

$$(9) \quad \eta = 0,8 + \frac{z}{80} = 0,018 c_1^2 - \frac{0,094 c_1^2 + 0,48}{z}$$

diene; in dieser Formel bezeichnet c_1 die Umfangsgeschwindigkeit des Wasserrades am äußeren Umfang bzw. die der Schaufeln und z das ganze verfügbare Gefälle vom Oberwasser- bis Unterwasserspiegel.

Wasserturbinen.

Kurze Besprechung der verschiedenen Wasserturbinentypen, hinsichtlich Wirkungsweise, Verwendbarkeit und Einteilung.

Die Wasserturbinen, im folgenden kurzweg Turbinen genannt, haben wie die Wasserräder die Aufgabe, das in einem natürlichen Wasserlauf vermöge seines Gefälles enthaltene Arbeitsvermögen durch Wirkung des Wassers auf geeignet geformte Schaufeln für mechanische Zwecke nutzbar zu machen. Hierbei wird immer eine rotierende Bewegung erzeugt. Eine scharfe Trennung von Turbine und Wasserrad durch allgemein gültige Begriffsfestlegung ist nicht gut möglich, da beide sehr viele Merkmale gemeinsam haben. Will man trotzdem die beiden Typen von Wassermotoren vergleichsweise charakterisieren, so muß man sich darauf beschränken, einige wesentliche Eigenschaften, in denen sich Turbine und Wasserrad unterscheiden, hervorzuheben. Man könnte dieselben dahin zusammenfassen:

Die Turbine hat meist einen voll ausgebildeten Leitapparat, durch welchen das Wasser den rotierenden Schaufeln, dem Laufrade, zugeführt wird; das Wasserrad besitzt einen solchen im allgemeinen nicht.

Die Bewegung des Wassers in der Turbine ist derart, daß dasselbe an einer anderen Stelle des Laufrades austritt, als es eingetreten ist, also den Schaufelraum durchströmt; beim Wasserrad dagegen erfolgt Ein- und Austritt des Wassers an der gleichen Stelle des Rades.

Ein dritter Unterschied besteht darin, daß das Wasser bei der Turbine im wesentlichen nicht durch die potentielle Energie (Gewicht) oder durch Stoß wie bei den Wasserrädern, sondern durch seine kinetische Energie (lebendige Kraft, Geschwindigkeit) — deren Abgabe allmählich erfolgt — Arbeit leistet. Die Wirkungsweise einer Turbine ist derart, daß das zuströmende Wasser nach Durchfallen eines gewissen Teiles vom Gesamtgefälle in den feststehenden Leitapparat gelangt, in welchem es die geeignete Richtung und eine Geschwindigkeit annimmt,

die der gesamten durchfallenen Höhe oder doch einem größeren Teile derselben entspricht.

Aus dem Leitapparate gelangt das Wasser in das Laufrad und trifft auf die Schaufeln desselben möglichst stoßfrei. Die letzteren sind von entgegengesetzter Krümmung wie diejenigen des Leitapparates; sie lenken die eintretende Wassermasse allmählich aus ihrer Richtung ab, wodurch ein Druck auf die Schaufeln ausgeübt wird. Nach Durchströmen der von den Schaufeln gebildeten Laufradkanäle tritt das Wasser mit kleiner absoluter Geschwindigkeit aus dem Laufrade aus.

Je nach der Größe der Ausflußgeschwindigkeit aus dem Leitapparat unterscheidet man zwischen Überdruck- (Reaktions-) und Druck- (Aktions-) turbinen. Ist die Ausflußgeschwindigkeit eine geringere, als dem Gefälle vom Oberwasserspiegel bis zur betreffenden Übergangsstelle entspricht, so wird die Turbine Überdruckturbine genannt. Das aus dem Leitrade in das Laufrad übertretende Wasser steht noch unter einem Überdruck (hydrostatischem Druck, innerer Pressung) gegenüber dem Raume außerhalb des Laufrades, da das Gefälle noch nicht völlig zur Erzeugung kinetischer Energie ausgenutzt ist. Vermöge dieses Überdruckes füllt das Wasser den Schaufelkanal im Laufrad ganz aus und ist befähigt, in demselben die relative Geschwindigkeit, mit der es das Laufrad durchströmt, noch zu vermehren. — Ist dagegen die Größe der Austrittsgeschwindigkeit aus dem Leitrade die volle, dem betreffenden Gefälle entsprechende, so wird die Turbine Druckturbine genannt. Bei der Druckturbine füllt häufig das Wasser den Laufradkanal nicht völlig aus, sondern es bildet sich hinter dem arbeitenden Wasserstrahle ein Luftraum.

Dies sind die prinzipiellen Unterscheidungsmerkmale für Druck- und Überdruckturbinen. Daneben läßt sich noch eine Reihe von charakteristischen Eigenschaften der beiden Typen (hinsichtlich Konstruktion, Betrieb und Verwendbarkeit für verschiedene Wasserverhältnisse) als Folgerscheinungen der oben genannten wesentlichen Eigenschaften ¹⁾ ableiten.

¹⁾ Die wichtigsten derselben stellt Rühlmann in seinem Werke „Allgemeine Maschinenlehre“, I. Band, zusammen; es sind dies die folgenden Eigenschaften:

Reaktionsturbinen.

1. Stöße beim Eintritt in das Laufrad sind hier weniger schädlich, weil der Eintritt mit kleinerer Geschwindigkeit als bei den Druckturbinen erfolgt.

2. Die Reaktionsräder haben einen rascheren Gang als die Druckturbinen.

3. Vom Winkel β (s. Fig. 28 a u. b) hängt beim Reaktionsrade die Geschwindigkeit bei Maximalleistung ab. Da nun dieser Winkel sehr verschieden angenommen werden kann, so läßt sich auch, innerhalb weiter Grenzen, die Umfangsgeschwindigkeit verschieden anordnen. Bei Druckturbinen ist eine solche Wahl ganz unmöglich, da hier immer $\beta = 180 - 2\alpha$ sein muß (s. Fig. 29).

4. Reaktionsturbinen erhalten Schaufeln von viel schwächerer Krümmung, als dies bei der Druckturbine der Fall ist.

Der Leitapparat ist entweder als volles Leitrad ausgebildet, das sich über den ganzen Umfang des Laufrades erstreckt, oder er besteht nur aus einigen Kanälen, welche das Wasser über einen gewissen Bogen des Laufradumfangs zuführen. Im ersteren Falle ist — vorausgesetzt, daß nicht einzelne Kanäle behufs Regulierung abgedeckt sind — die Beaufschlagung „voll“, im zweiten Falle „partiell“.

Unter dem Gesichtspunkte der Anordnung von Leitrad und Laufrad unterscheidet man zwischen Axial- und Radialturbinen. Bei den Axialturbinen durchfließt das Wasser das Laufrad in der Hauptsache in axialer, bei den Radialturbinen in radialer Richtung; in letztem Falle kann das Leitrad innerhalb des Laufrades (innenschlächtige Radialturbine) oder außerhalb des Laufrades (außenschlächtige Radialturbine) liegen.

Erklärungen und Buchstabenbezeichnungen für weitere theoretische Betrachtungen.

Da in den folgenden Ausführungen mehrfach theoretische Betrachtungen vorkommen, bei welchen für die aufzustellenden mathema-

5. Reaktionsturbinen eignen sich besonders für konstante Wassermengen und können dann, unter allen Umständen, noch vorteilhaft ins Unterwasser tauchen, so daß sie vom Stauwasser fast gar nicht beeinträchtigt werden.

6. Reaktionsturbinen geben einen etwas höheren Wirkungsgrad als Druckturbinen, da der geringeren Geschwindigkeit wegen die passiven Widerstände bei ersteren kleiner als bei letzteren sind.

Fig. 28.

a. Reaktionsturbine b.

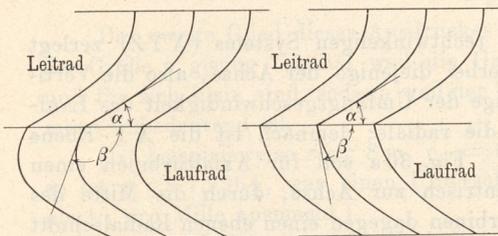
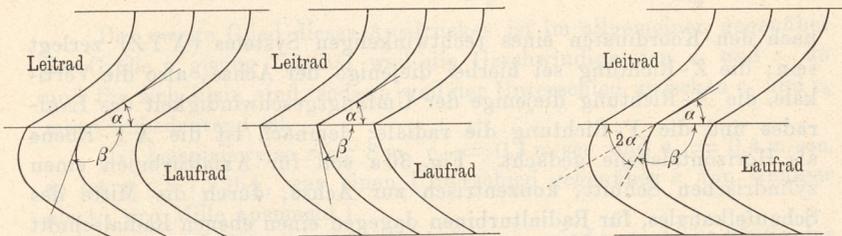


Fig. 29.

Aktionsturbine



Aktionsturbinen.

1. Bei veränderlichem Aufschlagswasserquantum sind die Druckturbinen viel besser als Reaktionsturbinen, wenn man bei letzteren nicht zu einer beweglichen Zwischenkrone greifen will, die übrigens nur bei Radialturbinen ausführbar ist.

2. Bei partieller Beaufschlagung sind nur Druckturbinen zu empfehlen.

3. Bei hohem Gefälle haben die Druckturbinen verhältnismäßig einen langsameren Gang, was oft sehr wünschenswert ist.

4. Bei Reaktionsturbinen muß der freie Raum zwischen Leitkurvenapparat und Laufrad (der Spalt) sehr klein sein, wenn kein Wasserverlust eintreten soll.