

letzten Rad. An das unterste Niederdruckrad schließt sich ein ringförmiger Auspuffkanal an, durch welchen der Dampf nach der Mitte zum Kreiselkondensationsrad strömt. Gleichzeitig strömt Einspritzwasser aus einem Ringkanal in diesen Ringraum ein, wobei die Geschwindigkeit des Wassers durch die Dampfgeschwindigkeit entsprechend erhöht wird. Das Kondensat mit der Luft tritt in das Kreiselrad ein und wird durch den Diffusor nach einem Außenraum befördert, an welchen sich das Abfallrohr anschließt. Die Gewichte der laufenden Teile werden durch ein Oeldrucklager aufgenommen, welches zwischen Dynamomaschine und Turbine eingebaut ist.

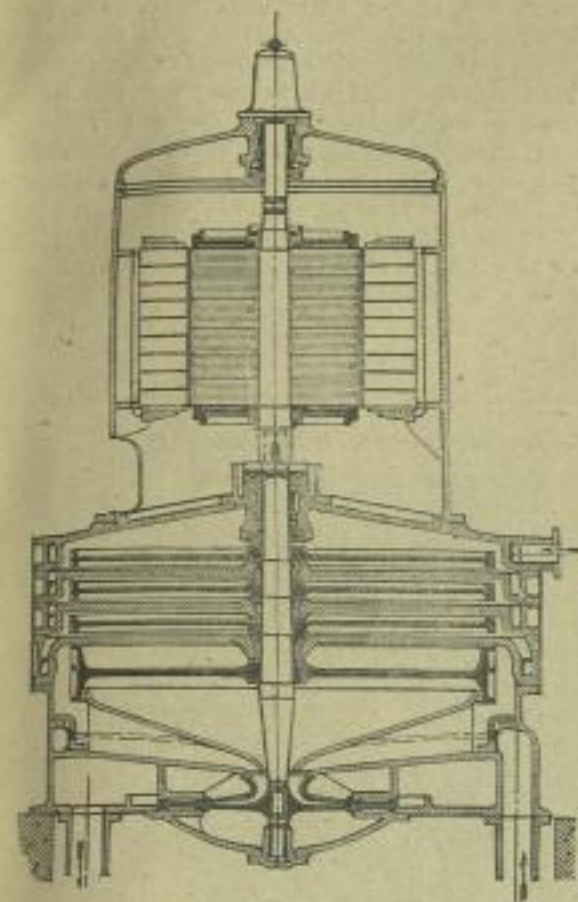


Fig. 14. 500 KW.-Riedler-Stumpf-Turbine mit 4 Druckstufen, jede mit 2 Geschwindigkeitsstufen.

e) Vergleich des Dampfverbrauchs mit anderen Dampfturbinen-Systemen.

Die Riedler-Stumpf-Turbine ist schon in den bisherigen Ausführungen, welche nur die Billigkeit anstreben, gleichwertig mit bekannten und erprobten Turbinen, dabei die einfachste und bestzugängliche aller Turbinen, frei von Dichtungen, schwierig auszuführenden und zu erhaltenden Spielräumen und reparaturbedürftigen Teilen. Die Konstruktionen für die höchsten Anforderungen hinsichtlich des Dampfverbrauchs und für besondere Zwecke sind vorbereitet.

Riedler und Stumpf sind den Weg gegangen, zuerst die ein-

achste und erst später die vollkommenste Turbine zu schaffen, wesentlich auch deshalb, weil sie die ersten Ausführungen aus eigenen Mitteln und Kräften besorgten, sind aber trotzdem hinsichtlich des Dampfverbrauchs auf hervorragend günstige Werte gekommen.

Trotz der auf Kosten der Dampfausnutzung bewußt angestrebten möglichsten Einfachheit der Turbinen ergaben die Betriebsversuche über den Dampfverbrauch folgende Resultate:

1. Die 500pferdige Versuchsturbine im Maschinen-Laboratorium der Königl. Technischen Hochschule hat maschinentechnisch und ökonomisch nur als Auspuffmaschine sofort entsprochen und bei wiederholten Dauerversuchen mit einem Turbinenrad ohne Abstufung mit viel zu kleinem Turbinen-Durchmesser von 1500 mm einen Dampfverbrauch von 13 kg für die Nutzferdekraft bei freiem Dampf auspuff ergeben.

Laval-Turbinen gleicher Leistung arbeiten mit ca. 18 kg Dampfverbrauch und darüber.

2. Die 20pferdige Versuchsturbine von 800 mm Raddurchmesser, mit 300 Umdrehungen in der Minute und freiem Auspuff betrieben, ergab bei den Versuchen:

- ohne Geschwindigkeitsabstufung einen Dampfverbrauch von 26 kg für die Stunden-Nutzferdekraft;
- mit Geschwindigkeitsabstufung durch Umkehrapparate 17 kg für die Stunden-Nutzferdekraft.

Ein gleich günstiger Dampfverbrauch ist mit so kleinen Auspuffmaschinen bisher niemals erzielt worden. Laval-Turbinen solcher Größe verbrauchen ca. 20 kg. Die Parsons-Turbine eignet sich überhaupt nicht für so kleine Leistungen.

3. Maßgebend für die ökonomische Beurteilung der Riedler-Stumpf-Turbinen sind die Versuchsergebnisse mit der 2000 pferdigen einstufigen Turbine im Elektrizitätswerk Moabit. Mit dieser Maschine wurde Dauerbetrieb durchgeführt, hierbei auf das städtische Leitungsnetz gearbeitet und durch zahlreiche Betriebsversuche der mittlere Dampfverbrauch nachgewiesen. Aus diesen Versuchsreihen sei erwähnt:

Versuche mit ungefähr halb belasteter Maschine.

Versuchs-No. Tag	Belastung		Dampfspannung an der Düse Atm.	Dampf-temperat. °C.	Luftleere		Dampfverbrauch	
	Kw	%			cm.	%	p. KW-Stunde	p. elekt. Nutz-PS-St.
I. 12. Nov. 1902	850	57	8	298	70,1	92	9,4	6,89
II. 13. und 14. Nov. 1902	850	57	8,1	290	70,2	92	9,2	6,8
V. 17. und 18. Mai 1903	554	37	6,9	273	67,3	89	9,9	7,3

Bei annähernd voller Belastung der Maschine (vom 4. bis 15. Juli 1903) ergab sich:

- bei 3000 Umdrehungen min., 1365 kg Belastung, 9 Atm. Düsen spannung 294 Dampf temperatur, jedoch bei nur 64,8 cm Vakuum (85 %), ein Dampfverbrauch von 8,89 kg pro KW-Stunde
- entsprechend 6,5 kg für die elektrische Nutzferdekraft-Stunde.

Dem würde bei 95 % Luftleere entsprechen ein Dampfverbrauch von 8 kg pro KW-Stunde.

Dieser Dampfverbrauch mit nur einem Turbinenrad ohne Druck- oder

Geschwindigkeitsabstufung ist den besten Ergebnissen mit Dampfturbinen und den Verbund-Dampfmaschinen an die Seite zu stellen.

Das Resultat wurde erzielt mit der früher erwähnten unzureichenden Turbinengeschwindigkeit bzw. unzureichendem Raddurchmesser und den erwähnten großen Verlusten infolge zu hoher Ausströmungsgeschwindigkeit. Die Turbine wurde deshalb mit erhöhter Geschwindigkeit, bis 3800 Umdrehungen minutlich (mit hydraulischer Bremse statt mit Dynamomaschine), betrieben und hierbei ein Dampfverbrauch von

7,9 kg pro KW-Stunde

erzielt, gleichfalls bei unzureichender Luftleere.

Dem würde bei vollkommener Luftleere von 95 % entsprechen ein Dampfverbrauch von

7,5 kg pro KW-Stunde.

Der Vergleich mit dem Dampfverbrauch anderer Turbinen ergibt sich aus der folgenden Tabelle. Darin sind für Turbinen von de Laval, Parson, Curtis und Riedler-Stumpf die Ergebnisse von Dampfverbrauchs-Versuchen zusammengestellt. Aus dem Vergleiche geht hervor, daß schon die erste größere Ausführung der Riedler-Stumpf-Turbine mit einem Dampfverbrauch arbeitet, der mit Curtis ungefähr auf gleicher Höhe steht und die Dampfverbrauchszahlen von Laval und Parsons wesentlich unterschreitet. Bei erhöhter Geschwindigkeit ist sie auch der Curtis-Turbine hinsichtlich des Dampfverbrauchs überlegen.

System	Verwendungsort	Leistung	Dampfspannung	Dampf-temperatur	Umdrehungszahlen pro Minute	Kondensationsspannung	Dampfverbrauch pro KW-Stunde
de Laval	Akt.-Ges. der Manufakturen von L. Grolmann in Ledz	100 PS	12,1 Atm.	207° C. mit Kondensation	—	0,15 Atm.	11,9 kg*
de Laval	Baumwollmanufakturen von Krusche & Koder, Paldanice	100 PS	14,6 Atm.	260° C. mit Kondensation	—	0,11 Atm.	9,3 kg*
de Laval	Böhm. Krummauer Maschinen-Papier-Fabriken in Pötschmühle	500 PS	10,47 Atm.	192° C. mit Kondensation	—	0,08 Atm.	10,2 kg*
Parsons	Konsolidierte Tschöpelner Braunkohlen- und Tonwerke G. m. b. H. in Tschöpel bei Muskau (Turbodrehstrom-generator)	400 Kw	7,5 Atm.	41° C. (Sättigungstemperatur mit Kondensation)	3800	—	3,9 kg
"	Stadt Chur (Turbodrehstrom-generator)	200 Kw	12,5 Atm.	250° C. mit Kondensation	3900	—	3,59 kg
"	Schlöper & Baum, Eberfeld (Turbodrehstrom-generator)	550 Kw	10 Atm.	250° C. mit Kondensation	3000	—	9 kg
"	Services Industriels der Stadt Neuchâtel (Turbo-Gleichstromdynamo)	300 Kw	12 Atm.	50° über Sättigungstemperatur mit Kondensation	3000	—	11,3 kg
"	Société des Filatures de Schappe in Troyes (Atm) (Turbodrehstrom-generator)	300 Kw	10 Atm.	250° mit Kondensation	1500	—	3,6 kg
"	Elektrizitätswerk Heidelberg (Turbogleichstromdynamo)	180 Kw	9,5 Atm.	230° mit Kondensation	3500	—	11,3 kg
"	Werke der französischen Marine in Indret (Turbo-Gleichstromdynamo)	380 Kw	14—15 Atm.	—	3000	—	11,58 kg
"	Zellulosefabrik Villach (Turbodrehstrom-generator)	350 Kw	11,5 Atm.	250° mit Kondensation	3000	—	3,3 kg
"	Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke in Dödenhofen (Turbodrehstrom-generator)	380 Kw	10 Atm.	250° mit Kondensation	3000	—	3,82 kg
Curtis	General Electric Co.	600 Kw	9,5 Atm.	Sättigungstemperatur	1500	0,0725 Atm.	8,7 kg
Riedl-Stumpf	Berliner Elektrizitätswerke, Zentrale Moabit	1365 Kw	9 Atm.	294,5°	3000	0,15 Atm.	8,89 kg
"	Berliner Elektrizitätswerke, Zentrale Moabit	1917 PS	12 Atm.	300°	3800	0,0825 Atm.	7,9 kg

\* Zum Vergleiche auf Kilowatt-Stde. umgerechnet.

Anmerkung: Die Angaben über Parsons-Turbinen sind den Mitteilungen der Firma Brown, Boverie & Cie. in Mannheim-Käfertal in der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“ No. 4 vom 24. Januar 1903 entnommen. Die Angaben über die Laval-Turbinen sind gleichfalls dieser Zeitschrift, die über die Curtis-Turbine der Broschüre „The Curtis Steam Turbine“ von Emmet entnommen.

Polytechnische Notizen.

Leistung einer Fleming-Maschine mit 4 Schiebern. Nach einem Bericht der „El. Review“ war der Vortrag B. T. Allens vor der American Society of Mechanical Engineers ein Protest gegen komplizierte Steuerungen als Hilfsmittel zur Erzielung besserer Dampfausnutzung. Die Fleming-Maschine ist eine Corliß-Maschine ohne Corliß-Expansionssteuerung. Die Drehschieber werden wie bei der alten Porter Allen-Maschine durch Hebel unter ungleichen Winkeln angetrieben, sodaß Perioden des Stillstandes und Perioden schneller Abschlüßbewegung erzielt werden. Die Indikatordiagramme zeigen bei der Expansion keine absolut scharfen Ecken, haben aber richtige Verhältnisse. Das Zylinderverhältnis ist nach Rockwood zu 7,93:1\* angenommen. Bei einer Kesselspannung von 11,5 Atmosphären absolut und einem Vakuum von 26 Zoll hatte eine 500pferdige Maschine bei einer Belastung von 358 PS. einen Dampfverbrauch von 5,52 kg für die induktive PS-Stunde. Es wurden keine Dampf-mäntel oder Ueberhitzung verwendet. Dabei war das aus den Diagrammen berechnete abgesperrte Dampfquantum beim Expansionsanfang 63,9 und 67,0 pCt. des gesamten verbrauchten Dampfes im Hochdruck- bzw. Niederdruckzylinder und 80,6 und 73,2 pCt. bei Beginn des Austritts. Bei voller Last betrug das aus dem Diagramm ermittelte Dampfquantum 89,2 bzw. 92,4 pCt. und bei einer indizierten Leistung von 508 PS. war der Dampfverbrauch 5,65 kg pro PS-Stunde, wobei der Anfangsdruck 11,1 Atmosphäre absolut und das Vakuum 26 Zoll war. Bei 1/10 Last war der Dampfverbrauch 6,45 kg, bei 1/12 Last 5,52 kg und bei 1/15 Last 5,7 kg. Die Diagramme bei 1/10 Last nähern sich rankinisiert sehr der theoretischen Hyperbel, aber sowohl die Hochdruck- wie die Niederdruckkurve zeigen tatsächlich eine beträchtliche anfängliche Kondensation und Wiederverdampfung; dieser Fehler kann nur durch Ueberhitzung oder Mantelheizung beseitigt werden. Die beabsichtigte Schlußfolgerung, daß einfache, einfach bewegte Schieber ebensogut sind wie verwickelte Konstruktionen, ist

\* Dieser Wert dürfte kaum richtig sein. D. Ref.