

# Die Dampfturbinen der Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft "Union" in Essen a.d. Ruhr

Autor(en): **Krull, Fritz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **45/46 (1905)**

Heft 14

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-25505>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

in Aussicht genommen<sup>1)</sup>; doch ist diese zwifach wichtige Angelegenheit noch nicht vollständig abgeklärt und sind die Entwürfe für die einschlägigen Arbeiten bis jetzt nicht endgültig festgestellt. Wir werden auf die beiden Fragen zurückkommen, sobald über ihre Lösung von Seite der Behörden entscheidende Beschlüsse erfolgt sein werden.

### Die Dampfturbinen der Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft „Union“ in Essen a. d. Ruhr.

Von Fritz Krull, Zivilingenieur in Paris.

Auf der Lütticher Ausstellung, die im übrigen von Dampfturbinen nicht viel darbot, hat die *Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft „Union“* in Essen a. d. Ruhr ihre neue Dampfturbine „Union“ in zwei Ausführungen ausgestellt, nämlich eine mit einer Hochdruck-Zentrifugal-Pumpe gekuppelte, horizontale Dampfturbine von 40 P.S. bei 3500 Umdrehungen und eine mit einer Gleichstrom-Dynamo gekuppelte, vertikale Dampfturbine von 300 P.S. bei 3000 minütlichen Umdrehungen. Für beide Fälle hat der Dampf 12 kg absolute Admissionsspannung und ist auf 300 ° C überhitzt. Leider wurden die beiden Turbinen nicht in Betrieb gesetzt.

Im Nachstehenden bringen wir eine zeichnerische Darstellung nebst Beschreibung der „Union“-Dampfturbine, die in mancher Beziehung beachtenswerte Eigentümlichkeiten aufweist.

Die Firma baut ihre Dampfturbinen nach zwei Haupttypen, nämlich als Kleinmaschine von 10 bis 300 P.S., als Aktionsturbine mit einer oder mit mehrern Druckstufen und mehrfacher Geschwindigkeitsabstufung in den einzelnen Druckstufen und als Grossmaschine von 300 bis 5000 P.S. in der Kombination von einer mehrstufigen Aktionsturbine für den Hochdruck und einer mehrstufigen Reaktionsturbine für den Niederdruck.

Die Abbildung 1 stellt eine Turbine der ersten Art dar, eine mit einer Hochdruck-Zentrifugalpumpe gekuppelte 50pferdige Turbine mit horizontaler Achse von 3500 minütlichen Umdrehungen.

Da bei den Kleinmaschinen stets grosse Gefälle und daher grosse Geschwindigkeiten in den einzelnen Stufen vorliegen, werden zur Umsetzung der Dampfspannung in Geschwindigkeit vor jeder Stufe konisch erweiterte *Düsen* angewendet. Die Düsenapparate, die eine ganze Gruppe von Düsen enthalten (Abbildung 2), sind stets einander diametral gegenüber angeordnet, um seitliche Drücke auf die Achse zu vermeiden. Sie sind als Stahlplatten mit den eingefrästen Düsenprofilen ausgebildet, werden von aussen in das Gehäuse eingesetzt und mittelst Flanschen befestigt. Sie sind daher leicht zugänglich und zu demontieren.

Die *Schaufelung der Aktionsräder* ist der Pelton-Schaufelung ähnlich und hat U-förmige, über einander geschichtete Taschen (Abb. 3). Die Taschen sind nach einem besonderen, patentierten Verfahren aus dem vollen Radkranze herausgefräst, bieten also durch den direkten

Materialzusammenhang die grösste Betriebssicherheit. Die Taschen sind fein geschlichtet und die Seitenflächen der Räder hochglanz-poliert, sodass die Reibungsverluste möglichst gering werden.

Die Umführungs Kanäle von einer Stufe zu der andern sind möglichst kurz gehalten und sauber bearbeitet, sodass von der Austrittsgeschwindigkeit aus dem vorhergehenden

<sup>1)</sup> Neue Abfuhrlinien des Hafens von Genua. Von E. Bavier, Ing. in Zürich. Band XLII, No. 13—15.

Rade in der folgenden Stufe noch möglichst viel gewonnen wird.

Die *Regelung* der Turbine ist eine sogenannte *Quantitäts-Regulierung*, d. h. eine Regulierung, bei der die der Turbine zugeleitete Dampfmenge nach der Belastung geregelt wird, während die Dampfspannung vor den Düsen dieselbe bleibt und die Spannungsverhältnisse, wenigstens in den ersten Stufen, sich wenig ändern. Infolgedessen

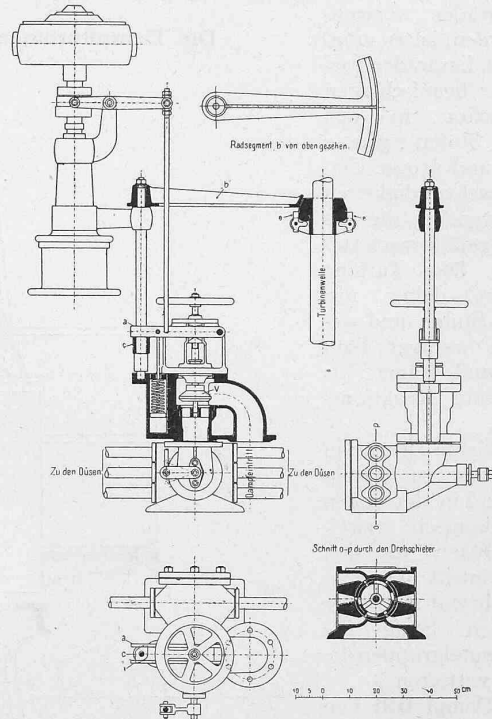


Abb. 4. Schema von Steuerung und Sicherheitsvorrichtung. — 1 : 25.

bleibt der hydraulische und auch der Gesamtwirkungsgrad innerhalb weiter Belastungsgrenzen derselbe und damit auch der Dampfverbrauch ziemlich unbeeinflusst. Ein in der Hauptdampfleitung eingeschalteter, vom Regulator betätigter Verteilschieber öffnet die der Belastung entsprechende Anzahl von Düsen; die Hauptmenge des Dampfes wird also nicht gedrosselt. In der Abbildung 4 ist dieser Verteilschieber mit dem Regulatorangriff dargestellt.

Stopfbüchsen sind nicht vorhanden und die Abdichtung der Wellen wird durch die ölhaltenden Lagerbüchsen selbst besorgt, indem man ihnen durch Einstellen eines Umschalthahnes das Schmieröl entweder von dem einen oder von dem andern Lagerende zuführt, je nachdem, ob in dem abzudichtenden Rau-

me Ueberdruck oder Unterdruck vorhanden ist. Ist Unterdruck vorhanden, d. h. arbeitet die Maschine mit Kondensation, so wird das Öl von aussen durch das Lager durchgesaugt; ist Ueberdruck vorhanden, d. h. arbeitet die Maschine mit Auspuff, so wird umgekehrt Öl von innen nach aussen gedrückt. In beiden Fällen wird durch das Öl selbst der Dampfaustritt verhindert. Durch Schleusen- vorrichtungen wird das in besonders Kammern aufgefangene Öl nach aussen abgeführt.

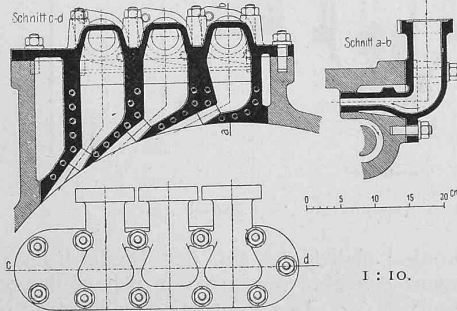


Abb. 2. Düsenapparat.

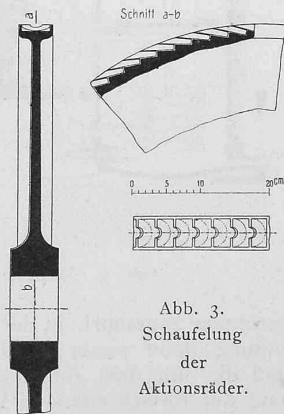


Abb. 3. Schaufelung der Aktionsräder.

Die Dampfturbinen der zweiten Gattung, die Grossmaschinen, führt die „Union“ als vertikale Maschinen in der Kombination von Aktions- und Reaktionsturbine aus, indem sie die Hochdruckseite als mehrstufige Aktionsturbine und die Niederdruckseite als mehrstufige Reaktionsturbine ausbildet. Die Abbildung 5 zeigt eine derartige Grossmaschine.

Diese Anordnung bezweckt, die Vorteile der beiden Systeme zu verbinden. Dadurch, dass in der Hochdruckseite Aktionsräder verwendet werden, ist es möglich, die Laufräder partiell zu beaufschlagen und schon in den ersten Stufen grosse Räder und grosse Umfangsgeschwindigkeiten zu verwenden, die das Wärmegefälle rasch aufzehren. Die Turbine erfordert daher nur wenige Stufen und wesentlich weniger Baulänge und Raum, als eine reine Reaktionsturbine.

Um kleine Drücke in die Turbine zu bekommen, sind in der ersten Stufe konisch erweiterte Düsen für den Dampfeintritt verwendet, während vor jeder folgenden Stufe die Leitschaufelgruppen die Düsen vertreten.

Der Dampf tritt von unten in die Turbine ein und verlässt dieselbe oben nach dem Kondensator hin, nimmt also seinen Weg durch die Turbine in der Richtung von unten nach oben. Er expandiert in der ersten Stufe auf 2 bis 3 Atm., wobei die in der ersten Gruppe vorhandene hohe Dampfgeschwindigkeit durch Geschwindigkeitsabstufung ausgenutzt wird. Der aus einer Stufe der Aktions-Turbine austretende Dampf wird jedesmal durch trichterförmige Kanäle aufgenommen und den in den Zwischenwänden

angeordneten Leitschaufelgruppen zugeführt, in deren konischen Kanälen seine Spannung dann weiter in Geschwindigkeit umgesetzt wird, und die ihn dem folgenden Laufrade zuleiten. Entsprechend der fortschreitenden Volumenvergrößerung des Dampfes nehmen diese Leitschaufelgruppen von Stufe zu Stufe einen immer grösseren Teil des Radumfangs ein, bis sie schliesslich bei der letzten Stufe der Aktionsräder den ganzen Umfang ausfüllen, sodass die letzte Stufe vollbeaufschlagt ist. Der von dieser letzten Stufe der Hochdruckseite entweichende Dampf tritt dann in einen Uebergangs-Leitapparat, der ihn auf die Reaktionsturbine der Niederdruckseite führt. In dieser Reaktionsturbine dann von Laufrad zu Laufrad fortschreitend, tritt er endlich aus dem letzten Laufrade in den Kondensator über.

Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, dass sowohl die zwischen den Stufen der Aktionsturbine liegenden Leitschaufelgruppen, als auch der Uebergangs-Leitapparat zwischen der Aktions- und der Reaktionsturbine, sowie die zwischen den einzelnen Laufrädern der Reaktionsturbine liegenden Leitschaufeln die Dampfspannung in Geschwindigkeit umwandeln; ebenso dass die Länge der Laufradschaufeln der Reaktionsturbine entsprechend der fortschreitenden Volumenvergrößerung von Stufe zu Stufe grösser wird.

Die Dampfgeschwindigkeiten betragen für die Aktionsturbine etwa 300 m/Sek., für die Reaktionsturbine 200 m/Sek. Die Raddurchmesser, die Zahl der Druckstufen und die Gefällverteilung sind derart gewählt, dass bei etwa 3000 minutlichen Umdrehungen der thermodynamische Wirkungsgrad einer jeden Stufe möglichst günstig ist.

Die Reibungsverluste sind bei der Hochdruck-Aktionsturbine durch sauberstes Schlichten der Taschen und durch Hochglanz-Politur der Seitenflächen möglichst reduziert; bei der Reaktionsturbine, die grössere Schaufeloberflächen und Reibungswege und damit grössere Reibungsverluste hat, werden die Reibungsverluste dadurch kleiner, dass dieselbe in die Niederdruckseite verlegt ist, wo die Dampfspannung und die Dampfgeschwindigkeit, die beiden Hauptfaktoren für die Reibungsverluste, geringer sind.

Die Undichtigkeitsverluste sind auf der Hochdruckseite dadurch vermieden, dass man die einzelnen Stufenkammern durch Zwischenwände und Dichtungsbüchsen an der Welle vollkommen

abdichtet; auf der Niederdruckseite sind diese Verluste wegen der grossen Schaufflänge verhältnismässig gering.

Der Ventilationswiderstand ist durch enges Einkapseln des Radkranzes durch die Gehäusewandung auf ein Minimum gebracht.

Überall ist genügend Raum zwischen den umlaufenden und den festen Teilen vorhanden und eine Empfindlichkeit der Turbine gegen ungleiche Wärmedehnung dadurch ausgeschlossen.

Die Regelung ist bei dieser Bauart genau dieselbe, wie bei dem Typus für Kleinmaschinen.

Die Abdichtung der Welle bei den vertikalen Union-Turbinen erfolgt nicht durch Labyrinthdichtungen oder Stopfbüchsen, sondern wird dadurch erreicht, dass der

Die Dampfturbinen der Maschinenbau-A.-G. „Union“.

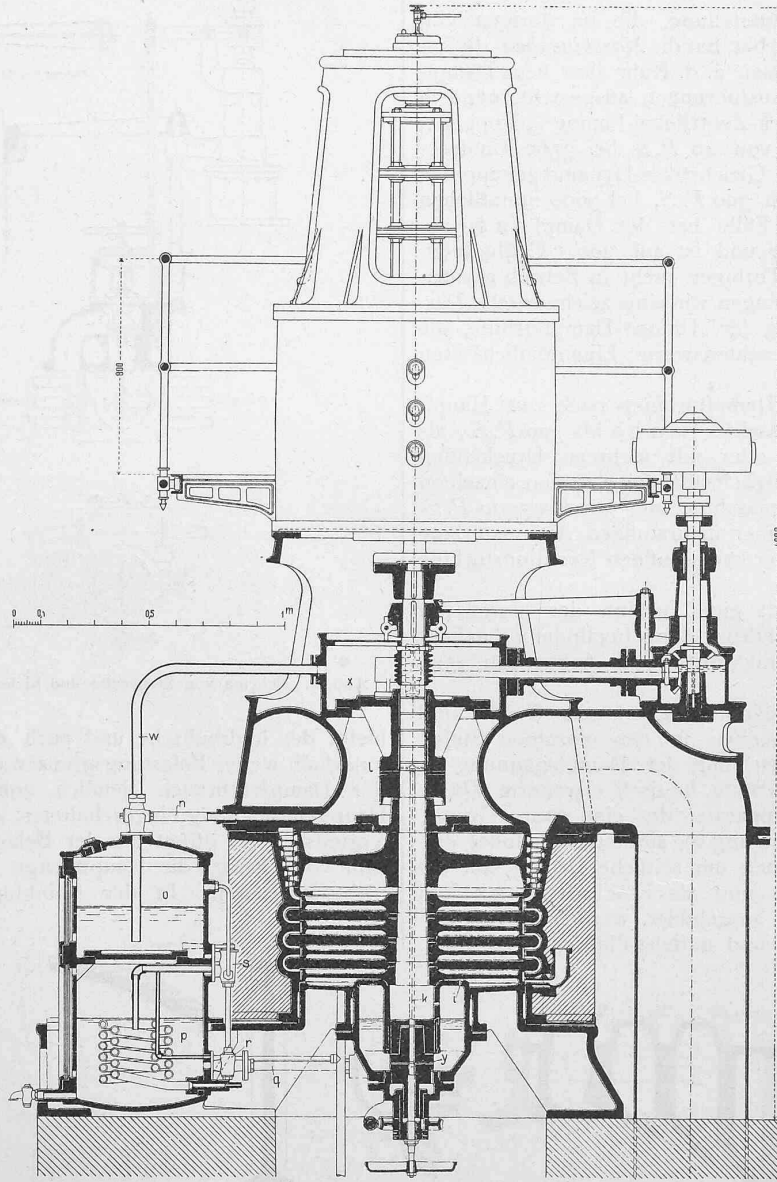


Abb. 5. Vertikale «Union»-Dampfturbine. — Masstab 1 : 25.



Dampf in die Turbine unten eintritt und sie oben verlässt. Da nun die untere, d. h. die Hochdruckseite mit dem Spurlager nach aussen vollkommen abgeschlossen ist, so ist nur die obere Seite, die Niederdruckseite, abzudichten, d. h. das dort herrschende Kondensatorvakuum gegen die Aussenluft abzudichten, was leicht durch die unter Oel gesetzte Halslagerbüchse erreicht wird, wobei das durch die Aussenluft durch das Halslager hindurchgedrückte Oel ausser der Abdichtung gleichzeitig eine vorzügliche Schmierung des Halslagers besorgt.

Ein weiterer Vorteil der von der Union gewählten Dampf-Strömungs-Richtung von unten nach oben liegt darin, dass damit das ganze Rotationssystem gewichtsentlastet ist. Durch den Druckunterschied, den der Arbeitsdampf auf der untern Seite der Reaktionsräder gegenüber der obern Seite hat, wird bei Vollbelastung der Turbine das Gewicht des ganzen Rotationssystem (einschliesslich des Dynamo-ankers usw.) vollkommen ausgeglichen, sodass die Spurlager keinerlei Belastung erhalten. Bei Ueberbelastung wird der sich ergebende Differenzdruck vom obern Spurlager, bei Unterbelastung vom untern Spurlager der Turbine aufgenommen.

Die vertikalen Union-Turbinen besitzen ferner eine ununterbrochene selbsttätige Oelzirkulation, die die Anwendung von Pumpen entbehrlich macht. — Durch die Bohrung *i* (Abb. 5) steht das im untern Spurlagerbehälter befindliche Schmieröl unter dem Dampfdruck der ersten Aktionsstufe und wird durch die in der Turbinenwelle befindliche Längsbohrung *k* zu dem unter Kondensatordruck stehenden oberen Spurlager *l* gedrückt. Das abfliessende Oel

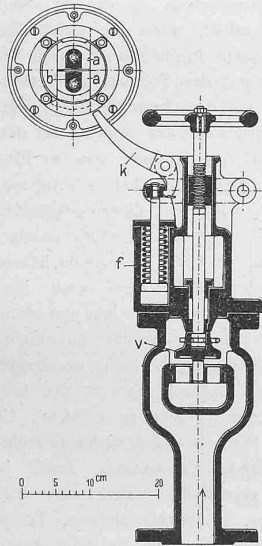


Abb. 6. Sicherheitsregulator mit Schnellschlussventil. Masstab 1 : 10.

fliesst dann, zusammen mit dem, durch das Halslager, wie obenerwähnt, hindurchgesaugten Oel durch das Ueberlaufrohr *n* in die Oberkammer *o* des Oelbehälters über, von der aus es dann während des Betriebes von Zeit zu Zeit von Hand in die Unterkammer *p* übergelassen wird. Zu diesem Zwecke wird das Rohr *q* durch den Hahn *r* vorübergehend geschlossen und gleichzeitig durch den Hahn *s* die Oberkammer *o* mit der Unterkammer *p* verbunden. Durch das Rohr *g* kommuniziert die Unterkammer *p* mit dem unteren Spurlagerbehälter. Durch das Ventil *y* kann die durch die Welle hindurchtretende Oel-

menge reguliert werden. Die in der Unterkammer befindliche Kühlschlange dient zur Kühlung des Oeles.

Durch das Rohr *w* wird das Oel in dem obern Behälter *x* ersetzt.

Mittels einer Zweigleitung wird auf ähnliche Weise auch das obere Dynamo-Halslager mit Schmieröl versorgt und in den Kreislauf eingeschlossen.

Der Oelverbrauch reguliert sich bei dieser Schmiervorrichtung, den Belastungsschwankungen entsprechend, von selbst, da die durch die Bohrung *k* hindurchgedrückte Oelmenge von dem Dampfdrucke auf der Hochdruckseite, dieser aber von der Belastung abhängt. Der Oelverbrauch ist demnach auf das geringste Mass reduziert.

Hervorzuheben ist noch, dass sämtliche Union-Dampfturbinen für den Fall, dass die Hauptregulatoren versagen sollten, mit ganz

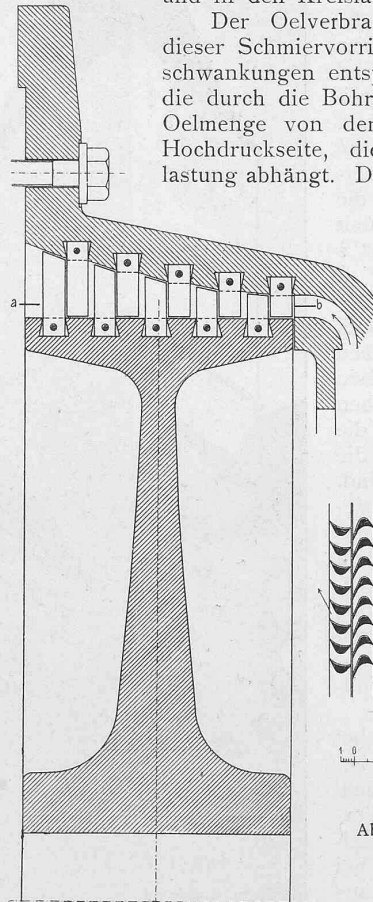


Abb. 7. Reaktionsrad und Schaufelung. Masstab 1 : 5.

unabhängigen Sicherheitsregulatoren ausgerüstet sind, die, sobald die Umdrehungszahl der Turbine das Maximum überschreitet, auf ein Schnellschlussventil einwirken, das die Dampfzufuhr sofort unterbricht.

In Abbildung 6 ist ein derartiger Sicherheitsregulator für die Horizontalturbinen dargestellt. Zwei auf der Turbinenwelle angebrachte Schlaggewichte *a* sind durch ein Stahlplättchen *b* mit einander verbunden, das, sobald die Tourenzahl das zulässige Maximum überschreitet, zerreisst. Die dabei radial nach aussen fliegenden Schlag-

Versuche an einer 50 P. S. zweistufigen Union-Dampf-Turbine im Februar 1905.

	Leerlauf	1/4 Belastung	1/2 Belastung	3/4 Belastung	Vollast	Ueberlast	Vollast Ueberhitzung
Dampfdruck vor dem Absperrventil <i>kg/abs.</i> . . . . .	10,75	10,93	11,12	11,05	11,31	10,55	11,06
Druck vor den Düsen <i>kg/abs.</i> . . . . .	2,70	9,72	10,10	10,90	11,25	10,20	10,99
Dampftemperatur vor den Düsen °C . . . . .	129,3	177,6	179,2	182,5	184,1	179,0	248,3
Druck in der ersten Stufe <i>kg/abs.</i> . . . . .	0,342	1,583	1,693	1,765	1,890	2,040	1,794
Druck in der zweiten Stufe <i>kg/abs.</i> . . . . .	0,145	0,103	0,095	0,097	0,099	0,101	0,102
Umdrehungszahl . . . . .	3510	3552	3541	3532	3550	3549	3542
Bremsleistung . . . . .	—	12,72	27,34	38,40	51,50	60,20	50,86
Dampfverbrauch <i>kg</i> in der Stunde . . . . .	139,5	214,3	336,2	434,5	548,0	690,0	468,5
Dampfverbrauch für jede P. S. e. und Stunde . . . . .	—	16,82	12,30	11,30	10,60	11,45	9,24
$\eta_e = \frac{D_o}{D_e} = \frac{\text{Verbrauch der Ideal-Maschine}}{\text{Dampfverbrauch für eine P.S.e.}}$ in % . . . . .	—	22,1 %	29,3 %	32,9 %	35,0 %	32,4 %	38,8 %

gewichte *a* lösen die Klinke *k* aus, durch welche die Feder *f* gespannt und das Ventil *V* offen gehalten wurden. Durch die nunmehr frei werdende Feder wird das Ventil rasch zugeschlagen und der Dampfzutritt unterbrochen.

Für die Vertikal-Turbinen ist die Anordnung eine analoge. Ein auf der Turbinenwelle achsial verschiebbarer Konus wird durch die Zentrifugalpendel des Sicherheitsregulators gehoben und kuppelt sich bei Ueberschreitung der Maximalumlaufzahl mit dem Radsegment *b* (Fig. 4), dessen Drehung vermittelt des Anschlages *c* die Schienen *a* auslöst und damit das Schnellschlussventil *v* rasch schliesst.

Bezüglich der Laufräder der Union-Turbinen sei noch erwähnt, dass die Scheiben aus vollen Nickelstahlplatten gedreht und als Scheiben gleicher Festigkeit gegen die Beanspruchung durch die Fliehkraft konstruiert sind. Ihre Sicherheit ist eine sieben- bis achtfache, und sämtliche Scheiben werden einem Probelauf von 5000 minutlichen Umdrehungen unterworfen und in besonderen Ausbalancierapparaten während der Rotation aufs Vollkommenste ausbalanciert.

Die Schaufelung wird bei den Aktionsrädern, wie bereits erwähnt, nach einem besonderen patentierten Verfahren in den Kranz derselben eingefräst, während bei den Reaktionsrädern die aus Bronze bestehenden Schaufeln besonders eingesetzt werden, wobei ebenfalls vollkommenste Betriebssicherheit vorhanden ist (Abb. 7).

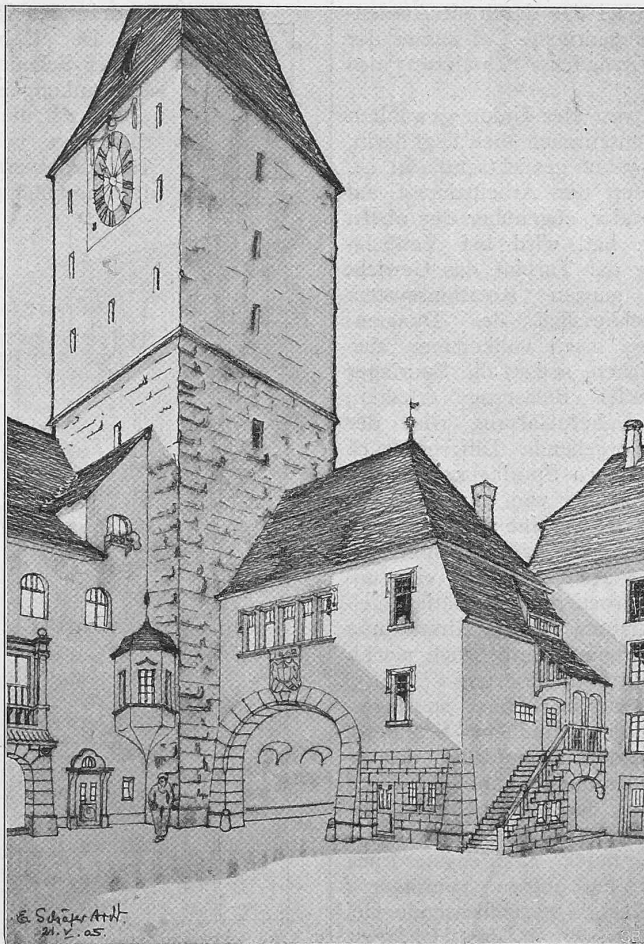
Um die Turbinen leicht montieren und demontieren zu können, sind die Gehäuse aller Turbinen in der Mittelebene der Achse geteilt; die Oberteile der Horizontalturbinen können deckelartig abgehoben werden, während die Hälften der Vertikalturbinen schalenartig zu entfernen

Die Erweiterung der Obertoranlage in Aarau.

Wie unsern Lesern von früher her bekannt sein dürfte, geht man in Aarau aus verkehrstechnischen Gründen noch immer ernsthaft mit dem Gedanken um, das kaum 3 m breite obere Tor, das den Zugang zur Rathausgasse vermittelt, in einer der Stadt würdigen Weise zu erweitern.

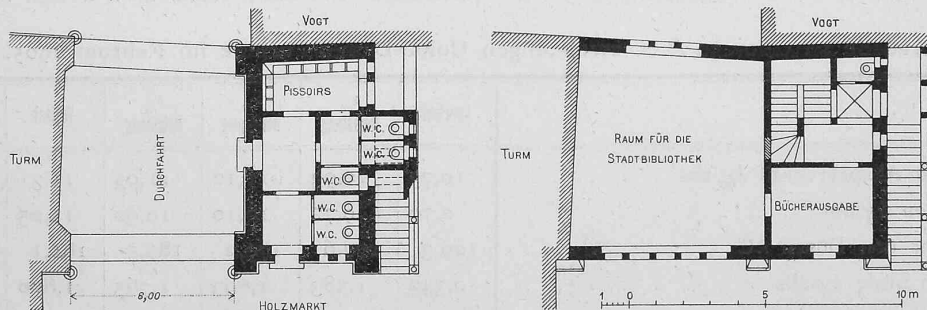
In der Versammlung der Einwohnergemeinde vom 24. d. M. ist nun eine Vorlage des Stadtrats für den Umbau der Rathausgasse genehmigt und dafür ein Kredit von 26 500 Fr. bewilligt worden (Bd. XLVI, S. 155). Dieser Umbau bildet nach Ansicht des Gemeinderats den Vorläufer zur Tor-Erweiterung, da er erst dann Wert erhält, wenn die durch ihn gewonnene breite Strasse durch Erweiterung des Torbaus in Verbindung mit der übrigen Stadt gelangt. Es wird somit der Gemeinderat den am 31. August 1903 von der Einwohnergemeinde erhaltenen Auftrag, eine Vorlage zu einer geeigneten Erweiterung des Obertors auszuarbeiten, an Hand zu nehmen haben.

Schon früher und auch jetzt wieder sind Stimmen laut geworden, die verlangen, dass das unliebsame Verkehrshindernis einfach abzutragen sei, um dadurch Platz für den neuzeitlichen Verkehr zu schaffen. Es wäre dies ein durch nichts zu rechtfertigender Vandalismus, zumal ja der eigentliche «obere oder hohe Turm», in seinen ältesten Teilen zweifellos älter als die Stadt Aarau selbst<sup>1)</sup>, gar nicht den Torweg enthält, der in einem schon 1612 in der jetzigen Ausdehnung vorhandenen, angebauten Torhause untergebracht ist. Eine Erweiterung dieses Torhauses würde den im Stadtbild von Aarau charakteristisch mitsprechenden und in seiner heutigen Gestalt aus dem Jahre 1532 stammenden Turm nicht wesentlich be-



Entwurf für die Erweiterung der Obertoranlage in Aarau. — Südsicht. Von Architekt E. Schäfer in Aarau.

rühren und doch die gewünschte Verbreiterung der Zufahrt ermöglichen. Zur Veranschaulichung dessen veröffentlichen wir nebenstehend Ansicht und Grundrisse eines Erweiterungsprojektes, das Herr Architekt Emil Schäfer aus Aarau verfasst und der heimatlichen Baubehörde als Beitrag zur Lösung der Obertorfrage gewidmet hat. Das Projekt dürfte unsere Leser um so



Grundrisse vom Erdgeschoss und Obergeschoss des Torhauses. — Masstab 1 : 250.

sind, ohne die Laterne demontieren zu müssen.

Die Tabelle auf Seite 177 gibt die Resultate der mit einer zweistufigen Union-Turbine von 50 P. S. im Februar 1905 angestellten Versuche.

mehr interessieren, als es zu einem Vergleich mit dem von uns bereits

<sup>1)</sup> Wir entnehmen die Angaben über die Obertoranlage in Aarau dem vorzüglichen Werke «Die mittelalterlichen Burgenanlagen und Wehrbauten des Kantons Aargau», von Dr. Walther Merz, das im Verlage von H. R. Sauerländer in Aarau soeben im Erscheinen begriffen ist. Auf den Seiten 23 bis 34 und auf den Tafeln IX bis XI findet sich daselbst eine erschöpfende Darstellung des ehrwürdigen Turmes in Wort und trefflichen Aufnahmen.



Abschlüsse auf Transportbänder fällt, welche es einer Reihe von Hebewerken zuführen; diese fördern das Getreide, wie dies auch mit dem in den Schiffen anlangenden geschieht, auf die Höhe des Mittelbaues und von hier aus nimmt es den oben beschriebenen Weg, um seiner vorläufigen Bestimmung zugeführt zu werden.

Die kleinern, nur durch zwei Stockwerke reichenden Lagerzellen münden in einer Höhe von 4 m über der Strassenebene aus und haben den Zweck, das für den täglichen Gebrauch von Bäckereien und Kornhandlungen bestimmte, mittels Pferdewagen abzuholende Getreide unmittelbar auf diese Wagen zu liefern.

Das ganze Lagerhaus ist in seinem Rohbau aus armiertem Beton nach dem System Hennebique erstellt und unmittelbar auf einem grossen, 1,5 m dicken Block aus dem genannten Material ohne weitere Verdichtung des vor ungefähr 30 Jahren angeschütteten Erdreiches gegründet worden. In den seit Beginn des Baues abgelaufenen sechs Jahren haben sich keine namhaften Senkungen im Gebäude und in seinem Fundamente gezeigt.

Der gesamte Fassungsraum der Lagerzellen beträgt rund 28 000 t, die Leistungsfähigkeit der vier Saugepumpen und der zugehörigen Hebewerke 300 t, welche Menge in einer Stunde aus den Schiffen angesogen, auf die Höhe des Mittelbaues gehoben und von dort aus entweder in die Lagerzellen befördert oder in der oben geschilderten Weise in Säcke gefüllt werden kann.

In der Anordnung des Grundblocks des Gebäudes sowohl als im Aufbau des Lagerhauses und seiner wichtigsten Räumlichkeiten wurde in der Weise Rücksicht auf eine mögliche Vergrösserung der ganzen Anlage genommen, dass deren gesamter Fassungsraum durch Erstellung weiterer Lagerzellen auf 44 000 t und die Leistungsfähigkeit der Ausladevorrichtungen durch die Vermehrung der Zahl der Saugepumpen und der zugehörigen Hebewerke auf eine Förderung von 450 t in der Stunde erhöht werden kann.

Die Ausführung des Rohbaues des Lagerhauses geschah durch den Vertreter des Hauses Hennebique für Italien; die Saugapparate und deren Dampfmaschinen sowie die gesamten mechanischen Hebevorrichtungen wurden von der Maschinenfabrik Luther in Braunschweig, die elektrischen Motoren der Hebevorrichtungen und die sonstige elektrische Einrichtung von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin erstellt.

Die für die ganze Anlage aufgewendete Bausumme betrug 4,7 Millionen Lire.

**Lagerhäuser für Weine.** Die aus Süditalien, Sizilien und Sardinien in Genua zum Verkauf eintreffenden Weine mussten früher unmittelbar von den Schiffen aus verkauft oder, bei der Unzulänglichkeit eines kleinen städtischen Magazins, zum grossen Teil in Fässern im Freien gelagert werden. Im Jahr 1899 bildete sich eine Gesellschaft für den Bau und den Betrieb einer grossen Weinniederlage,

die aus zwei getrennten Lagerhäusern besteht (o). Das eine dieser Häuser hat, bei 72 m Länge und 15 m Breite, drei Stockwerke, welche zum Einlagern der feinem Weine und Flaschen bestimmt sind und ein Erdgeschoss, mit den nötigen Dienstbahnen, sowie verschiedenen Magazinen und Werkstätten. Das zweite Gebäude enthält in zwei Stockwerken und einem Kellergeschoss Räumlichkeiten für die Verwaltung und für eine Weinbörse, sowie gemauerte Behälter für die gewöhnlichen Weine.

Der gesamte Lagerraum in beiden Gebäuden genügt für 100 000 hl Fassung und für einen jährlichen Verkehr von 1 200 000 hl.

Die Kosten der ganzen Anlage belaufen sich auf 1,6 Millionen Lire.

**Die Warendocks am Molo vecchio (q)** wurden in den Jahren 1899 bis 1901 von einer englischen Gesellschaft erstellt und bestehen aus einem Gebäudezug von 302 m

Länge und 30 m Breite, der durch acht Feuermauern in neun einzelne Lagerhäuser abgeteilt ist. Die gesamte Anlage ist vierstöckig, das Erdgeschoss inbegriffen und auf einen Betonsockel gegründet, der auf dem zum Teil erst in den letzten Jahren angeschütteten, durch Einrammen von 8 bis 13 m Länge verdichteten Erdboden aufruft.

Die Böden der einzelnen Stockwerke werden durch Zementbetongewölbe getragen, die zwischen Eisenbalken eingespannt und für eine Belastung von 2500 kg auf den m<sup>2</sup> berechnet sind. Zur Verbindung der Stockwerke unter einander dienen in die Böden eingelassene Falltüren, bestehend aus einer starken doppelten Blechwand mit zwischenliegender Isolierschicht von Bimsstein.

Die Grundfläche der gesamten Anlage, die Ladequais, Bahngleise und Lagerplätze im Freien mit eingerechnet, beträgt 324 000 m<sup>2</sup>. Die mechanischen Einrichtungen bestehen aus 23 verschiedenen, auf den Ladequais und in den Magazinen verteilten elektrischen Kranen, einem fahrbaren Dampfkran und vier elektrischen Haspeln für die Verschiebung der Bahnwagen. Die Tragkraft der elektrischen Krane beträgt 1500 kg, ihre Stundenleistung beim Ausladen von Schiffen je nach Umständen 25 bis 40 t.

Zur Beleuchtung der Ladequais und Magazine dienen 20 Bogenlampen und 650 Glühlampen.

Die Herstellungskosten der ganzen Anlage betragen 5 1/2 Millionen Lire; die Eröffnung des Betriebes fand im Sommer 1901 statt.

**Künftige Vergrösserung des Hafens.** Mit Rücksicht auf den stets wachsenden Hafenverkehr, dessen jährliche Zunahme nach den im letzten Jahrzehnt gemachten Erfahrungen ungefähr zu 210 000 t angenommen wird und der nach der Eröffnung der Simplon-Bahn auf das Doppelte ansteigen dürfte, ist seitens der massgebenden Behörden einerseits eine namhafte Vergrösserung des Hafens, andererseits eine Vermehrung und Vervollständigung seiner Abfuhrlinien

Dampfturbine der Maschinenbau-A.-G. „Union“ in Essen a. R.

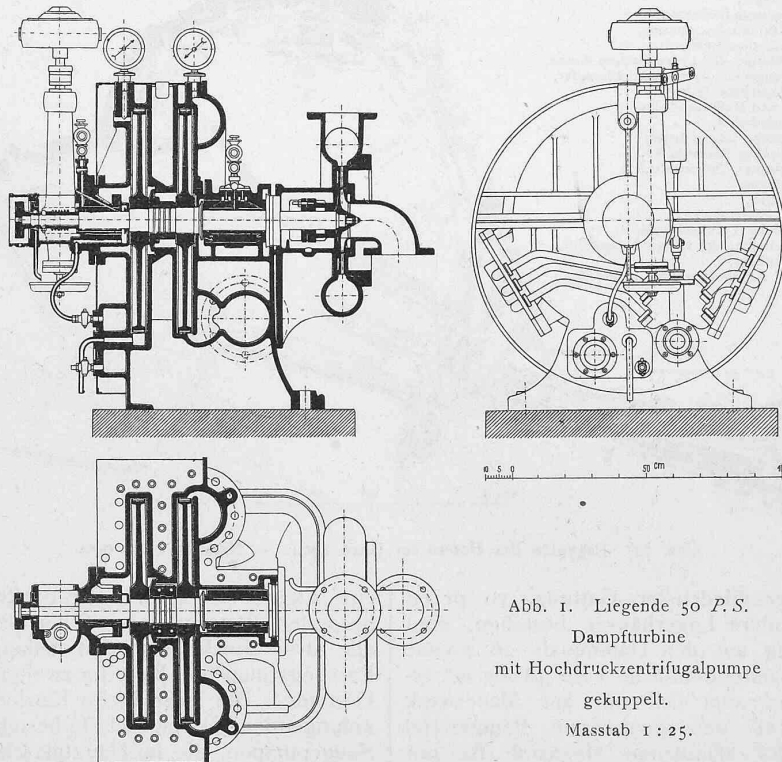


Abb. 1. Liegende 50 P. S.  
Dampfturbine  
mit Hochdruckzentrifugalpumpe  
gekuppelt.  
Masstab 1 : 25.