Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 125/126 (1945)

Heft: 11

Artikel: Rundschau eines Ingenieurs über amerikanische Entwicklungstendenzen in der Maschinen-Industrie

Autor: Tucker, S.A. / Keller, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-83723

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: 14.07.2025

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

auf der Nordseite. Die Kleintierklinik sollte einen besondern Zugang haben. Der vorgesehene Zugang liegt nicht auf gleicher Höhe wie die Kleintierklinik. Das Arbeitszimmer für den Buiater direkt am Zufahrtshof ist ungünstig gelegen.

Die architektonische Gestaltung ist der konsequente Ausdruck des Baugedankens.

*

Gemäss Programm stehen für die Prämiierung 25000 Fr., für Ankäufe 5000 Fr. und für Entschädigungen aus Arbeitsbeschaffungskrediten 30000 Fr. zur Verfügung. Das Preisgericht beschliesst die Aussetzung von fünf Preisen und die Vornahme von zwei Ankäufen und setzt hierauf die Rangordnung fest, die in Bd. 125, S. 201 wiedergegeben ist.

Das Preisgericht empfiehlt dem Regierungsrat, den ersten Preisträger mit der Weiterbearbeitung des Projektes gemäss den in diesem Bericht niedergelegten Richtlinien zu beauftragen.

Die Preisrichter: Regierungspräsident Dr. P. Corrodi, Regierungsrat Dr. R. Briner, Prof. Dr. W. Frei, Prof. Dr. E. Seiferle, Arch. F. Bräuning, Arch. Prof. Dr. W. Dunkel, Kantonsbaumstr. M. Egger, Arch. Dr. A. Meili, Kantonsbaumeister H. Peter

Als beratender Fachmann: Prof. Dr. Ammann

Der Sekretär: Dr. H. Sigg

Rundschau eines Ingenieurs über amerikanische Entwicklungstendenzen in der Maschinen-Industrie

Einführung

Im Rahmen eines Kolloquiums, veranstaltet vom Institut für Aerodynamik an der E. T. H. am 31. 8. 45, gab S. A. Tucker aus New York, Herausgeber der bekannten amerikanischen Zeitschrift «Power», in englischer Sprache einen Ueberblick über die industrielle Entwicklung und Forschung während des Krieges, insbesondere auf dem Gebiete der thermischen Kraftanlagen.

Der Vortrag wurde als willkommene generelle Orientierung über ein die schweizerische Maschinenindustrie besonders interessierendes Gebiet von den Veranstaltern Prof. Dr. J. Ackeret, E. T. H. Zürich, und Dr. C. Keller, Escher Wyss A.-G., Zürich, nach angelsächsischem Muster vorbereitet. Der eigentliche Bericht Tuckers, der den Interessenten schon vor dem Vortragsabend ausgehändigt wurde, ist dem Inhalt nach in der nachfolgenden Zusammenfassung wiedergegeben. Die diesem «Summary» nachfolgende, von Dr. Keller geleitete Diskussion, die offensichtlich von vielen Seiten der Industrie gerne benützt wurde, ist anschliessend in ihren Hauptzügen festgehalten. Sie bildete einen integrierenden Bestandteil der Veranstaltung.

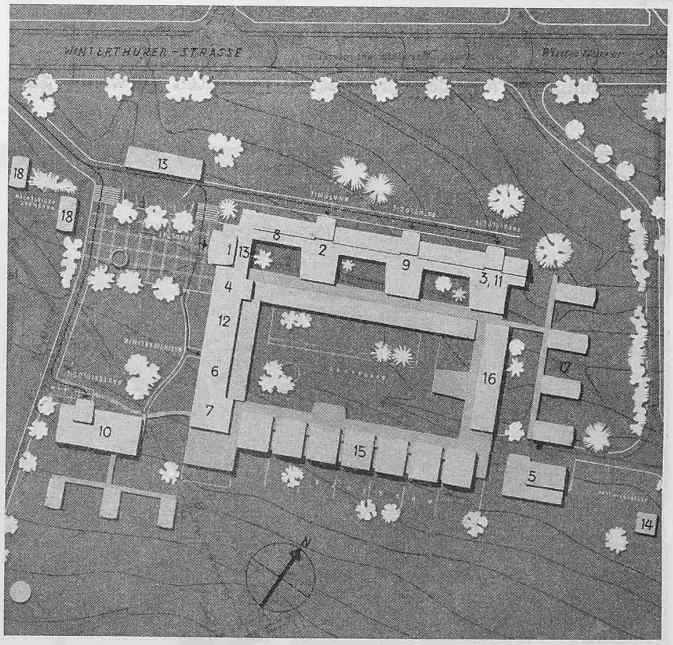
Da der Vortragende aus kriegsbedingten Gründen für seine Schweizerreise weder Zahlen noch Bildmaterial besass, sind wir ihm besonders dankbar für die Mühe, die er sich genommen hat, in der kurzen ihm zur Verfügung stehenden Zeit unserer Einladung zu folgen und diese Orientierung aus seinem Gedächtnis zu rekonstruieren. Nach so vielen Jahren der Abgeschlossenheit und der technischen Weiterentwicklung hinter Zensurschranken war dieser äusserst anregende Vortragsabend ein erstes erfreuliches Ereignis des wiederbeginnenden zwischenstaatlichen Erfahrungs- und Gedankenaustausches. Die überaus interessanten, in ansprechender und ungezwungener Weise vorgetragenen Ausführungen des berufenen Referenten, eines guten Kenners amerikanischer Wärmekraftmaschinen, fanden bei dem grossen Auditorium regstes Interesse.

Das «Summary» von S. A. Tucker

Einem Schweizer Ingenieur würden bei einem Besuch des heutigen Amerika sofort sowohl gemeinsame wie unterschiedliche Erscheinungen zwischen Amerika und seinem eigenen Lande auffallen. Amerika war keinen Luftbombardementen ausgesetzt, das Leben ging im grossen und ganzen wie gewohnt weiter, das Essen war auch nach amerikanischen Begriffen reichlich. Trotz Steuern und Kriegsabgaben fliesst das Geld frei und ungehemmt, und die für zivile Zwecke arbeitende Privatindustrie lief während der ganzen Kriegsperiode, allerdings mit der Einschränkung, dass sie Stahl, Aluminium, Kupfer oder andere seltene Materialien während vier Jahren nicht verarbeiten durfte. Dieses sind alles ähnliche Erscheinungen wie in der Schweiz.

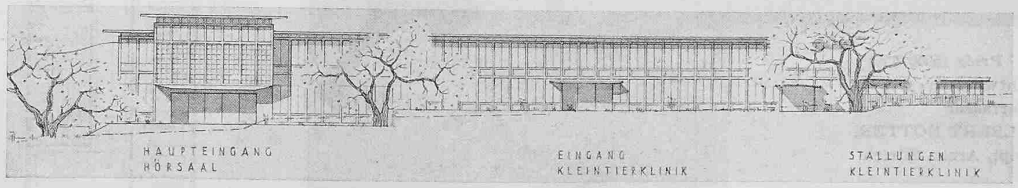
Anderseits sind aber alle amerikanischen Industriewerke zu äusserster Produktionssteigerung angespornt worden. So lief z. B. die Stahlproduktion während den letzten zwei Jahren mit 96 bis 98 % ihrer möglichen Kapazität. Die Werke arbeiteten im allgemeinen mit drei Schichten oder mit zwei 10-Stunden-Schichten, was sich besser bewährte. Das einzige und ausschlaggebende Problem war, die Produktion auf das überhaupt mögliche Höchstmass zu steigern und alles Erreichbare an Material und Arbeitskräften auszunützen. Natürlich haben sich diese Verhältnisse seit Kriegsende, also in den letzten paar Wochen, geändert; dafür steht man nun Problemen der Rückbildung gegenüber, die unweigerlich zu Störungen während vieler Monate führen werden.

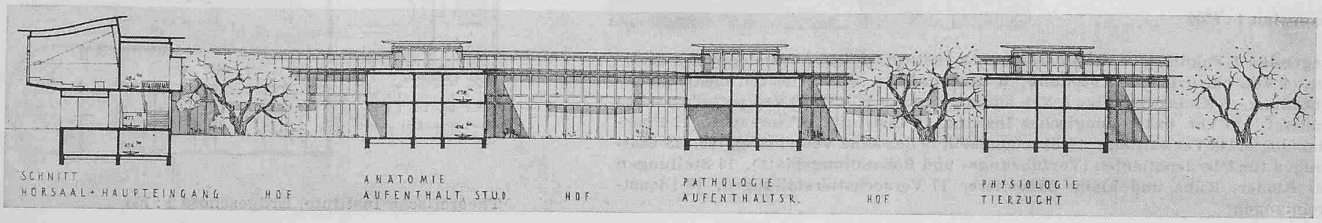
Die Entwicklung der Kriegsproduktion 1941/44 sei am amerikanischen Dampfturbinenbau illustriert. Zu Beginn des Krieges im Jahre 1941 betrug die installierte Leistung aller amerikanischen Kraftwerke (hydraulische und kalorische) etwa 40 Millionen kW, davon waren rd. 75 % Dampfzentralen und



Lageplan 1 : 2500, Legende siehe Seite 113

4. Preis (3700 Fr.)
Entwurf Nr. 29. Verfasser
ALOIS MÜGGLER,
Arch., Zürich
Mitarbeiter
JACQUES SCHADER,
Dipl. Arch., Zürich



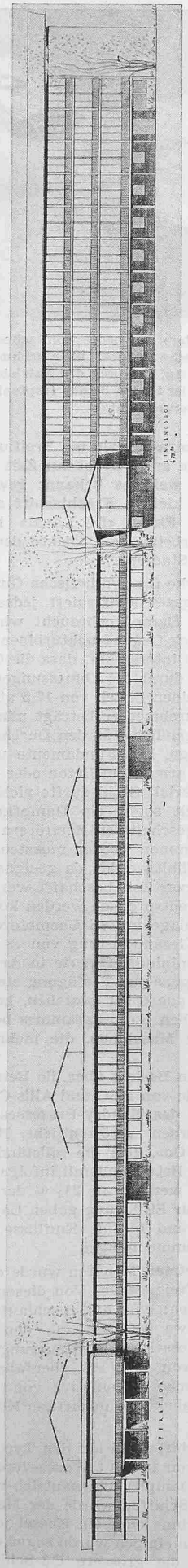


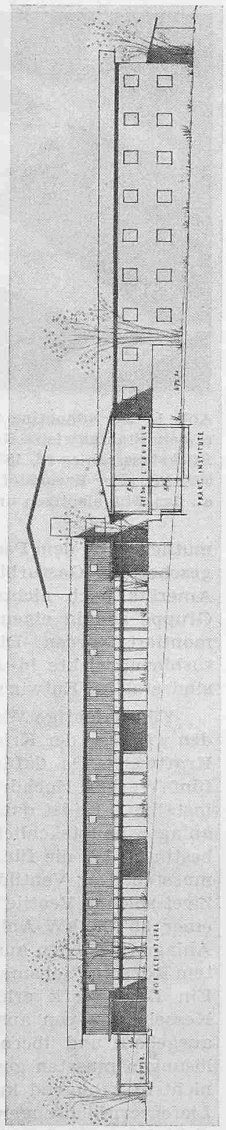
Wettbewerb für die Neubauten der veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Zürich

5. Preis (3300 Fr.)
Entwurf Nr. 16

Verfasser
HANS GACHNANG
Arch., Zürich

Mitarbeiter
ARMANDO DINDO
Arch., Zürich

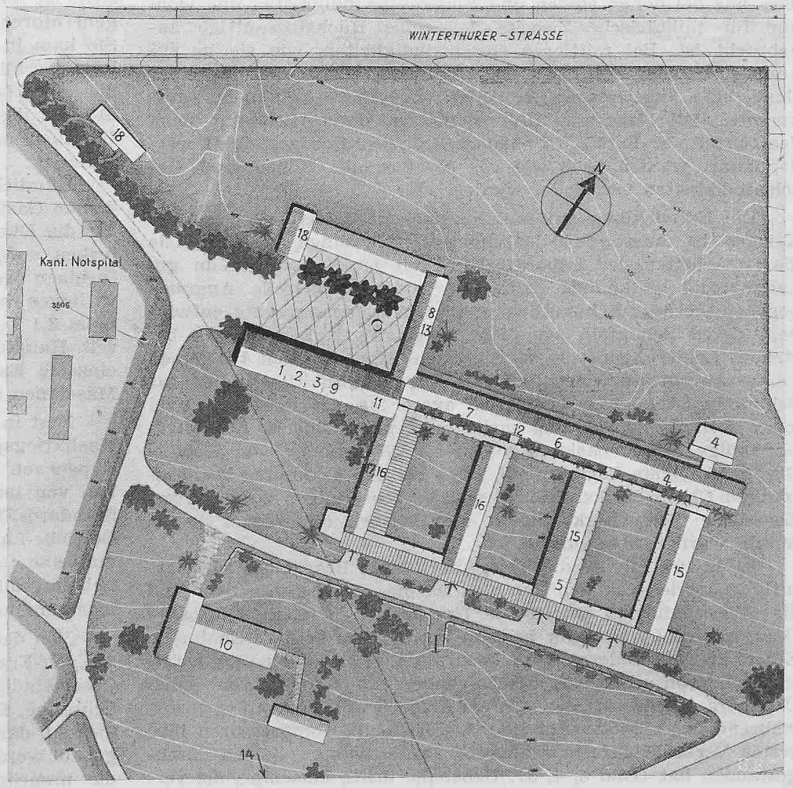




Legende:

1 Fakultät,
2 Vet. anatomisches Institut,
3 Vet. physiologisches Institut,
4 Vet. chirurgische Abteilung,
5 Hufschmiede,
6 Interne vet. medizinische Abteilung,
7 Kleintierklinik,
8 Vet. ambulatorische Klinik,
9 Vet. pathologisches Institut,
10 Vet. bakteriologisches Institut,
11 Institut für Tierzucht,
12 Pharmakologie,
13 Verwaltung,
14 Seuchenpavillon des kantonalen Veterinäramtes,
15 Stallungen für Pferdepatienten (Vorführungs- und Behandlungsplatz)
16 Stallungen für Rinder, Kühe und kleine Haustiere,
17 Versuchstierstallungen,
18 Dienstwohnungen

Ansicht von Norden 1 : 700, darunter Schnitt Süd-Nord durch den Kleintier-Hof mit Ansicht des Verwaltungsflügels



nur etwa 2,5 % Dieselanlagen. Dampfturbinen- und Kesselbauer waren in der Lage, jährlich Anlagen mit einer Gesamtleistung von etwa 2 Millionen kW zu fabrizieren. Wie enorm diese Produktion gesteigert wurde, beweist die Tatsache, dass die Dampf-Turbinenindustrie insgesamt Anlagen mit einer Gesamtleistung von ungefähr 8 Millionen kW für Kraftanlagen, etwa 15 Millionen PS für die Kriegschiffahrt und etwa 2 Millionen PS für die Handelsschiffahrt baute. Kraftanlagen von einer weiteren Million PS fanden in Spezial-Industrien Verwendung, so in Werken für künstliche Gummiherstellung, für Sprengstofferzeugung und für ähnliches. So haben Turbinen- und Kesselbauer mehr als das dreifache der Vorkriegs-Kapazität ihrer Werke geliefert. Es ist begreiflich, dass daneben kaum Zeit für Forschung und Verbesserungen normaler Turbinentypen übrig blieb.

Die gesamte kalorische und hydraulische Energieerzeugung belief sich 1940 auf rd. 160 Mld. kWh. Davon wurden 120 Mld. kWh von öffentlichen und privaten Kraftstationen und 40 Mld. kWh von Industriewerken erzeugt. Im Jahre 1944 war die entsprechende Gesamtproduktion etwa 280 Mld. kWh, wovon 230 von Kraftwerken und 50 von Industrieanlagen geliefert wurden. Sogar alte Dampfturbinen aus dem Jahre 1910 standen im regulären Betrieb. Es war nur ein Minimum an Unterhaltungsarbeiten möglich, aber glücklicherweise liefen alle Werke fast anstandslos durch. Neue Anlagen wurden nur in dringend nötigen Fällen gebaut und in Betrieb genommen; auch sie liefen alle zu voller Zufriedenheit. Keine Kriegsindustrie fiel je aus oder wurde auch nur in ihrer Produktion behindert wegen Mangel an elektrischer Energie. Aber unter solchen Umständen war keine Gelegenheit geboten, und es war überdies auch nicht erlaubt, Verbesserungen in der Methode der Energie-Erzeugung durchzuführen.

Eine ähnliche Produktionssteigerung erfuhr der Dieselmotorenbau. Im Jahre 1940 produzierte Amerika Dieselmotoren mit einer Gesamtleistung von rd. 3 Millionen PS, inbegriffen alle Fahrzeugmotoren und transportabeln Anlagen. Die Kriegszeit hat eine Erhöhung auf bis 20 Millionen PS pro Jahr gebracht, sodass z. B. heute in der Kriegsmarine mehr Leistung (rd. 40 Mio PS) von Dieselmotoren erzeugt wird, als von Dampfturbinen (rd. 34 Mio PS). Während am Diesel-Verfahren und am Wirkungsgrad bewusst keine wesentlichen Verbesserungen angestrebt wurden, ist anderseits die Fabrikation weitgehend vereinfacht worden. So braucht z. B. eine Kurbelwelle aus Gusseisen für die Bearbeitung weniger als die Hälfte der Zeit, als eine Welle aus geschmiedetem Stahl. Da in den USA nur begrenzte Schmiedemöglichkeiten für Stähle vorhanden sind, aber genügend Giessereieinrichtungen bestehen, wurden Schmiedeteile tunlichst vermieden.

All dies sei erwähnt, um die folgende wichtige Bemerkung in ihrer vollen Bedeutung hervorzuheben: Alle wissenschaftliche Forschung wurde von einer einzigen Stelle, dem «Office of Scientific Research and Development» überwacht und geleitet. Ihm standen Vannevar Bush, Compton und andere vor. Jedes Laboratorium wurde nach seiner Leistungsfähigkeit und den möglichen Arbeitsgebieten registriert und seine Arbeit mit der der andern koordiniert. So musste sich z. B. «Westinghouse» auf die Materialforschung für hohe Temperaturen konzentrieren, weil sie hierin schon viel gearbeitet hatte. In der Folge wurden ihre Resultate laufend auch andern Firmen wie General Electric, Allis-Chalmers etc. zugänglich gemacht.

Viel grundlegende Arbeit wurde in der Entwicklung von neuen Materialien geleistet, dann vor allem auch für das Organisieren geeigneter Fabrikationsprozesse des Maschinenbaues, weiter in der Hochfrequenz- und Elektronenforschung, sowie auf aerodynamischem Gebiet. Aber alle diese Ziele wurden in erster Linie im Hinblick auf die aktuellen Bedürfnisse des Heeres und der Marine verfolgt.

Für die Zusammenarbeit verschiedener Firmen typisch ist z. B. die Entwicklung des Rückstossantriebes für Flugzeuge. Im Jahre 1941 flogen die Engländer ein erstes Flugzeug nach diesem neuen Prinzip, wobei als Antriebsaggregat ein einstufiger Kompressor und eine einstufige Turbine Verwendung fand. Ein solches Aggregat wurde nach erfolgreicher Erprobung der General Electric Co. in Lynn, Mass, zur Verfügung gestellt, wo sofort eine Anzahl gleicher Gruppen mit amerikanischen Herstellungsmethoden produziert wurden. Später entwickelte die General Electric, basierend auf dem gleichen System mit einstufigen Maschinen, einen Maschinensatz, der gegenüber dem britischen Vorbild etwa den doppelten Schub ergab. Diese Maschine ist im «Shooting-Star» eingebaut, Abb. 1; er stellt zurzeit wohl das schnellste Flugzeug der Welt dar. Umgekehrt hat die Firma Westinghouse, die Einblick in alle Versuche der General Electric hatte, einen vielstufigen Axialkompressor für den Rückstossantrieb eines Marineflugzeuges entwickelt. Bei dieser Entwicklung arbeiteten ausserdem die Forschungsstellen der Werke und der verschiedenen Universitäten, vor allem der «Harvard University» und des «California Institute of Technology», erfolgreich zusammen. Gegenwärtig sind Arbeiten an mit Gasturbinen angetriebenen Propellern für schwere Bomber und für Verkehrsflugzeuge im Gange, wobei unter normalen Flugbedingungen 25 % der erzeugten Leistung in Form von Rückstosstrahlen ausgenützt werden sollen.

Die bisherigen Studien auf dem Gebiete des Rückstossantriebes (Jet propulsion) lassen bereits deutlich erkennen, in welchen Höhen und bei welchen Geschwindigkeiten sich diese neue Antriebsart gegenüber der bisherigen mit Kolbenmotoren und Propellern einführen dürfte. Abb. 2 zeigt in grossen Zügen, dass nur bei hohen Höhen und Fluggeschwindigkeiten und wohl nur für militärische Zwecke der reine Rückstossantrieb angebracht ist. Bei mittleren Geschwindigkeiten, wie sie im zukünftigen Flugverkehr zu erwarten sind, dürfte der mit einer Gasturbine angetriebene Propeller für grosse Leistungen aufkommen. Die bisherigen Kolbenmotoren, deren Leistung nach dem Urteil der Fachleute nicht mehr wesentlich gesteigert werden kann, werden nach wie vor für normale Höhen und Geschwindigkeiten verwendet werden.

Die Entwicklung auf metallurgischem Gebiete während des Krieges ist äusserst bedeutungsvoll. Allerdings werden viele dieser Arbeiten der Laboratorien auch jetzt noch geheim gehalten, und es können daher nur wenige generelle Angaben gegeben werden. Bekanntlich wurden Aufladeaggregate entwikkelt, deren Schaufeln aus nicht eisenhaltigen Legierungen bestehen. Legierungen mit vorzüglichen Eigenschaften bei hohen Temperaturen wurden entwickelt. Für kobalthaltige Stähle für Schaufeln ist nach dem Giessen ausser an der Schaufelwurzel keine weitere Bearbeitung mehr notwendig. Andere hochhitzebeständige Stähle basieren auf neuen Variationen von Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen. Auch bei den bekannten hochprozentigen Chrom-Nickel-Stählen sind Verbesserungen zu erwarten. Ernstliche Schwierigkeiten in der Bearbeitung solcher neuen Stähle wurden überwunden.

Etwa 1941 stellte die Kriegsmarine ein Programm für Gasturbinenantrieb von Schiffen auf. Da die «General-Electric» und die «Westinghouse» bereits mit einem fast unmöglich grossen Dampfturbinenprogramm belastet waren, wurde Allis-Chalmers, Elliott und ein anderes Werk beauftragt, je eine kleine Versuchsmaschine von etwa 2000 PS zu bauen. Die Gruppe von Allis-Chalmers wurde in der «Naval Experiment Station» geprüft, während die «Elliott»-Anlage mit «Lysholm»-Kompressoren ihre ersten Versuchsläufe in Jeannette, Pennsylvanien, soeben durchgestanden hat (Bild 3, 4, 5). Ueber die dritte Maschine, die vermutlich nach dem Pescara-Prinzip mit Freiflug-Kolben und nachgeschalteter Gasturbine arbeitet, ist zur Zeit meiner Abreise von Amerika noch nichts weiteres bekannt geworden. Die Elliott-Gruppe soll in einem kleinen Frachtschiff zur Erprobung einmontiert werden. Die Firma «De Laval» hat ebenfalls Gasturbinenprojekte in Arbeit. Die Projekte der «General-Electric» sind erst im Entwurf-Stadium.

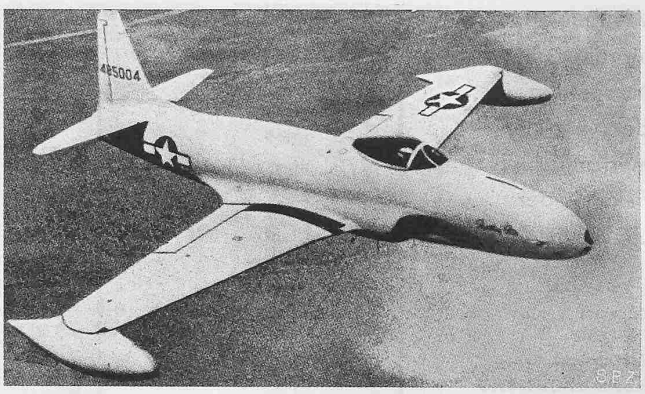


Abb. 1. Der «Shooting Star», der heute wohl schnellste Jäger mit reinem Stahlantrieb. Geschwindigkeit über 900 km/h, Schubkraft des Rückstosstrahles rd. 1600 kg, Leistung des Antriebaggregates rd. 6000 PS. Der Brennstoff ist in den beiden tropfenförmigen Behältern an den Flügelspitzen untergebracht

Fünf wichtige Werke für synthetische Gummierzeugung wurden während der Kriegszeit konstruiert, jedes davon mit eigenem Kraftwerk. Da dafür Dampf gebraucht wird, wurden in allen fünf Werken Hochdruck-Gegendruckturbinen ohne Kondensation installiert. Es ist dabei interessant, dass die Grösse dieser Kraftanlagen hauptsächlich durch die Abmessungen der Absperrventile bestimmt ist, die für einen Druck von 17,5 at konstruiert werden mussten. Der Ventildurchmesser beträgt nämlich etwa 900 mm. Zwei solcher Ventile genügen für den Durchsatz des Abdampfes einer 35 000 kW-Anlage. Die Fundamente und Gebäude dieser Anlagen bestehen aus armiertem Beton oder anderem ungewohntem Konstruktionsmaterial; Stahl durfte nicht verwendet werden. Ein Buna-Werk erhielt sogar ein Dampfkraftwerk mit zwölf Kesseln, die von ausgeschalteten Zerstörern der Kriegsmarine ausgebaut und übernommen werden mussten. Viele ähnliche Notlösungen mussten gewählt werden, da geeignete Neuausrüstungen nicht in genügend kurzer Zeit beschafft werden und nur so den Lieferverpflichtungen entsprochen werden konnte. In dieser Hinsicht ist auch eine Anlage mit 16 Gasmotoren mit Gleichstromgeneratoren für eine Gesamtleistung von 78 000 kW interessant. Sie kam in einer Aluminiumraffinerie in Arkansas zur Aufstellung, wo billige Naturgase zur Verfügung stehen. Diese Motoren, die zur Hauptsache aus Guss bestehen, konnten mit weniger Störung des militärischen Bauprogrammes beschafft werden, als Turbinen oder andere Maschinen, die mehr Schmiedeteile benötigen.

Kürzlich wurde ein Bericht über die Betriebserfahrungen an den 26 Gasturbinen, die von BBC und Allis-Chalmers gebaut und für die Durchführung des Houdry-Prozesses in chemischen Fabriken aufgestellt wurden, veröffentlicht. Bei den sieben Gasturbinen der «Sun Oil Co», über die vollständige Aufzeichnungen vorliegen, beträgt der Betriebsausfall infolge Havarien im Maximum 3,1 %, im Mittel weniger als 2½ % der gesamten Betriebszeit. Hauptursachen zur Stillegung gaben Lager, Dichtungsringe, einzelne Explosionen und fremde Einflüsse, die nicht mit den Maschinen selbst zusammenhängen.

Erst in den allerletzten Monaten wurde die Entwicklung von Nachkriegsprojekten freigegeben. Von diesen seien erwähnt drei Typen von Lokomotiven: eine mit raschlaufenden Ventilmaschinen von insgesamt etwa 6000 PS, die den Dampf von einem Standard-Flammrohrkessel mit Rostfeuerung erhalten, dann eine Getriebe-Lokomotive von 4500 PS, ebenfalls mit Normalkessel, und eine turboelektrische Lokomotive von mehr als 5000 PS Leistung mit Wasserrohrkessel neuartiger Konstruktion und Kohlenstaubfeuerung.

Von den neuen Schiffen sei auf den Typ «Victory» hingewiesen, ein Frachtschiff von 10 000 t Wasserverdrängung, 16 Knoten Geschwindigkeit und Dampfturbinenantrieb von 6000 PS auf eine Schraube. Bei diesen Schiffen wurde der Maschinenraum so bemessen, dass eine Turbine oder ein Kessel jeder Provenienz eingebaut werden kann. In einigen wurde sogar die 8500 PS-Turbine, die ursprünglich für die grössere C3-Schiffsklasse entworfen

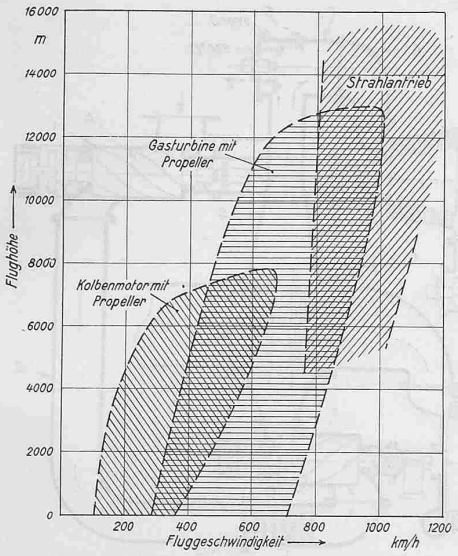


Abb. 2. Geschwindigkeitsbereiche und Höhenlagen, in denen die drei Antriebsarten als voraussichtlich geeignet erscheinen

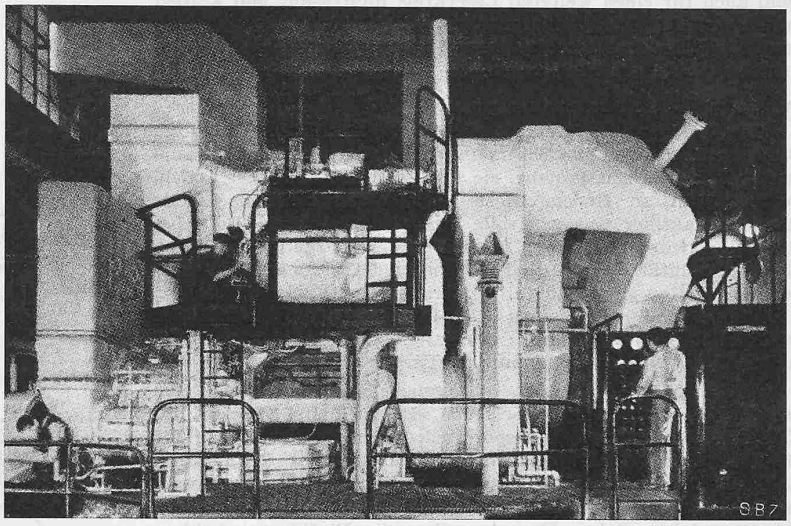


Abb. 3. Die erste in Amerika soeben fertiggestellte Gasturbinenanlage, gebaut von der Firma Elliott Co. als zweistufige offene Verbrennungsturbine mit Oelfeuerung, Leistung 2500 PS, für Schiffsantrieb mit elektr. Uebertragung durch Gleichstrom. Vorn links ND-Kompressoren, rechts HD-Turbine, darüber HD-Verbrennungskammer

wurde, montiert. Ferner werden eine Anzahl Transportdampfer mit Doppelschraubenantrieb gebaut, die eine Leistung von 12 000 PS in zwei Maschinensätzen aufweisen. Bei diesen Schiffen werden Turbine, Kondensator und Hilfsantriebe im Erbauerwerk fertiggestellt und erst später als Ganzes im Schiff eingebaut.

Bei stationären Kraftanlagen zwang der Krieg zur immer strafferen Standardisierung grosser Turbinen. Für Maschinen mit 3600 U/min werden jetzt nur noch sechs Gehäusegrössen zwischen 10 000 und 65 000 kW benützt, die nach der durchfliessenden Dampfmenge ohne Rücksicht auf den Frischdampfdruck abgestuft sind.

Die Quecksilber-Dampfturbinenanlagen in Kearny und Schenectady, die letzte von 50 000 kW Totalleistung (die Quecksilber-Dampfturbine leistet 20 000 kW, die zugehörige Wasserdampfturbine 30 000 kW) haben während des ganzen Krieges zur vollen Zufriedenheit durchgearbeitet und stehen, was Betriebssicherheit und Bereitschaftsgrad betrifft, in keiner Weise gegenüber Dampfkraftanlagen zurück. Man ist allgemein der Ansicht, dass die Frage, ob weitere Quecksilber-Dampfanlagen gebaut werden sollen, ausschliesslich von den Bau- und Betriebskosten abhängt und keine weiteren technischen Experimente mehr nötig sind. Ob sich aber nicht andere Vorschläge von Wärmekraftanlagen als wirtschaftlicher erweisen, will heute noch niemand entscheiden.

Die Hochdruck-Anlage von 170 ata in Twin Branch hat im Betrieb alle Erwartungen erfüllt; es erschien zwar wünschenswert, die Anlage während der grössten Zeit nur mit 125 bis 140 ata zu betreiben, damit man ohne Drosselung vor der Turbine arbeiten konnte. Die Dampftemperatur beträgt 500 bis 510° C. Im allgemeinen sehen heute die Betriebsgesellschaften einen Druck von 85 bis 100 ata für den allgemeinen Gebrauch in dichtbesiedelten Gebieten als am ehesten geeignet an, während für industrielle Einzelanlagen 60 bis 65 ata empfohlen werden. Die Wahl des Druckes ist vorwiegend eine Frage der Wirtschaftlichkeit; technisch können alle Drücke beherrscht werden.

Viel Arbeit wurde auf das Problem der Wasseraufbereitung für Industrieanlagen verwendet. Anoden-Katoden-Austauscher konnten sich trotz ihrer hohen Kosten stark verbreiten. Mit ihnen können fast alle Unreinigkeiten im Speisewasser restlos entfernt werden. Vorbehandlung des Speisewassers zur Entfernung von Silicaten war in vielen Neuanlagen notwendig, die während des Krieges gebaut wurden, so vor allem in Anlagen, in denen das Speisewasser einen hohen Prozentsatz von Zusatzwasser enthält. Durch entsprechende Wasserbehandlung konnten Dampfturbinen-Anlagen mit 100%iger Rohwasserbeschickung mit Drükken von 65 ata durchgehend betrieben werden.

In der «Calumet Station» in Chicago befindet sich ein neuer zylindrischer Kessel von «Babcock and Wilcox» im Versuchsbetrieb. Er soll mit einer Brennraumbelastung von $3{,}6 \cdot 10^6$ kcal/m³ und einem Ueberdruck im Brennraum von einer halben Atmosphäre arbeiten. Dieser Kessel wird mit Kohlenstaub betrieben. Die Schlackenausscheidung findet an den Seitenwänden statt, sodass der angeschlossene zweite Kesselteil fast reines Gas erhält. Eine solche Kesselbauart dürfte in Verbindung mit einer Gasturbine besondere Vorteile bieten, wobei neben mechanischer Energie auch Heizdampf erzeugt werden kann. Die Seitenwände sind mit Wasserrohren gekühlt.

Vor kurzem ist ein Zweistoff-Einspritzverfahren bekannt geworden, das von der «Worthington» und von «Cooper-Bessemer» entwickelt wurde und erlaubt, mit der gleichen Einrichtung in Dieselmotoren sowohl Naturgas als auch Dieselöl zu verbrennen. Wenn aus irgendwelchem Grunde das Gas ausfällt, wird sofort auf Oel umgestellt. Diese Einrichtung ist vor allem in vielen Gegenden, wo billiges Gas zur Verfügung steht, wünschenswert. Die Verfahren der beiden Herstellerwerke benötigen allerdings beim Normalbetrieb mit Gas im Minimum 5 % Spezialöl, um den Dieselkreislauf aufrecht erhalten zu können.

Von grosser Bedeutung dürfte die soeben erfolgte Vereinbarung zwischen sechs amerikanischen Eisenbahngesellschaften und drei Kohlengesellschaften sein, die über eine Million Dollar für die Entwicklung der kohlengefeuerten Gasturbine für den Lokomotivantrieb zusammenlegten. Die Versuche werden gemeinsam von der «John Hopkins University», dem «Battelle Memorial Institute» und dem «Institute of Gas Technology» durchgeführt.

Man erwartet nach Kriegsende die sofortige Freigabe von Material und Arbeitskräften für zivile Bauvorhaben, worauf private Kraftwerksgesellschaften Aufträge an die Industrie für Wärmekraftmaschinen mit einer Gesamtleistung von etwa zwei Millionen kW und zwar vor allem Dampfturbinen, vergeben werden. Im weiteren erwartet man den Ausbau von staatlichen Projekten und zwar meist Wasserkraftzentralen, als Bestandteil eines grossen Aufbauprogrammes. Dieses Programm sieht einen Gesamtausbau von sechs bis zehn Mio kW vor, wovon in einer ersten Etappe, d. h. in den nächsten drei Jahren, etwa zwei Mio kW installiert werden sollen. Die wirtschaftlichen und geographischen Gegebenheiten der Vereinigten Staaten bringen es mit sich, dass die Kraft-Anlagen privater Unternehmungen die etwa 80 % der Gesamtenergie-Erzeugung bewältigen, auch in Zukunft zum überwiegenden Teil thermische Zentralen und zwar hauptsächlich Dampfkraftanlagen sein werden, während die staatlichen Unterstützungen vor allem der Entwicklung der hydraulischen Werke zugute kommen sollen.

Diskussion

Angeregt durch die vielen Einzelheiten, die S. A. Tucker in seinem «Summary» und seiner in freiem Vortrag gehaltenen technischen Plauderei berührte, benützten die Zuhörer mit erfreulicher Lebhaftigkeit die ihnen gebotene Gelegenheit, in englischer Sprache mit einem Ingenieur zu diskutieren, der die technische und wirtschaftliche Entwicklung Amerikas als Beobachter in vorderster Linie miterleben konnte und der so bereitwillig fachmännische Auskunft gab. Der Verlauf der Aussprache entsprach dem Sinne der Veranstaltung und machte dem Namen Kolloquium alle Ehre. Im Folgenden sind die wesentlichsten Fragen und jeweils unmittelbar anschliessend die Antworten des Vortragenden zusammengefasst, soweit dieser sachlich darauf eingehen konnte. In Anbetracht des Umstandes, dass lange nichts mehr Genaues über die Entwicklung zu erfahren war, sind die behandelten Fragen

wohl auch für einen weiteren Leserkreis interessant und werden darum ausführlich wiedergegeben. Die Diskussion umfasste hauptsächlich das Gebiet der Dampf- und Gasturbinen, sowie des Strahlantriebes von Flugzeugen.

A. Dampfturbinenfragen

Ing. Seippel erkundigte sich, ob während des Krieges die Betriebserfahrungen von Zentralen systematisch gesammelt wurden und ob Aussicht bestehe, sie, wie in Amerika früher üblich, veröffentlicht zu finden. Diese Mitteilungen bildeten jeweils für den Praktiker eine wertvolle Fundgrube. — Diese Betriebsstatistiken wurden während des Krieges weitergeführt, durften aber aus militärischen Gründen bisher nicht veröffentlicht werden. Sie dürften jedoch bald in den technischen Fachzeitschriften, z. B. in «Power», erscheinen. Die überwiegende Mehrzahl der während des Krieges neu geschaffenen Industriekraftwerke (etwa 92 %) wurden als Dampfkraftwerke erstellt.

Dr. A. Meyer, Baden, interessierte sich für Einzelheiten des zylindrischen Dampfkessels von «Babcock and Wilcox» mit Kohlenstaubfeuerung und Ueberdruck-Brennkammer, sowie für die Bestrebungen des «Lokomotive Development Committee», Kohlenstaubfeuerung für Gasturbinen-Lokomotiven zu entwickeln; er bezweifelt allerdings ihre rasche Verwirklichung, da bei den reichen Oelvorräten Amerikas die Einführung kohlengefeuerter Gasturbinen-Lokomotiven wenig aussichtsreich erscheint. Man bedenke, dass kurz vor dem Kriege auf 600 Diesellokomotiven nur 400 Dampflokomotiven gebaut wurden. Er erwähnt ferner die Tatsache, dass für eine 20 000 kW Quecksilber-Dampfturbine ca. 150 000 kg Quecksilber gebraucht werden, was allein für die Beschaffung des Arbeitsmittels dieser Turbine einen Vorkriegspreis von etwa 300 Fr. pro kW ergibt. Dies entspricht etwa den Baukosten eines Dampfkraftwerkes und beleuchtet die von S. A. Tucker erwähnte Sachlage, dass der Bau von weiteren Quecksilber-Dampfanlagen heute ein Preisproblem und nicht ein technisches Problem sei. — Der aufgeladene Versuchskessel von «Babcock and Wilcox» hat ungefähr 4 m Durchmesser; er ist mit wassergekühlten Wänden ausgerüstet und weist tangential einblasende Kohlenstaubbrenner auf. Der Ueberdruck im Brennraum beträgt etwa ½ at und wurde hauptsächlich zum Erleichtern der Schlackenabführung aus dem Brennraum so hoch gewählt. — Das Komitee zum Studium der Kohlenstaubfeuerung auf Lokomotiven unter Leitung von Mr. Yellot betreibt seine Arbeiten, die allerdings erst begonnen haben, sehr gewissenhaft. Präsident Stevens des «Institute of Gas Technology» verfolgt nun diese Arbeiten weiter im Rahmen des «Gouvernment Research Department». Den Anstoss gab der erfolgreiche Betrieb von Diesellokomotiven, die von den Eisenbahngesellschaften des Westens bevorzugt werden. Die Gesellschaften des Ostens suchen nach andern Traktionsmöglichkeiten. Da ihre Linien vornehmlich in Kohlengebieten liegen und die Kohlenbergwerke ihre hauptsächlichen Kunden sind, wollen sie in erster Linie Kohlen verfeuern. Man darf nie vergessen, dass es für Amerika in solchen Dingen nicht eine generelle Regel gibt. Die Brennstoffvorkommen sind von Gebiet zu Gebiet stark verschieden und zudem sind die persönlichen Ansichten der führenden Männer einzelner Gesellschaften oder Werke für die Entwicklungsrichtung ausschlaggebend. Durch wenige markante Persönlichkeiten wird auch in Amerika der technische Fortschritt entscheidend angeregt. — Sehr viele Diesellokomotiv-Aggregate wurden nach Europa exportiert und das von Dr. A. Meyer erwähnte Verhältnis zwischen Diesel- und Dampflokomotiven bezieht sich auf die Lieferungen der Lokomotivfabriken, und nicht auf die in den USA im Betrieb stehenden Maschinen. Eine gute, kohlengefeuerte Gasturbinenlokomotive würde im Osten sofort verkauft werden können. — Für Quecksilber mussten die Werke ursprünglich ungefähr zwei Dollar pro kg bezahlen. In den vierzehn Jahren des anstandslosen Betriebes wurden praktisch überhaupt keine Füllungsverluste festgestellt, vor allem dank einer sehr fein arbeitenden automatischen Meldeanlage, die die kleinsten Verluste sofort anzeigt. Das Quecksilber wurde früher ausschliesslich in 40 kg-Flaschen von Spanien bezogen. Seit zwölf Jahren ist kein Quecksilber mehr eingeführt worden. Im allgemeinen erheben die Betriebsleute heute keinerlei Einwendungen gegen die Quecksilberdampfanlagen. Nebenbei sei bemerkt, dass die Werke wegen der gewaltigen Preissteigerung des Quecksilbers heute durch den Verkauf ihres Arbeitsmittels einen grossen Gewinn erzielen könnten.

Dr. C. Keller erbat nähere Angaben über die thermischen Wirkungsgrade von modernen amerikanischen Dampfanlagen und über die allgemeine Entwicklungsrichtung bezüglich Dampfdrücke und Temperaturen. Von den neueren Versuchsmaschinen in Fisk, Chicago und andern ist während des Krieges nichts

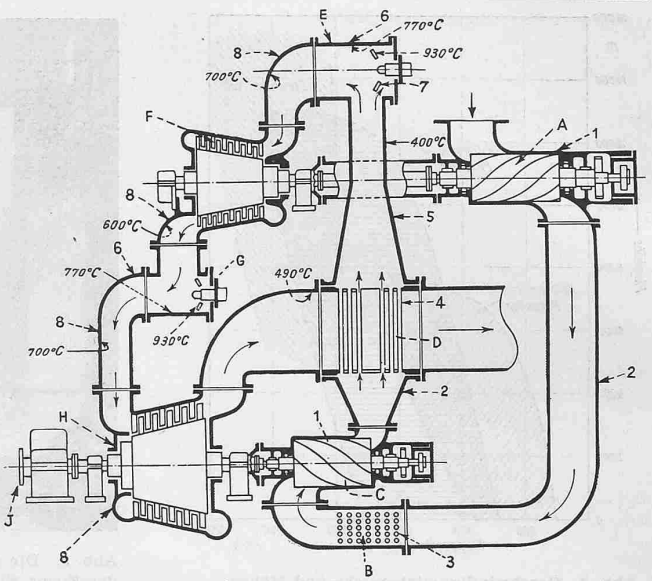


Abb. 4. Prinzipschema der Elliott-Gasturbinenanlage mit Angaben der vorgesehenen Arbeitstemperaturen und der verwendeten Materialien. A Niederdruckkompressor, B Zwischenkühler, C Hochdruckkompressor, D Wärmeaustauscher, E Hochdruck-Verbrennungskammer, F Hochdruck-Turbine, G Niederdruck-Verbrennungskammer, H Niederdruck-Turbine, J Propellerwelle
Materialien: 1 Grauguss, 2 Kohlenstoffstahl, 3 Admirallegierung, 4 Nickelrohre, 5 Chrom-Molybdän-Stahl, 6 Gehäuse aus Kohlenstoff-Stahl mit innerer Auskleidung aus 25 bis 20 % Chrom-Nickel, 7 28 % Chromstahl-Konus, 8 Spezieller Chrom-Nickel-Stahl

mehr bekannt geworden. — Immer noch das beste Dampfkraftwerk ist «Port Washington» mit 80 000 kW; es weist als Jahresmittel einen spezifischen Wärmeverbrauch von 10 540 Btu/kW = 2650 kcal/kW (η = 32,5 %) auf. In Kurzversuchen von rd. einstündiger Dauer sollen unter günstigen Bedingungen 10 200 Btu/kW = 2570 kcal/kWh erreicht werden, was einem Wirkungsgrad von η = 33,5 % entspricht. Die Anlage läuft mit 470° C, 100 ata und 1800 U/min. Eine ähnlich hohe Wärmeausbeute weist die Anlage Twin Branch, Mishawaka, Indiana auf; leider standen S. A. Tucker über sie keine Zahlen zur Verfügung. Sie wird durch die «American Gas Comp.» betrieben. Als Turbine arbeitet eine 40 000 kW-Vorschaltmaschine mit einem Dampfdruck von 170 ata bei 510° C. Die Versuchsanlage in Detroit ist inzwischen nach fünfjährigem Betrieb abgebrochen worden. In der Fisk-Station läuft eine 147 000 kW-Maschine. Die Anwendung sehr hoher Drücke ist umstritten und erfolgt in Amerika weniger planmässig als in Europa. Die Wahl der Kraft-Anlage ist mehr oder weniger eine individuelle Angelegenheit des jeweiligen Gesellschaftspräsidenten. Immerhin werden in Zukunft 100 ata in Dampfanlagen in Gegenden mit grossem Leistungsbedarf im Vordergrund des Interesses stehen, wobei die Dampftemperaturen zwischen 485 und 535° C liegen werden. An höhere Dampftemperaturen denkt man aus wirtschaftlichen Gründen nicht, da die damit erreichbare Ersparnis zu klein ist.

Ob.-Ing. Flatt erkundigt sich, ob die 100 at-Turbinen in eingehäusiger Bauart bevorzugt würden und ob grosse Dampfkraftwerke mit Zwischenüberhitzung arbeiten. — Die eingehäusige einfache Maschine mit 1500 bzw. 1800 U/min wird bevorzugt. Die Zwischenüberhitzung für Dampfanlagen ist nicht beliebt. «Westinghouse» und «General Electric» haben allerdings begonnen, sie zur Verbesserung der Wärmeausbeute wieder zu verwenden. Ob sie sich in Amerika einführen wird, ist fraglich, da sie viel Komplikationen mit sich bringt. In den letzten fünf Jahren sind 95 % der Anlagen ohne Zwischenüberhitzung gebaut worden.

B. Gasturbinen-Entwicklung für Schiffe und Flugzeuge

Ing. Vavra erwähnt den Einfluss der Ueberschallgeschwindigkeit auf raschlaufende Axialgebläse und erkundigt sich nach diesbezüglichen Versuchen in Amerika. — Darüber sind noch keine Angaben erhältlich, obschon entsprechende Untersuchungen an verschiedenen Stellen im Gange sind.

Dr. C. Keller stellt fest, dass die vier von der Fachliteratur gemeldeten amerikanischen Gasturbinen für den Schiffsantrieb offenbar überhaupt die einzigen zur Zeit im Bau befindlichen Aggregate darstellen und frägt, ob sie auf Grund einer Ausschreibung der zuständigen Behörden mit Vorschriften

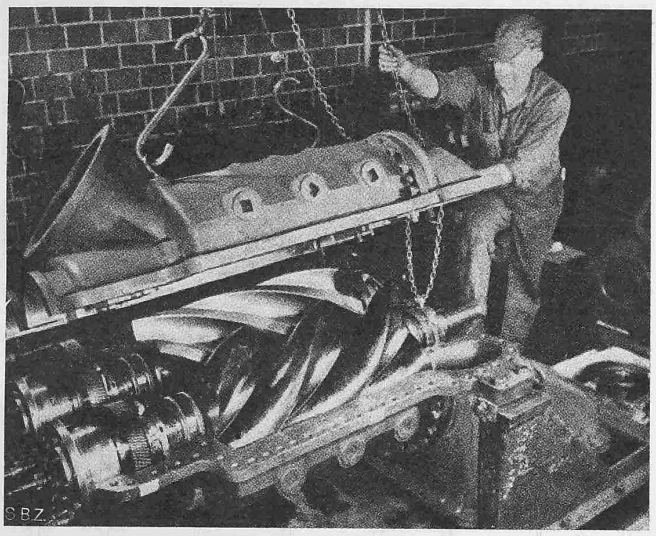


Abb. 5. Einer der drei «Lysholm»-Kompressoren mit schraubenförmigen Verdrängungskolben, von denen zwei in Parallelschaltung für die Niederdruckstufe und einer für die Hochdruckstufe der Elliott-Anlage verwendet worden sind. — Abb. 3, 4 und 5 aus «Power»

bezüglich Wirkungsgrad oder Arbeitsweise gebaut wurden. — Amerika stand in technischer Beziehung in den letzten fünf Jahren unter einer viel ausgeprägteren Diktatur als wohl irgend ein Land in Europa. Nur so konnte es seine Kriegsziele erreichen. Für einzelne Arbeiten der Nachkriegsentwicklung fehlten Zeit und Kräfte. Alles musste für den Krieg eingesetzt werden. So herrscht heute ein grosser Mangel an wissenschaftlich geschulten Kräften, der sich noch durch viele Jahre hindurch spürbar machen wird. Nur etwa 40 000 Ingenieure konnten während des Krieges für die Erledigung privater Aufträge und für Entwicklungsarbeiten verfügbar bleiben. Die im Entwurf oder Bau befindlichen Gasturbinenanlagen amerikanischer Firmen sind eigentlich keine planmässigen Lösungen auf Grund ausgedehnter theoretischer Vorstudien. Die Firmen, die auf diesem Gebiet bereits in irgend einer Weise Vorarbeit geleistet hatten und über fertige Einzelteile, wie Turbinen oder Kompressoren, verfügten, konnten an das Gasturbinenproblem herantreten, indem sie vorläufig einfach vorhandene Maschinen zusammenbauten. Die Elliott-Anlage in Jeannette (Abb. 3) ist soeben fertiggestellt worden. In Entwicklung steht ferner eine Versuchs-Schiffsanlage der «General-Electric», die mit vielstufigem Axialgebläse und nur zweistufigem Turbinenrad arbeitet. Sie soll möglichst leicht und klein sein. Das zweikränzige Turbinenlaufrad soll hohe Anfangstemperaturen ermöglichen, wobei das erste Leitrad ein hohes Gefälle verarbeitet und so das Gas mit niedriger Eintrittstemperatur auf das Laufrad trifft. Eine weitere Versuchsturbine in Amerika wird mit Freiflugkolben (Pescara) erstellt. Eine sehr hochtourige Versuchsmaschine kleiner Leistung baut ferner De Laval.

Dr. Keller erwähnt die Eignung des Verstellpropellers in Kombination mit Gasturbinenantrieb für Schiffe. — Die Elliott-Anlage, von der bis heute noch keine Versuchsresultate bekannt sind, ist für den turboelektrischen Antrieb mit Gleichstrom-Uebertragung gebaut. Bis heute haben die U. S. A. noch keinen Verstellpropeller entwickelt und das Interesse dafür muss vorerst noch geweckt werden, da die Vorteile nur wenigen Fachleuten bewusst sind. Amerika hat eben erst begonnen, den Gasturbinen und den damit verbundenen Antriebsorganen im Schiffsantrieb vermehrte Beachtung zu schenken. — Ueber die Elliott-Anlage gibt der Referent weiter bekannt, dass die Eintrittstemperatur 650° C betragen soll. Die den hohen Temperaturen ausgesetzten Teile bestehen aus legierten Stählen mit 25 % Chrom und 20 % Nickel. Die Turbine arbeitet nach dem Reaktionsprinzip.

Dr. C. Keller fragt an, wie sich die bisher von Amerika gebauten Flugzeuge mit Strahlantrieb bewährt haben und ob darüber in flugtechnischer und betriebstechnischer Beziehung bereits Erfahrungen vorliegen. — Die Antriebsaggregate für solche Maschinen wurden 1941 von England übernommen (Whittle) und vorerst in den U. S. A. nachgebaut. Die beteiligten Firmen haben in der Zwischenzeit ihre eigenen Konstruktionen eingeführt. Es sind erst verhältnismässig wenig Maschinen gebaut worden; doch verspricht man sich davon in Zukunft viel für militärische und auch für zivile Zwecke. Die Piloten bevorzugen allgemein die Strahlantriebsflugzeuge gegenüber den Motormaschinen, da das Fliegen und die Bedienung einfacher ist.

Ing. Haenni möchte wissen, ob nach amerikanischer Ansicht der Strahlantrieb auch für Verkehrsflugzeuge zur Anwendung kommen wird, und in welcher Richtung die Verbesserungen der amerikanischen Firmen gegenüber dem ursprünglichen Whittle-System liegen. — Eine ganze Reihe bekannter Firmen, darunter auch «Curtiss-Wright», befassen sich jetzt mit Strahlantrieben. Die Entwicklung für die zivile Luftfahrt braucht mehr Zeit, da entsprechend Abbildung 2 bei der Geschwindigkeitsspanne für Verkehrsmaschinen und für die gleichzeitig benötigten grossen Leistungen (über 5000 PS) die Kombination von Propeller- und Rückstossantrieb geeignet ist. Ein Turbinen-Kompressoraggregat treibt einerseits den Propeller, wofür etwa 75 % Leistung gebraucht werden, während die restlichen 25 % durch Rückstossenergie der Abgase ausgenützt werden.

Dr. A. Meyer dankte im Anschluss an die Diskussion S. A. Tucker für seine vielen Anregungen. Er wies darauf hin, dass in den letzten Wochen viele amerikanische Ingenieure schweizerische Industriewerke und die Hochschule besuchten, dass aber eine offene Aussprache mit ihnen nicht möglich war, solange der Krieg mit Japan noch anhielt. Er betonte, wie wertvoll es für die schweizerischen Industriekreise und die Wissenschaft sei, einen kompetenten Fachmann und zugleich einen auskunftsfreudigen Gesprächspartner aus Amerika zu treffen, der gerade in dem Moment zu uns kam, da die Zensurschranken fielen. Er selber habe bei seinen verschiedenen Amerika-Reisen die amerikanische Gastfreundschaft und die Leistungsfähigkeit seiner Ingenieure kennengelernt. Wir Schweizer-Ingenieure sind froh, dass sich nun während des Besuches amerikanischer Kollegen Gelegenheit gibt, alte und neue Beziehungen erneut zu pflegen.

Prof. Dr. J. Ackeret schliesst das Kolloquium mit bestem Dank an den Vortragenden und bemerkt, wie sehr wir in der Schweiz während vieler Jahre in einem «Vakuum» gelebt hätten. Wohl wurde diese Zeit in allen Zweigen der Technik und Wissenschaft gut ausgenützt; umso grösser ist das Bedürfnis der Fachwelt, zu sehen, was inzwischen im Ausland geschehen ist, und so sind wir alle für eine Wiederaufnahme eines internationalen wissenschaftlichen Gedankenaustausches doppelt empfänglich. Dr. C. Keller

MITTEILUNGEN

Die Eröffnung der Ausstellung amerikanischer Architektur im Kunstgewerbemuseum Zürich (S. 73 lfd. Bds.) gestaltete sich durch die Ansprachen von Bundesrat Ph. Etter und des amerikanischen Gesandten L. Harrison zu einem Akt offizieller gegenseitiger Freundschaftsbezeugungen der beiden Staaten, die sich trotz äusserlich grösster Verschiedenheit innerlich sehr verwandt sind und auch ohne jeden Unterbruch von je her gute Beziehungen unterhalten haben. Arch. W. M. Moser war es vorbehalten, diesen Beziehungen auf dem Gebiet der Architektur nachzugehen und damit in die reichhaltige Schau lebendig einzuführen. Wir kommen auf das Thema zurück und empfehlen den Besuch der Ausstellung, die noch bis 7. Oktober dauert. Geöffnet 10 bis 12, 14 bis 18 h (Mittwoch bis 21 h), Montag geschlossen.

Zu den Ehrenmitgliedern des S. E. V., die am 2. Sept. ernannt wurden (S. 103 letzter Nummer), gehört nicht Prof. Dr. H. König, Vicedirektor des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht, sondern sein Vater, der frühere Direktor dieses Amtes.

WETTBEWERBE

Erweiterung der Friedhofanlage Muttenz. Durch Versehen der Redaktion ist beim zweitprämiierten Entwurf auf S. 81 dieses Bandes nur die Firma Bräuning, Leu, Dürig als Verfasser genannt worden. Tatsächlich gehört zu den Verfassern auch *Joh. Erwin Schweizer*, Gartenarchitekt in Basel. Wir bedauern unser Versehen umso mehr, als entsprechend der Aufgabe der Anteil des Gartengestalters an der prämiierten Arbeit ebenso gross ist, wie jener des Architekten.

Schulhaus mit Turnhalle in Rickenbach (Luzern). In einem engern Wettbewerb, den als Fachleute beurteilten Kantonsbaumeister H. Schürch, Arch. O. Dreyer (Luzern), Arch. R. Landolt (Zürich) und Stadtbaumeister M. Türler (Luzern), gingen unter den mit je 350 Fr. fest honorierten Teilnehmern als Preisgewinner hervor:

1. Preis (1200 Fr.) Hch. Auf der Maur, Arch., Luzern
2. Preis (1100 Fr.) W. Ribary, Arch., Luzern
3. Preis (600 Fr.) G. Meyer, Arch., Luzern