

# Britische Propellergasturbinen

Autor(en): **Wild, Rolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **69 (1951)**

Heft 41

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-58938>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

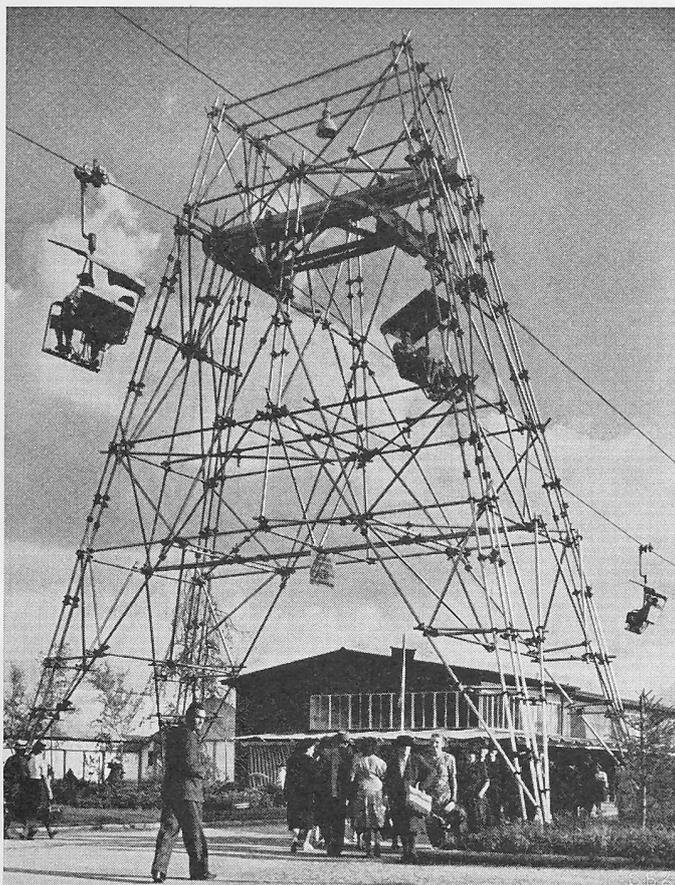


Bild 35. Sesselbahn-Mast aus Leichtmetall, System Aebi, an der KABA in Thun 1949

Juristen schon verschiedentlich die Frage erörtert, weshalb die oberste Leitung von grossen Industriegesellschaften, insbesondere von Elektrizitätsgesellschaften, aber auch diejenige der Staatsverwaltung vornehmlich und mit Vorteil bei Nicht-Ingenieuren liegt. Die Ursache liegt in der Schwierigkeit des Technikers, den Blick für Allgemeinprobleme frei zu halten. Weil diese Gefahr an und für sich so gross ist, sollten an unsere Technische Hochschule Persönlichkeiten berufen werden, die den Beruf des Ingenieurs in der ganzen inneren Bedeutung des Wortes, in technischem und menschlichem Sinne, voll erfassen und weitergeben. A. Lüchinger, Ing.

## Britische Propellergasturbinen

Von ROLF WILD, Zürich

DK 621.438 : 629.135

Mit der Entwicklung der Propellergasturbine, die heute als Flugzeugtriebwerk eingeführt wird, begann man am Ende des letzten Krieges<sup>1)</sup>. Bei diesem Triebwerk wird bekanntlich in der Turbine fast das ganze Druckgefälle ausgenützt und die Differenz zwischen Turbinenleistung und Leistungsbedarf des Kompressors zum Antrieb einer Luftschaube benützt. Die Gase treten nach dem Verlassen der Turbine durch eine Düse nach hinten ins Freie aus und erzeugen dabei noch einen zusätzlichen Strahlschub. Da die Drehzahl der Turbine verhältnismässig hoch ist, wird die Luftschaube stets über ein Reduktionsgetriebe angetrieben, was die Propellerturbine komplizierter und schwerer macht als ein entsprechendes Strahltriebwerk. Sie ergibt aber bei niedrigen und mittleren Fluggeschwindigkeiten bedeutend bessere Vortriebswirkungsgrade als das Strahltriebwerk, weshalb Flugzeuge mit Propellerturbinen bedeutend bessere Start- und Steigeigenschaften aufweisen als solche mit Strahltriebwerken.

Die Hauptvorteile, die die Propellerturbine gegenüber dem Kolbenmotor aufweist, sind geringeres Gewicht, kleinere Stirnfläche, das Fehlen eines Kühlsystems, die dadurch erzielte Verringerung des Luftwiderstandes, der einfache Aufbau, die einfachere Wartung und der erschütterungsfreie Lauf. Im allgemeinen dürfte ihr Anwendungsbereich bei

Flugzeugen mit Reisegeschwindigkeiten zwischen 500 und 750 km/h und Reishöhen von 6000 bis 10000 m liegen (Vgl. hierzu Bild 16 in Fussnote<sup>1)</sup>).

Von grosser Bedeutung ist die Propellerturbine für Verkehrsflugzeuge. Dabei fallen neben den rein leistungsmässigen Vorzügen die Vibrationsfreiheit und der geringere Triebwerkärm ins Gewicht, durch die der Reisekomfort bedeutend verbessert wird. Eingehende Studien<sup>2)</sup>, die sich auf Erfahrungen mit den ersten Verkehrsflugzeugen mit Propellerturbinen stützen, zeigen, dass ein solches Flugzeug auf grossen Strecken bedeutend wirtschaftlicher sein kann als ein Flugzeug gleicher Verkehrsleistung mit Kolbenmotoren. Auch auf kürzeren Strecken lassen sich bei Verwendung von Propellerturbinen wirtschaftliche Vorteile erzielen, die allerdings nicht so gross sind wie auf langen Strecken. Dabei ist besonders bedeutungsvoll, dass die Reisegeschwindigkeit der Verkehrsflugzeuge mit Propellerturbinen um ungefähr 30% höher sein kann als bei solchen mit Kolbenmotoren.

Auf grossen Strecken ist das Verkehrsflugzeug mit Propellerturbinen etwa gleich wirtschaftlich wie das entsprechende Modell mit Strahltrieb; es weist aber eine bedeutend kleinere Geschwindigkeit auf. Die grosse Reishöhe, die von Flugzeugen mit Strahltrieb eingehalten werden muss, stellt jedoch hohe Anforderungen an die Sicherheit der Druckbelüftungsanlage, während zugleich die Böenwirkung bei grossen Geschwindigkeiten derart zunimmt, dass sie nicht nur für die Passagiere unangenehm, sondern unter Umständen für das Flugzeug selbst verhängnisvoll werden kann. Aus diesen Gründen kann das Verkehrsflugzeug mit Strahltrieb vorderhand noch nicht den Platz einnehmen, der ihm im Luftverkehr wahrscheinlich später einmal zukommen wird. Das Verkehrsflugzeug mit Propellerturbinen ist dagegen schon heute zum Einsatz in den Luftverkehr bereit.

An der Entwicklung der Propellerturbine beteiligten sich bis vor kurzem fast ausschliesslich nur britische Firmen. Im Jahre 1945 erteilte das damalige Ministry of Aircraft Production Entwicklungsaufträge für sechs verschiedene Typen von Propellerturbinen, davon zwei für grosse Leistungen, nämlich die Typen «Armstrong Siddeley Python» und «Rolls Royce Clyde», sowie vier andere, für kleinere Leistungen berechnete Typen, nämlich: «Bristol Theseus», «Napier Naiad», «Armstrong Siddeley Mamba» und «Rolls Royce Dart». Zu den in diesem Programm genannten Typen kam später noch das Modell «Bristol Proteus», das zur gleichen Klasse gehört wie die Typen «Python» und «Clyde». Damit befinden sich heute in England nicht weniger als sieben Propellerturbinen-Typen, zum Teil in der Entwicklung, zum Teil schon in der Serieproduktion. Mit diesen neuen Triebwerken wurden bereits einige Flugzeugtypen ausgerüstet, die bis heute immer noch die einzigen Flugzeuge mit Propellerturbinen auf der ganzen Welt darstellen, nämlich fünf Verkehrsflugzeugtypen, zwei Ausbildungstypen und ein Jägertyp.

Die erste Propellerturbine der Welt wurde gegen Kriegsende von der Firma *Rolls Royce Ltd.* in Derby gebaut. Es handelt sich dabei um eine modifizierte Ausführung des Strahltriebwerkes «Rolls Royce Derwent», die die Bezeichnung «Trent» erhielt. Die «Trent» war ursprünglich für eine Wellenleistung von 600 PS vorgesehen. Im Laufe der Entwicklung konnte die Leistung jedoch bis auf 800 PS gesteigert werden. Dazu kam der von den austretenden Gasen erzeugte Strahlschub von etwa 450 kg. Das Triebwerk wurde versuchsweise beim Jagdflugzeug «Gloster Meteor» eingebaut und im Fluge erprobt, später aber aufgegeben. Die dabei gemachten Erfahrungen sind beim Bau der Propellerturbine «Dart» (Bild 1) ausgenützt worden. Ursprünglich betrug die Wellenleistung der «Dart» 1250 PS, konnte aber durch konstruktive Verbesserungen später bis auf 1400 PS gesteigert werden. Der Strahlschub betrug dabei 134 kg. Die «Dart» arbeitet als bisher einzige Propellerturbine mit einem zweistufigen Radialverdichter, der bei Volldrehzahl und einem Druckverhältnis von rund 1:5, 8,2 kg/s Luft fördert. Dieser Verdichter ermöglicht eine sehr geringe Baulänge des Triebwerkes und macht es gegenüber Dichteänderungen der angesaugten Luft und gegenüber Vereisungen weitgehend unempfindlich. Hinter dem Verdichter liegen sieben Brennkammern, die auf einem Kegelmantel windschief zur Triebwerkachse derart angeordnet sind, dass der Luftstrom um einen

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu den Aufsatz Ueber Rückstoss-Triebwerke für Flugzeuge von Dipl. Ing. A. von der Mühl, in der SBZ 1947, Nr. 43 und 44, speziell Abschnitt 4, S. 599

<sup>2)</sup> Vgl. z. B. G. R. EDWARDS: Turbine-Engined Transport Aircraft, in «Proceedings» of the Second International Aeronautical Conference, Institute of the Aeronautical Sciences, New York 1949.

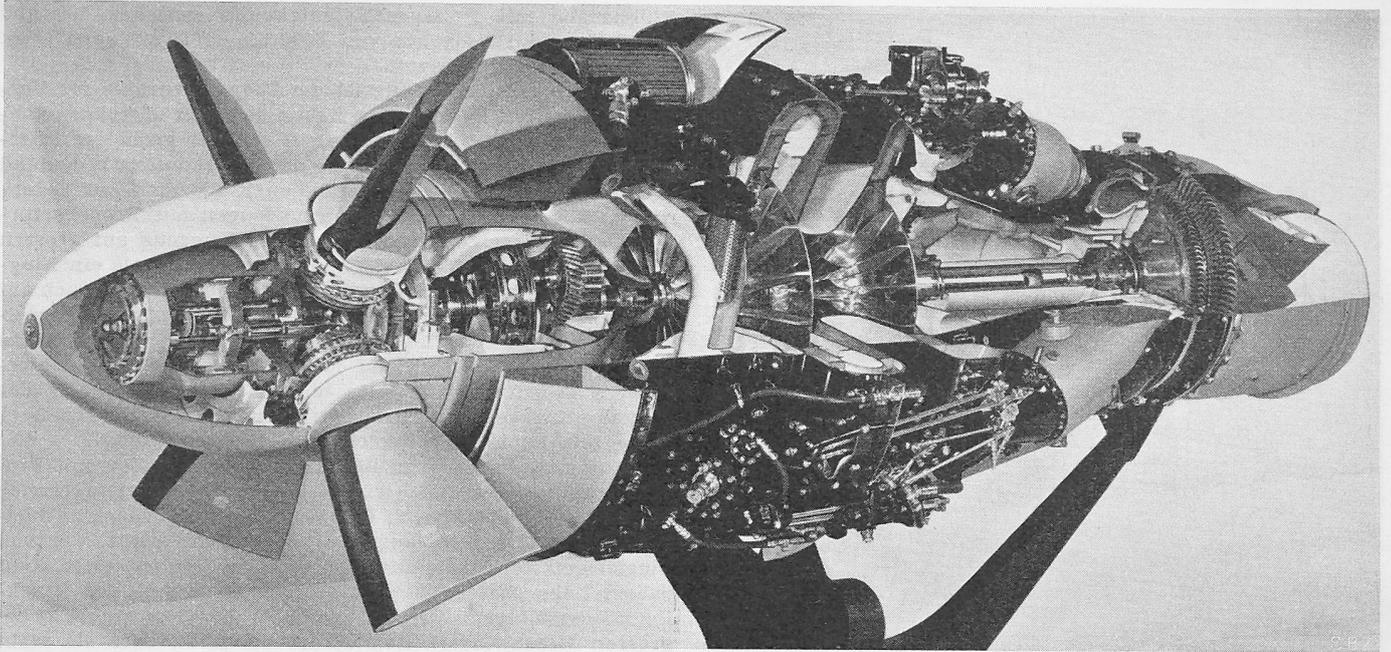


Bild 1. Aufgeschnittenes Modell der Propellerturbine Rolls-Royce «Dart»

nur verhältnismässig kleinen Winkel abgelenkt werden muss. Aus den Brennkammern gelangen die Gase in die zweistufige Turbine und treten hierauf durch eine Düse ins Freie aus. Zur Drehzahlreduktion dient ein zwischen Verdichterwelle und Propellerwelle angeordnetes Planetengetriebe. Der Propeller ist mit verstellbaren Flügeln versehen.

Zur Erprobung wurde die «Dart» 1947 in ein «Lancaster»-Bombenflugzeug eingebaut. Später hat man ein zweimotoriges Bombenflugzeug vom Typ «Vickers Wellington» mit zwei «Darts» ausgerüstet, und anschliessend, auf Grund der dabei gesammelten Erfahrungen, auch ein viermotoriges Verkehrsflugzeug «Vickers Viscount». Das letztgenannte Modell, das mit vier «Darts» ausgerüstet ist, wurde kürzlich in der Schweiz vorgeführt. Es ist für die Beförderung von 40 Passagieren auf mittleren Strecken vorgesehen, weist eine Druckkabine auf und hat eine Reisegeschwindigkeit von 550 km/h in einer Höhe von 7600 m. Die «Viscount» befindet sich heute im Seriebau und wird in etwa zwei Jahren von den British European Airways im europäischen Luftverkehr eingeführt werden.

Die Propellerturbine «Rolls Royce Clyde», die eine Wellenleistung von 3000 PS erzeugen soll, steht gegenwärtig noch auf der Geheimliste des britischen Ministry of Supply. Es sind daher keine Angaben über diesen Typ verfügbar.

Die von der bekannten Motorenfirma D. Napier and Son, Ltd., entwickelte Propellerturbine «Naiad» (Bild 2) weist bei einem Durchmesser von 710 mm die kleinste Stirnfläche aller Triebwerke dieser Leistungsklasse auf. Die «Naiad» erzeugt bei einer Drehzahl von 18250 U/min eine effektive

Leistung von 1590 PS<sup>3)</sup>. Dank der hohen Drehzahl konnte der zwölfstufige Axialverdichter sehr klein gehalten werden. Sein Durchmesser beträgt nur etwa 275 mm. Bei Volldrehzahl fördert der Verdichter 7,8 kg/s Luft bei einem Druckverhältnis von 1:5,5. Die zweistufige Turbine erzeugt eine Leistung von rd. 4000 PS, wovon rd. 2400 PS zum Antrieb des Verdichters benötigt werden. Die Verbrennung erfolgt in fünf, auf einem Zylindermantel parallel zueinander angeordneten Brennkammern. Zwischen Verdichterwelle und Luftschraube ist ein zweistufiges Stirnradgetriebe eingebaut. Die Propellerdrehzahl beträgt bei Vollast 1300 U/min. Die Luft tritt durch einen ringförmigen Kanal in der grossen Propellernabe vor der Propellerebene ein, so dass die Strömung der eintretenden Luft nicht durch die Propellerblätter gestört wird. Dadurch ergeben sich bessere Eintrittswirkungsgrade, als bei normalen Einlassöffnungen hinter dem Propeller. Im Innern des rotierenden Kanals sind die Propellerblattwurzeln strömungsgünstig verkleidet. Die Hilfsmaschinen der «Naiad» sind rund um den Verdichter herum angeordnet und ragen nicht über die Stirnfläche des Triebwerks hinaus.

<sup>3)</sup> Die effektive Leistung setzt sich zusammen aus der Wellenleistung und der aus dem Strahlschub errechneten äquivalenten Strahlleistung. Die äquivalente Strahlleistung wird allgemein nach der Formel

$$N_s = \frac{Sv}{270}$$

berechnet, wobei  $S$  den Schub in kg und  $v$  die Fluggeschwindigkeit in km/h darstellen. Beim Stillstand werden 1,18 kg Schub als 1 PS angenommen. Vielfach wird diese Strahlleistung noch durch einen angenommenen mittleren Propellerwirkungsgrad von 0,8 dividiert.

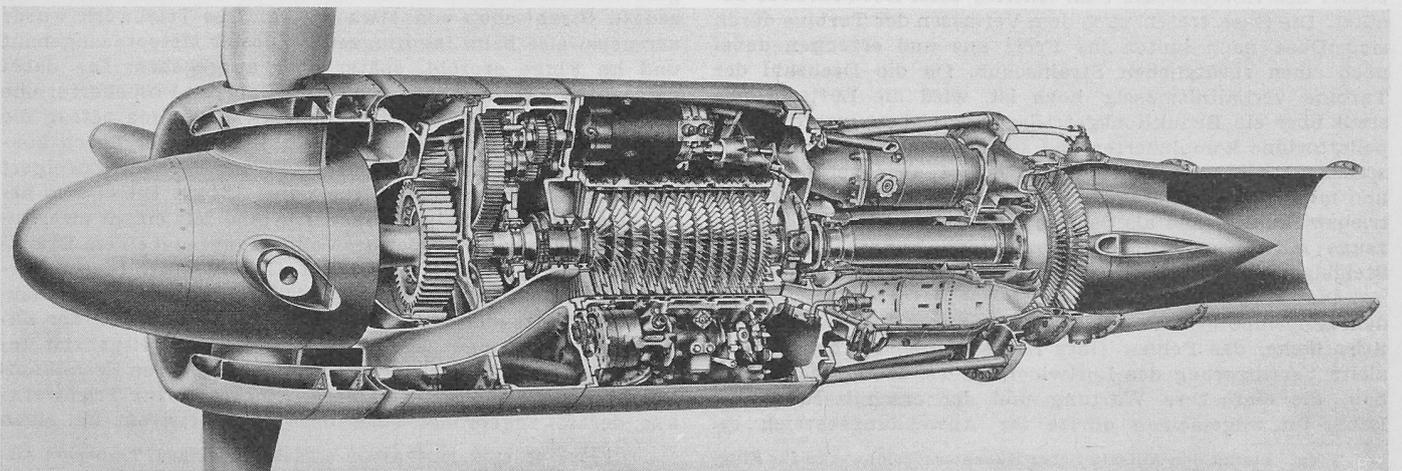


Bild 2. Propellerturbine Napier «Naiad»

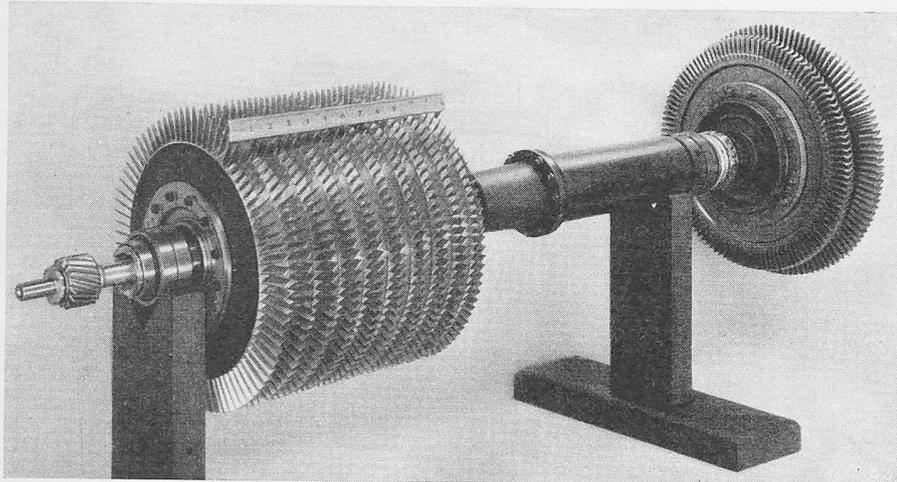


Bild 3. Rotor der Propellerturbine «Mamba» (Länge des Verdichters rd. 300 mm)

Eine Sonderausführung besteht aus zwei nebeneinander gelagerten «Naiads», die über ein gemeinsames Reduktionsgetriebe auf ein Propellerpaar wirken. Die Propellerturbine «Naiad» soll von der Firma Napier nicht mehr weiter entwickelt werden, da die beiden Triebwerke «Dart» und «Mamba» der gleichen Leistungsklasse bereits weitgehend eingeführt sind; ihre erprobten Teile will man jedoch in einem andern, bisher noch nicht weiter genannten Triebwerk verwenden.

Das von der Firma Armstrong Siddeley Motors Ltd. gebaute Triebwerk «Mamba» ist wohl die bisher erfolgreichste Propellerturbine, wurde sie doch bereits in fünf verschiedene Flugzeugtypen eingebaut. Die Ausführung «Mamba 1» leistet 1010 PS, der Typ «Mamba 2» 1270 PS, die «Mamba 3» sogar 1320 PS. Der zehnstufige Axialverdichter (Bild 3) weist bei Vollast eine Fördermenge von 6,15 bzw. 8,2 kg/s und einen Wirkungsgrad von 85% auf. Bei den sechs Brennkammern der «Mamba» wird der Brennstoff nicht durch Druckzerstäuber eingespritzt, sondern dampfförmig in die Brennzonen eingeführt. Zu diesem Zweck wird das als Brennstoff verwendete Kerosen durch vier Düsen in gekrümmten Luftröhren eingeführt (Bild 4), in denen es sich mit der Luft vermischt und, da die Rohre durch die Brennzonen der Brennkammer führen, verdampft. Die nachfolgende Verbrennung geht über einen grossen Lastbereich mit gutem Wirkungsgrad vor sich und ist weitgehend unabhängig von der Flughöhe. Die Scheiben der beiden Turbinenstufen sind durch eine Zahnkupplung fest miteinander verbunden und treiben gemeinsam Verdichter und Luftschaube an, wobei ein Planetengetriebe die Drehzahl von 15000 auf 1450 U/min herabsetzt. Der innenverzahnte Aussenring dieses Getriebes ist drehbar gelagert und gegen hydraulische Kolben abgestützt, die als Drehmomentenmesser dienen. Das auf Bild 5 gezeigte Leistungs-

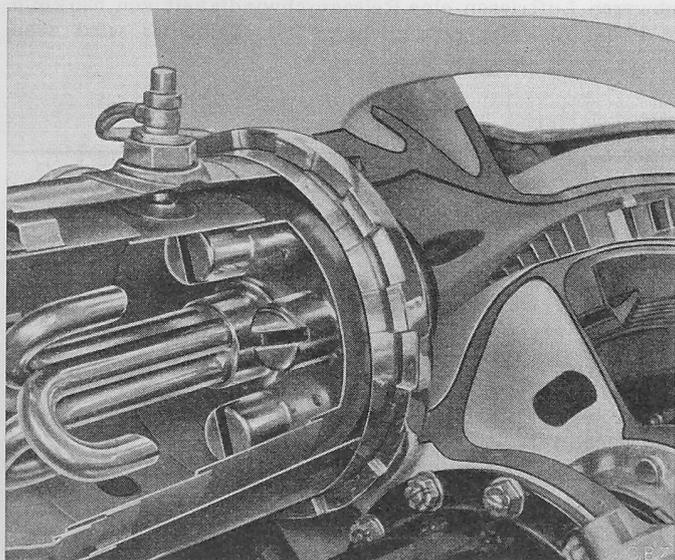


Bild 4. Aufgeschnittene Brennkammer der Propellerturbine «Mamba». In den gebogenen Röhren verdampft der Brennstoff. Die Primärluft tritt durch die geschlitzten Blechköpfe in die Brennzonen ein.

diagramm der «Mamba 3» ist in seiner Art charakteristisch für alle Propellerturbinen. Wie die Modelle «Dart» und «Naiad» wurde auch die «Mamba» zuerst zur Flugprobung in die Rumpfnase eines «Lancaster»-Bombers eingebaut. Später fand es zum Antrieb der beiden einmotorigen Ausbildungsflugzeuge «Avro Athena» und «Boulton Paul Ballioe» Verwendung. Vorerst sind nur einige Prototypen gebaut worden; eine Serieproduktion ist nicht vorgesehen.

Vier Propellerturbinen «Mamba 1» dienen zum Antrieb des neuen Verkehrsflugzeuges «Armstrong Whitworth Apollo», das für mittlere Flugstrecken vorgesehen ist und in seiner druckbelüfteten Kabine 24 bis 40 Passagiere befördern kann. Die Reisegeschwindigkeit der «Apollo» beträgt etwa 450 km/h in einer Höhe von 6000 m. Die Reichweite ohne Reserven ist grösser als 2000 km. Neuerdings wurden je zwei

«Mambas» versuchsweise beim Zubringerflugzeug «Handley Page Marathon 2» und beim bekannten Verkehrsflugzeug «Douglas Dakota» eingebaut. Beim erstgenannten Flugzeug, das vorher durch vier Kolbenmotoren «De Havilland Gipsy» von je 350 PS angetrieben worden war, konnte die Höchstgeschwindigkeit von 374 km/h auf 467 km/h und die grösste Reisegeschwindigkeit von 320 km/h auf 400 km/h gesteigert werden. Bei der «Dakota» ermöglichte der Einbau der Turbine ihre weitere Verwendung, die sonst nach dem Inkrafttreten der neuen ICAO-Vorschriften ausgeschlossen gewesen wäre, weil die Nutzlast zur Erfüllung der Start- und Landebedingungen derart hätte herabgesetzt werden müssen, dass das Flugzeug im Betrieb zu unwirtschaftlich geworden wäre.

Durch Zusammenbau von zwei Propellerturbinen «Mamba 2» entstand das Triebwerk «Double-Mamba» (Bild 6), das für den Antrieb von zwei gegenläufigen, koaxialen Propellern eingerichtet ist. Die beiden Triebwerkteile weisen ein gemeinsames Getriebegehäuse auf, arbeiten aber voneinander unabhängig und treiben je einen der beiden Propeller an. Dadurch kann eine Triebwerkhälfte ausgeschaltet und die betreffende Luftschaube auf Segelstellung gebracht werden, ohne dass dadurch der Lauf der zweiten Turbine beeinträchtigt würde. Die Triebwerkeinheit, deren äquivalente Leistung 2850 PS beträgt, wurde bisher in den beiden zur U-Boot-Bekämpfung vorgesehenen Flugzeugen «Fairey 17» und «Blackburn YA 5» eingebaut.

Das Modell «Armstrong Siddeley Python» gehört mit einer Äquivalentleistung von über 4100 PS heute zu den stärksten Triebwerken der Welt<sup>4)</sup>. Es bestand seine ersten Prüfstandläufe schon im Jahre 1945, ist sehr gedrängt gebaut und wird zum Antrieb von zwei koaxialen gegenläufigen Propellern verwendet. Am Vorderende des Verdichters befindet sich ein zweistufiges Getriebe. Die erste Stufe bildet ein Planetengetriebe mit angebauten hydraulischen Drehmomentenmessern. Die zweite Stufe besteht aus einem einfachen Stirnradgetriebe. Das Triebwerk kann entweder eine ringförmige Einlassöffnung oder bei Flügeleinbauten zwei seitliche Einlasskanäle enthalten. Die «Python» wird

<sup>4)</sup> Siehe Bild 12 im unter <sup>1)</sup> erwähnten Aufsatz.

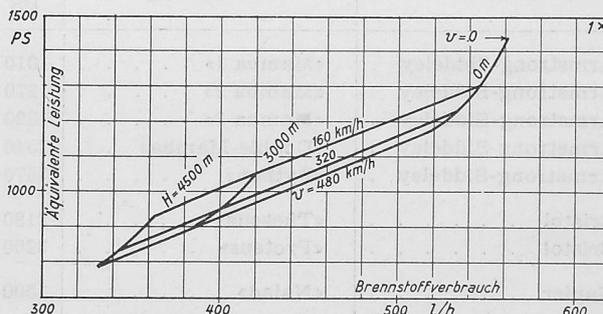


Bild 5. Brennstoffverbrauch B der Propellerturbine «Mamba 3» von Armstrong Siddeley in Abhängigkeit der äquivalenten Leistung bei verschiedenen Fluggeschwindigkeiten v u. verschiedenen Flughöhen H. Drehzahl 14500 U/min. Punkt 1 entspricht der Maximalleistung bei 15000 U/min im Stand auf Meereshöhe.

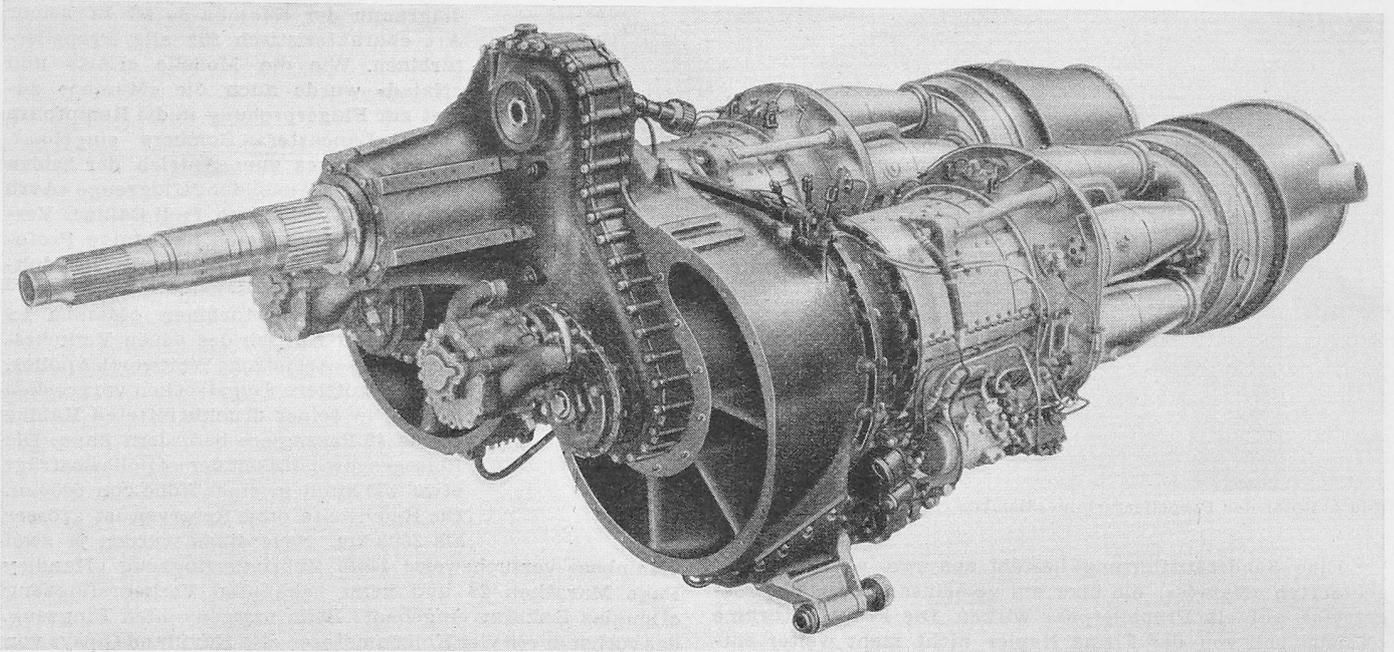


Bild 6. «Double Mamba» der Firma Armstrong Siddeley

beim Marineflugzeug «Westland Wyvern» verwendet, das für Jagdaufgaben sowie für Torpedo- und Bombenangriffe eingesetzt wird und stellt das erste Kampfflugzeug mit Propellerturbine dar.

Die von der bekannten Flugzeug- und Motorenfirma Bristol Aeroplane Co. entwickelte Propellerturbine «Theseus» unterscheidet sich von allen bisher behandelten Typen dadurch, dass für den Antrieb von Verdichter und Luftschaube je eine getrennte Turbine vorgesehen ist, so dass die Drehzahl des Propellers verändert werden kann, ohne die des Verdichters zu beeinflussen. Insbesondere kann beim Start der Propeller mit grösserer Drehzahl arbeiten als im Reiseflug. Auch das Anlassen des Triebwerkes ist wesentlich leichter, da der Propeller vom Startermotor nicht bewegt werden muss. Weiter können die Propellerblätter während des Startes sogar in Segellage stehen, während sie sonst in die Stellung des kleinsten Widerstandes zu bringen sind. Als Nachteil der Bauart mit zwei Turbinen sind das im allgemeinen etwas grössere Gewicht und der kompliziertere Aufbau zu nennen. Bemerkenswert ist ferner die Verwendung eines Wärmeaustauschers zur Vorwärmung der verdichteten Luft mit den heissen Abgasen. Das Triebwerk «Theseus» absolvierte seine ersten Prüfstandläufe schon im Jahre 1945. Vom Jahre 1948 an wurde es in zwei Bombenflugzeugen des Typs «Avro Lincoln» eingebaut und von der RAF einer ausgedehnten Erprobung unter praktischen Bedingungen unterworfen. Die viermotorigen «Lincoln»-Bomber, bei denen die äusseren Kolbenmotoren durch Turbinen ersetzt wurden, besorgten Materialtransporte zwischen England und Aegypten.

Die Propellerturbinen bewährten sich dabei sehr gut. Nach einer Laufzeit von 212 Stunden wiesen sie nur unbedeutende Schäden auf, und ihre Leistung war nur wenig abgesunken.

Das ebenfalls mit zwei unabhängigen Turbinen ausgerüstete Modell «Bristol Proteus» (Bild 7) hat trotz seiner grösseren Leistung eine kleinere Stirnfläche als die «Theseus». Es zeichnet sich durch einen besonders niedrigen spezifischen Brennstoffverbrauch aus, der beim Reiseflug in 10700 m Höhe bei 570 km/h Geschwindigkeit 232 g/PS<sub>h</sub> beträgt. Dies bezieht sich auf die äquivalente Leistung, die hauptsächlich durch die Anwendung eines ungewöhnlich hohen Verdichtungsverhältnisses ermöglicht wird. Ähnlich wie beim Typ «Python» der gleichen Leistungsklasse tritt die Luft von hinten in den zwölfstufigen Axialverdichter ein, an den sich eine Radialstufe anschliesst. Die komprimierte Luft tritt dann in acht schlanke lange Brennkammern ein (Bild 8) und strömt wieder nach rückwärts zur Turbine. Wie beim «Theseus» sind drei Turbinenstufen vorhanden, von denen die ersten beiden gemeinsam den Verdichter antreiben, während die dritte als getrennte Turbine ausgebildet ist und über ein Planetengetriebe auf eine einfache Verstell-Luftschaube wirkt. Dank des günstigen Brennstoffverbrauches wurde die «Proteus» als Triebwerk für die neuen Langstrecken-Grossverkehrstypen «Bristol Brabazon» und «Saunders-Roe Princess» gewählt. Beim Typ «Brabazon 2»<sup>5)</sup> werden acht Turbinen paarweise auf koaxiale Doppel-Luftschauben wirken und dem 130 t schweren Luftriesen eine Reisegeschwindigkeit von 530 km/h in 10700 m Höhe ermöglichen. Die «Princess» wird zehn

<sup>5)</sup> SBZ 1950 Nr. 6, Seite 66\*.

Tabelle 1. Hauptdaten britischer Propeller-Gasturbinentriebwerke

Hersteller	Bezeichnung	$N_w$ PS	$S$ kg	$n$ U/min	$Q$ kg/s	$B$ kg/h	$b$ g/PS <sub>h</sub>	$D$ mm	$L$ mm	$G$ kg
Armstrong-Siddeley	«Mamba 1» . . . . .	1010	140	15 000	6,15	380	375	790	2045	345
Armstrong-Siddeley	«Mamba 2» . . . . .	1270	174	15 000	7,70	470	370	790	2045	355
Armstrong-Siddeley	«Mamba 3» . . . . .	1320	184	15 000	8,20	490	370	790	2045	350
Armstrong-Siddeley	«Double-Mamba» . . . . .	2540	350	15 000	15,40	940	370	1340/1080	2030	910
Armstrong-Siddeley	«Python» . . . . .	3670	520	8 000	24,00	1300	352	1380	2460	1430
Bristol . . . . .	«Theseus» . . . . .	2180	272	8 200/9 000	13,60	—	—	1460	3220	850
Bristol . . . . .	«Proteus» . . . . .	3200	364	10000/10700	—	1000	312	980	2870	1320
Napier . . . . .	«Naiad» . . . . .	1500	110	18 250	7,80	590	390	710	2600	500
Rolls-Royce . . . . .	«Dart» . . . . .	1400	134	14 500	—	490	350	820	2500	490

$N_w$  Wellenleistung,  $S$  Strahlschub,  $n$  Drehzahl,  $Q$  Luftdurchsatz,  $B$  Brennstoffverbrauch,  $b$  spezifischer Brennstoffverbrauch,  $D$  Aussendurchmesser des Triebwerkes,  $L$  Länge des Triebwerkes von Hinterkante Propellernabe bis Strahlrohr,  $G$  Trockengewicht. Alle Angaben beziehen sich auf Maximalleistung im Prüfstand und auf Meereshöhe. Der spezifische Brennstoffverbrauch  $b$  ist auf die Wellenleistung bezogen.

Propellerturbinen erhalten, von denen acht auf Doppelpropeller wirken und zwei Turbinen einfache Luftschrauben antreiben. Die Flugboote «Saro Princess» sind etwa gleich gross wie die «Brabazon» und können bei einem Startgewicht von 140 t 100 Passagiere mit 610 km/h Reisegeschwindigkeit im Nonstopflug zwischen London und New York befördern. Sieben Flugzeuge dieses Modells stehen gegenwärtig im Bau; das erste davon soll in etwa einem Jahr zum Fliegen kommen. Daneben ist die Propellerturbine «Proteus» auch zum Einbau in das viermotorige Flugzeug «Bristol 175» vorgesehen.

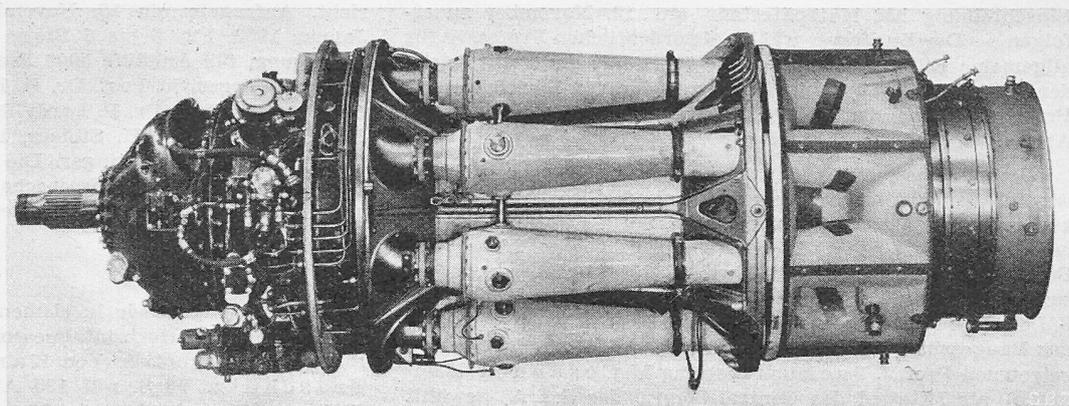


Bild 7. Die Propellerturbine Bristol «Proteus»

## MITTEILUNGEN

**Brückenreparaturen auf der Strecke Chur-Arosa.** In Nr. 39 der SBZ vom 29. 9. 51 schildert Ing. C. Mohr die geologischen Schwierigkeiten, die beim Bau der Bahnlinie Chur-Arosa zu bewältigen waren und seither zu kostspieligen Wiederherstellungsarbeiten Anlass geben. Wie verhängnisvoll schon während der Bauausführung die Gleitendenz der Berglehnen zur Geltung kam, möge folgende Einzelheit beleuchten. Ich hatte im Sommer 1912 als junger Ingenieur auf der Strecke Salsal-Calfreisertobel meine Bauaufgaben beendet, die Ausführungspläne fertiggestellt und war schon ins Ausland abgereist, als mein Kollege H. S. die Nachnivellierung für die Gleisverlegung zu besorgen Auftrag erhalten hatte. Bei einer langen Trocken-Stützmauer stellte er bei allen Profilen einen Höhenfehler von konstant  $-0,2$  m fest. Er glaubte, dass mir beim Bau ein Höhen-Ablesefehler passiert sei und liess die Mauer durch Aufsetzen eines Steinkranzes auf die planmässige Höhe bringen. Nachdem er seine Arbeit in Richtung gegen Arosa fertiggestellt hatte, machte er wohlweislich rückwärts ein Kontrollnivellement. Er war dann nicht wenig erstaunt, an seiner eigenen Arbeit zweifeln zu müssen, denn er stellte an der selben Mauer abermals einen konstanten Höhenfehler von einigen Zentimetern fest. Erst jetzt wurde man gewahr, dass die ganze Berglehne sich in Bewegung befand, ohne alle Zerrungen, ohne Stauchungen, und ohne dass schiefe Bäume oder andere Wahrzeichen darauf hingedeutet hätten, dass der ganze Hang pro Woche einen Zentimeter talwärts rutschte. Zehn Jahre später fand ich die selbe Mauer trotz der inzwischen erfolgten Hangentwässerung unversehrt vor, nur überwachsen, aber im gleichen Grundriss, im alten Anzug und mit der unveränderten Längssteigung, jedoch etwa 15 m unter dem ursprünglichen Bahntracé. Das war eines der zahlreichen Erlebnisse bei diesem Bahnbau und gab dem Einwand jenes Fachmannes recht, der schon vor Baubeginn auf das Gefährliche eines Bahnbauens in einem «geologisch unfertigen» Tal hingewiesen hatte. E. Bartholdi

**Winterthur-Bauma-Wald elektrisch.** Am 6. Oktober 1951 ist die elektrische Zugförderung auf der Strecke der ehemaligen Tösstalbahn eröffnet worden, nachdem ausser den Elektrifizierungsarbeiten eine Reihe von Verbesserungen durchgeführt worden waren. Diese Verbesserungen bestanden im Ersatz von altem Schienenmaterial durch stärkeres, in beträchtlichen Verlängerungen der Ueberholungslängen und verschiedenen Gleisergänzungen auf den Stationen sowie in der Ausführung von Einsteigkanten. Drei Tössbrücken bei Wila, Lipperschwendi und Steg wurden neu erstellt und fünf Wegüberführungen ersetzt. Die Stationsgebäude wurden umgebaut. Alle Stationen erhielten elektrische Sicherungsanlagen mit Lichtsignalen und elektrisch bedienbare Weichen, von denen die wichtigsten isoliert sind, so dass sie unter Fahrzeugen nicht umgelegt werden können. Diese Massnahmen erlaubten, die Einfahrgeschwindigkeiten von 45 auf 60 km/h und die Ausfahrgeschwindigkeiten sogar auf 75 km/h zu erhöhen. Die gesamten Baukosten beliefen sich auf rd. 11,8 Mio Franken. Erfreulich ist die erhebliche Steigerung der Fahrgeschwindigkeiten, auf den meisten Strecken von 60 auf

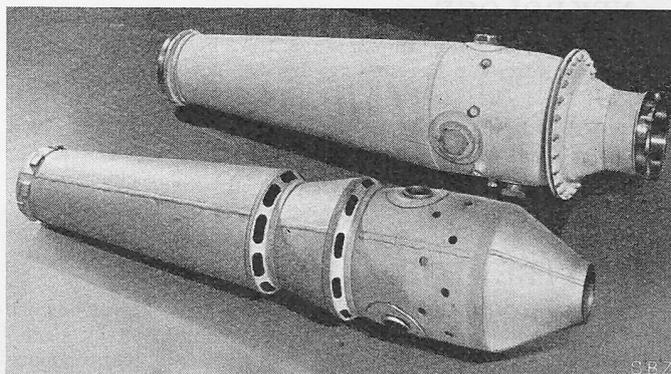


Bild 8. Brennkammer zur Turbine Bristol «Proteus»

80 km/h, sowie die wesentliche Fahrplanverbesserung. So werden auf der Strecke Winterthur-Wald-Rapperswil im Mittel pro Zug 19 Minuten, in der Gegenrichtung 11 Minuten eingespart. Durch die Elektrifizierung werden jährlich 4800 t Kohle für andere Zwecke verfügbar, was bei einem Kohlenpreis von 120 Fr./t für die SBB eine Einsparung von 580 000 Franken bedeutet.

**Institut für Landesplanung der ETH.** Am 23. Oktober 1951 beginnt wiederum ein zweisemestriger Kurs für Orts- und Regionalplanung, dessen Thema der Vorschlag eines Gesamtplanes für die Region 14 des Kantons Zürich, umfassend das untere Töss- und Embrachertal (Gemeinden Embrach, Freienstein, Lufingen, Oberembrach und Rorbas) sein wird. Die landbaulich wie industriell und verkehrstechnisch gleicherweise interessante Region verspricht anregende Diskussionen und Arbeiten. Es wäre zu wünschen, dass sich an ihnen nicht nur Studierende, sondern auch Praktiker aus allen Studiengängen der ETH (besonders der Architektur, des Bauingenieur- und Kulturingenieurwesens, der Land- und Forstwirtschaft) beteiligen würden. Die Übungen finden je Dienstag, 17—19 Uhr, im Geographischen Institut der ETH statt. Weitere Aufschlüsse erhältlich auf Telefon 32 73 30, intern 573 (Prof. Dr. H. Gutersonn) oder 595 (PD Dr. E. Winkler).

**Technik und Hilfsmittel der wissenschaftlichen Arbeit.** Ueber dieses Thema wird im Wintersemester 1951/52 an der ETH der Leiter des Technischen Literaturnachweises, Dr. Ing. O. Frank, eine Vorlesung halten, jeden Dienstag von 17.15 bis 18.00 im Hauptgebäude, Auditorium 35 d, beginnend Dienstag, den 16. Oktober 1951. Es werden folgende Fragen behandelt: Sammlung, Ordnung und Auswertung wissenschaftlichen und technischen Materials (Literatur, Forschungsergebnisse, Messergebnisse); Gestaltung von schriftlichen Arbeiten (Prüfungsarbeiten, Aufsätze, Berichte, Auszüge, Referate, Buchbesprechungen usw.); Gestaltung von Vorträgen und Vortragsbildern; Drucklegung; Mechanische und maschinelle Hilfsmittel der wissenschaftlichen Arbeit; Photographische Hilfsmittel; Vervielfältigungsverfahren.

**Eidg. Technische Hochschule.** Mit den übrigen Vorlesungen beginnen am 16. Oktober auch die Vorlesungen der Abteilung für Freifächer, auf die besonders hingewiesen sei. Das Programm ist erhältlich bei der Rektoratskanzlei. Die