

Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG
Herausgeber: Eisenbibliothek
Band: 64 (1992)

Artikel: Zur Emanzipation des schweizerischen Maschinenbaus
Autor: Lang, Norbert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-378275>

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: 09.01.2026

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

Zur Emanzipation des schweizerischen Maschinenbaus

Spektakuläre Botschaften aus der schweizerischen Maschinenindustrie, wie Betriebsschliessungen, Firmenzusammenschlüsse, verstärkte Produktionsverlagerungen ins Ausland oder die Preisgabe traditionsreicher Produktesparten, provozieren die Frage, ob dem Maschinenbau in unserem Land überhaupt noch eine Zukunft beschieden sei. Werden hierzulande bald nur noch sogenannte Nobelparts und Nischenprodukte erzeugt, oder laufen wir sogar Gefahr, zu einem Dienstleistungsland zu degenerieren? Solche Fragen beunruhigen zunehmend die Öffentlichkeit in den letzten Jahren. Bitte erwarten Sie von mir keine Antwort auf diese Fragen! Vielmehr versucht dieser Aufsatz aufzuzeigen, wie es gekommen ist, dass sich der schweizerische Maschinenbau zu Weltgeltung aufschwingen konnte.

Mit rund der Hälfte aller in der Industrie Beschäftigten und einem Anteil von 45 Prozent am gesamten Export ist die Maschinenindustrie nach wie vor der bedeutendste Wirtschaftszweig unseres Landes. Die Tatsache aber, dass noch zu Beginn des vorigen Jahrhunderts die Schweiz ein Entwicklungsland war, wird oft ignoriert. Der knappe und karge Boden vermochte die Bevölkerung kaum zu ernähren. Auswanderung oder Verdunung zu fremdem Kriegsdienst war damals ein häufiges Los. Das Fehlen eigener Rohstoffe zwang dazu, mit geschickten Händen und klugen Köpfen die zumeist importierten Materialien zu verbessern und zu veredeln, um sie in aufgewerteter Form wieder ins Ausland auszuführen. So war unsere Industrie von allem Anfang an stark auf den Export angewiesen.

Obwohl ein Binnenland, verfügt die Schweiz seit langem über gute Handels- und Verkehrsverbindungen. Schon im achtzehnten Jahrhundert bestanden Handelsbeziehungen nach Russland, in den Nahen und den Fernen Osten sowie nach Übersee. Der Import von Rohstoffen und die Ausfuhr der Fertigprodukte führten zur Gründung von Handelsfirmen, aus denen sich schliesslich Finanzgesellschaften und Banken entwickelten. 1835 entsandte das englische Parlament einen gewissen John Bowring in die Schweiz,

mit dem Auftrag, Handel, Fabriken und Industrien eingehend zu studieren und darüber Bericht abzustatten. Sein Urteil lautete: «Ich bin überzeugt, dass es keine solidere, gesündere und flexible Industrie gibt als in der Schweiz.» Damit war die Legende vom idyllischen Alpenland endgültig beseitigt.

In der «Wirtschaftswoche» vom 9. August 1991 wurde das vielbestaunte wirtschaftliche Erfolgsrezept Japans mit folgenden Worten umschrieben: «Bewährtes übernehmen, verbessern und in grossen Stückzahlen in gediegener Qualität für die Weltmärkte produzieren.» Von dieser Warte aus betrachtet, ist es durchaus angängig, die Schweizer als die «Japaner» des 19. Jahrhunderts zu bezeichnen.

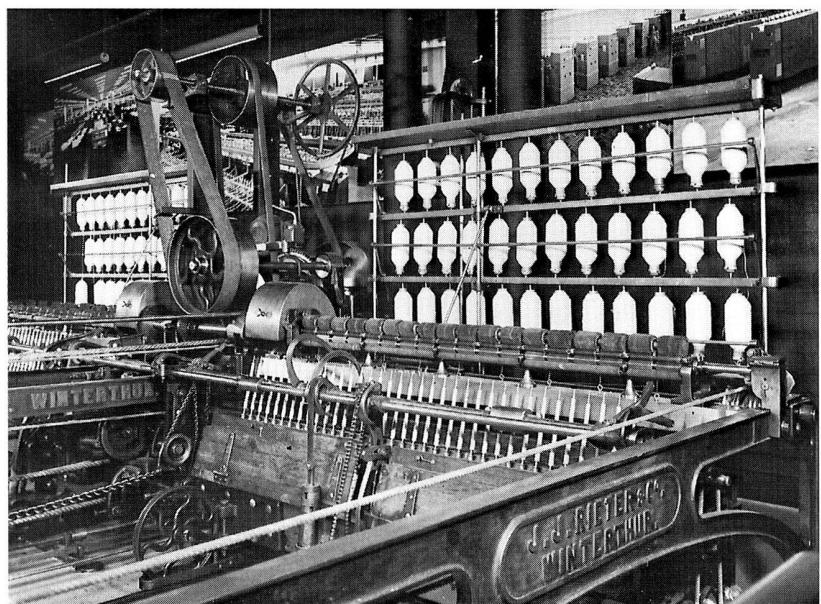
Norbert Lang

Asea Brown Boveri AG
CH-5401 Baden

Textilmaschinen

Bis zur Mitte des neunzehnten Jahrhunderts unterschied sich der schweizerische Maschinenbau kaum von demjenigen der Nachbarländer. Bedingt durch die Streusiedlungen im Alpenvorland und im Jura, herrschte in der Uhren- und in der Textilbranche lange die Heimarbeit vor. Erst während der Kontinentalsperre setzte die fabrikmässige Produktion ein. Reichlich vorhandene Wasserkräfte erleichterten die Mechanisierung. Kurz nach 1800 entstanden erste mechanische Baumwollspinnereien: 1802 die Spinnerei Hard in

Selfaktor-Spinnmaschine von Rieter Winterthur 1889.



Winterthur (später Rieter) und 1805 Escher Wyss in Zürich. Diese Firmen verlegten sich schon bald auf die Verbesserung und schliesslich auf die Eigenentwicklung von Textil- und Kraftmaschinen. Um 1830 entstanden daraus die ersten Maschinenfabriken, welche bald in der Lage waren, Textilbetriebe mit Produktionsmaschinen und zugehörigen Wasserkraftanlagen zu beliefern.

Der aus Zürich stammende Johann Georg Bodmer errichtete im ehemaligen Kloster St. Blasien im Schwarzwald 1809 eine mechanische Spinnerei mit von ihm selbst konstruierten Maschinen. 1812 kam eine Gewehrfabrik dazu, für die Bodmer ebenfalls sämtliche Werkzeuge und Vorrichtungen selbst entwickelte. Den grössten Teil seines Lebens verbrachte Bodmer in England. Dort entwickelte er seine Textil- und Werkzeugmaschinen weiter. Bodmer zählte zu den Pionieren der Austausch- und der Fliessfertigung und erfand unter anderem die Karusselldrehbank. Eine grosse Zahl von Patenten gibt Zeugnis von seiner Vielseitigkeit. Seinen Lebensabend verbrachte Bodmer in Zürich, wo er für seinen Enkel Gottfried Reishauer Maschinen zur Herstellung von Gewindeschneidwerkzeugen konstruierte. Damit trug Bodmer wesentlich dazu bei, dass die Firma Reishauer den Schritt vom Handwerksbetrieb zum Industrieunternehmen erfolgreich bewältigen konnte.

Dass auch heute noch in zahlreichen Textilfabriken rund um den Erdball Schweizer Maschinen Garn und Gewebe produzieren, ist kein Zufall. Durch vielfältige Innovationen und konsequente Leistungsverbesserungen konnten sich unsere Textilmaschinenhersteller immer wieder entscheidende Vorteile gegenüber der ausländischen Konkurrenz verschaffen. Moderne Schweizer Textilmaschinen sind vor allem verknüpft mit den Namen Rieter, Saurer und Sulzer.

Wasserräder und -turbinen

In der ersten Phase der Mechanisierung des Textilgewerbes konnte die Technik der hölzernen Wasserräder unverändert übernommen werden. Anstelle von Mühlen, Stampf-, Walk- oder Sägewerken trieben sie Spinnereien oder Webereien an. Einheimische Mühlenbauer erstellten auf Grund ihrer Erfahrung die notwendigen Kanal- und Wehrbauten sowie die

Wasserräder mit den zugehörigen, praktisch vollständig aus Holz gefertigten Getrieben.

Anfänglich war der Energiebedarf gering, da nur eine kleine Zahl an Maschinen anzutreiben war. Mit zunehmender Vergrösserung der Betriebe wurde es nötig, die Fabriken an grösseren Wasserläufen anzusiedeln. Zum Bau der Wasserkraftanlagen mussten zunehmend Spezialfirmen beigezogen werden, so die bereits erwähnten Escher Wyss in Zürich und Rieter in Winterthur.

Die mit herkömmlichen Wasserrädern erzielbaren Leistungen vermochten den steigenden Anforderungen bald nicht mehr zu genügen. Zuppinger, ein Mitarbeiter von Escher Wyss, verbesserte die Strömung in unter- und mittelschlächtigen Wasserrädern durch besonders sorgfältige Gestaltung der Schaufelformen. Das Zuppinger-Rad bestand aus einem guss-eisernen Kranz mit eingenieteten, gekrümmten Blechschaufeln. Es war besonders gut geeignet für kleinere Wasserläufe mit geringem Gefälle und ergab fast ähnlich gute Wirkungsgrade wie die ersten Turbinen. Schon im Jahre 1754 hatte der aus Basel stammende Mathematiker Leonhard Euler eine Reaktions-turbine mit Leitapparat und räumlich gekrümmten Strömungskanälen vorgeschlagen (abgebildet auf der Zehner-note). Dennoch dauerte es noch fast hundert Jahre, bis die ersten betriebsfähigen Turbinen auf den Markt kamen.

Auf Eulers Arbeiten aufbauend, entwickelten die Franzosen Fourneyron und Jonval Reaktionsturbinen mit Leitrad und radialer bzw. axialer Durchströmung. 1844 nahm Escher Wyss als erste Schweizer Firma den Bau von Jonval-Turbinen auf. Diese Maschinen konnten 70 bis 80 Prozent der Gefälleenergie des Wassers in Antriebskraft umsetzen und stellten gegenüber den vorher verwendeten Wasserrädern einen bedeutenden Fortschritt dar. Schon 1850 baute Escher Wyss doppelkränzige Jonval-Turbinen mit Leistungen von über 100 PS. 1870 begann das Unternehmen mit dem Bau von Girard-Turbinen. Dabei handelte es sich um Aktionsturbinen, die höhere Gefälle nutzen und auch mit Teilbeaufschlagung arbeiten konnten.

Die vielen gefällsreichen Flüsse bewirkten, dass in der Schweiz bald weitere Firmen

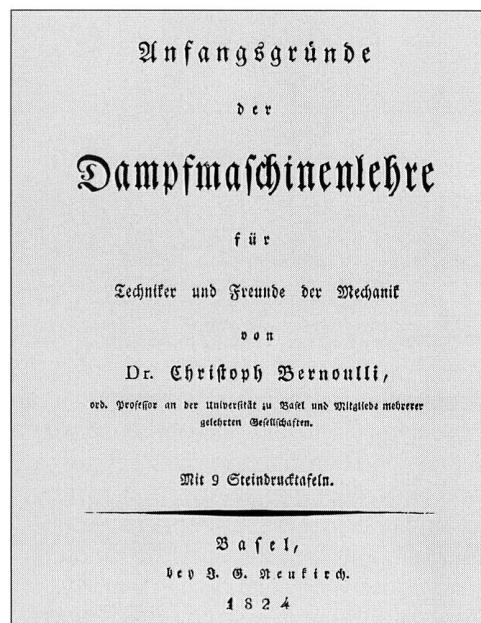
den Bau von Wasserturbinen aufnahmen. So Rieter in Winterthur, Bell in Kriens, Picard-Pictet (später Charmilles) in Genf sowie die in Vevey niedergelassenen Ateliers de Constructions Mécaniques. Ein Grossteil dieser Maschinen wurde in alle Erdteile exportiert.

Beim Bau der ersten Elektrizitätswerke um 1890 kamen noch immer Jonval- oder Girard-Turbinen zum Einsatz. Weitere Entwicklungsstufen ergaben sich mit der Einführung der in Amerika entwickelten Pelton-Aktionsturbine. Diese war bestens geeignet für grosse Fallhöhen (bis zu 2000 Meter) bei relativ geringen Wassermengen. Sie war die ideale Kraftmaschine für Hochdruck-Speicherwerke im Gebirge. Francis-Turbinen, ebenfalls zuerst in den USA entstanden, waren demgegenüber für mittelgrosse Gefälle bis etwa 700 Meter geeignet. Sie waren als Reaktionsturbinen für die Umsetzung grösserer Wassermengen konzipiert. Mit der 1916 vom Österreicher Kaplan entwickelten Propellerturbine gelang es schliesslich, die grossen Wassermengen der Flüsse bei verhältnismässig geringem Gefälle optimal zu nutzen.

Schon um die Jahrhundertwende wurden beim Bau der Niagara-Kraftwerke in den USA Schweizer Turbinen von Charmilles und Escher Wyss installiert. Während damals Einheitsleistungen im Megawattbereich eher selten waren, erreichen modernste Wasserturbinen Leistungen von mehreren hundert Megawatt!

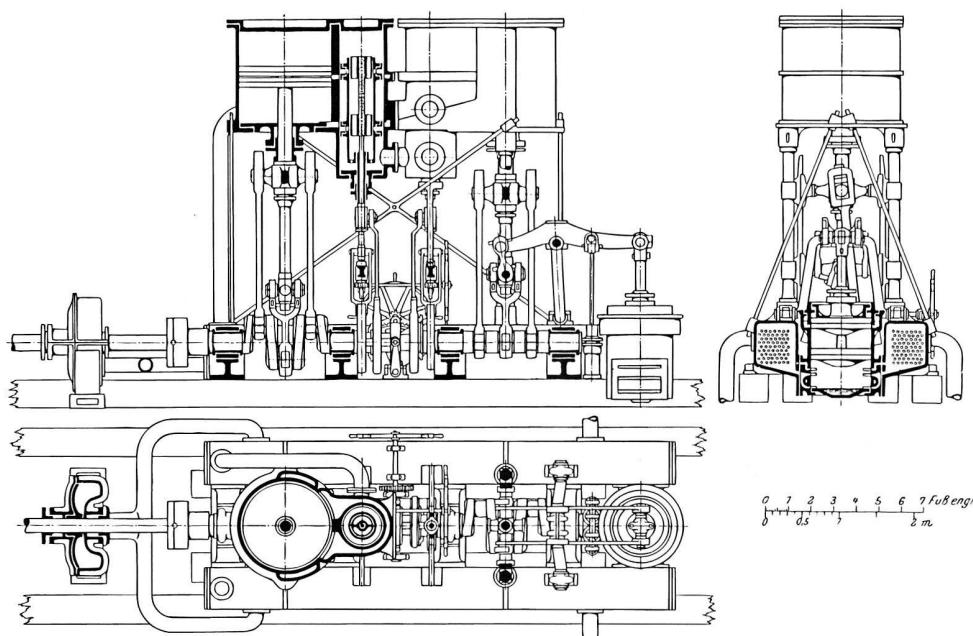
Schweizer Dampfmaschinen

Es mag vielleicht erstaunen, dass die Schweiz ohne eigene Kohlevorkommen auch im Dampfmaschinenbau rasch Weltgeltung erlangen konnte. Der Basler Christoph Bernoulli verfasste 1824 ein vielbeachtetes Lehrbuch über Dampfmaschinen. Dieses erlebte zahlreiche Auflagen. Ab 1839 baute Escher Wyss Dampfmaschinen und Dampfschiffe nach englischem Vorbild.



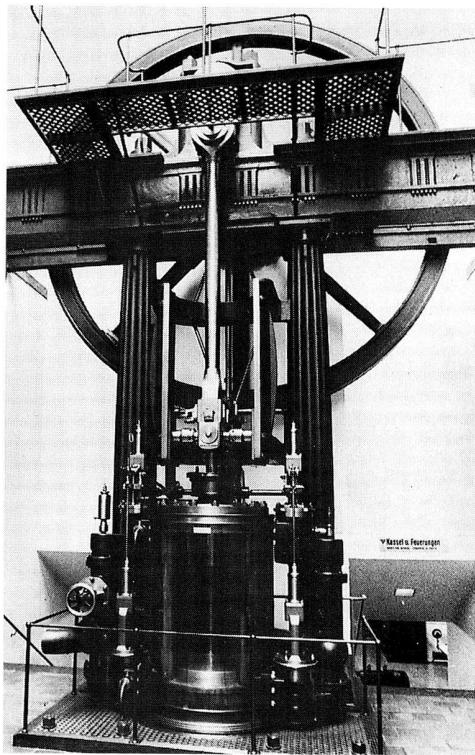
Titelblatt des ersten schweizerischen Lehrbuches über Dampfmaschinen.

Der bereits erwähnte J. G. Bodmer befasste sich um 1840 in England auch mit dem Dampfmaschinenbau. Er widmete sich besonders der Entwicklung



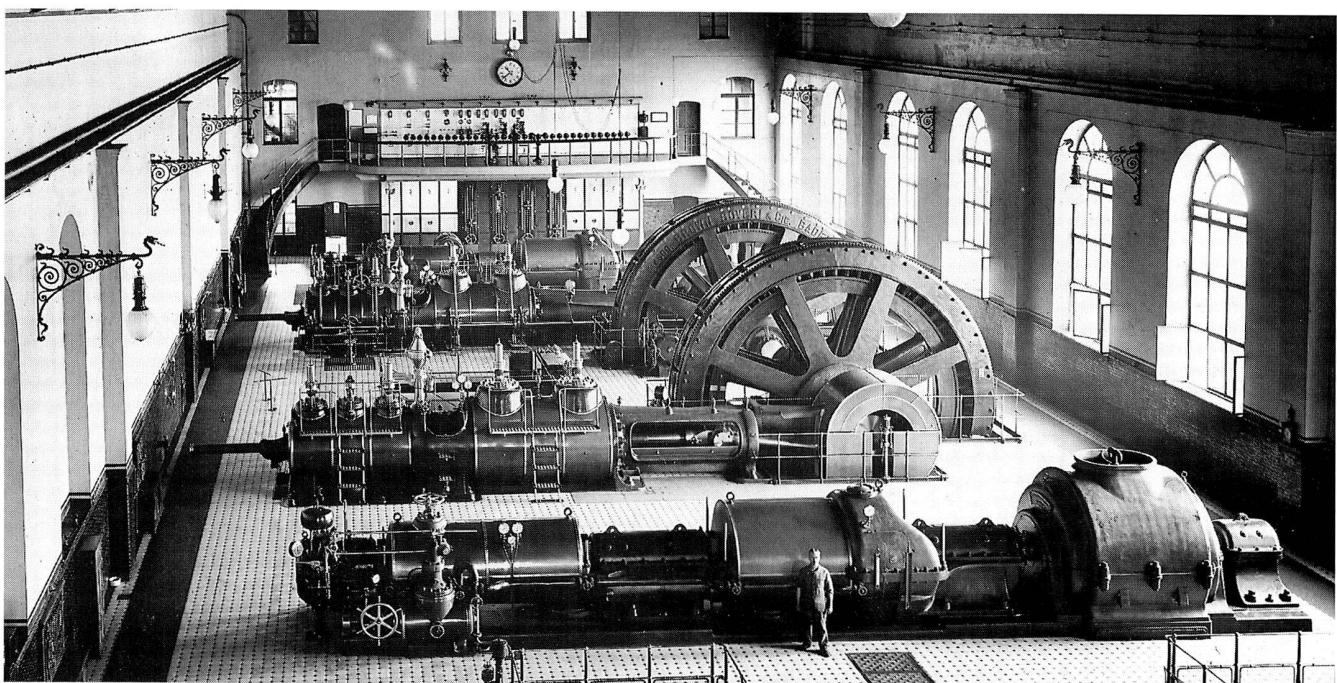
Doppelkolben-Dampfmaschine von J. G. Bodmer, 1845.

Sulzer-Ventildampfmaschine, konstruiert 1865 von Charles Brown senior.



raschlaufender, sparsamer Dampfmaschinen. Zum vollständigen Ausgleich der hin- und hergehenden Massen sah er zwei gegenläufige Kolben pro Zylinder vor und übertrug dieses Prinzip sowohl auf stationäre Maschinen wie auch auf Schiffsmaschinen und Lokomotiven. In unserem Jahrhundert wurde das Doppelkolbenprinzip von Hugo Junkers bei Flugmotoren wieder aufgegriffen. Aber auch Sulzer und die britische Firma Napier wandten es verschiedentlich an. Bodmer seinerseits experimentierte mit während

Sulzer-Dampfmaschinen mit BBC-Schwungradgeneratoren von 1897 mit je 1100 kW Leistung. Im Vordergrund eine Dampfturbine von 1905 mit dreifacher Leistung.



des Betriebs veränderbarer Dampfexpansion zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit seiner Maschinen. Hierzu entwickelte er spezielle Schiebersteuerungen mit variablen Dampfeinlass- und Austrittszeiten. Eine weitere Erfindung Bodmers war die mechanische Rostbeschickung (Stoker) bei Dampfkesseln.

1834 gründeten die Gebrüder Sulzer in Winterthur eine mechanische Werkstatt mit Eisengiesserei. 1841 wurde der erste Dampfkessel für eine Heizanlage gebaut. Bald darauf wandte man sich auch dem Dampfmaschinenbau zu. Als Chefkonstrukteur wurde der Engländer Charles Brown verpflichtet. Zu dessen Schöpfungen gehört die erste Ventildampfmaschine von 1865, welche sich heute im Deutschen Museum in München befindet. Eine weitere erfolgreiche Konstruktion Browns ist das Bajonettgestell mit Rundführung bei liegenden Dampfmaschinen. Ferner führte Brown in der Schweiz den Bau von Dampflokomotiven ein. Hierzu gründete er 1871 in Winterthur die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik SLM. Brown gilt als eigentlicher Begründer des eigenständigen schweizerischen Maschinenbaus.

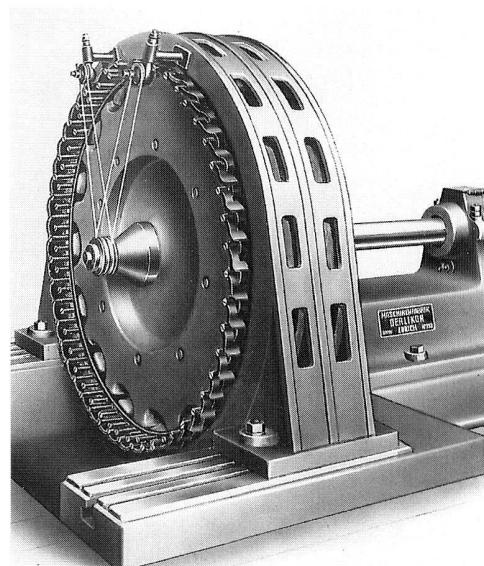
Die um die Jahrhundertwende gebauten, mehrzylindrigen Kolbendampfmaschinen mit dreifacher Dampfexpansion hatten eine obere Leistungsgrenze von etwa 4000 Kilowatt. Solche Riesenmaschinen liefen sehr langsam, mit 80 bis 120 Umdrehungen pro Minute. Da für die

Stromerzeugung ein gleichförmiger Gang notwendig war, baute man kolossale Schwungrad-Generatoren mit Aus-sendurchmessern von bis zu zehn Metern. Moderne Dampfturbo-Generatorgruppen gleicher Leistung beanspruchen dagegen nur einen Bruchteil an Grundfläche und Bauvolumen.

Schweizer Beiträge zum Dampfturbinenbau

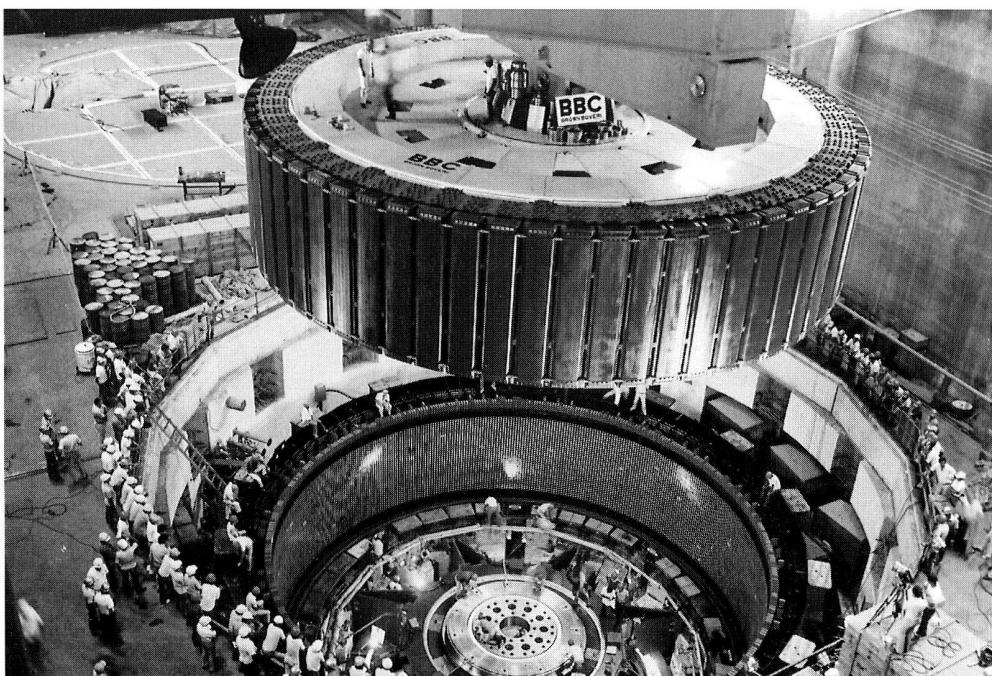
Die Elektrotechnik nahm vor hundert Jahren einen rasanten Aufschwung. Mit der Einführung des elektrischen Lichts und der elektrischen Kraftübertragung wuchs die Nachfrage nach Strom gewaltig. Um 1880 fingen in der Schweiz erste Unternehmen an, sich mit der Herstellung von elektrischen Maschinen und Apparaten zu befassen. So 1881 Bürgin & Alioth in Münchenstein bei Basel sowie de Meuron et Cuénod in Genf. Aus letzterer Firma entstand später die S. A. des Ateliers de Sécheron. 1884 nahm die acht Jahre zuvor gegründete Werkzeug- und Maschinenfabrik Oerlikon, die nachmalige MFO, den Bau von elektrischen Maschinen auf.

Direktor der elektrischen Abteilung bei der MFO wurde Charles Brown junior. Als Montageleiter engagierte er den aus Bamberg stammenden Walter Boveri. Diesen beiden Technikern gelang es rasch, Schweizer Elektromaschinen weit über unsere Grenzen hinaus bekannt zu

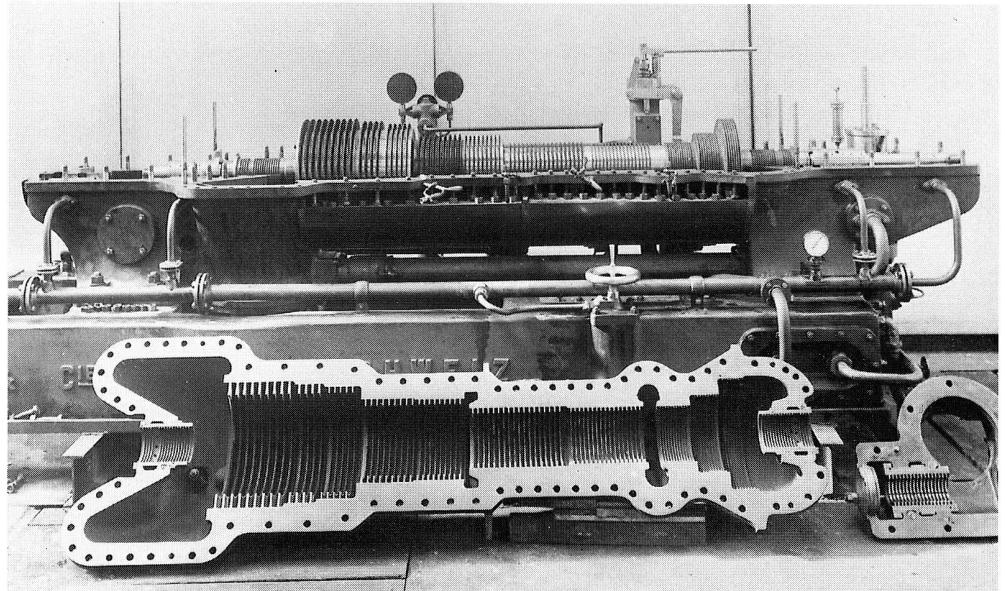


MFO-Drehstrom-Generator in Lauffen 1891.

machen. 1886 realisierten sie mit Erfolg die erste Gleichstromübertragung unseres Landes. Fünf Jahre später gelang ihnen zusammen mit der Maschinenfabrik Oerlikon und der AEG die erste Drehstromübertragung der Welt, von Lauffen am Neckar nach Frankfurt am Main über eine Distanz von 175 Kilometern. Brown hatte dazu den Generator und den Primärtransformator konstruiert. Dieser Erfolg bewog Brown und Boveri 1891, in Baden ein eigenes Unternehmen zu gründen. Von Anfang an konzentrierte sich diese Firma auf die Entwicklung und die Fabrikation von elektrischen Maschinen und Anlagen zur Stromerzeugung und -verteilung. In rascher Zeit wurden immer stärkere und perfektere Generatoren, Transformatoren und Motoren gebaut.



Montage des Rotors eines Wasserkraft-Generators der 700-MW-Klasse.



Erste von BBC hergestellte Dampfturbine 1901.

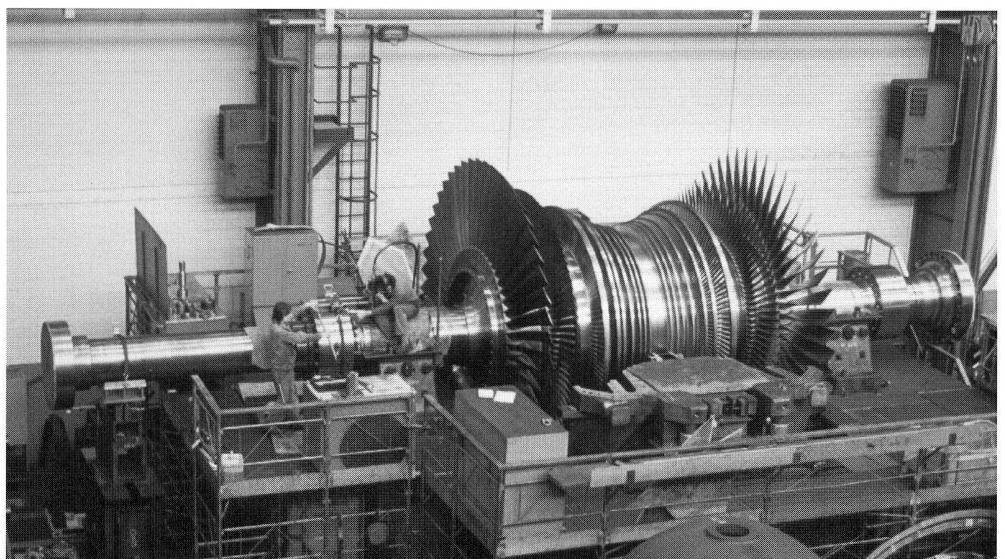
Im Jahre 1900 begann BBC als erste Firma auf dem Kontinent, Dampfturbinen nach Lizenz Parsons' herzustellen. 1903 wurde bei BBC erstmals eine Schiffsturbine gebaut. Der Dampfturbinenbau entwickelte sich rasch zu einem der bedeutendsten Sektoren des jungen Unternehmens. Im Jahre 1904 wurde schon die Hälfte des Umsatzes mit diesem Produkt erzielt. 1910 überschritt das Potential aller von BBC gelieferten Dampfturbinen bereits die Gigawattgrenze.

Mittlerweile waren auch andere Maschinenfabriken auf das technische Potential der Dampfturbine aufmerksam geworden. In der bei Escher Wyss entwickelten Zoelly-Turbine erwuchs BBC zeitweise eine ernsthafte Konkurrenz. Wenige Stufen und grosse Raddurchmesser kennzeichneten diese eine Zeitlang erfolgreiche Bauart. Für einige Zeit traten in der

Schweiz sogar vier Konkurrenten gegeneinander an: Die MFO hatte sich eine Lizenz von Rateau gesichert, während Sulzer eine Eigenkonstruktion versuchte. Das letztere, im Dampfmaschinen- und Kesselbau so erfolgreiche Unternehmen gab jedoch den Turbinenbau bald wieder auf.

Wie ist es überhaupt möglich geworden, dass die kleine Schweiz im Dampfturbinenbau eine weltweit führende Rolle übernehmen konnte? Von 1892 bis 1929 hatte Aurel Stodola an der ETH in Zürich den Lehrstuhl für Thermodynamik und Wärmekraftmaschinen inne. Er hatte das Entwicklungspotential der Dampfturbine vorausgeahnt und das theoretische Werkzeug zur Berechnung dieser Maschinengattung geschaffen. Während Jahrzehnten prägte eine Legion von Stodola-Schülern die Konstruktionsbüros der schweizerischen Maschinenindustrie.

Niederdruck-Rotor einer modernen Dampfturbine.



1907 schuf BBC die kombinierte Dampfturbine. Diese erhielt am Dampfeintritt ein- oder mehrstufige Aktionsräder, denen eine entsprechend geringere Anzahl Reaktionsstufen nachgeschaltet werden konnte. Diese Eigenentwicklung ermöglichte 1912 ein frühzeitiges Aussteigen aus dem Lizenzvertrag mit Parsons. Für grosse Leistungen und Dampfmengen werden die Turbinensätze mehrgehäusig ausgeführt. Damit lassen sich die mächtigen Dampfvolumina auf der Niederdruckseite in zwei bis vier Parallelstränge teilen. Abmessungen und Beanspruchungen bleiben so innerhalb sicher beherrschbarer Grenzen. In der Folge wurden fast unglaubliche Steigerungen der Maschinenleistung erreicht. Zehn-, zwanzig-, fünfzigtausend und mehr Kilowatt wurden in einer einzigen Maschine umgesetzt. Nach der Jahrhundertmitte erreichte die Leistung pro Maschine schon einige hundert Megawatt. Die Spitzenleistung von 1300 Megawatt aus dem Jahre 1972 wurde bis heute nicht mehr übertrffen.

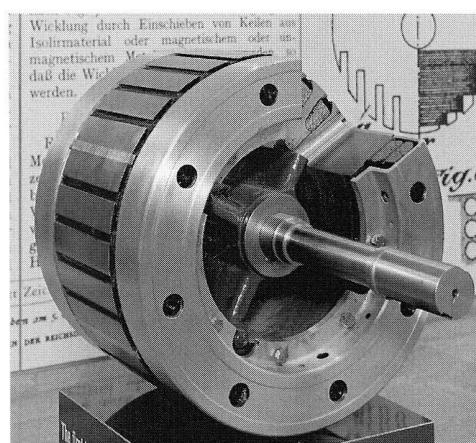
Der Turbogenerator

Bei MFO hat C. E. L. Brown anfänglich zweipolige Gleichstrommaschinen vom sogenannten Manchestertyp gebaut und ihnen ein gefälliges Aussehen verliehen. Später ging er zu vier- und sechspoligen Ausführungen über. Bekanntheit erreichten die ab 1888 nach Neuhausen am Rheinfall gelieferten Hochstrom-Maschinen für die Aluminium-Elektrolyse, die damals zu den grössten Dynamomaschinen der Welt zählten. Auch bei den Rotoren schlug Brown eigene Wege ein. Ausgehend vom bekannten Ring- und Trommelanker, gelangte er zum glatten zylindrischen Rotor nach eigenen Patenten.

Brown schreibt: «Im Jahre 1900 wurde auf meine Veranlassung die Dampfturbinefabrikation aufgenommen, und bei dieser Gelegenheit zeigte es sich, dass man mit den bis jetzt gebauten Generatortypen nicht mehr auskam, und so schlug ich das von mir erdachte Walzen-Magnetfeld vor, das schon in der ersten Ausführung 1901 so gute Resultate ergab, dass sofort die Patente angemeldet wurden.» Dieses Patent mit dem Titel: «Rotierender Feldmagnet für Wechselstrom-Erzeuger» war ausserordentlich erfolgreich. Die Konstruktion wird darin wie folgt beschrieben: «Es war bis jetzt allgemein üblich, das

Eisen von Magnetfeldern, welche mit Gleichstrom erregt werden, in der Form auszuführen, dass sich dasselbe nur an den Polenden der Armatur näherte, während zwischen den einzelnen Polen des Magnetfeldes das Eisen in möglichst grossem Abstand von der Armatur gehalten wurde. Es zeigt sich nun, dass man von dieser allgemein üblichen Ordnung abgehen und das Eisen des Magnetfeldes auch in den Zwischenräumen zwischen den eigentlichen Polschuhen der Armatur nähern kann, ohne dass hierdurch schädliche Wirkungen ausgeübt werden. Die Magnetwicklung wird dabei statt wie bisher in zusammenhängender, nunmehr in unterteilter Form auf das Eisen gebracht unter Belassung der bisher üblichen Polstücke. Es bietet diese Abweichung von der bisherigen Form ... besonders bei umlaufenden Magnetfeldern mit grosser Zentrifugalwirkung grosse Vorteile und gestattet ein besonders sicheres Festhalten der Wicklungen im Magneteisen ...»

Sylvanus Thompson, ein britischer Fachmann des Elektromaschinenbaus, schrieb dazu: «C. E. L. Brown hat erkannt, dass viele Konstruktionsmerkmale, die für langsamlaufende Maschinen durchaus angebracht sind, bei hohen Geschwindigkeiten versagen, wenn die Fliehkräfte mehr als das Tausendfache der Schwerkraft betragen... Damit sich aber das dynamische Gleichgewicht auch nach längerer Betriebsdauer nicht verändert, muss die Erregerwicklung absolut unver-



Literaturverzeichnis

anonym: Schweizerische Grossindustrie. Die Industrielle und Kommerzielle Schweiz, Hefte 8, 9, 10. Zürich 1903.

Bergier, J. F.: Die Wirtschaftsgeschichte der Schweiz. Zürich 1983.

Bodmer, W.: Schweizerische Industriegeschichte. Zürich 1960.

Hofmann, H.: Die Anfänge der Maschinenindustrie in der deutschen Schweiz 1800–1875. Zürich 1972.

Hottinger, M.: Geschichtliches aus der Schweizerischen Metall- und Maschinenindustrie. Frauenfeld 1921.

Lang, N.: Johann Georg Bodmer, Maschinenbauer und Erfinder. Schweizer Pioniere der Wirtschaft und Technik Band 45, Zürich 1987.

Lang, N.: Charles E. L. Brown und Walter Boveri, Gründer eines Weltunternehmens. Schweizer Pioniere der Wirtschaft und Technik, Band 55, Meilen 1992.

Lincke, B.: Die schweizerische Maschinenindustrie und ihre Entwicklung in wirtschaftlicher Beziehung. Frauenfeld 1911.

Matschoss, C.: Die Entwicklung der Dampfmaschine. 2 Bände, Berlin 1908.

Stodola, A.: Dampf- und Gasturbinen. 5. Auflg., Berlin 1922.

Thompson, S. P.: Dynamo-Electric Machinery. 7th ed., 2 vol., London 1904.

Wartmann, H.: Industrie und Handel der Schweiz im 19. Jahrhundert. Bern 1902.

Wyssling, W.: Die Entwicklung der Schweizerischen Elektrizitätswerke. Zürich 1946.

Erster raschlaufender Turbo-generator der Welt von C. E. L. Brown 1901.

rückbar fixiert werden und deren mechanische Festigkeit gewährleistet sein. Brown hat hierzu mehrere Lösungen vorgeschlagen und patentiert.»

Vergeblich versuchte die Konkurrenz, dieses Patent zu umgehen. Es gab keine

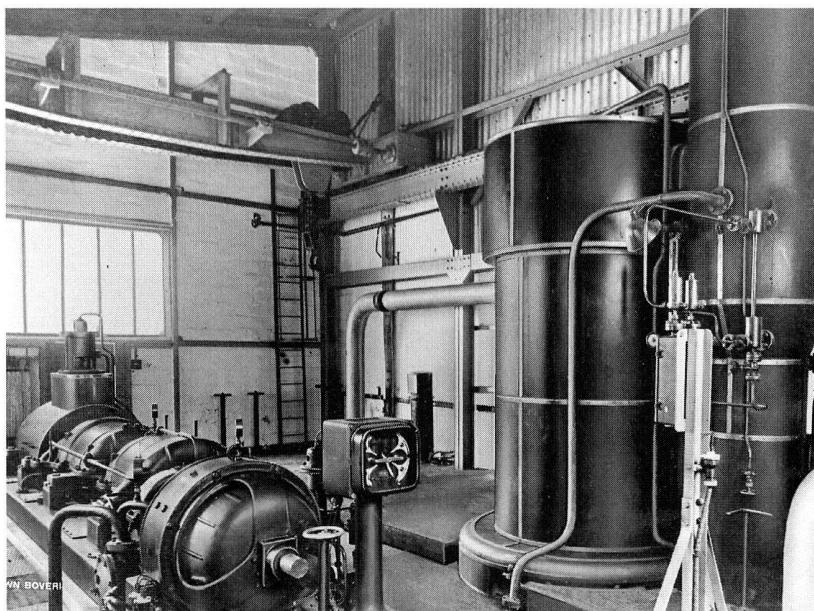
andere Lösung, als Lizenzverträge abzuschliessen. Abkommen mit AEG, Siemens, Bergmann und weiteren Firmen brachten BBC während Jahren Millionensummen an Lizenzgebühren ein.

Von der Turboaufladung zur Gasturbine

Im Jahre 1905 patentierte der Schweizer Alfred J. Büchi seine Idee, Kolbenmotoren mittels eines Zentrifugal-Gebläses aufzuladen und die in den Abgasen steckende, bis dahin ungenutzte Energie für den Gebläseantrieb durch eine Turbine zu verwenden. Anfänglich standen die Motorenhersteller diesem Konzept skeptisch gegenüber. 1909 begann Büchi bei Sulzer in Winterthur mit Versuchen zur Aufladung von Zwei- und Viertakt-Dieselmotoren. Die Motorenaufladung führte neben einer Leistungssteigerung auch zur Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades. Im Ersten Weltkrieg wurden erstmals mechanisch aufgeladene Flugmotoren erprobt. Büchi gelangte zur Einsicht, dass es möglich sein müsste, eine Kolbenmaschine lediglich als Gasgenerator zu benutzen und die gesamte Nutzleistung in einer nachgeschalteten Turbine zu erzeugen.

1923 nahm BBC die Produktion von Turboladern auf. Seit dem Zweiten Weltkrieg gelangt die Turboaufladung bei Flugzeugen, bei Lokomotiv-, Lastwagen- und Schiffsmotoren in grossem Umfang zur Anwendung. Der Turbolader wurde zu einem weiteren Referenzprodukt unserer

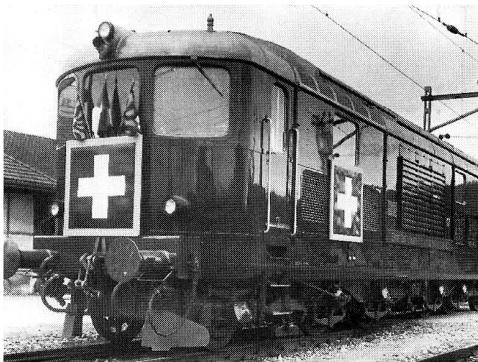
Erster Velox-Dampferzeuger (1934).



Maschinenindustrie. 1988 konnte die 150 000ste Maschine ausgeliefert werden. Eine andere Idee, die Druckstöße in den Auspuffkanälen direkt zur Erhöhung des Ladedruckes auszunutzen, wurde von BBC mit dem «Comprex» aufgegriffen, einem turbinenlosen, nach gasdynamischen Prinzipien arbeitenden Ladekompressor. Verschiedene Lizenzen hierzu wurden mittlerweile vergeben.

In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Holzwarth baute BBC 1929 eine ölbefeuerte 2000-kW-Gasturbine. Sie wies zwei durch Gebläse aufgeladene und durch Ventile gesteuerte Verpuffungskammern auf, welche im Gegentakt zündeten. Als Nutzturbine wurde eine zweistufige Gleichdruck-Turbine mit wassergekühlten Schaufeln verwendet. Versuchen mit dieser Maschine war wenig Erfolg beschieden. Doch führten sie auf eine bessere Idee: Die hohen Wärmeübergänge an den wassergekühlten Gaskanälen legten den Gedanken nahe, einen auf diesem Prinzip basierenden, aufgeladenen Dampfkessel zu bauen. Dies führte 1932 zum sogenannten Velox-Dampferzeuger.

Dieser wies viel kleinere Heizflächen auf als normale Dampfkessel. Doch musste zuerst ein geeigneter Verdichter entwickelt werden, welcher genügend hohe Drücke erzeugen und grosse Luftvolumina bei gutem Wirkungsgrad durchsetzen konnte. Nach grossen Anstrengungen entstand bei BBC der vielstufige Axialverdichter, eine weitere erfolgreiche Schweizer Konstruktion, ohne die es heute keine Düsentriebwerke gäbe. Die Aufladegruppe des Velox-Kessels bestand aus einem solchen Verdichter, der durch eine Gasturbine angetrieben wurde. Die Verbrennung flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe erfolgte unter Überdruck im Kesselraum. Die Verbrennungswärme diente primär zur Dampferzeugung. Die heißen Kessel-Abgase trieben die Verdichterturbine an. Mit stetig verbessertem Wirkungsgrad wurde es möglich, an der Turbine ausser der Verdichterleistung auch Nutzleistung abzunehmen. Der Kessel wurde so zur reinen Brennkammer, d. h. zum Treibgaserzeuger für die Gasturbine. Die Gleichdruck-Gasturbine war erfunden. Sie eignete sich ebensogut zur Stromerzeugung wie für Triebwerke in Flugzeugen. Das Beispiel zeigt, dass eine Entwicklung, auch wenn sie über Umwege führt, bei genügender Ausdauer schliesslich doch zum Erfolg führen kann.

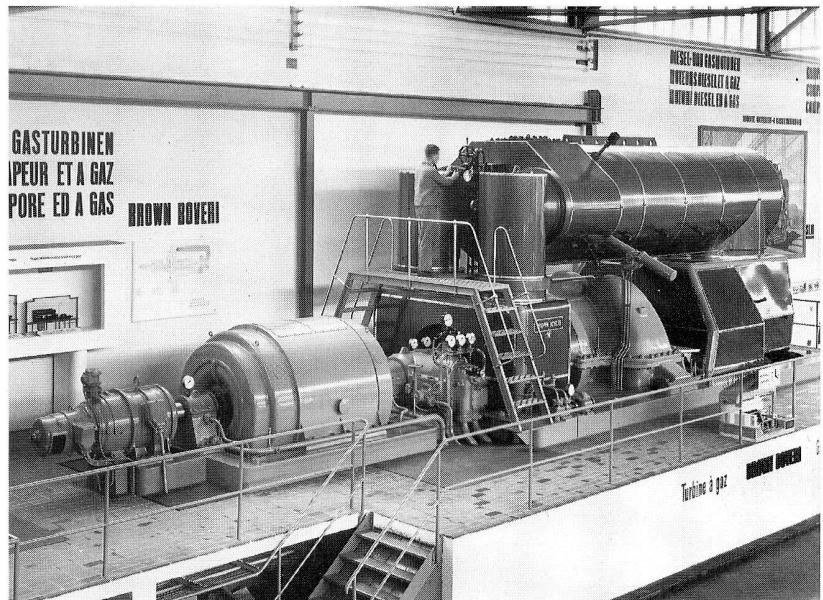


Erste Gasturbinenlokomotive der Welt (1941).

An der Landesausstellung in Zürich wurde 1939 die erste zur Stromerzeugung dienende Gasturbine der Welt gezeigt, welche 4000 kW leistete und noch heute besteht. Ebenfalls von BBC gebaut, nahm 1941 die weltweit erste Gasturbinen-Lokomotive den Betrieb auf. Heute werden einwellige, stationäre Gasturbinen mit Leistungen bis 150 MW gebaut. Mit Abwärme-Dampferzeuger und einer nachgeschalteten Dampfturbine ermöglichen solche Kombi-Wärmekraftanlagen thermische Wirkungsgrade von mehr als 50 %.

Die Rolle des technischen Bildungswesens

Aus Platzgründen musste auf weitere Beispiele aus dem Landmaschinen-, dem Werkzeugmaschinen- oder dem Verpackungsmaschinenbau verzichtet werden. Der Slogan: «Do things better!» umschreibt ein wesentliches Merkmal, welchem alle Sparten des schweizerischen Maschinenbaus ihren heutigen Stellenwert verdanken. Weitere Einflussfaktoren, wie stabile politische Verhältnisse, liberale Zollpolitik, ein Flair für technische Problemstellungen sowie das hohe Ausbildungsniveau haben den wirtschaftlichen Aufstieg unseres Landes wesentlich mitgeprägt. In diesem Zusammenhang muss hier auch auf die Rolle der ETH, der Ingenieurschulen und unserer Berufsausbildung hingewiesen werden. 1848 nahm der neu geschaffene Schweizerische Bundesstaat einen Artikel in seine Verfassung auf, welcher die Errichtung einer Eidgenössischen polytechnischen Hochschule zum Ziel hatte. 1855 konnte dann das Eidgenössische Polytechnikum (heute ETH) in Zürich den Betrieb aufnehmen. Hervorragende Lehrer, wie z. B. Clausius, Cullmann, Reuleaux, Semper und Zeuner, verhalfen dieser Schule rasch zu einem vorzüglichen Renommee. 1874 konnte in



Erste stationäre Gasturbine, ausgestellt an der Schweizerischen Landesausstellung in Zürich 1939.

Copyright für alle Bilder: Asea Brown Boveri AG, Baden.

Winterthur das erste schweizerische Technikum (heute Ingenieurschule) seine Tore öffnen. Dieser Schultypus ermöglichte vielen Praktikern, ihre Kenntnisse systematisch zu erweitern und zu vertiefen. Unser solides, duales Berufsbildungssystem, welches auf der Meisterlehre basiert, geniesst internationalen Ruf. Legionen von zuverlässigen Facharbeitern, aber auch viele spätere Ingenieure haben diesen Bildungsweg beschritten. Das in seinen Grundzügen bewährte, aber stets weiter verbesserte technische Bildungswesen bildete immer eine wichtige Grundlage für schweizerische Präzisionsarbeit und hervorragende Qualitätsprodukte.

Den Schweizern wird eine gewisse Bedächtigkeit nachgesagt. Dies trifft in vielen Fällen zu. Doch liegt darin auch die Chance, aus Fehlern anderer rechtzeitig zu lernen. Heute laufen wir Gefahr, dass technische Innovationen oft allzu einseitig nur auf kurzfristige wirtschaftliche Erfolge hin beurteilt werden. Dies lähmt den Forscher- und Erfindergeist! Auch in unserer schnellen Zeit sollte dem Spruch «Gut Ding muss Weile haben» weiterhin Beachtung geschenkt werden. Isoliertes Engineering im luftleeren Raum, ohne Feedback aus Fertigung, Montage und Betriebspraxis, wird auf die Dauer wenig Zukunft haben. Was uns aber vor allem not tätte, wären Persönlichkeiten mit Weitblick, Zukunftsglauben und Durchhaltevermögen! ■