

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	63/64 (1914)
<b>Heft:</b>	12
<b>Artikel:</b>	Die Wasserturbinen und deren Regulatoren an der Schweiz. Landesausstellung Bern 1914
<b>Autor:</b>	Prášil, Franz
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-31524">https://doi.org/10.5169/seals-31524</a>

### 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:** 23.02.2026

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

durch *Lagerspiel* bei Motoren mit pulsierendem Drehmoment grösser ist als bei solchen mit an sich konstantem Drehmoment, ist damit noch nicht bewiesen. In Betracht fällt eben auch das schon in unserer früheren Arbeit bewiesene Resultat, dass die aus dem Kurbeltrieb prinzipiell, d. h. selbst bei idealer Kräfteverteilung resultierende, Triebwerkbeanspruchung ungünstiger ist für Motoren mit pulsierendem Drehmoment, als für solche mit konstantem Drehmoment.<sup>1)</sup>

### Zusammenfassung.

Kurbelgetriebe elektrischer Lokomotiven mit derart bedeutendem Lagerspiel, dass die Aenderung der Stangenkräfte durch die Sinusfunktion nicht mehr hinreichend genau dargestellt werden kann, erleiden erhebliche zusätzliche Beanspruchungen, die durch den Einbau besonderer elastischer Konstruktionsteile in das Getriebe gemildert werden können. Die sich innerhalb bestimmter Geschwindigkeitsbereiche des Triebwerks als Schüttelbewegungen äussern den zusätzlichen Beanspruchungen können durch Ueber-einanderlagerung von Einzelschwingungen erklärt werden, die teils mit der Kurbeldrehzahl, teils mit den bewegten Massen und der Triebwerkselastizität in einfachem Zusammenhang stehen.

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

Von Prof. Dr. Franz Prášil in Zürich.

(Fortsetzung von Seite 127.)

### II. Ergebnisse der vergleichenden Studien.

Der Vergleich der ausgestellten Objekte führt in 1. Linie zu dem Ergebnis, dass derzeit für den schweizerischen Wasserturbinenbau folgende Richtlinien als die führenden bezeichnet werden können:

1. Die ausschliessliche Verwendung von Francisrädern für Reaktionsturbinen und von Peltonrädern für Freistrahl-turbinen.
2. Die ausschliessliche Verwendung von Fink'schen Leitschaufeln für Francisturbinen und von Nadeldüsen für kreisrunden Strahl an Peltonturbinen.
3. Die ausschliessliche Verwendung von Strahlablenkung kombiniert mit Nadelverschiebung für die Regulierung von Peltonturbinen bei hohem Gefälle und grosser Länge der Zuflussleitung.

4. Abgesehen von einem rein mechanisch arbeitenden Geschwindigkeits-Regulator (Kat.-Nr. 32079, Pos. Nr. 6) die ausschliessliche Verwendung von Drucköl als servomotorische Flüssigkeit in den Servomotoren der automatischen Geschwindigkeits-Regulatoren.

5. Die ausschliessliche Verwendung federbelasteter Fliehkräftregler.

6. Das Bestreben der Normalisierung von Konstruktionen kuranter Grössenordnung unter Berücksichtigung möglichst weitgehender Anpassungsfähigkeit an verschiedenen Betrieben.

<sup>1)</sup> Wir haben bei dem Anlass ein daselbst bedeutsloses Versehen in unserer früheren Arbeit zu berichtigen. Im Fall des Synchronismus zwischen dem Puls der Kurbelbewegung und der Pulsation der Motorkraft tritt nämlich ausser den auf Seite 178 von Band LXIII genannten Schwingungszahlen  $\frac{1}{2} \pi \cdot 2 \omega$  und  $\frac{1}{2} \pi \cdot 4 \omega$ , genau wie auf Seite 135, auch noch die Schwingungszahl:

$$\frac{1}{2} \pi \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{\gamma \cdot m_1 \cdot m_2}}$$

auf, was von uns infolge der durch Schreibfehler bedingten Weglassung der imaginären Einheit  $i$  in den Ausdrücken für  $r_6$  und  $r_6$  übersehen wurde. Demnach könnten also schon beim idealen Kurbelgetriebe von Wechselstrom-Lokomotiven Schwingungssteigerungen durch Interferenzwirkung bei einer der verschiedenen Resonanzmöglichkeiten zwischen dem Puls der Kurbelbewegung und der Pulsation der Motorkraft auftreten, wenn zufällig die Werte von  $m_1$ ,  $m_2$  und  $\gamma$  entsprechend abgestimmt sind. Anderseits bildet dann aber die Wahl grosser Werte von  $\gamma$ , bzw. der Einbau elastischer Zwischenglieder in das Getriebe, auch hier ein Schutzmittel gegen die Gefährlichkeit solcher Interferenzen. Durch das Anbringen dieser kleinen Berichtigung bzw. Ergänzung werden die massgebenden Schlussfolgerungen des entsprechenden Abschnittes unserer früheren Arbeit nicht verändert.

7. Zielbewusste Individualisierung der Konstruktionen in Fällen besonderer Art, die sich durch das deutlich ersichtliche Bestreben kennzeichnen, einerseits grössere Leistungsfähigkeit in einer Einheit auch bei kleinen Gefällen konzentrieren und andererseits auch sehr hohe Gefälle in einer Stufe mit aller Betriebssicherheit ausnutzen zu können.

8. Elegante und doch den Bedürfnissen der Festigkeit durchwegs Rechnung tragende Maschinenarchitektur; zweckentsprechende Disposition und Dimensionierung der Bedienungsarmaturen.

Innerhalb dieser Gleichförmigkeiten weisen nun die Konstruktionen der einzelnen Firmen doch verschiedene Lösungen der in diesem Teil des Maschinenbaues auftretenden technologischen, kinematischen und hydraulischen Probleme auf, sodass interessante Mannigfaltigkeiten zu konstatieren sind, die, soweit ohne Hilfsmittel bildlicher Darstellungen möglich, im folgenden aufgezählt werden.

### A. Francisturbinen.

#### a) Konstruktion und Ausführung der Turbinenräder.

Im Francisturbinenbau unterscheidet man bekanntlich hinsichtlich der Radkonstruktion bezw. deren Schaufelung: Langsamläufer, Normalläufer, Schnellläufer und extreme Schnellläufer. Die beiden ersten finden Verwendung bei den verschiedensten Gefällen, die letzteren insbesonders bei *Niederdruckanlagen* mit kleinen und stark wechselnden Gefällen, wo es gilt, bei grosser Leistungsfähigkeit auch relativ hohe Umdrehungszahlen zu erzielen, um für die mit den Turbinen gekuppelten Generatoren nicht unwirtschaftlich grosse Dimensionen zu erhalten; es ist gebräuchlich, diese Unterscheidung auf den Wert  $n_s$  der sogenannten Kennziffern (in anderer Benennung: der spezifischen Umdrehungszahl) zu basieren, dessen ziffernmässige Berechnung auf Grund folgender Formel zu erfolgen hat:

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N_e}{VH}}$$

worin bei mehrfachen Turbinen  $N_e$  = Leistung pro Rad bedeutet und zwar zählt man derzeit

zu Langsamläufern,	wenn $150 > n_s$
zu Normalläufern,	$> 250 > n_s > 150$
zu Schnellläufern,	$> 350 > n_s > 250$
zu extremen Schnellläufern,	$n_s > 350$

Demgemäß ist nicht die verwendete Umdrehungszahl ein Mass für die Schnelläufigkeit; z. B. ist das Rad der Turbine Kat.-Nr. 32006, Pos. Nr. 2 zu den Langsamläufern zu zählen, obwohl dieselbe mit 600 minutlichen Umdrehungen läuft, da für dieselbe  $n_s = 53$  ist, während das Rad der Turbine Kat.-Nr. 32006, Pos. Nr. 4 mit  $n = 150$ , aber  $n_s = 281$  bis 343 zu den Schnellläufern gehört.

Wie nun aus den Ziffernangaben des Verzeichnisses zu ersehen ist, sind von einzelnen Firmen Turbinen verschiedenster Schnelläufigkeit ausgestellt; die Formen der Schaufeln sind jedoch bei Turbinen derselben Kategorie, aber verschiedener Provenienz durchaus nicht gleich geformt, sodass zu schliessen ist, dass die verschiedenen Firmen noch recht verschiedene Methoden der Konstruktion der Schaufeln zu Grunde legen.

Hinsichtlich der materiellen Ausführung findet man Räder komplett aus Gusseisen, oder solche mit gusseisernen Kränzen und Nabens und eingegossenen Stahlblechschaufeln und ein Rad aus Bronze; vorwiegend sind die Ausführungen ganz in Gusseisen.

#### b) Konstruktion der Leiträder und Antriebsmechanismen für die Regulierung.

Wie schon erwähnt, sind sämtliche Leiträder mit Fink'schen Drehschaufeln ausgerüstet, deren gleichzeitige Bewegung mittelst Lenker von einem Regulierring aus erfolgt. Bei Niederdruckturbinen und einigen kleineren Spiralturbinen ist der Regulierring in der älteren Weise an einer Seitenwand des Leitapparates, zum Teil auch auf Kugeln gelagert; an den grösseren Spiralturbinen sind jedoch die Bolzen mit den Drehschaufeln je in einem Stück hergestellt, in Stopfbüchsen durch die Leitradseitenwand geführt, aussen mit Hebeln versehen, und mit dem ebenfalls aussen

gelagerten Regulierring mittelst Lenker verbunden. Diese Lenker sind überall einteilig ausgeführt, ausgenommen bei der Ausführung von Piccard Pictet & Cie., welche Firma die aus der Beschreibung der Turbinen der Anlage Ventavon (Schweiz. Bauzeitung, Band LVII Nr. 8 1911) bekannte einseitig flexible Verbindung mittelst eingeschalteter Druckfedern verwendet, damit bei eintretender Verhinderung der Verdrehung einer Leitschaufel letztere gegen Bruch gesichert ist. Bell führt zum nämlichen Zweck die einteiligen, leicht ersetzbaren Lenker gekrümmmt aus, gleichsam als Sicherheits-Bruchorgane in Analogie der Brechplatten bei Druck-Rohrleitungen.

### c) Spiralgehäuse.

Diese sind teils in Gusseisen, hierbei mit flaschenförmigem Querschnitt, teils in Blechkonstruktion ausgeführt. Von besonderer Bedeutung ist die Ausführung der Spiralgehäuse der Anlage Seros in Blechkonstruktion mit kreisförmigem Querschnitt und den respektablen Dimensionen: Grösster Durchmesser des Gehäuses 7,4 m, Durchmesser des grössten Querschnittes 2,4 m. Ueber diese Turbinen hat Herr Oberingenieur A. Huguenin der Firma Escher Wyss & Cie. in Zürich seinerzeit in einem Vortrag vor dem Zürcher Ingenieur- und Architektenverein berichtet.

### d) Wellen und deren Lagerung.

Die von Th. Bell & Cie. ausgestellte, für das Elektrizitätswerk Wynau bestimmte Francisturbine hat mit Rücksicht auf bestehende Anlageteile stehende Hohlwelle erhalten. Die liegenden Wellen sind teils in Ringschmierlagern allein, teils in kombinierten Ringschmier- und Kugellagern gelagert, letzteres insbesonders an dem Lager, das den Achsialschub aufnehmen soll. Kugelpurlager für stehende Wellen sind nicht ausgestellt, doch macht die Firma J. J. Rieter & Cie. in Winterthur auf deren mehrfache Verwendung in ihren Ausführungen aufmerksam.

### c) Automatische Geschwindigkeitsregulatoren.

Die mit den ausgestellten Francisturbinen verbundenen Regulatoren sind, entgegen früherem Gebrauch, nicht mehr je in spezieller Anordnung dem Gehäuse angepasst, sondern es sind Normaltypen verwendet, die nur in passender Weise neben der Turbine zumeist am Fundamentrahmen befestigt sind; die Verbindung des Servomotorkolbens mit der Regulierwelle erfolgt durch Hebel und Lenker.

Betreffs Konstruktion der Regulatoren siehe weiter unten.

## B. Peltonturbinen.

### a) Konstruktion und Ausführung der Turbinenräder.

Wenn auch in allen Fällen die bekannte, gegen die Mittelebenen des Rades symmetrische Doppelschale mit in der Symmetrieebene gelegener Teilkante für den Strahl die Grundform der Schaufeln bildet, so sind doch zwischen den Ausführungen der einzelnen Firmen hinsichtlich der Schalenform und der Ausschnitte für den Strahl Verschiedenheiten zu konstatieren; so z. B. findet man die Schalenfläche teils angenähert als halbe Rotationsellipsoide, teils als halbe Eiflängen mit der Spitze nach aussen ausgeführt, teils Ausschnitte teils dem zylindrischen Strahl angepasst, teils anders geformt.

Als Material für die Schaufeln, die in den meisten Fällen einzeln auf die Nabenscheibe aufgesetzt sind, dient zumeist Stahlguss; die Schaufeln der Turbine für Fully (Pat. Nr. 32020, Pos. Nr. 2) sind aus gepresstem Stahl hergestellt.

Von grösstem Interesse sind die verschiedenen Befestigungsarten für die Schaufeln zur Aufnahme der einerseits durch den Wasserdruck periodisch und anderseits durch die bei der Rotation auftretenden Zentrifugalkraft ständigen Belastung; die erstere erfordert bei ihrer hämmernden Wirkung eine Befestigung, die jede Lockerung mit Sicherheit ausschliesst. Bei Berechnung der Belastung durch die Zentrifugalkraft muss vorsichtshalber die dem Leerlauf der Turbine bei voller Strahlstärke entsprechende Umdrehungszahl berücksichtigt werden.

Man kann dem Wesen nach zwei Hauptarten der Befestigung unterscheiden:

1. Die Befestigung durch Anheften der mit entsprechenden Lappen versehenen Schaufeln mittelst Bolzen, deren Achsen parallel zur Turbinenachse liegen. Hierbei wird die Sicherung gegen Lockerung entweder durch eine genügende Anzahl (2 bis 3) solcher Bolzen oder durch exakte Aneinanderreihung der Lappen der hintereinander folgenden Schaufeln oder durch Spannbolzen oder Keile, die zwischen je zwei Schaufeln eingetrieben werden, erreicht; es stützen sich hiemit in den beiden letzten Fällen die Schaufeln gegenseitig gegen Lockerung.

Die Disposition der Lappen gegen die Nabenscheibe muss derart getroffen sein, dass die Bolzen bei möglichst gegen die Mittelebene des Rades symmetrischer Belastung der Hauptsache nach auf *Abscheerung* beansprucht werden; es ist daher vollkommen sattes Anliegen der Bolzen in den Löchern nötig. Von besonderem Interesse ist diesbezüglich die von der Firma Piccard, Pictet & Cie. verwendete und patentierte Konstruktion, bei welcher, zur Vermeidung konischer Löcher in Lappen und Nabenscheibe, jeder Bolzen in zwei Bestandteile aufgelöst ist: Eine Stahlhülse mit zylindrischer Aussenfläche und konischer Innenfläche ist in einem Meridianschnitt geschnitten, in dieselbe passt ein der konischen Innenfläche entsprechend geformter Bolzen, sodass bei achsialer Verschiebung der beiden Teile ein Auseinandertreiben der Hülse, also eine Vergrösserung des Umfangs derselben entsteht, womit wie leicht ersichtlich erreicht ist, dass die Löcher in den Lappen und in der Nabenscheibe zylindrisch sein können und doch ein sattes Aufliegen durch genügende Ausweitung der Hülse ermöglicht ist. Die Herstellung der einzelnen Bolzen nebst Hülsen kann leicht auf Spezialmaschinen erfolgen.

Dieses Detail ist angewendet bei der Turbine Pat. Kat.-Nr. 32020, Pos. Nr. 1.

Frühere Beispiele der Befestigungsart mit Lappen und Bolzen findet der Leser in der Schweiz. Bauzeitung<sup>1)</sup> Bd. LIV (S. 281 und 282): Turbine von 5500 PS der hydroelektrischen Anlage *Akersand*, konstruiert von Piccard, Pictet & Cie., Genf; Bd. LVI (Seite 16 u. 17): Turbine von 6000 PS im *Löntschwerk*, konstruiert von Th. Bell & Cie. in Kriens; Bd. LVII (Seite 32 und 33): Erreger-Turbine von 500 PS im *Adamellowerk*, konstruiert von Escher Wyss & Cie., Zürich. An letzterer Stelle ist durch die Darstellung der Generator-Turbine von 6600 PS (ebenfalls konstruiert von Escher Wyss & Cie., Zürich) ein älteres Beispiel für die zweite Befestigungsart zu finden.

2. Die Befestigung mittelst Klemmbacken oder Klemmringen.

Als erste Anwendung einer solchen ist wohl die an der Landesausstellung in Genf 1896 von der Firma U. Bosshard in Zürich vorgeführte Konstruktion (siehe Schweiz. Bauzeitung, Bd. XXVIII, Nr. 20 bis 26), Lauf- und Einlauf mit Regulierung zur Hochdruckturbine, Modell Nr. 2 zu bezeichnen.

Die Schaufeln erhielten auch in diesem Fall Lappen, deren tragende Flächen aber als mit der Drehachse koxiale und symmetrisch gegen die Mittelebene gelegene Kegelflächen ausgebildet sind, sodass ein Einklemmen der Schaufeln zwischen Nabenscheibe und einem Klemmring, an dem entsprechende Gegenflächen zu den konischen Lappenflächen angearbeitet sind, mittelst Zugschrauben vorgebracht wurde; die Sicherung der Lage der Schaufeln gegeneinander ist durch entsprechende Formgebung der Lappen behufs ununterbrochener Aneinanderreihung vorgebracht.

Dieser Grundgedanke ist nun in neueren und in ausgestellten Freistrahlturbinen in verschiedener Weise variiert zur Anwendung gekommen.

Bei Vergleich der neueren Anordnungen untereinander und mit der erwähnten ersten Ausführung erkennt man,

<sup>1)</sup> Die Beschreibungen sind je auch in Sonderabzügen erschienen, die von der Redaktion der Schweiz. Bauzeitung bezogen werden können.

dass die Firmen J. J. Rieter & Cie. und Th. Bell & Cie. die Anordnung der Einklemmung der Schaufeln zwischen der Nabenscheibe und einem Klemmring beibehalten, jedoch ebenso wie die anderen Firmen, die sich dieser Befestigungsart bedienen, die Form der Tragflächen im Sinne der Vermeidung grosser axialer Komponenten dem Drucke an denselben geändert haben.

Die Firma Ateliers de Constructions mécaniques de Vevey trennt die Nabenscheibe von der Nabe ab; sie wendet zwei Nabenscheiben an, zwischen welchen vollkommen symmetrisch einerseits die Nabe, andererseits die Schaufeln an Tragflächen ähnlicher Art, wie bei Rieter, eingeklemmt werden.

Escher Wyss & Cie. wieder benützen die volle Nabenscheibe und klemmen an diese ebenfalls in vollkommen symmetrischer Weise die Schaufeln mittelst Klemmbacken, die in ihrer Gesamtheit sich zu zwei aus kongruenten Sektoren gebildeten Ringen zusammenformen; durch Anwendung zweier Lappen bei jeder Schaufel wird eine Erhöhung der Festigkeit und Stabilität angestrebt. Die zur Erzeugung der Klemmwirkung nötigen Schrauben sind nur auf Zug beansprucht und haben keine Umfangskraft zu übertragen; die Sicherung gegen Lockerung ist durch genaues Aneinanderreihen der Schaufeln ohne Zwischenräume an den Berührungsstellen der Lappen erreicht.

In ganz anderer Weise hat die Firma Piccard, Pictet & Cie. in Genf an der Turbine für Fully das Problem gelöst; es war derselben die Aufgabe gestellt, eine geeignete Verbindung ohne Benützung von *Schrauben* oder *Nieten* und ohne getrennte Klemmringe oder Backen zu konstruieren; die Lösung ist folgende:

Im Randwulst der Nabenscheibe ist eine gegen die zylindrische Außenfläche offene schwabenschwanzförmige Rille mit gegen die Mittelebene symmetrischem Querschnitt eingedreht; in diese Rille passen die zwei Lappen jeder einzelnen Schaufel derart, dass die kongruenten konischen Tragflächen der Rillen und Lappen zur Berührung kommen können, wie dies auch bei der oben angegebenen Grundform der Fall ist. An einzelnen Stellen des Umfangs sind in den Rillenwänden derartig geformte Ausnehmungen angeordnet, dass man an einer solchen Stelle eine Schaufel einstecken, dann dieselbe verschieben und die weitern Schaufeln in gleicher Weise nachfolgen lassen kann. Auf diese Weise ist es also möglich, alle Schaufeln am ganzen Umfang unterzubringen, ohne dass eine derselben herausfallen kann. Es ist nun noch notwendig, das satte Anliegen der Tragflächen und hiemit das Festklemmen zu erzeugen, und die Schaufeln untereinander abzustützen. Zu diesem Zwecke würde es genügen, die Schaufellappen an ihren Berührungsflächen, dort wo sie aus der zylindrischen Außenfläche der Nabenscheibe heraustreten, mit Keilnuten zu versehen, die parallel zur Drehachse der Turbine liegen und in diese Keile zu treiben, die auf dem Nabenscheibenumfang aufliegen, die Schaufeln radial nach aussen drängen und auf diese Weise die Berührung an den Tragflächen der Rillen und Lappen hervorbringen. Man erkannte jedoch, dass das notwendige gleichmässige Eintreiben der vielen Keile am ganzen Umfang nicht realisierbar ist, und entschloss sich zu folgender Ausführung: statt der Keile wurden Prismen mit trapezförmigem nach aussen konvergierendem Querschnitt verwendet und dementsprechend auch die Nuten in die Schaufellappen mit solchem Querschnitt ausgearbeitet; die Prismen können im kalten Zustand leicht in die Nuten eingeschlagen werden. Nun wird die Nabenscheibe ohne eingesteckte Schaufeln und Prismen gleichmässig erwärmt, sodass deren Umfang vergrössert wird; die kalten Schaufeln und Prismen können jetzt leicht eingeschoben und genau gestellt werden. Zwischen Radumfang und einigen in gleichen Abständen verteilten Prismen werden sodann Streifen aus Maschinenblech von entsprechender Stärke eingeschoben, sodass beim Erkalten und dem hiedurch verursachten Zusammziehen der Nabenscheibe, die Schaufeln wegen der trapezförmigen Form der Prismen relativ nach aussen gedrängt werden, wodurch

die nötige Berührung an den Tragflächen der Nabenscheibenrille und der Schaufellappen entsteht. Es ist begreiflich, dass die Durchführung dieser originellen und genialen Befestigungsart nicht ohne Proben verschiedener Art zur endgültigen Anwendung gebracht werden dürfte; in der Tat sind solche Proben auch bereits an einer der gelieferten Turbinen im Gange und wird der Konstrukteur, Herr dipl. Masch.-Ing. Prof. René Neeser der Universität Lausanne seiner Zeit hierüber berichten.

Andere Variationen der Schaufelbefestigung und die eingehenden Darstellungen der eben geschilderten werden in den Spezialberichten gebracht werden.

#### b) Nadeldüse und Nadel.

Die Nadeldüse besteht im Allgemeinen aus dem Krümmer, der an das Zuleitungsrohr anschliesst und die hintere Führung für die Nadelstange enthält, dem Träger für deren vordere Führung und der Haube mit Mündung. Die Nadel besteht aus dem eigentlichen Nadelkörper und der Nadelstange; letztere ist bei der Ausführung von Rieter bei allen Lagen der Nadel durch ein diese umgebendes Rohr gedeckt. Als Material für die Nadel ist teils Bronze, teils Stahl verwendet.

Von Bedeutung ist das Verhältnis des maximalen Strahldurchmessers zum Raddurchmesser; soweit bisher erhältlich, sind die Masse dieser Durchmesser im Verzeichnis angegeben; man erkennt, dass die Turbine der Anlage Borgne (Kat. Nr. 32006, Pos. Nr. 1) mit  $d = 0,2\text{ m}$  den grössten Strahldurchmesser<sup>1)</sup> besitzt, bei einem Verhältnis  $d:D = 1:12,5$ ; an der Turbine für Fully ist  $d = 0,038$  und  $d:D = 1:93$ .

#### c) Strahlablener.

Die Ablenkfläche wird durch eine Röhre oder Platte gebildet, die auf einer zweiarmigen Schwinge befestigt ist, deren Antrieb durch den Reguliermechanismus erfolgt; ihre Form ist bei den verschiedenen Ausführungen verschieden, jedoch immer so beschaffen, dass der Strahl in den Ablauftunnel abgeführt wird; Escher Wyss & Cie. und J. J. Rieter & Cie. führen den Ablenker von unten, Piccard, Pictet & Cie., Th. Bell & Cie. und die Ateliers de Constructions mécaniques de Vevey von oben in den Strahl ein.

#### d) Mechanismen zur kombinierten Bewegung des Strahlablenners und der Nadel.

Bekanntlich liegt dieser Kombination die Idee zu Grunde, bei eintretender Entlastung rasch durch Strahlableitung die Zufuhr von hydraulischer Energie zum Rad zu vermindern oder ganz abzustellen, gleichzeitig aber eine entsprechend langsame Verschiebung der Nadel bis zu der, der neuen Belastung entsprechenden Stellung einzuleiten und schliesslich den Strahlablener wieder aus dem Bereich des Strahles so weit herauszuziehen, dass dessen Eintrittsstelle möglichst nahe dem Strahl bleibt.

Da bei diesem kombinierten Vorgang die Schliessgeschwindigkeit der Nadel genügend verkleinert werden kann, so wirkt diese Kombination nicht nur im Sinne der Regulierung der Energiezufuhr zum Rade, sondern auch als automatischer Druckregler.

Bei Belastung wird die Nadel eingezogen, also der Austrittsquerschnitt vergrössert, und der Strahlablener nur in die der neuen Strahldicke entsprechende Stellung ausgelenkt. Die detaillierte Beschreibung der hiezu verwendeten, sinnreichen Mechanismen kann nur an Hand entsprechender bildlicher Darstellungen erfolgen und wird daher in den Spezialberichten erscheinen.

An dieser Stelle sei nur bemerkt, dass natürlich in allen Fällen die Einleitung der Bewegung der für die Verstellung nötigen Servomotoren von einem Fliehkraftregler aus erfolgt, der auf Regulierventile wirkt, die in entsprechender Weise zur Ueberführung in den neuen Beharrungszustand mit Rückführungsmechanismen versehen sind; dass ferner teils getrennte Servomotoren für beide

<sup>1)</sup> Es ist dies überhaupt der stärkste bis jetzt verwendete Strahl.

Bewegungen angewendet werden, teils Dispositionen, die so getroffen sind, dass deren Anordnung die Verwendung eines normalen Druckölregulators ermöglicht, von dessen Regulierwelle aus, unter Einschaltung kraftschlüssiger und kataraktartiger Verbindungen die kombinierten Bewegungen eingeleitet werden.

*e) Gehäuse.*

Diese sind teils in Blechkonstruktion, teils in Gusseisen ausgeführt, ruhen durchwegs auf gusseisernen Fundamentrahmen, an welche Schutzwände und Strahlbrecher anschliessen, um das Fundamentmauerwerk vor dem Angriff des aus dem Rad tretenden Wassers zu schützen; eine besondere auch im Spezialbericht zur Beschreibung gelangende Konstruktion ist an der Turbine für Fully verwendet; das abströmende Wasser wird dort in einen Kanal abgeführt und durch Schikanen beruhigt.

*f) Wellen und Lager.*

Die Wellen sind durchwegs aus Stahl angefertigt und in Ringschmierlagern gelagert; bei grösseren Ausführungen, z. B. derjenigen für die Anlagen Borgne und Saaheim, wird das Öl in Kühlslängen gekühlt und die hierfür notwendige Zirkulation durch eine Oelpumpe bewirkt.

*C. Oeldruckregulatoren.*

An allen Ausführungen findet man folgende Hauptbestandteile:

1. Die Oelpumpe mit Antrieb und dem Kolbenservomotor zumeist in gemeinschaftlichem Gehäuse;



Abb. 3. Pavillon der Papierindustrie. — Architekt E. Baumgart, Bern.

lichen Darstellungen und somit in den Spezialberichten erfolgen.

Es sei an dieser Stelle folgendes aufgezählt:

Die Oelpumpen sind teils als Kapselpumpen, teils als ventilllose mehrfache Rotations-Kolbenpumpen mit oszillierenden Zylindern ausgeführt und mittelst Riemenscheiben angetrieben; die Kolbenservomotoren sind teils doppeltwirkend, teils mit Differentialwirkung konstruiert; der Antrieb der Regulierwelle erfolgt z. B. bei den Konstruktionen von Escher Wyss und Rieter von der Mitte des Kolbens aus mittelst eines Hebels, dessen Ende in einem im Kolben untergebrachten Gelenk gleitet, in den Konstruktionen von Th. Bell & Cie. an einem Ende des Kolbens mittelst des Hebels und Schubstange, wobei die Disposition derart getroffen ist, dass der Antrieb bequem der Lage der Regulierwelle angepasst werden kann.

Die Konstruktionen der Fliehkraftregler sind ebenfalls sehr verschieden. Bei den meisten Konstruktionen ist die Federbelastung auf die Hülse wirkend. Escher Wyss & Cie. verwenden Jahns Regler mit federbelasteten Schwunggewichten. Die Gelenke sind zum Teil als Scharniere, zum Teil in Schneiden ausgeführt. Interessant sind die von Piccard, Pictet & Cie. verwendeten, aus Blattfedern bestehenden Gelenke. Der Antrieb der Reglerwelle erfolgt entweder mit Schraubenräädern oder mit Kegelräädern von einer horizontalen Welle aus, die ihrerseits mittelst Riemenantrieb von der Turbinenwelle aus angetrieben wird.



Abb. 4. Aus der Gruppe „Weinbau“. — Arch. Joss & Klauser, Bern. — Abb. 5. „Landwirtschaftliche Hilfsprodukte“.

2. den Fliehkraftregler mit Oelpumpe und Antrieb;
  3. das Regulierventil;
  4. das Steuerungs- und Rückführungsgestänge, die Tourenverstellung;
  5. der Antrieb der Regulierwelle;
  6. einen ein- und ausschaltbaren Handantrieb;
  7. diverse Sicherheitseinrichtungen;
  8. Armaturen für Schmierung und Beobachtung.
- Die Beschreibung der jeweiligen Gesamtanordnung und der Detailkonstruktion kann nur an Hand von bild-

Die Regulierventile sind im Allgemeinen vorgesteuerte Ventile und je nach der Wirkung des Servomotorkolbens einfach oder doppelt steuernd.

Die Rückführung ist zumeist auf positiven Ungleichförmigkeitsgrad eingestellt, doch sind auch einige Ausführungen für Isodromeinstellung vorhanden, namentlich stellen J. J. Rieter & Cie. einen speziellen Isodromregulator aus.

Die Einrichtungen für die Kupplung der Handantriebe bestehen teils aus einschwenkbaren Kulissen, teils aus einrückbaren Schraubenwerken.



Als besondere Sicherheitseinrichtung seien die Mechanismen erwähnt zur Abstellung der Turbine, wenn der servomotorische Druck entweder eine gefährliche Höhe erreicht oder so tief sinkt, dass zu befürchten ist, dass der Regulator die Herrschaft über die Turbine verliert.

Aus dieser kurzen, allerdings durchaus nicht vollständigen Uebersicht — es fehlt eben noch viel Material an Zeichnungen und Beschreibungen, die zwar von den einzelnen Firmen wohl in Vorbereitung genommen worden sind, deren Einsendung jedoch bisher aus Anlass der laufenden, europäischen Katastrophe noch nicht erfolgen konnte — ergibt sich, dass die Bestrebungen des schweizerischen Wasserturbinenbaues nach wie vor dahin gerichtet sind, die in den Wasserläufen vorhandene Energie für die Dienste des Menschen in möglichst vielseitiger und vollkommener Weise nutzbar zu machen und dass hierbei die Hilfsmittel der Wissenschaft, wie die praktische Erfahrung, in ihrem ganzen derzeitigen Bestand verwendet werden. Möge dieser Zweig der friedlichen Technik bald wieder seine Tätigkeit in vollem Umfang aufnehmen können.

Zürich, im August 1914.

### Die Architektur an der Schweiz. Landesausstellung Bern 1914.

(Fortsetzung von Seite 128, mit Tafeln 20 und 21.)

Im Anschluss an die Ausführungen unseres Berichterstatters in letzter Nummer bringen wir auf Tafel 20 und in Abbildung 3 noch drei Beispiele der von ihm als besonders „ausstellungsmässig“ charakterisierten Bauten von Baumgart und von Joss & Klauser. Von diesen sagte Bernoulli, es seien keine Putzmodelle von Massivbauten, sondern wirkliche Bretterhäuser mit geringen Leibungstiefen und horizontalen Dachvorsprüngen. Auf die Verwendung der Farbe sei auch das Innere abgestellt. Von diesem Innern geben Abb. 4 und 5 eine Vorstellung. Rein dekorativ, unter der Benützung der betr. Kantonsfarben sind die Flaschenweine oder richtiger die Weinflaschen-Batterien ausgestellt. In etwas anderer Weise kommen die für den Fernerstehenden an sich absolut uninteressanten landwirtschaftlichen Hilfsprodukte, wie Kunstdünger und dergleichen, in origineller Aufmachung und Gruppierung zur Schau. Dabei sind die z. T. lebhaften und schönen Farben der Chemikalien wirkungsvoll in den Gesamteindruck mit einzogen, sodass auch dieser anscheinend undankbare Stoff im Gesamtbild zu seinem Rechte kommt.

Rein ausstellungsmässig behandelt ist u. a. auch das Innere der grossen Automobil-Halle (Gruppe Ingenieurwesen (Abb. 6, S. 142), hier zwar mit den einfachsten Mitteln: in der ganz weiss ausgeschlagenen Halle sind einzig die Dachbinderebenen durch lebhaft rote Stoffstreifen in einheitlicher Wiederkehr belebt. Von vortrefflichem Aussehen ist hier auch der gelbliche, terrazzoartige Fussboden, der als ganz dünne „Eisenbeton“-Schichte mit Drahtgeflecht-Armierung unmittelbar auf den verebneten Erdboden auf-

getragen ist und sich bis dahin sehr gut bewährt hat. Vom Aeussern dieses Gebäudes der Arch. Zeerleder & Bösiger zeigen die Abbildungen 7 und 8 zwei Eingänge mit den von Bildhauer W. Schwerzmann modellierte Insignien.

Wieder dem Charakter des Ausstellungsgutes angepasst, fast durchweg in sehr geschickter Weise, sind die

Räume der Textilindustrie-Hallen und zwar stammt der innere Ausbau von verschiedenen Architekten. Zu dem Vornehmsten gehören hier die durch die Zürcher Architekten Streiff & Schindler geschaffenen Ausstellungsräume, wie sie z. B. in Abb. 9 und Tafel 21<sup>1)</sup> oben gezeigt werden. Vor allem empfindet man hier ein Gefühl wohltuender Ruhe, erzielt durch grosse Weitläufigkeit, diskrete Farbgebung der Architekturteile und einheitliche Zusammenfassung der Ausstellungs-Waren.

Dies war nur zu

erreichen durch die Vereinigung der Industrie-Gruppen zu zahlreichen Kollektiv-Ausstellungen, in denen der Einzelne zum Vorteil des Ganzen sich bescheidet und auf jegliche Reklame-Aufdringlichkeit verzichtet. Das geht so weit, dass in manchen der Vitrinen die Gegenstände gar keine Erzeuger-Namen, sondern nur kleine Nummern tragen; daneben hängende Verzeichnisse geben dem, der sie wünscht, die notwendigen Aufschlüsse über die Herkunft. Nicht nur im ganzen Raum, sondern auch im einzelnen Schauschrank oder Schaufenster ist alles im Hinblick auf den *Gesamt-Eindruck* geordnet, dessen Wirkung auf *Einheitlichkeit* und *Harmonie* beruht. Wohl den Höhepunkt des Erreichten bildet der im Grundriss elliptische Raum der Zürcher Seiden-industrie, deren wundervolle Stoffe und Farben aus den weissen Rahmen durch den weiten Raum leuchten. Die führende Hand der Architekten ist in diesen Textilhallen unverkennbar, wie auch umgekehrt in vereinzelten Fällen ihr Fehlen offensichtlich in die Erscheinung tritt.

Aber auch in andern Hallen begegnet man erfreulichen Einflüssen der Architekten auf das Auftreten der Industrie, sogar in dem mit Recht als protzig und überladen bezeichneten Chocoladenpavillon. Von modernem Wesen und feinem Geschmack zeugt hier der streng symmetrische, acht-eckige Raum der Chocoladefabriken von Lindt & Sprüngli, der den Direktor der Zürcher Kunstgewerbeschule, Alfr. Altherr zum Schöpfer hat (Tafel 21, unten). Weiss und Schwarz, dunkelgrüne Möbelbespannung und weiss-grünschwarz gefärbtes, geometrisch geformtes Oberlicht geben dem Raum den vornehmen Eindruck, der den feinen Erzeugnissen der ausstellenden Firma entspricht.<sup>2)</sup>

### Miscellanea.

**Ausnutzung der Dampfquellen in der Toscana für Kraftzwecke.** Eine wenig bekannte Naturerscheinung sind die in den nördlichen Bergen der Toscana, südlich von Volterra auftretenden borsäurehaltigen Dampfquellen. Die Ausbeutung dieser Quellen („soffioni“) zur Gewinnung von Borsäure geht schon auf das Jahr

<sup>1)</sup> Die von den Monopol-Iuhabern für photographische Ausstellungs-Aufnahmen z. T. ungünstig aufgenommen Bilder vermitteln den Eindruck leider nur annäherungsweise.

<sup>2)</sup> Für Wandbild und Palme ist der Architekt nicht verantwortlich.



Abb. 9. Kollektiv-Ausstellung der Fein- und Exportstricker. — Arch. Streiff & Schindler, Zürich.