

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 92 (1974)
Heft: 11: 19th Annual International Gas Turbine Conference and Products Show: March 31-April 4, 1974, Zürich, Kongresshaus

Artikel: Gespräche über geschlossene Gasturbinen
Autor: Trachsel, Jaroslaw
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-72290>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

Wir geben nachfolgend Auszüge aus drei Gesprächen wieder, die wir mit einem Erfinder der geschlossenen Gasturbine, einem Vertreter der Industrie und einem Wissenschaftler hielten. Man könnte anführen, dass die drei Befragten der Wissenschaft durch ihre Bildung verpflichtet seien. Es ergaben sich denn auch keine Widersprüche; doch lagen die Akzente der Antworten, wie erwartet, verschieden. Es wäre schwierig gewesen, aus einem Gesprächspartner herauszuholen, was sich aus den drei Gesprächen ergab. Den drei Fachleuten sei an dieser Stelle für ihre Bereitschaft zum Gespräch bestens gedankt.

*

Partner des ersten Gesprächs war Prof. Dr. Curt Keller, der gemeinsam mit Prof. Dr. J. Ackeret 1935 dem Verwaltungsrat der Escher Wyss AG ein Projekt für den Bau einer Gasturbine mit geschlossenem Kreislauf vorlegte.

Frage: Gewisse Fachleute sind der Meinung, der Bau grosser geschlossener Gasturbinen werde mit Schwierigkeiten verbunden sein. Welches ist Ihre Meinung darüber?

C. Keller: Den Trend zum Gigantismus halte ich für verfehlt. Zudem ist die Nähe des Verwendungsortes für Elektrizität und für die erzeugte nutzbare Abwärme wichtiger, als man gemeinhin denkt. Die Kraftwerke haben wesentlich grössere Aufwendungen für die Stromverteilung zu leisten als für die Stromerzeugung. Kleinere Kraftwerke, welche gleichzeitig elektrische Energie und Warmwasser für Haushalte und Heizungen liefern, ergeben eine Nutzung des Brennstoffes von über 80%. Im übrigen wird es auch möglich sein, Anlagen von über 1000 MW Leistung zur Stromerzeugung nach dem von J. Ackeret und mir entwickelten Prinzip zu bauen.

Frage: Wenn die geschlossene Gasturbine derart grosse Vorteile bietet, weshalb wurden Ihrer Meinung nach nur verhältnismässig wenige gebaut?

C. Keller: Zur Zeit, als die Gasturbine entwickelt wurde, gab es schon gut arbeitende Dampfturbinen. Diese ergeben eine etwas bessere Ausbeute an elektrischer Energie bei den heute gebräuchlichen Temperaturen. Doch wird die Sache umgekehrt, wenn wir auch die Abwärme ausnützen. Prinzipiell ist ein ähnliches Verfahren auch bei Dampfturbinen möglich, doch ergibt sich bei Gasturbinen ein besserer Gesamtwirkungsgrad. Weiter sind Strom- und Wärmeerzeugung bei Anwendung von Gasturbinen weitgehend unabhängig voneinander. Ein Mehr oder Weniger an Abwärmeentzug beeinflusst den Wirkungsgrad der Stromerzeugung im Gegensatz zu Dampfanlagen nicht. Bis heute sind auch kaum seriöse Preisvergleiche gemacht worden. Wahrscheinlich wird der Bau geschlossener Gasturbinen wegen ihrer geringen Grösse bedeutend billiger sein als der bei Dampfturbinen.

Äusserst wichtig ist das Potential der Gasturbinen beim Übergang auf Temperaturen grösser als 1000°C. Dies wiederum brächte eine erhebliche Erhöhung des Wirkungsgrades.

Frage: Gibt es bei den hohen Betriebstemperaturen Materialprobleme?

C. Keller: Ich glaube nicht. Jedenfalls setzen wir uns alle ohne Bedenken in Jets, deren offene Gasturbinen mit extrem hohen Temperaturen (rd. 1200°C) arbeiten. Bei geschlossenen Gasturbinen können wir reines Helium verwenden, was eine Menge von Vorteilen bringen wird. Die künftige Generation der Kernkraftwerke, die gasgekühlten Hochtemperatur-Reaktoren, werden kleiner, einfacher, preisgünstiger und sicherer sein als die heutigen, und ich bin überzeugt, dass sie mit geschlossenen Gasturbinen verbunden werden.

Zweiter Gesprächspartner war der Technische Direktor der BST Brown Boveri-Sulzer Turbomaschinen AG, dipl. Ing. ETH H. Baumann. Seine Antworten zeigen deutlich die praktischen Schwierigkeiten, welche bei der Entwicklung grosser Gasturbinen noch zu erwarten sind, doch scheint man auch in der Industrie das 1935 bei Escher Wyss entwickelte System der geschlossenen Gasturbine nicht vergessen zu haben.

Frage: Curt Keller, der an der Entwicklung der geschlossenen Gasturbine wesentlich beteiligt war, hat keine Bedenken bezüglich Wärmefestigkeit der Materialien, welche für den Bau von Gasturbinen verwendet werden können, um mit Temperaturen von 1000°C und mehr zu arbeiten. Er wies auf die Flugzeugtriebwerke hin. Welches ist Ihre Meinung zu dieser Frage?

H. Baumann: Es ist richtig, dass vom Flugzeugbau enorme Impulse auf die industrielle Technik ausgingen. Es gibt Materialien, die Temperaturen aushalten, wie sie in Gasturbinen in Verbindung mit Hochtemperatur-Reaktoren zur Anwendung kommen. Wir dürfen aber nicht vergessen, dass viele Flugzeugtriebwerke alle 2000 Stunden revidiert werden. Jene mit der geringsten Wartungsfrequenz laufen zwischen zwei Revisionen während rund 6000 Stunden.

Bei industriellen Gasturbinenanlagen erwartet man jedoch Standzeiten zwischen Revisionen bis zu 20000 h. Diese Forderung verlangt nach anderen Legierungen, die eine gute Zeitstandfestigkeit im Gebiet von 20000 bis 100000 h aufweisen. Zur Erreichung dieses Zieles muss bei industriellen Anlagen die Heissgastemperatur im Vergleich zu Flugtriebwerken gesenkt werden. Für die Zuverlässigkeit einer Gasturbine sind jedoch die in den Schaufeln der Turbine und des Verdichters auftretenden Wechselbeanspruchungen viel stärker massgebend, als die meistens in den Vordergrund gespielte temperaturabhängige Zeitstandfestigkeit. Die Beherrschung dieses Problems erfordert profunde Kenntnisse und viel Erfahrung.

Als weiteres Problem kommt bei den geschlossenen Gasturbinen ein kritischer Sprung in der Grösse dazu. Da nukleare Kraftwerke erst bei einer Leistungsgrösse von 600 MW und mehr wirtschaftlich werden, entsteht bei der Anwendung der geschlossenen Gasturbine das Problem der Leistungsextrapolation, indem die heute im Bau befindliche grösste AK-Anlage von 50 MW auf Einheitsleistungen von 600 bis 1000 MW elektrisch zu vergrössern ist. Die Betriebssicherheit solcher Grossgasturbinen darf in nichts derjenigen von Grossdampfturbinen, wie sie heute auf dem Hintergrund ausgedehnter Erfahrung erfolgreich gebaut werden, nachstehen. Hier wird man sehr vorsichtig ans Werk gehen müssen.

Frage: Nach der wesentlichen Erhöhung der Ölpreise im letzten Jahr haben sich für die Technik ganz neue Gesichtspunkte für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit ergeben. Bisher nicht lohnende technische Anlagen wurden plötzlich wirtschaftlicher als andere. Wie beurteilt man diese Frage in der Industrie?

H. Baumann: Wenn man bei fossil beheizten AK-Gasturbinen vermehrt Käufer hätte, die bereit wären, für die anfallende elektrische Energie einen guten Preis zu bezahlen, wäre es auch mit den bisher verwirklichten Anlagentypen möglich, bei entsprechender Auslegung nutzbare Abwärme wirtschaftlich zu produzieren, ohne wesentliche Einbussen bei der Stromerzeugung, wie das u.a. mit einer Anzahl erfolgreich in Betrieb befindlichen AK-Anlagen demonstriert wird. Die Verkäuflichkeit der Abwärme dürfte mit steigenden Preisen der konventionellen Energieträger zunehmen.

Frage: Dies heisst, dass wir Städte brauchen, die sich für die Fernbeheizung entschliessen, um mit der Abwärme etwas anfangen zu können?

H. Baumann: Ja. Transportieren liesse sich die Wärme mittels heissen Wassers über ansehnliche Distanzen.

Frage: Nun zum Problem der unerwünschten riesigen Nasskühltürme. Beim Hochtemperaturreaktor mit Gasturbine könnte man mit kleinen Trockenkühltürmen auskommen, welche erst noch warme, trockene Luft und nicht Feuchtigkeit abgeben, d.h. ihre nähere Umgebung nicht durch einen Dampfschwaden stören. Wäre dies nicht ein entscheidender Vorteil beim Einsatz der Gasturbine?

H. Baumann: Dieser Vorteil ergibt sich tatsächlich. Wir haben hohe Temperaturen des zu kühlenden Mediums, so dass Trockenkühltürme von verhältnismässig kleinen Abmessungen gebaut werden können. Diese sind aber meteorologisch noch nicht begutachtet. Trockenkühltürme lassen sich aber auch bei anderen Kraftwerktypen verwenden. Allerdings werden sie mit sinkender Temperatur des zu kühlenden Mediums grösser.

Frage: Wie steht es beim Hochtemperaturreaktor mit Gasturbine bezüglich Sicherheit?

H. Baumann: Die Sicherheit des Hochtemperaturreaktors ist infolge der Verwendung von Gas als Kühlmittel derjenigen heutiger Anlagen überlegen, was diesen Reaktortyp prädestiniert, in der Nähe von Bevölkerungszentren aufgestellt zu werden. Diese Möglichkeit kommt der Städteheizung zugute. Ich bin nicht Reaktorfachmann, doch geht dies aus der Literatur hervor.

Frage: Verspricht die Kombination eines Hochtemperaturreaktors mit einer geschlossenen Gasturbine wirtschaftlich Konkurrenzfähigkeit?

H. Baumann: Wenn man von Wirtschaftlichkeit spricht, sind weder die Kosten der Anlage noch der thermische Wirkungsgrad für sich allein massgebend, sondern nur die Kosten der erzeugten Kilowattstunde, die alle kostenbildenden Komponenten enthalten.

So betrachtet, hat der Hochtemperaturreaktor in Verbindung mit der Heliumturbine wegen der hohen Sicherheit des Reaktors, der Einfachheit des Kreislaufes, der günstigen Verhältnisse auf der Kühlturmseite, der geringeren Umweltbelastung wegen der kleineren abzuführenden Wärmemenge und wegen der dadurch entschärften Standortprobleme gesamtkostenmässige Vorteile, die in der Zukunft noch wichtiger werden dürften, als sie heute erscheinen.

•

Das dritte Interview gewährte uns der Inhaber des Lehrstuhls für thermische Turbomaschinen an der ETH, Prof. Dr. W. Traupel. Auch hier kamen wieder neue Aspekte ins Spiel, welche das Gesamtbild ergänzen und abrunden.

Frage: Es geht um die Frage, ob sich bei Ausnützung der Abwärme bei thermischen Kraftwerken die von Ackeret und Keller entwickelte Gasturbine besser eigne als die gegenwärtig meistens verwendete Dampfturbine. Welches ist Ihre Ansicht?

W. Traupel: Im gegenwärtigen Stande der Technik kann eine Dampfanlage mit gestufter Kondensation das gleiche erreichen wie eine Gasturbine. Die unvermeidbare Einbusse an elektrischer Leistung bewirkt nur, dass diese Leistung bei gegebener Wärmedarbietung etwa auf den gleichen Wert zurückfällt, der bei der Gasturbine von vornherein gegeben ist. Erst indem die Gasturbine zu höheren Temperaturen übergeht, kann sie einen deutlichen Vorteil erringen.

Frage: Welche Temperaturen müssten erreicht werden, damit der Gasturbine eindeutig der Vorzug gegeben werden kann?

W. Traupel: Wenn der Reaktor da sein wird, der Heissgas von etwa 1000 °C abgibt, werden wohl Gasturbinen zum Einsatz kommen. Er existiert leider bis heute noch nicht.

Frage: C. Keller ist der Meinung, dass man heute eine zu grosse Neigung für gigantische Anlagen habe. Könnte die Gasturbine auch bei kleineren Anlagen zum Einsatz kommen, und wären kleine Anlagen überhaupt wirtschaftlich?

W. Traupel: Kleine Anlagen werden wohl nur für fossile Brennstoffe gebaut werden. Ich glaube nicht, dass Kernkraftwerke mit kleinen Leistungen je wirtschaftlich sinnvoll gebaut werden können.

Man kann bei kleinen Anlagen mit kombinierten Systemen sehr gute Gesamtwirkungsgrade erzielen. Doch werden fossil beheizte Kraftwerke für die Schweiz kaum in Frage kommen. In Zechennähe haben solche Kraftwerke eine grosse Chance.

Frage: Nach allem, was ich bis jetzt gehört habe, scheinen sich reelle Chancen für den Einsatz geschlossener Gasturbinen vor allem für den gasgekühlten Hochtemperaturreaktor zu ergeben. Beurteilen Sie die diesbezüglichen Entwicklungsprognosen der General Atomic mit dem ersten kommerziellen Einsatz 1985 als realistisch?

W. Traupel: Ja, durchaus. (C. Keller äusserte sich zur gleichen Frage noch optimistischer.)

Frage: Welches werden in diesem Projekt voraussichtlich die grössten Schwierigkeiten sein?

W. Traupel: Die grössten Schwierigkeiten liegen nicht bei den Turbinen. Was in der Entwicklung vor allem Probleme zu lösen geben wird, sind die Leitungssysteme, welche diese hohen Temperaturen aushalten müssen und vor allem der Reaktor selbst. Die Leitungen können nicht gekühlt werden, sonst wird die Grundidee der Anlage ad absurdum geführt, nämlich das Arbeiten der Anlage bei hohen Temperaturen. Im weiteren wird oft vergessen, dass bei der geschlossenen Gasturbine dem Vorteil günstiger Maschinenabmessungen der Nachteil entgegensteht, dass die Wärmeaustauschapparate ungleich grössere Oberflächen benötigen als bei Dampf. Dieses Apparateproblem ist überhaupt einer der Hauptgründe, warum der Gasturbine der Durchbruch zu hohen thermischen Wirkungsgraden nicht gelungen ist.

Frage: Welches wären noch weitere wesentliche Voraussetzungen für den Einsatz von geschlossenen Gasturbinen, die wir bis jetzt nicht berührt haben?

W. Traupel: Wenn es gelingt, einen gasgekühlten schnellen Brüter zu entwickeln, werden auch dort Gasturbinen zum Einsatz kommen. Bis jetzt arbeitete man vor allem an der Entwicklung natriumgekühlter schneller Brüter.

Jaroslav Trachsel

Nekrologe

† **Franz Kindler**, von Zuzach, geb. 16. November 1897, dipl. El.-Ing., ETH 1919–23, GEP, ist am 22. Januar 1974 unerwartet an einem Herzversagen gestorben. Seit 1931 war der Verstorbene in verschiedenen Tochterfirmen der Maschinenfabrik Oerlikon tätig, von 1952 bis zur Pensionierung im Jahre 1963 als Gerente der Oerlikon Sociedad Argentina de Responsabilidad Ltda. in Buenos Aires. Er hat zuletzt in Zuzach gewohnt.