

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 73/74 (1919)
Heft: 22

Artikel: Universal-Regulierung System Sewer für Hochdruck-Pelton-Turbinen
Autor: Prášil, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-35633>

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: 01.04.2025

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

INHALT: Universal-Regulierung System Seewer für Hochdruck-Pelton-Turbinen. — Das neue kantonale Lebensmittellaboratorium in Basel. — Das Kraftwerk Barberine der S. B. B. — Die neuen österreichischen Vorschriften über Projektierung und Bau von Schwebeseilbahnen für Personenbeförderung. — Miscellanea: Die Erweiterung des Hauptbahnhofs Zürich. Metallprüfung mittels Röntgenstrahlen. Elektrifizierung der

Schweizerischen Bundesbahnen. Conférence interalliée d'Urbanisme. Arbeit-Beschaffung für das Baugewerbe. Schweizerische Bundesbahnen. — Nekrologie: J. F. Bubendey. — Konkurrenzen: Gartenstadt Piccard, Pictet & Cie. in Genf. — Korrespondenz. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Band 73.

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

Nr. 22.

Universal-Regulierung System Seewer für Hochdruck-Pelton-Turbinen.

Von Prof. Dr. Franz Präsil, Zürich.

Im Juli 1917 richtete Herr Paul Seewer, diplom. Maschinen-Ingenieur E. T. H., an die Leitung der hydraulischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich das Ersuchen, an einer Hochdruckturbinen des Laboratoriums einen von ihm ersonnenen Mechanismus zur Geschwindigkeits- und Druckregulierung anbringen und die nötigen Versuche für die Ermittlung dessen zweckmässigster Anordnung und Bemessung durchführen zu dürfen. Dem Ansuchen wurde unter der Bedingung entsprochen, dass durch diese Arbeiten der Laboratoriums-Unterricht nicht gestört werde und dass Herr Seewer die Kosten der Herstellung der nötigen Bestandteile, deren Montage, für etwa nötige Umänderungen an der bestehenden Turbine, sowie jene des Versuchsbetriebes zu tragen habe; es wurde vereinbart, nach Beendigung der Studienversuche eine Reihe programmässig geordneter Prüfungsversuche vorzunehmen und über deren Ergebnisse ein amtliches Gutachten an den Erfinder auszustellen.

Im Folgenden wird vom Leiter der Prüfungsversuche im Einverständnis mit dem Erfinder a) einleitend über die Entstehung, b) über das Grundprinzip, c) über die konstruktive Durchführung, d) über die Wirksamkeit der Mechanismen und e) über die Versuche und deren Ergebnisse referiert; dem Bericht sind einige theoretische Studien und die sich aus Versuch und Theorie ergebenden Schlussfolgerungen angeschlossen.

Die Erörterungen unter a), b), c) und d) gründen sich auf mündliche und schriftliche Mitteilungen des Erfinders und die im Laufe der Versuche erfolgten Augenschein-Aufnahmen des Referenten und seiner Assistenz.

Die Prüfungs-Versuche fanden im März 1919 statt; die einjährige Dauer der Studienversuche ist grösstenteils durch die unumgängliche Bedingung der Betriebsicherung für den Unterricht verursacht worden.

a) Die Entstehung der Erfindung.

Die im Laufe der Entwicklung der Regulierungseinrichtungen für Hochdruck-Turbinen unzweifelhaft hervorgetretenen Vorteile der Absonderung des Reguliervorganges in einen primären Teil, in dem im Momente einer Entlastung durch Strahlableitung äusserst rasch eine Unterbrechung der Energiezufuhr zum Rad ohne gleichzeitige Verminderung des Wasserdurchflusses durch die Rohrleitung bewirkt wird, und in einen sekundären Teil, in dem mit einer für die Hintanhaltung schädlicher Drucksteigerungen in der Rohrleitung genügend kleinen Geschwindigkeit die Verminderung des Wasserdurchflusses auf den für den neuen Beharrungszustand nötigen Betrag erfolgt, waren dem Erfinder durch seine Studien und praktische Tätigkeit als Ingenieur in reichlichem Masse geläufig geworden.

Der erste Teil des Reguliervorganges ist wie bekannt durch die Anordnung von Schwenkdüsen oder von Strahl-Ablenkern verwirklicht worden. Bei der Schwenkdüse bleibt im Prinzip während dieses ersten Teiles die Form des Strahles vollkommen unverändert, es wird durch Ausschwenken der ganzen Düse lediglich die Strahlrichtung geändert. Bei den Strahlablekern tritt der Strahl in Form und Richtung unverändert aus der feststehenden Düse und findet erst durch den zwischen Rad und Düse rasch eingeschobenen Ablenker eine derartige Form und Richtungsänderung statt, dass der angestrebte Energie-Unterbruch erzielt wird.

In der Erkenntnis, dass das Arbeitsvermögen eines Strahles am grössten ist, wenn dieser stabförmig zusammengehalten als Zylinder an das Rad gelangt, dass aber eine wesentliche Verminderung desselben eintritt, sobald der Strahl nur einigermaßen von dieser Form abweicht und in Fäden zerstreut an das Rad kommt, hat der Erfinder sich die Aufgabe gestellt, diese Eigenschaft für die Verwirklichung des primären Reguliervorganges nutzbar zu machen; er war hierbei auch von dem Bestreben geleitet, eine Vereinfachung der Konstruktion und hiermit eine Erhöhung ihrer Wirtschaftlichkeit zu erzielen.

b) Das Grundprinzip.

Der eben geschilderten Erkenntnis entsprechend charakterisiert der Erfinder seine Konstruktion als „Regel-Vorrichtung für Freistrahlturbinen durch Aendern der Strahl-Form mittels in der Düse verstellbaren Lenkkörpern, die so angeordnet sind, dass der aus der Düse austretende Strahl entweder zylindrisch geschlossen oder ganz oder teilweise zerstreut austritt“.

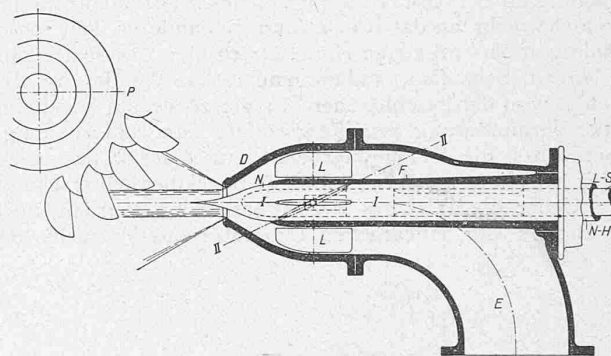


Abb. 1. Schema der Lenkplatten-Regulierung System Seewer.

Der zur Realisierung dieses Prinzipes ersonnene Aufbau der Düse ist aus der schematischen Darstellung Abbildung 1 ersichtlich. Die Düse D ist, wie gewöhnlich, an den Einlaufkrümmer E angeschlossen; die vom Nadel-Servomotor aus mittels des Hohlschaftes N-H betätigte Nadel N ist bis nahe an das Auslaufstück F in einem Zylinder F geführt. Im Hohlraum zwischen Führung F und Düse befinden sich gegen das Ende der Führung flache Lenkplatten L, die symmetrisch um die Achse verteilt und in normaler Lage so gestellt sind, dass sie meridionale Führungsflächen bilden. Bei dieser Stellung I-I unterstützen die Lenkplatten die schon durch die zentrische Anordnung von Düse und Nadel eingeleitete Wasserführung derart, dass das Wasser die Düse in zusammengehaltenem Strahl verlässt, wie aus Abbildung 2 (S. 252) ersichtlich ist. Es werden bei dieser Lage der Lenkplatten eben auch allfällige durch den Krümmer veranlasste kreisende (tangentielle) Komponenten der Strömung zerstört.

Diese Lenkplatten sind jedoch im Hohlraum nicht fest, sondern derart gelagert, dass sie ähnlich wie die Fink'schen Drehschaufeln bei Francisturbinen durch entsprechende Verschiebung des Lenkplatten-Steuerschafts L-St gleichzeitig um den gleichen Winkel verdreht werden können, sodass in verdrehter Lage derselben in der Düse eine Strömung mit energisch kreisender Komponente und hiermit ein hohlkegelförmig zerstreuter Ausfluss aus der Düse entsteht (Abb. 3). In der schematischen Darstellung Abbildung 1 sind die beiden Lagen der Platten L auch querschnittlich dargestellt; II-II ist die Mittellinie in verdrehter Lage; Abbildung 3 (S. 252) entspricht einer Verdrehung der Platten um etwa 22° gegen die meridionale Lage.

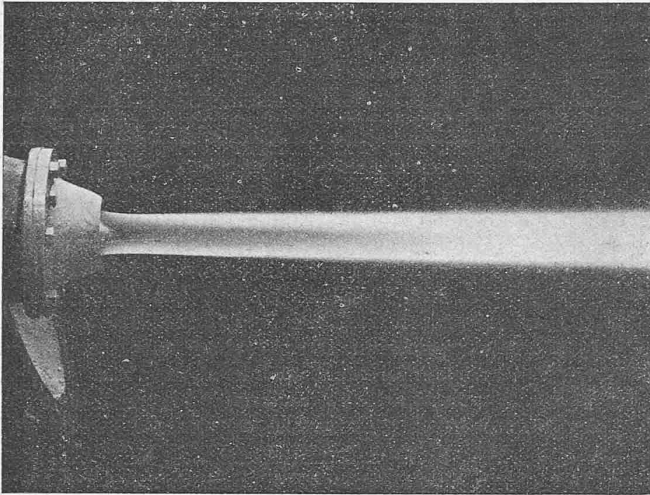


Abb. 2. Zylindrischer Wasserstrahl bei axialer Lage der Lenkplatten.

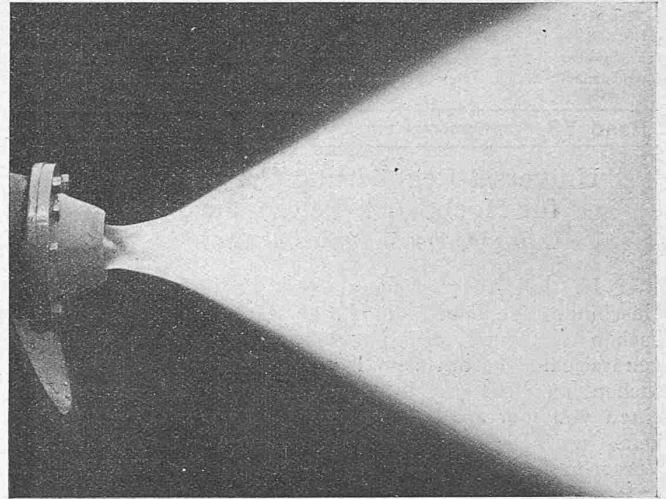


Abb. 3. Hohlkegelförmiger Wasserstrahl bei verdrehter Lage der Lenkplatten.

Es ist augenfällig, dass mit dieser Zerstreung des Strahles auch eine Vernichtung seines Arbeitsvermögens eintritt. Wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, gelangt bei Beaufschlagung eines Peltonrades ein Teil des zerstreuten Strahles gar nicht mehr an das Rad P und ein anderer Teil stösst geradezu bremsend gegen die Hinterflächen der dem Strahl zueilenden Schaufeln, sodass eine rasche Aenderung des Strahles von der geschlossenen in die zerstreute Form eine starke Verminderung der Energiezufuhr zum Rad zur Folge haben muss, die für die Herbeiführung einer kräftig wirkenden Regulierung bei Entlastungen zweckdienlich erscheint.

Ueber die Wirkung der Streustrahlen wurden noch vor Beginn der eigentlichen Laboratoriums-Versuche mit

kompletter Regulierung von Herrn Dipl. Maschineningenieur Dr. A. Strickler, damals Assistent an der hydraulischen Abteilung der Eidgen. Techn. Hochschule, im Verein mit Herrn Seewer Versuche durchgeführt, worüber diese wie folgt berichten: „Es wurde zu einem ersten Versuche in Genf ein nach Abbildung 1 angeordnetes Peltonrad mit komplettem Einlaufbogen in unbelastetem Zustand mit Vollstrahl auf Durchbrenn-Drehzahl gebracht. Dann wurden bei drei verschiedenen Nadelstellungen mittels plötzlicher Auslenkung der Lenkplatten die Ablaufkurven der Drehmassen in gebräuchlicher Weise gemessen und notiert. Ausserdem wurde der Normalablauf bei vollständiger Strahl-Unterbrechung, von der Durchbrenn-Drehzahl an, durchgeführt. Aus der Kurve Abbildung 4 (S. 253) ist ersichtlich, dass die Streustrahlen das Arbeitsvermögen vernichten und ausserdem bremsend wirken.“

„Der wirksame Betriebsdruck auf der Düsenhöhe betrug 45 m Wassersäule, die normale Drehzahl der Gruppe 550 in der Minute; man erkennt, dass bei zerstreutem Strahl diese Umdrehungszahl in weniger als 10 Sekunden bereits unterschritten war.“

„Es wurde ferner schon bei diesen ersten Versuchen festgestellt, dass die durch die plötzliche Lenkplatten-Auslenkung hervorgebrachten Druckschwankungen in der Zuleitung gering waren und ferner die Energie der Streustrahl-Wasserpartikel schon kurz nach Austritt aus der Düse sehr bedeutend vermindert war. Es konnte nämlich in

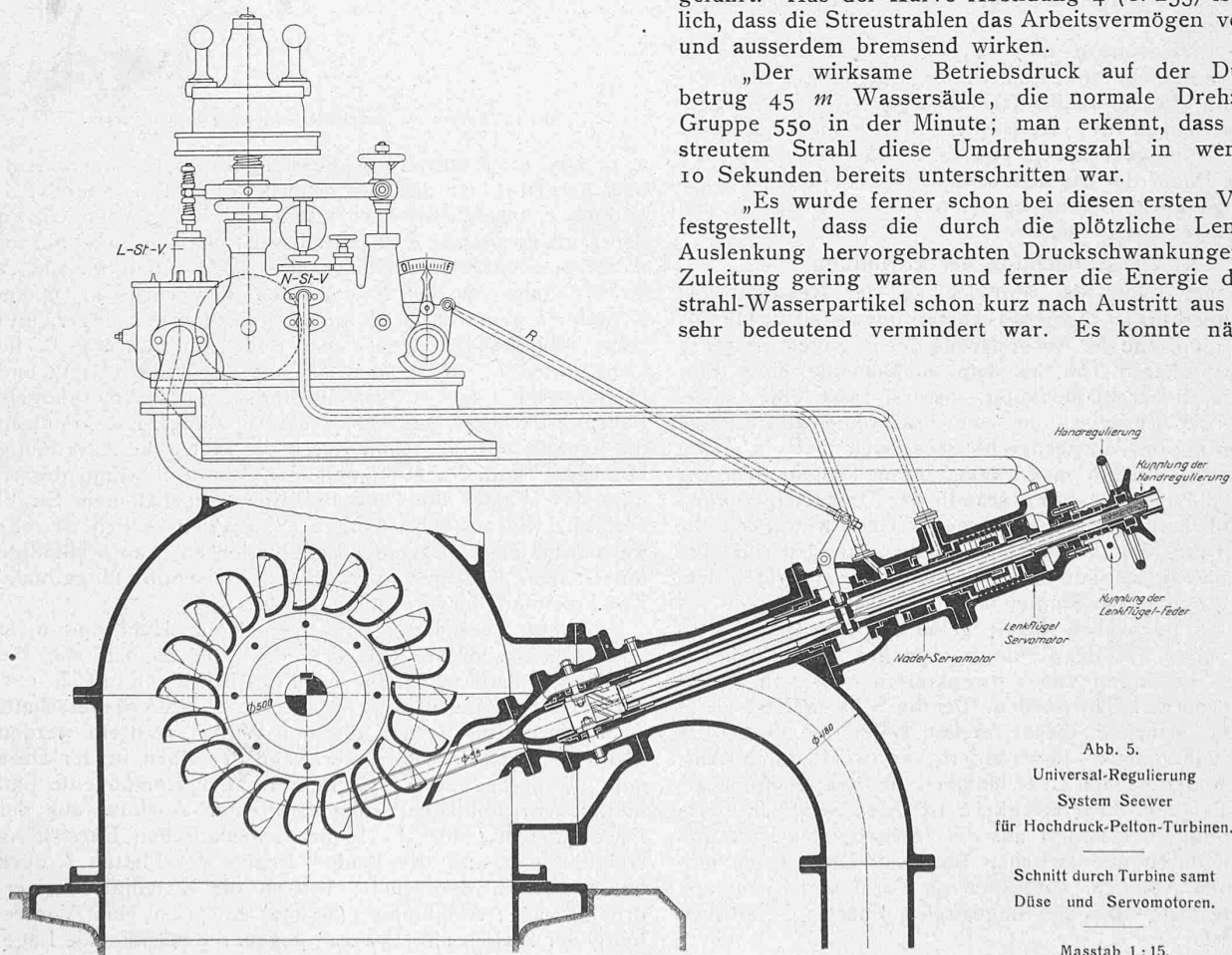


Abb. 5.
Universal-Regulierung
System Seewer
für Hochdruck-Pelton-Turbinen.

Schnitt durch Turbine samt
Düse und Servomotoren.

Masstab 1 : 15.

etwa 1 m Abstand von der Düsenmündung die Hand gefahrlos in den Streustrahl getaucht werden; bei meridionaler Stellung der Lenkplatten erschien der Strahl zylindrisch und glasklar“.

Es lag nun die Aufgabe vor, das als zweckmässig erkannte Grundprinzip in einem Mechanismus einzugliedern, sodass der Reguliervorgang bei Entlastung sich in folgender Weise abspielen kann:

Die Verstellung der Hülse des Fliehkraftreglers nach erfolgter Entlastung steuert in erster Linie den Mechanismus zur Verstellung der Lenkplatten; dies hat Energievernichtung und somit Begrenzung der Geschwindigkeitsteigerung zur Folge. Nach Ueberschreitung dieser Grenze muss die Lenkplatten-Verstellung automatisch wieder aufgehoben, d. h. die Lenkplatten müssen wieder meridional gestellt und gleichzeitig die Nadel ebenfalls automatisch in die Stellung des neuen Beharrungs-Zustandes überführt werden; hierbei sollen grössere als die anfängliche Geschwindigkeitsteigerung nicht eintreten; der ganze Regulier-Vorgang soll in dienlich kurzer Zeit restlos beendet sein. — Bei Belastungen soll die Lenkplatten-Verstellung nicht in Tätigkeit kommen, die Regulierung also gleichsinnig wie andere wirksam sein.

Hiermit ist nun auch das konstruktive Problem festgelegt.

c) Die Konstruktion.

Der Gesamtaufbau ist aus dem Schnitt in Abbildung 5 und der Ansicht Abbildung 6 ersichtlich; diese letztere zeigt die Versuchsanordnung im Maschinenlaboratorium der Eidg. Technischen Hochschule: im Vordergrund die Turbine mit Regulierung und deren Antrieb, den Tachographen, das Maschinentachometer und das Manometer, im

Hintergrund den Bremsgenerator und den Schaltkasten; die elektrischen Messinstrumente waren hinter dem Generator aufgestellt, der Messüberfall befindet sich links der Turbine, er ist im Bild durch den Lagersockel verdeckt.

Auf Abbildung 5 ist, abweichend von Abb. 1, eine am Düsenkopf befestigte Haube ersichtlich, die nach unten offen ist und gegen das Rad hin ein Loch hat, durch das der Strahl mit Spiel hindurch treten kann. Die Verwendung dieser Haube hat sich im Laufe der Vorversuche als notwendig und zweckmässig erwiesen; sie beseitigt allerdings die direkte Bremswirkung des zerstreuten Strahles, hindert

aber nicht die kräftige Verminderung der Energiezufuhr zum Rad bei zerstreutem Strahl.

Ueber die Einzelheiten der Konstruktion berichtet Ing. Seewer wie folgt:

Die Lenkplatten sind hinter dem Düsenmundstück eingebaut, in je zwei Zapfen drehbar, von denen der äussere in der Aussenwand der Düsen, der innere dagegen in der festen Düsennadelführung (F in Abbildung 7) gelagert ist und, diese sowohl wie auch den Hohlenschaft N-H der Nadel durchdringend, im Steuerhebel H endigt, der über dem innern

Steuerschaft L-St mit dem Kolben des Lenkplatten-Servomotors in Verbindung steht. Im Normalbetrieb ist dieser kleine Servomotorkolben stets durch Federdruck und durch Oel-druck in vorderster Lage derart festgehalten, dass hierdurch die meridionale Stellung der Lenkplatten gesichert ist.

Antrieb der Lenkplatten. Die Verbindung zwischen Lenkplatten und Lenkplatten-Steuerschaft zeigt Abbildung 7, aus der hervorgeht, dass dieser Antrieb ausserhalb des Wassers und hinter Lederstulpen sich befindet. Der innere Drehzapfen der Lenkplatte trägt einen Steuerhebel H, der an seinem andern Ende in den Lenkplatten-Steuerschaft L-St eingreift und

zwar mit Hilfe einer Kulissenführung.

Das Ende des Steuerschaftes bildet nämlich ein Vieleck, z. B. ein Sechseck, dessen Flächen zur Aufnahme der Kulisse mit Schlitz versehen sind. Diese Konstruktion ermöglicht die zentrische bequeme Unterbringung des Lenkplatten-Antriebes im Innern des Düsen-nadel-Hohl-schaftes.

Der Nadelschaft N-H ist hohl und um den innern Lenkplatten-Steuerschaft gelagert, trägt vorn die auswechselbare

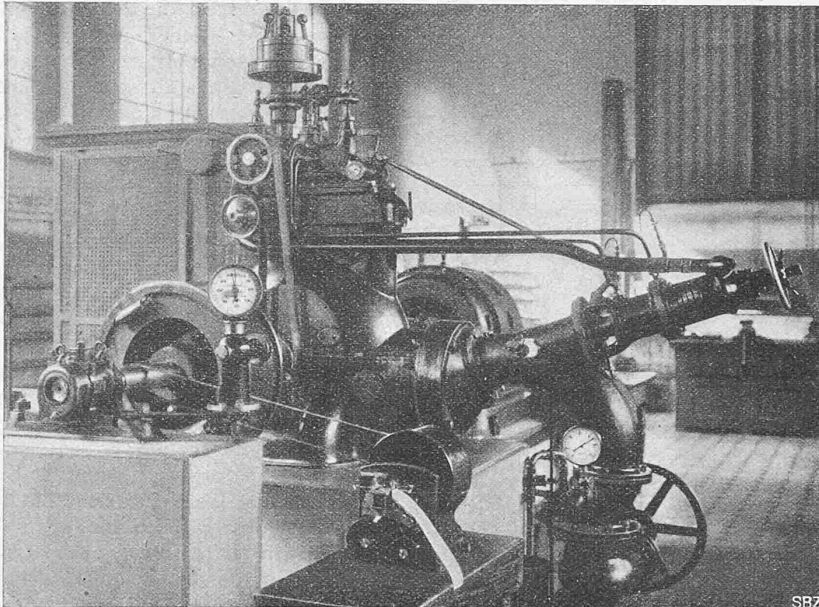


Abb. 6. Versuchs-Anordnung im Maschinen-Laboratorium der Eidg. Techn. Hochschule.

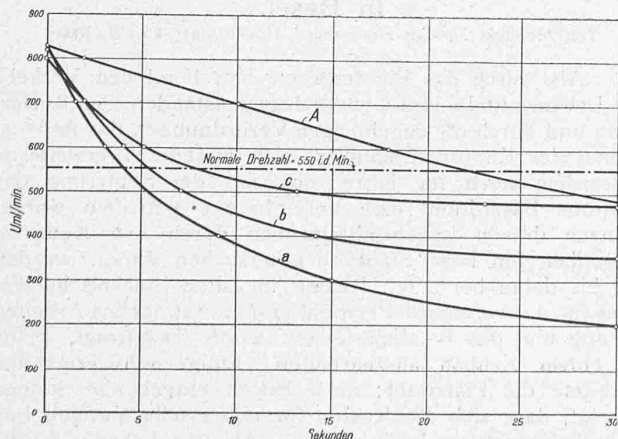


Abb. 4. Vorversuche über die Wirkung der Streustrahlen.

A Normale Auslaufkurve der Turbine in unbelastetem Zustande bei plötzlicher Strahlunterbrechung. a, b, c Ablaufkurven der Turbine bei plötzlicher Befügung der Lenkplatten: a bei ganz offener Düse, b bei 3/4 offener Düse, c bei halboffener Düse.

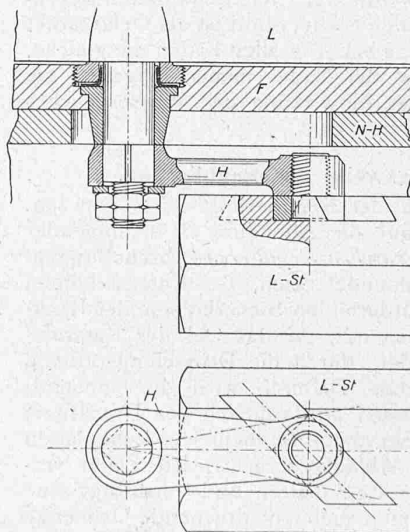


Abb. 7. Detail des Lenkplatten-Antriebes.

Nadelspitze und ist bei den innern Drehzapfen der Lenkplatten mit Schlitz versehen, die die freie Hin- und Herbewegung des Düsennadel-Hohlschaftes ermöglichen. Der letztgenannte endigt auf der Aussenseite in den Kolben des Nadel-Servomotors.

Der Lenkplatten-Servomotor (*L-S* in Abb. 8) ist so gebaut, dass auf der Rückseite seines Kolbens Oeldruck wirken kann, der im Normalbetrieb die Lenkplatten in ihrer

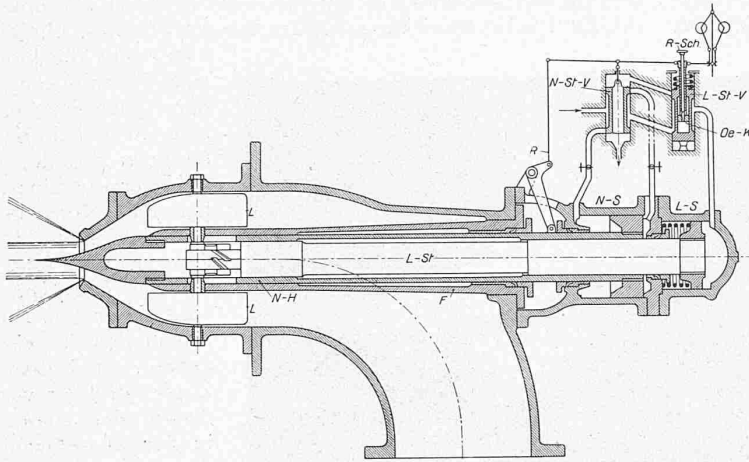


Abb. 8. Universal-Regulierung System Seewer für Hochdruck-Pelton-Turbinen.
Längsschnitt durch die Düse und die Servomotoren.

parallelen Lage zur Düsenaxe festhält. Eine Kompressionsfeder wirkt auf die Vorderseite des Kolbens und besorgt die Auslenk-Arbeit der Lenkplatten im Moment, in dem der Oeldruck auf der Rückseite verschwindet. Es ist in allen Fällen mit einem einzigen Servomotor auszukommen, da die Kraftäusserung an den Lenkplatten sehr gering ist, weil die Kräfte, die die Lenkplatten um ihre Zapfen zu drehen suchen, sich grösstenteils ausgleichen. Da sich die Lenkplatten überdies in einer Gegend befinden, wo nur geringe Strömungs-Geschwindigkeiten herrschen, sind die Auslenk-Arbeiten der Wasserfäden an und für sich sehr gering.

Der Düsennadel-Servomotor *N-S* steht beidseitig seines Kolbens unter variablem Druck, der durch ein doppelt wirkendes Steuerventil *N-St-V* am Regulator vermittelt wird. Der an der Nadel wirksame Wasserdruck wirkt in allen Lagen selbstöffnend. Am Düsennadel-Hohlschaft greift die Rückführung *R* an, die über einen einfachen Kniehebel das Reguliergestänge zurückführt.

Die Steuerung erfolgt vom Fliehkraftregler aus durch ein Steuerventil für den Düsennadel-Servomotor und ein intermittierendes Steuerventil für den Lenkplatten-Servomotor. Das intermittierende Steuerventil ist als Oelkatarakt ausgebildet. Die Oelpumpe bleibt in allen Fällen die gleiche, da die Schliessbewegung der Nadel immer langsam, die Öffnungsbewegung unter Einwirkung des Wasserdruckes auf die Düsennadel vor sich geht.

d) Die Wirkungsweise der Regulierung.

Die Wirkungsweise der Regulierung wird von Ing. Seewer unter Hinweis auf die Abbildung 8 in folgender Weise geschildert: Beim raschen Regulieren (Abschaltungen) hebt sich das Zentrifugalpendel rasch, der Kataraktkolben *Oe-K* nimmt den intermittierenden Steuerkolben der Lenkplatten *L-St-V* nach oben mit, da das Oel des Katarakt-Raumes keine Zeit findet, durch die Drosselungsöffnung nach unten zu entweichen. Dadurch wird die Konstantdruckzuleitung abgeschlossen und zugleich der Druckraum auf der Hinterseite des Servomotorkolbens der Lenkplatten in Verbindung mit dem Ablauf gebracht. Die Feder verdrängt nun sehr rasch die Lenkplatten und verdrängt eine dem sehr kleinen Servomotorhub entsprechende Oelmenge in den Ablauf; der Weg, den diese Oelmenge nimmt, führt über den Ringraum des intermittierenden Steuerventils.

Zugleich mit diesem Vorgang wird durch das Hochgehen des Steuerschiebers *N-St-V* des Nadel-Servomotors *N-S* dessen Oeffnungsseite mit dem Ablauf in Verbindung gebracht, wodurch der Servomotorkolben verschoben und damit die Düsennadel geschlossen wird. Zeitlich findet dieser Vorgang nach Massgabe einer Nadelschlusszeit-Blende statt, die in die Oelleitung zwischen Servomotor und Steuerorgan eingeschaltet ist. Gleichzeitig wird durch das Rückführgestänge *R* der Steuerschieber der Nadel wieder in seine Mittellage gebracht. Der intermittierende Steuerschieber *L-St-V* sinkt während dieser Vorgänge unter dem Einflusse einer Feder und seines Eigengewichtes wieder in seine untere Ruhelage zurück. Seine Steuerkanten sind so eingerichtet, dass von einer bestimmten Stellung an der Lenkplatten-Servomotorkolben *Oe-K* wieder seiner Ruhelage zustrebt, wodurch die Lenkplatten nach und nach wieder ihre normale Lage parallel zur Düsenaxe einnehmen.

Beim Langsamregulieren erfolgt für Entlastungen das Hochgehen des Pendels langsam, sodass das Oel im Katarakt des intermittierenden Steuerventils Zeit findet, über die Oeffnung im Kataraktkolben nach unten zu entweichen. Der Steuerkolben des Lenkplatten-Servomotors verharren in Ruhe. Dagegen wird der Steuerschieber *N-St-V* der Nadel angehoben, wodurch die vordere (Oeffnungs-) Seite des Nadel-Servomotors etwas Oel in den Ablauf abgibt, während die hintere (Schluss-) Seite hingegen Volldruck erhält. Dadurch wird der Kolben nach vorne verschoben, d. h. die Nadel in die der neuen Belastung entsprechende Lage gebracht.

Beim Belasten erfolgt das Niedergehen der Hülse des Fliehkraftreglers und zugleich des Steuerschiebers der Nadel, welche letzterer die Verbindung der Konstantdruckzuleitung mit der Vorderseite des Nadel-Servomotors herstellt, wodurch die Oeffnungsbewegung der Nadel erfolgt. Auf den intermittierenden Steuerkolben der Lenkplatten ist die ganze Oeffnungsbewegung ohne Einfluss, der Lenkplatten-Servomotorkolben sowie die Lenkplatten selbst bleiben also in Ruhe.

Es mag erwähnt werden, dass die Belastungsdiagramme einwandfrei ausfielen durch Zuhülfenahme eines Spielraumes zwischen Steuergestänge und intermittierendem Ventil.
(Schluss folgt.)

Das neue kantonale Lebensmittel-Laboratorium in Basel.

Von Architekt Theodor Hünerwadel, Hochbauinspektor II, Basel.

Als durch das Bundesgesetz betreffend den Verkehr mit Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen vom 8. Dez. 1905 und durch die zugehörigen Verordnungen das Arbeits-Gebiet des Kantons-Chemikers sich wesentlich erweiterte, ausserdem noch im Jahre 1909 mit der Regierung des Kantons Basel-Land eine Vereinbarung getroffen wurde, wonach dessen Lebensmittelproben durch den Kantons-Chemiker von Basel-Stadt zu untersuchen waren, wurden die bis dahin benützten Räume im alten Stachelschützenhaus für das vermehrte Personal und ein rationelles Arbeiten zu eng und das Baudepartement wurde beauftragt, Pläne zu einem Neubau auszuarbeiten. Einige Schwierigkeiten bereitete die Platzwahl; auch hatten eingehende Studien gezeigt, dass sich die Kosten für einen selbständigen Bau unverhältnismässig hoch stellten. Als nun bekannt wurde, dass die Postverwaltung für ihre zu klein gewordene Filiale an der Missionsstrasse Ersatz suche, ausserdem in der gleichen Gegend die Errichtung eines Polizeipostens in Aussicht genommen war, lag der Gedanke nahe, bei der Errichtung eines Neubaus für den Kantonschemiker auch