Dampfturbinen.

Der bekannte Ingenieur Dr. Klingenberg hat am vergangenen Mittwoch vor Sr. Majestät dem Kaiser und einem geladenen Publikum bei Geheimrat Rathenau einen Vortrag über „Dampfturbinen" gehalten. Wir sind heute in der Lage, einen Auszug aus ihm zu veröffentlichen, der allgemeines Interesse verdient.

Der Vortragende berührte zunächst in einer historischen Einleitung die Vorläufer der heutigen Dampfturbine. Der Gedanke an eine direkte Ausnutzung der Energie des Dampfstrahls ist so naheliegend, daß es an sehr frühen Versuchen, diese direkte Stoßwirkung des Dampfes zur mechanischen Energieerzeugung zu verwerten, nicht gefehlt haben wird. Wahrscheinlich haben die Erfinder früherer Jahrhunderte den Dampfstrahl auf Schaufelräder, in ähnlicher Weise, wie das Wasser in Wasserrädern, arbeiten lassen. Merkwürdigerweise beruhen aber die ersten historisch übermittelten Versuche nicht auf dem direkten Stoß des Dampfes, sondern auf seiner Reaktionswirkung, was auf ein bereits sehr eingehendes Studium schließen läßt. Die Aeole Heros von Alexandrien, der ein besonderes Talent besaß, die ihm bekannten Gesetze der Mechanik in Maschinen und Apparaten zur Lösung mannigfaltiger technischer Probleme zu verwenden, verwertet diese Kraft. Sie bestand aus einer Kugel mit hakenförmigen Rohransätzen, die durch den mit großer Gewalt ausströmenden Dampf in schnelle Bewegung gesetzt wurde. Ihre nur geringe Kraftleistung wurde zum Antriebe automatisch bewegter Figuren benutzt. Ausführungen größeren Maßstabes sind nicht bekannt geworden. Noch weniger Erfolg hatten die Apparate Giovanni Brancas um 1618, der den Dampfstrahl gegen ein Flügelrad richtete, das eine gewisse Aehnlichkeit mit modernen Windrädern besitzt.

Trotz der frühen Anfänge sind in dieser einfachen Methode der Arbeitserzeugung durch Jahrhunderte keine Fortschritte gemacht worden, und während der Dampfmaschinenbau zur Vollendung seiner Entwicklung gelangte, ist in der Ausbildung der Dampfturbinen nichts geschehen. Es muß deshalb einen besonderen Grund geben, der das Problem der direkten Ausnutzung des Dampfes zu einem besonders schwierigen macht; er liegt in der außerordentlich hohen Geschwindigkeit, die beispielsweise beim Ausströmen aus einem Kessel von zehn Atmosphären Ueberdruck in die freie Atmosphäre den Wert von ungefähr 1000 Meter in der Sekunde erreicht, annähernd die doppelte Geschwindigkeit fliegender Geschosse.

Die Turbinentheorie lehrt nun, daß eine gute Ausnutzung in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht nur dann möglich ist, wenn die Geschwindigkeit der Schaufeln des angetriebenen Rades ungefähr gleich der halben Dampfgeschwindigkeit gewählt wird. Die Erfüllung dieser Bedingung würde demnach eine Umfangsgeschwindigkeit von etwa 400—500 Meter in der Sekunde zur Voraussetzung haben. Räder, die mit einer derartig hohen Geschwindigkeit laufen können, lassen sich nur mit den allermodernsten Hülfsmitteln der Technik herstellen, weil hierbei ungewöhnlich hohe Materialbeanspruchungen auftreten; die geringste Ungleichmäßigkeit in der Masse des Rades führt zu außerordentlich hohen einseitigen Kräften, die ebenso, wie der an einer Schleuder gewirbelte Stein, bestrebt sein würde, das Rad nach der Seite zu reißen, auf der das Uebergewicht vorhanden ist. Solchen Beanspruchungen wären aber auch die heutigen Materialien nicht gewachsen.

In genialer und ganz einfacher Weise hat nun der schwedische Ingenieur de Laval es verstanden, diese Schwierigkeit zu überwinden. Er stattete sein Rad mit einer dünnen, biegsamen Achse aus, so daß es sich ebenso wie ein Kreisel in eine Gleichgewichtslage einstellen konnte. Der Nachteil einseitiger Beanspruchung durch ungenaue Herstellung und ungleichmäßiges Material wurde dadurch vermieden. Den weiteren Nachteil der ungeheuren Tourenzahl, welche bei de Lavalschen Turbinen zwischen 20 und 30 000 Umdrehungen pro Minute liegt, beseitigte er durch ein ausgezeichnet konstruiertes Rädervorgelege mit vielen sehr breiten und sehr kleinen Zähnen, das allerdings Dimensionen erhält, welche die der eigentlichen Turbinen bei weitem übertrafen. Der Dampf wird dem mit Schaufeln versehenen Rade durch seitliche Düsen zugeführt und gelangt dann in das mit einem Kondensator verbundene Gehäuse, in dem der Dampf wieder zu Wasser verdichtet wird.

Nach diesem Prinzip sind von de Laval eine ganze Reihe von Turbinen ausgeführt worden, die einen guten Dampfverbrauch aufweisen. Sie dienen hauptsächlich zum Antriebe von Dynamomaschinen in kleinen Elektrizitätswerken und zum Antriebe von Centrifugen in Molkereien, und haben besonders in Schweden ziemlich ausgedehnte Verbreitung gefunden. Die größten von de Laval gebauten Dampfturbinen besitzen eine Leistung von etwa 300 PS, noch größere Leistungen konnten anscheinend nicht erzielt werden, weil die Konstruktionsschwierigkeiten in Anbetracht der hohen Tourenzahl unverhältnismäßig wachsen.

Das Bestreben anderer Konstrukteure ist nun naturgemäß darauf gerichtet gewesen, diese Unbequemlichkeiten zu vermeiden und nach Mitteln und Wegen zu suchen, die eine Herabsetzung der Tourenzahl gestatten. Hierfür gibt es drei Möglichkeiten:

1) Einteilung in Druckstufen;
2) Geschwindigkeitsabstufungen und
3) gleichzeitige Anwendung beider.

Die Geschwindigkeit hängt von der Differenz des Druckes in den Düsen und im Ausströmungsraume ab, man kann sie also durch Anwendung von Zwischenstufen reduzieren, indem man den Dampf mehrere Turbinen hintereinander durchströmen läßt; jede würde dann mit entsprechend verringerter Geschwindigkeit laufen.

Praktischer würde man allerdings nicht getrennte Turbinen aufstellen, sondern alle Räder auf derselben Achse vereinigen, man muß dann durch sogenannte Leitschaufeln für jedesmalige Umkehrung des Dampfes sorgen, damit die Beaufschlagung aller Räder im gleichen Sinne erfolgt. Da der Druck des Dampfes beim Durchströmen der einzelnen Räder nachläßt, wächst sein Volumen, die Schaufeln der aufeinanderfolgenden Räder müssen demgemäß einen ständig wachsenden Querschnitt erhalten. Die Reduktion der Tourenzahl hängt natürlich von der Zahl der einzelnen Stufen und somit von der der Räder ab; durch Vermehrung der letzteren ergibt sich somit ein Mittel zur Erzielung brauchbarer Werte.

Es ist dem Engländer Parsons gelungen, nach diesem Prinzip die Tourenzahl soweit herabzuziehen, daß der direkte Antrieb von Dynamomaschinen und Schiffsschrauben möglich wurde. Der gute Dampfverbrauch der Parsons-Turbinen, der dem bester Dampfmaschinen entspricht, hat zu ihrer Einführung und raschen Verbreitung um so mehr beigetragen, als sie sich außer durch geringe Beanspruchung des Materials durch große Betriebssicherheit auszeichnen; ihre Herstellung erfolgt in Deutschland durch Brown, Boveri & Co., die bereits zahlreiche Maschinen geliefert haben, darunter solche mit einer Leistung von 5000 PS, und die heute Turbinen mit einer Dampfleistung von mehr als 100 000 PS in ihren Werkstätten bearbeiten.

Die Anwendung des Prinzips der Geschwindigkeitsabstufung führt zu folgender Konstruktion:

Man läßt den Dampf ebenso wie de Laval bereits in den Düsen vollständig expandieren; er erlangt dann beim Austritt seine maximale Geschwindigkeit, beispielsweise von 800 Meter pro Sekunde. Die Geschwindigkeit wird in wenige, etwa 4, Stufen eingeteilt, so daß der Dampf nach Verlassen des ersten Rades die Geschwindigkeit von 600 Meter, des zweiten die Geschwindigkeit von 400 Meter, des dritten die Geschwindigkeit von 200 Meter und des letzten die Geschwindigkeit von 0 besitzt, in jedem der Räder wird demnach eine Geschwindigkeit von 200 Meter ausgenutzt, entsprechend einer Umfangsgeschwindigkeit von 100 Meter, die konstruktiv noch leicht beherrscht werden kann. Auch hier muß durch Leitschaufeln, die zwischen den einzelnen Rädern angeordnet sind, für jedesmalige Umkehrung des Dampfes gesorgt werden. Das Volumen des Dampfes nimmt auf dem Wege durch die Räder nicht mehr zu, man erhält somit eine geringe Anzahl ganz gleichartiger Räder, und es scheint darnach fast, als wenn ein Mittel zur beliebigen Herabsetzung der Tourenzahl gefunden wäre. Jedoch kommt man auch hier leider bald auf eine Grenze, weil die Reibungsart des Dampfes in den Rädern, von denen die ersten ja mit voller Geschwindigkeit durchflossen werden, zu groß ist.

Turbinen dieses Systems sind von Curtis in Amerika konstruiert und von der General Electric Company ausgeführt worden; sie haben ausgezeichnete Resultate ergeben und sind bereits bis zu einer Leistung von 8000 Pferdekräften gebaut; vier dieser großen Maschinen werden demnächst in Chicago laufen.

Das Ausland hat zweifellos durch die Arbeiten des Schweden de Laval, des Engländers Parsons und des Amerikaners Curtis in der Konstruktion einen Vorsprung vor Deutschland erreicht; in Bezug auf die Anwendung der Turbinen trifft dies allerdings nicht zu, denn in Deutschland sind heute bereits mehr Parsons-Turbinen zur Aufstellung gelangt, als in ihrer englischen Heimat.

Ausgehend von der richtigen Erkenntnis, daß die Materialbeanspruchung der Räder bei gleicher Umfangsgeschwindigkeit mit ihrem Durchmesser abnimmt, suchten in Deutschland die Professoren Riedler und Stumpf zusammen mit der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft die erforderliche Reduktion der Tourenzahl durch Vergrößerung des Durchmessers zu erreichen und gingen zunächst wieder auf die einstufige Dampfturbine zurück. Die bei derartig großen Rädern besonders zu befürchtende Gefahr einseitiger Kräfte und ungleichmäßiger Massenwirkung wurde im Gegensatz zu de Laval durch ganz kurze Lagerung der Achse dicht am Rade und durch peinlich genaue Herstellung des letzteren vermieden. Es war nach eingehenden Versuchen möglich, die Räder auf der Dreh- und Fräsbank so genau zu bearbeiten, daß die Abweichung des Schwerpunktes von der Mitte nicht mehr als 0,1 Millimeter betrug; dieser Fehler konnte durch sorgfältiges Nacharbeiten sogar bis auf 0,01 Millimeter verringert werden. Im Gegensatz zu vorbeschriebenen Konstruktionen werden die Schaufeln nicht in den Radkranz eingesetzt, sondern aus dem vollen Material ausgefräst.

Für Drehstrommaschinen ist die höchst zulässige Tourenzahl 3000 Umdrehungen pro Minute. Legt man diese zu Grunde, so ergibt sich bei einstufiger Expansion ein Raddurchmesser von etwa 2—2,5 Meter; es macht aber keine Schwierigkeiten, Räder bis zu 4 und 5 Meter Durchmesser herzustellen und so die Tourenzahl auf 1500 herabzuziehen. Sollen kleinere Raddurchmesser angewendet werden oder stellt sich eine weitere Verringerung der Tourenzahl als erforderlich heraus, so wird diese sowohl durch Geschwindigkeitsabstufungen mittels Umkehrdüsen oder durch Anwendung mehrerer Druckstufen erzielt, letztere in der Form, daß mehrere Turbinen auf derselben Achse hintereinander geschaltet werden. Die angestellten Versuche haben sowohl bezüglich Dampfverbrauch, als auch bezüglich Betriebssicherheit sehr befriedigende Resultate ergeben, so daß bereits mit voller Kraft in die Fabrikation eingetreten werden konnte.

Wir können es als eines der wichtigsten Resultate des durch Herrn Rathenau herbeigeführten Abkommens mit der General Electric Company begrüßen, daß neben vielen anderen technischen Neuerungen und Erfahrungen auch die Curtis-Turbine der deutschen Industrie gewonnen wurde. Sie wird ebenso wie die Riedler-Stumpf-A. E.-G.-Turbine in den früheren Werkstätten der Union Elektricitäts-Gesellschaft, die von nun an lediglich diesem Zwecke dienen, fabriziert werden.

Die vor einigen Tagen erfolgte Verbindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft mit der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Co. vereinigte für Deutschland alle drei Konstruktionen zu einem Kleeblatt, dessen Stiel von starker Hand gehalten wird. Es ist jedoch nicht zu befürchten, daß hierdurch ein Monopol geschaffen wird; das ist nicht beabsichtigt und würde auch durch Konstruktionen, an denen von anderer Seite fieberhaft gearbeitet wird, und die wahrscheinlich bald auf dem Markte erscheinen, vereitelt werden. Diese Vereinigung wird vielmehr durch den gegenseitigen Austausch von Erfahrungen und Patenten zur Förderung des Dampfturbinenbaues erheblich beitragen und zur Verbesserung der Konstruktionen in viel kürzerer Zeit führen, als dies sonst möglich gewesen wäre.

Fragen wir nach dem Grunde, warum den Dampfturbinen eine so große Bedeutung beizumessen ist und weshalb sie nach so kurzer Zeit die durch eine jahrhundertelange Entwickelung bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit gebrachte Dampfmaschine schon an vielen Stellen verdrängt hat, trotzdem der Dampfverbrauch und somit der Kohlenverbrauch, bis jetzt wenigstens, nicht besser ist, als bei guten Dampfmaschinen, so sprechen zu ihren Gunsten allerdings sehr schwerwiegende Vorteile. Diese bestehen in der Hauptsache in der außerordentlichen Einfachheit der Konstruktion, die nur einen einzigen beweglichen Teil, eben Welle und Räder, aufweist, während eine moderne Dampfmaschine ein paar hundert bewegliche Teile besitzt, deren gutes Funktionieren für das befriedigende Arbeiten des ganzen Bedingung ist. Daraus resultiert gleichzeitig eine außerordentliche Betriebssicherheit und Unveränderlichkeit, die so weit geht, daß beispielsweise Brown, Boveri & Co. für die 5000-pferdige Dampfturbine des Elektricitätswerkes Essen eine zehnjährige Garantie für gutes Funktionieren übernehmen konnten mit der Nebenbedingung, daß der Dampfverbrauch zu Anfang und Ende der Garantiezeit der gleiche sein sollte.

Aus der einfachen Konstruktion folgt einfache und billige Bedienung und Wartung. Für viele Zwecke von ganz unschätzbarem Wert ist jedoch die geringe Rauminanspruchnahme und das leichte Gewicht.

Als weiterer Vorteil von nicht zu unterschätzender Bedeutung ergibt sich ein ganz geringer Oelverbrauch und zugleich die absolute Reinheit des wiedergewonnenen Kondensationswassers, welches bei Dampfmaschinen durch das in die Cylinder gebrachte Schmieröl stets so verunreinigt wird, daß es zur Kesselspeisung direkt nicht wieder verwandt werden kann. Dieser Vorteil ist in denjenigen zahlreichen Fällen von besonderer Bedeutung, in denen, wie auf Schiffen, nur schlechtes Speisewasser für die Kessel zur Verfügung steht und wo man aus diesem Grunde genötigt ist, das einmal gebrauchte Wasser stets wieder zu verwenden.

Die vorstehenden Eigenschaften machen die Dampfturbine zu einem besonders wertvollen Motor für die Schiffahrt, wo ihre allgemeine Einführung nur noch eine Frage der Zeit sein wird.

Auch eine andere Anwendung der Dampfturbine verspricht guten Erfolg: Das ist die zur elektrischen Beleuchtung von Zügen. Turbinen für die erforderliche Leistung von etwa 30 Pferdekräften, direkt zusammengebaut mit entsprechenden Dynamomaschinen, werden so klein, daß sie bequem noch auf der Lokomotive untergebracht werden können. Der abgehende Dampf wird während des größten Teiles des Jahres zur Heizung der Wagen gebraucht, wobei der Umstand noch von besonderem Vorteil ist, daß die Zeit großen Lichtbedarfes mit der Zeit großen Dampfbedarfes für Heizungszwecke zusammenfällt.

Welchen Einfluß die Turbine auf Industrie, Verkehr und Marine ausüben wird, wie sie diese umzugestalten im stande sein wird, läßt sich nicht vorher sagen. Vielleicht werden sich die gleichen Umwälzungen, die durch die Einführung der Elektrotechnik als Energieträger bedingt waren, bei der Einführung der Dampfturbine wiederholen; jedenfalls müssen die Wirkungen einer Energiequelle gewaltige sein, der es schon nach so kurzer Entwickelungszeit gelungen ist, die Dampfmaschine in technischer und ökonomischer Hinsicht zu überflügeln.

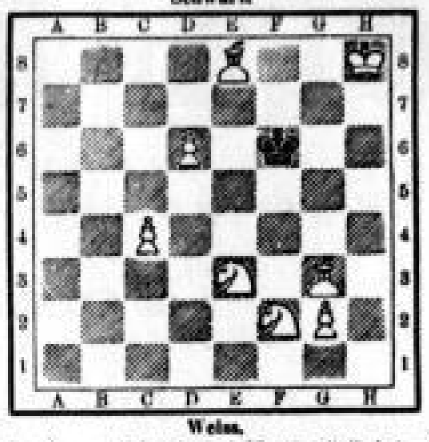
Der imposante Anblick riesenhafter Dampfmaschinen mit den gewaltigen Massen des Triebwerkes und der Schwungräder, den wie ein Uhrwerk in selbstverständlicher Gleichmäßigkeit arbeitenden Steuerungen, ein Triumph jahrhundertelanger Bemühungen der Ingenieurtechnik, wird verschwinden. An ihre Stelle treten kleine unscheinbare Apparate, die kaum durch die Bewegung irgend eines Teiles erkennen lassen, daß Leben in ihnen ist und daß die gleiche gewaltige Arbeit von Tausenden von Pferdekräften in ihnen verrichtet wird.

Aus Bädern und Kurorten.

§ Aus Nordseebad Wittdün auf Amrum wird uns vom 25. Februar geschrieben: Am 22. d. M. starb unerwartet unser allgemein beliebter, langjähriger Direktor und Mitbegründer der Gesellschaft, Justizrat G. von Paschkowsky, in Tondern. Durch das Hinscheiden trifft unsere Gesellschaft ein schwerer Verlust. Während seiner langjährigen Tätigkeit in unserer Gesellschaft war er stets bestrebt, mit voller Kraft und weitem Blick die Gesellschaft zu fördern. Die große Entwickelung der Sache ist sein Hauptverdienst mit. Er ist stets mit voller Kraft für die Sache eingetreten. Letztwillig hat er der Stadt Tondern für Kanalisation 30 000 ℳ vermacht, die Brüderschaft Zoar bei Rothenburg, Oberlausitz, erhält 10 000 Mark, ferner sind 85 000 ℳ Legate für Bewohner Tonderns und Umgegend ausgesetzt, welche hiervon die Zinsen bis zu ihrem Lebensende erhalten, worauf dann dies Kapital an die Aktiengesellschaft Wittdün auf Amrum zur freien Verfügung fällt. Der Rest seines Vermögens wird nach der Erbschaftsregelung zur einen Hälfte für wohltätige Zwecke verwandt und zur anderen der Aktiengesellschaft Nordseebad Wittdün zufallen.

Schach.

Aufgabe Nr. 1667.
Von W. Pauly in Bukarest.
Schwarz.



Weiß.

Weiß zieht an und setzt in drei Zügen matt (3 + 1 = 4).

Lösung von Nr. 1662.

1. Da5—a8	Sb7—a5: (ab. ~)
2. Sf3—d4†	
1.	Ke4—f3:
2. Le2—d3†	
1.	Ld5—e6:
2. d2—d3†	
1.	Ld5—c4
2. Da5—a8†	

Eingelaufene Lösungen.

Nr. 1662 wurde gelöst von G. M., G. B., Richard Bernhardt in Leipzig, D. Zieger in Dresden, St. in Köpschenbroda.

Briefwechsel.

R. D. in Leipzig. 1. Lg7 ist keine Nebenlösung zu Nr. 1661. Schwarz antwortet 1 . . . Te8: und auf 2. Df7, Sb6.

R. K. in Leipzig. Wenn Ihre früheren Lösungen ebenso unrichtig waren, wie die Lösung zu Nr. 1661, können Sie sich nicht wundern, wenn Sie Ihren Namen nicht unter den Lösern finden.

Rösselsprung Nr. 911.

Mitgeteilt von Karl Sitte in Leipzig.

			dem	ben			
wenn		sie	dem	par	freun		ver
	ir	du	den	nicht	ge	li	
	chen	erst	sollst	da	grollst	da	
		ren	schwä	mil	ke		
		ob	ob	und	sch		
	die	und	al	chen	in	schwe	
	der	bill	du	ler	den	en	
un		der	e	gen	rä		ge
			du	ke			

Auflösung des Rösselsprunges Nr. 908.

Wenn plötzlich in dein Lebenslicht
Die finsterste der Nächte bricht,
Du nicht begreifst, woher sie kommt,
Du nicht begreifst, zu was sie frommt,
Dich tiefer Gram macht sprachlos stumm;
Tröst' dich der Spruch: Gott weiß warum!

Eingelaufene Lösungen:

Nr. 908 wurde gelöst von Elisabeth Busch, Auguste Kohlmann, Frau Julie Schmidt, Else Jena, Fanny Denzler, Lothar Halbauer, Karl Sitte, Anna und Arthur Reiprich in Leipzig, Rosel Seyde in Dresden.

Die Geringschätzung, mit der in der Regel von „Erkältung" und „Schnupfen" gesprochen wird, ist durchaus unangebracht. Es gibt zahlreiche Personen, bei denen ein Schnupfen oft schwere Katarrhe im Gefolge hat, die unter ungünstigen Umständen zu lebensgefährlichen Komplikationen führen. Deshalb muß jeder Schnupfen, auch der leichteste, vom ersten Tag energisch bekämpft werden. Als Mittel ist der Schnupfenäther „Forman" anzuwenden, der ärztlicherseits mehrfach als „geradezu ideales Schnupfenmittel" bezeichnet wird. Bei leichtem Schnupfen Forman-Watte (Dose 30 Pfg.), bei starkem Schnupfen Forman-Pastillen (50 Pfg.) zum Inhalieren mittels Riechgläschens. Wirkung frappant! In allen Apotheken. Man frage den Arzt.

Matheus Müller „Extra"

Marke:

Unübertroffen an Qualität u. Preiswürdigkeit.

Zu beziehen durch den Weinhandel.

Auf fast einstimmigen Wunsch der 58 verehrl. Einsender des von uns zur Prämiierung gewählten Wortes wurde der Preis von 100 Flaschen in 4 Preise zu 25 Flaschen geteilt, die bei der amtlichen Auslosung auf folgende Herren entfielen:

Carl Busch, Oldenburg, **Max Hartung,** Nürnberg, **Carl Sparwasser,** Offenbach a. M., **Swiderski,** Dresden (Villa Swiderski.)

Sektkellerei Matheus Müller, Hoflieferant, Eltville a. Rh. Gegründet 1838.

Schul- Ranzen, Taschen, Mappen. Nur eigene, solideste Fabrikate. Grösste Auswahl bei billigsten Preisen. **F. A. Winterstein,** Koffer- und Lederwaaren-Fabrik. **2** Hainstrasse **2.**