

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 65/66 (1915)
Heft: 9

Artikel: Die Wasserturbinen und deren Regulatoren an der Schweiz.
Landesausstellung in Bern 1914
Autor: Prášil, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-32197>

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: 05.05.2025

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

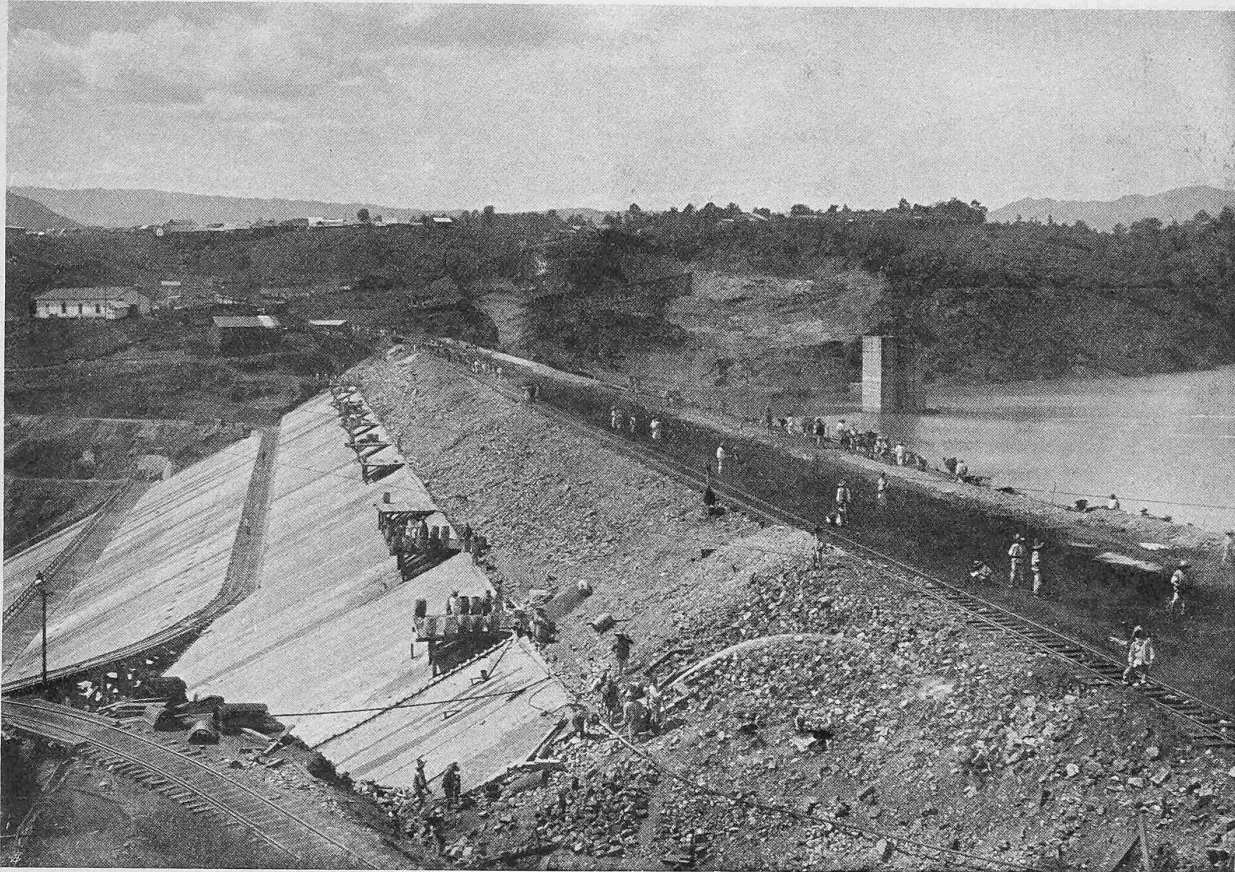


Abb. 2. Der Necaxa-Damm vom linken Talhang aus gesehen, kurz vor der Vollendung; rechts der Stausee.

Alle diese Talsperren gehören in die Kategorie der Erddämme. Zwei von ihnen, darunter wie schon bemerkt der grosse Necaxadam, wurden ganz nach dem hydraulischen Schwemmverfahren gebaut, während man die andern vier, den jeweiligen Terrainverhältnissen und Höhenlagen entsprechend, nach einem gemischten System, teils hydraulisch, teils trocken aufführte. (Schluss folgt.)

Die Wasserturbinen und deren Regulatoren an der Schweiz. Landesausstellung Bern 1914.

Von Prof. Dr. Franz Prášil, Zürich.

(Fortsetzung von Seite 85.)

Aktiengesellschaft der Maschinenfabrik von Theodor Bell & Cie. in Kriens.

Die Niederdruck-Francis turbine für Wynau.

Diese Turbine ist zum Ersatz einer älteren Jonvalturbine im Elektrizitätswerk Wynau bestimmt und für eine Leistung von 860 PS bei 4,2 m Gefälle und 42 Uml/min dimensioniert; es war bei deren Konstruktion auf den in Betrieb bleibenden Generator nebst Antrieb, auf die Verwendbarkeit einer Reihe bestehender Teile, z. B. Welle mit Tragstange, und auf die Ausnützung der bestehenden Fundamente Rücksicht zu nehmen.

Die Gesamtanordnung der Turbine ist aus Abbildung 50 ersichtlich, während Abbildung 51 (S. 99) die Details der Leitradschauflung zeigt mit dem auf Kugeln gelagerten, kräftigen in Hohlguß ausgeführten Regulier ring, mit dem Angriffsdetail für die Zugstangen; der Leitraddeckel ist mittels Stangen gegen Verdrehung gesichert.

Auf Abbildung 4 auf Seite 126 des vorigen Bandes (Nr. 11 v. 12. Sept. 1914) ist das Laufrad mit gusseisernen Schaufeln ersichtlich, das bei 3,385 m äusserstem Durchmesser etwa 8000 kg wiegt.

Die Peltonturbine.

Die für eine Leistung von 2000 PS bei 255 m Gefälle und 500 Uml/min gebaute Turbine ist in Gesamtansicht mit Regulator auf Abbildung 52 (S. 97), mit abgehobenem Gehäuse und weggenommenem Laufrad samt Welle (behufs Blosslegung der Düsen) auf Abbildung 53, und in Ansichtszeichnung auf Abbildung 54 ersichtlich. Ferner zeigt

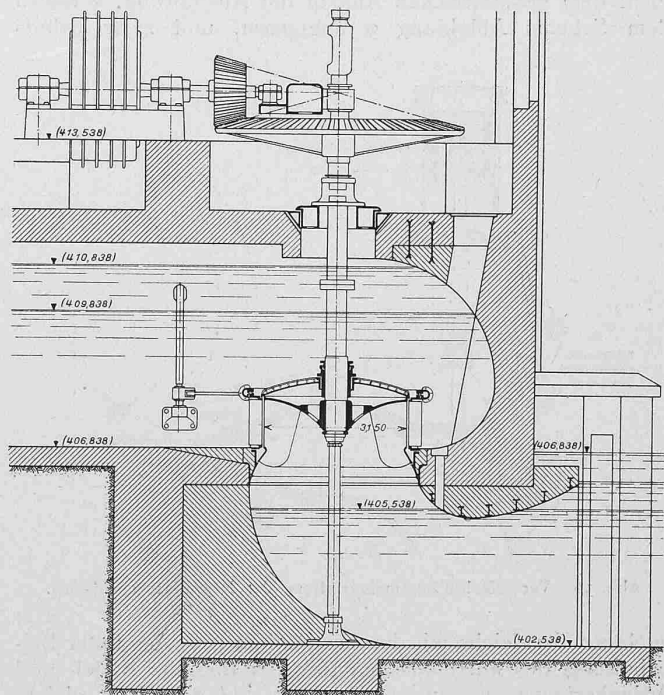


Abb. 50. Niederdruck-Francis turbine des E. W. Wynau. — 1:40.
 $H = 4,2 \text{ m}$, $n = 42 \text{ Uml/min}$, $N = 860 \text{ PS}$.

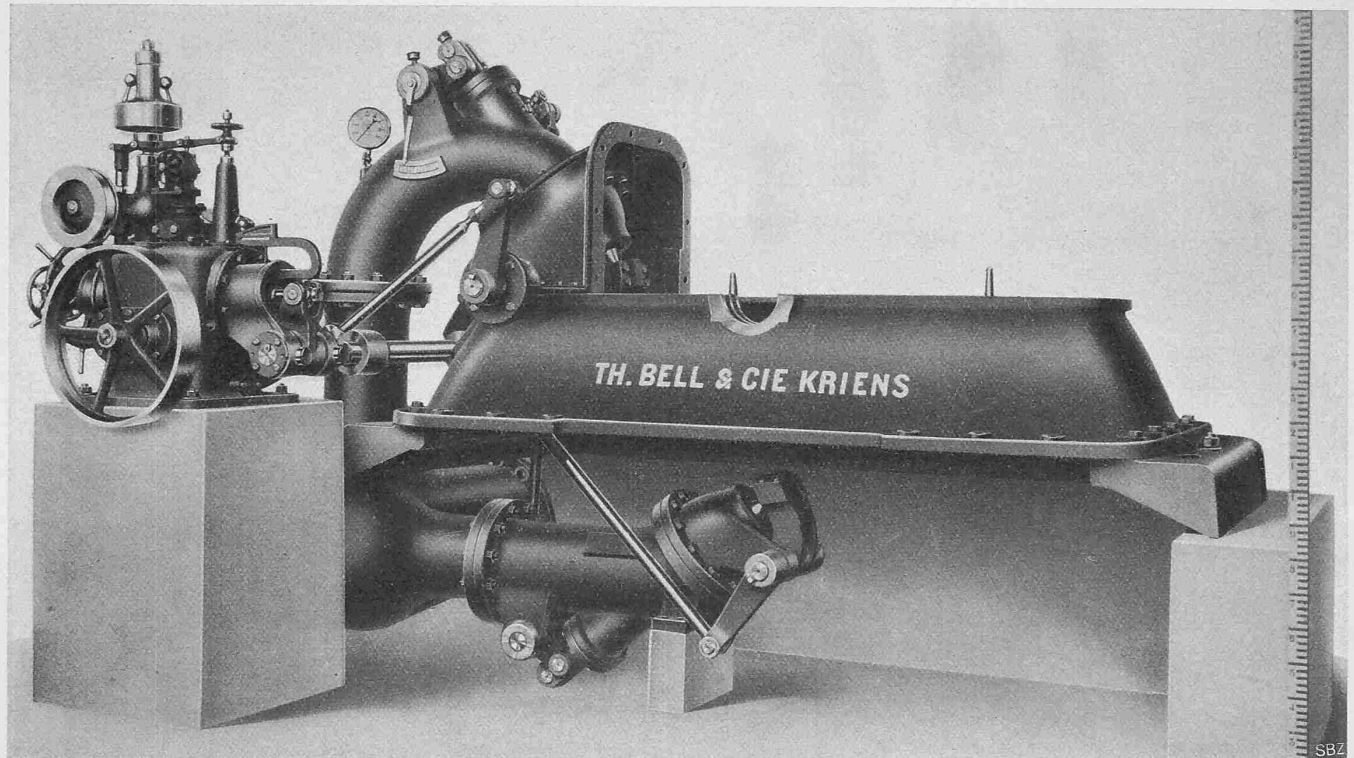


Abb. 53. Düsen, Strahlableiter und Reguliergestänge der 2000 PS-Pelton-Turbine in Abb. 52.

Abbildung 55 die Schaufelbefestigung an der Nabenscheibe durch Einklemmen der einzelnen Schaufelpaare — es sind immer zwei Schaufeln mit einem Befestigungslappen in einem Stück aus Stahlguss gegossen — zwischen der Nabenscheibe und einem Ring, sowie die fliegende Befestigung der Nabenscheibe auf der Welle.

Die Turbine ist mit kombinierter Nadel- und Ablenkerregulierung versehen, deren Zusammenbau am Objekt aus Abbildung 54 ersichtlich ist. Für die nähere Beschreibung der Mechanismen sind eine vereinfachte Zusammenstellung in Abbildung 56 und ein besonderes Schema in Abbildung 57 gezeichnet; letzteres ist, wie in früheren Fällen, nicht dem geometrischen Aufbau der Ausführung, sondern dem Schema Abbildung 9 angepasst, und zwar behufs

Die Nadelstange steht unter dem Einfluss einer vom hydraulischen Druck auf die Nadel herrührenden Achsialkraft, die ständig auf Schliessen, also von links gegen rechts wirkt, und bei eingetretener Bewegung unter dem Einfluss des auf Abbildung 56 sichtbaren Kataraktes mit Federwirkung. Solange kraftschlüssige Berührung zwischen dem Bolzen k des Lenkers ik und der Kulissee in der Nadelstange, und zwar in der gezeichneten Lage derselben, besteht, entspricht jeder Lage des Servomotorkolbens 0, 1, 2, 3, 4 eine bestimmte Lage von c und i der Schwinde $abci$ und dementsprechend infolge der Verbindung cg auch der Nadel und des Ablenkers. Es kann hiernach die Bedingung des Anliegens der Ablenkerkante an den Strahl bei allen Beharrungszuständen erfüllt werden und bei Be-

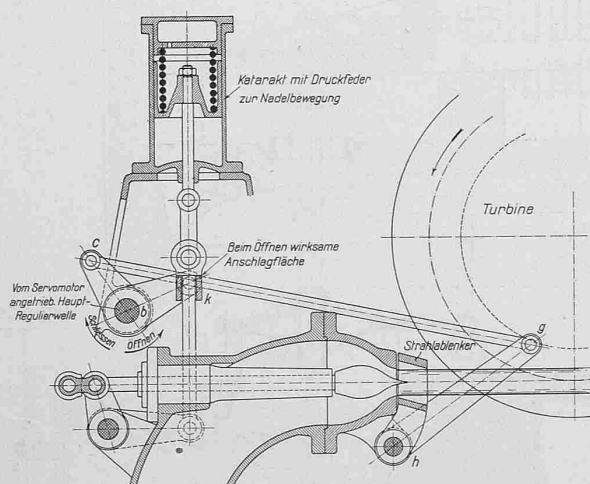


Abb. 56. Vereinfachte Zusammenstellung des Reguliermechanismus.

leichtern Vergleichs mit der bestimmten Aufgabe, unter Beibehaltung des kinematischen Prinzips dieselbe Nadel- und Ablenkerbewegung zu erzielen; es sind daher für gleichwertige Organe die gleichen Bezeichnungen verwendet worden (vergl. Seite 206 vorigen Bandes).

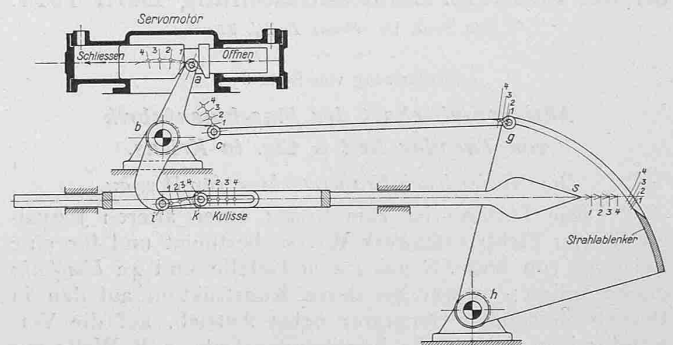


Abb. 57. Schema der Regulierung von Th. Bell & Cie.

lastungsvorgängen ein zwangsläufiges Folgen der Nadel und des Ablenkers stattfinden.

Wird bei vorerst festgehaltener Nadelstange in Stellung 0 infolge einer plötzlichen Entlastung der Servomotorkolben in die Lage 4 gebracht, so schwenkt der Strahlableiter bis in die Lage 4 ein, k bewegt sich in der Kulissee vorwärts, und es kann dann die Nadel unter dem Einfluss der Achsialkraft und des Kataraktes entsprechend langsam nachfolgen. Ein Ueberschwenken des Ablenkers über die Stellung 4 ist bei dieser Anordnung nicht möglich;

deshalb wendet die Firma nicht die im Schema Abbildung 57 gezeichnete Einschwenkungsrichtung von aussen in den Strahl gegen das Rad hin, sondern, wie auf Abbildung 56 ersichtlich, vom Rad in den Strahl gegen aussen und zudem die Rohrform des Ablenkers an; dabei genügt es, die Ablenkerkante nur bis zur Strahlaxe einzuschwenken, um denselben in genügender Weise ausser Wirksamkeit zu bringen. Immerhin kann durch entsprechende Einstellung an der Rückführung des Regulators zuerst ein kleines Ueberschwenken erzielt werden. Aus den in Abbildung 56 eingetragenen Buchstaben ist der Zusammenhang mit dem Schema Abbildung 57 zu erkennen; die Anordnung wird bei dem Verzicht auf ein bedeutendes Ueberschwenken sehr einfach. Auch hier verlaufen die Bewegungen natürlich nicht stufenweise, sondern stetig.

Für die Betätigung des Mechanismus kann ein normaler Regulator verwendet werden, dessen Beschreibung weiter unten folgt.

Die Spiral-Francisturbine für Schwyz.

Diese für eine Leistung von 1100 PS bei 75 m Gefälle und 600 Uml/min dimensionierte Turbine ist in Ansicht auf Abb. 58 (S. 98) dargestellt. Aus der Hauptschnittfigur der Abbildung 59 ist die fliegende Anordnung des mit eingegossenen Blehschaufeln versehenen Laufrades und dessen Befestigung an der Welle zu erkennen, ferner die Anordnung der Leitschaufellagerung und jene des auf

Schnittfigur ersieht man die Form der aus Stahlguss angefertigten Leitradschaufeln und die auch in den andern Schnittfiguren sichtbaren interessanten Versteifungsstege *D* im Spiralgehäuse; es sind dies Teile von Profileisen

(I-Träger in Spezialprofil), die aus dem gewalzten Stück durch schräges Absägen gewonnen und nach entsprechender Behandlung in die Form eingelegt werden.

Die Betätigung des Reguliermechanismus erfolgt von der Regulierwelle eines normalen Oeldruckregulators aus.¹⁾

Die Regulatoren.

Abb. 60 (S. 99) zeigt eine Ansicht, Abb. 61 (S. 98) zum Teil im Schnitt die Anordnung der von Th. Bell & Cie., Kriens gebauten Druckölregulatoren, bei deren Konstruktion

auf gute Anpassungsfähigkeit der Antriebe, einerseits des Fliehkraftreglers und der Oelpumpe, andererseits der Regulierorgane an der Turbine geachtet ist. Fürs erstere können die Antriebe von Regler und Pumpe an beiden Regulatorseiten und in beiden Drehrichtungen erfolgen, fürs zweite ist der Kurbelkopf drehbar, also für vertikale (wie auf Abbildung 61 gezeichnet) oder für horizontale Lage der Regulierwelle einstellbar und ferner der Servomotor doppelt wirkend und das Regulierventil symmetrisch ausgebaut.

Die Hauptbestandteile sind: Der Oelbehälter mit eingegossenem Servomotorzylinder und Oelpumpengehäuse; der Servomotorkolben mit Schubstange samt verstellbarer Rückführungsschiene; die Deckel zum Servomotorzylinder,

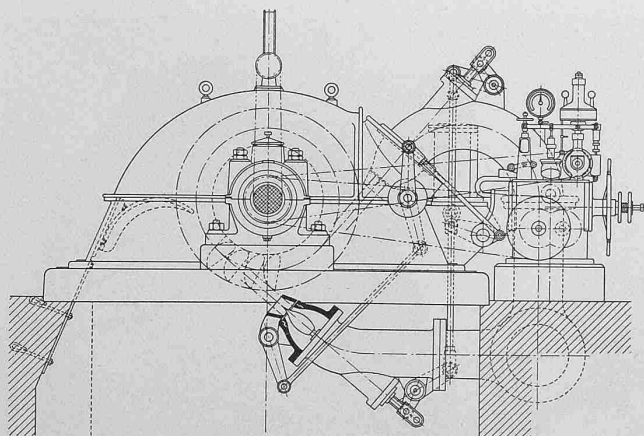


Abb. 54. 2000 PS-Pelton-Turbine von Theodor Bell & Cie.

Kugeln gelagerten Regulierendes. Die Ansichtsfigur rechts zeigt die bereits auf Seite 138 des letzten Bandes (oberster Absatz) erwähnten, gekrümmten Lenker; die Seitenwände des Leitrades und die dem Laufrad gegenüberstehenden Wände des Stopfbüchsendeckels und des Saugrohransatzes sind mit auswechselbaren Platten armiert. Aus der zweiten

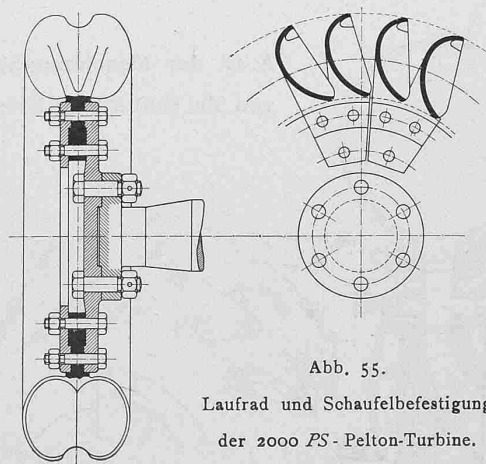


Abb. 55.
Laufrad und Schaufelbefestigung
der 2000 PS-Pelton-Turbine.

von denen der eine die Handregulierung, der andere den Kurbelkopf trägt (diese Teile sind auf Abbildung 61 im Schnitt gezeichnet); ferner die Oelpumpe, der Fliehkraft-

¹⁾ An der Ausstellung war zur Demonstration für die Bewegung der Mechanismen dieser und der Freistrahlturbine ein einziger Regulator angeordnet (Abb. 4 auf Seite 126 vorigen Bandes).

regler mit Oelbremse, das Regulierventil, das Rückführungs-gestänge und die Sicherheitseinrichtungen.

Der Fliehkraftregler ist in bekannter Konstruktion, mit federbelasteter Hülse und Schneidenlagerung für die Pendel und die Uebertragungslenker der Pendelbewegung auf die Hülse ausgeführt; nach Mitteilung der Firma kann die Unempfindlichkeit durch die bewegliche Abstützung der Feder unter 1% gebracht werden und dient zur Ausgleichung der Ungleichförmigkeit, die je nach den Betriebsverhältnissen zwischen 1 und 4% eingestellt wird, eine auf zusätzliche Muffenbelastung beruhende Tourenverstellung, die entweder von Hand oder elektrisch betätigt wird. Die erwähnte kleine Unempfindlichkeit des Federregulators, sowie die richtige Bemessung der Katarakthemmfeder sind die Haupterfordernisse für eine gute Stabilität und für schwingungsfreie Diagramme.

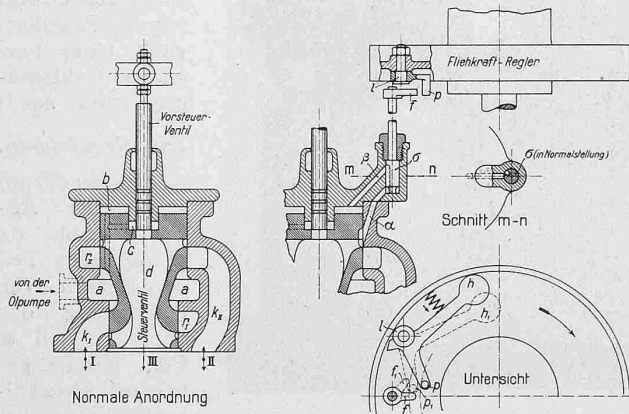


Abb. 62. Fliehkraftregler und Regulierventil mit Sicherheitsvorrichtung gegen Durchbrennen.

Das Regulierventil (Abbildung 62 links) ist vorge-steuert und als Durchflussventil ausgebaut, indem in der gezeichneten Mittelstellung der Schwebekolben d die mit den Kanälen k_1 und k_2 in Verbindung stehenden Ring-räume r_1 und r_2 nicht vollständig überdeckt, sodass, wie die Firma schreibt, bei dieser Mittelstellung und teilweiser Selbsthemmung des Reguliergestänges der Arbeitsdruck und daher der Kraftverbrauch entsprechend zurückgehen. In der Figur bedeuten: I die Verbindung mit dem linksseitigen, II diejenige mit dem rechtsseitigen Arbeitsraum im Servomotorzylinder, und III die Verbindung mit dem Oelbehälter.

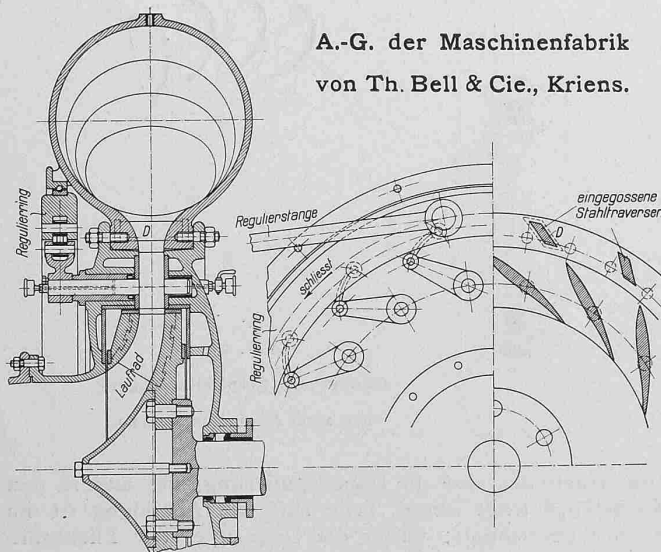


Abb. 59. Spiral-Francis-turbine für Schwyz.
 $H = 75 \text{ m}$, $n = 600 \text{ Uml/min}$, $N = 1100 \text{ PS}$ (Text auf S. 97).

Zwecks Erzielung der Vorsteuerung ist der Schwebekolben d als Differentialkolben ausgebildet, der ausser den eigentlichen Durchflusskanälen für die Oelverteilung noch Kanäle zur Verbindung des Raumes a mit den Räumen c und b erhält, sodass, wie leicht aus der Abbildung 62 (links oben) ersichtlich, bei entsprechender Stellung des Vorsteuerventiles die Mittellage, bei dessen Bewegung die entsprechende Bewegung des Schwebekolbens erzielt werden kann.

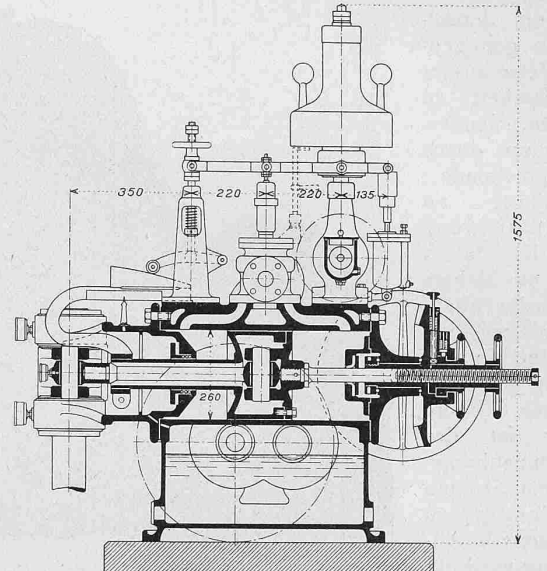


Abb. 61. Drucköl-Regulator von Th. Bell & Cie. in Kriens. Längsschnitt durch den Servomotor 1:20.

Zwischen Oelpumpe und Regulierventil ist ein Druck-reduktionsventil eingeschaltet, für das zwei Varianten vor-liegen, die auf Abbildung 63 schematisch dargestellt sind; die rechtsseitige Variante bezieht sich auf Ausführungen mit einer Oelpumpe, die linksseitige auf solche mit zwei Oelpumpen; über letztere Variante schreibt die Firma folgendes:

Für Turbinenanlagen mit ausgesprochen ruhigem Betrieb werden die Regulatoren zum Zwecke grösserer Kraftersparnis mit Doppelpumpen (Patent Bell & Co.) ausgerüstet. Die kleine Pumpe fördert dabei Druckflüssigkeit,

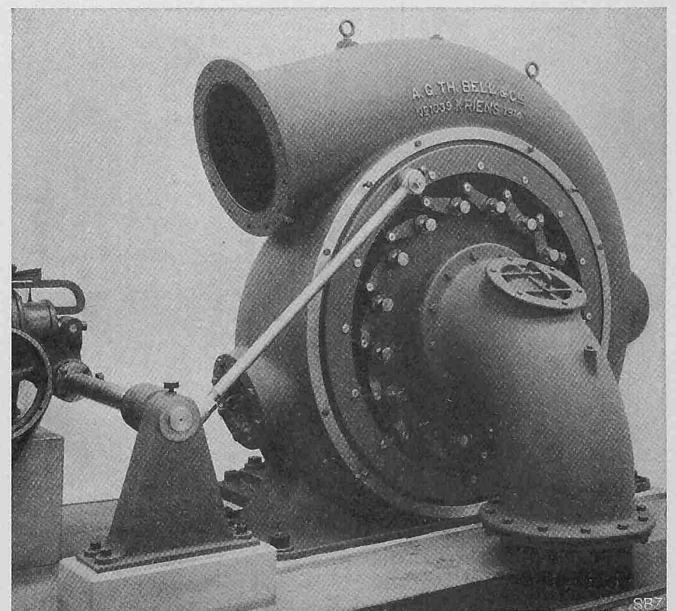


Abb. 58. Ansicht der Spiral-Francis-turbine für das E.-W. Schwyz.

z. B. Oel, in den Raum *a* des Steuerventils, dessen Steuerkanten nur so viel Spiel geben, dass der Druck im Raume *a* stets grösser ist, als der zum Bewegen des Servomotorkolbens erforderliche. Zwischen der kleinen Pumpe und dem Steuerventil ist ein Hilfs-Servomotor eingeschaltet, der vermittelt Oeldruck das Reduktionsventil öffnet oder schliesst.

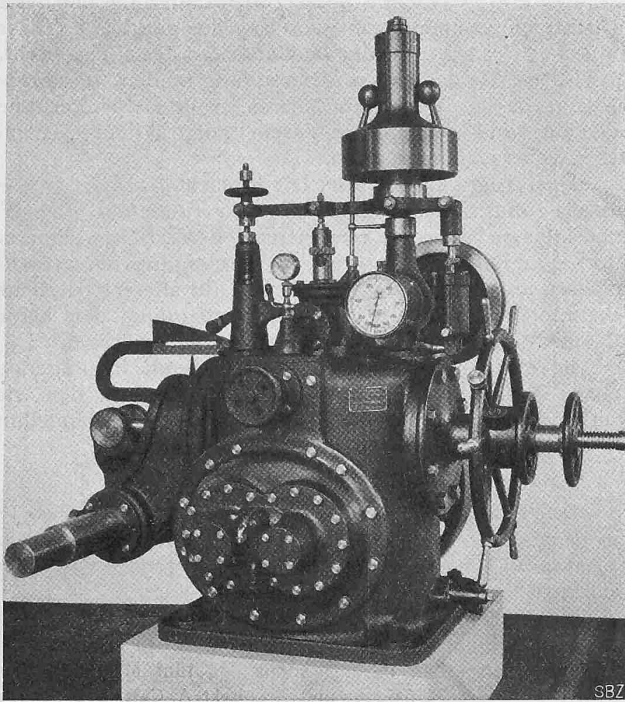


Abb. 60. Drucköl-Regulator von Th. Bell & Cie., Kriens.

Im Beharrungszustande der Turbine ist der Schwebekolben des Steuerventils in seiner Mittellage oder doch nur wenig hiervon verschoben. Im Raume *a* (Abbildung 62), also auch im Raum des Kugelventils, herrscht Maximaldruck. Der Hilfs-Servomotor öffnet das Reduktionsventil und es kann das Oel der grossen Pumpe ungehindert durch dieses Ventilentweichen. Findet jedoch eine plötzliche, grössere Belastungsänderung, z. B. eine Entlastung statt, so verschiebt sich der Schwebekolben des Steuerventils nach oben. Die Steuerkante öffnet und der Druck im Raume *a* sinkt auf einen gewissen Wert, der gerade zum Bewegen des Haupt-

Servomotors erforderlich ist. Der Hilfs-Servomotor schliesst vermöge der Spannkraft der Feder das Ventil. Die grosse Pumpe kommt also sofort unter Druck, wodurch das als Rückschlagventil dienende Ventil geöffnet wird. Die Pumpe fördert somit Oel in den Raum *a* und unterstützt die kleine Pumpe, sodass der Haupt-Servomotor sich rasch bewegen

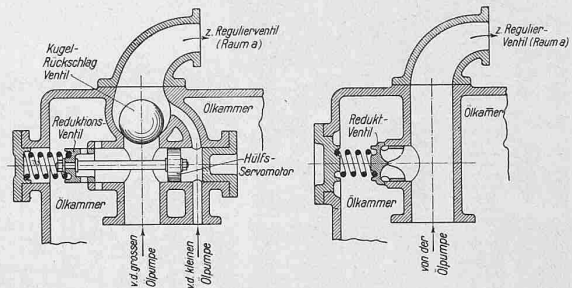


Abb. 63. Reduktionsventil bei einer (rechts) oder bei zwei Oelpumpen.

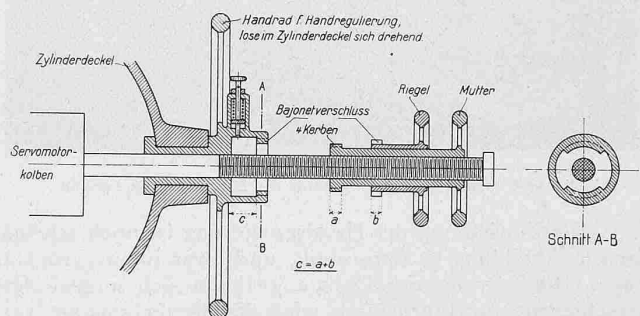


Abb. 64. Ein- und Ausrückung der Handregulierung.

wird. Hat letzterer vermittle der bekannten Rückführung den Schwebekolben wieder in die Mittellage zurückgeführt, so steigt der Druck im Raume *a* wieder, der Hilfs-Servomotor öffnet das Ventil, die grosse Pumpe wird entlastet und das Rückschlagventil schliesst wieder.

Diese Konstruktion besitzt den Vorteil, dass für beide Ausführungsarten des Regulators das gleiche Regulierventil verwendet werden kann. Die Doppelpumpe und die einfache Pumpe besitzen gleiche Anschlussdimensionen, sie können also jederzeit vertauscht werden, was die Serienfabrikation der Regulatoren ebenfalls erleichtert.

Schliesslich sei noch auf die neue Sicherheitsvorrichtung (Patent Bell & Cie.) gegen Durchbrennen beim Abfallen des Pendelriemens, wie in Abbildung 62 (rechts) dargestellt, hingewiesen. Unter der Pendelglocke ist ein besonderer Schwungkörper *h* angeordnet, der um den Bolzen *l* dreht. Innerhalb einer gewissen Grenze der normalen Umdrehungszahl liegt das Schwunggewicht *h* an der Pendelglocke an. Fällt die Umdrehungszahl bedeutend, was ja bei abfallenden Riemen vor allem der Fall ist, so stellt sich der Schwungkörper unter dem Einfluss der Gegenfeder in die punktierte Lage *h*₁. Der Anschlag *p* kommt dabei in die Lage *p*₁ und stösst an den Hebel *f*, den er in die Lage *f*₁ stellt. Dadurch wird der Hahn *σ* derart umgestellt, dass das im Vorsteuerraum *b* des Steuerventils befindliche Oel durch die Leitungen *β* und *α* frei ablaufen kann. Der Schwebekolben des Ventils geht daher in die Höhe und bewirkt Schlussstellung des Servomotors. Beim Wiedereingangssetzen muss dann nur der Hahn *σ* von Hand in Schliessstellung gebracht werden.

Die Oelpumpen sind Zahnradkapselwerke. Die Doppelpumpe besteht aus zwei nebeneinander in einem Gehäuse untergebrachten, in Durchmesser und Verzahnung gleich grossen, aber verschieden breiten Zahnradpaaren, die durch eine Zwischenwand von einander getrennt sind, aber denselben Antrieb besitzen.

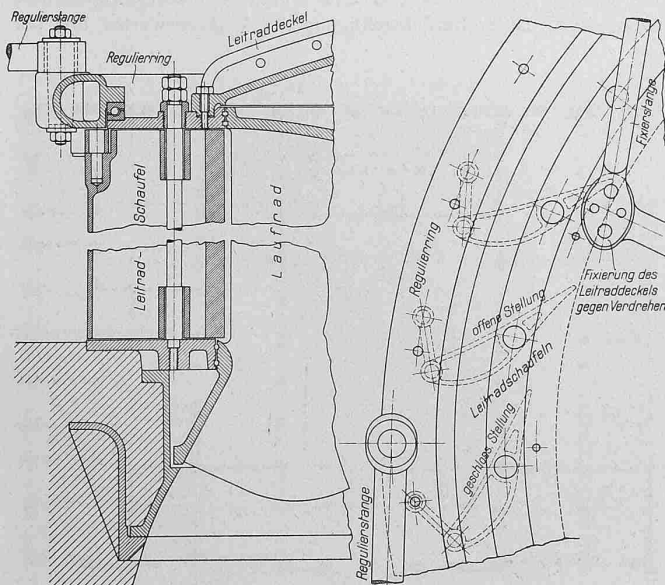


Abb. 51. Niederdruck-Francois-Turbine für das E. W. Wynau. Einzelheiten der Leitschaufel-Regulierung (Text auf S. 95).



Wettbewerb Saalbau Luzern. — Fassade des Entwurfs „Dem Freisinn“.

Die Einrichtung der Handregulierung ist noch schematisch in Abbildung 64 dargestellt, und zwar in ausgerichteter Lage. Die Servomotorstange kann sich ungehindert verschieben; zur Einrückung wird die Mutter solange verdreht, bis der Ansatz mit den vier Kerben ganz im Regulierhandrad steckt, der Riegel nachgeschoben und entsprechend dem Bajonettverschluss verdreht. Die Mutter ist sodann mit dem Handrad gegen achsiale Verschiebung und nach Einfallen der Sperrklinke in eine der vier Kerben gegen relative Verdrehung gekuppelt. Nach entsprechender Oeldruckausschaltung kann die Handregulierung in Dienst genommen werden.

(Forts. folgt.)

Vereinshaus und Saalbau in Luzern.

Die Genossenschaft „Vereinshaus und Saalbau“ in Luzern hatte unter 15 Luzerner Architekten einen engeren Wettbewerb veranstaltet zur Erlangung von Plänen für einen Versammlungs- und Konzertsaal, der auf dem Stadthofareal zu errichten war. Der von der Genossenschaft seit einiger

Zeit angekaufte „Stadthof“, unmittelbar hinter dem Verwaltungsgebäude der S. B. B. (früher Gotthardbahndirektion) schliesst bekanntlich einen gegen letztgenanntes Gebäude hin offenen Garten ein, mittels dessen Ueberbauung der beabsichtigte Saalbau gewonnen werden soll. Das Programm sah ein aus fünf Mitgliedern zusammengesetztes Preisgericht vor und bestimmte zur Honorierung der zur Beteiligung Eingeladenen bezw. zur Prämierung der besten Entwürfe eine Summe von 3000 Fr., die dann auf Wunsch sämtlicher Bewerber in der im Gutachten des Preisgerichtes dargelegten Art und Weise Verwendung fanden. Im übrigen stützte sich das Verfahren auf die vom Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verein aufgestellten „Grundsätze“ vom 1. Januar 1909.

Das Programm sah vor: Die Einrichtung eines grossen Konzert- und Versammlungssaales für rund 900 Sitze und eines kleinen Saales zu 200 Sitzen. Beide Säle sollten zur getrennten Benützung sowie zur Vereinigung bei grösseren Anlässen angelegt sein. Ferner war für alle erforderlichen Nebenräume sowie für bequeme Verbindung der beiden Säle mit den Restaurationsräumen Sorge zu tragen.

Im übrigen sei auf die Ausführungen im folgenden Gutachten des Preisgerichtes hingewiesen, aus dem sich auch ergibt, aus welchem Grunde wir uns auf Darstellung des erstprämiierten Entwurfes beschränken.

Gutachten des Preisgerichtes.

Das Preisgericht zur Beurteilung der Pläne für einen Versammlungs- und Konzertsaal in Luzern versammelte sich am 26. Januar 1915, morgens 9 Uhr im Stadthof, wo die eingelangten zwölf Projekte mit fünf Varianten ausgestellt waren.

Herr J. Kunkler musste infolge Krankheit zurücktreten; an seine Stelle wurde Herr Architekt Fritz Stehlin in Basel gewählt.

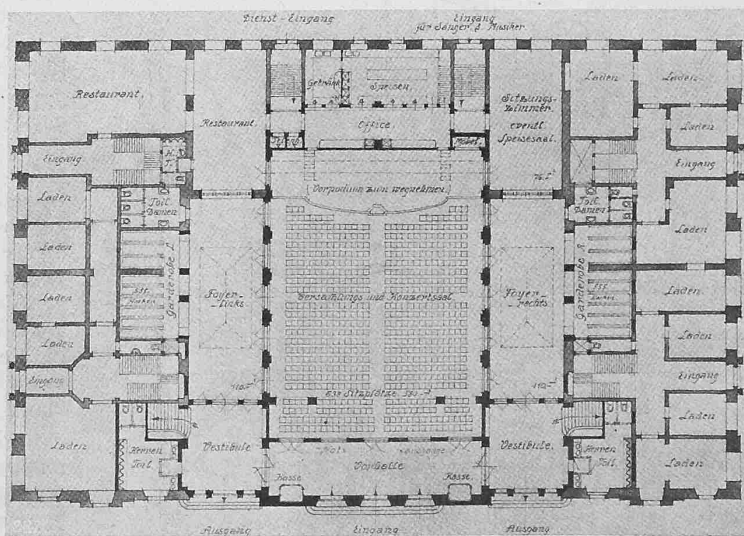
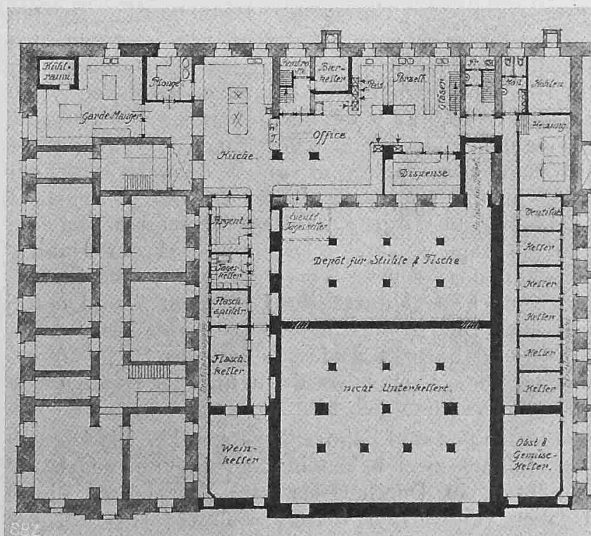
Das Preisgericht besteht somit aus fünf Mitgliedern, mit Herrn Dr. Sidler als Präsident und Architekt A. Cattani als Aktuar. Zwei am 31. Dezember 1914 etwas nach 6 Uhr abends eingelangte Projekte werden trotz der kleinen Verspätung zugelassen.

Der Präsident gibt Kenntnis von einer Programm-Aenderung, die auf Eingabe der Konkurrenten betreffend die Preisbestimmungen vorgenommen wurde. Demnach werden dem Preisgericht 3000 Fr. zur Verteilung an die vier besten Entwürfe zur Verfügung gestellt. Derjenige Prämierte, dem die Bauleitung übertragen wird, soll auf einen Preis verzichten zu Gunsten der andern drei Prämierten.

Die Mitglieder des Preisgerichtes sind mit dieser Abänderung, welche von allen Konkurrenten gewünscht worden war, einverstanden.

Nach gründlichem Studium der eingelangten Arbeiten und nach Besichtigung des Bauobjektes hat das Preisgericht für die Beurteilung der Arbeiten folgende Richtlinien festgesetzt:

Nach dem Programm ist neben der zweckdienlichen Anlage eine günstige Rentabilität und eine möglichst niedrige Bausumme anzustreben. Unter Berücksichtigung des Verkehrswertes und der



I. Preis. Motto: „Dem Freisinn“. — Verfasser Emil Vogt, Architekt in Luzern. — Grundrisse vom Untergeschoss (teilweise) und Erdgeschoss. — 1:600.