

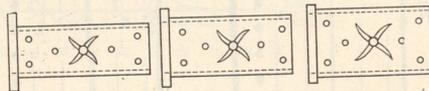
hier durch die einzelnen Schaufelkränze nach der Austrittsstelle *B*, welche entweder ins Freie oder nach dem Kondensator führt.

Der hierbei auftretende, bedeutende axiale Druck nach rechts wird durch drei Ausgleichskolben *k*, welche durch die Kanalverbindungen *i* entsprechende Gegendrucke erhalten, kompensiert. Hierzu sei noch insbesondere hervorgehoben, daß an den Stellen *B* und *C* gleicher Druck herrscht, welcher gegen die Atmosphäre höchstens um das Vakuum (bei Anwendung von Kondensation) differiert. Somit hat man an den Dichtungsstellen *D*, an welchen die Welle aus der Turbine tritt, mit keinen großen Überdrucken zu rechnen. Die Abdichtung an diesen Stellen erfolgt im Falle der Kondensation in bemerkenswerter Weise dadurch, daß denselben vermittelst der Röhren *h* Dampf zugeführt wird; hierdurch stehen die Lufträume an den Stellen *D* unter Druck, und es gelangen kleine Dampfmengen in das Vakuum; dasselbe wird durch den Eintritt der kleinen Dampfmengen nicht gestört, da sich dieselben sofort kondensieren, wohl aber wird der Eintritt von Luft durch die Dichtungsflächen vollkommen vermieden.

### Lagerung der Welle.

Wie wir gesehen haben, vermeidet Parsons die bei der de Laval-Turbine auftretende hohe Umdrehungszahl durch die Teilung des Spannungsgefälles. Immerhin beträgt auch bei der Parsons'schen Konstruktion die Tourenzahl noch mehrere tausend und erfordert die Lagerung der Turbinenwelle besondere Sorgfalt, da die Turbinenwelle, im Gegensatze zur de Laval'schen biegsamen Welle, starr ist. Die Lager

Fig. 111.



befinden sich an den Stellen *L* in Fig. 110. Sie werden aus mehreren ineinandergeschobenen Büchsen gebildet; durch die Trennungsschichten der einzelnen Büchsen wird Öl gepreßt. Hierdurch wird eine sehr elastische und nachgiebige Lagerung geschaffen. Fig. 111 zeigt die ineinander zu schiebenden Büchsen.

Außer den genannten beiden Lagern befindet sich am linken Ende der Welle noch ein verstellbares Kammlager *S*, welches die präzise Einstellung der Turbinenspindel in axialer Richtung ermöglicht.

### Regulierung, Geschwindigkeitsdiagramme bei Belastungsänderungen. Indikatordiagramm. Vergleich mit der Dampfmaschine bezüglich Regulierung.

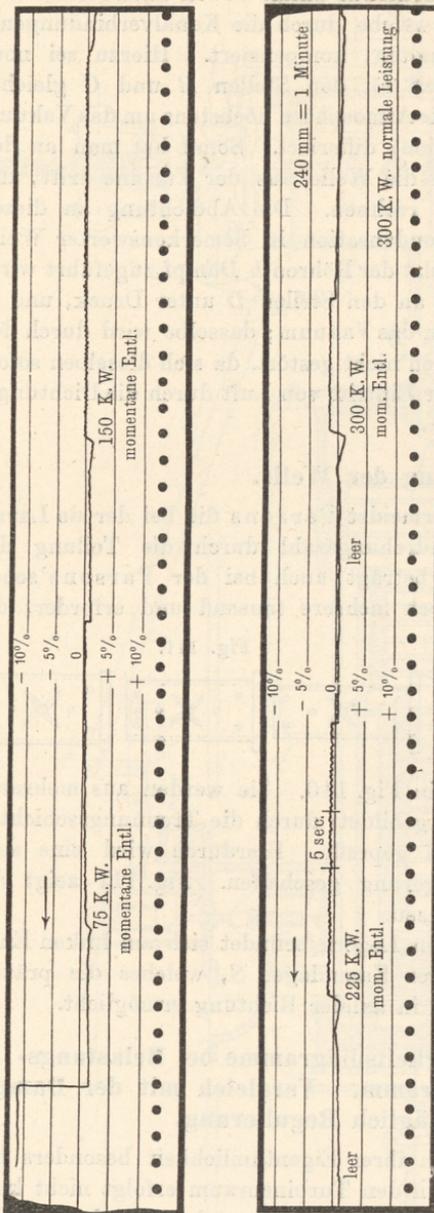
Die Regulierung ist wegen ihrer Eigentümlichkeit besonders beachtenswert. Der Dampfzufluß in den Turbinenraum erfolgt nicht kontinuierlich, sondern periodisch durch ein Doppelsitz-Einlaßventil *V* (Fig. 110). Die Zahl der Admissionen beträgt je nach der Größe der Turbine 150 bis 250 pro Minute; sie steht immer in einem konstanten

Verhältnis zur Umdrehungszahl, indem der Dampfeinlaßapparat von der Turbinenwelle aus mittels Schneckengetriebes, Exzenters und

einer Hebelübertragung betätigt wird; diese letzteren sind in dem Schema Fig. 110 nicht vollständig dargestellt. Das Hebelssystem für den Dampfeinlaß steht außerdem unter dem Einflusse eines Regulators, welcher die Dauer einer jeden Ventilöffnung bestimmt; bei Entlastung und Tourenvermehrung wird die Zeitdauer der Öffnung vermindert, während bei Belastungszunahme und Tourenverminderung die Öffnungsdauer zunimmt.

Der Einlaßapparat sei hier kurz beschrieben. Das Öffnen und Schließen des Ventiles  $V$  wird durch einen kleinen Steuerkolben  $k'$  bewirkt, der sich in einem Zylinder auf und ab bewegt. Seine Bewegung erfolgt in der schon oben angedeuteten Weise von einem Exzenter aus periodisch. Nach Öffnung des (in der Figur nicht gezeichneten) Dampfabsperrentiles tritt Dampf unter den Kolben  $K$  und wird infolgedessen das Doppelsitzventil gehoben und bleibt so lange geöffnet, als sich Dampf unter dem Kolben  $K$  befindet. Dieses ist der Fall, solange der periodisch auf und ab bewegte Kolben  $k'$  die Öffnung  $c$  verschließt. In gehobener Stellung von  $k'$  wird der Dampf unter dem Kolben  $K$  durch eine Rohrleitung  $a$  fortgeführt und das Doppelsitzventil  $V$  durch

Fig. 112.

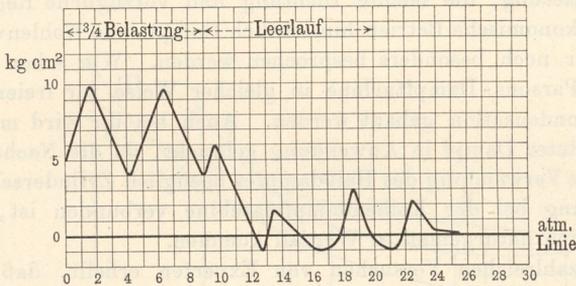


die Feder  $F$  niedergedrückt. Der im übrigen feste Drehpunkt  $R_3$  des Hebelsystems wird durch den Regulator je nach der Geschwindigkeit

der Turbinenwelle nach rechts verstellt, der Winkelhebel  $q'$  um einen gewissen Winkel gedreht und hierdurch eine höhere oder tiefere Hubbewegung des Steuerkolbens  $k'$  bewirkt. Auf diese Weise beeinflusst der Regulator mittelbar auch die Öffnungsdauer des Ventiles  $V$ .

Die hier beschriebene Regulierung ist eine sehr empfindliche und vollkommene. Sie beruht nicht auf Drosselung des Dampfes, sondern auf Veränderung der Füllung. Belastungsschwankungen werden fast momentan ausgeglichen. Die Gleichmäßigkeit des Ganges ist hier wie auch bei der de Laval-Dampfturbine durch das Fehlen des Kurbelmechanismus, d. h. durch die rein rotierende Bewegung gewährleistet. Das Verhalten der Parsons-Dampfturbine in bezug auf Regulierung und Gleichmäßigkeit des Ganges veranschaulicht die tachographische Kurve, welche Herr Ingenieur Roß, Wien, als Sachverständiger an einer 400 PS-Dampfturbine für das Elektrizitätswerk Linz-Urfahr aufgenommen hat, s. Fig. 112 (S. 176).

Fig. 113.



Die Dampfdurchströmung von Anfang bis zu Ende der Turbine erfolgt etwa innerhalb  $\frac{1}{3}$  Sekunde, so daß die Steuerungswirkung auf das Admissionsventil augenblicklich erfolgt. Beifolgendes Indikatordiagramm <sup>1)</sup> (Fig. 113) gibt ein interessantes Bild über die Regulierung einer 600 pferdigen Dampfturbine bei plötzlicher Entlastung von 450 PS auf 0 PS. Hierbei betrug die maximale Schwankung in der Umdrehungszahl, welche an einem empfindlichen Tachometer beobachtet wurde, bei verschiedenen Versuchen 2,3, 2,5 und 2,6 Proz. Die Differenz dieser Zahlen hängt lediglich von dem Momente der plötzlichen Entlastung ab; hierbei spielt der Moment des Belastungsentzuges, ob derselbe zu Anfang oder nach Beendigung einer Füllung der Turbine erfolgte, eine besondere Rolle. Etwa 4 Sekunden nach der Entlastung war die neue Beharrungsgeschwindigkeit eingetreten. Aus obigem erhellt, daß bei gleicher Empfindlichkeit der Regulatoren die Schnelligkeit und Genauigkeit der Regulierung bei der Parsons-Turbine größer ist als wie z. B. bei der Dampfmaschine; bei letzterer sind meistens mehrere Umdrehungen

<sup>1)</sup> Siehe auch „Schweizerische Bauzeitung“, Bd. XXXIX, Nr. 22 u. 23. Lehmann-Richter, Prüfungen (Ergänzungsbd.).

notwendig, bis die Einwirkung der Steuerungsverstellung erfolgt. Der Ungleichförmigkeitsgrad ist ferner sehr gering, trotzdem die Dampfeinströmung unter Stoßwirkung erfolgt; derselbe ist kleiner als  $\frac{1}{300}$ . Die Praxis beweist, daß der Parallelbetrieb von Turbowechselstromgeneratoren mit anderen Generatoren, welche von Wasserturbinen oder Dampfmaschinen angetrieben werden, gut vonstatten geht. Die Bauart der von der Firma Brown, Boveri & Co. fabrizierten Wechselstromgeneratoren begünstigt dieses Zusammenarbeiten allerdings auch.

### Hauptvorzüge und Verwendbarkeit.

Die Parsons'sche Dampfturbine weist gegenüber der Kolbendampfmaschine in der Hauptsache die gleichen Vorzüge auf wie die de Laval'sche. Es sind dies: die rein rotierende Bewegung bei großer Umfangsgeschwindigkeit und somit der Fortfall eines Schwungrades, die leichte Konstruktion der Maschine und die große Raumersparnis, einfache Fundamentierung, die leichte Dichtung und vorzügliche Regulierung.

Der ökonomische Betrieb hinsichtlich Dampf- und Kohlenverbrauch wird später noch besonders besprochen werden. Wie schon erwähnt, kann die Parsons-Dampfturbine in gleicher Weise für freien Auspuff wie für Kondensation gebaut werden. Auch bei ihr wird mit Vorteil hochüberhitzter Dampf in Anwendung gebracht, da die Nachteile, mit welchen die Verwendung des Heißdampfes bezüglich Zylinderschmierung und Packung bei der Kolbendampfmaschine verbunden ist, bei der Dampfturbine naturgemäß in Wegfall kommen.

Aus zahlreichen Versuchen von Experten erhellt, daß die Anwendung von Überhitzungen um 50 bis 100° C Dampfersparnisse von etwa 1 Proz. für je 6° Überhitzung bewirken. Die Expansionsarbeit des Dampfes wird, wie schon früher erwähnt, bis zu den niedrigsten Kondensatorspannungen ausgenutzt. Der Wärmeaustausch zwischen dem Dampfe und den Metallwandungen, sowie eine Mischung des frischen Dampfes mit solchem niedriger Temperatur, welches bei einer Kolbendampfmaschine beim Hubwechsel im schädlichen Raume eintritt, fällt hier ganz weg; es ist somit der Dampf im Beharrungszustande nur mit Wandflächen gleicher Temperatur in Berührung. Aus diesem Vorteile und der guten Ausnutzung erklären sich obige günstige Ergebnisse.

Die Parsons-Turbine eignet sich bei einer Umdrehungszahl von 750 bis 4000 pro Minute zur direkten Kuppelung mit rasch laufenden Maschinen. Ihr Hauptanwendungsgebiet ist zurzeit der Betrieb elektrischer Stromerzeuger. (Eine Übersetzung ins Langsame ist hierbei nicht erforderlich.) Der Stromerzeuger wird, wie bei der de Laval'schen Konstruktion, mit der Dampfturbine auf gemeinsamer Grundplatte zusammen gebaut. In dieser Zusammenstellung führen die Stromerzeuger die Bezeichnungen Turbodynamo (für Gleichstromerzeugung) und Turboalternator (für Wechselstromerzeugung).