

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 43/44 (1904)
Heft: 25

Artikel: Die Dampfturbine System "Zoelly"
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-24736>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Die Dampfturbine System «Zoelly». — Die Erbauung einer festen Strassenbrücke über den Rhein zwischen Ruhrort und Homberg. — Erhaltung der Nordfassade des alten historischen Museums in Bern. — Die Neugestaltung unserer eidg. techn. Hochschule. — Miscellanea: Die XLIV. Jahresversammlung des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern. Zwei neue Schnelldampfer der Cunard-Linie. Gesellschaft

schweizerischer Kunstmaler, Bildhauer und Architekten. Stadttheater in Czernowitz. Erweiterung des bayrischen Nationalmuseums in München. — Konkurrenz: Neue Ueibrücke über die Sihl in Zürich. — Literatur: Ausführliche Tabellen für Eisen und Holz. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender der eidg. polytechn. Schule: XXXVIII. Generalversammlung. Stellenvermittlung.

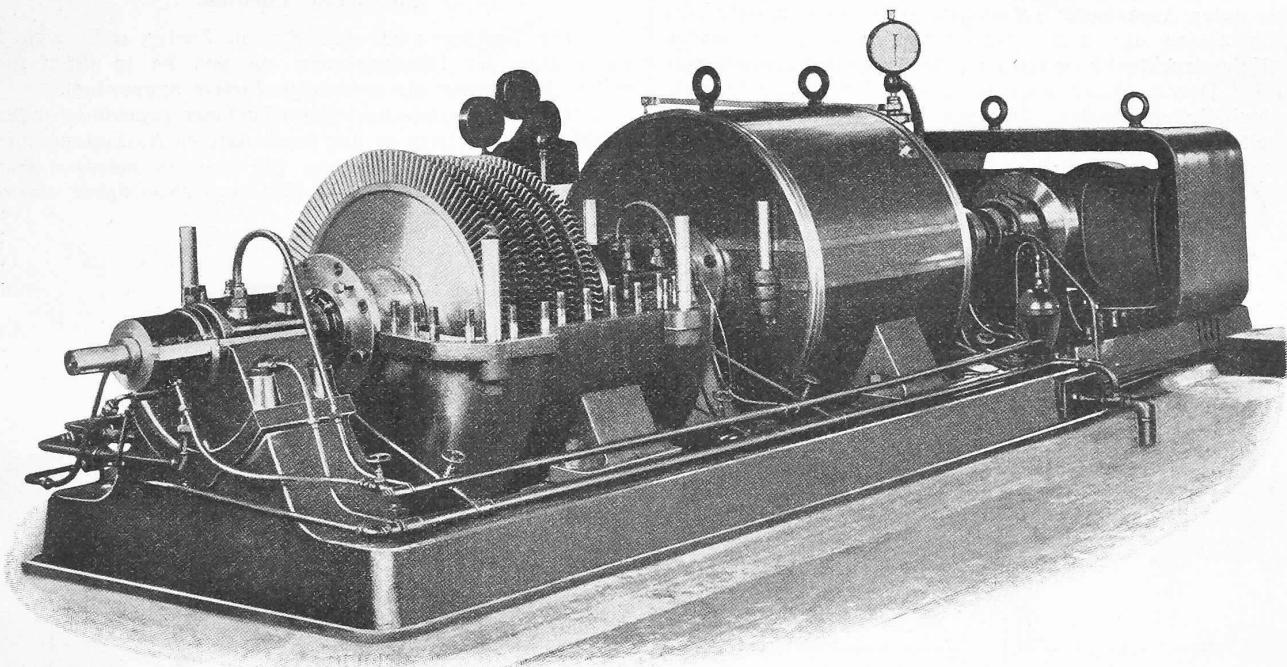


Abb. 2. Ansicht der 500 P. S. Zoelly-Dampfturbine mit abgehobenem Oberteil des Niederdruckgehäuses.

Die Dampfturbine System „Zoelly“.

Von J. Weishäupl, Oberingenieur der A.-G. Escher Wyss & Cie. in Zürich.

Allgemeines.

Wie allgemein bekannt, scheiden sich die Dampfturbinen in zwei Hauptarten und zwar:

1. in Aktions- bzw. Druckturbinen und
2. in Reaktions- bzw. Ueberdruckturbinen.

Bei den Druckturbinen vollzieht sich die Expansion des Dampfes von der höhern auf die niedrigere Spannung ausschliesslich in den mit Düsen vergleichbaren Schaufelzwischenräumen der Leiträder. Der austretende Dampf nimmt hiervon eine der Expansion entsprechende Geschwindigkeit an; es findet also durch diese Expansion die Umsetzung der potentiellen in kinetische Energie statt. Der Dampfstrahl wird dann in geeigneter Richtung auf die Laufradschaufeln geleitet. Die Arbeitsübertragung erfolgt hier, genau wie bei den Wasserturbinen, durch den Druck des strömenden Dampfes auf die Schaufeln. Die Pressung des Dampfstrahles ändert sich dabei während des Strömens durch die Laufradschaufeln nicht und es herrscht somit auf allen Seiten des Laufrades gleiche Dampfspannung. Demzufolge kann auch der Spielraum der Laufräder im Gehäuse nach Belieben gross gewählt werden; der Nutzeffekt der Turbine wird hierdurch nicht beeinflusst.

Bei Ueberdruckturbinen, als welche nur die Parsons-Turbinen in Betracht kommen, vollzieht sich die Expansion des Dampfes zum Teil in den Leiträder, zum Teil in den Laufrädern, derart, dass er bei seinem Austritt eine seiner jeweiligen Expansion entsprechende Geschwindigkeit erhält. Die Arbeitsübertragung dieses strömenden Dampfes an das Laufrad erfolgt dann einerseits durch seine Druckwirkung, wie bei den Aktionsturbinen, und anderseits durch die Rückdruckwirkung des austretenden Strahles.

Entsprechend der Expansion, herrscht vor und hinter den Laufrädern eine verschiedene Pressung, woraus sich ein entsprechend grosser Achsalschub ergibt. Dieser wird durch mitrotierende Gegenkolben aufgenommen, und zwar

in der Weise, dass die beiden Seiten der Gegenkolben durch entsprechende Dampfkanäle im Gehäuse mit den beiden Seiten der Laufräder verbunden werden, sodass die Gegenkolben in gleicher Weise wie die Laufräder durch den Dampfdruck belastet sind und das ganze System somit ausbalanciert ist.

Diese rotierenden Gegenkolben und ebenso die Laufräder müssen die auf ihnen lastenden Dampfpressungen gegenüber dem stillstehenden Gehäuse abdichten. Es bildet dies jedoch eine wesentliche Schwierigkeit, da einerseits bei gut passenden Kolben und Rädern die Betriebssicherheit

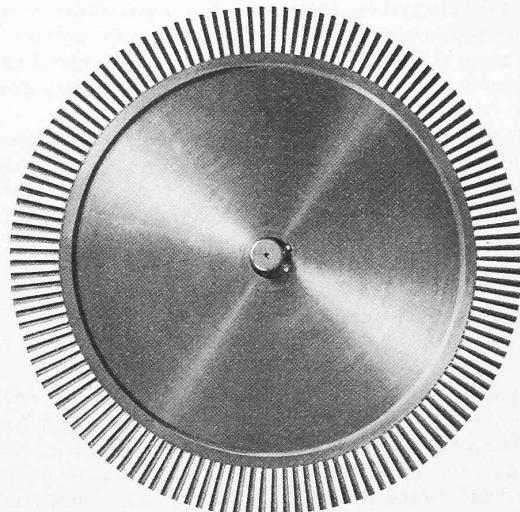


Abb. 3. Ansicht einer Laufradscheibe.

zu sehr in Frage gestellt ist und anderseits bei einem, wenn auch nur sehr geringen Spiel zwischen diesen und dem Gehäuse, die längs des ganzen Umfangs eintretenden Dampfverluste den Effekt der Turbine stark beeinträchtigen.

Mehrstuftenturbinen. Die Geschwindigkeit des Dampfes, welche einer solchen Expansion bzw. der Umwandlung des potentiellen Arbeitsvermögens in kinetisches entspricht, beträgt nun bei einem Dampfdruckgefälle von 10 Atm. auf 0,1 Atm. etwa 1100 m. Um durch ein Turbinenrad die in diesem strömenden Dampfe enthaltene Energie mit möglichst guter Ausnützung aufnehmen zu können, müsste laut Turbinenlehre die Umfangsgeschwindigkeit dieses Rades bei Ueberdruckturbinen etwa $\frac{2}{3}$ der Dampfgeschwindigkeit und bei Druckturbinen ungefähr gleich der halben Dampfgeschwindigkeit werden. Derartig hohe Umfangsgeschwindigkeiten, wie sie die Reaktionsturbinen erfordern würden, praktisch zu verwirklichen ist jedoch ausgeschlossen, da die zur Verfügung stehenden

Diese letztere Art von Turbinen, von Sosnowski als *Compound-Turbinen* bezeichnet*), hat jedoch den Nachteil, dass die Stossverluste beim Eintritt in das zweite Leitrad wie auch die Verluste, die durch Umlenken des Dampfstrahles in diesem Leitrad entstehen, ganz beträchtliche sind.

Die Zoelly-Turbine.

Die Turbine nach dem System Zoelly reiht sich in die Klasse der Druckturbinen ein und ist in ihrer normalen Ausführung als *mehrstufige Turbine* angeordnet.

Der Hauptunterschied dieser Turbinen gegenüber andern Aktionsturbinen liegt in der konstruktiven Ausbildung ihrer Laufräder, die eine derartige ist, dass bei *mässiger Beanspruchung des Materials* hohe *Umfangsgeschwindigkeit* erreicht

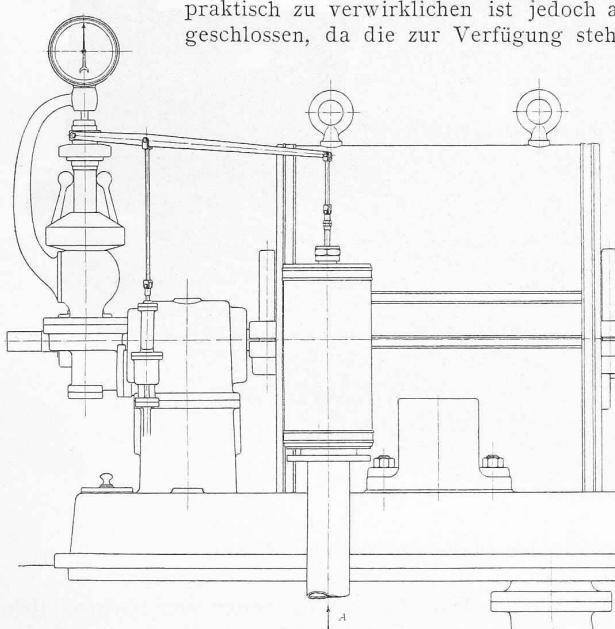
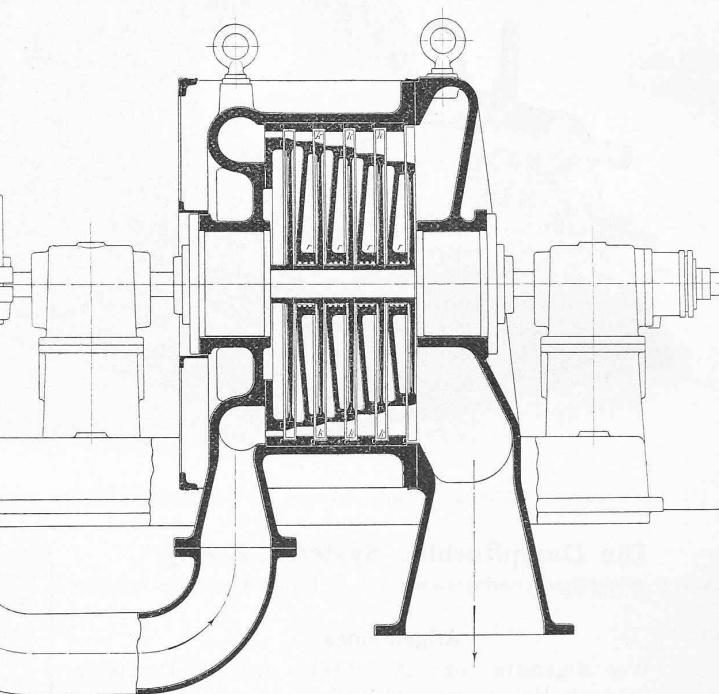


Abb. 1. Schematische Darstellung der Zoelly-Turbine.
Ansicht der Hochdruckseite und Schnitt
durch die Niederdruckseite.



den Konstruktionsmaterialien den damit verbundenen Beanspruchungen nicht genügen.

Bei den Druckturbinen ist es wohl möglich, Räder zu bauen, die der für dieselben günstigen Geschwindigkeit sehr nahe kommen. Immerhin sind auch hier die Anforderungen, die an das Material herantreten, schon außerordentlich gross und die Sicherheit gegen Bruch eine sehr geringe. Der Bruch eines solchen Rades wäre direkt mit einer Explosion zu vergleichen, bei der die Turbinenteile fast mit geschossartiger Geschwindigkeit geschleudert würden.

Um nun praktisch gut erreichbare Umfangsgeschwindigkeiten der Turbinenräder zu erhalten, die normale Beanspruchungen des Materials nicht überschreiten, kann das zur Verfügung stehende Dampfdruckgefälle in *mehrere Stufen* (*Druckstufen*) zerlegt werden. Die Geschwindigkeit des Dampfes, die einer solchen Stufe entspricht, kann dann leicht so bemessen werden, dass das Verhältnis derselben zur Umfangsgeschwindigkeit des Rades das günstigste wird.

Ein weiteres Mittel, um mit geringerer Umfangsgeschwindigkeit auszukommen, ist darin gelegen, den aus dem Leitapparate austretenden Dampf auf ein Rad zu leiten, das mit wesentlich geringerer Umfangsgeschwindigkeit läuft, als der Dampfgeschwindigkeit entsprechen würde. Es wird dann nur ein Teil des im Dampfe enthaltenen Arbeitsvermögens auf dieses Rad übertragen werden können und der austretende Dampf besitzt noch eine sehr hohe Geschwindigkeit, die in einem zweiten Rade noch ausgenutzt werden kann. Dies geschieht dadurch, dass der aus dem ersten Rade kommende Dampf durch einen weiteren Leitapparat umgelenkt und dann auf ein zweites Laufrad geleitet wird, das den Rest seines Arbeitsvermögens aufnimmt (*Geschwindigkeitsstufen*).

und hierdurch die Anzahl der notwendigen Stufen auf ein geringes Mass reduziert werden kann.

Die Wirkungsweise der Zoelly-Turbine ist folgende:

Der Dampf tritt an einem Ende der Turbine bei A (Abb. 1) ein, und wird durch Leitschaufeln auf das erste Laufrad geführt. In diesen Leitkanälen expandiert der Dampf auf einen niedrigen Druck herab, sodass er eine diesem Druckgefälle entsprechende Geschwindigkeit erhält. Mit dieser Geschwindigkeit wird er in geeigneter Richtung auf die Laufradschaufeln geleitet. Während des Durchströmens der letztern, gibt er das Arbeitsvermögen, welches der Druckstufe entspricht, an die Schaufeln ab. Hierauf gelangt er in den nächsten Leitapparat. In diesem erhält der Dampf eine dem zweiten Druckgefälle entsprechende Geschwindigkeit, welche dann im zweiten Laufrad ausgenutzt wird, und so wiederholt sich der gleiche Vorgang bis zur letzten Stufe. Auf diese Weise wird das einer jeden Stufe zugehörige Arbeitsvermögen auf das betreffende Laufrad übertragen. Der aus dem letzten Rade austretende Dampf geht dann in den Kondensator oder ins Freie.

Um auf die *konstruktive Ausbildung* der Zoelly-Turbine einzugehen, sei erwähnt, dass dieselbe gewöhnlich in eine Hoch- und eine Niederdruckpartie getrennt ausgeführt wird. In der beistehenden, schematischen Abbildung 1 und der Abbildung 2 ist eine solche Turbine dargestellt, und zwar die Hochdruckpartie in Ansicht und die Niederdruckpartie im Schnitt bzw. abgedeckt. Wie daraus ersichtlich, sind die *Gehäuse* derselben unabhängig von einander, jedoch auf *einem* Rahmen montiert; sie werden entweder aus Gusseisen oder aus Stahlguss erstellt. Längs der horizontalen Mittelebene sind

*) Siehe „Roues et turbines à vapeur“, von Sosnowski, Paris 1897.

sie geteilt. Die betreffenden Flanschen sind aufeinander aufgeschliffen, sodass kein Dichtungsmaterial für die Teilungsfuge nötig ist. Die Füsse, mittelst deren die Gehäuse auf dem Rahmen aufsitzen, sind möglichst direkt unter der Teilungsebene angebracht, wodurch erreicht wird, dass bei der Erwärmung der Gehäuse keine nennenswerte Verschiebung ihrer horizontalen Mittellinie gegenüber dem kalten Zustande eintritt.

Um Wärmeverluste durch Ausstrahlung zu verhindern, sind die Gehäuse mit Isoliermasse umhüllt; darüber ist aussen ein Mantel aus poliertem Stahlblech angeordnet.

Direkt auf dem Rahmen montiert, also ganz unabhängig von den Gehäusen, sind die *Lager*. Durch diese Anordnung wird erreicht, dass keinerlei Wärme vom strömenden Dampfe bzw. von den Gehäusen auf die Lager übertragen wird, sodass die Lage der Welle von der Erwärmung der Turbine vollständig unbeeinflusst bleibt. Im übrigen sind die Lager derart angeordnet, dass sie bequem zugänglich und jederzeit leicht kontrollierbar sind.

Durch eine Zirkulationspumpe, welche im Rahmen angeordnet ist und von der Hauptwelle mittelst Schneckenräder ihren Antrieb erhält, wird das für die Lager nötige *Schmieröl* in diese gepumpt. Das zurückfliessende Öl wird in ein Reservoir geführt, welches ebenfalls im Fundamentrahmen untergebracht ist, in diesem gereinigt und mittelst Kühlslangen wieder zurückgekühlt, worauf es von neuem den Kreislauf beginnt. Auf diese Weise wird trotz reichlichster Schmierung der Oelkonsum ein ausserordentlich niedriger.

Die *Welle* der Turbine wird in drei Lagern getragen.

tragen. Sie sind mit der Nabe aus einem Stück geschmiedet und es wird zu ihrer Herstellung nur bester Siemens-Martinstahl verwendet. Wie aus Abbildung 5 ersichtlich, ist am Kranz dieser Scheiben noch je ein Ring *s* angeordnet. Durch diesen Ring und den Scheibenkranz wird ein nutenförmiger Kanal gebildet, in welchen die Schaufeln und die zwischen diese zu sitzen kommenden Distanzstücke eingesetzt werden; der Ring selbst wird nach dem Einsetzen dieser Teile mittelst einiger Nieten an der Scheibe befestigt.

Die radial angeordneten Schaufeln werden aus fein poliertem Nickelstahl erstellt. Durch die feine Politur wird bezieht die Dampfreibung an den Schaufeln möglichst zu vermindern, während durch die Verwendung von Nickelstahl ein Verrosteten vermieden wird; außerdem ist eine Abnutzung der Schaufelkanten, dank der grossen Härte dieses Materials, fast als ausgeschlossen zu betrachten.

Von sehr grosser Wichtigkeit hinsichtlich der Solidität u. s. w. der Laufräder ist der Umstand, dass die Querschnitte der Schaufeln von innen nach aussen abnehmen. Hierdurch ergeben sich, selbst bei sehr grosser Umfangsgeschwindigkeit der Räder, noch verhältnismässig geringe Zugbeanspruchungen der Schaufeln an ihrer Wurzel. Oder umgekehrt, es können bei gleicher Beanspruchung der Schaufeln, diese, die dann Strahlen gleichen, selbst viel länger ausgeführt werden, als bei gleich bleibender Schaufeldicke.

Das Biegungsmoment, welches vom Druck des strömenden Dampfstrahles auf die Schaufeln resultiert, wird, dank der eingelegten Zwischenstücke, durch die Schaufeln an der Stelle *g-h* (siehe Abb. 5) aufgenommen, also an einer Stelle, an der die Schaufeln infolge ihrer gewölbten

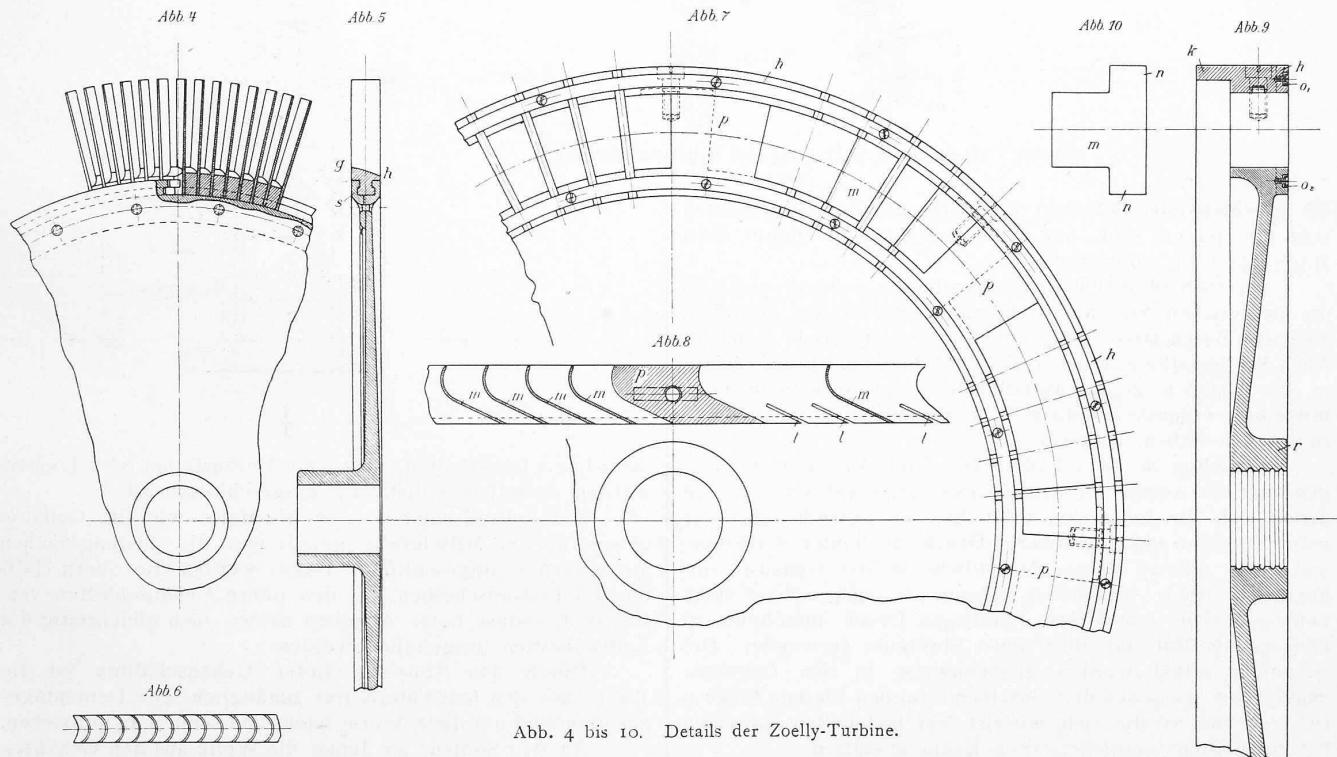


Abb. 4 bis 10. Details der Zoelly-Turbine.

Bei Turbinen mit geringer Leistung wird sie aus einem Stück erstellt, bei grosser Leistung jedoch in der Mitte geteilt. In diesem Falle treten an Stelle des einen mittleren Lagers deren zwei. Für Turbinen mit hoher Umdrehung wird die Welle meist als „elastische Welle“ ausgeführt, d. h. ihre Stärke wird derart bemessen, dass die normale Tourenzahl über der kritischen liegt; bei Maschinen mit niedriger Tourenzahl wird jedoch meist die normale Umlaufzahl unter der kritischen gewählt, sodass sich dann eine sogenannte „steife Welle“ ergibt.

Auf der Welle fest aufgekeilt sind die *Laufradscheiben* (Abb. 3). Diese sind berufen, das an sie vom strömenden Dampfe abgegebene Arbeitsvermögen auf die Welle zu über-

tragen. Sie sind mit der Nabe aus einem Stück geschmiedet und es wird zu ihrer Herstellung nur bester Siemens-Martinstahl verwendet. Wie aus Abbildung 5 ersichtlich, ist am Kranz dieser Scheiben noch je ein Ring *s* angeordnet. Durch diesen Ring und den Scheibenkranz wird ein nutenförmiger Kanal gebildet, in welchen die Schaufeln und die zwischen diese zu sitzen kommenden Distanzstücke eingesetzt werden; der Ring selbst wird nach dem Einsetzen dieser Teile mittelst einiger Nieten an der Scheibe befestigt.

Die radial angeordneten Schaufeln werden aus fein poliertem Nickelstahl erstellt. Durch die feine Politur wird bezieht die Dampfreibung an den Schaufeln möglichst zu vermindern, während durch die Verwendung von Nickelstahl ein Verrosteten vermieden wird; außerdem ist eine Abnutzung der Schaufelkanten, dank der grossen Härte dieses Materials, fast als ausgeschlossen zu betrachten.

Von sehr grosser Wichtigkeit hinsichtlich der Solidität u. s. w. der Laufräder ist der Umstand, dass die Querschnitte der Schaufeln von innen nach aussen abnehmen. Hierdurch ergeben sich, selbst bei sehr grosser Umfangsgeschwindigkeit der Räder, noch verhältnismässig geringe Zugbeanspruchungen der Schaufeln an ihrer Wurzel. Oder umgekehrt, es können bei gleicher Beanspruchung der Schaufeln, diese, die dann Strahlen gleichen, selbst viel länger ausgeführt werden, als bei gleich bleibender Schaufeldicke.

Das Biegungsmoment, welches vom Druck des strömenden Dampfstrahles auf die Schaufeln resultiert, wird, dank der eingelegten Zwischenstücke, durch die Schaufeln an der Stelle *g-h* (siehe Abb. 5) aufgenommen, also an einer Stelle, an der die Schaufeln infolge ihrer gewölbten

nicht zulassen. Durch die geringere Stufenzahl ermässigen sich natürlich entsprechend sowohl die Baulänge wie auch die Erstellungskosten der Turbine.

Die zwischen die Schaufeln eingekielten *Zwischenstücke* sind ebenfalls aus Stahl erstellt. Sie sind aussen nach der Kurve *g-b* (Abb. 5) begrenzt, die entsprechend der Erweiterung des Dampfstrahles zwischen den Schaufeln geformt ist, bilden also nach innen eine Führung des Dampfstrahles.

Bezüglich der Herstellung mag erwähnt werden, dass

geordneter Bedeutung sind, da der Durchmesser dieser Nabe *r* sehr gering ist.

Zwecks Befestigung der Schaufeln sind sowohl in der Stahlgusswand als auch im aussen liegenden Kranz schräge Schlitze *l* (siehe Abb. 8) eingeschnitten, in welche die Schaufeln *m* (Abb. 10) mit ihren beiden Lappen *n* stramm eingesetzt werden. Hierauf werden die Nuten *O₁*, *O₂* (Abb. 9) eingedreht und in diese je ein Ring eingelegt, der mit Schrauben sowohl am Kranz, als an der Stahlgusscheibe befestigt wird. Auf diese Weise sind die Schaufeln in

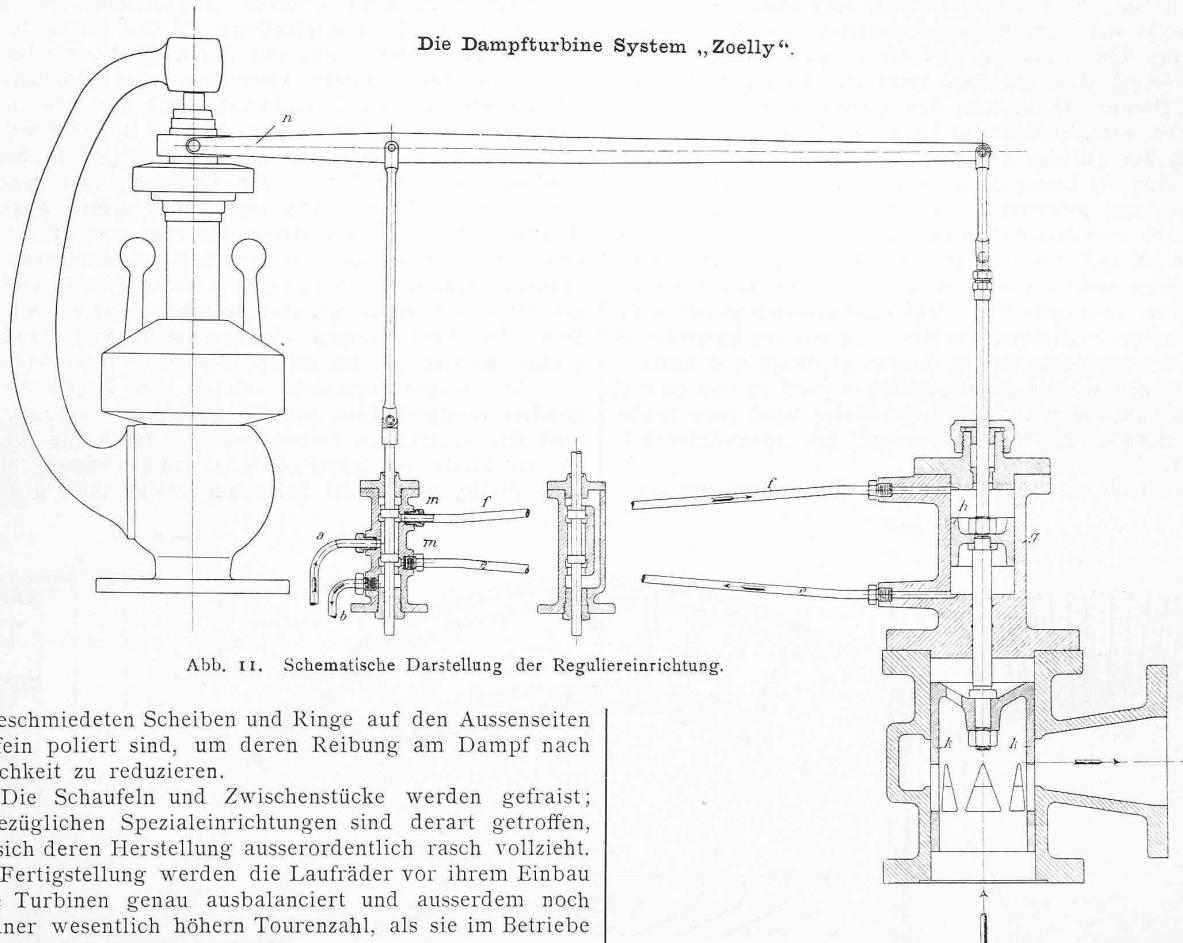


Abb. 11. Schematische Darstellung der Reguliereinrichtung.

die geschmiedeten Scheiben und Ringe auf den Aussenseiten sehr fein poliert sind, um deren Reibung am Dampf nach Möglichkeit zu reduzieren.

Die Schaufeln und Zwischenstücke werden gefräst; die bezüglichen Spezialeinrichtungen sind derart getroffen, dass sich deren Herstellung ausserordentlich rasch vollzieht. Nach Fertigstellung werden die Laufräder vor ihrem Einbau in die Turbinen genau ausbalanciert und ausserdem noch mit einer wesentlich höhern Tourenzahl, als sie im Betriebe zu machen haben, ausprobiert.

Zwischen je zwei Laufrädern sind Scheidewände angeordnet, in welche die *Leitschaufeln* eingebaut sind, und in denen sich die Expansion vollzieht; es herrscht also vor jeder Scheidewand ein höherer Druck, als hinter derselben, und diese müssen daher dampfdicht in das Gehäuse eingepasst werden. Außerdem müssen sie entsprechend stark bemessen sein, um diesen einseitigen Druck aufnehmen zu können; als Material wird meist Stahlguss verwendet. Die Schaufeln selbst werden gruppenweise in den *Leiträdern* angeordnet; zwischen den einzelnen Gruppen bleiben Stege *p* (Abb. 7 und 8), die sich mittelst Nut und Feder auf einen herumgelegten schmiedeisernen Kranz *b* stützen.

Die einzelnen *Leiträder* legen sich durch den am Kranze vorspringenden Rand *k* (Abb. 1 und 9) an das vorhergehende Leitrad dicht an. Der Druck, der auf den Leiträdern, die in einem Gehäuse sind, lastet, wird auf diese Weise von einem auf das andere, und so auf das letzte Leitrad übertragen, und dieses stützt sich auf einen im Gehäuse vorspringenden Rand (Abb. 1). An der Stelle, an der die Welle bzw. die Nabe des Laufrades die Leitradscheibe durchdringt, wird letztere mit einer Nabe *r* (Abb. 9) versehen. Diese umschliesst mit geringem Spiel die Laufradnabe. Des fernern sind in diesem verschiedene Eindrehungen angebracht, derartig, dass sie eine Labyrinth-Dichtung bilden. Es ist dies die einzige Stelle, an der Dampfverluste eintreten könnten, die jedoch nur von unter-

ihrer Lage festgehalten, sodass ein Herausfallen oder Lockerwerden derselben vollständig ausgeschlossen ist.

Die Leitradscheiben sind ebenfalls wie die Gehäuse genau in der Mittelebene geteilt und die Teilungsfächen auf einander aufgeschliffen. Dabei werden die obere Hälften der Leitradscheiben mit den oberen Gehäusehälften verschraubt, sodass beim Abheben dieser auch gleichzeitig die Leitradhälften mitgehoben werden.

Durch das Abheben dieser Gehäusehälften ist die Welle mit den Laufrädern frei zugänglich. Die Demontagearbeiten sind auf diese Weise leicht und schnell zu vollziehen.

An den Stellen, an denen die Welle aus den Gehäusen tritt, sind *Stopfbüchsen* angeordnet. Es sind dies als Labyrinthdichtungen ausgebildete Metallpackungen.

Vor seinem Eintritt in die Turbine passiert der Dampf ein Ventil, das unter dem Einflusse eines *Regulators* steht. Durch dasselbe wird die Dampfspannung entsprechend der jeweiligen Belastung der Maschine geregelt. Der Reguliervorgang erfolgt dabei in nachstehender Weise:

Der Regulator betätigt laut beistehender Abbildung 11 lediglich das Steuer-Ventilchen *m* eines Servomotors. An diesem sind die beiden Leitungen *a* und *b* angeschlossen, wovon *a* zu einem kleinen Akkumulator führt, in dem sich eine Druckflüssigkeit (Öl oder Wasser) befindet. Dieser Druck wird durch eine kleine Rotationspumpe erzeugt, die ihren Antrieb von der Maschinenwelle mittelst Schnecken-

räder erhält. Das Rohr *b* dient als Rücklaufleitung und führt in das Saugreservoir der Pumpe. Durch die beiden Leitungen *e* und *f* ist das Steuerventil mit dem Servomotor-Zylinder *g* verbunden, der direkt über dem Regulierventil *k* montiert ist. Letzteres sitzt mit dem Kolben *b* auf gleicher Stange. Wenn nun die Tourenzahl der Maschine z. B. sich infolge einer Entlastung erhöht, so hebt sich der sehr empfindliche Regulator und öffnet mittelst des Hebels *n* das Ventilchen *m*. Dadurch wird die Kommunikation von *a* nach *f* frei und wird außerdem eine Verbindung von *e* mit dem Rücklauf *b* hergestellt. Es tritt dann sofort die Druckflüssigkeit von *a* nach *f* über den Kolben *b* und senkt diesen. Hierdurch wird das Ventil *k* seiner Schlusslage genähert und damit die Dampfspannung entsprechend verringert. Dieser Niedergang des Kolbens *b* bzw. des Ventiles *k* dauert so lange, bis das Steuerventil *m* infolge dieser Abwärtsbewegung wieder in seine Mittellage zurückgekommen ist.

Diese Art der Regulierung, welche von Escher Wyss & Cie. seit langer Zeit bei den Wasserturbinen mit bestem Erfolge angewendet wird, hat sich auch für die Dampfturbinen vorzüglich bewährt. Die Tourenschwankungen erwiesen sich selbst bei den grössten Belastungsänderungen als sehr geringe. Es wurde diese Regulierung durch Drosselung des Dampfes gewählt, da sie in erster Linie am einfachsten zum Ziele führt. Außerdem gewährt sie den grossen Vorteil, dass sie den Dampfkonsument der Turbine bei den verschiedenen Belastungen durchaus nicht ungünstig beeinflusst, was sehr deutlich aus dem flachen Verlaufe der Kurve, die den Dampfverbrauch pro *P. S.* darstellt, zu ersehen ist.

Das *Volumen des Dampfes*, der in der Zeiteinheit durch die Leitkanäle gehen wird, ist bei den Hochdruckstufen am kleinsten und wird sich entsprechend der Expansion in den einzelnen Stufen immer mehr vergrössern. Demzufolge erhalten auch die Leitkanäle in den ersten Stufen verhältnismässig geringe Querschnitte, sodass die Beaufschlagung der ersten Räder nur eine partielle wird. Mit der Vergrösserung des Dampfvolumens wird dann auch die Beaufschlagung sich vergrössern, bis sie bei den Niederdruckräder zu einer totalen geworden ist.

Um bei den Turbinen auch eine *Ueberlastung* d. h. eine grössere als die Volleistung zu ermöglichen, ist noch ein weiteres vom Regulator betätigtes Ventil vorgesehen, welches einen Teil des Eintrittsdampfes direkt in die zweite oder dritte Stufe einlassen kann.

Ausser dem Regulator, der den Dampzutritt reguliert, ist bei der Zoelly-Turbine noch ein *Sicherheitsregulator* vorgesehen, der in Fällen, wo der Hauptregulator versagen sollte, bei Ueberschreitung einer gewissen Tourenzahl, z. B. 10 % der normalen, das Regulierventil auslöst, derart, dass es unter Einfluss einer Feder geschlossen, und so die Turbine abgestellt wird.

Betriebsicherheit. Wie bereits eingangs erwähnt, kann bei den Druckturbinen der Spielraum der Laufräder gegenüber den stillstehenden Gehäusen nach Belieben gross gewählt werden. Ebenso kann auch in achsialer Richtung der Spielraum zwischen Lauf- und Leitscheiben reichlich gross bemessen werden, ohne hierdurch im mindesten den Wirkungsgrad der Turbine zu beeinträchtigen. Es ist somit vollständig ausgeschlossen, dass infolge Wärmeausdehnung der Turbine oder Abnutzung der Lager jemals die Laufräder bzw. deren Schaufeln an den feststehenden Teilen der Turbine anstreifen können. Dabei mag noch erwähnt werden, dass zwecks Einhaltung dieser Spielräume in achsialer Richtung, bzw. um ein Verschieben der Welle und der Laufräder zu verhüten, noch ein Kammlager angebracht ist.

Nachdem nun in der Zoelly-Turbine, abgesehen von der Welle, keine andern bewegten Teile als die Laufräder, und diese nur in verhältnismässig geringer Zahl vorhanden sind, und da ferner diese Laufräder entsprechend der eigenartigen Zoellyschen Bauart die grösste Einfachheit und Solidität verbinden, kann die *Betriebssicherheit* in jeder Hinsicht als vollauf gewährleistet bezeichnet werden. (Schluss folgt.)

Die Erbauung einer festen Strassenbrücke über den Rhein zwischen Ruhrort und Homberg.

Von Oberingenieur *F. Bohny* in Mainz.

Durch die nun endgültig in Auftrag gegebene Strassenbrücke über den Rhein zwischen Ruhrort und Homberg wird einem äusserst dringenden Bedürfnis am Niederrhein abgeholfen. Jahrzehnte lang waren schon zur Verwirklichung dieses Baues umfassende Vorbereitungen, Vorstudien und Vorarbeiten gemacht worden. Durch die Brücke wird Ruhrort, die Stadt mit dem grössten Binnenhafen und Binnenhafenverkehr Europas mit der Gemeinde Homberg, in deren Grenzen die einzige linksrheinische grosse Kohlenzeche (die Zeche Rheinpreussen) liegt, verbunden.

Der Rhein besitzt an der betreffenden Stelle eine Breite von rund 350 m (zwischen den Schiffahrtsgrenzen 150 m), während die Brücke zwischen den Endwiderlagern eine Länge von über 600 m erhalten wird. Der Verkehr auf dem Rhein ist daselbst, an der Mündung der Ruhr und im Mittelpunkt des ganzen niederrheinischen Kohlengebietes, ein ganz enormer. Hunderte von Schleppern und Kohleschiffen passieren Tag für Tag und schwenken in die Ruhrmündung und die grossen viel verzweigten Hafenbassins der Stadt Ruhrort ein. Es war daher sowohl bei der Wahl der Stützweiten als auch bei der Art des Ueberbaues und dessen Montage auf diesen ungeheuren Verkehr Rücksicht zu nehmen; Gerüste im Strom waren nur in ganz beschränktem Masse zugelassen.

Einige Tage vor Weihnachten vorigen Jahres schrieben die Stadt Ruhrort und die Gemeinde Homberg gemeinschaftlich einen engern Wettbewerb unter den fünf bedeutendsten deutschen Brückenbaufirmen aus, zur Erlangung von Entwürfen und verbindlichen Angeboten für die Erbauung der Brücke nebst allen zugehörigen Nebenanlagen, Rampen usw. Ein ausführliches Bedingnisheft lag den Submissionsunterlagen bei, ebenso genaue Lagepläne mit Vorschriften über die Stellung der Pfeiler, einzuhaltende Lichtweiten u. a. m.

Die fünf eingeladenen Firmen waren:

1. *Gutehoffnungshütte*, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb in Oberhausen; 2. Aktiengesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau vormals *J. C. Harkort* in Duisburg; 3. *Brückenbauanstalt Gustavsburg*, Zweiganstalt der Vereinigten Maschinenfabriken Augsburg-Nürnberg; 4. *Union*, Aktiengesellschaft für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie in Dortmund und 5. *August Klönne* in Dortmund.

Am 3. Mai dieses Jahres liefen von diesen fünf Firmen sechs durchwegs vorzüglich ausgearbeitete Projekte (von der Gutehoffnungshütte zwei Entwürfe) ein und wurden zunächst von einer besondern Begutachtungskommission geprüft. Die Kommission bestand aus den Herren: Geheimrat Professor Dr. *Müller-Breslau* in Berlin, Regierungs- und Baurat *Nakon* in Pillau, Wasserbauinspektor *Schnapp* in Berlin, den beiden Bürgermeistern und Stadtbauräten von Ruhrort und Homberg und dem Bauleiter Bauinspektor *Degener*; sie trat am 17. Mai zusammen und fällte am 19. Mai ihr Urteil, welches dahin gipfelte, dass das Offert der Brückenbauanstalt Gustavsburg unter allen eingelaufenen Angeboten das empfehlenswerteste sei. Die Stadt- und Gemeindevorvertretungen von Ruhrort und Homberg traten am 20. Mai diesem Gutachten bei und schon am 21. Mai konnte die Brückenbaukommission der beiden Orte den Zuschlag an die Brückenbauanstalt aussprechen.

Das von der *Brückenbauanstalt Gustavsburg* in Gemeinschaft mit der Tiefbauunternehmung *Grün und Bilfinger* in Mannheim und dem Architekten Professor *H. Billing* in Karlsruhe ausgearbeitete Projekt überbrückt die fünf Stromöffnungen mittelst eines Kragträgersystems (Abb. 1 u. 2). Die zwei Seitenöffnungen von 119 m und 127,2 m Stützweite kragen in die Mittelöffnung um je 34,2 m hinein und tragen daselbst an Pendelgelenken ein eingehängtes Mittelstück von 135 m. Die Gesamtstützweite der Mittelöffnung beträgt somit 203,4 m. Ebenso kragen die Träger der Seitenöff-