

entwurf auszuarbeiten, durch welchen der zwischenstaatliche Handel mit Düngemitteln und Rohstoffen für dieselben durch ein allgemeines Bundesgesetz geregelt werden soll.

Der International Pura Food Congress fand gemeinsam mit der 8. Jahresversammlung der National Association of State Dairy and Food Departments statt. Zwecks Organisierung dieses Kongresses hat der Sekretär B. M. Allen in Lexington, Kentucky, die europäischen Länder bereist und sich dabei mit den dortigen Nahrungsmittelgesetzen bekannt gemacht, worüber er dem Kongreß in ausführlicher Weise berichtete. Aus dem Auslande hatten 9 Regierungen Vertreter entsandt, außerdem waren zahlreiche Mitglieder der verschiedenen in den Verein Staaten mit der Nahrungsmittelkontrolle betrauten Behörden, wie das Ackerbau-Departement, anwesend. Auch die fabrikatorischen Interessen waren vertreten. Von den seitens des Kongresses angenommenen Resolutionen seien die folgenden erwähnt. Es wurde beschlossen, auch im nächsten Jahre wieder einen internationalen Kongreß abzuhalten, und eine permanente Kommission mit den nötigen Vorarbeiten zu betrauen. Diese Kommission besteht aus den Herren Jules Carlier (Belgien, Vorsitzender), G. v. Stibral (Österreich), G. Bozzati (Italien), Dr. Graco Cuotto (Brasilien), Dr. Salvador Cordova (Honduras), Dr. H. W. Wiley (U. S. Depart. of Agriculture) und R. M. Allen (Sekretär). Durch einen anderen Beschuß werden die Regierungen der Welt aufgefordert, an der Schaffung internationaler gleichförmiger Standards für die Reinheit und Quantität von Nahrungsmitteln mitzuarbeiten. In bezug auf die Verwendung von Antiseptics und Farbstoffen bedauert der Kongreß die künstliche Färbung von Nahrungsmitteln zwecks Nachahmung der natürlichen Farbe derselben und empfiehlt den Fabrikanten, sich der Benutzung irgendwelcher Färbestoffe für diese Zwecke zu enthalten, bei solchen Artikeln aber, welche keine bestimmte Naturfarbe haben, und die von dem Konsumenten (wie Konditorwaren) gefärbt gewünscht werden, nur solche Färbestoffe zu verwenden, welche von zuständigen Autoritäten für harmlos erklärt worden sind; insbesondere ist der Gebrauch von Anilin- und anderen Kohlenteerfarben, mineralischen und synthetischen Farben irgendwelcher Art zu bedauern. In ebenso scharfer Weise spricht der Kongreß sich gegen die Benutzung künstlicher Konservierungsmittel aus.

Endlich fand auch die 7. Jahresversammlung der International Acetylene Association in dem Palace of Education and Social Economy statt.

P.

## Kolbendampfmaschine und Dampfturbine.

Von FRITZ KRULL, Civillingenieur, Paris.

(Eingeg. d. 6.9. 1904.)

Seit etwa einem Jahrzehnt wird in der Technik in aller Stille aber desto energischer ein Kampf geführt, der, nach den bisherigen Ergebnissen zu urteilen, wahrscheinlich mit der völligen Nieder-

lage des einen Teiles endigen wird: der Kampf zwischen der Kolbendampfmaschine und der Dampfturbine.

Bei der Bedeutung, die der Gegenstand für die gesamte Industrie, und nicht zum wenigsten für die chemische Industrie hat, dürften die die nachfolgenden Zeilen nicht ohne Interesse sein. Steht doch heute schon der Industrielle bei der Anschaffung einer Dampfkraftmaschine ernstlich vor der Frage, ob er sich für eine Kolbenmaschine oder eine Dampfturbine entschließen soll! Und in den weitaus meisten Fällen dürfte die Entscheidung für die Dampfturbine ausfallen.

Der charakteristische Unterschied zwischen der Kolbenmaschine und der Dampfturbine besteht darin, daß bei der Kolbenmaschine der Dampf durch seine Spannung, seinen Druck wirkt, bei der Dampfturbine dagegen durch seine Bewegung. Bei der Dampfturbine wird die Spannung des Dampfes (seine potentielle Energie) in Bewegung (in kinetische Energie) umgesetzt und diese dann in einem Laufrade in mechanische Arbeit übergeführt.

Die Versuche dieser Art sind schon älteren Datums, konnten aber zu einem befriedigenden Resultate nicht führen, weil die Kenntnis der Vorgänge im Dampfe und seiner Wirkungsweise noch fehlte, die notwendige Grundlage für die Berechnung und für eine rationelle Konstruktion also noch nicht vorhanden war.

Erst das 1842 durch Julius Robert Mayer in Heilbronn entdeckte und bewiesene Gesetz der mechanischen Wärmeäquivalenz und die aus dieser Entdeckung hervorgegangene Kenntnis des Wesens der Wärme haben die Basis geschaffen, auf der diejenige Wissenschaft sich aufbaute, die für die gesamte Wärm 技术 von so hoher Bedeutung und so großem Nutzen geworden ist: die mechanische Wärm 技术. Mit Hilfe ihrer Gesetze ließen sich nun auch die Vorgänge im Dampf erkennen und die Bedingungen festlegen, denen eine Dampfturbine genügen muß, wenn sie rationell arbeiten, d. h. die im Dampf enthaltene Energie vorteilhaft ausnutzen soll.

Der erste nun, der eine rationell arbeitende Dampfturbine konstruierte und auf den Markt brachte, war der schwedische Ingenieur Gustaf de Laval in Stockholm.

Durch eine besondere Form der den Arbeitsdampf dem Laufrade zuführenden Düse setzt Laval die gesamte im Dampf vorhandene Spannung in Strömungsenergie um, bevor der Dampf in das Laufrad tritt, so daß also der Dampf beim Eintritt in das Laufrad keine Spannung mehr hat und nur durch seine Geschwindigkeit und die Änderung der Richtung seiner Bewegung wirkt.

Da nun die Geschwindigkeit des aus der Düse austretenden und in das Laufrad eintretenden Dampfes rund 1000 m/Sek. beträgt, und die vorteilhafteste Umfangsgeschwindigkeit des Laufrades etwa die Hälfte der Dampfgeschwindigkeit ist, so muß man das Laufrad einer Laval'schen Turbine mit der ungeheuren Umfangsgeschwindigkeit von rund 500 m/Sek. laufen lassen. Damit bei einer derartigen Umfangsgeschwindigkeit die Materialbeanspruchung die zulässige Grenze

nicht überschreitet, muß der Raddurchmesser ein geringer sein, was nun aber ganz enorme Tourenzahlen zur Folge hat. So hat z. B. eine Lavalsche Turbine von 5 PS nur 12 cm Lauf- raddurchmesser, macht aber 30000 Touren/Min.; eine Turbine von 30 PS bei 22,4 cm Durchmesser macht 20000 Touren/Min. und eine von 100 PS bei 50 cm Raddurchmesser 13000 Touren/Min.

Diese hohe Tourenzahlen sind nun aber offenbar eine große Unbequemlichkeit und waren die Ursache, daß die Lavalsche Dampfturbine

nicht mehr ausführbar, können also nur bis zu dieser Größe in Betracht kommen.

Dort jedoch, wo die Verhältnisse für die Verwendung der Lavalschen Turbine günstig lagen, bewährten die Turbinen sich vorzüglich und erwiesen sich als eine der höchsten und eingehendsten Beachtung werte Kraftmaschine.

Mit dem glücklichen, in seiner Turbine verwirklichten Gedanken, den Dampf seine Spannung nicht schon vor seinem Eintritte in das Laufrad völlig in Strömungsenergie umsetzen zu lassen, sondern diese Umsetzung im Rade selbst erfolgen zu lassen, hat nun Charles Parsons in Newcastle-on-Tyne die Dampfturbine in ein neues Stadium ihrer Entwicklung und, man kann wohl sagen, auf die Stufe der technischen Vollkommenheit gebracht.

Allerdings hat Parsons, um geringere Umfangsgeschwindigkeiten, größere Räder und kleinere Tourenzahlen zu bekommen, das Vorgelege also fortzuschaffen und die Turbinen bis zu jeder beliebigen Stärke ausführen zu können, die ungemeine Einfachheit der Lavalschen Turbine opfern müssen.

Statt des einen Laufrades der Lavalschen Turbine hat die Parsonssche Turbine 50 und mehr Laufräder, die auf einer gemeinsamen Welle befestigt sind; zwischen je zwei Laufrädern befindet sich ein feststehendes Leitrad, so daß also bei Parsons auch noch 50 und mehr Leiträder (Leitapparate) vorhanden sind, durch die der vom vorhergehenden Laufrade ausströmende Dampf dem nachfolgenden Laufrade in entsprechender Weise zugeführt wird, wobei er so stufenweise von einem Rade zum andern vom Anfangsdruck auf den Enddruck herunterexpandiert.

Trotz dieser bedeutenden Komplikation der Konstruktion gegenüber der Einfachheit der

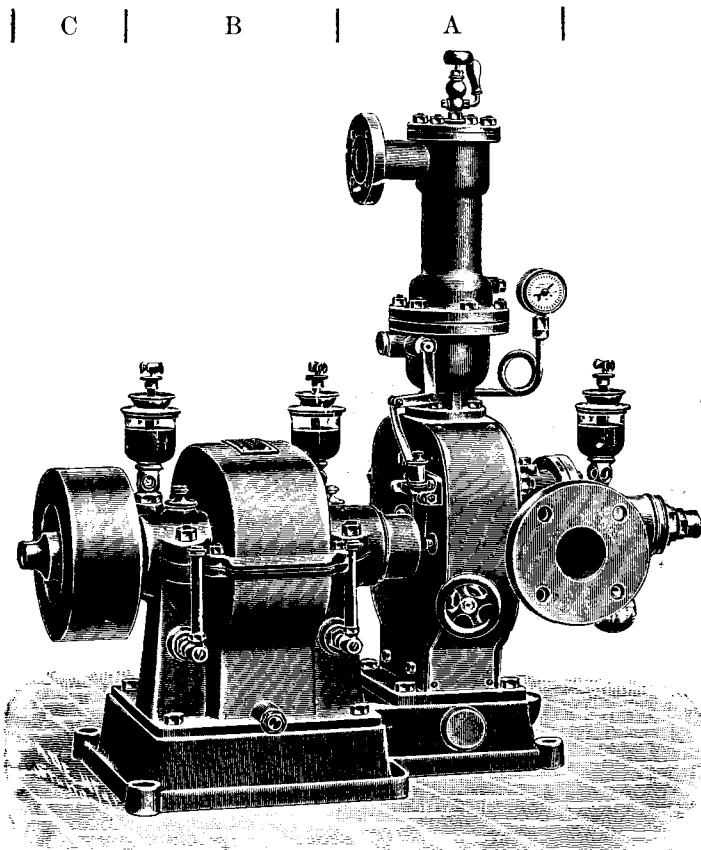


Fig. 1.

5 pferdige Dampfturbine für Riemenbetrieb (System de Laval).

Erbaut von der Maschinenbauanstalt „Humboldt“, Kalk b. Köln/Rhein.

Raumbedarf: 1 m Länge,  $\frac{1}{2}$  m Breite. Gewicht: 300 kg.

trotz ihrer vorzüglichen Wirkung und ihrer ungemein einfachen Konstruktion, sowie sonstiger bedeutender Vorzüge sich in die Praxis nicht recht einführt. Zwar übersetzte Laval die Tourenzahl der Turbine durch ein Zahnradvorgelege im Verhältnis von 8:1 bis 12:1 ins Langsame, behielt aber immer noch Umdrehungszahlen von 3000 bis 800 pro Minute, für die in der Betriebspraxis bislang wenig Verwendung vorhanden war, ganz abgesehen von dem großen Übelstande, der in der Anwendung eines Zahnradvorgeleges liegt. Da außerdem die nötige große Umfangsgeschwindigkeit des Laufrades und die zulässige Materialbeanspruchung, wie erwähnt, die Anwendung größerer Räder unmöglich machen, so sind Lavalsche Turbinen über etwa 350 PS hinaus

Lavalschen Turbine hat die Parsonssche Turbine der Dampfturbine den Weg in die Industrie eröffnet, auf dem sie mit Riesenschritten fortschreitet und auf allen Gebieten mit günstigstem Erfolge mit der Kolbendampfmaschine in Wettbewerb tritt.

Zwischen den beiden Grenzfällen, der Lavalschen Turbine mit nur einem Laufrade und ihrer bereits vor dem Laufrade erfolgenden vollständigen Umsetzung der Dampfspannung in Strömungsenergie auf der einen Seite und der Parsonsschen Turbine mit ihrer großen Anzahl von Laufrädern und ihrer während des Durchströmens der Leit- und Laufräder erfolgenden Umsetzung der Dampfspannung in Strömungsenergie auf der andern Seite, liegen nun die

übrigen bis jetzt in Frage kommenden Konstruktionen von Dampfturbinen, deren wichtigste sind: die Turbine von Riedler-Stumpf, die von Zoelly, die von Curtis, die von Rateau.

Auf die Unterschiede dieser Konstruktionen einzugehen, würde hier zu weit führen; es genügt die Bemerkung, daß als die glücklichste Lösung die Riedler-Stumpfsche Turbine (gebaut von der A. E. G.) sich darstellt, daß aber auch die übrigen genannten Konstruktionen als durchaus vollendete zu bezeichnen sind. Die Wahl dürfte von verschiedenen Umständen (dem Verwendungszwecke, den räumlichen Verhältnissen, den Wasser- verhältnissen usw.) beeinflußt werden, und ist der Verf. gern bereit, Interessenten auf Anfrage Rat zu erteilen.

etwa 1000 PS den Dampfturbinen etwas überlegen zu sein; bei größeren Maschinenleistungen aber stellt sich auch hier das Verhältnis für die Dampfturbine günstig, so daß ihr Dampfverbrauch wenigstens nicht größer als der einer gleichstarken Kolbenmaschine ist.

Allerdings ist hierbei zu bemerken, daß die betreffenden Maschinen als Kondensationsmaschinen vorausgesetzt sind, wie das ja auch in den weitaus meisten Fällen zutrifft. Bei Auspuff arbeiten die Dampfturbinen nämlich nicht so vorteilhaft wie die Kolbenmaschinen, und haben einen weniger guten Wirkungsgrad. Dies hat seinen Grund darin, daß gerade in der Niederdruckstufe die Dampfausnutzung bei den Dampfturbinen eine sehr gute ist, bei den Kolben-

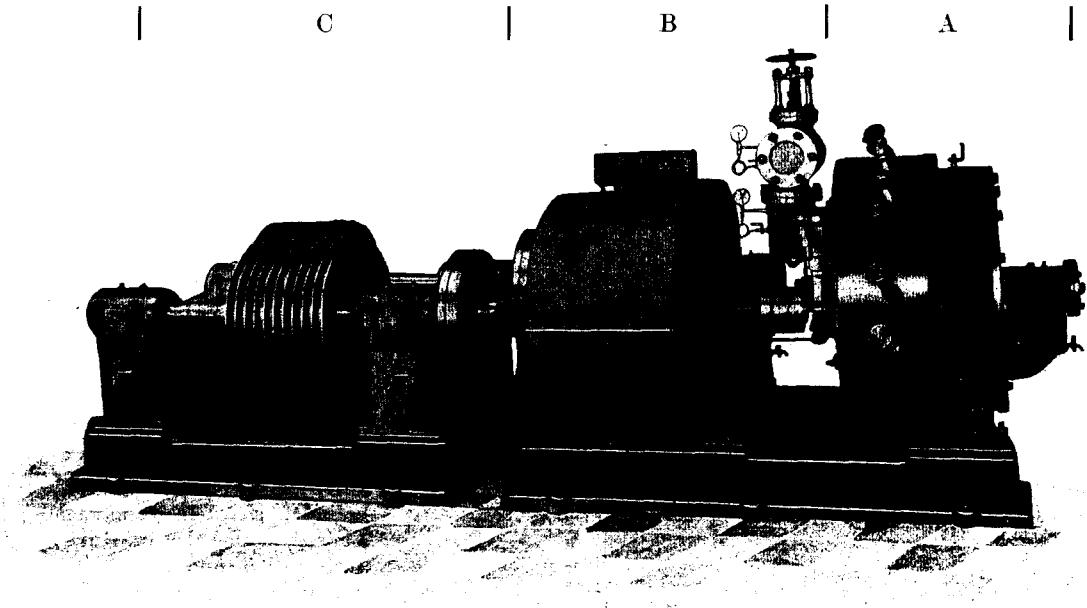


Fig. 2.  
300 pferdige Dampfturbine mit 2 Seilscheiben (System de Laval).  
Erbaut von der Maschinenbauanstalt „Humboldt“, Kalk b. Köln/Rhein.  
(Raumbedarf: 4,5 m Länge, 2 m Breite. Gewicht: 10000 kg.)

Die genannten Turbinenkonstruktionen (Laval, Riedler-Stumpf, Zoelly, Curtis, Parsons, Rateau) sind sämtlich im praktischen Betriebe unter den verschiedensten Verhältnissen und für die verschiedensten Zwecke erprobt und haben sich bestens bewährt. Und da heute bereits die zu einem Vergleich nötigen Daten in unbestrittener Richtigkeit in mehr als ausreichender Menge vorliegen, so seien im folgenden Kolbendampfmaschine und Dampfturbine einander gegenübergestellt, wobei für jede der beiden Maschinenarten die günstigsten Verhältnisse und vorteilhaftesten Konstruktionen dem Vergleich zugrunde gelegt werden sollen.

Zunächst den wichtigsten Punkt, den Dampfverbrauch betreffend hat der Betrieb ergeben, daß die Dampfturbinen den besten und vollkommensten Kolbendampfmaschinen nicht nachstehen, dieselben vielmehr übertreffen. Nur die vollkommensten und ökonomischsten Dreifachverbundmaschinen scheinen bis zu Stärken von

maschinen dagegen eine sehr mangelhafte und unvollkommene (große Wärme- und Reibungsverluste, großer Spannungsabfall usw.). Bei den Dampfturbinen ist es daher von wesentlichem Nutzen, gerade die Niederdruckstufe auszunützen, also mit Kondensation zu arbeiten, und zwar mit möglichst guter Luftleere (90%, 95%), da die Dampfturbine dann die Dampfenergie vom höchsten Aufgangsdruck bis zum niedrigsten Enddruck vollkommen ausnutzt.

Der Wirkungsgrad einer Dampfturbine ändert sich mit der Belastung der Maschine unbedeutend, so daß sie sowohl bei Unter- wie bei Überbelastung fast mit demselben Wirkungsgrade wie bei Normallast arbeitet und damit der Kolbenmaschine gegenüber einen Vorzug hat, deren Wirkungsgrad bekanntlich bei größeren Abweichungen von der Normalbelastung sich verringert.

Ferner ist der Wirkungsgrad der Turbinen auch nach jahrelangem Betriebe unverändert der-

selbe, weil in den Turbinen keinerlei Änderung eintritt, und besonders auch die anfänglich befürchtete rasche Abnutzung der Schaufeln durch den mit so ungeheurer Geschwindigkeit durchströmenden Dampf glücklicherweise nicht stattfindet, die Schaufeln vielmehr vollkommen intakt bleiben. Aufeinanderlaufende und einander berührende Flächen sind aber absolut nicht vorhanden (zwischen Laufrad und Leitrad sind Abstände von mehreren Millimetern; Stopfbüchsen fehlen ganz), so daß also hier Reibung und Abnutzung fortfallen, sehr im Gegensatze zu den Kolbenmaschinen, wo gerade dieses die wundersten Punkte sind.

Sodann aber fällt für die Dampfturbinen der Umstand sehr ins Gewicht, daß der Dampfverbrauch der Kolbenmaschinen stets nur ermittelt wurde und nur ermittelt werden kann durch besondere zu diesem Zwecke angestellte Versuche, selbstverständlich unter Herbeiführung möglichst günstiger Verhältnisse, die von den Verhältnissen des wirklichen Betriebes, unter denen die Ma-

schlossen; hier handelt es sich nicht um Paradevorführungen und Reklamezahlen, sondern um die unbestreitbare Wirklichkeit des täglichen Betriebes. Und wenn schon diese Wirklichkeitszahlen der Dampfturbinen den Paradezahlen der Kolbenmaschinen gleich und überlegen sind, so dürfen sie die Wirklichkeitszahlen der Kolbenmaschinen erst recht übertreffen! Man möge dieses besonders auch bei den Dreifach-Verbundmaschinen beachten, wo ja die angegebenen günstigen Verbrauchszzahlen auch Paradezahlen sind! —

Von größter Wichtigkeit ist es ferner, daß die Dampfturbine die Anwendung bis zu beliebiger Höhe überhitzten Dampfes (man geht bis  $450^{\circ}$ ,  $500^{\circ}$  und mehr Dampftemperatur) anstandslos gestattet, während die Kolbenmaschine bekanntlich als äußerste Grenze etwa  $380^{\circ}$  zuläßt, weil das beste Zylinderöl eine höhere Temperatur nicht mehr verträgt, und wichtige Organe (Kolben, Zylinder, Kolbenstange, Stopfbüchse usw.) gefährdet werden. Der große

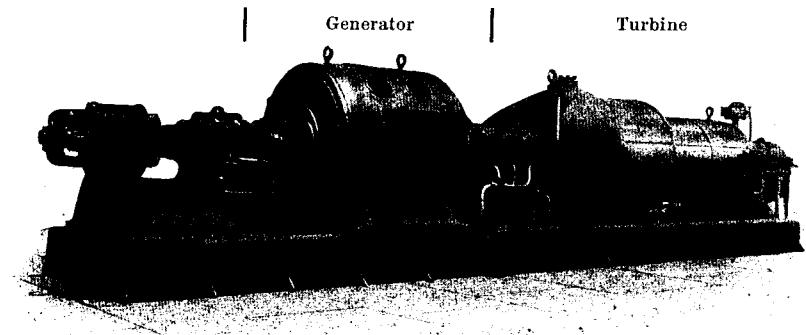


Fig. 3,

**1400 pferdige Dampfturbine, mit Drehstrom-Generator direkt gekuppelt (System Parsons).**  
Erbaut von Brown, Boveri & Cie., A.-G., Baden und Mannheim.

schine zu arbeiten hat und ihren Dampf verbraucht, in der Regel ganz bedeutend abweichen. Die gefundenen Werte sind demnach keine für den praktischen Betrieb maßgebenden Zahlen, sondern Paradezahlen, die meistens nicht unbedeutend unter den wirklichen Verbrauchszzahlen liegen. Ganz anders liegt der Fall bei den Dampfturbinen. Die für diese Maschinen angegebenen Verbrauchszzahlen sind Ergebnisse nicht besonders für diesen Zweck angestellter Versuche, sondern Ergebnisse des täglichen Betriebes, also absolut der Wirklichkeit entsprechend. In dem Gewichte des Kondensats, das, wie weiter unten gezeigt werden wird, vollkommen rein und ölfrei ist, und der gebremsten oder am Voltmeter und Ampèremeter abgelesenen Maschinenleistung ist ja der wirkliche Dampfverbrauch für die PS-Stunde (oder besser für die Kilowattstunde) absolut genau gegeben. Die Messung läßt sich aber jederzeit ohne Schwierigkeit und besondere Vorkehrungen ausführen und wiederholen, so daß man jederzeit eine genaue Kontrolle des Wirkungsgrades und der Beschaffenheit der Maschine und eine absolut richtige Verbrauchszzahl für den Dampf hat. Hier ist also jede Täuschung und jeder Irrtum ausge-

Nutzen einer hohen Dampfüberhitzung und ihre Bedeutung für die Dampfausnutzung sind aber bekannt genug, als daß sie besonders betont zu werden brauchten.

Die Dampfturbinen übertreffen also die Kolbendampfmaschinen hinsichtlich des Dampfverbrauchs und der Dampfausnutzung unzweifelhaft, wenigstens bei Kondensationsmaschinen, d. h. in den weitaus meisten Fällen. Aber auch bei Auspuffmaschinen liegen die Verhältnisse für die Dampfturbinen nicht wesentlich ungünstiger als bei Kolbenmaschinen, weil auch die mit Auspuff arbeitenden Kolbenmaschinen besonders bei geringeren Leistungen einen höheren Dampfverbrauch haben; für größere Leistungen sind aber Auspuffmaschinen seltener.

Nachdem somit die wichtigste Frage, die des Dampfverbrauches, zugunsten der Dampfturbine entschieden ist, jedenfalls aber unbestritten feststeht, daß der Dampfverbrauch der Dampfturbinen nicht größer ist, als der der besten Kolbenmaschinen, und eine Verschlechterung in diesem Verhältnis auch nach langjährigem Betriebe nicht zu befürchten ist, Bedenken und gegenteilige Angaben in dieser Hinsicht also als unbegründet und unrichtig sich erwiesen haben, sind die

übrigen Vorzüge der Dampfturbinen um so wertvoller. Denn wenn der Dampfverbrauch ein ungünstiger wäre, würden alle anderen Vorzüge der Turbinen, so bedeutend und wertvoll dieselben an sich auch sein möchten, die Kolbenmaschine nicht verdrängen können.

Der nächste wichtige Vorzug der Dampfturbinen ist nun ihre vorzügliche Regulierfähigkeit. Plötzliche Belastungen und Entlastungen mit Hunderten von Pferdekräften, die

Das Anhalten und Anlaufenlassen der Dampfturbine von voller Tourenzahl oder auf volle Tourenzahl vollzieht sich in 2—3 Sekunden.

Zum Inbetriebsetzen einer Turbine selbst bedeutender Stärke genügen 5 Minuten und eine geringe Aufmerksamkeit, während eine größere Kolbendampfmaschine für langsames Anwärmen der Zylinder, die Beseitigung des Kondenswassers, die Schmierung usw. für denselben Zweck wenigstens eine halbe Stunde und aufmerksamste Be-

Dynamo

Turbine

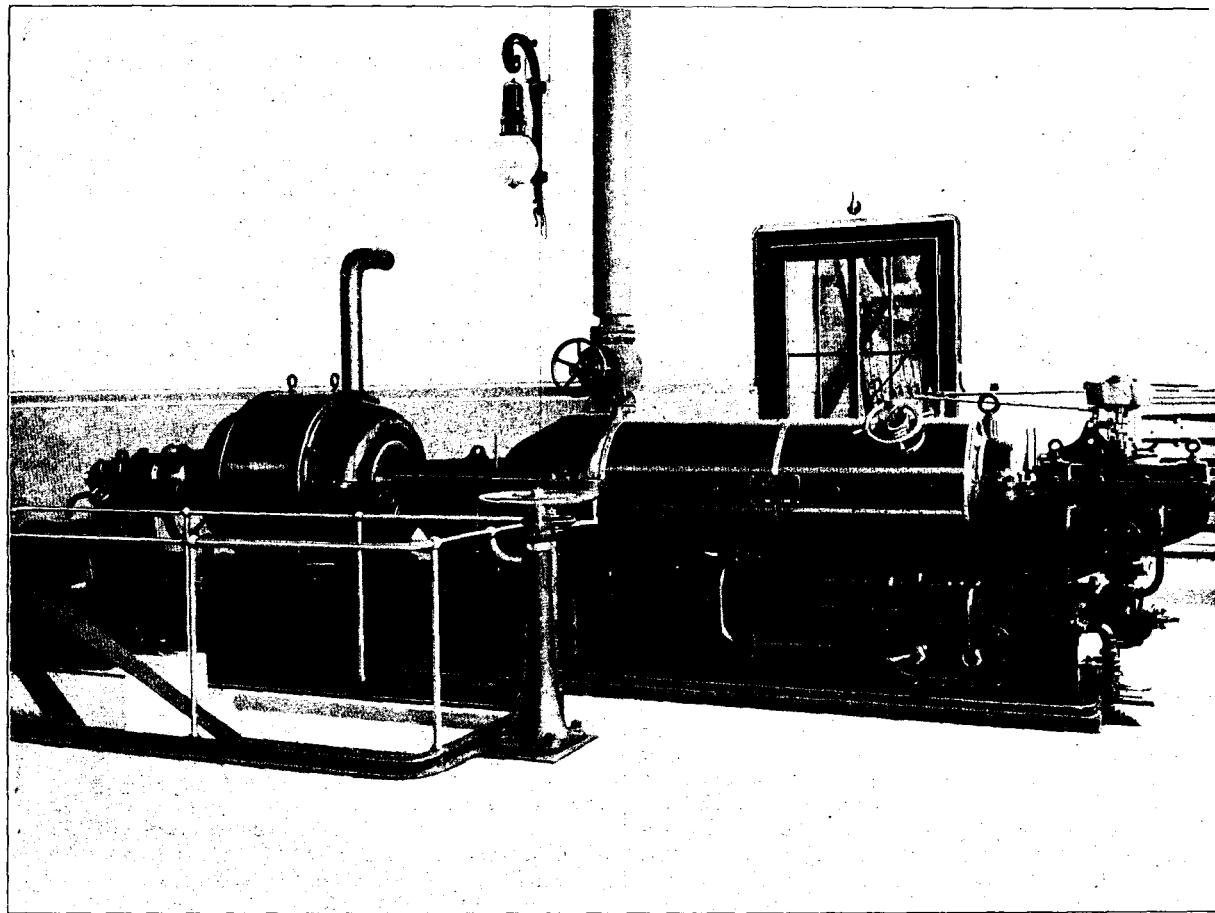


Fig. 4.

450 pferdige Dampfturbine (System Parsons), gekuppelt, mit einer Gleichstromdynamo.  
Erbaut von Brown, Boveri & Cie., A.-G., Baden und Mannheim.

bei der Kolbenmaschine eine bedeutende Geschwindigkeitsänderung hervorrufen würden, führen bei der Turbine eine Geschwindigkeitschwankung von höchstens 2—3% herbei, wobei schon nach etwa 2 Sekunden die Tourenzahl wieder konstant ist.

Mit dieser vorzüglichen Regulierfähigkeit hängt nun auch der hohe Gleichförmigkeitsgrad der Turbine zusammen, der besonders für den Betrieb von Lichtmaschinen von hoher Bedeutung ist. Es hat daher auch z. B. nicht die geringste Schwierigkeit, durch Dampfturbinen und Kolbenmaschinen betriebene Dynamomaschinen parallel zu schalten.

dienung verlangt, und dann auch während der ersten Zeit des Betriebes sorgfältigst und fortgesetzt kontrolliert sein will und bis zum Eintritt des normalen Arbeitsganges die verschiedensten Regulierungen durch den Wärter erfordert.

Und während die einmal laufende Dampfturbine selbst bei größter Leistung keinerlei weiterer Wartung bedarf, und die Tätigkeit des Wärters in der Kontrolle der beiden einzigen Lager der Turbinenwelle und der Kondensation sich erschöpft, verlangt eine schwere Kolbendampfmaschine z. B. der Dreifach-Verbund-Bauart zur Überwachung der vielen großen und kleinen Teile und ihrer Funktion, der Bolzen,

Schrauben, Keile, Klinken, Hebel, Gelenke, Stopfbüchsen, Schmierapparate, Kondenswasserableiter usw. in der Regel zwei vollbeschäftigte und fachkundige Wärter. Dabei kann der Wärter der Dampfturbine, der ja seine Zeit mit der Bedienung der Turbine nicht auszufüllen weiß, sehr

an Schmiermaterial, die wenigstens 80% beträgt; sodann die schon erwähnte Möglichkeit der Anwendung beliebig hoch überhitzen Dampfes, ferner ein absolut reines und ölfreies Kondensat, das nun seinerseits ohne weiteres und ohne vorher von beigemischtem Zylinderöl

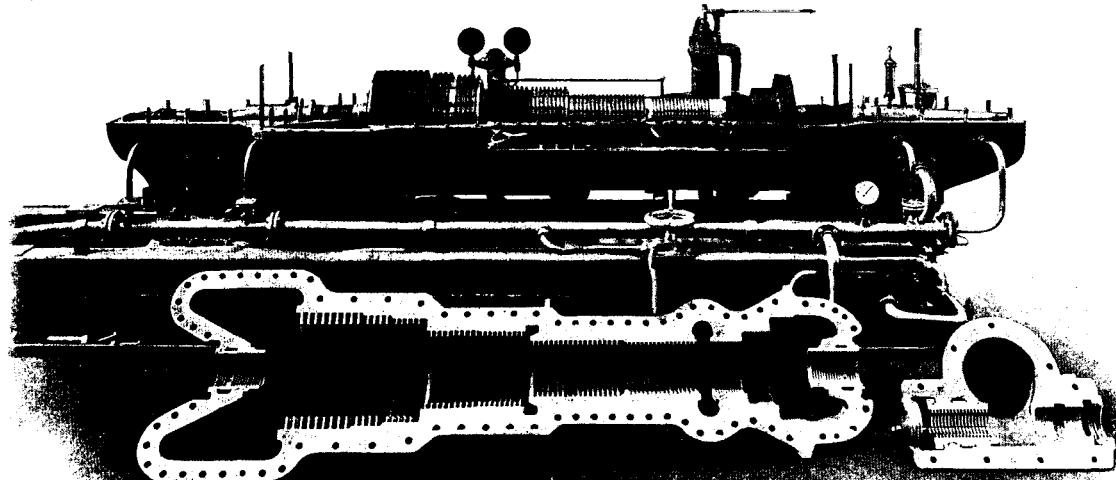


Fig. 5.  
Geöffnete Parsonssche Turbine mit davorliegendem Deckel.

wohl noch anderweitig beschäftigt werden und braucht kaum ein Fachmann zu sein.

Von wesentlicher Bedeutung für die Dampfturbine ist ferner der Umstand, daß die Dampfschmierung fortfällt, das Schmerzenskind des

gereinigt zu werden (wie dies bei den Kolbenmaschinen nötig ist und meistenteils ziemlich unvollkommen geschieht) dem Kessel wieder zugeführt werden kann, was nicht nur eine bedeutende Ersparnis an Speisewasser ergibt,

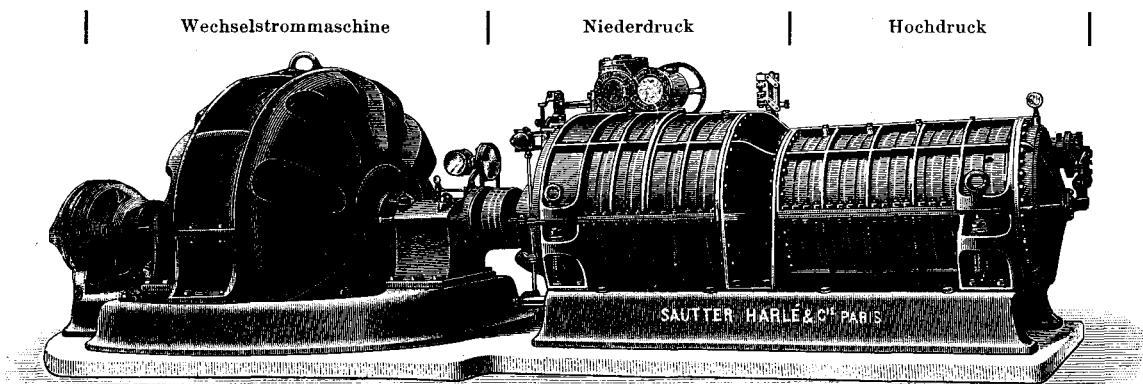


Fig. 6.  
1000 pferdige Dampfturbine (System Rateau), gekuppelt mit einer Wechselstrommaschine.  
Erbaut von Sautter, Harlé & Cie, Paris.

Kolbenmaschinenbetriebes. Da die Dampfturbine keinerlei vom Dampfe berührte Teile besitzt, die aufeinander arbeiten, wie dies bei der Kolbenmaschine zwischen dem Kolben und Zylinder, dem Schieber und Schieberspiegel usw. der Fall ist, so brauchen auch die vom Dampfe berührten Flächen nicht geschmiert zu werden.

Die Folge des Wegfalles der Dampfschmierung ist zunächst eine bedeutende Ersparnis

sondern auch wegen der hohen Temperatur des dem Kessel als Speisewasser zugeführten Kondensats den Brennmaterialverbrauch wesentlich reduziert.

Außerdem kann das ölfreie Kondensat für andere Zwecke sofort Verwendung finden, z. B. zur Bereitung von Trinkwasser (für Schiffe), zur Eisbereitung, als destilliertes Wasser für chemische Zwecke usw.

Der Schmierölbedarf beschränkt sich auf die Schmierung der beiden außerhalb des Turbinengehäuses liegenden Lager der Turbinenwelle. Das Öl wird den Lagern kontinuierlich zugeführt, durchströmt die Lager und fließt dann, mäßig erwärmt, ab, um nach erfolgter Abkühlung abermals den Lagern zugeleitet zu werden. Diesen Kreislauf macht dasselbe Öl etwa 4—6 Wochen, worauf es durch neues ersetzt wird, selbst aber nach erfolgter Abkühlung und geringer Reinigung ohne weiteres für andere Lager Verwendung findet. Der Ölbedarf ist daher ein minimaler. Das Öl selbst muß natürlich ein gutes sein, braucht aber, auch bei den schwersten Maschinen, lange nicht so bedeutenden Drucken für die Flächeneinheit gewachsen zu sein, wie z. B. bei den Kurbelwellenlagern der Kolbenmaschinen, weil die

Turbinenwellenlager auf ihrer ganzen Lauffläche durchaus gleichmäßig und daher pro Flächeneinheit wesentlich geringer belastet werden, als die den einseitigen Kurbelzapfendruck aufnehmenden Lager der Kolbenmaschinen.

Zu den bislang genannten wichtigen Vorteilen der Dampfturbinen (gleichbleibender Wirkungsgrad, Brennmaterialersparnis, herbeigeführt durch geringeren Dampfverbrauch, hohe Überhitzung und Speisung heißen Wassers; Schmiermaterialersparnis durch Wegfall der Dampfschmierung, An-

wendung weniger schwerer Lageröle und Verwendung des gebrauchten Lageröles für andere Maschinen, billigere Wartung, geringerer Speisewasserbedarf) gesellt sich als weiterer Vorteil der Wegfall jedweder Stopfbüchse, indem die aus dem Turbinengehäuse heraustrretende Turbinenwelle mittels Labyrinthdichtung durch den Dampf selbst abgedichtet wird. Welchen Wert aber der Fortfall von Stopfbüchsen, besonders von großen, ferner des teuren Packungsmaterials und der Stopfbüchsenreibung hat, weiß jeder Fachmann.

Des weiteren liegt ein großer Vorzug der Dampfturbine in der außerordentlichen Einfachheit der Konstruktion, die selbst bei den Turbinen mit einer so großen Anzahl von Laufrädern, wie die Parsonssche Turbine sie hat, noch vorhanden ist. Vergleicht man z. B. eine

1000 pferdige Dreifach-Verbundmaschine — mit ihren drei Zylindern, Kolben, Kolbenringen, Kolbenstangen, Stopfbüchsen, Gleitbahnen, Kreuzköpfen, Schubstangen, Kurbeln, Kurbelzapfen, Kreuzkopf- und Kurbelzapfenlagern, Keilen und Schrauben, gekröpfter Kurbelwelle, ihrem schweren Schwungrad, ihrer Steuerung mit wenigstens vier Einlaß- und vier Auslaßventilen und deren Be-

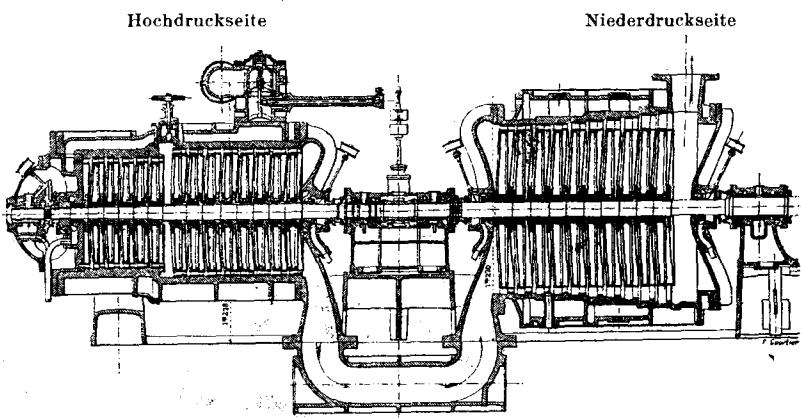


Fig. 7.  
Schnitt durch eine 500 pferdige Rateausche Turbine.  
Erbaut von Sautter, Harlé & Cie., Paris.

wegungsmechanismen, Stangen, Federn, Klinken, Buffern, einer Schiebersteuerung nebst Zubehör, ihren wenigstens drei Kurbelwellenlagern, ihren Schmierapparaten und den hundert anderen rotierenden, hin und her gehenden, oszillierenden, ruhenden Teilen — mit einer gleichstarken vielfstufigen Dampfturbine, System Parsons, mit

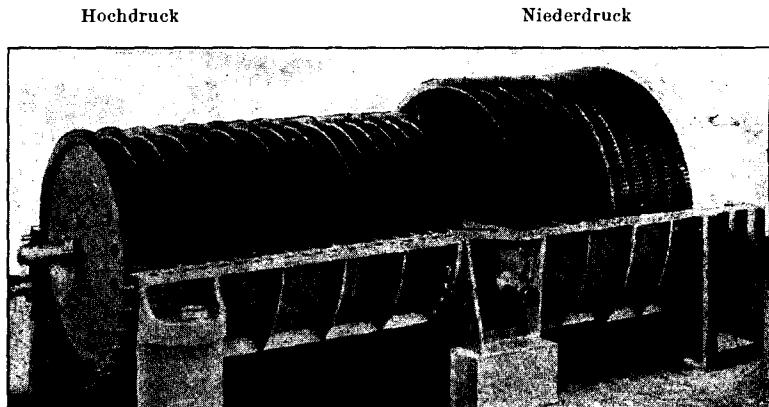


Fig. 8.  
Rateausche Turbine mit abgehobenem Deckel.

ihrem einfachen geschlossenen Gehäuse, aus dem hinten und vorn die Turbinenwelle heraustritt und jederseits in einem Lager läuft, mit ihren aus einfachen Scheiben mit eingefrästen oder sonstwie hergestellten Schaufeln bestehenden Laufrädern (die alle von derselben Einfachheit und gruppenweise gleich sind und für den vorliegenden Vergleich alle zusammen und mit der Welle, auf der sie aufgekeilt sind, als ein einziger Maschinenteil anzusehen sind, weil sie sich nicht unabhängig voneinander und von der Welle bewegen können), den einfachen mit dem

Gehäuse fest verbundenen, wenn auch vielen Leitapparaten, dem fehlenden Schwungrad, — so kann die Entscheidung nicht schwer fallen. Dort eine nach Hunderten zählende Menge großer und kleiner, untereinander alle verschiedener und alle wichtiger, in der verschiedensten Weise bewegter und arbeiten der Teile, hier nichts wie ein Gehäuse, eine Welle, zwei Lager, auf der Welle unbeweglich festgekeilt eine Anzahl ganz gleicher (oder gruppenweise gleicher) höchst einfacher Laufscheiben, am Gehäuse, ebenfalls unbeweglich, eine Anzahl korrespondierender Leitscheiben! Dort hundert miteinander verbundene und aufeinander arbeitende, zum Teil unter bedeutendem Druck arbeitende, sich täglich abnutzende Teile, hier keine sich berührenden Flächen, keine Abnutzung. Dort die vielen verschiedenen zum Teil sehr komplizierten Teile, ebensoviel Fehlerquellen für die Ausführung, hier wegen der großen Einfachheit und der völligen Gleichartigkeit der Teile die höchste Garantie für Vollkommenheit der Ausführung.

Eine unmittelbare Folge dieser Einfachheit ist die außerordentlich leichte und rasche Montage und Demontage der Dampfturbine und die Leichtigkeit und Einfachheit einer etwaigen Reparatur. Eine 1000 pferdige Dampfturbine ist in 5 Tagen aufgestellt, während eine ebensolche Kolbenmaschine mehrere Wochen zu ihrer Aufstellung beansprucht.

Das Abheben des Oberteiles des Gehäuses, die genaue Besichtigung der Lauf- und Leit-

räder und des übrigen Innern, und die Wiederschließung des Gehäuses einer Parsonsschen Turbine großer Leistung erfordert etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde.

Man vergleiche damit die Umständlichkeit und Schwierigkeit und den Zeitaufwand, die die Kontrolle und die Untersuchung auch nur der Dampfzylinder- und Kolben einer Kolbenmaschine verursachen!

Bei der Einfachheit der Dampfturbinen ist es ferner durchaus unnötig und zwecklos, die Turbine nachzuhören, während eine

Kolbendampfmaschine wenigstens aller 8 oder 14 Tage genauer nachgesehen und hergerichtet werden muß, alle halbe Jahre aber, wenigstens jedoch alle Jahre, eine gründliche Untersuchung und Reparatur verlangt. Die Betriebspraxis hat ergeben, daß Dampfturbinen jahrelang ununterbrochen Tag und Nacht gelaufen haben und nie die geringste Reparatur oder dergleichen nötig machten; beim Öffnen des Gehäuses erwiesen sie sich als absolut intakt. Wenn der Betrieb einmal unterbrochen wurde, so war niemals die Turbine selbst oder ein Mangel an ihr die Veranlassung, sondern irgend eine Kleinigkeit an der mit der Turbine gekuppelten Dynamo- oder sonstigen Maschine.

Und selbst wenn einmal eine Reparatur vorzunehmen ist, so ist sie wegen der raschen und leichten Demontierbarkeit, dem geringen Gewicht und der Gleichartigkeit und bequemen Auswechselbarkeit der Teile in wenigen Stunden ausführbar, während bei Kolbenmaschinen schon die regelmäßigen kleinen Reparaturen halbe und ganze Tage erfordern, größere Reparaturen da-

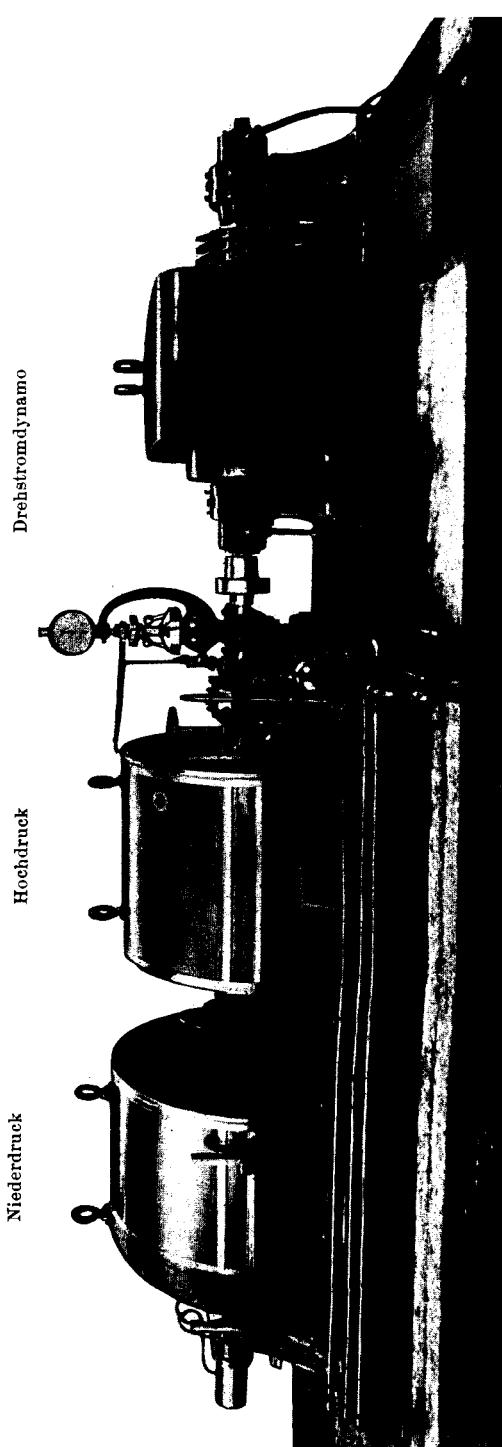


Fig. 9.  
500 pferdige Dampfturbine (System Zoelly), gekuppelt mit einer Drehstromdynamo.  
Erbaut von Escher Wyss, & Cie., A.-G. in Zürich. Nach einer Zeichnung der Schweizerischen Bauzeitung.

gegen, die Demontagen nötig machen, wenn alles gut geht, vielleicht mit ein oder zwei Tagen davonkommen, aber auch ebensoviele Wochen erfordern können.

Dabei ist es bei den Dampfturbinen ohne Gefahr, ja ohne wesentliche Verminderung des Wirkungsgrades möglich, selbst mit einer beschädigten Turbine — bei der z. B. Schaufeln im Laufrade fehlen, oder ein Laufrad los ist — noch weiter zu arbeiten und eine für die Reparatur günstige Zeit und Gelegenheit abzuwarten; mit einer Kolbendampfmaschine aber weiter zu arbeiten, bei der z. B. ein Kolbenring gebrochen oder gar der Kolben sich gelockert hat, ist ausgeschlossen.

Diese sehr hohe, man kann wohl sagen absolute Betriebssicherheit und leichte Reparierbarkeit der Turbinen macht sie gerade für Betriebe, wo auf diese Punkte ein besonderes Augenmerk gerichtet werden muß, so wertvoll. Es sind dies vor allem die elektrischen

Licht- und Kraftbetriebe, die Bergwerksbetriebe, besonders die Wasserhaltungen, die Schiffe und, wohl nicht zuletzt, die chemischen Großbetriebe.

Da ferner bei den Dampfturbinen nur eine Drehbewegung stattfindet, und die rotierenden Teile in vollkommenem

Gleichgewichte sind, demnach Stöße und Erschütterungen nicht vorkommen können, so können sämtliche Teile viel leichter konstruiert werden als bei Kolbenmaschinen, wo die Umsetzung der hin und her gehenden Bewegung in die rotierende, die wechselnde Beschleunigung und Verzögerung der schweren Massen, das schwere Schwungrad usw. die heftigsten Stöße und bedeutendsten Materialbeanspruchungen verursachen müssen, demnach schwere und starke Konstruktionen nötig machen. Die Dampfturbinen sind daher bedeutend leichter als Kolbenmaschinen; ihr Gewicht ist durchschnittlich etwa ein Drittel bis ein Viertel des Gewichtes der Kolbenmaschinen.

Wegen des ruhigen, absolut stoß- und erschütterungsfreien Arbeitens der Dampfturbine kommen bei derselben auch das schwere Maschinenfundament und die schwere Verankerung in Fortfall. Ein einfacher gemauerter

Sockel, wie er bei elektrischen Maschinen üblich ist, und ein paar leichte Befestigungsschrauben genügen vollkommen. Daß aber bei größeren Kolbenmaschinen gerade das Maschinenfundament einer der wichtigsten, gefährlichsten und kostspieligsten Teile der Anlage ist, weiß jeder Fachmann; sein Fortfall ist also ein wesentlicher Vorteil.

Wie das Gewicht, so ist auch der von einer Dampfturbine beanspruchte Raum wesentlich geringer, als der der Kolbenmaschinen, und zwar wenigstens um das Vierfache. Die Dampfturbinen erfordern daher bedeutend kleinere Maschinenstuben und können überall, selbst noch bis zu hohen Leistungen, untergebracht werden. Wo z. B. für den Fall gesteigerten Kraftbedarfes der in der Maschinenstube noch vorhandene Raum für die Aufstellung einer 500 pferdigen

Kolbenmaschine knapp ausreichen würde, kann auf dem vorhandenen Raume ohne Schwierigkeit eine Dampfturbine von 2000 und mehr PS untergebracht werden.

Da die Turbinen nun auch in jeder beliebigen Größe von 3 bis zu 20000 und mehr PS angefertigt werden können, ohne daß sich irgend welche besonderen

Schwierigkeiten böten; da ferner der Preis der Dampfturbinen nicht höher, sondern im allgemeinen

niedriger ist, als bei Kolbenmaschinen und jedenfalls noch reduziert werden wird, so ist auch in dieser Hinsicht die Dampfturbine gegenüber der Kolbenmaschine im Vorteil.

Daß die Dampfturbine mit hohen Umlaufzahlen arbeitet, kann bei dem heutigen Schnellbetrieb als ein wesentlicher Nachteil nicht mehr betrachtet werden, umso mehr, als die heutigen Turbinenkonstruktionen die ungeheuren Umlaufzahlen der Laval'schen Turbine nicht mehr haben und mit 10-, 20- und 30-fach und mehr geringeren Tourenzahlen arbeiten. Während die Laval'schen Turbinen heute noch mit 30000 bis 12000 Touren der Turbinenwelle laufen, arbeiten z. B. die Riedler-Stumpfschen Räder bei Anwendung von nur 2—4 Doppelscheiben mit nur noch 3000 Touren, herunter bis sogar auf nur 500 Touren, die Zoellyschen Turbinen mit etwa 10 Laufrädern mit 3000 Touren, die Curtisschen

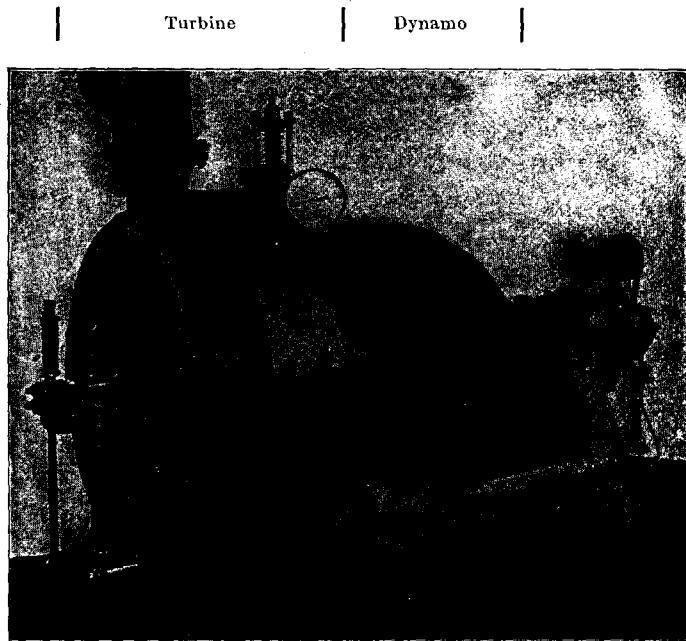


Fig. 10.  
150 pferdige Dampfturbine (System Riedler-Stumpf), gekuppelt mit einer Dynamo.  
Erbaut von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.

Turbinen bei 4—8 Rädern mit 2000—1500 Umläufen pro Minute, die Parsonsschen Turbinen bei etwa 50 Laufrädern mit 1500 Touren, die Rateauschen Turbinen bei etwa 30 Laufrädern mit 1600—2200 Touren. Diese Umlaufszahlen sind aber heute, wo z. B. die übliche Tourenzahl der Drehstrommotore 1500 oder 3000 ist, nichts Ungewöhnliches und kein wesentliches Hindernis mehr. Außerdem geht ja das Bestreben der Konstrukteure dahin, die Umdrehungen noch weiter zu reduzieren, und zeigt z. B. die Riedler-Stumpfsche Turbine mit ihren 500 Touren bei gutem Wirkungsgrade, daß die Bestrebungen von Erfolg gekrönt sind.

Aus dem Vorstehenden dürfte hervorgehen, daß wir in der Dampfturbine einer Kraftmaschine gegenüberstehen, die der höchsten Beachtung wert ist und die durch ihre außerordentlichen und vielen Vorteile der Kolbenmaschine gegenüber berufen scheint, die Kolbendampfmaschine zu verdrängen, gerade so, wie seinerzeit die Wattsche Maschine die atmosphärische Dampfmaschine überholte.

Die außerordentlich günstigen Erfolge, die die Dampfturbinen überall errungen haben, wo sie bisher zur Anwendung kamen, und die sich täglich mehrern, lassen hierüber keinen Zweifel. Da wo sich bislang noch Schwierigkeiten zeigten, sind es Fragen konstruktiver Natur, also zu beheben. Die theoretische Grundlage, auf der die Konstruktionen beruhen, liegt

vollkommen klar und durchsichtig in der mechanischen Wärmetheorie vor uns.

Die Abbildungen 1—13 zeigen die Dampfturbinen der erwähnten wichtigsten Konstruktionen.

Die Figuren 1 und 2 stellen Lavalsche Turbinen dar, wie sie von der Lizenzinhaberin für Deutschland, der Maschinenbauanstalt „Humboldt“ in Kalk bei Köln a. Rh., gebaut werden. Zu den Abbildungen sei bemerkt, daß die eigentliche Turbine der mit A bezeichnete Teil ist, während B das Rädervorgelege und C die Seil- (bzw. Riemen-) Scheiben darstellen. — Wie man sieht, ist die Lavalsche Turbine von außerordentlicher Einfachheit, auch bei der dort schon bedeutenden Leistung von 300 PS. — Bis Ende 1903 waren etwa 3500 Lavalsche Turbinen mit zusammen rund 100000 PS im Betriebe.

Fig. 3 zeigt eine 1400pferdige Parsonssche Turbine, erbaut von der Lizenzinhaberin, der Firma Brown, Boveri & Cie., A.-G., Baden (Schweiz) und Mannheim-Käferthal, und Fig. 4 eine von der selben Firma gebaute Turbine von 450 PS, direkt

gekuppelt mit einer Gleichstromdynamo. — Die Fig. 5 zeigt eine Parsonssche Turbine, geöffnet, mit davorliegendem Deckel. Man erkennt in der Figur deutlich die Trommel, auf deren Umfang die Laufräder (in der Fig. etwa 80) befestigt sind, und ebenso in dem Deckel die im Deckel befestigten unbeweglichen Leitkränze (in derselben Anzahl). — Trotz dieser großen Anzahl von Laufrädern und Leitapparaten ist aber auch diese Turbine, wie ersichtlich, eine durchaus einfache Maschine, die an Betriebssicherheit nicht das geringste zu wünschen übrig läßt. — Von den Parsonsschen Turbinen sind bis jetzt etwa 1000000 PS in Betrieb, wovon rund 220000 PS von Brown, Boveri & Cie. gebaut wurden.

Die Fig. 6, 7 und 8 stellen die Rateausche Turbine, wie dieselbe Sautter, Harlé & Cie. in

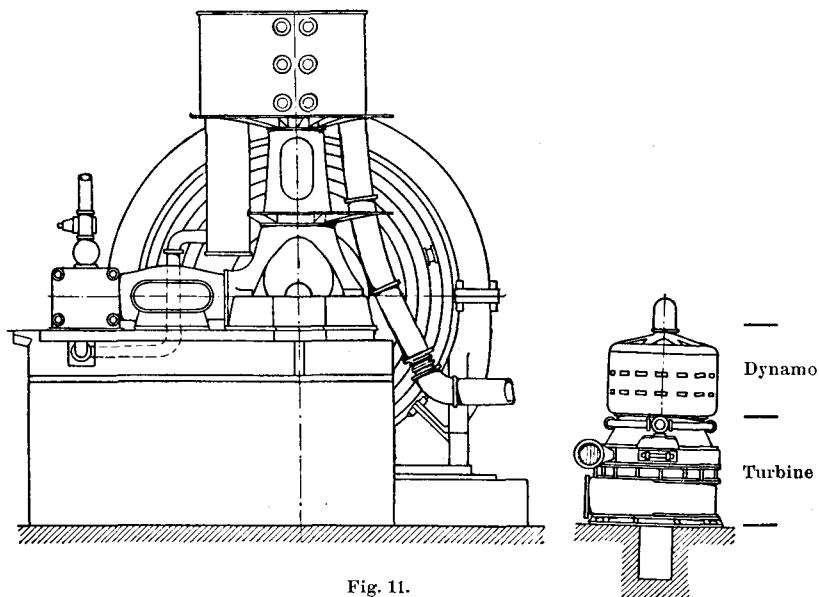


Fig. 11.

rechts: 5000 KW-Dampfturbine (System Curtis), gekuppelt mit einer Dynamo.  
links: 5000 KW-Corliss-Verbund-Maschine, als Schwungrad-Dynamo gebaut.  
Erbaut von der General Electric Co. in Schenectady.

Paris bauen, dar, und zwar gibt Fig. 6 die Gesamtansicht einer Rateauschen Turbine von 1000 PS, gekuppelt mit einer Wechselstrommaschine, Fig. 7 einen Schnitt durch eine Rateausche Turbine und Fig. 8 die Turbine mit abgehobenem Deckel. — Aus Konstruktionsrücksichten ist bei dieser Turbine, wie auch bei den übrigen Konstruktionen mit einer größeren Anzahl von Laufrädern, die Turbine in zwei Abteilungen getrennt, eine Hochdruck- und eine Niederdruckstufe, in deren ersterer der Dampf vom Kesseldruck auf etwa 2 Atm. expandiert, um dann in der Niederdruckstufe von diesem Drucke auf die Kondensatorspannung herunterzugehen. — Von der Rateauschen Turbine, die ebenfalls an Einfachheit und Betriebssicherheit nichts zu wünschen übrig läßt, waren bis Anfang 1904 etwa 15000 PS im Betriebe.

Die Zoellysche Turbine gibt die Fig. 9<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Obige Abbildung wurde von der Redaktion der Schweizerischen Bauzeitung in Zürich gütigst zur Verfügung gestellt.

Auch hierbei ist die Turbine in eine Hochdruck- und eine Niederdruckstufe getrennt; sie hat eine größere Umfangsgeschwindigkeit und weniger Laufräder. Bis Anfang 1904 waren etwa 20000 PS dieser Turbine in Betriebe.

Eine Riedler-Stumpfsche Turbine zeigt die Fig. 10. Für geringere Leistungen wird diese Turbine, die in ihrem Äußeren der Lavalschen Turbine nahestehet, mit einem Gehäuse (wie Fig. 10) und bei größeren Leistungen mit zwei Gehäusen, d. h. einer Hochdruck- und einer Niederdruckstufe ausgeführt. — Bis Anfang 1904 waren etwa 8000 PS dieser Turbine im Betriebe.

lassen ist. — Die dargestellte Kolbenmaschine ist etwa 18 m hoch, die Turbine mit der Dynamo etwa 8 m, die Turbine allein nur  $3\frac{1}{2}$  m; ihr Durchmesser ist etwa 4 m! Von den Curtisschen Turbinen waren anfangs 1904 etwa 300000 PS im Betriebe.

Ein sehr klares Bild über das Größenverhältnis einer Turbine zu einer Kolbendampfmaschine, sowie die Fundamente der beiden, gibt auch die Fig. 12, welche eine Parsonssche Turbine (Bauart der Westinghouse Electric and Manufacturing Co. in Pittsburg, Pa.), gekuppelt mit einer Dynamo, und eine Corlissche Compoundmaschine darstellt.

Der Platzbedarf der Dampfturbinen im Vergleich zu dem der Kolbendampfmaschinen läßt Fig. 13 erkennen, welche den Grundriß des Elektrizitätswerkes I von Frankfurt a. M. darstellt. Hier nehmen 8 Kolbenmaschinen von zusammen 9000 PS etwa neun Zehntel des Raumes ein, während eine Dampfturbine von 5000 PS (Brown, Boveri & Cie.) in dem übrigen einen Zehntel noch aufgestellt werden konnte. Im ganzen stehen dort also jetzt 14000 PS, während von Dampfturbinen der genannten Bauart wenigstens 50000 PS Platz hätten finden können.

Erwähnt sei noch, daß die Dampfturbinen in jeder Größe von 3 bis 10000 PS und mehr gebaut werden.

Noch eine interessante Schlußbemerkung. Wir leben in der Zeit der Kartelle, der Trusts und Monopole. Kann es da überraschen, daß auch die Fabrikation der Dampfturbinen bereits monopolisiert oder doch fast monopolisiert ist?! Mit den heutigen Konstruktionen dürfte nämlich das so ziemlich erschöpft sein, was im Prinzip aus der Theorie geschaffen werden kann, so daß grundlegende neue Ideen und Konstruktionen kaum noch zu erwarten sind. Alles neue wird sich voraussichtlich nur auf Modifikationen des Vorhandenen und Nebensächliches beziehen, selbst wenn es auch relativ von einigem Werte ist; die wenigen Hauptkonstruktionen und die Hauptpatente berührt es nicht. Wer also diese in der Hand hat, hat den gesamten Dampfturbinenbau in der Hand!

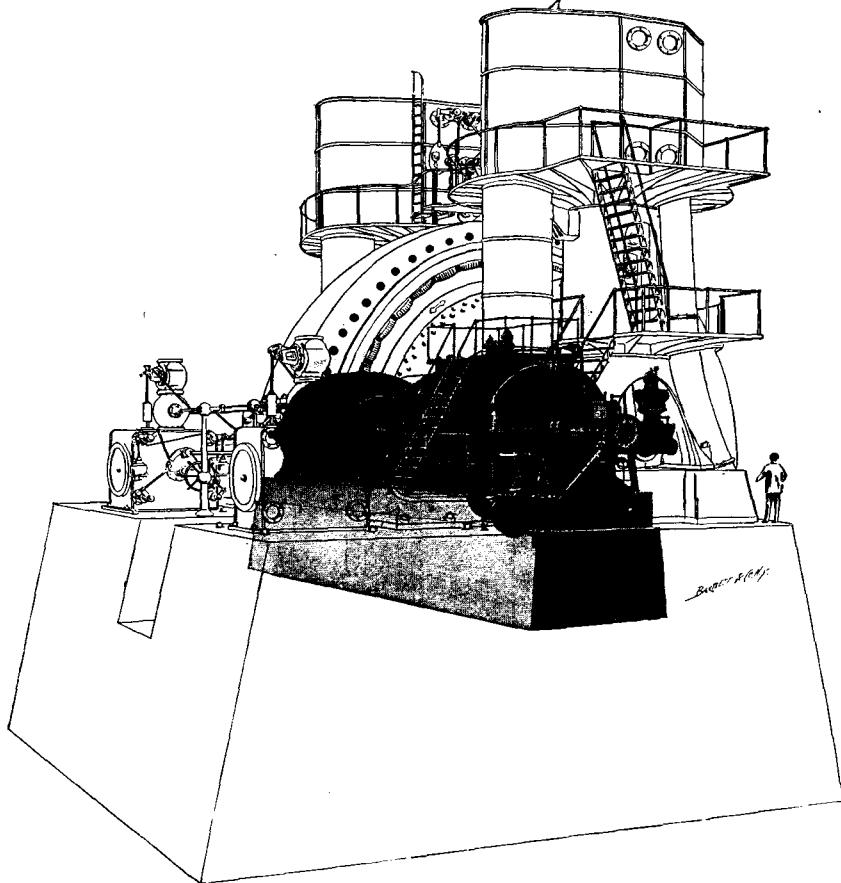


Fig. 12.

Vergleich einer 5000 pferdigen Dampfturbine (System Parsons), gekuppelt mit einer Dynamo, mit einer gleichstarken Corlis-Verbund-Maschine mit Schwungrad-Dynamo. Die Turbine erbaut von The Westinghouse Electric and Manufacturing Co. in Pittsburg.

Fig. 11 endlich zeigt eine Curtissche Turbine von 5000 Kw. = 7000 PS, erbaut von der General Electric Co. in Schenectady. Im Vergleich zu der danebenstehenden gleichstarken Corlisschen Kolbendampfmaschine erscheint die Turbine winzig, wobei noch zu bemerken ist, daß nur die halbe Höhe der abgebildeten Curtisschen Turbine auf die eigentliche Turbine kommt, während die obere Hälfte von der Dynamo gebildet wird, die gleich auf die vertikale Welle der Turbine gesetzt ist. Ferner ist zu bemerken, daß in der Abbildung bei der Turbine fast nichts fortgelassen ist, die Turbine also äußerst einfach erscheint, während bei der Kolbenmaschine außer den wenigen unbeweglichen Teilen alles fortge-

merkt. Wir leben in der Zeit der Kartelle, der Trusts und Monopole. Kann es da überraschen, daß auch die Fabrikation der Dampfturbinen bereits monopolisiert oder doch fast monopolisiert ist?! Mit den heutigen Konstruktionen dürfte nämlich das so ziemlich erschöpft sein, was im Prinzip aus der Theorie geschaffen werden kann, so daß grundlegende neue Ideen und Konstruktionen kaum noch zu erwarten sind. Alles neue wird sich voraussichtlich nur auf Modifikationen des Vorhandenen und Nebensächliches beziehen, selbst wenn es auch relativ von einigem Werte ist; die wenigen Hauptkonstruktionen und die Hauptpatente berührt es nicht. Wer also diese in der Hand hat, hat den gesamten Dampfturbinenbau in der Hand!

Es war die A. E.-G., die, die Wichtigkeit der Dampfturbinen würdigend, dieses versucht und auch, zum Teil wenigstens, erreicht hat. Sie hat mit der General Electric Company sämtliche Patente der Riedler-Stumpfschen Turbine erworben, sowie auch das Ausführungsrecht der Turbine des Amerikaners Curtis, und sich bereits in bekannter Großartigkeit und Vollkommenheit auf die Massenfabrikation dieser Kraftmaschinen eingerichtet. Ferner suchte die A. E.-G. die Mannheimer Fabrik der schweizerischen Firma Brown, Boveri & Co., welche die Patente von Parsons verwertet, zu erwerben, jedoch vergeblich.

Gleichzeitig haben Siemens & Halske, Fried. Krupp, der Norddeutsche Lloyd, die Vereinigten Maschinenfabriken Nürnberg und Augsburg in Nürnberg und Escher, Wyss & Co. in Zürich gemeinsam das Patent Zoelly angekauft, zwar nicht zum Zwecke der gemeinsamen Fabrikation, wohl aber des gegenseitigen Aus-

gelangt die große Menge an gelösten und halbgelösten Stoffen ohne Ausnahme in das Elbbett. Durch das jetzt eingeführte System der Schwemmkanalisation wird die an sich mögliche Trennung fester und gelöster Abgangsstoffe ausgeschlossen. Deshalb fragt es sich, ob nicht die auf reichlich 5 Millionen an Düngwert geschätzten Abwässer, wenn nicht in ihrer Gesamtheit, so doch wenigstens z. T. auf sterilen Boden gebracht, zu verwerten sind. Durch die Reinigung der Abwässer aus unseren Krankenhäusern teils auf biologischem Wege teils durch Chemikalien wird freilich ein großer Teil der Gefahr Verbreitung infektiöser Krankheiten durch das verunreinigte Elbwasser beseitigt; indes besteht vor und nach der Inkubation, weil die Entleerungen sich öfters, ohne daß die Krankheit erkannt ist, gefährlich erwiesen haben, in der Stadt noch große Infektionsgefahr. Es ist die Einleitung der Abgänge in öffentliche Flussläufe stets mit Gefahren

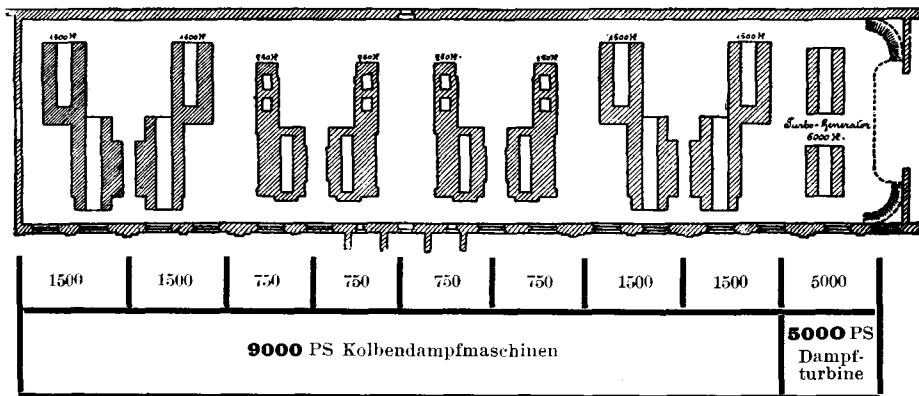


Fig. 13.  
Grundriß des Elektrizitätswerkes I in Frankfurt a. Main.

tausches der bei den Dampfturbinen, ihrem Bau und ihrem Betriebe genauten Erfahrungen.

Die völlige Monopolisierung des Dampfturbinenbaues in einer Hand wurde also vorläufig wenigstens bereitet, und der Bau dieses wichtigen Motors auf mehrere Firmen verteilt; dennoch kommt das Verhältnis auch so einem Monopol ziemlich nahe.

## Das Elbwasser, seine Verunreinigung und Abhilfsmaßregeln.

Von Dr. NIEDERSTADT.

(Eingeg. am 17. 10. 1904.)

Die Verschmutzung der Flüsse und Gewässer nimmt infolge des ausnahmslosen Hineinleitens der Abwässer immer größere Dimensionen an. Die Klärung durch chemische Mittel hat sich, wo sie eingeführt wurde, schlecht bewährt. Eine teilweise Reinigung der Elbe ohne die Nachbarstädte, namentlich Altona und Harburg, kann zu keinem durchgreifenden Erfolg verhelfen, da die halbe Klärung des Wassers ohne Mithilfe der Nachbarorte die Übelstände der Verschmutzung nicht genügend beseitigen würde. Obwohl die Beseitigung grober Verunreinigungen durch Sandfang und Rechen in der Praxis eingeführt ist,

Ch. 1904.

verknüpft; zumal wenn auf diesen Gewässern Zehntausende von Menschen beschäftigt sind, die trotz aller Warnung solches teils genießen, mindestens jedoch zum Kochen verwenden. Die Bedeutung der Verunreinigung des Wassers ist keineswegs zu unterschätzen; es machen allein die Ausscheidungen von Chloralkalien im Urin 8000 kg festes Salz täglich aus, welche dem öffentlichen Flusslauf zugeführt werden. Da sich die festen Ausscheidungen pro Mensch und Tag auf etwa 14 g belaufen, machen diese täglich bei 800000 Menschen 11200 kg feste Körper aus, welche das gesamte Elbwasser bis nach Wedel und darüber hinaus verunreinigen und zu den vielen Schlickablagerungen Veranlassung geben. Auch tragen diese Verunreinigungen zur Entwicklung der Bakterien und Algen bei, welche durchaus nicht immer gutartige sind. Ferner beobachtet man die Algenbildung selbst in bereits filtriertem Wasser, welches von äußeren Luftabschlüssen bakteriologisch getrennt ist. Als das Wasser in den Jahren 1890—92 aus dem Mansfelder See abgelassen wurde, war das Elbwasser durch die Kochsalzmengen in solchem hohen Grade verunreinigt, daß sich in 11300 mg mehr als sonst darin fanden. Auch sonst sind öfters im Elbwasser abweichende Geschmacksbeobachtungen festgestellt worden; teils wurde der Geschmack