

Zeitschrift: Schweizer Pioniere der Wirtschaft und Technik
Herausgeber: Verein für wirtschaftshistorische Studien
Band: 75 (2003)

Artikel: Aurel Stodola (1859-1942) : Wegbereiter der Dampf- und Gasturbine
Autor: Lang, Norbert
Kapitel: Der Triumphzug der Dampfturbine
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1095656>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

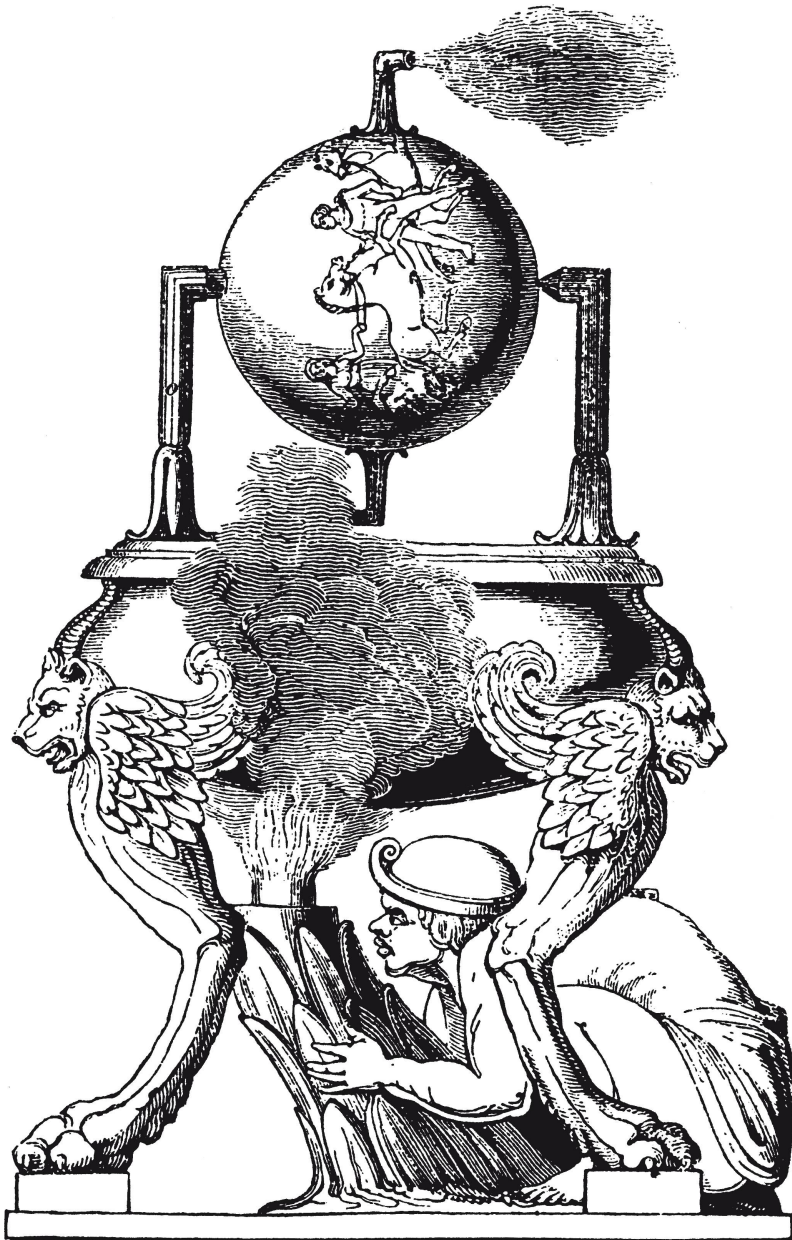
Terms of use

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

Download PDF: 25.04.2026

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

Der Triumphzug der Dampfturbine



*Dampfkugel des
Heron von Alexan-
drien um 120 v. Chr.*

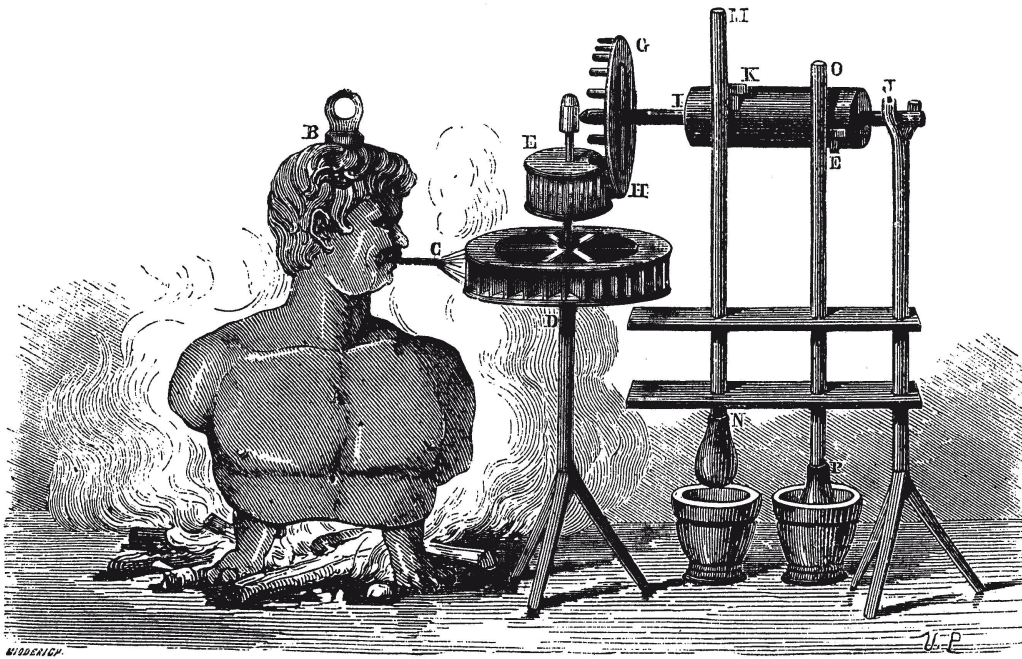
Vorläufer der Dampfturbine

Die Grundidee der Dampfturbine, mit Hilfe eines Dampfstrahls ein Schaufelrad in Drehung zu versetzen, ist mehr als zweitausend Jahre alt. Heron von Alexandria entdeckte um 120 v. Chr. mit seiner Dampfkugel das Prinzip der Reaktionsturbine. Der durch zwei rückwärts gebogene Dü-

sen ausströmende Wasserdampf versetzte die Kugel in Drehung. Im 17. Jahrhundert richtete der Italiener Giovanni Branca den Strahl eines Dampfbläasers auf ein Schaufelrad und trieb damit eine kleine Pulvermühle an. Er realisierte damit die erste Aktionsturbine. Beide Prinzipien gelangten erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts zur Ausführungsreife. Auch im modernen Dampfturbinenbau kommen beide immer noch zur Anwendung.

James Watt hatte in seinem Patent von 1769 ebenfalls die Möglichkeit angedeutet, den Druck des Dampfes direkt, das heisst ohne Umweg über Kolben und Kurbeln, in eine Drehbewegung zu verwandeln. Seine und alle weiteren Versuche mussten jedoch solange erfolglos bleiben, als die Grundgesetze der Thermodynamik und der Strömungsmechanik nicht hinreichend klar erfasst und – darauf aufbauend – ein stabiles wissenschaftliches Lehrgebäude errichtet worden war. Im 19. Jahrhundert existierte bereits eine grosse Zahl von Patenten über Dampfträder und -turbinen, ohne dass vorerst eine praktische Realisierung möglich geworden wäre. Ein Hauptproblem war die hohe Strahlgeschwindigkeit des Dampfes am Düsenaustritt, welche nahe an die Schallgeschwindigkeit herankommt. Dies kann zu Geschwindigkeiten am Umfang des Rades von mehr als 250 Metern pro Sekunde (900 km/h) führen! Zusammen mit der hohen Temperatur ergeben sich daraus beträchtliche Anforderungen an die Festigkeit der rotierenden Teile.

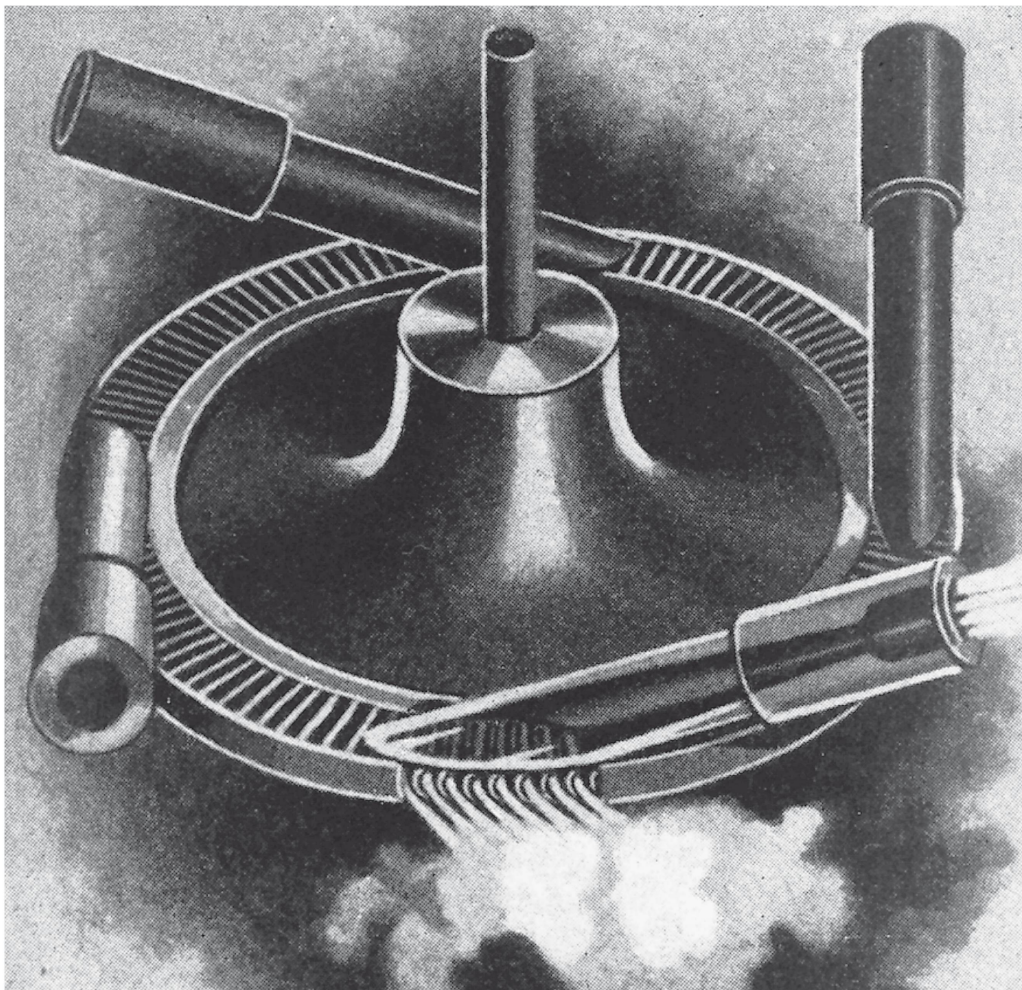
*Giovanni Brancas
Dampftrad aus dem
16. Jahrhundert*



Der Durchbruch

Die hohe Turbinendrehzahl musste deshalb via Reduktionsgetriebe oder durch andere technische Massnah-

men auf moderate Werte herabgesetzt werden. Einige Vorteile gegenüber der Kolbenmaschine gingen dadurch verloren. Zwei Erfindern gelang es prak-



*Dampfturbine von
Carl Gustaf de Laval
1883*

tisch gleichzeitig, brauchbare Dampfturbinen zu schaffen: 1883 dem Schweden Carl Gustav Patrik de Laval (1845–1913) und ein Jahr später dem Briten Charles Algernon Parsons (1854–1931). Die Turbine de Laval bestand aus einem einzigen Schaufelrad. Der Dampfstrahl traf durch Düsen unter spitzem Winkel auf dieses und beschleunigte es auf etwa 30 000 Umdrehungen pro Minute (Gleichdruck- oder Aktionsprinzip). Parsons beschritt dagegen einen anderen Weg: Er unterteilte das Druckgefälle in eine grosse Zahl von Stufen, die je aus rotierenden Schaufelrädern und dazwischen feststehenden, ebenfalls mit Schaufeln versehenen Leitkränzen bestanden (Überdruck- oder Reaktionsprinzip).

Die erste Parsonsturbine wies je 15 gegensinnig axial durchströmte Schaufelreihen auf und lieferte bei einem Dampfdruck von 6,5 bar eine Leistung von 7,5 Kilowatt. Mit 95 Millimetern Rotordurchmesser und 18 000 Umdrehungen pro Minute betrug die Umfangsgeschwindigkeit 90 Meter pro Sekunde. Die Schaufeln dieser ersten Reaktionsturbine waren nur 5 bis 7 Millimeter lang. Sie besas-

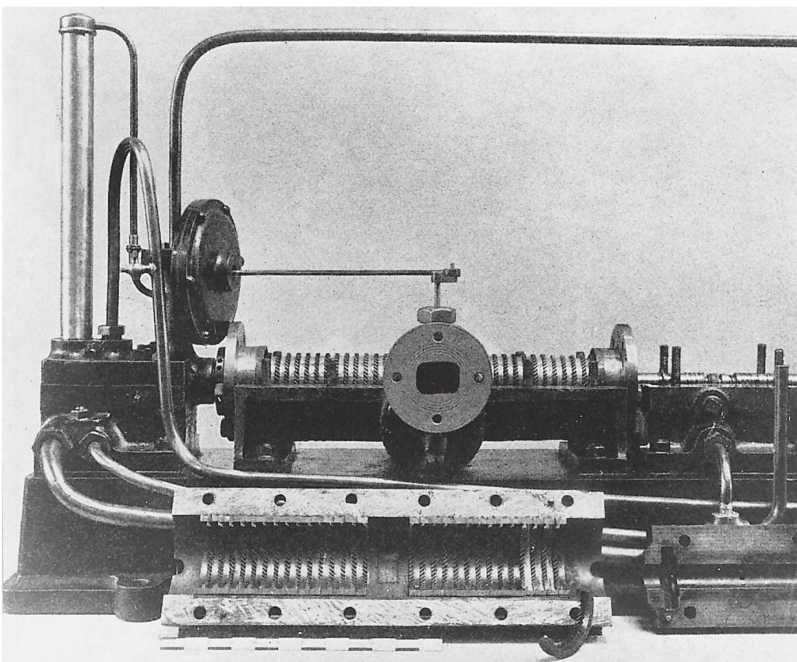
sen noch kein gekrümmtes Profil, sondern waren wie eine Schrägverzahnung direkt aus einem vollen Ring gefräst. Dampfturbinen dieser Bauart waren viel kompakter als Kolbenmaschinen und wurden zuerst auf Schiffen für die elektrische Beleuchtung eingesetzt. Man kuppelte sie direkt mit Dynamomaschinen. Durch Erhöhung der Stufenzahl und des Laufraddurchmessers gelang es Parsons, ohne Getriebe Maschinendrehzahlen von 3000 bis 5000 Umdrehungen pro Minute zu realisieren. Die Drehzahl war sechs- bis zehnmal tiefer als bei Lavalturbinen und so praktisch beherrschbar. Dadurch eröffneten sich der Dampfturbine fast unbegrenzte Möglichkeiten, um Wärme in elektrische Energie umzuwandeln.

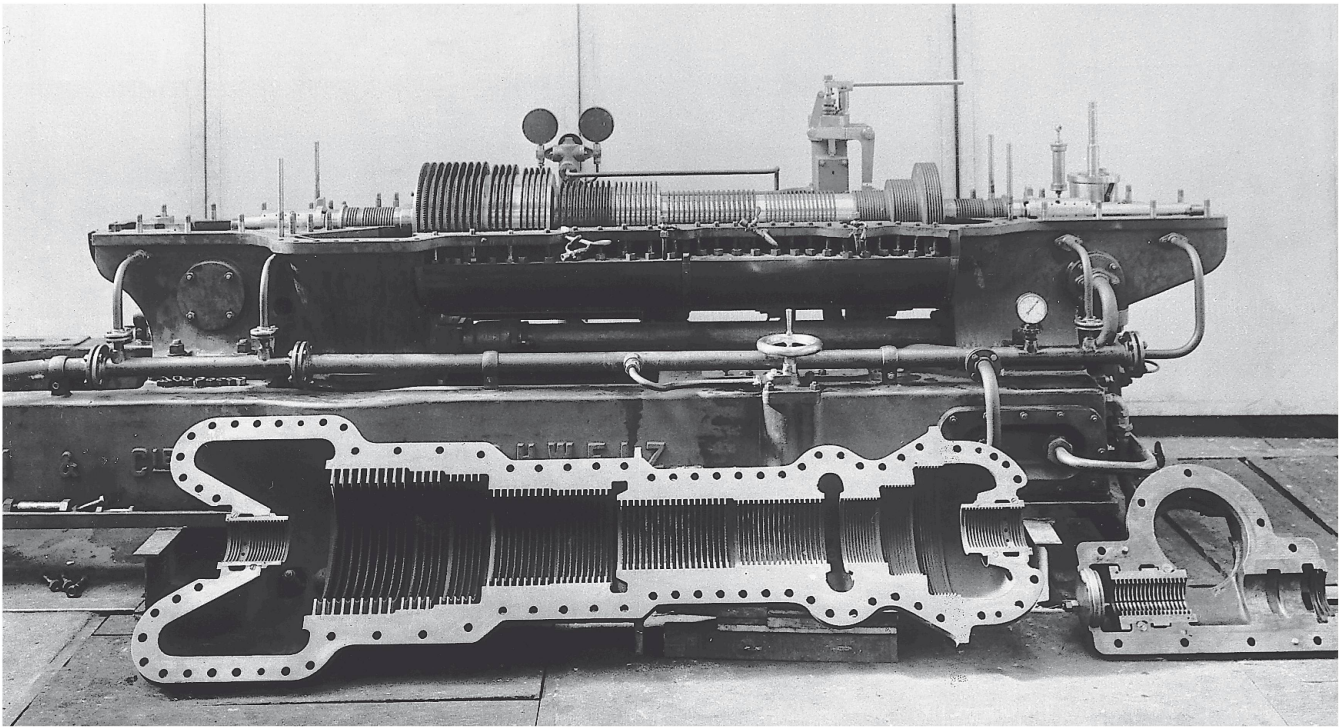
BBC nimmt den Dampfturbinenbau auf

1900 schloss BBC mit Parsons einen Lizenzvertrag ab, der dem Schweizer Unternehmen das Recht einräumte, Dampfturbinen Parsons'cher Bauart nach Deutschland, Frankreich, Italien, Russland und auch an Abnehmer im eigenen Land zu liefern. Vorangegangen waren längere Verhandlungen zwischen Charles Brown senior (1827–1905) und Charles A. Parsons. Die beiden konnten sich seit ihrer gemeinsamen Tätigkeit in Newcastle. Die 1900 gegründete Aktiengesellschaft für Dampfturbinen System Brown-Boveri-Parsons mit Sitz in Baden vermerkte in ihren Statuten: «Gegenstand des Unternehmens ist die Fabrikation und der Verkauf von Turbinen, welche mit Dampf, Gas oder komprimierter Luft betrieben werden, in Verbindung mit den von denselben angetriebenen Dynamomaschinen, Ventilatoren, Pumpen oder anderen Maschinen.»

Herkömmliche, schwer gebaute und langsam drehende Generatoren

Erste Dampfturbine von Charles A. Parsons 1884





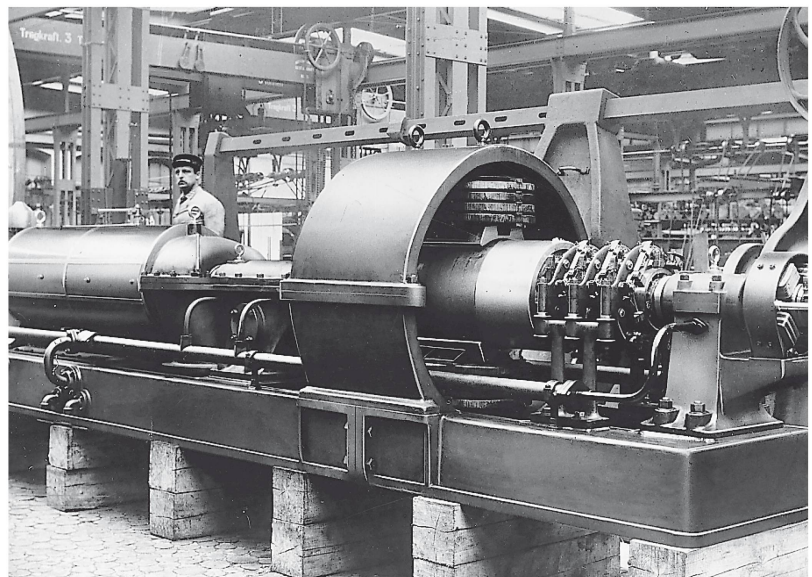
Erste BBC-Dampfturbine vor dem Zusammenbau 1901

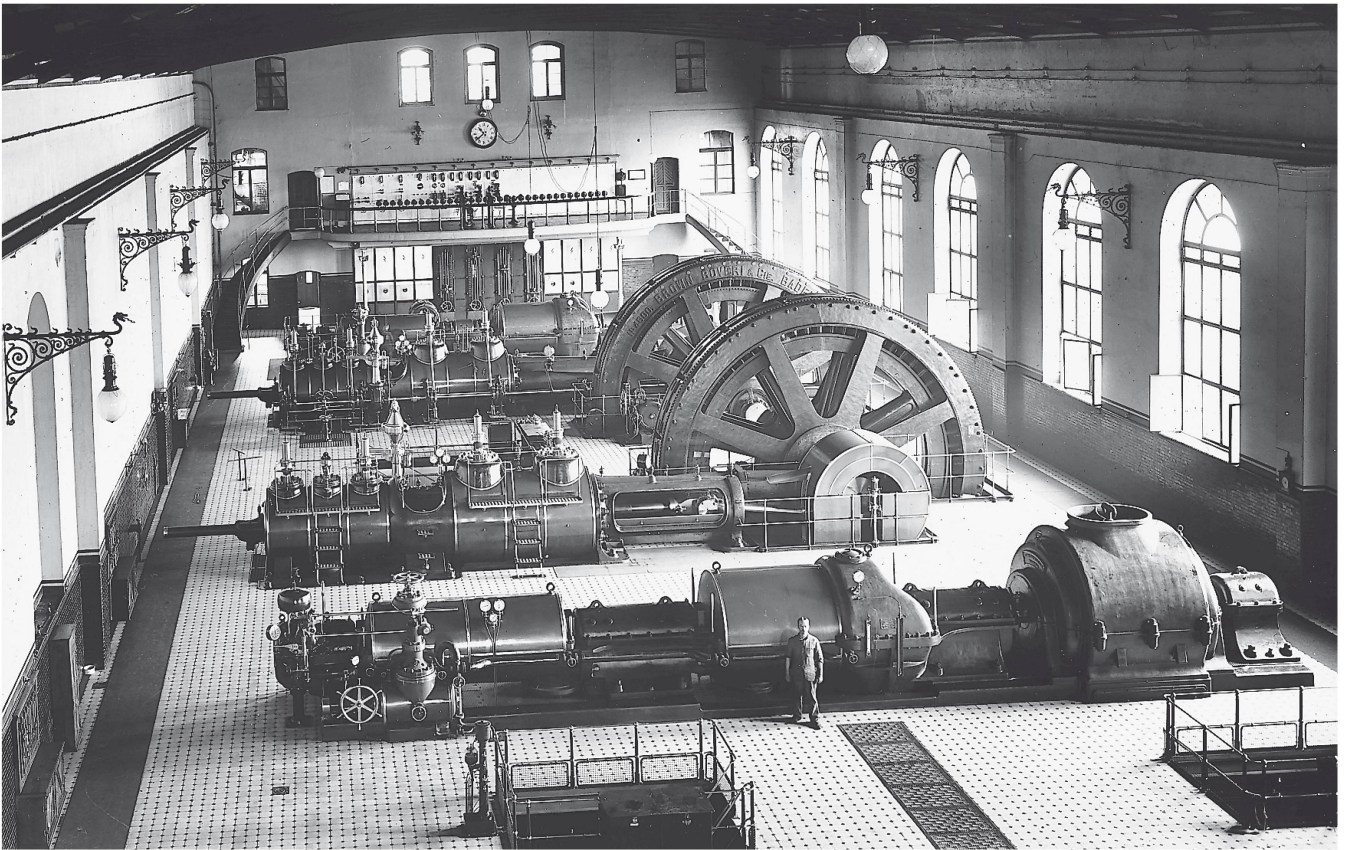
konnten nicht mit Schnellläufer-Turbinen gekuppelt werden. Charles E. L. Brown (1863–1924), dem Mitbegründer von BBC, war es vorbehalten, genau im richtigen Zeitpunkt den Turbogenerator mit schlankem zylindrischem Rotor zu entwickeln. Dampfturbogruppen beanspruchen nur einen Bruchteil an Grundfläche und Bauvolumen leistungsgleicher Kolbendampfmaschinen. Ferner laufen Turbinen praktisch erschütterungsfrei. Die erste von BBC in Baden hergestellte Dampfturbine leistete 250 Kilowatt und wurde nach Italien geliefert. Auch das Städtische Elektrizitätswerk Frankfurt gab sofort eine Dampfturbogruppe in Auftrag. Mit 2600 Kilowatt erbrachte diese Maschine bei annähernd gleicher Grundfläche die sechsfache Leistung gegenüber einer acht Jahre zuvor gelieferten Kolbenmaschinengruppe. Ein Beispiel für den rapiden Fortschritt der Technik in jener Zeit!

Wie erwähnt, hatte die Kolbendampfmaschine einen hohen Vollendungsgrad erreicht, als Stodola sich mit der Dampfturbine zu befassen be-

gann. Kaum jemand ausser ihm hatte ihre baldige Ablösung vorausgesehen. Henri Quiby (1884–1976), ehemaliger Schüler und Mitarbeiter Stodolas und später sein Nachfolger an der ETH, berichtete: «Es ist für Stodolas Scharfsinn kennzeichnend, dass er in den bescheidenen Anfängen der Dampfturbine den Keim einer gewaltigen Entwicklung voraussah. Weil er die mechanischen und thermodynamischen Grundlagen sowie auch das mathematische Werkzeug beherrsch-

Fertiggestellte 250-kW-BBC-Dampfturbine mit Generator 1901





Größenvergleich zwischen einer 3000-kW-Dampfturbine (im Vordergrund) und zwei Kolbendampfmaschinen mit Schwungradgeneratoren von je 1100 kW

te, war es ihm möglich, die in den neuartigen Maschinen sich abspielenden Vorgänge zu analysieren und daraus über die Entwicklungsmöglichkeiten Schlüsse zu ziehen.»

Ein Vortrag wird zum Fachbuch

1902 hielt Stodola an der Jahresversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) in Düsseldorf einen Vortrag mit dem Titel «Die Dampfturbinen und die Aussichten der Wärmekraftmaschinen». Unter den Zuhörern sass auch der Berliner Verleger Fritz Springer. Er regte Stodola dazu an, das Referat in der bei Springer erscheinenden VDI-Zeitschrift zu publizieren. Ferner schlug Springer Sonderdrucke vor. Aus diesem Gespräch entwickelte sich eine mehr als dreissig Jahre dauernde Zusammenarbeit zwischen Stodola und dem bedeutenden Wissenschaftsverlag. Stodolas Vortrag erschien 1903 in der genannten Zeitschrift in sieben Folgen. Im Schlusssatz klingt Stodolas Lebensprogramm

mit: «Die Wissenschaft beansprucht als ihr Sonderrecht, auf den Höhen des reinen Gedankens zu weilen; den Kampf mit der widerstrebenden Materie überlässt sie den Ingenieuren. Wohl, wir nehmen diesen Kampf auf und wollen wie bisher, mit unverdrossener Ausdauer an dem grossen Problem, das eine Daseinsfrage der Menschheit ist, arbeiten: an der Vervollkommnung der Energieumwandlung in den Wärmekraftmaschinen.»

Von Anfang an hatte Stodola beabsichtigt, die Dampfturbinen in einem Lehrbuch vertieft zu behandeln. Das auf dem Zeitschriftenaufsatz basierende Buch kam noch im gleichen Jahr mit einem Umfang von 220 Seiten in einer Auflage von 600 Exemplaren heraus. Der Titel war identisch, doch war der Text um gut die Hälfte angewachsen. Stodola vermerkte im Vorwort: «Auf Anregung einiger Freunde aus der Praxis wird hiermit die gleichnamige Studie des Verfassers [...], mit erläuternden Zusätzen

versehen, als Sonderdruck der Öffentlichkeit übergeben. [...] Im gegenwärtigen Stadium des Dampfturbinenbaues muss das Hauptgewicht auf die Erörterung der wissenschaftlichen Grundlagen dieser hohe Bedeutung erlangenden Motorenart gelegt werden. [...] Der Dampfturbinenbau bietet besonders zahlreiche Beispiele für die Notwendigkeit, die konstruktive Tätigkeit mit wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu verknüpfen. [...] Die Darstellung musste äusserst knapp gehalten werden und beschränkt sich vielfach auf blosse Andeutungen in der Entwicklung; doch dürfte dem sich näher interessierenden Leser auch die Begründung überall klar werden.»

Das Buch fand reissenden Absatz und war innert Monatsfrist vergriffen. Der Verlag drängte auf einen sofortigen Nachdruck. Stodola bevorzugte eine aktualisierte und erweiterte Neu-

Die Dampfturbinen

und die

Aussichten der Wärmekraftmaschinen.

Versuche und Studien

von

Dr. A. Stodola,

Professor am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

Mit 119 Textfiguren und 7 Tafeln



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1903.

Titelblatt der ersten Auflage von Stodolas Dampfturbinen-Lehrbuch

Im Lehrbuch behandelte Themenbereiche:

- Strömende Bewegung des Dampfes:

Stodola untersucht die Dampfströmung in Düsen theoretisch und vergleicht sie mit den Resultaten von Laborversuchen.

- Festigkeit rotierender Scheiben und Wellen:

Die Spannungsberechnung und die Formgebung von Turbinenscheiben sowie kritische Drehzahlen der Wellen.

- Energieumsatz in der Dampfturbine:

Stodola leitet den thermodynamischen Wirkungsgrad ab und rechnet mehrere Turbinenbauarten durch.

- Dampfturbinensysteme:

Stodola stellt diverse Turbinenbauarten vor und vergleicht die Wirtschaftlichkeit der Dampfturbine mit jener der Kolbendampfmaschine.

- Aussichten der Wärmekraftmaschine:

Aus dem Zweiten Hauptsatz und dem Carnotprozess leitet Stodola Beurteilungskriterien für die künftige Entwicklung ab.

ausgabe. Der von der Zeitschrift übernommene einspaltige Satz hatte die Reproduktion von Zeichnungen und Kurventafeln eingeschränkt.

Die zweite Auflage von 1904 war um mehr als die Hälfte umfangreicher als die erste. Die Zahl der Abbildungen wurde sogar verdoppelt. Schon ein Jahr später war auch diese Ausgabe verkauft. Stodolas Buch entwickelte sich zu einem Bestseller – eher aussergewöhnlich für ein wissenschaftliches Werk dieses Niveaus. Von dieser zweiten Auflage erschienen 1905 Übersetzungen in englischer und französischer Sprache. Stodolas «Verkaufsrenner» war in jener Zeit keineswegs das einzige Fachbuch über Dampfturbinen. Zu diesem Thema erschienen zwischen 1905 und 1914 zahlreiche Fachaufsätze und Bücher in praktisch allen Industrieländern. Keine andere Publikation stiess jedoch auch nur auf annähernd so viel Echo wie Stodolas Meisterwerk.

Wachsender Markt für Dampfturbinen

Mittlerweile war eine Reihe weiterer Unternehmen auf das technische Potenzial der Dampfturbine aufmerksam geworden. Neue und erfolgreiche Baumuster belebten den Markt, beispielsweise die mehrstufigen Gleichdruck-Turbinen von Auguste Rateau (1863–1930) in Frankreich und Charles G. Curtis (1860–1953) bei General Electric in den USA. Die AEG fabrizierte anfänglich Dampfturbinen eigener Bauart, System Riedler-Stumpf, erwarb jedoch später von General Electric die Lizenz für Curtisturbinen.

Vor allem in der von Heinrich Zoelly (1862–1937) bei Escher Wyss in Zürich entwickelten Dampfturbine erwuchs BBC eine ernsthafte Konkurrenz. Diese Konstruktion besass mehrere auf dem Aktionsprinzip basie-

rende schlanke Scheibenräder, die auf eine gemeinsame Welle aufgeschumpft waren. Damit liessen sich hohe Druckgefälle in kompakten Maschinen umsetzen. Wenige Stufen und grosse Raddurchmesser waren ein Kennzeichen dieser erfolgreichen Bauart. Für die Herstellung von Dampfturbinen nach System Zoelly verband sich Escher Wyss 1904 mit Siemens, Krupp, dem Norddeutschen Lloyd und der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (MAN) zum Zoelly-Syndikat, dem sich später weitere Firmen anschlossen. Auf dem europäischen Kontinent entstand so ein Gegengewicht zum Marktleader BBC.

1905 erschien die dritte, 1910 die stark erweiterte vierte Auflage von Stodolas Buch. Der Untertitel lautete nun: «Mit einem Anhang über die Aussichten der Wärmekraftmaschinen und über die Gasturbine». Das Buch wies jetzt stattliche 708 Druckseiten, 856 Bilder und 9 Faltafeln auf. Zudem war es auf Lexikonformat vergrössert worden. Stodola sagte im Vorwort: «Als Unterstützung des Studierenden sind die wichtigeren Lehrsätze und Verfahren durch breiter angelegte Zahlenbeispiele veranschaulicht, die auch für den Selbstunterricht als Wegleiter erwünscht kommen dürften, und wir waren bestrebt, die Übersicht des Werkes durch folgerichtige Einteilung so weit als möglich zu erleichtern. Manchem wird der Umfang des Buches trotzdem zu ausgedehnt erscheinen, und es seien daher die nachfolgenden pädagogischen Bemerkungen zuhanden des Studierenden gestattet.

Das Buch setzt nur die Elemente der höheren Mathematik und der analytischen Mechanik voraus, deren Aneignung erfahrungsgemäss der grossen Mehrzahl der Hochschulhörer keine Schwierigkeiten zu bereiten pflegt. Ohne diese Elemente und die

einfachste Fassung des Begriffes der Entropie, Dampfturbinen unter Verantwortung mit einiger Aussicht auf Erfolg [...] entwerfen zu wollen, ist ein Ding der Unmöglichkeit. [...] Man nehme nur so viel vom Mathematischen auch in diesem Buche in sich auf, als man mit Sicherheit beherrschen kann, sonst kommt es zum tragischen Konflikt der Gewissenhaftigkeit mit dem Ziel der Ingenieur-tätigkeit: die an sich lobenswerte vertiefte Erforschung des Vorhandenen wird zur Hauptsache – der technische Fortschritt verschwindet aus dem Gesichtsfelde. Wir bleiben an den Fuss-angeln einer unlösbaren Differential-gleichung hängen, während draussen reiches Leben flutet und neue Erfindungskeime sprossen.» Erstmals schickte Stodola dem theoretischen Teil einen kurzen historischen Überblick voraus, der die Entwick-lung der Dampfturbine bis 1900 zu-sammenfasst.

Die «Bibel» des thermischen Turbomaschinenbaus

Die stürmische Entwicklung der neuen Kraftmaschinengattung schlug sich direkt in Stodolas Standardwerk nieder. Der Erste Weltkrieg verzögerte jedoch weitere Ausgaben des Lehrbuches. Stodola gewann dadurch Zeit, um das Buch wiederum gründlich zu überarbeiten und auf den neuesten technischen Stand zu bringen. 1922 konnte endlich die fünfte Auflage erscheinen, nun mit dem Titel «Dampf- und Gasturbinen». Der Band umfasste jetzt mehr als 1100 Seiten mit ebenso vielen Abbildungen sowie 13 Dia-grammtafeln. Stodola betonte im Vor-wort: «Der Dampfturbinenbau hat seit dem Erscheinen der vierten Auflage, trotz der Unterbrechung der Entwick-lung durch den Weltkrieg, abermals mächtige Fortschritte gemacht. Durch unablässige zähe Arbeit und zahlrei-

che Verbesserungen [...] wurde die Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit wie auch die Wirtschaftlichkeit der Dampfturbine auf eine Stufe der Voll-kommenheit gehoben, dass die be-herrschende Stellung, die sie im Ge-biete der Grosskraftherzeugung ein-nimmt, in absehbarer Zukunft kaum bestritten werden dürfte. Diesem Fort-schritt will durch Zusammenfassen des Erreichten und durch neue Beiträge auch die neue Auflage dieses Buches dienen. [...] Der weite Inhalt bedingt ein Lesen mit Auswahl, eine Übung, die dem Studierenden lebhaft empfohlen zu werden verdient.»

1924 erschien die sechste und zu-gleich letzte deutsche Ausgabe. Der um einen 32-seitigen Nachtrag er-gänzte Reprint der fünften Auflage bringt stolze 3,1 Kilogramm auf die Waage! Der ehemalige Stodola-Schüler und erfolgreiche Konstruk-teur Walter Noack (1881–1945) ur-teilte darüber: «Die 6. Auflage stellt mit ihren 1150 Seiten, fast 1200 Abbil-dungen und 13 Tafeln ein Lehrbuch dar, wie es in gleicher Vollständigkeit wohl kein anderer Zweig der Technik aufzuweisen hat. Aber auch etwas an-deres zeichnet dieses Buch, wie über-haupt Stodolas Art des Schaffens aus: Das Streben, jedes Problem der ma-thematischen Behandlung zugänglich zu machen und seiner Lösung durch rechnerische Mittel soweit als möglich beizukommen. Dabei verleugnete Stodola keineswegs den Nutzen des Versuches, pflegte vielmehr den Son-derversuch, der nun einmal zur Be-stimmung der Beiwerte, ohne die die Rechnung nicht auskommen kann, erforderlich ist, in hohem Masse.»

Von dieser letzten Ausgabe er-schien 1927 gleichzeitig in New York und in London eine zweibändige Übersetzung. Der amerikanische Übersetzer Louis C. Loewenstein, der bereits die englische Ausgabe von

1905 ediert hatte, war nach eigenen Angaben beratender Ingenieur und mit der Materie bestens vertraut. Er hatte sich die Mühe genommen, alle Formeln, Tabellen und Tafeln vom metrischen ins englische Masssystem umzurechnen. Im Vorwort schrieb er: «Professor Stodola ist als führende Dampfturbinen-Autorität anerkannt und sein Buch wird seit Jahren als die Bibel zu diesem Thema bezeichnet. Das Buch mag als Modellfall dienen, wie eine Ingenieurwissenschaft behandelt werden sollte.» Drei Jahre nach Stodolas Tod erschien 1945 in New York ein Neudruck der amerikanischen Ausgabe. Von der letzten deutschen Auflage wurde in China ein Offset-Nachdruck vertrieben. Dies beweist, dass Stodolas Standardwerk keineswegs an Aktualität verloren hatte. Auch in der Schweiz bezeichnete man das Buch noch in den sechziger Jahren als die «Bibel» des Turbomaschinenbaus. Es war auf dem antiquarischen Buchmarkt nur schwer aufzutreiben.

Aus einer anderen Perspektive würdigte der angesehene russisch-amerikanische Festigkeitsfachmann Stephen P. Timoshenko, Professor an der Stanford University, Stodolas Dampfturbinenbuch. 1953 schrieb er in seiner Geschichte der Festigkeitslehre: «Am Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts zeichneten sich neue Entwicklungen in der Maschinenindustrie ab, welche exaktere Verfahren für die Spannungsberechnung in Maschinenteilen wünschbar erscheinen liessen. Diese Tendenz fand ihren Ausdruck in neuen Büchern über Maschinenbau, unter denen Stodolas Buch «Die Dampfturbinen» ein hervorragendes Beispiel darstellt. Während in früheren Büchern die Dimensionierung von Maschinenteilen auf empirischen Formeln und elementaren Spannungsrechnungen basierte, wen-

det Stodola in seinem Werk sämtliche Methoden der Spannungsbestimmung an, die die Elastizitätstheorie zur Verfügung stellt. Er behandelt Spannungen in Platten und Schalen, untersucht Wärmespannungen sowie die Festigkeit rotierender Scheiben. Grosse Aufmerksamkeit schenkt er den durch Schwingungen hervorgerufenen Beanspruchungen. Auch die Spannungskonzentration um Löcher und bei Querschnittsübergängen findet seine Beachtung. Ferner pflegt er verschiedene Methoden zur experimentellen Spannungsermittlung. Dieses Buch ist für die Festigkeitslehre richtungweisend und stellt ein wichtiges Werk dar bezüglich Anwendung wissenschaftlicher Methoden in der Maschinenkonstruktion.»

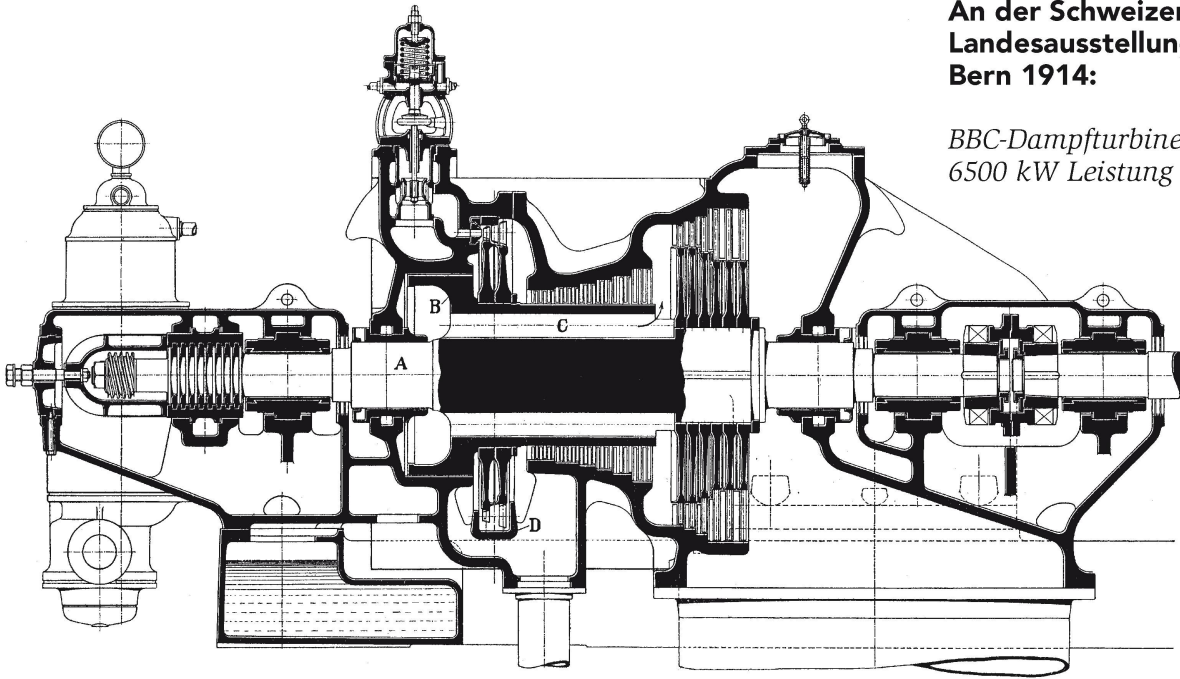
Führende Schweizer Unternehmen

Zum weltweiten Konkurrenzkampf auf dem Gebiet der Dampfturbinen traten neben BBC und Escher Wyss zeitweise noch zwei andere Schweizer Unternehmen an: Die Maschinenfabrik Oerlikon hatte sich eine Lizenz von Rateau gesichert, während Sulzer eine Eigenkonstruktion vorstellte. Das im Dampfmaschinen-, Dieselmotoren- und Kesselbau erfolgreiche Winterthurer Unternehmen gab den Dampfturbinenbau jedoch bald wieder auf.

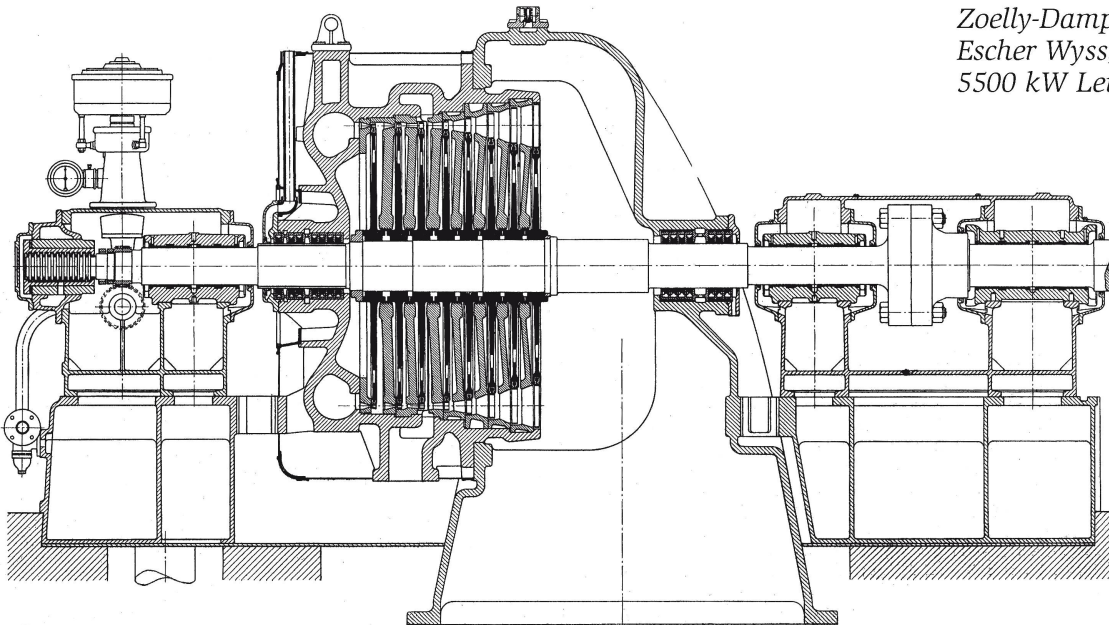
Im Jahre 1914 besuchte Stodola die Schweizerische Landesausstellung in Bern. In der «Schweizerischen Bauzeitung» äusserte er sich zu den durch die drei erwähnten Schweizer Firmen präsentierten Turbomaschinen: «Die Dampfturbinen boten das glänzende Bild einer durch zielbewusste Arbeit, finanziellen Wage- und Opfermut und tadellose Werkstattausführung zum Weltruf gelangten Industrie, deren Ausdehnung und weit ausgreifende Tätigkeit in einem seltsamen, aber

An der Schweizerischen
Landesausstellung in
Bern 1914:

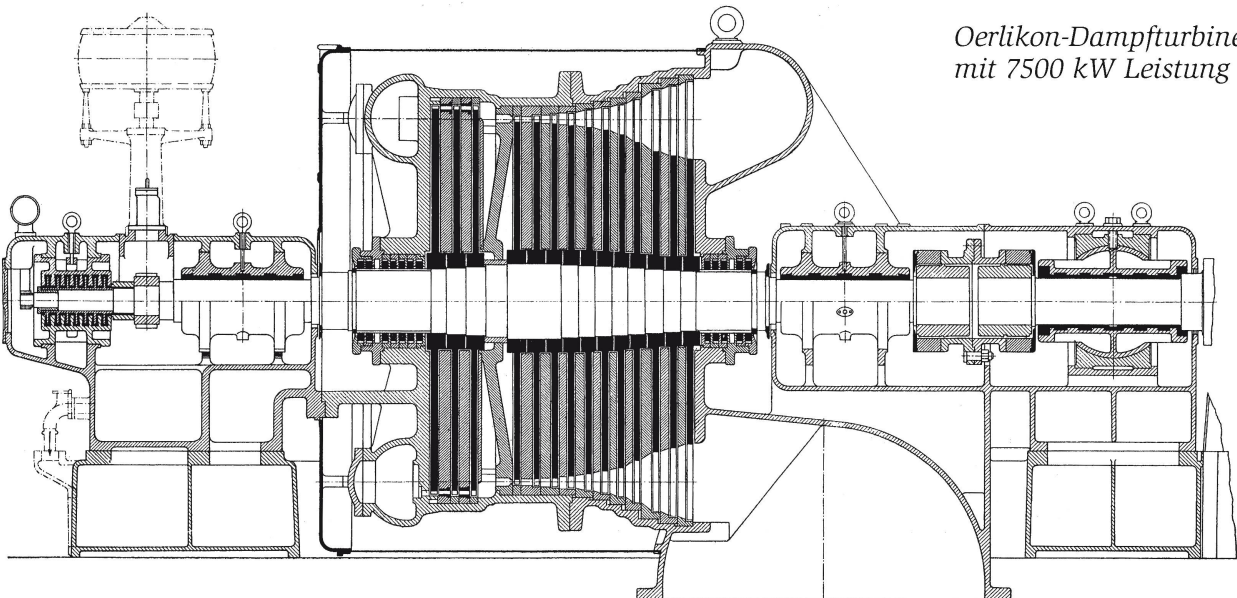
BBC-Dampfturbine mit
6500 kW Leistung



Zoelly-Dampfturbine von
Escher Wyss, Zürich, mit
5500 kW Leistung



Oerlikon-Dampfturbine
mit 7500 kW Leistung

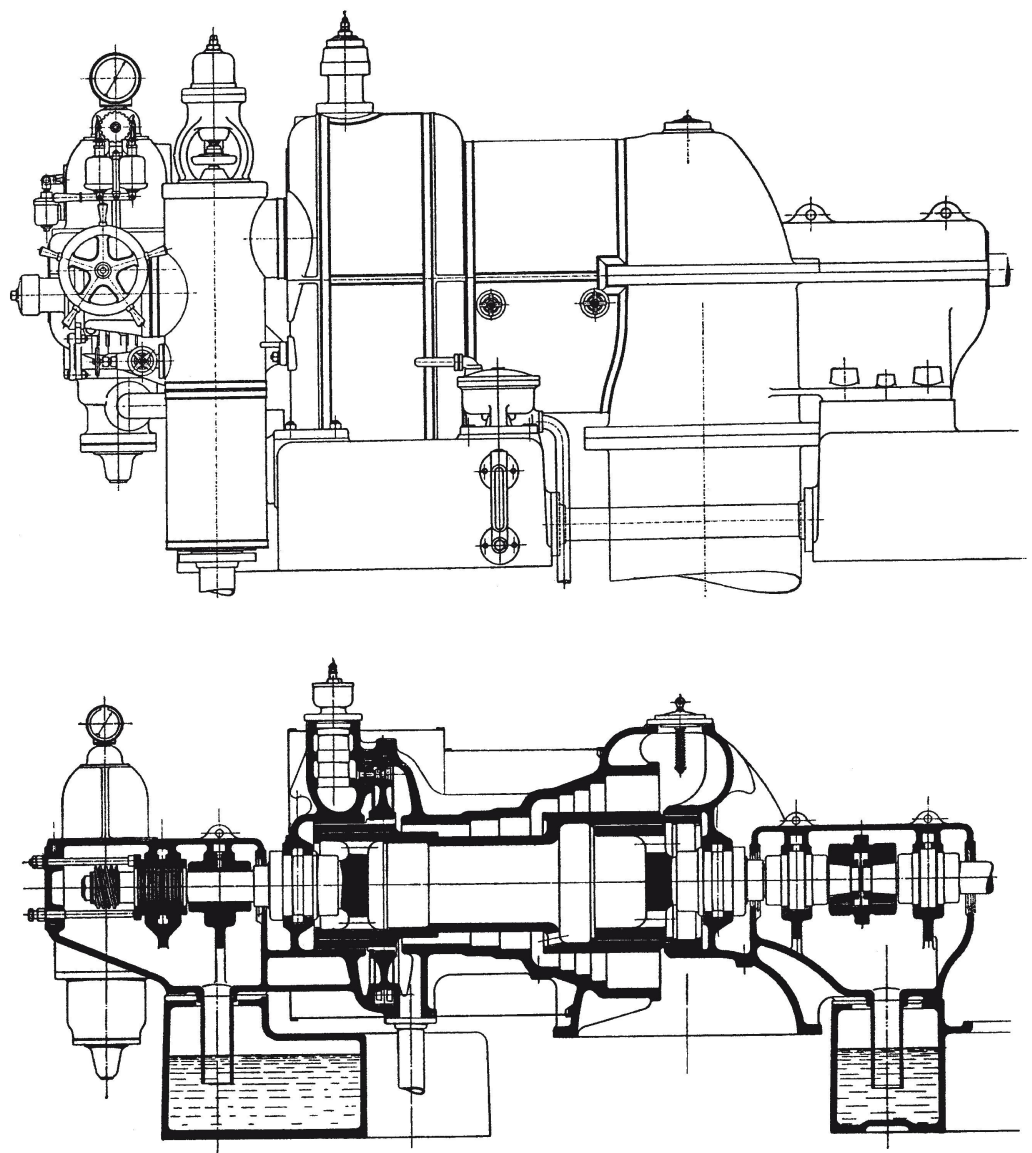


hocherfreulichen Gegensatz zur Grösse des Landes stehen. [...] Wohlthuend berührt eine gewisse Stabilisierung der Verhältnisse, wie sie wahrnehmbar ist [...] und gewissermassen die Ruhe eines gesicherten Besitzes widerspiegelt. Dies schliesst natürlich nicht aus, dass im Einzelnen unausgesetzt Verbesserungen angestrebt und die Turbine sowohl in wärmetheoretischer wie in betriebstechnischer Hinsicht aufs feinste weiter ausgefeilt wird; denn im Dampfturbinenbau hat von Anfang an der schärfste Wettbewerb, den die Geschichte des Maschinenbaues kennt, eingesetzt, und dauernder Stillstand nach irgend einer Richtung ist vollkommen ausgeschlossen.»

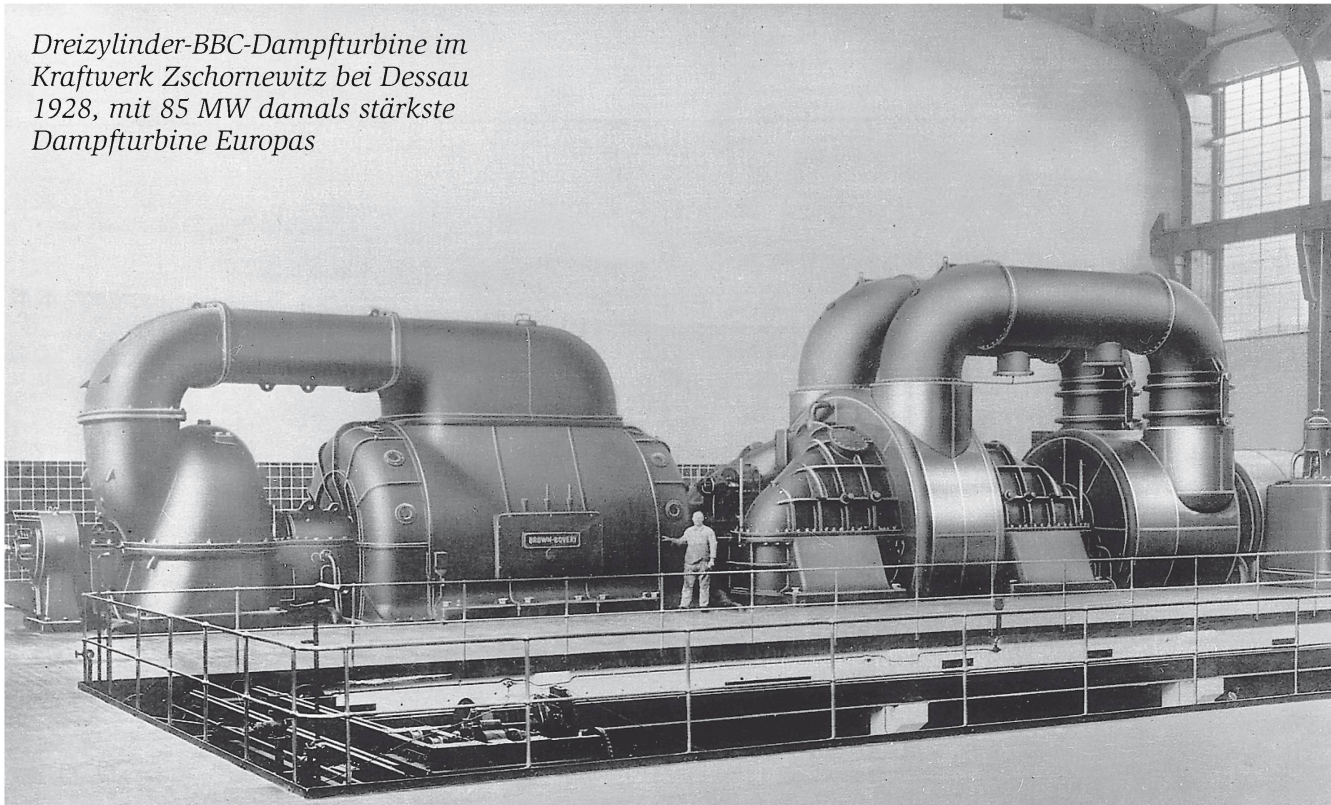
Neben stationären Anlagen zur Stromerzeugung oder zum Antrieb von Hochofengebläsen in Hüttenwerken gelangten Dampfturbinen zunehmend auch in der Hochseeschifffahrt zur Anwendung. Bei Kriegsschiffen und Atlantikdampfern lösten sie die Kolbendampfmaschinen rasch ab. 1903 stellte BBC im Binnenland Schweiz erstmals eine Schiffsturbine her, die für die Kaiserliche Deutsche Marine bestimmt war. Schiffsturbinen mit den zugehörigen Zahnradgetrieben für grosse Leistung bildeten lange Zeit sogar eine Spezialität des Badener Unternehmens.

Der Dampfturbinenbau entwickelte sich bei BBC zu einem der bedeutendsten Sektoren. Schon 1904

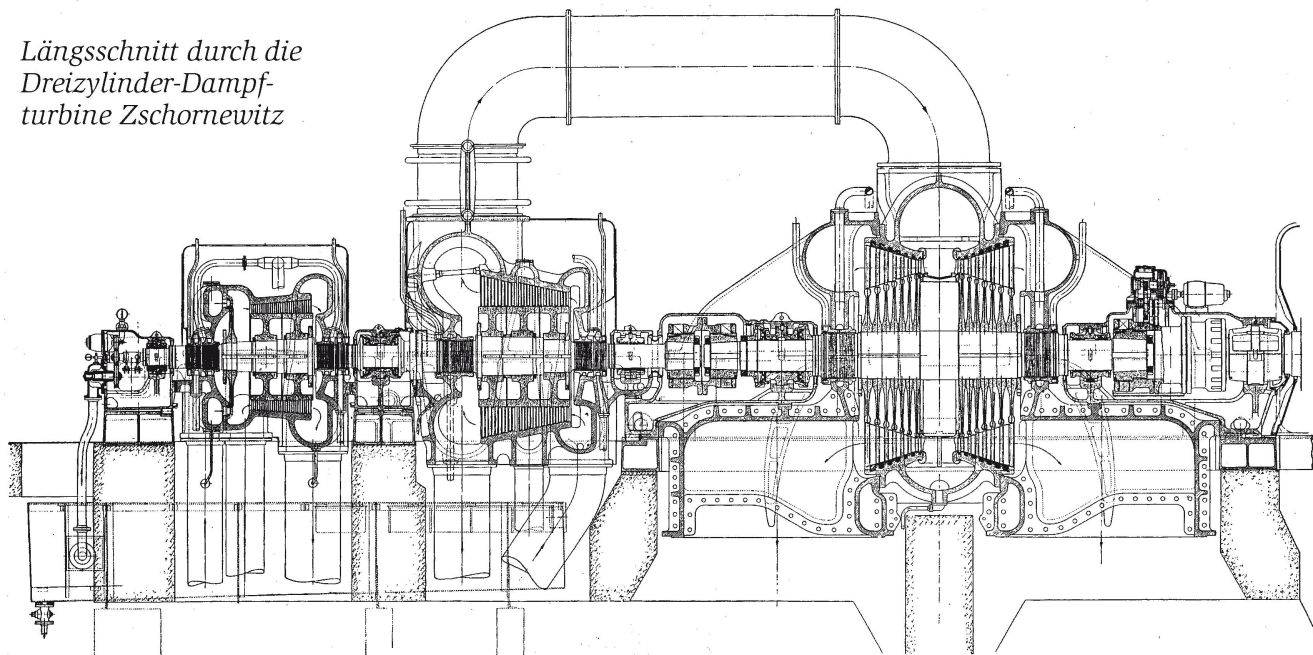
Kombinierte BBC-Dampfturbine von 1907, Ansicht und Längsschnitt



Dreizylinder-BBC-Dampfturbine im Kraftwerk Zschornowitz bei Dessau 1928, mit 85 MW damals stärkste Dampfturbine Europas



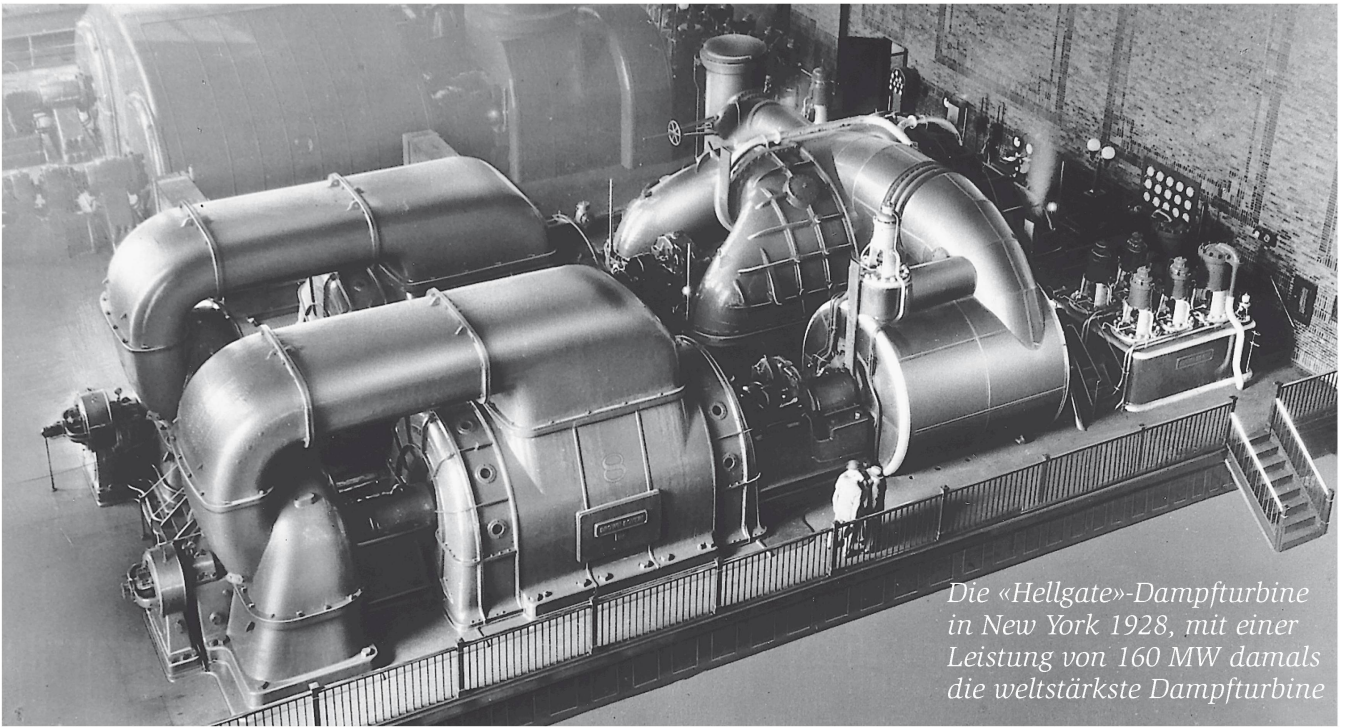
Längsschnitt durch die Dreizylinder-Dampfturbine Zschornowitz



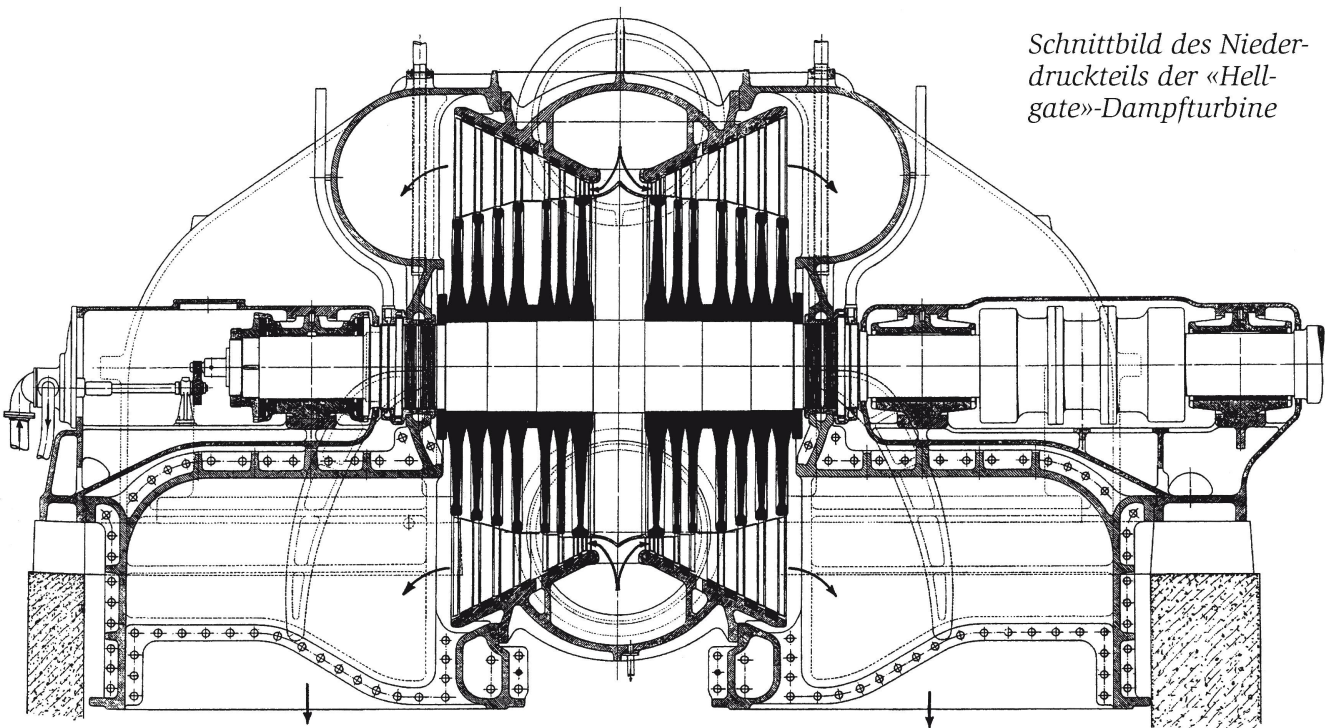
wurde die Hälfte des gesamten Umsatzes mit dem neuen Produkt erwirtschaftet. Von 1901 bis 1906 hat BBC rund 500 Dampfturbinen mit einer Gesamtleistung von 770 Megawatt verkauft. 1908 wurde die Gigawattgrenze (eine Million Kilowatt) überschritten und bis 1929, dem Abschluss von Stodolas Lehrtätigkeit, wuchs die Summe auf sagenhafte 12

Gigawatt an. Dieser Leistungsausweis ist von keiner anderen europäischen Firma auch nur annähernd erreicht worden.

Steigende Leistungen und höhere Dampfdrücke erforderten mehr Stufen und führten zu einer grösseren Baulänge der Maschine. Aus Gründen der Stabilität stiess man bald an Grenzen. BBC entwickelte daher im Jahre



Die «Hellgate»-Dampfturbine in New York 1928, mit einer Leistung von 160 MW damals die weltstärkste Dampfturbine



Schnittbild des Niederdruckteils der «Hellgate»-Dampfturbine

1907 die kombinierte Dampfturbine. Diese erhielt als erste Stufe ein- oder mehrstufige Aktionsräder, denen eine entsprechend kleinere Anzahl Reaktionsstufen nachgeschaltet werden konnte. Damit wurden die Maschinen kürzer. Gleichzeitig ergab sich eine bessere Reguliermöglichkeit, indem man für die erste Stufe eine durch entsprechende Ventile gesteuerte Teilbe-

aufschlagung des Aktionsrades konzipierte. Diese Eigenentwicklung von BBC ermöglichte 1912 ein frühzeitiges Aussteigen aus dem Lizenzvertrag mit Parsons. Zur Leistungserhöhung älterer Anlagen – auch solcher der Konkurrenz – stellte BBC kompakte, einstufige Hochdruck-Vorschaltturbinen her. Für sehr grosse Leistungen und entsprechende Dampfmengen wur-

den die Turbinensätze mehrgehäusig ausgeführt. Die riesigen Dampfvolu-
mina im Niederdruckbereich liessen
sich damit in zwei bis vier Parallel-
ströme teilen. Damit blieben Abmes-
sungen und Beanspruchung inner-
halb beherrschbarer Grenzen. Ferner
gestattete diese Bauweise eine Zwi-
schenüberhitzung des Dampfes.

Dieses bewährte Prinzip wurde bis
in die Gegenwart beibehalten und
konsequent weiterentwickelt. Grosses
Augenmerk galt der Strömungsfor-
schung und der Entwicklung hoch be-
lastbarer Turbinenschaufeln. Die Ma-
schinenleistung erreichte in der Folge
eine unglaubliche Steigerung: Zehn-,
zwanzig-, fünfzigtausend und mehr
Kilowatt liessen sich in einer einzigen
Maschine umsetzen. 1928 hat BBC
die für lange Zeit stärkste Dampfur-

bine der Welt abgeliefert. Die 160 Me-
gawatt leistende, zweiwellige Anlage
gelangte im Elektrizitätswerk «Hell-
gate» in New York zur Aufstellung.

Professor Walter Traupel (1914–
1998) hat das Wirken Stodolas, seines
Vor-Vorgängers auf dem Lehrstuhl für
thermische Turbomaschinen, mit fol-
genden Worten gewürdigt: «Wir dür-
fen uns eines Mannes erinnern, der
während Jahrzehnten an der ETH ge-
wirkt hat: Aurel Stodola. Er hat keine
grundlegende Erfindung auf dem Ge-
biete des Dampfturbinenbaues ge-
macht, doch hat er seine überragende
Kapazität vor allem in den Dienst der
Entwicklung dieser Maschine gestellt,
und das war mehr als Erfinden. Unter
den Schöpfern der Dampfturbine
gehört ihm ohne Zweifel der erste
Platz.»

*Montage einer Einzy-
linder-Dampfturbine
mit 70 MW Leistung.
Daneben der Zylinder-
Oberteil als Verbund-
konstruktion*

