Hochgefälle $H=75$ m, 19 Rückströmkanal, 20 Messkanal, 21 Präzisions-Stechpegel, 22 Messüberfälle, 23 Aufziehbarer Rettungsrechen, 24 Niederdruckpumpe, 25 Mitteldruckpumpe, 26 Hochdruckpumpe, 27 Vakuumpumpe, 28 Pegel, 29 Automatische Druckregulierung (Wasserspiegelregulierung), 30 Druckrohr von der H.-D.-Pumpe zur H.-D.-Turbine, 31 Bureau, 32 H.-D.-Versuchskammer, 33 Peltonturbine, 34 Reibungsbremse, 35 Manometerprüfstand, 36 Chikanen zur Wasserberuhigung, 37 Schnellschlussklappe für Eichversuche, 38 Elektromotor 300 PS, 39 Schalttafel, 40 Zweite Anschlussleitung an natürliches Hochgefälle $H=75$ m, 41 Messdüsen, 42 Francis-Turbine (offen eingebaut), 43 Saugrohr, 44 Oberwasserkasten, 45 Bremse, 46 Federwage, 47 Gegengewicht aus Beton, 48 Windwerk, 49 Francis-Spiralturbine, 50 Wandertrog als Wasserschloss mit angeschlossenem Druckrohr, 51 Sicherheitsschwimmer, 52 Steuerschwimmer zur automatischen Wasserspiegel-Regulierung, 53 Schalter zum Maximal-Minimalautomaten, 54 Wage, 55 Quecksilbersäule zu 35.

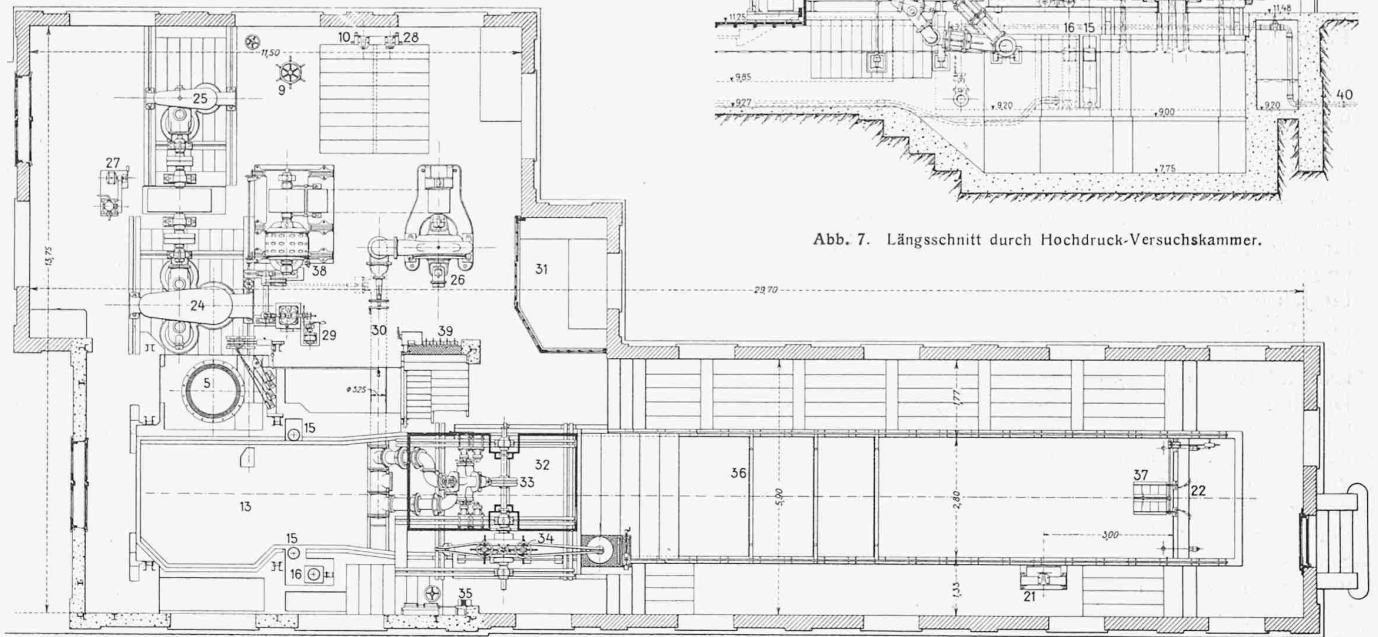


Abb. 7. Längsschnitt durch Hochdruck-Versuchskammer.

Abb. 5. Grundriss des Erdgeschosses, mit Draufsicht auf Maschinenanlage, Messkanal und Horizontalschnitt durch Hochdruck-Versuchskammer. — 1:160.

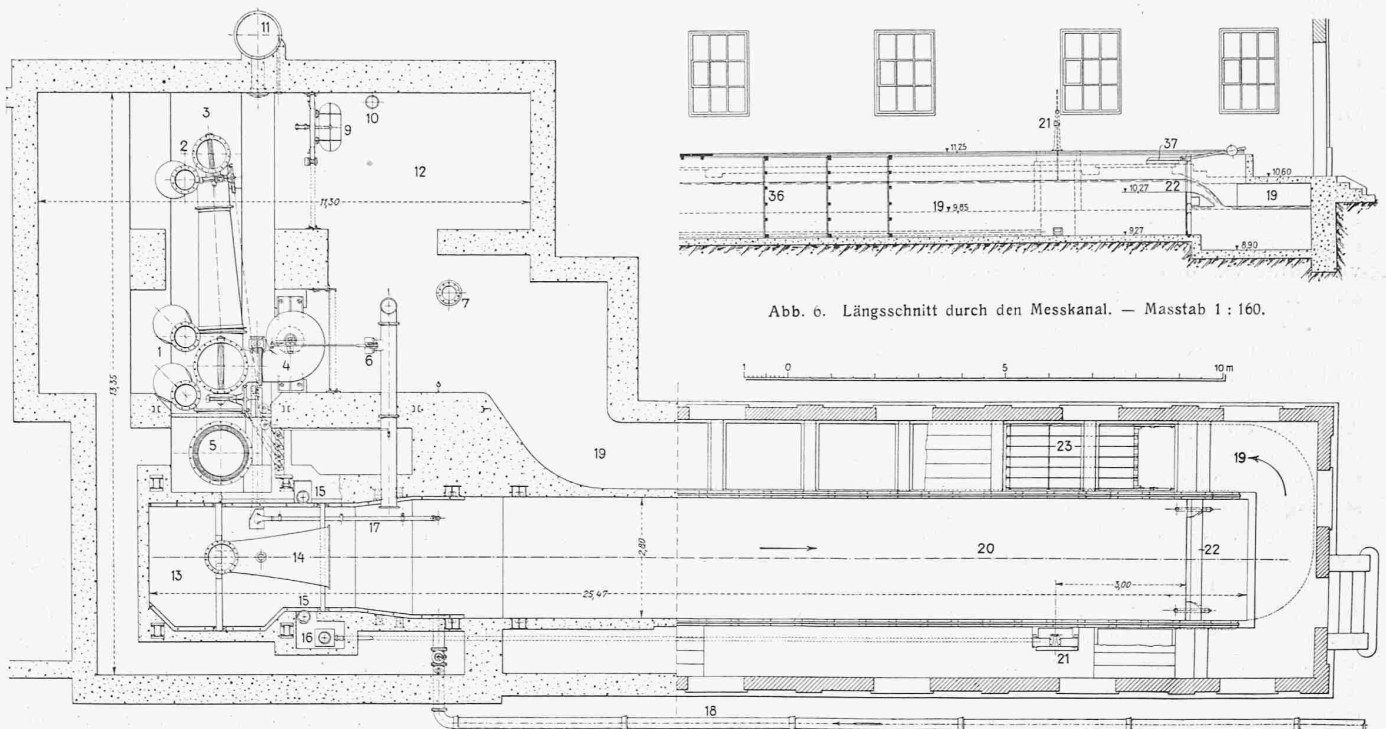


Abb. 6. Längsschnitt durch den Messkanal. — Masstab 1:160.

Abb. 4. Grundriss des Untergeschosses (rechts Erdgeschoss) der Anlage, mit Horizontalschnitt durch die Kanalsysteme. — Masstab 1:160.

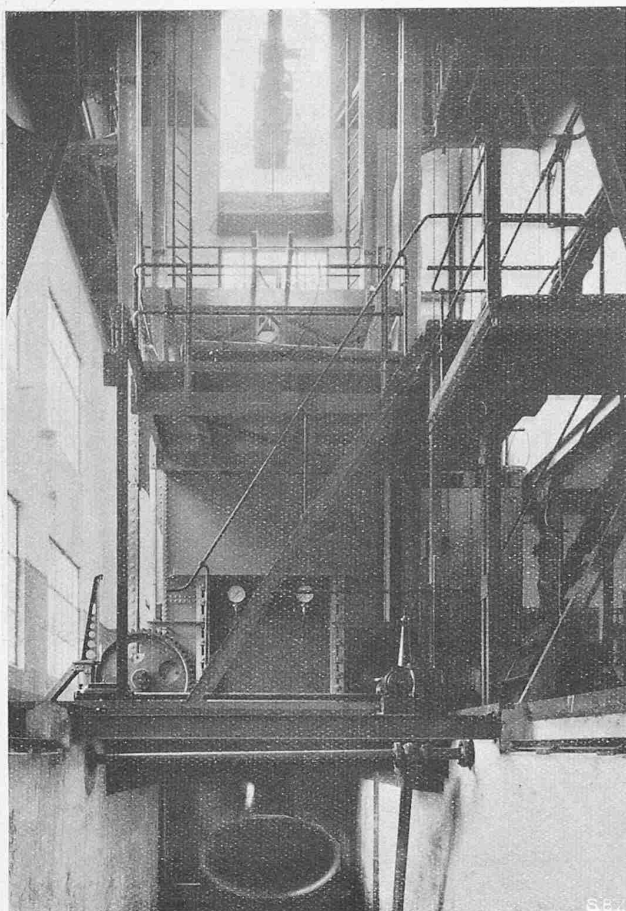


Abb. 2. Innenansicht der Anlage mit Blick gegen den Turm mit den Bremsbühnen (mit eingebauter vertikaler Francis-Turbine).



Abb. 3. Innenansicht der Anlage mit Blick in den Messkanal stromaufwärts. Im Vordergrund links der Präzisions-Stechpegel.

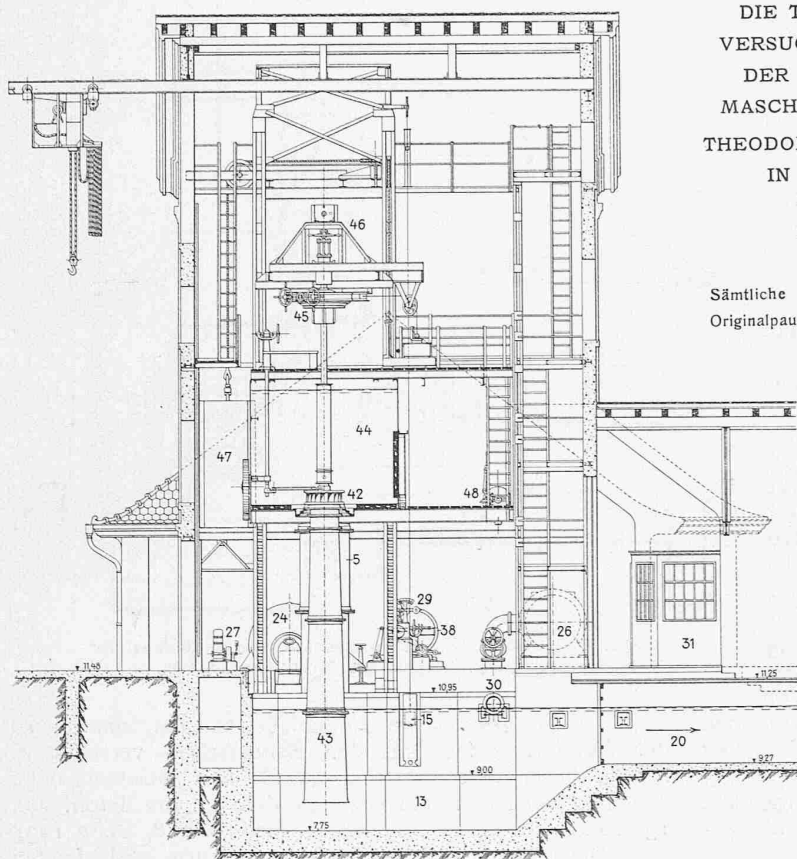


Abb. 8. Längsschnitt durch Messkanal und Niederdruck-Anlage mit Blick gegen Pumpenraum, 1:100.

DIE TURBINEN- VERSUCHS-ANLAGE DER A.-G. DER MASCHINENFABRIK THEODOR BELL & CIE. IN KRIENS.

Sämtliche Zeichnungen nach
Originalpausen der Firma Bell.

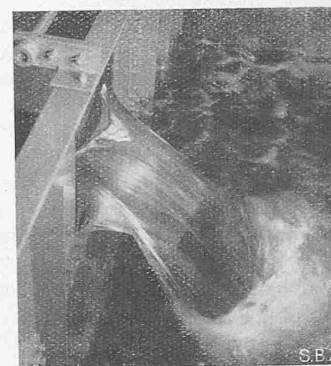


Abb. 13. Ueberfallwehr, hergerichtet für Ueberfall mit Seitenkontraktion.

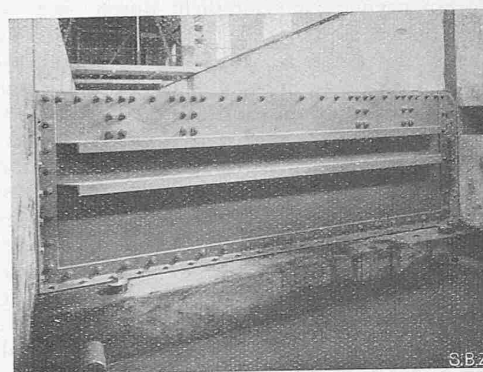


Abb. 12. Ueberfallwehr, hergerichtet für Ueberfall ohne Seitenkontraktion.

die Förderleitung 5 (Abb. 4 und 8) in den Kasten 44, fliesst durch das eingebaute Versuchsobjekt in den Saugrohrumpf (13), von diesem in den Messkanal (20), und über den Ueberfall (22) und durch den Rückströmkanal (19) wieder ins Sammelreservoir, aus dem die Pumpen saugen.

Ueber die Versuchsanordnung mit der Hochdruckpumpe wird auf den Spezialabschnitt über Versuche mit Hochdruckturbinen verwiesen, da die Versuchsobjekte direkt an die Förderleitung der Pumpe angeschlossen sind.

II. Installationen für Niederdruck- und Mitteldruck.

Die Anordnungen sind so getroffen, dass alle Arten von Francis-Turbinen, offene und geschlossene, horizontalachsige, vertikalachsige, einfache und mehrfache und mit verschiedener Ausgussrichtung der Saugrohre, sowie Spiral- und Kesselturbinen untersucht werden können. Diese grosse Versuchsvariation ist ermöglicht durch die besondere Ausführung des Wandertroges (44 bzw. 50 in den Abb. 8 und 10) und durch dessen Höhenveränderlichkeit.

Das von den Pumpen 24 und 25 gelieferte Wasser gelangt von der Förderleitung durch die teleskopartig ausgeführte Steigleitung (5), die aus fünf konzentrisch ineinander angeordneten und mit Stopfbüchsen versehenen Rohrstücken besteht, in den Beruhigungsraum des Wandertroges, in dem verschiedene Chikanen eingebaut sind, und fliesst hernach durch ein feinschichtiges Sieb, das die ganze Seitenwand einnimmt, in den Oberwasserkasten. Dieser hat einen Inhalt von 35 m³.

Der Wandertrog ist in Eisenblech mit einem kräftigen Gerippe aus Profileisen ausgeführt. Der Einbau und die Untersuchung der verschiedensten Turbinentypen ist ermöglicht durch eine verschliessbare Bodenöffnung von 1,35 m Breite auf der ganzen Länge des Kastens, sowie durch quadratische Öffnungen von 1,35 m Seitenlänge an der wasserabwärts liegenden Stirnwand und der rechten Seitenwand des Wandertroges, ferner durch eine obere und untere Bremsbühne, die mit dem Wandertrog ein Ganzes bilden.

Die Höheneinstellung¹⁾ des Wandertroges 44 erfolgt durch ein an dessen Untergestell angeordnetes, von einem 1 PS Elektromotor betätigtes Getriebe, von dem je ein Triebfling in jede der vier senkrecht angeordneten Triebstock-Zahnstangen eingreift. Die Hubgeschwindigkeit beträgt etwa 3 cm/min. Durch diese Vertikalverstellung kann das Gefälle von 2 bis 12 m und das Sauggefälle von 1 bis über 10 m, d. h. bis zum Abreissen der Wassersäule verändert werden.

¹⁾ Der beweglicher Wasserkasten ist durch Patente geschützt.

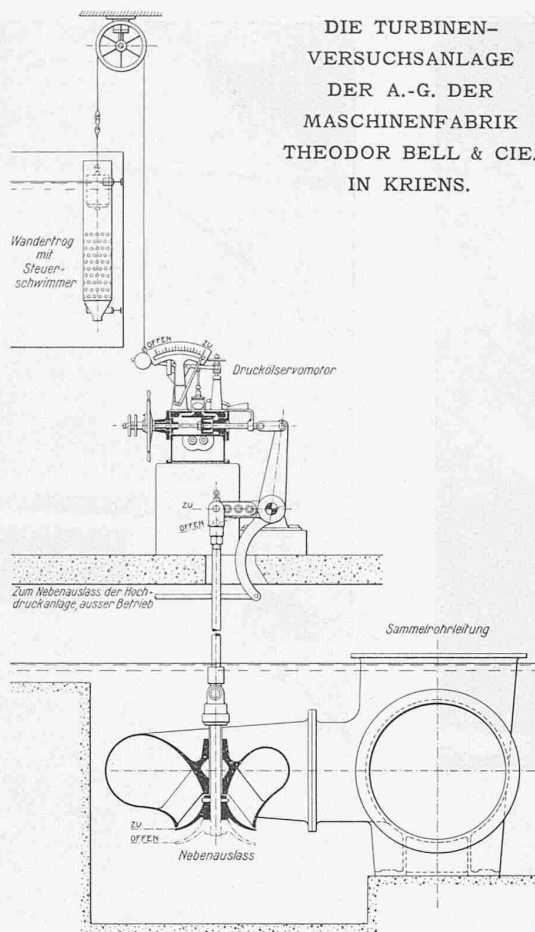


Abb. 15. Schematische Darstellung der automatischen Wasserspiegel-Regulierung für die Niederdruck-Anlage.

DIE TURBINEN-VERSUCHSANLAGE DER A.-G. DER MASCHINENFABRIK THEODOR BELL & CIE. IN KRIENS.

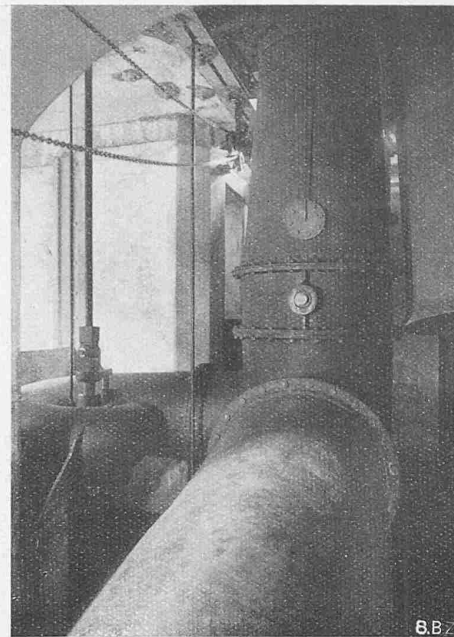


Abb. 14. Nebenauslass der Niederdruck-Anlage (vergleiche nebenstehende Abb. 15).

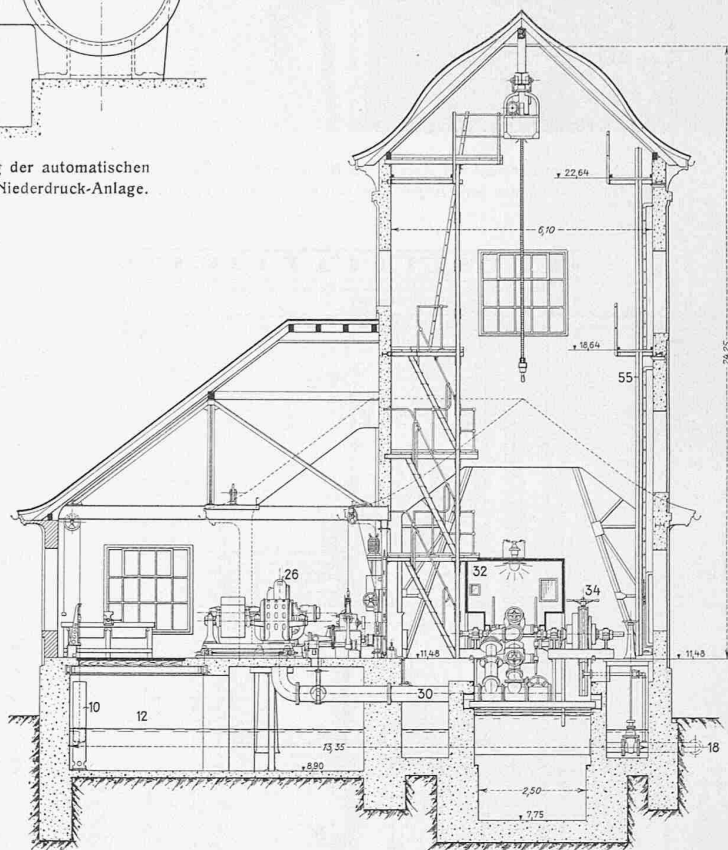


Abb. 9. Querschnitt durch Pumpenraum und Turm mit Blick auf die Hochdruck-Anlage (vergl. Grundriss Abb. 5 und Legende S. 112). — 1 : 160.

Ist die gewünschte Höhenlage erreicht, dann wird der Wandertrog fest mit den Zahnstangen verschraubt. Neben dieser Verschraubung ist für den meistbelasteten Triebfling vorn links ein Gegengewicht 47 aus Beton, von 13 000 kg, zur Entlastung angeordnet (Abb. 8, Seite 113).

Die in verschiedenen Höhen im Turm umlaufenden Stege sind als Fachwerke ausgebildet und verbinden die

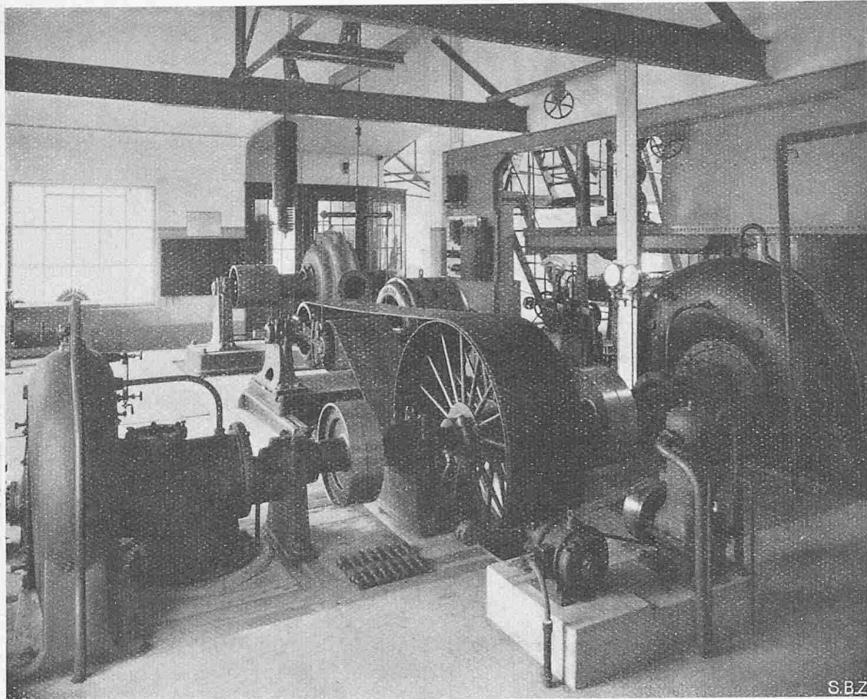


Abb. 11. Blick in den Pumpenraum; im Vordergrund Mitteldruck- und Niederdruckpumpe.

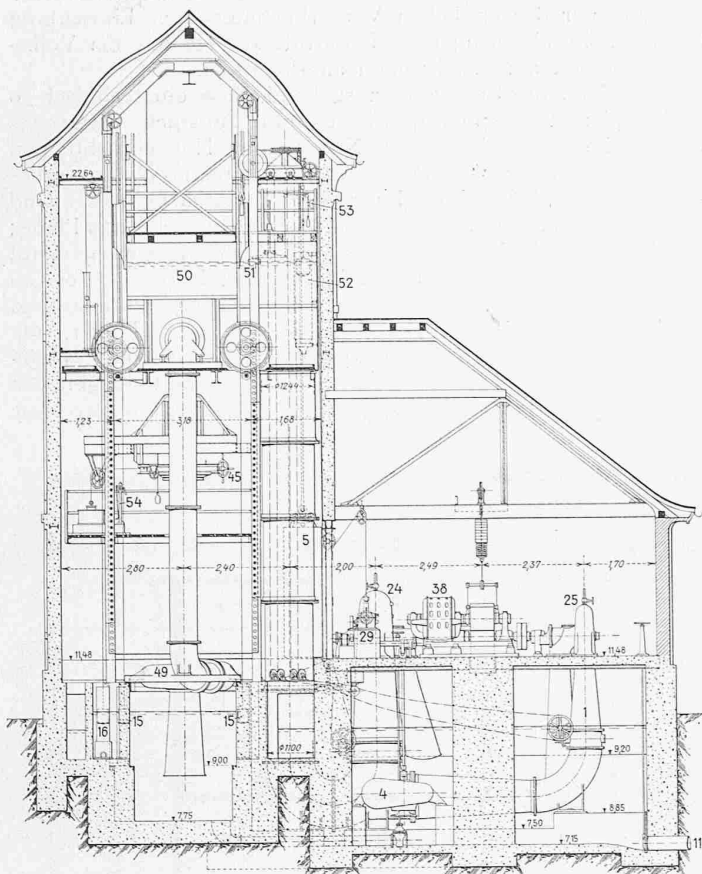


Abb. 10. Querschnitt durch Turm mit Niederdruck-Anlage (vergl. Längsschnitt Abb. 8, Seite 113) und durch Pumpenraum. — 1:160.

vier Zahnstangen mit der Eisenkonstruktion des Turmes, um jede Knickgefahr auszuschliessen. Zu oberst sind die Zahnstangen durch Bogenträger zusammengehalten.

Unter dem Wandertrog ist eine reichlich bemessene Grube (Saugrohrsumpf), um gerade und gebogene Saugrohre, Hydrokone usw. untersuchen zu können. Für die Montage der Saugrohre und für eine eventuell notwendige

Aufhängung derselben ist eine kleine Laufkatze angeordnet, die auf zwei I-Eisenträgern des Wandertroges läuft.

An den Saugrohrsumpf schliesst der Messkanal von 18 m Länge und 2,8 m Breite an (Abb. 5 und 6, S. 112). Für die maximale Wassermenge von 3000 l/sek beträgt die Geschwindigkeit im Kanal 0,644 m/sek bei einer Wassertiefe von 1663 mm. Am Kanalansatz sind Chikanen (36) eingebaut, um eine gleichmässige Strömung zu erhalten. Messungen mit hydrometrischen Flügeln bestätigen dies, womit die Vorbedingung für eine zuverlässige Ueberfallsmessung gegeben ist. Beidseitig längs der Kanaloberkante sind genau eingestellte, gehobelte Schienen angeordnet, die beim endgültigen Ausstreichen des Kanals mit Ziehshablons verwendet wurden, um eine möglichst genaue Kanalausführung zu erhalten. Nachmessungen nach Fertigstellung zeigten Abweichungen in der Breite von 2 mm. Das Schienenpaar sollte als Führung für einen Schirmapparat dienen, doch werden diese jetzt nicht verwendet, da der Messschirm anders ausgeführt wurde.

Am Ende des Messkanals ist der Ueberfall angeordnet. Ein einbetonierter Eisenrahmen gestattet, Ueberfälle mit Seitenkontraktion von 0,2 bis 2,0 m Ueberfallbreite, sowie einen Ueberfall ohne Seitenkontraktion auf Kanalbreite einzubauen (Abb. 12, S. 113). Durch genügende Bemessung des Sturzbettes kann sich für alle Ueberfallsverhältnisse stets ein vollkommener, gut belüfteter Ueberfallstrahl ausbilden (Abb. 13, S. 113). Die Ueberfallkante liegt 1 m über der Kanalsohle.

Gegenläufig zum Messkanal führt der Rückströmkanal 19 das Wasser wieder zum Sammelreservoir zurück; seine Breite beträgt 1540 mm. So sind gleichzeitige Flügelmessungen in beiden Kanälen bei zwei verschiedenen Wassergeschwindigkeiten möglich, zufolge der ungleichen Durchflussflächen.

Um die Regulierung der Nutzwassermenge zu ermöglichen, um die Konstanz des Oberwasserspiegels im Wandertrog zu erhalten und um volle Betriebssicherheit während den Versuchen zu erreichen, sind folgende bemerkenswerte Einrichtungen angewendet:

a) *Regulierung der Betriebswassermenge.* Die grobe Einstellung der Wassermenge für längere Versuchsperioden geschieht mittelst Drehzahleinstellung der Pumpen durch Einbau der passenden Riemenscheiben. Die Grobregulierung während den Versuchen erfolgt durch Verstellen der in die Verbindungsrohre zwischen Pumpenspiralen und Förderleitung einmontierten Drosselklappen. Diese sind mit endlosen Ketten einstellbar, die durch den ganzen Turm hinaufgehen; drei miteinander übereinstimmende und in verschiedenen Höhen im Turm angebrachte Fernzeigerwerke geben die jeweilige Stellung der Klappen an.

b) *Konstanz des Oberwasserspiegels.* Die Genauigkeit der Messungen kann gesteigert werden, wenn möglichst guter Beharrungszustand herrscht. Dies ist der Fall, wenn bei gleicher Oeffnung und konstanter Drehzahl der Oberwasserspiegel konstant ist. Zur Konstanthaltung des Oberwasserspiegels im Wandertrog ist daher ein Freilauf an die Förderleitung angeschlossen (Abb. 14 und 15, S. 114). Das Ueberschusswasser wird dem Freilaufventil durch ein spiralförmiges Gehäuse zugeleitet; durch Führungsrippen, die vor dem Ventilteller (\varnothing 550 mm) in das Gehäuse eingegossen sind, wird die spiralförmige Bewegung in eine radiale umgeleitet, um den maximalen Ausfluss zu erreichen. Der Ventilteller wird durch einen

