

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: Epilog
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>

Epilog

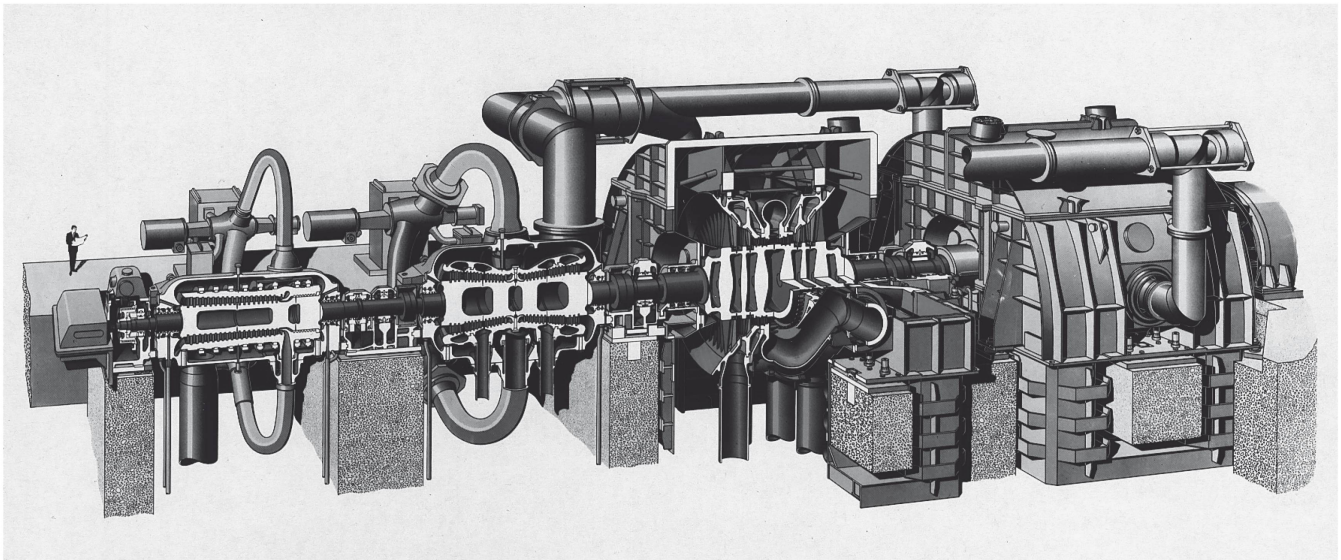


Büste Aurel Stodolas im Maschinenlabor der ETH Zürich, modelliert von seinem Schüler und späteren Lehrstuhlnachfolger Gustav Eichelberg (Bild ETH)

Turbomaschinenbau in der Schweiz nach 1945

Die schweizerische Industrie blieb im Zweiten Weltkrieg glücklicherweise von Zerstörungen verschont. Nach dem Krieg setzte sich der Trend zu stärkeren Einheiten und besseren Wirkungsgraden bei Dampf- und Gasturbinen fort. Die Wirtschaft profitierte von Europas Wiederaufbau. Die wachsende Energienachfrage verhalf der schweizerischen Turbomaschinenindustrie zu vollen Auftragsbüchern. Vielfach standen die Ingenieure vor der Entscheidung, entweder möglichst einfache und entsprechend preisgünstige Maschinen zu bauen oder mit aufwendigen und teuren Anlagen ein Maximum an Wirkungsgrad und Leistung herauszuholen. In vielen Fällen wählte man den zweiten Weg. Inzwischen war eine Schar ehemaliger Stodola-Schüler in leitende Funktionen aufgestiegen und bewies, dass sie das Erbe ihres Lehrmeisters gut verwaltete.

Stodola war keineswegs vergessen. Und damit dies auch nicht geschehen konnte, veranstaltete die ETH am 10. Mai 1959, anlässlich Stodolas 100. Geburtstag, eine Gedenkfeier. Hans Pallmann, der damalige Präsident des Schweizerischen Schulrates, lud mit folgenden Worten ein: «Stodolas Wahlheimat Zürich, die ETH und die Schweiz haben von ihm in mancher Hinsicht so viel empfangen, dass es uns Ehrenpflicht ist, des grossen Sohnes der Slowakei an der Stätte würdig zu gedenken, wo sein Lebenswerk verwurzelt ist. Wir laden darum jedermann, in welcher Weise er auch



Dampfturbine der 600-MW-Klasse um 1970

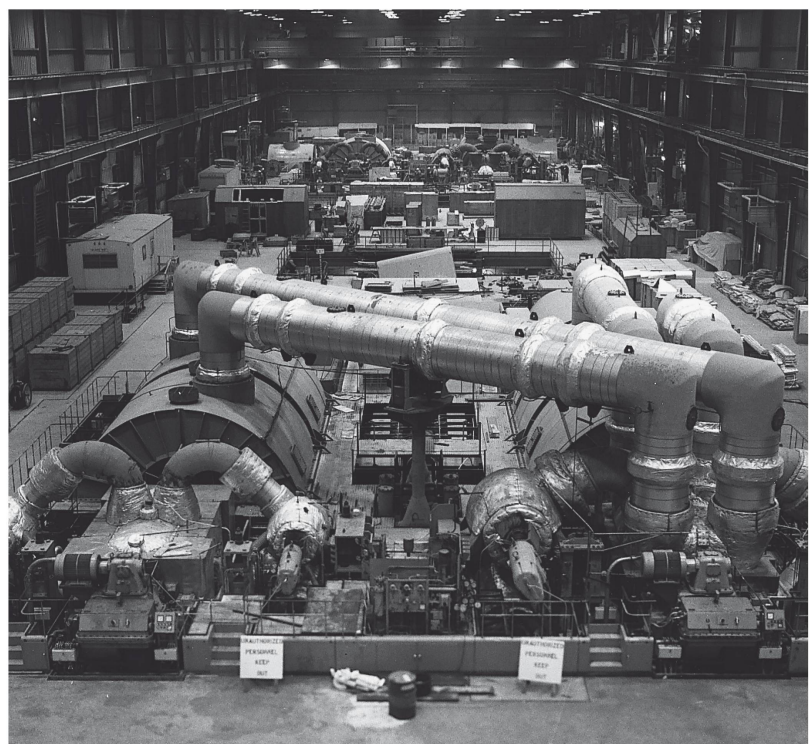
immer mit Stodola oder seinem Arbeitsgebiet in Beziehung steht, vor allem natürlich seine ehemaligen Schüler, Assistenten und Mitarbeiter, herzlich zur Teilnahme an der Feier ein, welche die Eidgenössische Technische Hochschule zusammen mit dem Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA) und der Gesellschaft Ehemaliger Studierender der ETH (GEP) veranstaltet.» Nach einem musikalischen Auftakt begrüßte Rektor Albert Frey-Wyssling die Gäste im Auditorium maximum. Die Professoren Gustav Eichelberg, Jakob Ackert und Walter Traupel sowie BBC-Direktor Claude Seippel hielten Vorträge, die anschliessend in der «Schweizerischen Bauzeitung» publiziert wurden.

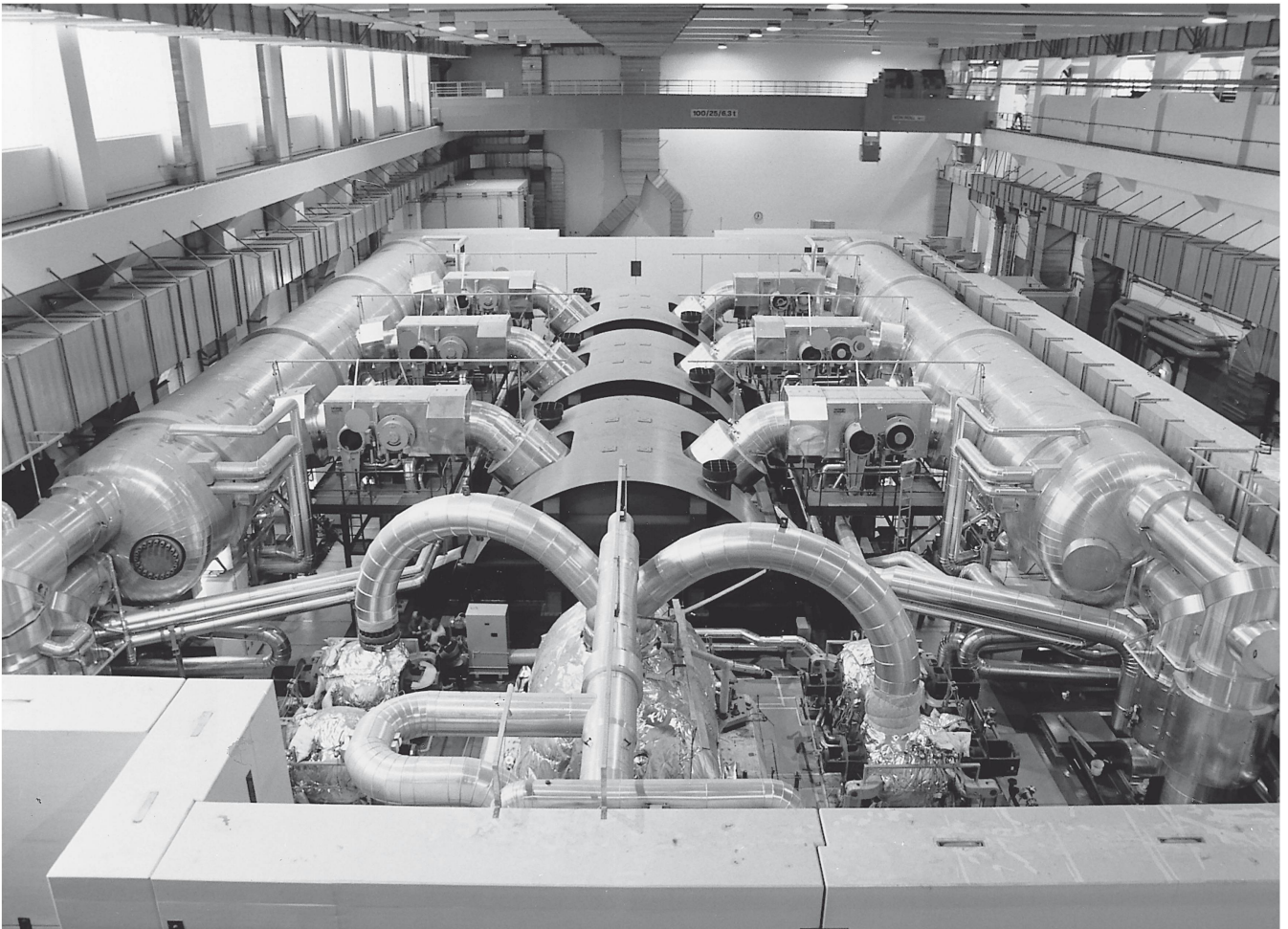
Dampfturbinen

Während die 160 Megawatt der erwähnten «Hellgate»-Anlage 1928 noch einen Rekord bedeutet hatten, wurde diese Leistungsgrösse um die Mitte der 1950er-Jahre schon beinahe zum Standard. In den sechziger Jahren stiegen die Leistungen weiter an und erreichten für einwellige Maschinen bis zu 650 Megawatt. Die erprobte Dreizylinderanordnung mit Zwischenüberhitzung und Abdampf-

Speisewasservorwärmung setzte sich für grosse Kraftwerksturbinen allgemein durch. Der Frischdampfdruck stieg auf 150–250 bar und die Eintrittstemperatur auf 550 °C. Eine Aufteilung der Dampfexpansion auf zwei Maschinenstränge ermöglichte eine weitere Leistungssteigerung. Der Spitzenwert von 1300 Megawatt für eine zweiwellige Dampfturbinenanlage wurde im Jahre 1972 erreicht und bis in die Gegenwart nicht mehr übertroffen.

Erste 1300-MW-Zweiwellen-Dampfturbine während der Montage 1974 (Cumberland / USA)





Blick auf die Dampfturbine des Kernkraftwerks Leibstadt 1984. Von vorne nach hinten sind der doppel-flutige Hochdruck- und die 3 doppel-flutigen Niederdruckteile erkennbar. Die Maschine leistet 1100 MW.

Ganz andere Anforderungen stellen Dampfturbinen für Kernkraftwerke. Da das nutzbare Wärmegefälle aus physikalischen Gründen tiefer liegt, arbeiten die Turbinen im Satt-dampfbereich. Das führt zu grösseren Dampfmengen und zu entsprechend voluminösen Maschinen. Die Länge der Endschaufeln im Niederdruckteil gibt einen Massstab für die Maschi-nendimension. Während sie in der Vorkriegszeit einen halben Meter nur selten überschritten, weisen die Schaufeln der letzten Stufe von neueren Grossdampfturbinen eine Länge von bis zu 1,3 Metern auf. Der auf dem Buchumschlag abgebildete Niederdruckrotor wiegt 225 Tonnen! Er rotiert mit 1500 Umdrehungen pro Minute. An jeder der längsten Schaufeln zieht eine Fliehkraft von rund achtzig Tonnen. Nach Ablauf der wichtigsten Dampfturbinenpatente und mehreren

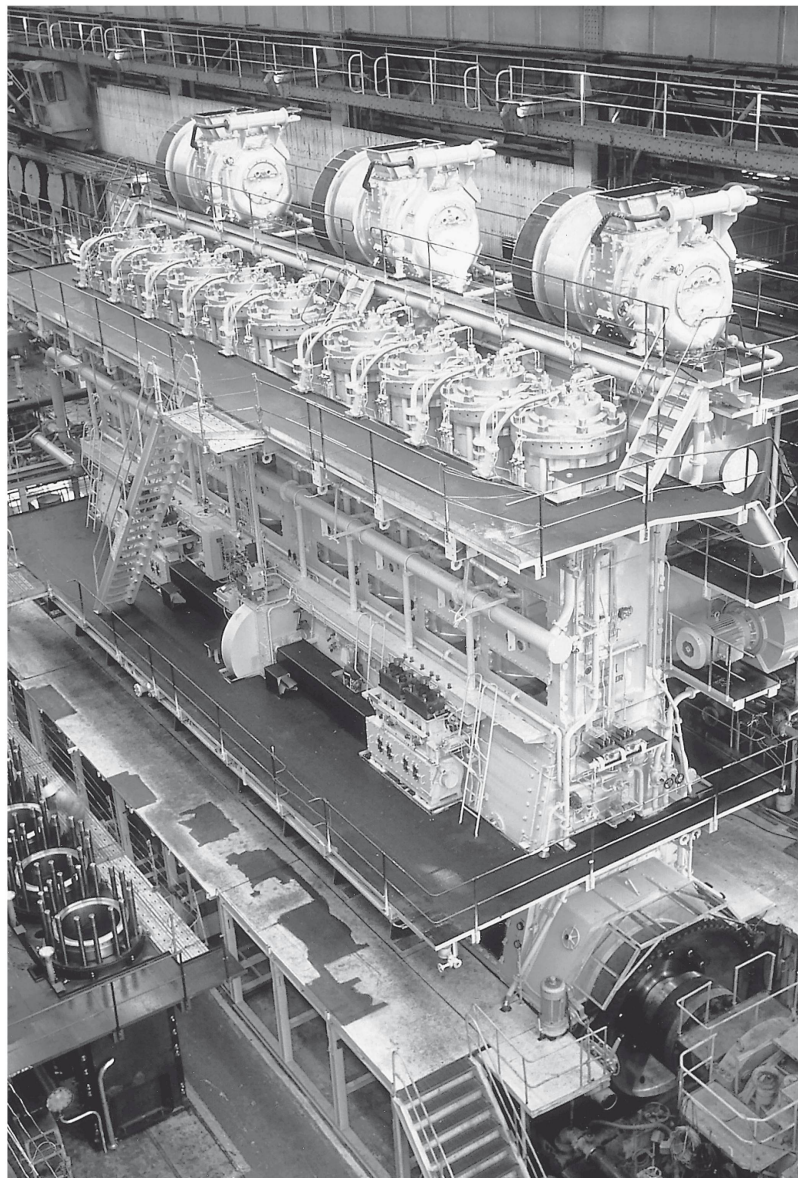
Firmenzusammenschlüssen glichen sich die Baumuster einander immer mehr an. Heute bestehen kaum mehr konstruktive Unterschiede zwischen den Dampfturbinen der wenigen noch verbliebenen Hersteller.

Dieselmotoren und Aufladung

Grosse Schiffsdieselmotoren waren bereits in der Zwischenkriegszeit zum Markenzeichen von Sulzer in Winterthur geworden. Der Nachholbedarf für Schiffe zum Transport von Erdölprodukten und anderen Gütern sowie für touristische Kreuzfahrten führte nach dem Zweiten Weltkrieg auch im Motorenbau zu einem Boom. Der Zweitaktdieselmotor verdrängte die Schiffsdampfturbine. Supertanker benötigen Leistungen bis gegen 80 000 PS. Motoren mit Zylinderbohrungen von bis zu einem Meter und mit Turboaufladung erreichen tatsächlich

derart enorme Leistungen. Nach der Erdölkrise von 1973 verlagerte sich der Schiff- und Schiffsmotorenbau zunehmend in den Fernen Osten. Ende 1988 verliess der letzte Schiffsdieselmotor die Werkhallen von Sulzer in Winterthur. Das Unternehmen trat 1997 seine Dieselmotoraktivitäten an die finnische Wärtsilä NSD Corporation ab.

Im Todesjahr Stodolas, 1942, hatte sein ehemaliger Mitarbeiter Claude Seippel ein Patent für einen neuartigen Verdichter, den so genannten Drucktauscher, beantragt. Im Unterschied zu einer Turbomaschine tauscht ein solches Gerät Gasdrücke auf einfachere Weise aus. Ein rotierendes Zellenrad wird abwechselnd mit Auspuffgasen und mit Frischluft beaufschlagt. Die Materialtemperatur bleibt damit innerhalb beherrschbarer Grenzen. 1945 baute BBC eine Versuchsanlage zur Aufladung einer Gasturbine. Man erkannte, dass die «Comprex» genannte Maschine sich auch zur Aufladung von Fahrzeugdieselmotoren eignen könnte. Nach intensiven Versuchen rüstete BBC in den achtziger Jahren mehrere Kleinserien von Diesel-Personenautos mit Comprex-Ladern aus. Nach der Umwandlung von BBC in ABB wurden die Comprex-Patente verkauft. ABB ist jedoch mit Turboladern für Lokomotiv- und Schiffsdieselmotoren wei-



9-Zylinder-Schiffsdieselmotor mit Turboladern

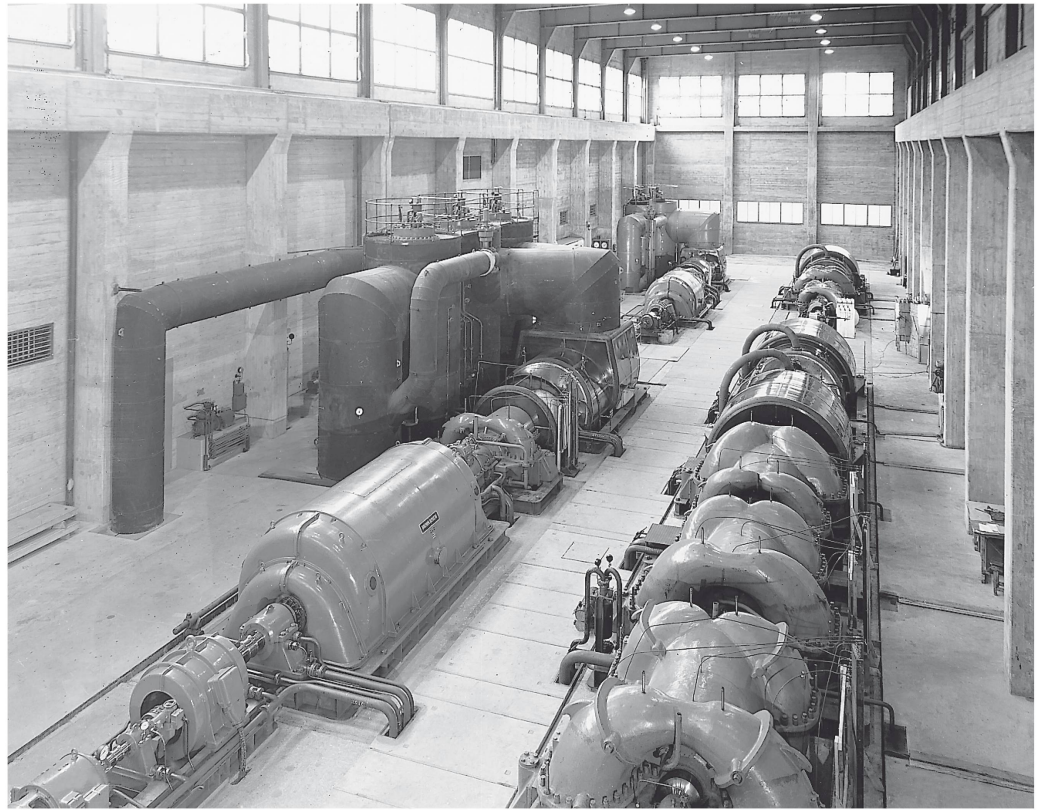
terhin erfolgreich. Moderne Hochleistungsturbolader vermögen die Motorleistung bis auf den vierfachen Wert zu steigern.

Gasturbinen

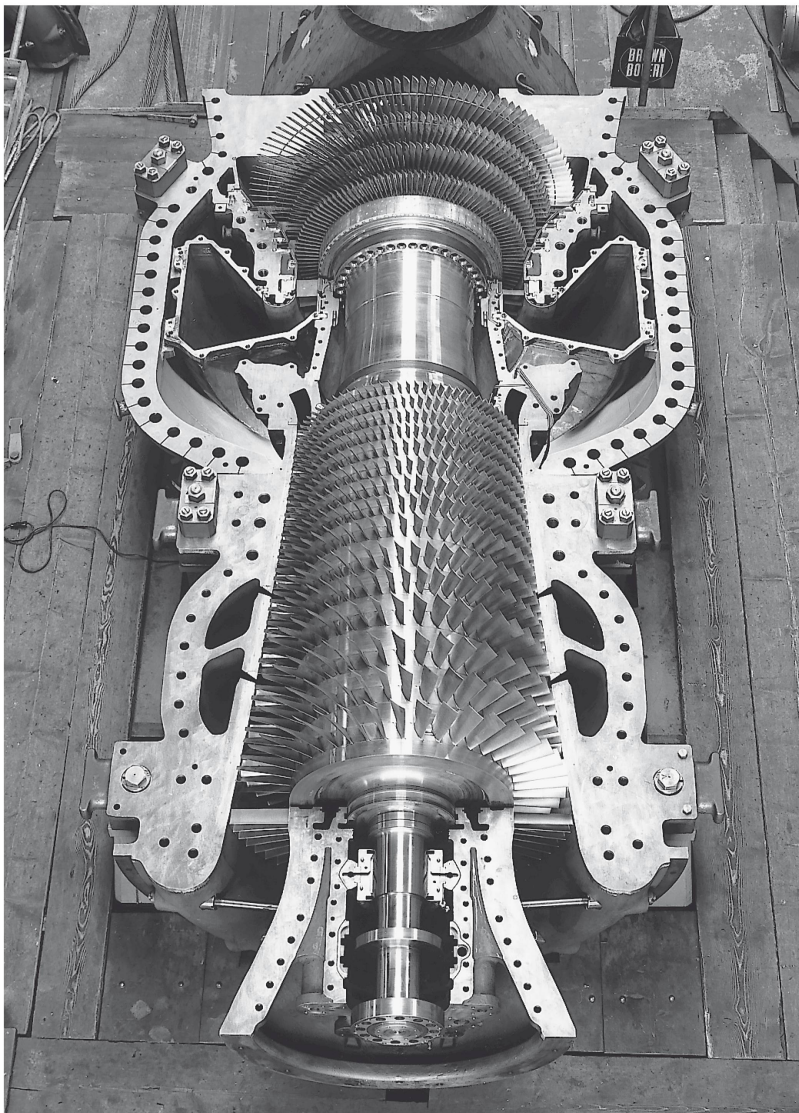
Anlässlich ihres 50-Jahr-Jubiläums stellte Brown Boveri 1941 die weltweite erste Gasturbinenlokomotive vor. 1950 konnte die Firma eine stärkere Lokomotive an die British Rail liefern. Die Erfahrungen mit dem Bau kompakter Lokomotivgasturbinen wurden bei schienengebundenen Gasturbokraftwerken verwertet. 1948/49 nahm das mit 40 Megawatt damals weltstärkste Gasturbinenkraftwerk in Beznau am Unterlauf der Aare den Be-

Verdichterrad eines modernen Turboladers

*Gasturbinenanlage
Beznau 1949. Im Vor-
dergrund die 27-MW-
Gruppe; links der
Hochdruckteil mit den
Brennkammern und
rechts der Nieder-
druckteil. Hinten die
analog aufgebaute 13-
MW-Gruppe*



*Gasturbine während
der Montage in Baden
1980. Vorne ist der
Verdichter sichtbar,
hinten die auf der
gleichen Welle ange-
ordnete Turbine. Die
Brennkammer sitzt
bei diesem Typ auf
dem noch nicht mon-
tierten Gehäuse-Ober-
teil*



trieb auf. Die von Stodola 1939 aufgezeigten Möglichkeiten zur Erhöhung des Wirkungsgrades gelangten hier zur Anwendung. Mit aufwendigem Aufbau und einer Eintrittstemperatur von 600 °C erreichte diese Anlage die zehnfache Leistung der Landmaschine und einen fast doppelt so hohen Wirkungsgrad. Mit höherer Verdichtung und 750 °C Eintrittstemperatur wurde 1960 auch mit einwelligen Maschinen ein Wirkungsgrad von 25 % erreicht. 1975 liessen neue temperaturbeständige Werkstoffe und innengekühlte Schaufeln bereits Eintrittstemperaturen von 900 bis 1000 °C zu. Solche Maschinen erreichten Leistungen bis 85 Megawatt. 1994/95 ersetzte eine 55-Megawatt-Gasturbine mit einer Eintrittstemperatur von 1100 °C die Anlage Beznau. Trotz einfacher Bauart, die prinzipiell der Anlage von Neuenburg entspricht, erreichte ihr Wirkungsgrad 32 %. Für die Entwicklung der modernsten Gasturbinengeneration waren Erfahrungen mit sequenzieller (zweistufiger)

Verbrennung von grosser Bedeutung. 1978 wurde bei einer Luftspeicheranlage erstmals eine zweistufige Verbrennung mit zwei Brennkammern und nur einem einzigen Turbinenrotor verwirklicht. Die Vervollkommnung dieses Prinzips ermöglichte bei den neuesten Gasturbinen ein besseres Teillastverhalten, eine höhere Leistung sowie einen günstigeren Wirkungsgrad. Ringbrennkammern mit speziellen Brennern ermöglichten den Bau emissionsarmer und umweltfreundlicher Gasturbinen- und Kombikraftwerke.

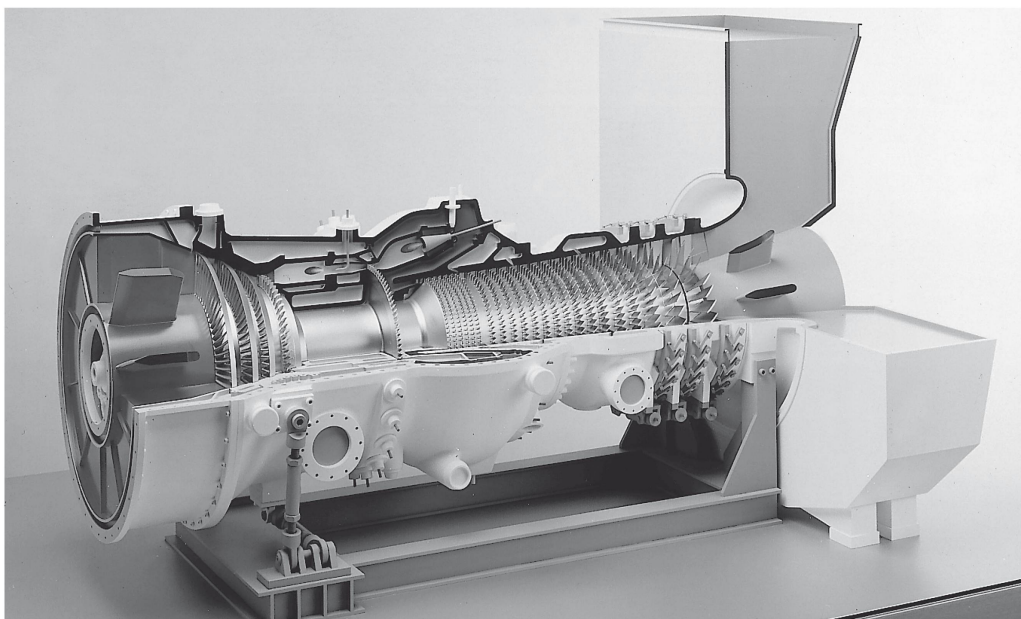
Einwellige Anlagen mit zweistufiger Verbrennung erreichen heute Leistungen bis 240 Megawatt. Kombiniert mit einem Abwärme-Dampferzeuger und einer Dampfturbine ergeben sich mechanische Leistungen bis 365 Megawatt und thermische Wirkungsgrade bis zu 58 %.

Der Konzentrationsprozess in der schweizerischen Maschinenindustrie

Bereits in den 1960er-Jahren erkannte man, dass die Konkurrenz von vier Schweizer Turbomaschinenfirmen auf dem Weltmarkt zu einem Kräfteverschleiss führen würde. Einen

ersten Schritt zur Flurbereinigung leiteten BBC mit der Übernahme der Maschinenfabrik Oerlikon und Sulzer mit der Integration von Escher Wyss ein. Um Doppelspurigkeiten zu vermeiden, kamen die beiden Konzerne überein, ihr Geschäft für thermische Turbomaschinen zusammenzulegen. Auf Jahresbeginn 1969 entstand das Gemeinschaftsunternehmen Brown Boveri-Sulzer Turbomaschinen AG (BST) mit Sitz in Zürich. Nachdem es Anzeichen dafür gab, dass der Konzentrationsprozess weltweit fortschreiten würde, wurde die BST 1974 wieder aufgelöst. BBC richtete sich auf den Bau von Dampf- und Gasturbinen für die Stromerzeugung aus, während Sulzer sich auf Aktivitäten in den Bereichen Industrie und Schiffbau konzentrierte.

1988 verband sich BBC mit der schwedischen ASEA zum global tätigen Elektrokonzern ABB. Obschon inzwischen bedeutungslos geworden, kamen damit die ursprünglich konkurrierenden Dampfturbinentechnologien von Parsons und de Laval unter einen Hut. Nach dem Fall des Eisernen Vorhangs entstanden in Osteuropa neue, kostengünstige Fertigungsstätten. Turbomaschinen werden seit-



Schnittmodell der ABB-Gasturbine Typ 24/26 von 1994 mit zweistufiger Verbrennung. Von rechts nach links: Lufteintritt, Verdichter, Hochdruck-Brennkammer, Hochdruck-Turbine, Niederdruck-Brennkammer, Niederdruck-Turbine, Abgasaustritt

her in einem globalen Verbund hergestellt – das heisst, die wichtigsten Teile einer Anlage treffen erst auf dem Montageplatz zusammen. Ein vereinfachter Datenaustausch über weltweite elektronische Netze macht dies möglich. Mit ihrem Werk Birr wurde ABB Schweiz zu einem «Center of Excellence» für hochtechnische Turbinenschaukeln, Dampf- und Gasturbinen- sowie für Turbogenerator-Rotoren.

1999 schloss sich die ABB Kraftwerke AG mit der Alstom Power zu einem globalen Joint Venture für Kraftwerkstechnik zusammen. Die erste Silbe im Namen Alstom verrät, dass das französische Unternehmen seine Wurzeln im Elsass hat. Durch Übernahme der Firma Rateau und der ehemaligen französischen BBC-Tochter CEM gelangte Alstom in den siebziger Jahren in den Besitz einer modernen Turbinentechnologie. Völlig überraschend veräusserte ABB im Jahr 2000 auch den restlichen Anteil ihres Kraftwerksgeschäftes an Alstom. Kurze Zeit vorher war dieser Sektor noch als Kernaktivität bezeichnet worden. Ist es Ironie des Schicksals, dass sich ABB genau hundert Jahre nach dem Beginn der Dampfturbinenentwicklung von dieser Sparte trennte? Immerhin spielt die Entwicklung von Gasturbinen in der Schweiz weiterhin eine wichtige Rolle. Alstom Power beschäftigt in Baden und Birr rund 5000 Mitarbeiter. Für unsere Wirtschaft bleiben Stodolas grundlegende Arbeiten auch 60 Jahre nach seinem Tod noch von Bedeutung.

Niedergang

Eine Reihe renommierter Firmen wie Brown Boveri, Escher Wyss, Maag, Oerlikon, Saurer und Sulzer sind leider zu einem Schatten ihrer selbst geworden oder sogar erloschen. Nicht immer waren wirtschaftliche

Krisen allein für den Abstieg verantwortlich. Teilweise lag die Schuld bei Finanzleuten, die zur Vergrösserung der liquiden Mittel und um die Aktienkurse in die Höhe zu treiben, Sachwerte und Know-how verschleuderten. Aber auch Manager, denen das eigene Wohl oft näher stand als die Verantwortung für die ihnen anvertrauten Mitarbeiter und Werte, trugen zum Niedergang bei. Ohne Rücksicht auf Traditionen und leider vielfach auch ohne substanzielles Fachwissen wurden, kurzfristiger Scheinerfolge wegen, solide Unternehmen ausgehöhlt oder verscherbelt. Abstrakte Begriffe wie «Corporate Identity» und unverbindliche Definitionen von Leitbildern traten an die Stelle von menschlicher Führung. Aber auch der verbreitete Irrglaube, die Qualität von Leistungen und Produkten sei durch Marketing beliebig ersetzbar, sowie ein genereller Wertezwerg sind Gründe für diesen Abstieg. Materialismus und Individualismus verdrängen zunehmend moralische Werte wie Ehrlichkeit, Fleiss und Bescheidenheit. Überall ist eine Nivellierung nach unten feststellbar, die mit einer wachsenden Kommerzialisierung aller Lebensbereiche einhergeht. Angesichts der heutigen oberflächlichen «Lifestyle»- und «Fun»-Gesellschaft wären wohl auch Stodola Zweifel gekommen, ob vielleicht in Spenglers Untergangsphilosophie nicht doch ein Körnchen Wahrheit steckt!

Allen Bedenken zum Trotz bleibt die Hoffnung, dass im Verborgenen immer noch – oder von neuem – Menschen im Geiste Aurel Stodolas handeln, als Vorbilder wirken und – eigene Ansprüche selbstlos zurückstellend – die Jugend zu verantwortungsvollem Umgang mit der Technik und zu wertvollen Stützen unserer Gesellschaft heranbilden.