

Stumpf haben mit einer einstufigen Versuchsturbine bei 314 m/sek Umfangsgeschwindigkeit 2000 PS erreicht.)

Bei mehrstufigen Turbinen unterscheidet man Geschwindigkeit- und Druckstufen. Ein Rad mit zwei Geschwindigkeitsstufen zeigt Abb. 2220. Die dem Dampf in den Düsen D erteilte Strömungsenergie wird in zwei auf dem Radumfang

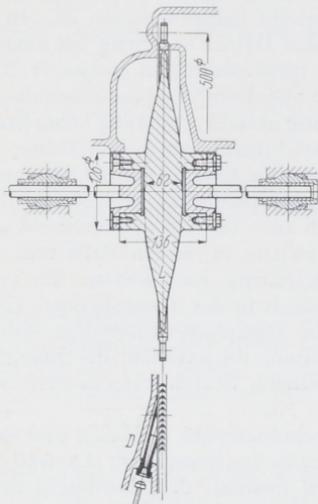


Abb. 2219. Einstufige de Laval dampfturbine
M. 1 : 10.

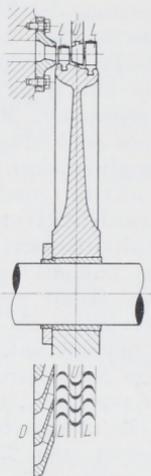


Abb. 2220. Rad mit zwei Geschwindigkeitsstufen.

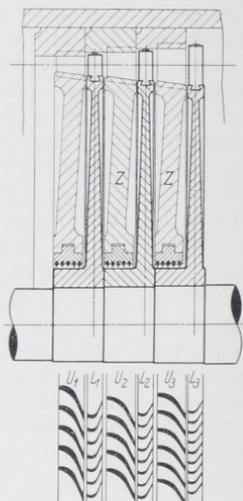


Abb. 2221. Dampfturbine mit Druckstufen.

befestigten Laufschaufelreihen L ausgenutzt, während die dazwischen angeordneten ruhenden Leitschaufeln U den Dampf lediglich in die zum Antrieb geeignete Richtung umlenken. Derartige Räder benutzt man vor allem in den ersten Stufen, weil sie gestatten, große Dampfgeschwindigkeiten unter starker Erniedrigung hohen Frischdampfdrucks auszunutzen und dadurch die Inanspruchnahme des Gehäuses und der Zwischenwände einzuschränken. Drei Druckstufen zeigt Abb. 2221. In Düsen oder in einem Leitapparat U_1 wird dem Dampf unter Ausnutzung eines Teils seiner Spannkraft eine bestimmte Geschwindigkeit verliehen, durch welche er die erste Schaufelreihe L_1 des Läufers unter Umlenkung der Dampfstrahlen antreibt. Hierbei nimmt seine Geschwindigkeit und damit seine lebendige Kraft ab. In der anschließenden ruhenden Leitschaufelreihe U_2 wird der Dampf wieder in die zum Antrieb der zweiten Laufschaufelreihe L_2 nötige Strömungsrichtung gebracht, gleichzeitig aber auch seine Geschwindigkeit unter

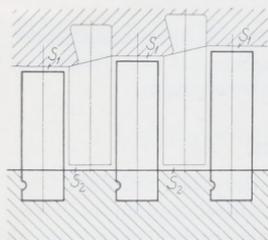


Abb. 2222. Ausschnitt aus einer Trommelturbine.

Verwertung eines weiteren Teils der Spannkraft wieder erhöht usw. Die einzelnen Stufen sind also durch abnehmenden Dampfdruck gekennzeichnet und müssen durch Zwischenwände Z voneinander getrennt werden, wenn der Läufer in Form einzelner Scheiben, Abb. 2221, ausgebildet ist. Verhältnismäßig kleine Dampfmen gen gehen ungenutzt längs der Radnaben von einer Stufe zur nächsten. Benutzt man dagegen Trommeln als Schaufelträger, Abb. 2222, so sind etwas größere Verluste infolge des Durchströmens eines Teiles des Dampfes durch die Spalten S_1 zwischen den Laufschaufeln und der Gehäusewand und S_2 zwischen den Leitschaufeln und der Trommel unvermeidlich. Bei Beaufschlagung

der Läufer von Überdruckturbinen in durchweg einer Richtung bildet sich zudem ein mit besonderen Mitteln aufzunehmender oder auszugleichender Axialdruck aus.

Von den wichtigsten Formen der Schaufelträger, den Trommeln und Scheiben, sind die ersteren, wie später nachgewiesen wird, nur für mäßige Umfangsgeschwindigkeiten bis zu etwa 100 m/sek geeignet. Sie werden vor allem für die oft sehr zahlreichen Druckstufen der Überdruckturbinen benutzt. So zeigt Abb. 2223 die Trommel einer Schiffsturbine, die wegen

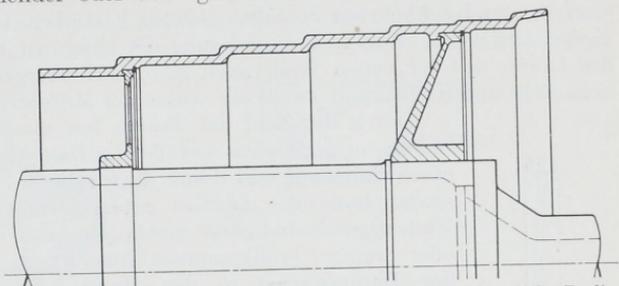


Abb. 2223. Schiffsturbintrommel. Ausführung der AEG, Berlin. (Nach Bauer und Lasche.)

des unmittelbaren Antriebs der Schraube mäßige Drehzahl haben muß. In Abb. 2224 sind zwei durch Schrumpfung miteinander verbundene Trommeln die Träger der Mittel- und Niederdruckstufen.

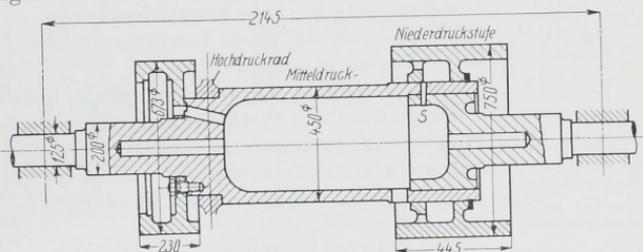


Abb. 2224. Dampfturbintrommel. Ausführung von Brown, Boveri und Co., Baden-Mannheim. M. 1:25.

Das linke Ende der Mitteldrummel ist zur Welle ausgeschmiedet, das rechte aber durch Ausbohren aus dem Vollen hergestellt. In diese Bohrung wurde der andere Wellenschenkel eingeschumpft; radiale Stifte *S* dienen zur Sicherung gegen Verschieben und Verdrehen. Am Läufer der Thyssen-Röder-Turbine, Abb. 2225, sind die zylindrischen Trommeln *A* und *B* mit dem in der Mitte sitzenden Hochdruckrade *C* und den als Scheiben ausgebildeten letzten Stufen *D* und *E* sowie den Wellenschenkeln zentriert und verschraubt. Der Dampf fließt nach Durchströmen des Hochdruckrades gleichmäßig nach beiden Seiten zu den Trommeln.

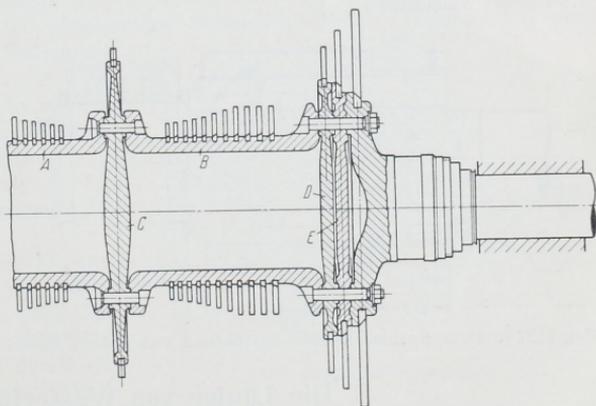


Abb. 2225. Läufer einer Thyssen-Röder-Dampfturbine.

Die kegelig ausgebildete Scheibe mit einseitig ange-setzter Nabe einer Schiffsturbine, Abb. 2226, ist nur für geringe Geschwindigkeiten geeignet, weil die Fliehkraft Biegespannungen hervorruft. Die Ausbildung war dadurch bedingt, daß der große Zwischenboden in Rücksicht auf genügende Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Dampfdruck stark gewölbt sein mußte. Bei größeren Geschwindigkeiten wird man die Scheiben symmetrisch zu ihrer Hauptebene gestalten. Vergleiche die leichten, für mäßige Geschwindigkeiten bestimmten Scheiben, Abb. 2221, die nur in Rücksicht auf die Abdichtung der Zwischenböden einseitig ange-setzte zylindrische

Naben erhielten. An dem hoch beanspruchten Rade Abb. 2220 mußte dagegen auch die Nabe symmetrisch ausgebildet werden. Bei sehr hohen Geschwindigkeiten macht man von undurchbohrten Scheiben gleicher Festigkeit Gebrauch, Abb. 2219 und C, D, E der Abb. 2225. Zwecks Verminderung der Länge ist man schließlich zur Herstellung der Läufer aus der vollen Welle nach Abb. 2227 übergegangen. Manchmal werden die Schaufeln unmittelbar auf die Welle wie in der Mitteldruckstufe Abb. 2227a aufgesetzt.

Durch die Zahl der Stufen hat man bei einem gegebenen Gefälle die Dampfgeschwindigkeit und damit die für die Beanspruchung des Läufers entscheidende Umfangsgeschwindigkeit sowie die mehr oder weniger vollkommene Ausnutzung der Dampfwärme in der Hand. Die Druckabnahme in den einzelnen Stufen regelt man durch entsprechende Wahl der Querschnitte in den Düsen und zwischen den Schaufeln. Mehrstufige Dampfturbinen gestatten hohe Dampfdrucke auszunutzen und sehr große Leistungen wirtschaftlich zu erzeugen.

Die Schaufeln werden heutzutage in Rücksicht auf den Werkstoff, die billigere Herstellung und den leichteren Ersatz durchweg getrennt hergestellt und in die Scheibenkränze oder Trommelwandungen eingesetzt.

Die späteren Erörterungen beschränken sich auf die konstruktive Durchbildung

der Schaufeln und die Berechnung der Läufer. Wegen der durch die Strömung bedingten Schaufelwinkel und sonstigen Abmessungen muß auf das Schrifttum [XXIX, 1, 2] verwiesen werden. Das Gleiche gilt auch für die anschließend behandelten weiteren Arten rotierender Maschinen.



Abb. 2226. Kegelige Scheibe einer Schiffsturbine für geringe Geschwindigkeit.

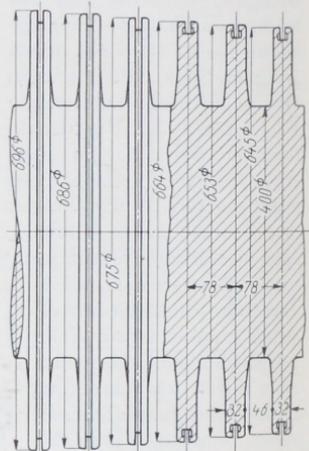


Abb. 2227. Mit der Welle aus einem Stück gedrehter Läufer, AEG, Berlin. M. 1:10.

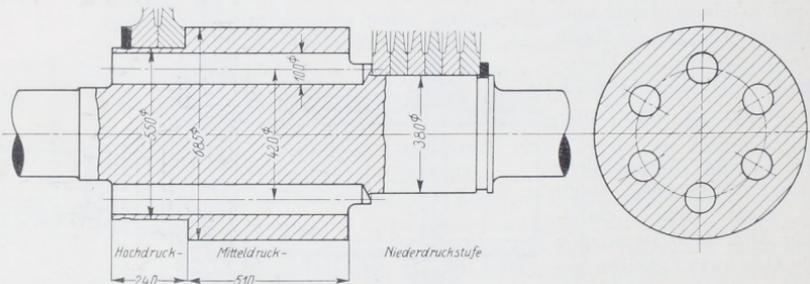


Abb. 2227a. Dampfturbinenläufer. Ausführung von Brown, Boveri und Co., Baden-Mannheim. M. 1:20.

B. Die Läufer von Wasserturbinen.

Von den zahlreichen Formen der Wasserturbinen, die während der Entwicklungszeit dieser Maschinengattung vorgeschlagen und ausgeführt worden sind, haben heutzutage nur noch die Francis- und die Pelton- oder Becherturbinen Bedeutung. Zu ihnen trat in neuester Zeit die Kaplan turbine.

Francisturbinen arbeiten unter Überdruck, sind durch radialen Zufluß und axialen Abfluß des Wassers und durch räumlich verwundene Schaufeln gekennzeichnet, Abb. 2228