

# Mitteilungen über Parsons-Dampfturbinen

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **39/40 (1902)**

Heft 22

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-23370>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Mitteilungen über Parsons-Dampfturbinen. I. — Einige Zahlen betreffend die schweizer. Elektrizitätswerke. II. — Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen für öffentliche Brunnen in der Stadt Zürich. — Miscellanea: Eidg. Polytechnikum. Kantonales Technikum Burgdorf. Ausdehnung des elektrischen Bahnbetriebes in Italien. Mehrfachtelegographie-

System. Albula-Tunnel. — Nekrologie: † Conrad Hitz. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender der eidgen. polytechnischen Schule in Zürich: Stellenvermittlung. XXXIII. Adressverzeichnis.

Hiezu eine Tafel: Wettbewerb für öffentliche Brunnen in Zürich.

## Mitteilungen über Parsons-Dampfturbinen.<sup>1)</sup>

### I.

Durch freundliches Entgegenkommen der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz), welche den Bau der Parsons-Dampfturbine für die meisten Staaten des Kontinents übernommen hat, ist uns in letzter Zeit Gelegenheit geboten worden, die Werkstätten der Dampfturbinen-Abteilung dieser Firma zu besichtigen und in deren Versuchsraum eine solche Maschine im Betrieb, sowie eine grössere Anzahl derselben für verschiedene Leistungen in Montage zu sehen. Dieses bietet uns Anlass, um im Anschluss an die über diese Maschinengattung bereits im Bande XXXV, Nr. 22 und 24 gebrachten Mitteilungen einiges über die Ergebnisse zu berichten, die von der genannten

Maschinenbauanstalt seit Veröffentlichung jenes Artikels, d. h. seit der Zeit erzielt worden sind, in der sie sich mit dem Bau der Dampfturbinen beschäftigt. Wir schicken einige kurze Betrachtungen über den Bau und die Wirkungsweise der Parsonsturbine voraus.

Die Parsonsturbine, wie sie in neuerer Zeit zur Ausführung kommt, ist eine achsiale Turbine mit voller Beaufschlagung. Sie besteht im wesentlichen (Abb. 1) aus einer

Gehäuse befestigt und in radialer Richtung von aussen nach innen, also gegen die Trommel zu stehend angeordnet, während die Schaufeln der Laufräder, die auf der drehbaren Trommel befestigt sind, radial nach aussen, also gegen das Gehäuse zu stehen. Die letzteren Schaufeln bilden parallele Schaufelkränze, die sich zwischen den feststehenden Leiträdern bewegen. Die Laufräder sind nach aussen und die Leiträder nach innen zu offen. Der Dampf wird durch ein einziges Ventil *V* (Abb. 2 S. 238) eingelassen und zwar in der Weise, dass er auf der Seite des kleinsten Trommeldurchmessers *A* (Abb. 1) einströmt und sich expandierend in achsialer Richtung durch die verschiedenen Turbinenräder bis zum Abflussrohr *C* bewegt. Die gesamte Druckdifferenz zwischen der Admissions- und der Auspuff-, bzw. Kondensatorspannung im Raum *C* wird also in eine den vor-

handenen Räderpaaren entsprechende Anzahl kleinerer Gefälle zerlegt, wodurch verhältnismässig niedrige Umfangsgeschwindigkeiten der Laufräder erzielt werden können. Der bei *A* eintretende Dampf erzeugt durch seine Arbeitsleistung, ähnlich wie das Wasser bei den Wasserturbinen, direkt eine rotierende Bewegung. Seine Wirkungsweise kann folgendermassen erklärt werden: Beim Durchströmen des ersten feststehenden Leitrades führt der Dampf

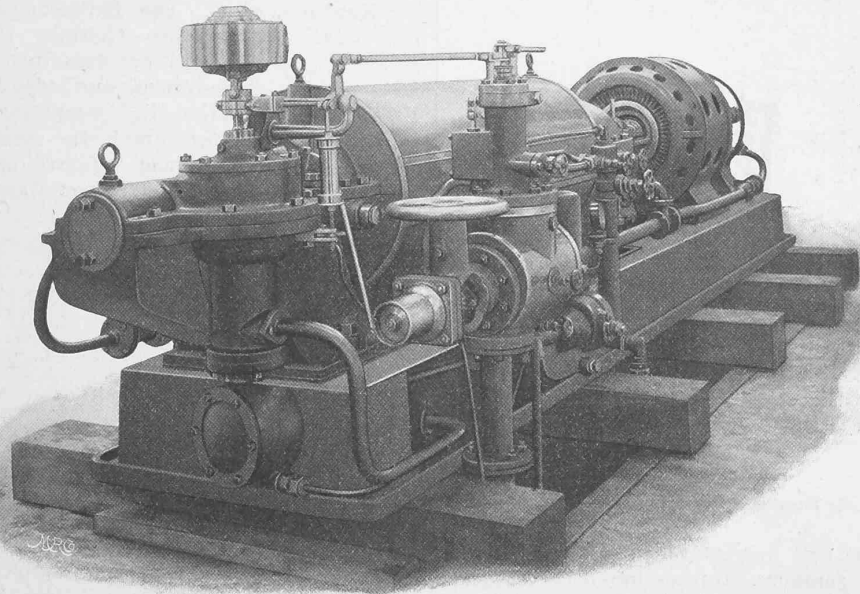


Abb. 4. Parsons-Dampfturbine. Erbaut von *Brown, Boveri & Cie.* in Baden (Aargau). Ansicht des Steuerungsmechanismus.

handenen Räderpaaren entsprechende Anzahl kleinerer Gefälle zerlegt, wodurch verhältnismässig niedrige Umfangsgeschwindigkeiten der Laufräder erzielt werden können.

Der bei *A* eintretende Dampf erzeugt durch seine Arbeitsleistung, ähnlich wie das Wasser bei den Wasserturbinen, direkt eine rotierende Bewegung. Seine Wirkungsweise kann folgendermassen erklärt werden: Beim Durchströmen des ersten feststehenden Leitrades führt der Dampf

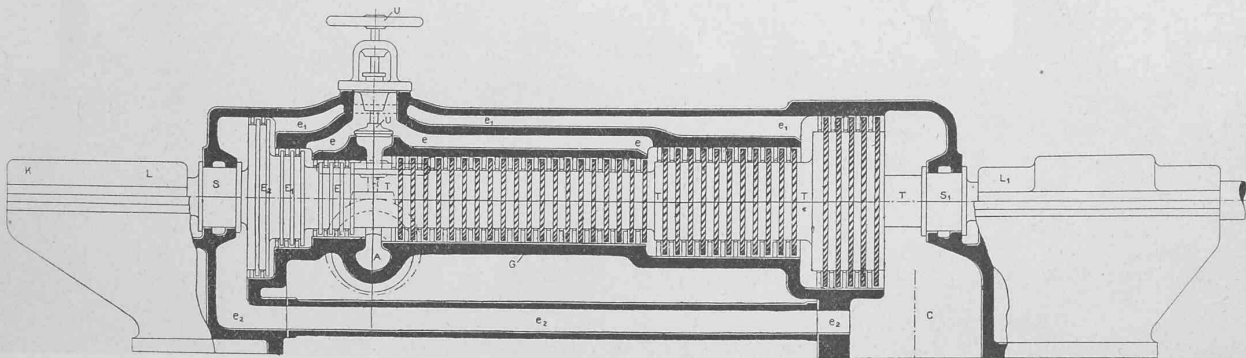


Abb. 1. Parsons-Dampfturbine von *Brown Boveri & Cie.* — Schematischer Längenschnitt.

in zwei Lagern *L* *L*<sub>1</sub> drehbaren und mit verschiedenen Abstufungen versehenen horizontalen Trommel *T*, die von einem feststehenden, ebenfalls entsprechend abgestuften, zweiteiligen Gehäuse *G* in einem gewissen Abstand umgeben ist. In diesem so gebildeten, längs der Trommel konzentrisch verlaufenden freien Raum ist eine Anzahl Turbinenräder untergebracht. Die Schaufeln der Leiträder sind an dem äusseren

<sup>1)</sup> Nach Angaben, die uns von Herrn Ingenieur *E. Vannotti* in Baden zur Verfügung gestellt wurden. Die Red.

eine teilweise Expansion aus und übt dadurch eine Aktionswirkung auf die unmittelbar darauf folgenden Schaufeln des ersten Laufrades aus. In diesen Schaufeln ändert der Dampf seine Richtung, expandiert weiter und strömt in das zweite feststehende Leitrad über. Die bei diesem Vorgang entstehende Reaktionswirkung auf die Laufradschaufeln unterstützt und vermehrt die Aktionswirkung der ersten Beaufschlagung. In dem zweiten Leit- bzw. Laufrad, sowie in den folgenden wiederholt sich diese Wirkung des Dampfes.

Die Parsonsturbine nützt also sowohl die Expansionsenergie des Dampfes, wie bei den Kolbendampfmaschinen, als auch die bei letzteren möglichst vermiedene Geschwindigkeits- oder Aktionsenergie des strömenden Dampfes aus. Die Wirkung des Dampfes in der Turbine entspricht demgemäß einer rationellen Vereinigung des Aktions- und des Reaktionsprincipes.

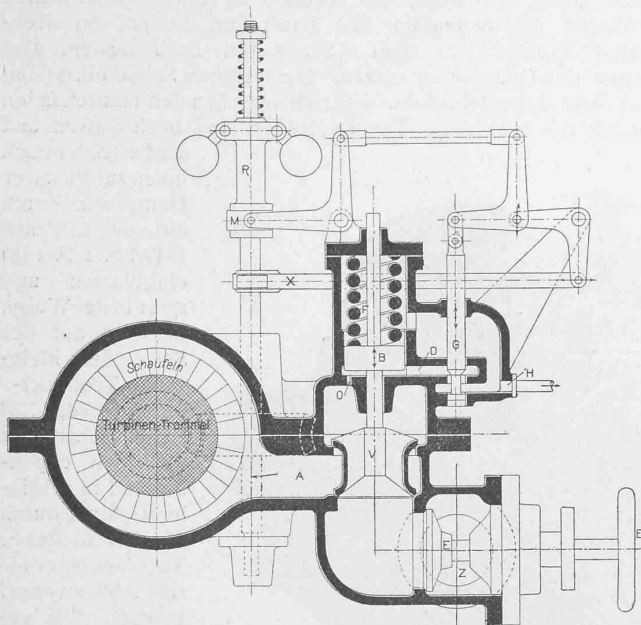


Abb. 2. Steuerungsschema der Parsonsturbine von *Brown, Boveri & Cie.*

Da das Volumen des durchströmenden Dampfes mit abnehmendem Drucke zunimmt, so muss durch eine stufenweise Vergrößerung der radialen Schaufellänge sowie des Trommel-, bzw. Gehäusedurchmessers die notwendige Vermehrung des Durchflussquerschnittes erzielt werden. Die Abbildung 1 sowie die bei abgehobener Verschalung aufgenommenen Ansichten in einigen der folgenden Abbildungen

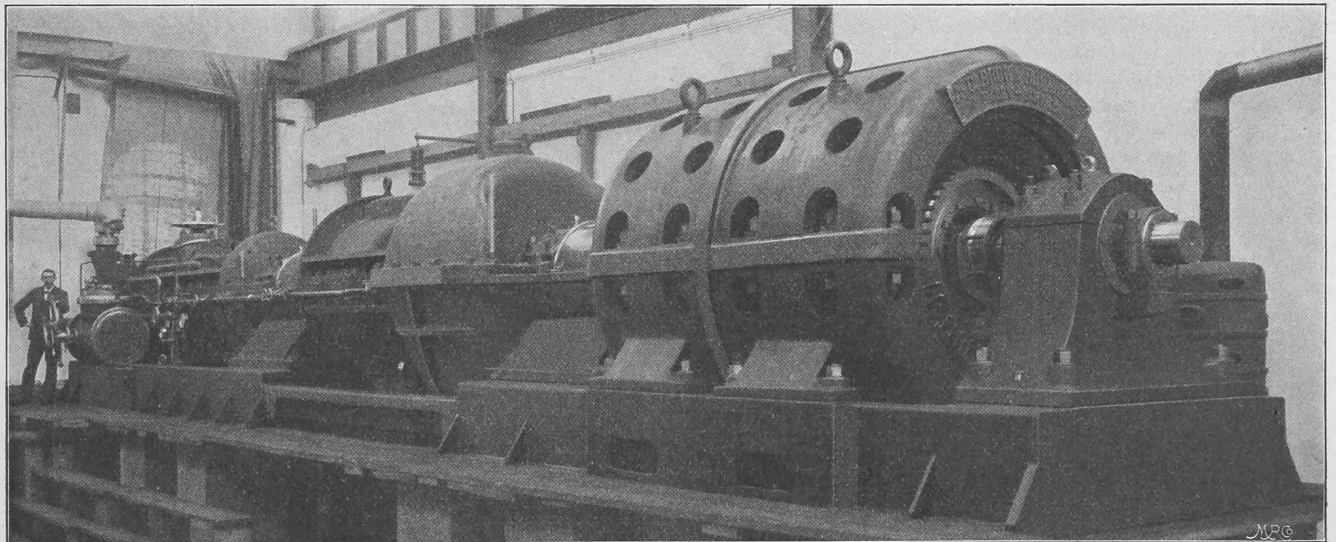


Abb. 6. Parsonsturbine mit Wechselstrommaschine von 5000 P. S. bei 1360 min. Umdr. für das Elektrizitätswerk Frankfurt a. M. Erbaut von *Brown, Boveri & Cie.* in Baden (Aargau).

von ausgeführten Turbinen lassen die stufenweise Vergrößerung des Cylinders deutlich erkennen.

Die Schauflung selbst ist derart ausgeführt, dass die einzelnen Turbinenräder bei jeder Belastung annähernd gleich viel leisten.

Da für grössere Leistungen von etwa 1500—2000 P. S. aufwärts eine einzige Trommel verhältnismässig gross und zu lang ausfallen würde, wird in solchen Fällen die gesamte

Expansion auf zwei Cylinder, bzw. zwei Trommeln mit einem dazwischen angeordneten Lager verteilt. Nach diesem Grundsatz sind z. B. die Turbinen für die Elektrizitätswerke Elberfeld (zwei Stück zu 1600 P. S.) für Mailand (3000 und 5000 P. S.) und für Frankfurt a. M. (5000 P. S., Abb. 6 und 7) ausgeführt.

Infolge der obenerwähnten Reaktionswirkung des Dampfes auf die Laufräder entsteht in der Trommel ein achsialer Schub in der Richtung des durchströmenden Dampfes. Dieser Schub wird mittels der Entlastungskolben  $E, E_1, E_2$  (Abb. 1), deren Abmessungen den einzelnen Cylinderabstufungen entsprechen, ausgeglichen. Der Druckausgleich zwischen den einzelnen Abstufungen erfolgt durch die Kanäle  $e, e_1, e_2$ . Die Entlastungskolben weisen keine mit dem feststehenden Gehäuse sich reibenden Teile auf, die Dichtung wird bei denselben vermöge der eigenartigen Labyrinthanordnung durch den Dampf selbst bewirkt. Es scheint, dass dabei die Dampfmoleküle, die den rotierenden Teil umgeben, durch die entstehende Reibung eine Centrifugalbeschleunigung erfahren und dadurch sozusagen zur Bildung eines Schleiers veranlasst werden, durch den

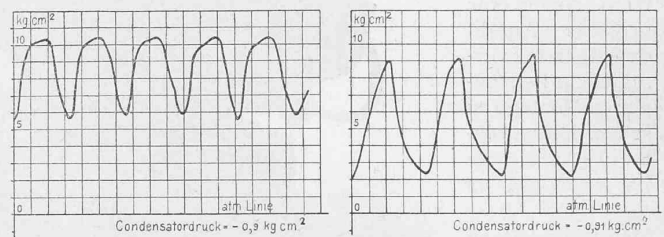


Abb. 3. Admissionsdiagramme bei voller und bei halber Belastung.

eine genügende Dichtung, bzw. ein gewisser Widerstand gegen das Durchströmen des Dampfes gebildet wird. Eine ähnliche Dichtung findet bei dem Austritt der Welle aus dem Gehäuse in  $S$  und  $S_1$  (Abb. 1) statt und verhindert das Eindringen der Luft in den Kondensationsraum  $C$ . Der Dampf, der dazu nötig ist, wird, wie wir später sehen werden, dem Abdampf der Steuerung entnommen. Diese

Dichtung ist so vorzüglich, dass man damit je nach Art der Luftpumpe und nach den vorliegenden Betriebsverhältnissen ein Vakuum bis zu 94 und 95% des Barometerstandes erhalten kann.

Der achsiale Spielraum zwischen den Leit- und Laufrädern beträgt einige Millimeter; er wird mittels eines gewöhnlichen Kammlagers am Kopfe der Welle bei  $K$  auf das gewünschte Mass eingestellt. Dieses Kammlager ist in-

folge der oben geschilderten Anordnung vollständig entlastet. Der radiale Spielraum zwischen dem festen und dem rotierenden Teile wird dagegen möglichst klein gehalten, immerhin aber gross genug, um im praktischen Betrieb zu keinen Unzukömmlichkeiten zu führen.

Die Parsonsturbinen werden gewöhnlich für Kondensation gebaut. Für diejenigen Fälle, wo die Dampfturbinen

Minute. Die Indikatordiagramme (Abb. 3), welche bei der Einlasskammer *A* (Abb. 2) aufgenommen wurden, zeigen deutlich die eigenartige Weise der Admission bei verschiedenen Belastungen. (Diese Diagramme sind selbstverständlich nur für den Verlauf des Druckes in der Einlasskammer massgebend. Die Abscissen sind nur eine beliebige Funktion der Zeit, bezw. der eingestellten Geschwin-

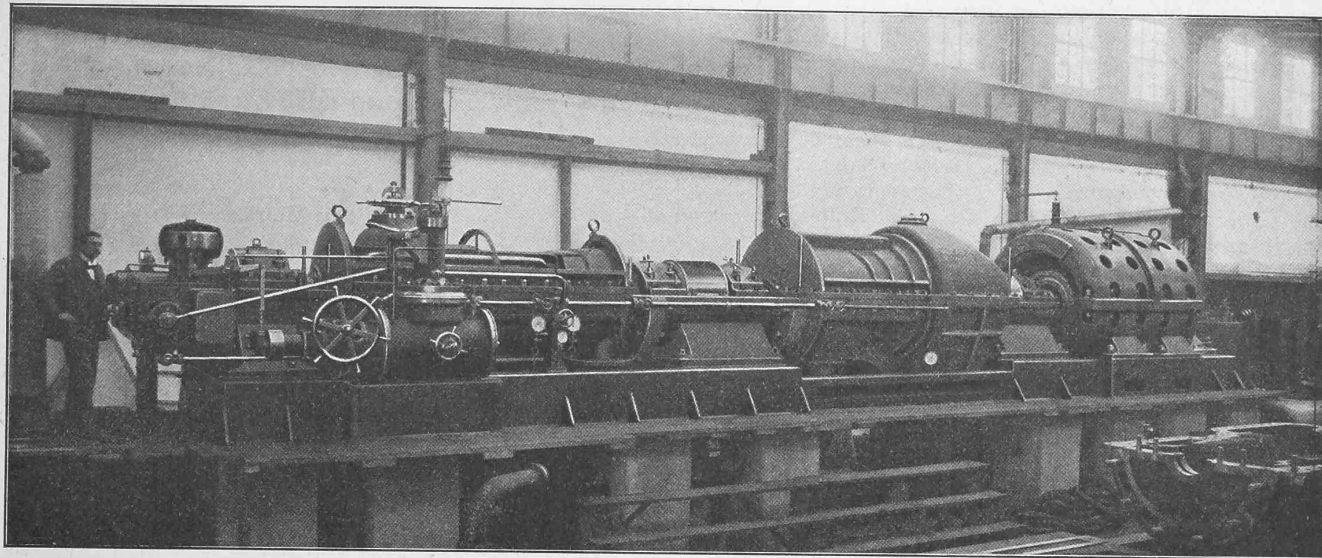


Abb. 7. Parsonsturbine mit Wechselstrommaschine von 5000 P. S. bei 1360 min. Umdr. für das Elektrizitätswerk Frankfurt a. M. Erbaut von *Brown, Boveri & Cie.* in Baden (Aargau).

ausser mit Kondensation auch zeitweise mit Auspuff arbeiten müssen, ist ein sogenanntes Umlaufventil *U* (Abb. 1) vorgesehen, durch welches der Admissionsdampf vermittels des Kanals *e* einer grösseren Abstufung der Trommel direkt zugeführt wird. Es wird somit dem Admissionsdampf ein grösserer Durchflussquerschnitt geboten, da beim

digkeit der Indikatortrommel.)

Die besondere Admissionsweise des Dampfes wird durch eine ständige Auf- und Niederbewegung des Einlassventiles bewerkstelligt, welche Bewegung wieder durch einen Dampfservomotor bedingt wird.

Abbildung 2 stellt in schematischer Weise den Me-

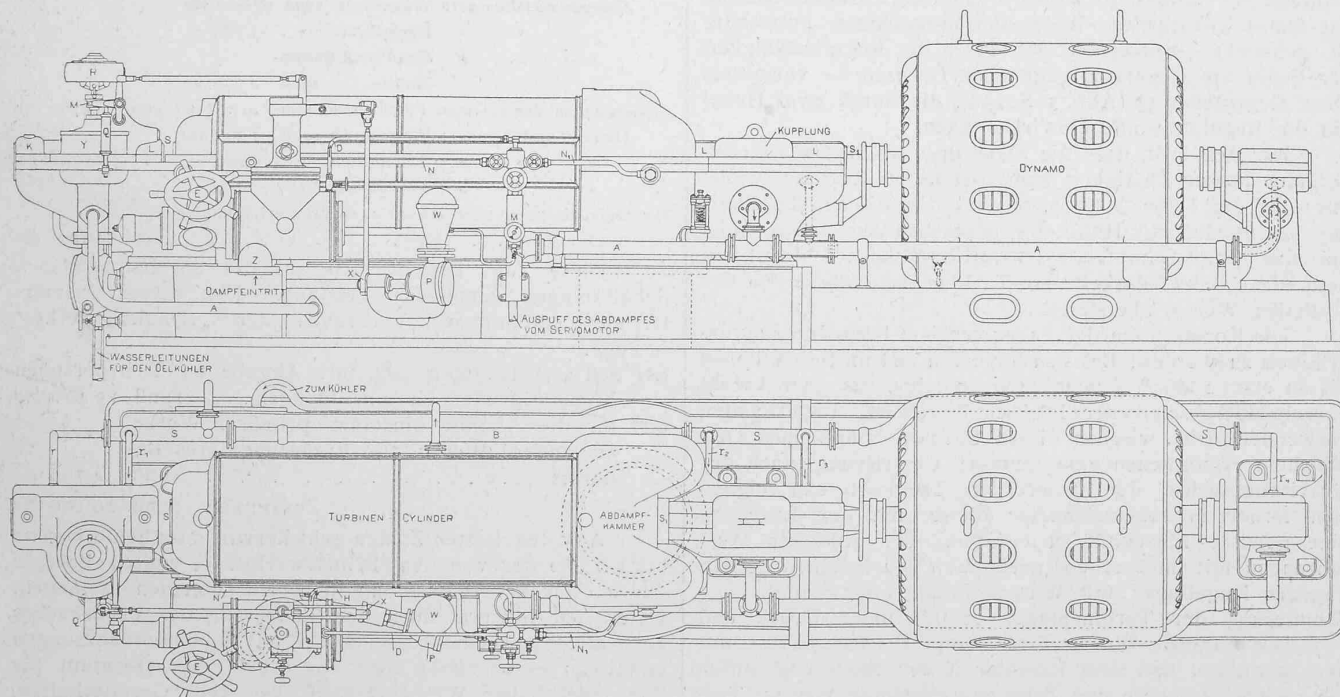


Abb. 5. Schematische Darstellung einer Parsonsturbine mit Dynamomaschine von *Brown, Boveri & Cie.*

Arbeiten mit Auspuff der Expansionskoeffizient bedeutend reduziert wird und der Dampfverbrauch für die gleiche Leistung wie beim Arbeiten mit Kondensation eine entsprechende Steigerung erfahren muss.

Der Dampfeintritt erfolgt nicht kontinuierlich, sondern intermittierend mit etwa 150—250 Admissionsen in der

chanismus der Steuerung dar; die Bezeichnungsbuchstaben dieser Abbildung sind des besseren Verständnisses halber auch in der Abbildung 5 wiederholt. In perspektivischer Ansicht wird die ganze Reguliervorrichtung in der Abbildung 4 (S. 137) veranschaulicht.

Durch das Haupt-Einlassventil *E*, das von Hand be-

wegt wird, tritt der Dampf in die Ventilkammer ein. Bei gehobenem Ventil kann derselbe von dort aus in die Admissionskammer *A* der Turbine überströmen. Durch die Oeffnung *O* in der Ventilkammer gelangt er unter den in einem kleinen Cylinder spielenden Kolben *B*, der auf der Stange des Ventils *V* festgekeilt ist. Je nachdem nun der Ausströmungskanal *D* durch den Kolbenschieber *G* mehr oder weniger geschlossen ist, vermag der Dampf den Kolben *B*, bezw. das Ventil *V* unter Ueberwindung des Widerstandes der Feder *F* zu heben. Der Kolbenschieber *G* führt eine auf- und niedergehende Bewegung aus, die durch den Excenter *X* bedingt wird. Dieser letztere ist vermittelt einer Schneckenradübersetzung von der Turbinenwelle aus angetrieben, sodass die Anzahl Schwingungsperioden in direktem Zusammenhang mit der Turbinengeschwindigkeit steht. Die mittlere Schwingungslage des Kolbenschiebers wird je nach der Stellung der Muffe des Centrifugalregulators *R* geändert, welche Aenderung sich natürlich auch auf die mittlere Schwingungslage des Kolbens *B* bezw. des Ventils *V* überträgt, ähnlich wie dies bei gewöhnlichen Servomotoren der Fall ist.

Der Abdampf des Servomotors steht in direkter Verbindung mit dem Cylinderraum oberhalb des Kolbens *B* und strömt durch den Kanal *H*, sei es bei Betrieb mit Auspuff ins Freie (Abb. 5), oder durch die Röhren *N N*<sub>1</sub> zu den Labyrinthdichtungen der Turbinenwelle in *S S*<sub>1</sub> (Abb. 1 S. 237). Um eventuell auch direkt auf die Stopfbüchsen Frischdampf leiten zu können, ist eine Vorrichtung angebracht, zu welcher das Rohr *D* (Abb. 5) gehört.

Diese eigenartige Weise, die Einströmung des Dampfes zu regulieren, hat den Vorteil, dass wenn man auch nur zeitweise Dampf von höherem Drucke verwendet, die Ausnutzung desselben in rationellerer Weise erfolgt als bei einer Regulierung auf reine Drosselung. Der Umstand ferner, dass die gesamte Steuervorrichtung in steter Bewegung gehalten wird, bewirkt ein leichteres, sichereres und genaueres Funktionieren derselben, als wenn sie in Ruhe wäre.

Die Veränderung der Geschwindigkeit der Turbine während des Ganges, die namentlich für die Parallelschaltung der damit gekuppelten Wechselstrommaschinen notwendig ist, geschieht — innerhalb der durch die Regulierfähigkeit der Feder am Regulator gegebenen Grenzen — vermittelt einer Gegenfeder *Q* (Abb. 5 S. 239), die durch zwei Hebel auf die Regulatormuffe einwirken kann.

Für den Fall, dass die Steuerung aus irgend welchen Gründen ausser Thätigkeit käme, ist an der Regulatorwelle, etwa auf der Höhe *Y* (Abb. 3) ein automatischer Regulator angebracht, der mit Hilfe eines einfachen Auslösemehanismus das Haupt-Dampfeinlass-Ventil *E* plötzlich schliesst, sobald die Geschwindigkeit der Turbine ungefähr 15% des normalen Wertes übersteigt.

Die Konstruktion der Lager verdient besonders hervorgehoben zu werden: Bei den kleineren und mittleren Typen bis zu etwa 1000 P. S. werden eigenartige, aus einer Anzahl übereinandergeschobener Büchsen bestehende Lagerschalen verwendet. Die zwischen diesen Büchsen befindlichen Oel-schichten ermöglichen eine gewisse Centrierung nach der Gravitationsachse der rotierenden Trommel und eignen sich ferner in ausgezeichnete Weise, um der Lagerung eine gewisse Elastizität zu erteilen. Bei grösseren Ausführungen mit entsprechend geringeren Tourenzahlen werden dagegen Kugellager mit Wasserkühlung angewendet. Die Schmierung der Turbinenlager erfolgt unter Druck und zwar auf folgende Weise: Eine Pumpe *P* (Abb. 5), die mit dem Regulator und dem Excenter *X* der Steuerung durch die gleiche Schnecke und Zahnradübersetzung von der Turbinenwelle aus direkt angetrieben wird, saugt das Oel aus einem in der Fundationsplatte befindlichen Oelreservoir an und drückt dasselbe durch einen ebenfalls in der Fundationsplatte befindlichen Kühler mit Wasserzirkulation in die Verteilungsleitung *B*, auf der auch ein Windkessel *W* angebracht ist. Von der Verteilungsleitung zweigen die einzelnen, kleinen Röhren *r*, *r*<sub>1</sub>, *r*<sub>2</sub>, *r*<sub>3</sub>, *r*<sub>4</sub> ab, die das Oel den Lagerschalen zuführen, aus denen es in eine Sammelleitung

gelangt und wiederum in das Oelreservoir zurückfliesst. Ein am Windkessel angebrachtes Manometer *M* zeigt ständig an, ob das Oel den nötigen Druck für die gewünschte Zirkulation erhält. Das Oel wird somit kontinuierlich zur Lagerschmierung verwendet; ein Auswechseln desselben ist nur nach Monaten nötig. Bei grösseren Turbinen werden Oelreservoir und Oelkühler gewöhnlich im Untergeschoss angeordnet. (Schluss folgt.)

## Einige Zahlen betreffend die schweizerischen Elektrizitätswerke.

Von Prof. Dr. W. Wyssling.

### II.

#### Grösse der Werke.

Wir haben, so gut als dies möglich war, die Leistungsfähigkeit der einzelnen Werke festgestellt, und zwar haben wir dabei die bei dem gegenwärtigen Maschinenbestand praktisch mögliche Leistung eingesetzt, ohne Berücksichtigung möglicher oder projektierte Erweiterungen.

Für Anlagen, die Wasserkraft mit kalorischer Reserve benützen, wurde dabei die Leistung der letzteren neben den auftretenden minimalen Wasserkraften berücksichtigt. In den Werken, bei denen einzelne Generatoren regelmässig in Reserve gehalten werden, sind diese in Abzug gebracht. Bei Anlagen mit Accumulatoren, die regelmässig während der Hauptstunden des Tages zur Ergänzung der direkten Kraft beigezogen werden (Lichtbetrieb), sind die Leistungen der Batterien ebenfalls mitgerechnet. Mit andern Worten: wir haben versucht, diejenigen Leistungen einzusetzen, welche die betreffenden Betriebsführungen bei ihren gegenwärtigen Einrichtungen jederzeit als maximale einsetzen könnten und würden.

Es ergab sich in dieser Weise für die ganze Schweiz folgende Gesamt-Leistungsfähigkeit:

a) und b) Leistung der primären Elektrizitätswerke mit Inbegriff derjenigen für die elektrischen Bahnen . . . . .	rund 103 200 <i>kw</i>
Hiervon entfallen auf: Wasserkraft	rund 97 600 <i>kw</i>
» » » Dampfkraft	» 3 100 »
» » » Gas-Petrol-Benzin-	
Motoren	rund 2 500 »
c) Leistungen der privaten Fernübertragungen . . . . .	total rund 7 700 <i>kw</i>
Hiervon entfallen auf: Wasserkraft	rund 7 300 <i>kw</i>
» » » Dampfkraft	» 200 »
» » » Gasmotoren	» 200 »
Die Gesamtleistung aller dieser « primären » Kraftanlagen	
beträgt somit . . . . .	rund 110 900 <i>kw</i>

Diese Zahl bezieht sich auf die an den primären Schaltanlagen gemessene Leistung. Der dieser Primärleistung entnommene Verbrauch der „Sekundärwerke“ beträgt:

Bei den selbständigen, sich mit Abgabe an Drittpersonen beschäftigenden Unternehmungen . . . . .	rund 15 400 <i>kw</i>
und für die Abgabe einzelner primärer Werke an andere Werke zur Ergänzung ihres Bedarfes . . . . .	rund 4 700 „
Zusammen	rund 20 100 <i>kw</i>

Aus den letzten Zahlen geht hervor, dass heute bereits etwa 15% der von den Primärwerken erzeugten Energie durch Wiederverkäufer an den Konsumenten gelangen. Unter den letztern mag der Bedeutung des Verbrauches nach allerdings ein grösserer Teil auf Bahnunternehmungen entfallen; es verbleibt aber ein erhebliches Quantum für den eigentlichen Wiederverkauf, bei dem Gesellschaften, Gemeinden u. s. w. den „Kleinverkauf“ des Stroms betreiben. Solche Verhältnisse sind meist behufs Ueberwindung von Schwierigkeiten für die Erlangung der Konzessionen und dgl. entstanden, jedoch, wie wir glauben, nicht zum Vorteil der Konsumenten. Durch die Zwischenschaltung der Wiederverkaufunternehmung kann der Konsument weder besser noch billiger bedient werden. Die Bestrebungen nach Einrichtung solchen Wiederverkaufs seitens kleiner Gemeinden