

zeitig eine Volumenveränderung und dementsprechend eine Geschwindigkeitsänderung des Dampfes stattfinden muß. Die bogenförmigen Leitschaufeln bestehen, wie Fig. 81 im Schnitte zeigt, aus mehreren, meistens fünf übereinandergelegten Kanälen. Entsprechend gebogene Bleche als Zwischenwände innerhalb der Leitschaufeln sind nach innen umgebogen und nach außen durch eingelegte Flacheisenstücke abgeschlossen. Statt nun den Dampf, wie oben beschrieben, auf zwei Schaufelkränze hintereinander wirken zu lassen, kann man die Einrichtung auch so treffen, daß derselbe, nachdem er das erstmal durch beide Laufschaufeln zugleich passiert ist, dann zum zweitenmal auf dieselben Laufschaufeln, aber natürlich auf eine andere Stelle derselben geführt wird. Die Düse liegt dann in der Mitte des Kranzes. Infolgedessen wird der Dampf nach beiden Seiten gleichmäßig ausgestoßen, und deshalb sind zwei kurze Auffangschenkel des Leitapparates (s. Fig. 83) mit einem dazwischen liegenden langen Schenkel erforderlich, welcher

Fig. 83.

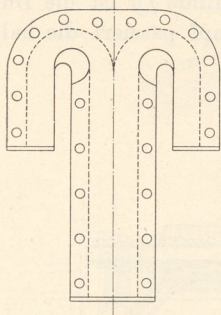


Fig. 84.

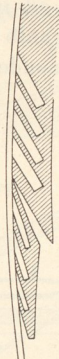
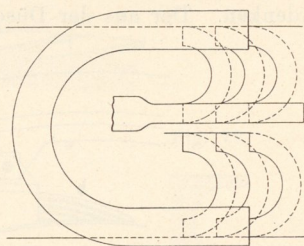


Fig. 85.



wiederum den Dampf über der Mitte des Laufrades ausstößt. Auf diese Weise ist es möglich, zwei Expansionsstufen mit einem Schaufelrade zu erreichen. Bei einer neueren Konstruktion dieser Turbinen werden zwei Laufkränze nebeneinander verwendet, von denen jeder einer Expansionsstufe entspricht. Die Dimensionen der Schaufeln beider Kränze sind aus diesem Grunde verschieden groß, wie Fig. 84 zeigt, auch ist die Neigung der Schaufeln gegen den Radumfang eine entsprechend verschiedene; Fig. 85 stellt eine Ansicht der Düse, der Leit- und Laufradschaufeln für diesen Fall dar.

Zoelly-Turbine ¹⁾.

Die Zoelly-Turbine, welche gegenwärtig als Verbundmaschine ausgeführt wird, ist gleichfalls eine Aktionsturbine. Die Expansion des

¹⁾ Siehe auch Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingen. 47, Nr. 8, S. 272 (1903) und Elektrotechn. Zeitschr., Heft 36, S. 788 (1904).

Dampfes vollzieht sich nur in den Schaufelzwischenräumen der Leiträder, wobei die gesamte potentielle Energie in kinetische umgesetzt wird. Vor und hinter einem Laufrade herrscht stets der gleiche Dampfdruck, woraus sich die Möglichkeit ergibt, den Spielraum zwischen Laufrädern und Gehäuse beliebig groß machen zu können, ohne daß hierdurch der Wirkungsgrad der Turbine beeinträchtigt wird. Aus demselben Grunde findet auch kein axialer Druck auf die Welle der Turbine statt.

Die Laufradscheiben (s. Fig. 86 bis 88), welche auf die Welle fest aufgekeilt sind, tragen an ihrem Umfang einen aufgenieteten Stahlring *s*. In dessen Peripherie ist eine schwalbenschwanzförmige Nute um den ganzen Umfang des Rades herum ausgefräst. Dieselbe dient dazu, die Laufradschaufeln *l*, sowie die entsprechenden Zwischenstücke *z*, welche die einzelnen Schaufeln voneinander getrennt halten, aufzunehmen. Hierdurch nehmen die Laufräder die der Zoelly-Turbine eigentümliche Form des sogenannten Strahlrades an. Zwischen je zwei Laufrädern sind feste Scheidewände angebracht, in welchen die Leitschaufeln eingebaut sind. Jedes Laufrad befindet sich also in einer besonderen Kammer. Diese Scheidewände bestehen aus einer kreisrunden, mit langer Nabe versehenen Scheibe, den am äußeren Rande angebrachten Leitvorrichtungen und dem Befestigungsringe *h* (s. Fig. 89 bis 92).

In diesen Leitapparaten der feststehenden Zwischenwände vollzieht sich nun die Expansion des Dampfes, es herrscht also vor der Scheidewand ein höherer Druck als hinter derselben, und daher müssen die Scheiben vollkommen dampfdicht im Gehäuse befestigt und gut gegen die Nabe des Laufrades bzw. die Turbinenwelle abgedichtet sein. Da ferner diese Scheidewände den ganzen einseitigen Dampfdruck aufzunehmen haben, werden sie meistens aus Stahlguß hergestellt. Die Leitapparate bestehen aus einer Anzahl eigentümlich geformter Schaufeln, da aber in den Hochdruckstufen die Beaufschlagung eine partielle ist, werden diese Leitschaufeln gruppenweise in den Leiträdern angeordnet. Zwischen die einzelnen Gruppen werden Stege *p* (s. Fig. 89) angebracht,

welche mit einer Nute und Feder um einen um die Schaufeln und Stege herumgelegten Kranz *h* eingreifen und wodurch der ganze Kranz die erforderliche Festigkeit erhält. Die Scheidewände sind, wie schon oben gesagt, einem gewissen Druck in axialer Richtung ausgesetzt. Mittels des vorspringenden Randes *k* des Ringes *h* (s. Fig. 92) legen sich aber

Fig. 86.

Fig. 87.

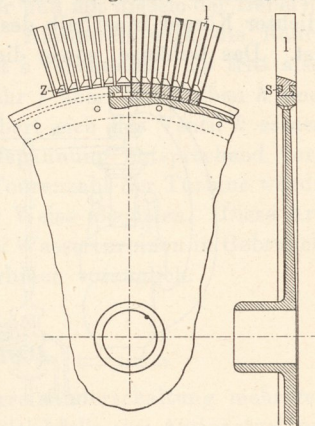
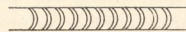


Fig. 88.



alle Wände fest aneinander, so daß der Druck, welcher auf diesen Zwischenwänden lastet, von einem auf das folgende Leitrad übertragen wird. Das letzte der Leiträder stützt sich auf einen im Gehäuse vor-

Fig. 89.

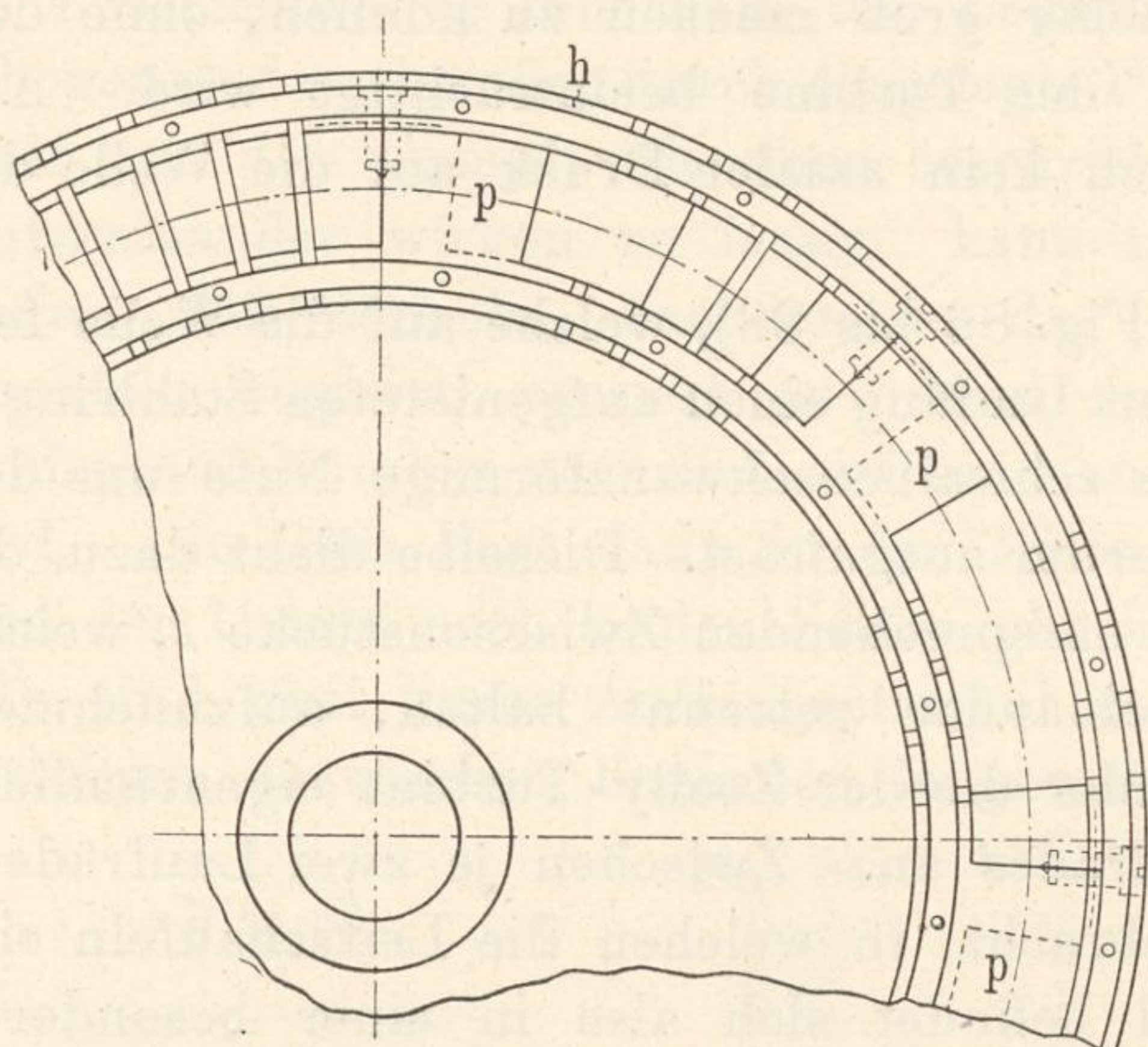
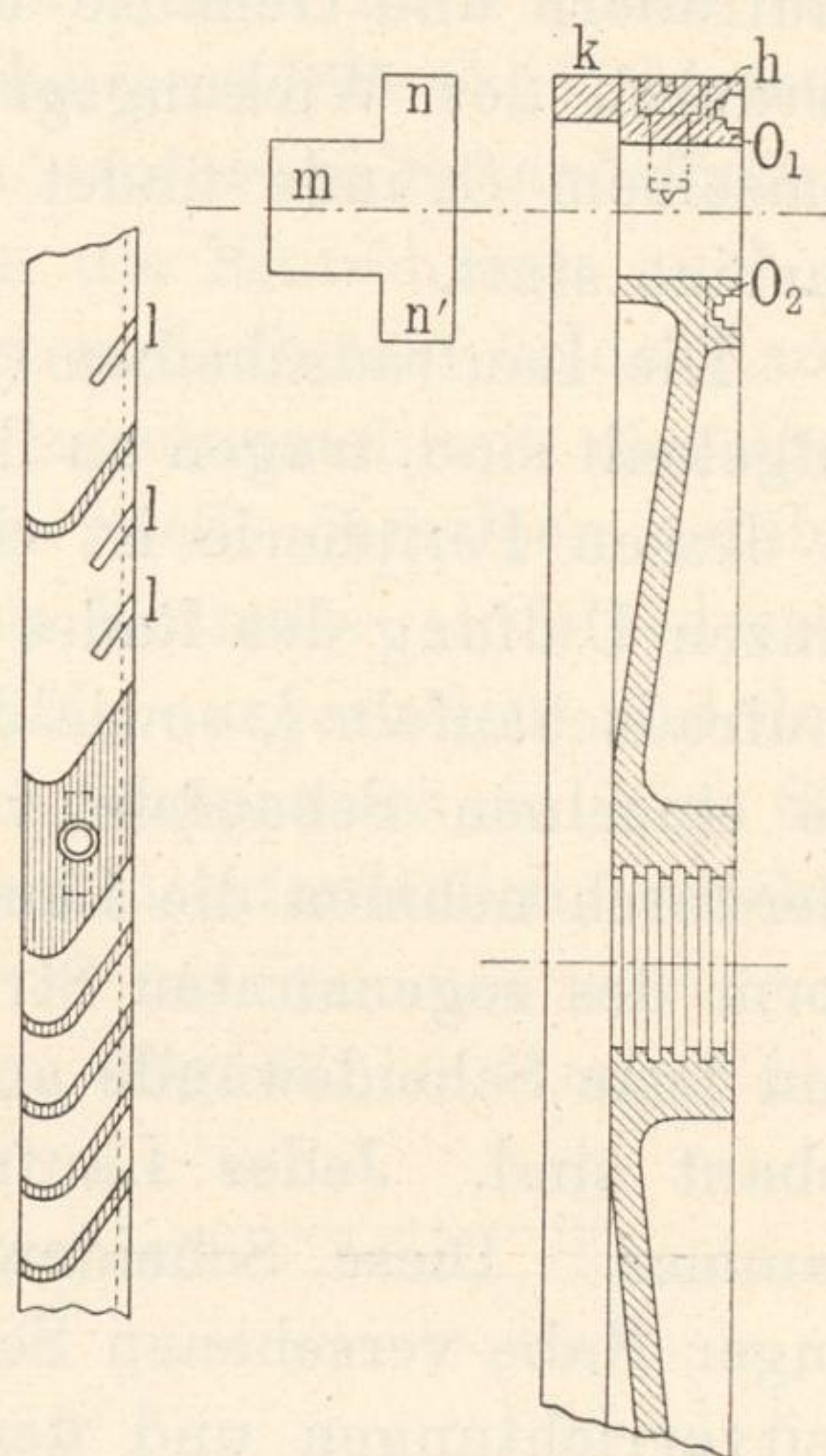
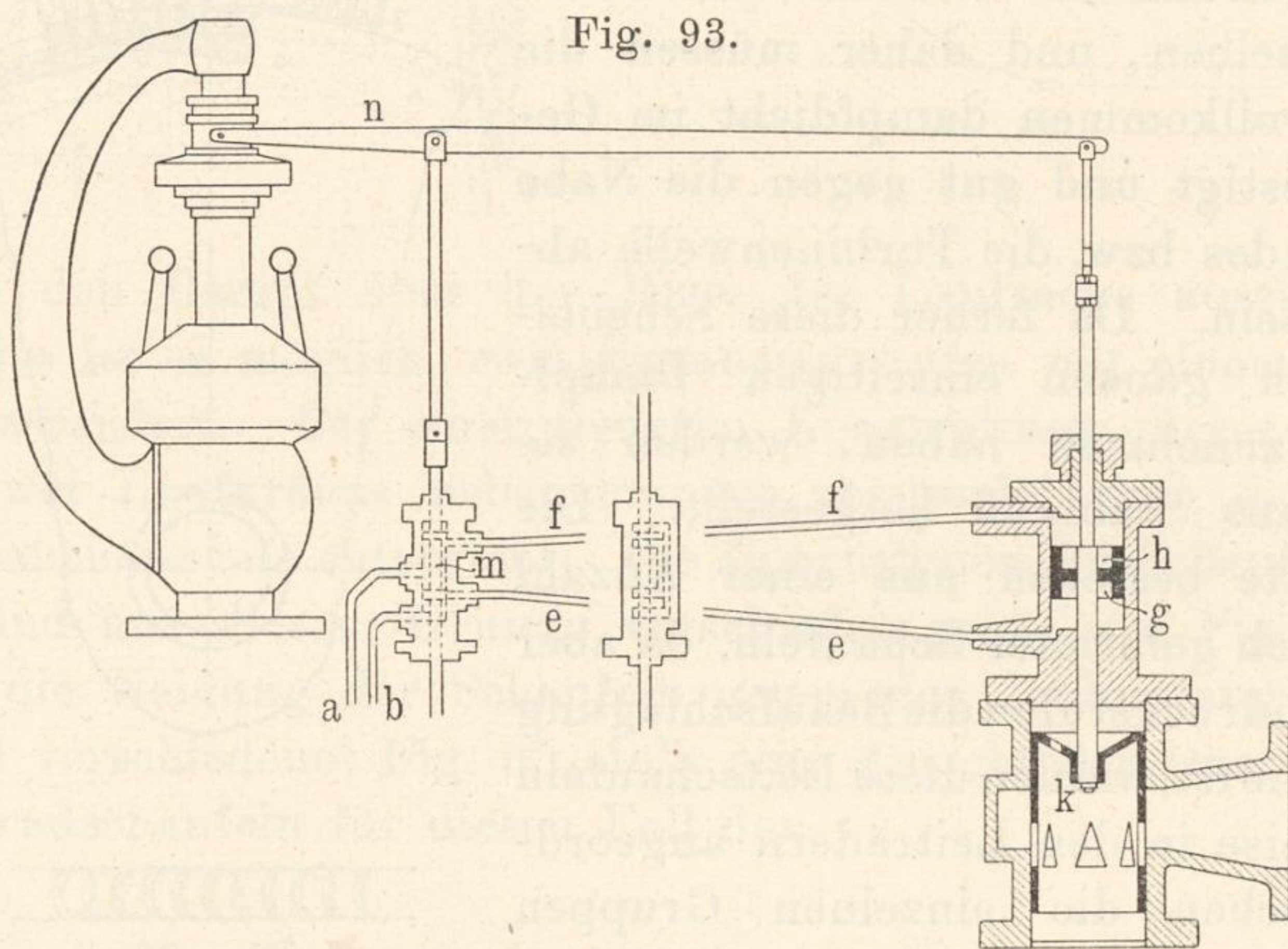


Fig. 90. Fig. 91. Fig. 92.



springenden Rand, so daß durch diese Anordnung ein völlig dampfdichter Körper innerhalb des eigentlichen Turbinengehäuses geschaffen ist. Das Gehäuse, sowie die mit demselben verschraubten Zwischen-

Fig. 93.



wände sind zweiteilig hergestellt, so daß beim Abheben der oberen Gehäusenhälfte die oberen Hälften der Zwischenwände auch mit abgehoben werden und das Innere der Turbine zwecks Revision freigelegt werden kann. Die Befestigung der Schaufeln an den Leiträdern gestaltet sich folgendermaßen: In dem äußeren Rande der Zwischen-

wände sind Schlitz l (s. Fig. 90) eingefräst, in welche die Schaufeln (s. Fig. 91) mit ihrem einen Lappen n eingesetzt werden. Ebensolche Schlitz sind in den äußeren Ring h eingefräst, in welche die anderen Lappen n' der Schaufeln m eingreifen. Außerdem werden die Schaufeln noch durch Ringe, welche in die Nuten O_1 und O_2 eingelegt und mit Schrauben befestigt sind, in ihrer Lage gehalten. Die Regulierung der Turbine beruht auf der Drosselung des Dampfes, es wird je nach Bedarf die Dampfspannung erhöht oder verringert. Der Regulator der Zoelly-Turbine besteht aus dem eigentlichen, sehr empfindlichen Zentrifugalpendelregulator (s. Fig. 93), einem Zwischenventil, dem eigentlichen Steuerventil und dem direkt mit diesem fest verbundenen Regulierventil. Der Regulator wirkt direkt auf den Steuerschieber m des Zwischenventils ein. An letzteres sind einerseits zwei Leitungen a und b angeschlossen, von denen a zu einem Reservoir für eine Druckflüssigkeit (Öl oder Wasser) führt, während b den Rücklauf der Flüssigkeit in das Saugreservoir bildet. Der erforderliche Druck wird mit Hilfe einer von der Turbinenwelle angetriebenen Rotationspumpe geliefert. Andererseits sind an das Zwischenventil die Rohrleitungen e und f angeschlossen, die in den Zylinder g des Steuerventils einmünden. Der Kolben h dieses Ventils und das Regulierventil k sind fest miteinander verbunden, so daß k jeder Auf- oder Abwärtsbewegung von h folgen muß. Wenn sich nun z. B. die Tourenzahl der Turbine aus irgend einem Grunde erhöht, so hebt sich der Zentrifugalregulator und mit diesem der Hebel n , sowie das Zwischenventil m nach oben. Hierdurch wird die Rohrleitung a mit f und die Rohrleitung b mit e verbunden. Es tritt also die Druckflüssigkeit von a durch das Rohr f über den Kolben h und drückt diesen nach unten. Hierdurch nähert sich das Ventil k seiner Schlußlage und dadurch wird die Dampfspannung entsprechend verringert. Bei einem etwaigen Sinken der Tourenzahl der Turbine würde sich der Regulierungsvorgang in umgekehrter Weise abspielen. Diese Art der Regulierung ist bereits seit langem bei Wasserturbinen in Gebrauch und bewährt sich gleichfalls bei Dampfturbinen vorzüglich.

Curtis-Turbine¹⁾.

Die Curtis-Turbine ist als eine Hintereinanderschaltung mehrerer Lavalturbinen anzusehen, sie ist demnach gleichfalls eine Aktionsturbine. Der Konstrukteur ging von der Ansicht aus, die guten Eigenschaften der weiter unten ausführlicher zu besprechenden Laval- und Parsons-Turbinen in ihr zu vereinigen. Sie besitzt nur drei bis vier Expansionsstufen, und ist das Geschwindigkeitsgefälle für jede Stufe das gleiche. Die Beaufschlagung geschieht durch einen freien Dampfstrahl. An

¹⁾ Siehe The Electrician 1904 und Zeitschr. f. Elektrotechnik und Mechanik 7, Nr. 7, S. 121 u. f. (1904).